



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título:

**Ingeniero en Telecomunicaciones
con Mención en Gestión Empresarial**

TEMA:

Investigación de la aplicación del programa LabVIEW para el uso en un sistema de riego automatizado, basado en tecnología de adquisición de datos e instrumentación virtual de national instruments para la FET de la UCSG

REALIZADO POR:

Franklin Gregory Tello Canchingre
Jonathan Emmanuel Criollo Cevallos
Román Isaías Toral Franco
Erick Washington Orrala Otero
Holger Rodrigo Alvarado Martínez

DIRECTOR:

Ing. Oscar Carrasco

Guayaquil – Ecuador

2009 – 2010



TESIS DE GRADO

TEMA:

Investigación de la aplicación del programa LabVIEW para el uso en un sistema de riego automatizado, basado en tecnología de adquisición de datos e instrumentación virtual de national instruments para la FET de la UCSG

**Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo,
Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad
Católica de Santiago de Guayaquil**

REALIZADO POR:

Franklin Gregory Tello Canchingre

Jonathan Emmanuel Criollo Cevallos

Román Isaías Toral Franco

Erick Washington Orrala Otero

Holger Rodrigo Alvarado Martínez

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el título de:
Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

Ing. Oscar Carrasco
Director de Tesis

Ing.....

Ing.....

Vocal

Vocal

Ing. Héctor Cedeño
Decano de la Facultad

Ing. Pedro Tutivén
Director de Carrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de grado titulado “**Investigación de la aplicación del programa Lab-View para el uso en un sistema de riego automatizado, basado en tecnología de adquisición de datos e instrumentación virtual de national instruments para la FET de la UCSG**” desarrollado por Franklin Gregory Tello Canchingre, Jonathan Emmanuel Criollo Cevallos, Román Isaías Toral Franco, Erick Washington Orrala Otero y Holger Rodrigo Alvarado Martínez fue realizado, corregido y terminado, razón por la cual está apto para su presentación y sustentación.

Ing. Oscar Carrasco
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico especialmente a mis padres por haber confiado en mi y haberme apoyado hasta lo último ya que gracias a su esfuerzo y amor estoy obteniendo este logro que no es el último, sino el primero, pero es lo fundamental para triunfar en la vida junto a la enseñanzas que uno aprende en su hogar, ustedes han sido mis mejores maestros por eso los amo.

A mi esposa y a mi hijo que me han apoyado mucho y me han esperado tanto tiempo comprendiéndome y confiando en mí, para así salir adelante ya que han sido un puntal en mi vida de motivación y amor no los defraudare por que los amo.

A mis amigos que me han brindado su confianza y creyeron en mi que sin ellos esto no fuese posible, les brindo mi sincera amistad de todo corazón y espero que esa amistad que hemos cosechado perdure para siempre.

A los ingenieros que han sido mis maestros por brindarme todos sus conocimientos en especial a nuestro director de tesis que nos ayudo en mucho al Ing. Oscar Carrasco y a mi gran maestro y amigo Ing. Efraín Suarez.

A dios por estar siempre conmigo y brindarme su amor y escuchar mis peticiones y no dejarme rendir en los momentos difíciles y por estar rodeado de tanto amor.

Franklin Gregory Tello Canchingre

DEDICATORIA

En la culminación de mi carrera universitaria quiero agradecer a las personas que de una u otra manera ayudaron a lograr este sueño ahora hecho realidad.

Dios, mi Señor, que siempre obro de manera misteriosa dándome ánimos en los momentos adversos para seguir luchando para lograr mis metas y en El cual me reconfortaba y brindaba todos mis logros a lo largo de mis estudios.

Mis padres, por brindarme su apoyo emocional y económico de manera incondicional siempre que los necesite, con su guía y ayuda he podido llegar a este mi logro y para ustedes.

Mis hermanas que fueron siempre un incentivo para seguir adelante y luchar día a día, a mis compañeros de Universidad con los cuales pasamos momentos difíciles en los que la dedicación y la predeterminación por el estudio ahora se nos recompensa con este logro tan importante.

A todos mis amigos que estuvieron dándome ánimos en los momentos difíciles en que los necesite y con los cuales también compartimos momentos de alegría.

Jonathan Emmanuel Criollo Cevallos

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme alcanzar una de las primeras metas de toda mi vida.

A mis padres, Luz Franco y Jorge Toral, de manera muy especial por los principios morales de honradez, responsabilidad y dignidad que supieron inculcarme desde la infancia. ; por su cariño y apoyo durante toda la mi carrera en Ingeniería en Telecomunicaciones. LOS AMO...

A mis hermanos: Mónica, Verónica, Ximena, Alberto, y en especial a mi hermano Gonzalo, quienes con su cariño y apoyo moral me impulsaban a no desmayar en mis aspiraciones.

A la UCSG en las personas de sus autoridades, representantes y profesores, quienes muy sabiamente han sabido transformar la educación Ecuatoriana para así mejorar la mentalidad de muchos alumnos que se han convertido en los nuevos emprendedores rompiendo así los paradigmas para el cambio, traspasando con ello las barreras patrias al permitir que estos lleguen a todos los rincones del país y del extranjero.

A mis compañeros de grupo por su apoyo, motivación y esfuerzo.

Román Isaías Toral Franco

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico en primer lugar con todo mi esfuerzo y amor a Dios, porque él es el que me ha dado la fuerza para poder llegar hasta esta etapa profesional de mi vida y en segundo lugar se la dedico a mis padres porque sin el apoyo de ellos no podría haber logrado unos de mis sueños, ser Ingeniero Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial.

Papá y Mamá ustedes son los que siempre me han inculcado los estudios a pesar que hemos pasado momentos difíciles siempre han estado ahí, por eso les agradezco de todo corazón por confiar en mí, apoyarme y brindarme todo su amor.

Los amo con todo mi corazón y este proyecto que me llevo un año hacerlo es para ustedes, por ser el hijo mayor aquí esta lo que ustedes cosecharon, solamente les estoy devolviendo lo que ustedes me dieron en un principio.

A mis hermanos, familia y amigos gracias por estar conmigo y apoyarme siempre.

Bueno y no me puedo ir sin antes decirles, que sin ustedes a mi lado no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo y aquí esta el fruto. Les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y momentos tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar las personas que nos rodean. Los amo mucho y nunca los olvidaré.

Erick Washington Orrala Otero

DEDICATORIA

Son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo, de lograr alcanzar mi culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

Definitivamente, Dios, mi Señor, mi Guía, mi Proveedor; sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, que si pudiera hacerla material, la hiciera para entregártela, pero a través de esta meta, podré siempre de tu mano alcanzar otras que espero sean para tu Gloria.

Mi hermana, mis padres, por darme la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes. GRACIAS por darme la posibilidad de que de mi boca salga esa palabra...FAMILIA. Madre, serás siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensa. Tu esfuerzo, se convirtió en tu triunfo y el mío, TE AMO.

A todos mis amigos pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todo las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, LOS RECUERDO.

A mi equipo de tesis, a mi fabuloso equipo de tesis un pilar en los ánimos y desarrollo de esto, gracias a mi grupo y al tutor de tesis por ser el último escalón para poder alcanzar este sueño.

Holger Rodrigo Alvarado Martínez

AGRADECIMIENTO

En la culminación de nuestra carrera universitaria queremos agradecer a las personas que de una u otra manera ayudaron a lograr este sueño ahora hecho realidad.

Dios, mi Señor, que siempre obró de manera misteriosa dándonos ánimos en los momentos adversos para seguir luchando para lograr nuestras metas, El cual nos reconfortaba en los momentos difíciles y al cual brindamos todos nuestros logros a lo largo de nuestros estudios.

A nuestro Director de Tesis Ing. Oscar Carrasco por todo su esfuerzo y colaboración en todo momento para con nosotros.

Al profesor, Ing. Efraín Suarez por habernos guiado y motivado para seguir adelante con nuestro trabajo.

Nuestros padres, por darnos la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes.

INDICE

INTRODUCCION.....	XXI
ANTECEDENTES.....	XXII
JUSTIFICACION.....	XXIII
OBJETIVOS GENERALES.....	XXIV
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	XXIV
CAPITULO 1	
1.0 Scada.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Sistema scada.....	3
1.3 Definición.....	4
1.4 Unidades maestra (MTU).....	6
1.4.1 Hardware y software.....	8
1.4.2 Adquisición de datos.....	12
1.4.3 Graficación de tendencias.....	20
1.4.4 Procesamiento de alarmas.....	22
1.4.5 Comunicaciones.....	23
1.5 Terminales remotas (RTU).....	24
1.6 Fundamentos.....	24
1.6.1 Funcionalidad de hardware.....	26
1.6.2 Funcionalidad de software.....	26
1.6.3 Algunos tipos de RTU.....	27
1.6.4 PLC contra RTU.....	29
1.7 Aplicaciones.....	30
1.7.1 Descripción funcional.....	30
CAPITULO 2	
2.0 Labview.....	35
2.0.1 Principales características.....	36
2.0.2 Programa en Labview.....	38
2.0.3 Otras alternativas.....	39
2.1 Historial.....	40
2.2 Construyendo scada con Labview.....	41
2.3 Usos varios Labview.....	56
2.4 Modulo DSC.....	62
2.5 Modulo Real Time.....	64

CAPITULO 3

3.0 Controlador Lógico Programable (PLC)	69
3.0.1 Historia de los PLC.....	69
3.0.2 Que es un PLC.....	69
3.0.3 Clasificación del PLC.....	70
3.1 PLC tipo Nano.....	70
3.2 PLC tipo Compacto.....	71
3.3 PLC tipo Modular.....	71
3.4 Direccionamiento de entradas y salidas.....	72
3.5 Programación en diagrama de escalera (Ladder)	72
3.6 Instrucciones en los PLC.....	73
3.7 Ventajas e inconvenientes de los PLC.....	73
3.8 Aplicaciones.....	74
3.9 Funciones Básicas de los PLC.....	75
3.9.1 Detección.....	75
3.9.2 Mando.....	75
3.9.3 Dialogo hombre máquina.....	75
3.9.4 Programación.....	75
3.9.4.1 Proporcional Integral Derivativo PID.....	75
3.9.4.2 ¿Cómo funciona un PID?	76
3.9.4.3 ¿Qué es IEC?	76

CAPITULO 4

4.0 Contador Lógico Programable Twido (Base Compacta)	77
4.1 Base Compacta TWIDO.....	77
4.1.1 INTRODUCCION.....	77
4.2.1 Aplicaciones.....	79
4.2 Base Modular TWIDO.....	80
4.3 Modelo TWDLCAE 40 DRF (Base Compacta).....	81
4.3.1 Introducción.....	81
4.3.2 Ventajas.....	81
4.4 Partes de la Base Compacta TWIDO.....	83
4.5 Partes de la Base Compacta TWIDO (Puerto Ethernet)	85
4.5.1 Características.....	87
4.5.2 Entorno.....	87
4.5.3 Alimentación.....	88
4.5.4 Comunicación.....	88
4.5.5 Funciones integradas.....	88
4.4 Características de las entradas.....	89
4.5 Características de las salidas.....	89
4.6 Referencias.....	90
4.7 Dimensiones y conexiones.....	91
4.7.1 Conexiones de las entradas y salidas.....	92
4.8 Módulos de las entradas y salidas "Todo o nada".....	93
4.8.1 Presentación.....	93
4.8.2 Descripción.....	94

4.9 Características.....	96
4.9.1 Características de las vías de entrada.....	96
4.9.2 Características de los módulos de salida de transistor.....	96
4.9.3 Características de las vías de la salida de relé.....	96
4.9.4 Referencias.....	97
4.9.5 Aplicaciones.....	101

CAPITULO 5

5.0 Módulos de las entradas y salidas analógicas.....	102
5.0.1 Descripción.....	103
5.1 Características de los módulos de entra analógicas de 8 vías.....	104
5.1.1 Referencias.....	105
5.1.2 Dimensiones.....	106
5.1.3 Conexiones.....	107
5.2 Base Compacta TWIDO con puerto Ethernet integrado.....	108
5.2.1 Aplicaciones.....	108
5.2.2 Descripción.....	110
5.2.3 Características.....	111
5.2.3 Referencias.....	111
5.3 Software de Programación TWIDO SUITE.....	112
5.3.1 Presentación.....	112
5.3.2 Conexión de un terminal de PC al controlador.....	113
5.3.3 Enlaces por cable de conexión.....	113
5.3.4 Enlace por Módem.....	113
5.3.5 Enlace por red Ethernet.....	113
5.3.6 Enlace inalámbrico bluetooth.....	114
5.4 Funciones.....	114
5.4.1 Navegación intuitiva y visual.....	114
5.4.2 Gestión de los proyectos.....	115
5.4.3 Descripción de la Arquitectura.....	115
5.4.4 Configuración.....	116
5.5 Programación.....	116
5.5.1 Puesta a punto.....	117
5.5.2 Documentación.....	117
5.5.3 Posicionamiento.....	117
5.5.4 Funciones PLS.....	118
5.5.5 Función PWM.....	118
5.6 Comunicaciones industriales.....	116
5.6.1 Protocolo de comunicaciones industriales.....	116
5.6.2 Aplicación de redes industriales.....	123
5.6.3 Hart.....	124
5.6.3.1 Introducción.....	124
5.6.3.2 Nuevas perspectivas.....	125
5.6.3.3 Tecnología de válvula Hart.....	126
5.6.3.4 Diferencias de la salida Hart.....	127
5.6.3.5 Necesidad de instalar un filtro.....	128
5.6.3.6 Diseño de seguridad intrínseca.....	130

5.6.3.7 Multipunto y multiplexor.....	132
5.6.3.8 Perspectivas: Hart y el Fieldbus.....	135
5.6.3.9 RS-232.....	136
5.6.3.10 Introducción.....	136
5.6.3.11 Desarrollo.....	136
5.6.3.12 Construcción física.....	139
5.6.3.13 Circuitos y sus definiciones.....	139
5.6.3.14 Características de los circuitos.....	142
5.7 EIA RS-485.....	143
5.7.1 Introducción.....	143
5.7.2 Desarrollo.....	146
5.7.3 Aplicaciones.....	146
5.7.4 Lazo de corriente de 4-20 mA.....	146
5.7.5 Introducción.....	146
5.7.6 Perturbaciones en la transmisión.....	147
5.7.7 Componentes.....	147
5.7.8 Transmisor.....	149
5.7.9 Receptor.....	151
5.7.10 Características eléctricas.....	151
5.7.11 Resistencia del cable.....	153
5.7.12 ¿Por qué usar lazo de corriente?.....	153
5.8 Profibus.....	154
5.8.1 Topología de red.....	155
5.8.2 Ventajas.....	155
5.8.3 Normas.....	156
5.8.3.1 Norma capa física y enlace.....	157
5.8.3.2 Rs-485.....	158
5.8.4 Fundamentos técnicos.....	162
5.8.5 Normalización internacional.....	164
5.9 Fieldbus	164
5.9.1 Capa física.....	166
5.9.1.1 Características técnicas.....	166
5.9.2 Capa de enlace de datos.....	169
5.9.2.1 Características técnicas.....	169
5.9.3 Capa de aplicación.....	175
5.9.4 Capa usuario.....	176
5.9.5 Implementación.....	177
5.10 Ethernet.....	178
5.10.1 Introducción.....	178
5.10.2 Principio de transmisión.....	181
5.11 Ethernet conmutado.....	182
5.11.1 Tecnología y velocidad.....	183
5.11.2 Hardware usado.....	184

CAPITULO 6

6.0 Instrumentación utilizada en la aplicación de un sistema de riego mediante la Automatización.....	187
6.1 Electroválvulas.....	187
6.1.1 Clases y funcionamiento.....	187
6.2 Válvulas de solenoide.....	190
6.2.1 Introducción.....	190
6.2.2 Principio de Operación.....	192
6.2.3 Tipos de Válvulas de Solenoide.....	193
6.2.4 Acción Directa.....	194
6.2.5 Máximo de Presión de Apertura.....	194
6.2.6 Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD)	195
6.2.7 Principio de Operación.....	196
6.2.8 Operadas por Piloto.....	196
6.2.8.1 Diferencial Mínimo de Presión de Apertura (MinOPD)..	199
6.2.8.2 Válvulas de Dos Vías.....	199
6.2.8.3 Válvulas de Tres Vías (Desviadoras)	203
6.2.8.4 Aplicación de las Válvulas de Solenoide.....	203
6.3 Medidor de Humedad Relativa.....	204
6.3.1 Sensores de humedad.....	204
6.3.2 Introducción.....	204
6.3.3 Precisión en la medición de la humedad.....	205
6.3.4 Parámetros típicos para determinar la humedad.....	205
6.3.5 Medición de la humedad relativa (RH)	205
6.3.6 Medición del punto de rocío/escarcha (D/F PT)	205
6.3.7 Partes por millón (PPM)	206
6.4 Consideración de los distintos tipos de sensor y sus aplicaciones.....	206
6.4.1 Psicometría por bulbo húmedo/bulbo seco.....	206
6.4.2 Psicómetro.....	207
6.5 Sensores por desplazamiento.....	207
6.5.1 Sensor de bloque de polímero resistivo.....	207
6.5.2 Sensores capacitivos.....	208
6.6 Efectos de la temperatura y la humedad.....	209
6.6.1 Humedad relativa calculada con el punto de rocío y la temperatura	210
6.6.2 Higrómetro óptico de condensación.....	212
6.6.3 Dispositivos usados para mediciones de PPM.....	214
6.6.4 Higrómetro electrolítico.....	214
6.6.5 Sensor Piezo-resonante.....	215
6.6.6 Aplicación de campo de los sensores.....	216
6.7 Los problemas de la contaminación.....	216
6.7.1 Sustancias que con mayor facilidad pueden afectar el sistema.....	218
6.7.2 Partículas.....	218
6.7.3 Contaminantes solubles en agua.....	218
6.7.4 Compuestos orgánicos.....	219
6.8 Sensor de Temperatura.....	219
6.8.1 Termistor.....	220
6.8.2 Termómetro basado en una termocupla.....	220
6.8.3 Termómetro de diodo.....	221

6.8.4	Termómetro basado en un circuito integrado.....	222
6.8.5	Características del sensor de temperatura.....	223
6.8.6	Conexión a la placa controladora.....	224
6.8.7	Proyectos donde podemos aplicar este sensor.....	225
6.9	Control de nivel de agua.....	225
6.9.1	Controles de nivel del agua para canales.....	225
6.9.2	Controles de nivel para plantas de tratamiento de agua.....	226
6.9.3	Controles de nivel para tanques de almacenamiento de agua.....	226
6.9.4	Control de nivel en un embalse.....	227
6.9.5	Detector de nivel de agua.....	227
6.10	Agitador de fertilizante.....	228
6.10.1	Mezclador de Fertilizantes.....	228
6.10.2	Difusores.....	229
6.11	Presentación.....	230
6.11.1	¿Qué necesitamos?	230
6.11.2	¿Cómo se hace?	230
6.11.3	Explicación.....	231
6.12	Bombas Periféricas Monofásicas Presión de 1/2 HP.....	232
6.12.1	Especificaciones.....	232
6.12.2	Características Técnicas.....	232
6.13	Tubería.....	233

CAPITULO 7

7.0	Producción.....	237
7.1	El tomate.....	237
7.1.1	Origen.....	237
7.1.2	Taxonomía y morfología.....	237
7.1.3	Requerimientos edafoclimáticos.....	239
7.1.4	Material vegetal.....	241
7.1.5	Particularidades del cultivo.....	243
7.1.5.1	Marcos de Plantación.....	243
7.1.5.2	Poda de formación.....	243
7.1.5.3	Aporcado y reundido.....	243
7.1.5.4	Tutorado.....	244
7.1.5.5	Fertirrigación.....	245
7.1.6	Recolección.....	248
7.1.7	Postcosecha.....	248
7.2	La piña.....	252
7.2.1	Taxonomía y morfología.....	252
7.2.2	Requerimientos edafoclimáticos.....	253
7.2.3	Importancia económica y distribución geográfica.....	253
7.2.4	Material vegetal.....	253
7.2.4.1	Variedades botánicas.....	253
7.2.5	Particularidades del cultivo.....	253
7.2.5.1	Abonado.....	253
7.2.5.2	Riego.....	254
7.2.6	Recolección.....	255
7.2.7	Postcosecha.....	255

7.3 Las naranjas.....	260
7.3.1 Origen.....	260
7.3.2 Taxonomía y morfología.....	260
7.3.3 Requerimientos edafoclimáticos.....	261
7.3.4 Particularidades del cultivo.....	263
7.3.4.1 Diseño de la Plantación.....	263
7.3.4.2 Abonado.....	263
7.3.4.3 Riego.....	265
7.3.4.4 Poda.....	266
7.3.5 Recolección.....	268
7.3.6 Postcosecha.....	268
7.4 Sistema de riego.....	271
7.5 El riego, los endimientos y la conservación de los suelos.....	272
7.6 Sistema de riego por microaspersión.....	275
7.6.1 Características más importantes.....	275
7.6.2 Principales componentes.....	277
7.7 Microaspersión.....	282
7.7.1 Ventajas.....	282
7.7.2 Desventajas.....	283
7.8 Riego por aspersión.....	284
7.8.1 Ventajas e inconvenientes.....	285
7.9 Riego por goteo.....	287
7.9.1 Definición.....	288
7.9.2 Ventajas e inconvenientes.....	288
7.9.3 Componentes.....	290
7.9.4 Características.....	291
7.9.5 Tipos.....	292
7.9.6 Aspectos agronómicos a considerar para la instalación.....	293
7.9.7 Componentes principales de un sistema de riego automatizado....	295
7.9.8 Partes que consta un riego por goteo.....	299

CAPITULO 8

8.0 Pantallas de programación en Lab-View.....	300
8.1 Proceso paso a paso de la realización del programa de sistema de riego automatizado.....	300
Conclusiones.....	340
Recomendaciones.....	343
Glosario.....	345
Bibliografía.....	356

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

CAPITULO 1

Figura 1.2 Circuito eléctrico simple.....	3
Figura 1.4.1 Hardware en sistemas de supervisión: PLC y Pc.....	9
Figura 1.4.2 Descripción de los enlaces por radio de un sistema SCADA.....	18
Figura 1.4.3 Graficacion de tendencias.....	20
Figura 1.6.3 Ejemplo de una RTU stand-alone simple.....	28
Figura 1.7.1a Display porcentaje.....	31
Figura 1.7.1b Pantalla de lectura de controles.....	32
Figura 1.7.1c Controles de pantalla SCADA.....	33
Figura 1.7.1d Controles de pantalla SCADA.....	33

CAPITULO 2

Figura 2.0.2 Diagrama interno SCADA.....	39
Figura 2.2a Modulo DSC (manejo de alarmas).....	45
Figura 2.2b Modulo tiempo real.....	48
Figura 2.2c Diagrama interno tiempo real.....	48
Figura 2.2d Pantalla de espectro analizador	50
Figura 2.2e Proceso de adquirir datos.....	51
Figura 2.2f Herramientas LABVIEW de análisis en línea.....	52
Figura 2.2g Pantalla SCADA con espectros analizadores de datos.....	55
Figura 2.2h Herramienta DIAdem para analizar datos.....	58
Figura 2.3a Uso de LABVIEW oara monitoreo.....	60
Figura 2.3b Equipo administrado con LABVIEW.....	62
Figura 2.4 Ejemplo sistema SCADA	65
Figura 2.5a Logo herramienta real-time.....	66
Figura 2.5b Logo modulo FPGA.....	66
Figura 2.5c Logo modulo CVI real-time.....	66
Figura 2.5d Controlador PXI	67
Figura 2.5e Procesador compactRIO	67
Figura 2.5f Tarjeta single-board RIO.....	67
Figura 2.5g Compact field point.....	67
Figura 2.5h Cámara de adquisición de datos	68
Figura 2.5i PC para adquisición de datos.....	68

CAPITULO 4

Figura 4.1 Bases Compactas Twido.....	77
Figura 4.3.2 Función Reloj Calendario Compactas Twido.....	82
Figura 4.4 Partes de la base compacta Twido.....	83
Figura 4.5.Partes de la base compacta (Puerto Ethernet)	85
Figura 4.8.a Modulo de borneros de tornillos	95
Figura 4.8.b Modulo con conector tipo HE10.....	95

CAPITULO 5

Figura 5.0.1 Módulos de entradas y salidas analógicas.....	103
Figura 5.1.1 Modelos Módulos de entradas y salidas analógicas.....	106
Figura 5.2.1 Base Compacta Twido con visualización.....	109
Figura 5.2.2 Bases Compactas con Puerto Ethernet Integrado.....	110
Figura 5.6.1.a Señal Digital y Analógica HART.....	121
Figura 5.6.1.b Comparación de características entre algunos buses y protocolos	123
Figura 5.6.2 Aplicación de redes Industriales.....	123
Figura 5.6.3.1 La señal de Comunicación FSK es súper impuesta en la señal analógica de 4-20 mA.	125
Figura 5.6.3.2 Válvula con Posicionador Electro neumático HART.....	126
Figura 5.6.3.3 Diagrama de bloques de un posicionador HART.....	127
Figura 5.6.3.4 Entrada analógica convencional a un DCS para un transmisor de 2 alambres	128
Figura 5.6.3.5.a Un posicionador HART es conectado a una salida analógica convencional de un DCS a través de un filtro.....	129
Figura 5.6.3.5.b Ejemplo de información de diagnóstico utilizando un computador	130
Figura 5.6.3.6.a Posicionador HART con aislador galvánico S. I. comunicación en el circuito S. I. o por medio del aislador.....	131
Figura 5.6.3.6.b Diseño de seguridad intrínseca utilizando comparación de los valores máximos de seguridad.....	131
Figura 5.6.3.7.a Posicionadores HART en Multipunto.....	133
Figura 5.6.3.7.b Combinación de señales 4-20 mA con multipunto FSK	134
Figura 5.6.3.7.c Multiplexor HART sin Seguridad Intrínseca.....	134
Figura 5.6.3.7.d Multiplexor HART en una estación de campo.....	135
Figura 5.6.3.10 Conector RS-232 (DB-9 hembra).	136
Figura 5.6.3.11.a Aplicación típica de EIA/TIA-232-E.....	137
Figura 5.6.3.11.b Conector Sub-D macho de 9 pins.....	137
Figura 5.6.3.11.c Conector Sub-D macho de 25 pins.....	138
Figura 5.6.3.13.a Tabla se muestran los tres nombres junto al número de pin del conector al que está asignado (los nombres de señal están desde el punto de vista del DTE (por ejemplo para Transmit Data los datos son enviados por el DTE, pero recibidos por el DCE)	141
Figura 5.6.3.13.b Tabla de conversiones de Voltaje.....	141
Figura 5.7.2.a Aplicación típica del EIA-485.....	144
Figura 5.7.2.b Esquema de una comunicación RS-485 utilizando un optoacoplador HCPL-2631 para poder transmitir datos hasta 10MBd.	145
Figura 5.7.6 a) Señal sin ruido, b) Señal con ruido.	147
Figura 5.7.7 Componentes de un lazo de corriente	148
Figura 5.7.8.a Lazo de corriente tipo 2.....	149
Figura 5.7.8.b Lazo de corriente tipo 3	150
Figura 5.7.8.c Lazo de corriente tipo 4.....	150
Figura 5.7.10 Ejemplo de caída de voltaje.....	152
Figura 5.7.11 Cables recomendados para un buen funcionamiento.....	153
Figura 5.8.3 Modelo de referencia ISO/OSI, restringido a tres capas.....	156
Figura 5.8.3.2.a Asignación de polos en el conector sub-D de 9 pines.....	158
Figura 5.8.3.2.b Técnicas de transmisión. Modelos de Siemens.....	159
Figura 5.8.3.2.c Tabla de PROFIBUS-FMS/DP/PA.....	160

Figura 5.8.3.2.d Tabla de protocolos PROFIBUS.....	161
Figura 5.8.3.2.e Medio de transmisión	161
Figura 5.8.3.2.f Componentes de red para PROFIBUS.....	161
Figura 5.8.3.2.g Paquetes software	161
Figura 5.8.3.2.h Procesadores de comunicaciones para controladores SIMATIC..	162
Figura 5.8.3.2.i Procesadores de comunicaciones para PCs, PGs	162
Figura 5.9 Dispositivos de conexión de un sistema usando tecnología Fielbuss	165
Figura 5.9.1.1.a Topología de Bus y Arbol.....	167
Figura 5.9.1.1.b Aplicación típica y topología apropiada.....	167
Figura 5.9.1.1.b El Fieldbus en 10 miliamperios son continuamente tomados del bus por cada dispositivo .durante las comunicaciones aumenta o decrecen el flujo de mensajes.....	168
Figura 5.9.1.1.c El Fieldbus codifica y decodifica los datos.....	168
Figura 5.9.1.1.d El Fieldbus de la capa física.....	169
Figura 5.9.2.1.a Redes de acceso usando token passing	170
Figura 5.9.2.1.b Redes de acceso usando respuesta inmediata	171
Figura 5.9.2.1.c Redes de acceso usando requested token	172
Figura 5.9.2.1.d Ejemplo: productor – consumidor.....	173
Figura 5.9.2.1.e Sentido "Común" del tiempo.....	174
Figura 5.9.2.1.f Diagrama de mensaje usando circulación del Token	175
Figura 5.9.4.a Representación de una aplicación haciendo uso de los bloques de funciones.....	176
Figura 5.9.4 .b Función de control estratégico.....	177
Figura 5.10.1 Tabla de diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables.....	180
Figura 5.11.2 Imagen hardware comúnmente usado en una red Ethernet.....	184

CAPITULO 6

Figura 6.1.1 Diagrama de válvula solenoide cerrada y abierta.....	188
Figura 6.2.1 Campo magnético de una válvula solenoide.....	192
Figura 6.2.2 Partes principales de una válvula solenoide.....	193
Figura 6.2.8 Válvula de solenoide normalmente cerrada, de dos vías con pistón flotante.....	198
Figura 6.2.8.2a Válvula de solenoide de dos vías de acción directa.....	200
Figura 6.2.8.2b Bobinas energizadas con válvula abierta y cerrada.....	202
Figura 6.2.8.3 Válvula de solenoide de tres vías.....	203
Figura 6.4.2 Termómetro de bulbo húmedo y de bulbo seco.....	207
Figura 6.5.2 Diagrama de sustancias que afectan al sensor.....	208
Figura 6.6 Sensor de alta temperatura	209
Figura 6.6.1 Termómetro de resistencia de platino.....	210
Figura 6.6.2aHigrómetro óptico cuando empieza la medición.....	213
Figura 6.6.2b Higrómetro óptico cuando alcanza el punto de medición.....	213
Figura 6.6.5 Sensor Piezo – resonante.....	215
Tabla 6.8 Características de los tipos de termómetro.....	219
Figura 6.8.1 Expresión de los componentes de un termistor.....	220
Figura 6.2.8 Termómetro basado en una termocupla.....	221
Figura 6.8.3a Expresión de Termómetro de Diodo.....	221
Figura 6.3.8b Diagrama esquemático del circuito para medir variación del voltaje de un diodo con la temperatura.....	222

Figura 6.8.4 Termómetro de estado sólido basado en un circuito integrado lineal	222
Figura 6.8.5 Componentes del sensor de temperatura.....	223
Figura 6.8.6 Conexión a la placa controladora.....	224
Figura 6.9.5 Detector de nivel de agua.....	227
Figura 6.10.2a Difusores.....	229
Figura 6.10.2b Difusor casero	230
Figura 6.12 Bomba de Presión ½ HP	232
Figura 6.13a Longitud de tramos y distancias	233
Figura 6.13b Coloque toda la tubería de poliducto en el lugar definitivo en forma estirada, de tal manera que ésta no tienda a enrollarse o doblarse.....	233
Figura 6.13c Conecte los niples, adaptadores, válvula de paso y filtro a la fuente de agua.....	234
Figura 6.13 d Los acoples se deben asegurar de la forma que garanticen la no fuga de agua.....	234
Figura 6.13e Demostración de cómo asegurar debidamente la tubería	235
Figura 6.13f Doblar los extremos de la manguera regante y tubería principal	235
Figura 6.13f Siembra de estacas y al inicio de cada línea regante	236

CAPITULO 7

Figura 7.1.2 Planta de tomate.....	239
Figura 7.2.6 Cosecha de Piña.....	255
Figura 7.2.7.a Piña de exportación.....	255
Figura 7.2.8.b Corte transversal o corte de una piña.....	255
Figura 7.2.7.c Piña de calidad de exportación.....	256
Figura 7.3 Naranja de exportación y planta.....	260
Figura 7.3.4.4 Naranja de exportación	266
Figura 7.3.6 Producto de cultivo de la naranja.....	268
Figura 7.6.2a Equipo de inyección de fertilizante.....	279
Figura 7.6.2b Equipo de inyección de fertilizante.....	280
Figura 7.6.2c Equipo de inyección de fertilizante.....	281
Figura 7.6.2d Microaspersores	281
Figura 7.6.2e Formas de colocación de Atraches.....	282
Figura 7.9.4 a Ventajas de un sistema de riego por goteo.....	290
Figura 7.9.4 b Bulbo húmedo de riego.....	291
Figura 7.9.4 c Gotero de riego.....	292
Figura 7.9.4 d Gotero de riego.....	292
Figura 7.9.7 a Programador.....	295
Figura 7.9.7 b Electroválvulas.....	295
Figura 7.9.7 c Electroválvulas	296
Figura 7.9.7 d Regulador de presión.....	296
Figura 7.9.7 d Reductor de presión.....	297
Figura 7.9.7 e Filtros.....	297
Figura 7.9.7 f Tuberías.....	297
Figura 7.9.7 f Pieza especiales.....	298
Figura 7.9.7 f Goteros.....	298

INTRODUCCION

El presente documento tiene por objeto, presentar una propuesta para implementar un sistema de riego por goteo que permita la cosecha de gramínea obteniendo una mejor calidad de dicha cosecha manejando un sistema automatizado por medio de un PLC basándose en la plataforma de programación grafica Labview utilizando tecnología de punta en adquisición de datos y modelado de instrumentos y sistemas de medición con lo cual se lograra insertar a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a través de Facultad de Educación Técnica en el mundo de las universidades modernas proponiendo capacitación de calidad basado en estándares mundiales actuales.

Desgraciadamente a pesar de las grandes oportunidades con las que cuenta el campo ecuatoriano como es la riqueza en el suelo y características climáticas, nuestro país se ha ido rezagando a causa de la poca tecnología aplicada a esta rama.

Actualmente se puede utilizar tecnologías de control y automatización, utilizando los beneficios de varios sistemas de telecomunicaciones e informáticos para realizar dichas tareas.

De esta forma, se proporciona herramientas cuantitativas y tangibles, el cual por medio de un software (sistema automatizado de riego por goteo en la plataforma grafica Labview) y otros aparatos, se monitorea la humedad del suelo, se controla el bombeo de agua y el funcionamiento de válvulas. Este sistema además cuenta con la opción de poder introducir distintos tipos de sensores digitales y/o analógicos necesarios en la rama agrícola y como son termómetros, lectores de niveles de agua, radiación solar u otras más específicas dependiendo de las necesidades del cliente.

Cuando se diseñan las instalaciones de riego por goteo, se realiza para unas características agronómicas determinadas (marco de plantación, necesidades hídricas del cultivo, etc.) dando lugar a un número y distribución de goteros determinado. Conforme crece el cultivo se suelen ir acoplando nuevos goteros para abastecer las crecientes necesidades hídricas del cultivo. En determinadas ocasiones, cuando el agricultor quiere aumentar la densidad de plantación, o bien, decide cambiar el cultivo y mantener la instalación de riego existente, el número de goteros necesarios de cada línea hay que readaptarlo a los nuevos requerimientos hídricos.

En tal caso, si disponemos de la presión y caudal requerido, resulta muy útil disponer de un software que permita conocer de forma rápida y precisa los cambios ambientales, indicándole al agricultor de forma inmediata que decisión debe tomar.

Por tanto este sistema automatizado aunado a los conocimientos y experiencia del agricultor y ganadero permite lograr la utilización de los recursos de forma más precisa, eficiente y por ende la reducción en costos.

ANTECEDENTES

Los programadores de riego son instrumentos que permiten controlar la apertura o cierre de sectores o válvulas de riego según el planning establecido por el gestor del riego. Además, pueden incorporar contadores de agua, medidores de presión, etc. y almacenar datos.

Los programadores de bajo costo suelen utilizarse principalmente en jardinería. Estos actúan según la variable tiempo o volumen, existiendo diferentes tipos: programador a pilas con válvula incorporada, a pilas con salidas a solenoides “latch”, horario con mandos mecánicos, digital por tiempo con o sin registro de caudal, volumétrico multicable o monocable y programadores modulares.

En espacios verdes de áreas residenciales también se utilizan los programadores de bajo coste conocidos como de “grifo”, con pilas y fácil instalación, si bien con limitadas prestaciones en lo referente a los elementos del riego a controlar. Como contrapartida en instalaciones más complejas se emplean programadores conectados a la red eléctrica que tienen un coste superior, pero permiten almacenar un mayor número de programas, lo que facilita el control sobre zonas con diferentes emisores y/o plantas.

En base al diseño del sistema de riego que se pretenda automatizar se selecciona el programador adecuado, siendo necesario prever una posible ampliación de la instalación en relación a los parámetros a controlar. Las características principales del programador a tener presentes son: número de sectores; número de programaciones, duración del ciclo de riego, control del bombeo, detección de averías, control de sondas externas y tensión de alimentación.

En el mercado nos encontramos con una amplia gama de modelos de programadores que permiten el control desde un único sector hasta una serie ilimitada de ellos, de igual modo en el número de programaciones (independientes o secuenciales) existen multitud de combinaciones.

Cuando se pretende programar el riego de varios sectores utilizando rutinas o algoritmos de control más sofisticados (utilizando variables climáticas) debido a que aumenta la complejidad se requiere la utilización de un ordenador para obtener un control óptimo. Los ordenadores de riego que se instalan en los sistemas de riego controlan la distribución y dosificación del riego. Mediante estas herramientas se pueden monitorizar los riegos, configurar los parámetros de riego de forma sencilla, acumular y mostrar histórico de actividades y consumos de la instalación de riego, realizar gráficas del histórico, almacenar históricos de actividades y eventos de la agenda de riego, etc.

JUSTIFICACIÓN

¿Por qué y para qué se pretende realizar el trabajo?

Dado que los sistemas de control y automatización en el campo ecuatoriano muestran rezago ante los métodos de vanguardia utilizados en otros países, debido al relativo alto costo de este tipo de sistemas ante bajo poder adquisitivo de la mayoría de productores y la falta de conocimiento de la necesidad de utilizar nuevas tecnologías y herramientas digitales. Es necesario dar una solución económica y efectiva a los sistemas de control de procesos básicos agrícolas para poder impulsar la mejor calidad de los productos agrícolas ecuatorianos y que estos a su vez sean competitivos a nivel mundial.

OBJETIVO GENERAL

Implementación de un sistema automatizado de riego que será controlado por medio de un PLC basado en dispositivos de adquisición de datos de National Instruments que junto a las últimas adquisiciones en materia de equipamiento y software de desarrollo permitirán a la FET ponerla en ventaja ante sus competidores en el sector académico, priorizando la capacitación con fundamentos sólidos y soportados por una plataforma de tecnología de punta.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar una investigación acerca de las diferentes tecnologías digitales utilizadas para la transmisión y manipulación de datos en procesos de control y automatización rural. Se busca obtener como resultado la descripción de un sistema óptimo, económico y viable en el territorio ecuatoriano.
2. Lograr desarrollar una línea de capacitación basada en tecnología de adquisición de datos que permita catapultar a la FET a la altura de las Universidades de Prestigio mundial en el sector de capacitación técnica.

INVESTIGACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA LABVIEW PARA EL USO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO, BASADO EN TECNOLOGÍA DE ADQUISICIÓN DE DATOS E INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL DE NATIONAL INSTRUMENTS PARA LA FET DE LA UCSG

Previo a la obtención del título de:

Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

Presentada a La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

RESUMEN

El propósito de esta tesis es poner en práctica los conocimientos adquiridos en este tiempo de estudio durante la etapa universitaria, mediante la implementación del proyecto de automatización de un sistema de riego en la granja Limoncito. Actualmente se puede utilizar sistemas de control y automatización mediante nuevas tecnologías y herramientas digitales que pueden dar una solución económica y efectiva a los procesos básicos agrícolas para poder impulsar la mejor calidad de los productos ecuatorianos y que estos a su vez sean competitivos a nivel mundial.

SUMMARY

The purpose of this thesis is put into practice the knowledge acquired at the time of study of college, through the automation implementation project of an irrigation system on the farm Limoncito.

Actually you can use control and automation systems through new technologies and digital tools that can provide a cheap and effective solution to the basic agricultural processes in order to foment the best quality of the Ecuadorian products, and at the same time to be competitive worldwide.

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto, presentar una propuesta para implementar un sistema de riego por goteo que permita la cosecha de gramínea obteniendo una mejor calidad de dicha cosecha manejando un sistema automatizado por medio de un PLC basándose en la plataforma de programación grafica Labview utilizando tecnología de punta en adquisición de datos y modelado de instrumentos y sistemas de medición con lo cual se lograra insertar a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a través de Facultad de Educación Técnica en el mundo de las universidades modernas proponiendo capacitación de calidad basado ene estándares mundiales actuales.

MATERIALES

No.	Cantidad	Planilla de materiales
1	1	Equipo PLC
2	1	Sensor de humedad relativa
3	1	Sensor de temperatura (Pt 100)
4	1	Laptop Marca Toshiba
5	1	Tablero eléctrico
6	1	Bomba de caudal
7	2	Válvulas 1/2" solenoides

OBJETIVO

El presente estudio tiene como objeto la implementación de un sistema automatizado de riego que será controlado por medio de un PLC basado en dispositivos de adquisición de datos de National Instruments que junto a las últimas adquisiciones en materia de equipamiento y software de desarrollo permitirán a la FET ponerla en ventaja ante sus competidores en el sector académico, priorizando la capacitación con fundamentos sólidos y soportados por una plataforma de tecnología de punta.

CONCLUSIONES

- ✓ Se ha desarrollado un software con LabVIEW que permite emplear un sistema de riego por goteo automatizado capaz de ofrecer prestaciones muy elevadas a bajo costo.
- ✓ Además de su aplicación para la gestión del riego en agricultura, también puede utilizarse con un carácter didáctico utilizando el programa en la Facultad Técnica para el desarrollo académico de los estudiantes.
- ✓ Este diseño en particular es una alternativa con respecto a eficiencia y costos, ya que sabemos que los diseños de riego por goteo automatizado son más eficientes
- ✓ Los botones colocados en las pantallas de interfase de operador permiten realizar desde el computador las siguientes operaciones: arranque automático de las válvulas, parada de emergencia total y parcial, arranque y parada de cada uno de los sensores, etc.

RECOMENDACIONES.

- ✓ El sistema de riego automatizado es monitoreado por un conjunto de sensores los cuales nos otorgan los datos del factor climático y de esta forma el software responde con el regadío, pero, si queremos mayor eficiencia en el riego, en el sistema se debe incrementar el número de sensores como: sensores de luminosidad, viento, precipitación, etc.
- ✓ El beneficio de un sistema automatizado de riego por goteo es el ahorro de agua de riego y su eficiencia es del 90 al 95% pero para un mejor aprovechamiento del agua se debe buscar otros sistemas de riego alternativos para una mayor optimización.
- ✓ Para mejorar la productividad de los negocios sean grandes o pequeños hay que considerar incrementar el capital para la compra de tecnología, este gasto en un mediano plazo se convierte en un beneficio, en vista que nos permite optimizar y reducir tiempos y costos de operación. Siempre se debe tomar en cuenta que la inversión de hoy es un beneficio para el mañana.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.ni.com/labview/whatis/esa/>

<http://es.wikipedia.org>

<http://www.electronet.net.ec/Productos/ProyectosTelemetria/tabid/113/Default.aspx>

<http://www.monografias.com>

<http://www.fisicarecreativa.com/guiassensores-temp>

<http://www.enconor.com>

<http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/varios/nivagua/index.htm>

<http://articulos.infojardin.com/articulos/sistemas-riego-jardin.htm>

<http://www.inta.es/descubreAprende/htm/accion3.htm>

<http://www.infoagro.com>

<http://www.abcagro.com>

http://www.automation.siemens.com/net/html_78/produkte/020_produkte.htm

<http://www.fondonredes.com/fieldbus.htm>

<http://es.kioskea.net/contents/technologies/ethernet.php3>

CAPITULO 1

SCADA

1.1 Introducción

SCADA es un acrónimo por sus sigla en Inglés “Supervisory Control And Data Acquisition” (control supervisor y adquisición de datos). Los sistemas SCADA utilizan la computadora y tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales. Estos sistemas son partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos, ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente, y la presentan a un operador en una forma amigable. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas.

Los primeros SCADA eran simplemente sistemas de telemetría, que proporcionaban reportes periódicos de las condiciones de campo vigilando las señales que representaban medidas y/o condiciones de estado en ubicaciones de campo remotas. Estos sistemas ofrecían capacidades muy simples de monitoreo y control, sin proveer funciones de aplicación alguna. La visión del operador en el proceso estaba basada en los contadores y las lámparas detrás de tableros llenos de indicadores. Mientras la tecnología se desarrollaba, las computadoras asumieron el papel de manejar la recolección de datos, disponiendo comandos de control, y una nueva función - presentación de la información sobre una pantalla de video.

Los primeros sistemas automatizados SCADA fueron altamente modificados con programas de aplicación específicos para atender a requisitos de algún proyecto particular. Como ingenieros de varias industrias asistieron al diseño de estos sistemas, su percepción de SCADA adquirió las características de su propia industria. Proveedores de sistemas de software SCADA, deseando reutilizar su trabajo previo sobre los nuevos proyectos, perpetuaron esta imagen de industria específicos por su propia visión de los ambientes de control con los cuales tenían experiencia.

Solamente cuando nuevos proyectos requirieron funciones y aplicaciones adicionales, hizo que los desarrolladores de sistemas SCADA tuvieran la oportunidad de desarrollar experiencia en otras industrias.

Hoy, los proveedores de SCADA están diseñando sistemas que son pensados para resolver las necesidades de muchas industrias, con módulos de software industria específicos disponibles para proporcionar las capacidades requeridas comúnmente. No es inusual encontrar software SCADA comercialmente disponible adaptado para procesamiento de papel y celulosa, industrias de aceite y gas, hidroeléctricas, gerenciamiento y provisión de agua, control de fluidos, etc. Puesto que los proveedores de SCADA aún tienen tendencia en favor de algunas industrias sobre otras, los compradores de estos sistemas a menudo dependen del proveedor para una comprensiva solución a su requisito, y generalmente procuran seleccionar un vendedor que pueda ofrecer una completa solución con un producto estándar que esté apuntado hacia las necesidades específicas del usuario final. Si selecciona a un vendedor con experiencia limitada en la industria del comprador, el comprador debe estar preparado para asistir al esfuerzo de ingeniería necesario para desarrollar el conocimiento adicional de la industria requerido por el vendedor para poner con éxito el sistema en ejecución.

Para alcanzar un nivel aceptable de tolerancia de fallas con estos sistemas, es común tener computadoras SCADA redundantes operando en paralelo en el centro primario del control, y un sistema de reserva del mismo situado en un área geográficamente distante. Esta arquitectura proporciona la transferencia automática de la responsabilidad del control de cualquier ordenador que pueda llegar a ser inasequible por cualquier razón, a una computadora de reserva en línea, sin interrupción significativa de las operaciones.

1.2 Sistemas SCADA

Un ejemplo sencillo

Supongamos que se tiene un circuito eléctrico simple que consiste en un interruptor y una luz similar a este:

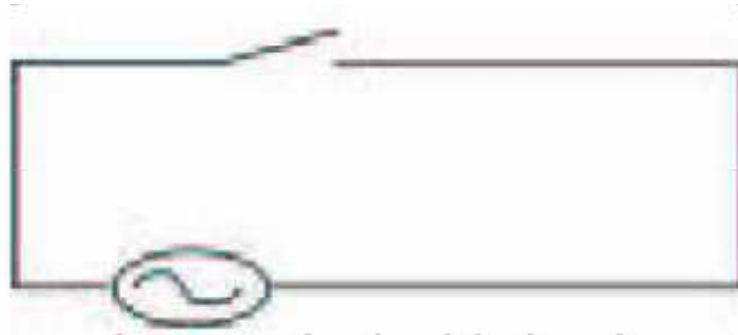


Figura 1.2 Circuito eléctrico simple

Este circuito permite que un operador mire la luz y sepa si el interruptor está abierto o cerrado. El interruptor puede indicar que un motor está trabajando o parado, o si una puerta está abierta o cerrada, o aún si ha habido un incidente o el equipo está trabajando. Hasta ahora no hay nada especial sobre esto. Pero ahora imagínese que el interruptor y la lámpara están separados 100 kilómetros. Obviamente no podríamos tener un circuito eléctrico tan grande, y ahora será un problema que involucrará equipamiento de comunicaciones. Ahora complique un poco más el problema. Imagínese que tengamos 2000 de tales circuitos. No podríamos producir 2000 circuitos de comunicación. Sin embargo alguien encontró que podríamos utilizar un solo circuito de comunicación compartiéndolo. Primero enviamos el estado (abierto | cerrado o 0/1) del primer circuito. Luego enviamos el estado del segundo circuito, etcétera. Necesitamos indicar a qué circuito se aplica el estado cuando enviamos los datos.

El operador en el otro extremo todavía tiene un problema: tiene que monitorear los 2000 circuitos. Para simplificar su tarea podríamos utilizar una computadora. La computadora vigilaría todos los circuitos, y le diría al operador cuándo necesita prestarle atención a un circuito determinado. La computadora será informada cuál es el estado normal del circuito y cuál es un estado de "alarma". Vigila todos los circuitos, e informa al operador cuando cualquier circuito entra en alarma comparando con estos valores.

Algunos circuitos pueden contener datos "analógicos", por ejemplo, un número que representa el nivel de agua en un tanque. En estos casos la computadora será informada de los valores de niveles máximo y mínimo que deban ser considerados normales. Cuando el valor cae fuera de este rango, la computadora considerará esto como una alarma, y el operador será informado.

Podríamos también utilizar la computadora para presentar la información de una manera gráfica (un cuadro vale mil palabras). Podría mostrar una válvula en color rojo cuando está cerrada, o verde cuando está abierta, etcétera.

Un sistema SCADA real es aún más complejo. Hay más de un sitio. Algunos tienen 30.000 a 50.000 "puntos" que normalmente proporcionan tanto información "analógica" como digital o de estado (por ejemplo, números tales como el nivel del líquido en un tanque). Pueden enviar un valor de estado (por ejemplo, encender una bomba) tanto como recibirlo (bomba encendida). Y la potencia de la computadora se puede utilizar para realizar un complejo secuenciamiento de operaciones, por ejemplo: ABRA una válvula, después ENCIENDA una bomba, pero solamente si la presión es mayor de 50. La computadora se puede utilizar para resumir y visualizar los datos que está procesando.

Recoger los datos y resumirlos en informes para los operadores y la gerencia son características normales de un sistema SCADA.

1.3 Definición general de SCADA

SCADA (supervisory control and data acquisition) es un sistema industrial de mediciones y control que consiste en una computadora principal o "master" (generalmente llamada Estación Maestra, "Master Terminal Unit" o MTU); una o más unidades control obteniendo datos de campo (generalmente llamadas estaciones remotas, "Remote Terminal Units," o RTU); y una colección de software estándar y/o a la medida usado para monitorear y controlar remotamente dispositivos de campo. Los sistemas SCADA contemporáneos exhiben predominantemente características de control a lazo abierto y utilizan comunicaciones generalmente interurbanas, aunque algunos elementos de control a lazo cerrado y/o de comunicaciones de corta distancia pueden también estar presentes.

Sistemas similares a un sistema SCADA son vistos rutinariamente en fábricas, plantas de tratamiento, etc. Éstos son llamados a menudo como Sistemas de Control Distribuidos (DCS – “Distributed Control Systems”.) Tienen funciones similares a los sistemas SCADA, pero las unidades de colección o de control de datos de campo se establecen generalmente dentro de un área confinada. Las comunicaciones pueden ser vía una red de área local (LAN), y serán normalmente confiables y de alta velocidad. Un sistema DCS emplea generalmente cantidades significativas de control a lazo cerrado.

Un sistema SCADA por otra parte, generalmente cubre áreas geográficas más grandes, y normalmente depende de una variedad de sistemas de comunicación menos confiables que una LAN. El control a lazo cerrado en esta situación será menos deseable. Un sistema SCADA se utiliza para vigilar y controlar la planta industrial o el equipamiento. El control puede ser automático, o iniciado por comandos de operador. La adquisición de datos es lograda en primer lugar por las RTU que exploran las entradas de información de campo conectadas con ellos (pueden también ser usados PLC – “Programmable Logic Controllers”).

Esto se hace generalmente a intervalos muy cortos. La MTU entonces explorará las RTU generalmente con una frecuencia menor. Los datos se procesarán para detectar condiciones de alarma, y si una alarma estuviera presente, sería catalogada y visualizada en listas especiales de alarmas. Los datos pueden ser de tres tipos principales:

- Datos analógicos (por ejemplo números reales) que quizás sean presentados en gráficos.
- Datos digitales (on/off) que pueden tener alarmas asociadas a un estado o al otro.
- Datos de pulsos (por ejemplo conteo de revoluciones de un medidor) que serán normalmente contabilizados o acumulados.

La interfaz primaria al operador es una pantalla que muestra una representación de la planta o del equipamiento en forma gráfica. Los datos vivos (dispositivos) se muestran como dibujos o esquemas en primer plano (foreground) sobre un fondo estático (background).

Mientras los datos cambian en campo, el foreground es actualizado (una válvula se puede mostrar como abierta o cerrada, etc.). Los datos analógicos se pueden mostrar como números, o gráficamente (esquema de un tanque con su nivel de líquido almacenado). El sistema puede tener muchas de tales pantallas, y el operador puede seleccionar los más relevantes en cualquier momento.

1.4 Unidades Maestras (Master Terminal Units)

La parte más visible de un sistema SCADA es la estación central o MTU. Éste es el "centro neurálgico" del sistema, y es el componente del cual el personal de operaciones se valdrá para ver la mayoría de la planta. Una MTU a veces se llama HMI –“Human Machine Interfase”, interfaz ser humano - máquina -.

Características de las unidades maestras

Características de las unidades maestras Todas las MTU de SCADA deben presentar una serie de características, algunas de estas son las siguientes:

- Adquisición de datos

Recolección de datos de las unidades terminales remotas (RTU)

- Gráficos de tendencia

Salvar los datos en una base de datos, y ponerlos a disposición de los operadores en forma de gráficos.

- Procesamiento de Alarmas

Analizar los datos recogidos de las RTU para ver si han ocurrido condiciones anormales, y alertar a personal de operaciones sobre las mismas.

- Control

Control a Lazo Cerrado, e iniciados por operador.

- Visualizaciones

Gráficos del equipamiento actualizado para reflejar datos del campo.

- Interfaces con otros sistemas

Transferencia de datos hacia y desde otros sistemas corporativos para, por ejemplo: el procesamiento de órdenes de trabajo, de compra, la actualización de bases de datos, etc.

- Seguridad

Control de acceso a los distintos componentes del sistema.

- Administración de la red

Monitoreo de la red de comunicaciones.

- Administración de la Base de datos

Agregar nuevas estaciones, puntos, gráficos, puntos de cambio de alarmas, y en general, reconfigurar el sistema.

- Aplicaciones especiales

Casi todos los sistemas SCADA tendrán cierto software de aplicación especial, asociado generalmente al monitoreo y al control de la planta específica en la cual se está utilizando.

- Sistemas expertos, sistemas de modelado

Los más avanzados pueden incluir sistemas expertos incorporados, o capacidad de modelado de datos.

1.4.1 Hardware y Software

Las MTU de sistemas SCADA se pueden implementar en la mayoría de las plataformas existentes. Los primeros sistemas existentes tendieron a ser propietarios y muy especializados, y donde fueron utilizados sistemas operativos de fines generales, tendieron a ser modificados ampliamente. Esto debido a que los requisitos de SCADA superaban los límites de la tecnología disponible en el momento y por razones de desempeño ya que tendieron a proporcionar sistemas gráficos por encargo, a usar bases de datos en tiempo real (con gran parte de la base de datos en memoria), y a menudo el hardware debió ser modificado para estos requisitos particulares. La serie Digital Equipment Corporation PDP11 y el sistema operativo RSX11M eran quizás la plataforma más común en los SCADA del siglo pasado. Posteriormente, Unix comenzó a ser el sistema operativo de más frecuente elección. Mientras la potencia de la PC aumentaba, los sistemas Intel llegaron a ser muy comunes, aunque las plataformas DEC Alfa, y otras estaciones de trabajo de fines elevados estén aún en uso. En épocas recientes Windows NT ha alcanzado alta aceptación dentro de la comunidad SCADA, aunque los sistemas muy grandes siguen siendo en la mayor parte de los casos estaciones de trabajo Unix (QNX o Solaris), las cuales son más veloces en sus respuestas.

Actualmente la industria se está desarrollando claramente hacia estándares abiertos:

ODBC, INTEL PC, sistemas estándares de gráficos, e interconectividad a sistemas de computación corrientes. En años recientes ha aparecido en el mercado un importante número de sistemas SCADA sobre plataformas INTEL PC, ya que éstas están aumentando rápidamente su capacidad y desempeño. Ejemplos de ellos son Citect, FIX de Intellution, KEPware y Wonderware.

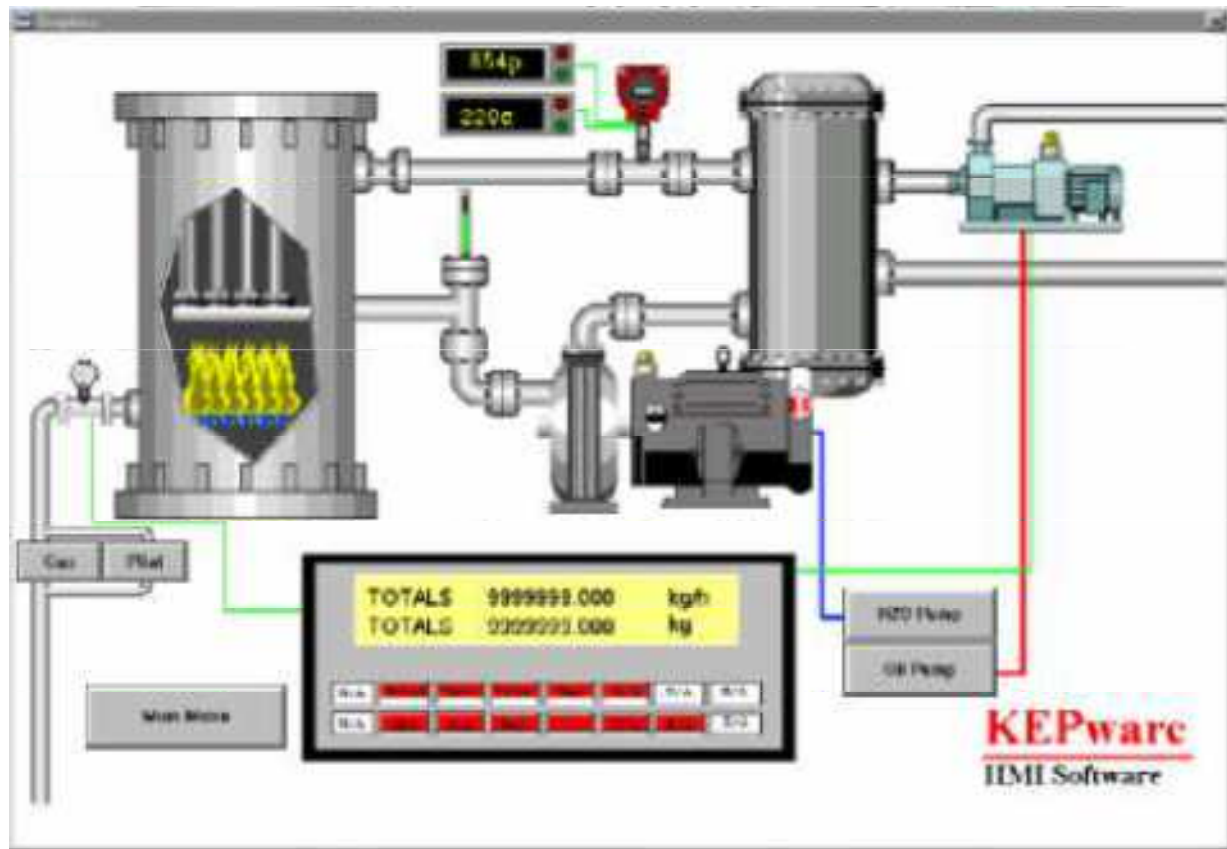


Figura 1.4.1 Hardware en sistemas de supervisión: PLC y PC.

El hecho es que las tareas automatizadas de control, visualización y computación pueden ser efectuadas por los PLC (conectados en red mediante los módulos adecuados) mejor que con sistemas exclusivos de control basados en PC. Lo que finalmente es práctico, no obstante, depende de un gran número de factores y la mayoría deben ser considerados individualmente para cada proyecto de automatización.

Así, por ejemplo, los actuales conocimientos y preferencias del usuario pueden jugar un mayor papel que la pura potencia del ordenador. Los factores cruciales, no obstante, son los atributos de capacidad en tiempo real y las propiedades de seguridad que hasta ahora han sido fuertemente asociadas con el PLC, aunque el PC también puede disponer de la característica de capacidad en tiempo real. Un sistema de control es inconcebible sin capacidad en tiempo real. Es común en sistemas de control por ordenador tener que elegir, según las características del sistema a supervisar, entre el PLC o el PC.

Los controladores lógicos programables, en la mayoría de los casos, están diseñados específicamente para ser empleados en ambientes industriales exigentes y han sido continuamente desarrollados de forma que sus sistemas operativos en tiempo real representan su mayor virtud.

Ellos son y seguirán siendo, no obstante, la primera elección para todo control de tareas críticas o extremas por su rendimiento y simpleza, en los que un PC podría estar simplemente "sobrecargado" debido al trabajo que le pueden suponer otras tareas de ámbito común, como la gestión y visualización de datos, accesos a periféricos, bases de datos, etc.

Si, además del control de tareas, se necesita un procesamiento de datos, trabajo en red o visualización (una aplicación SCADA), un sistema basado en PC debe ser tomado en consideración.

En cuanto a sistemas operativos, Windows NT, por ejemplo, no es estrictamente un sistema operativo en tiempo real como el de un PLC, pero puede actuar de forma suficientemente rápida para aplicaciones "suaves" en tiempo real, gracias a su arquitectura de micro-kernel.

Uso del PC como centro neural del MTU

En casa y en la oficina, el ordenador personal continúa con su progreso. El PC se ha establecido en un gran número de campos. Los componentes hardware y software están siendo cada vez más potentes y más rentables. Es lógico, por tanto, que la industria quiera tomar provecho de este hecho, para reducir costes y/o incrementar la productividad.

Ciertas tareas industriales están actualmente en manos de los ordenadores desde hace tiempo: desde emplear la tecnología Windows cuando se manejan pedidos y/o se ajustan parámetros de maquinaria hasta preparar o visualizar datos prácticamente de cualquier tipo.

No hay que sorprenderse entonces, que los especialistas en automatización y los usuarios estén pensando ahora en qué forma se pueden transferir al PC otras tareas, para poder llegar a un mayor ahorro. Más recientemente un gran número de simuladores de PLC (controladores lógicos programables) por software ha aparecido en el mercado, que están ayudando a transferir el control de tareas al disco duro y presentan una automatización más efectiva en costes en una simple pieza de hardware (el PC).

Los computadores personales o PC tienen múltiples matices en cuanto a temas, arquitectura y forma de utilizarse, entre ellos tenemos: (1) Supervisión de Procesos, en el que se utilizan fundamentalmente los recursos del procesador para mostrar dinámicamente el funcionamiento de un proceso, (2) El control, en el que el procesador, a través de interfaces de entradas y salidas específicas permite manipular directamente el proceso y (3) El sistema SCADA, Control Supervisado y Adquisición de datos, en el que se realizan las dos funciones anteriores para sistemas relativamente complejos en los que generalmente está involucrada las comunicaciones. Cada una de estas tres categorías puede aplicarse en cualquier actividad sea industrial o manufacturera, tanto en el laboratorio como en la planta.

Para el control se utilizan diversos tipos de computadores por lo que hay interfaces para las diversas arquitecturas internas, de las que el Bus PCI es el más utilizado en la actualidad. En la industria es el bus COMPACT PCI el equivalente más adecuado.

Se ha discutido mucho el uso de los computadores haciendo la función de control, Felizmente la tecnología ha avanzado en este sentido y la tendencia es hacia sistemas operativos más robustos, mientras tanto existen alternativas como la de LabVIEW Real time de National Instruments, en el que la interfaz de entradas y salidas en el micro-computador alberga un sistema operativo de tiempo real en el que se ejecuta el programa de control, de esta forma se tienen disponibles las ventajas de Windows y el control no se pierde aún cuando el sistema operativo (Windows) colapse.

Los sistemas SCADA están constituidos por el Hardware, que generalmente es una red de controladores y estaciones remotas de adquisición de datos. El corazón de un sistema SCADA está en el "Software SCADA", que es el encargado de supervisar y controlar el Proceso a través del Hardware de control, generalmente el software SCADA trabaja conjuntamente con un PLC o una red de PLC. Este software permite supervisar el proceso desde un microcomputador, así como realizar las acciones de control a través del PLC, controlador o sistema de control. En el mercado existen varios programas que realizan esta función.

Tan importante como el 'Hardware' es el 'Software' especializado para el control y la supervisión de procesos. Los niveles de 'software' podrían ser escalonados en: (1) 'Software' de manejo a nivel de registros para las interfaces, (2) programas de usuario en lenguajes de alto nivel, utilizando rutinas suministradas por los fabricantes de 'hardware', (3) Sistemas de desarrollo y generadores de código fuente dedicados a la adquisición y procesamiento de data así como el control y supervisión de procesos tal como LabVIEW antes mencionado, (4) 'Paquetes' de control y supervisión de procesos, que permiten administrar el 'hardware' de control de procesos basados en controladores lógicos programables (PLC), supervisar los procesos y administrar redes de microcomputadores y de controladores lógicos programables.

La mayoría de Software de alta performance para la Automatización Industrial se ejecuta bajo Microsoft Windows NT, 98 y 2000. Deben proveer una interfaz gráfica para su proceso, ya sea como Interfaz Humano Máquina (HMI: "Human Machine Interface"), o como un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

1.4.2 Adquisición de Datos

La función de adquisición de datos de un sistema SCADA es obviamente una función preponderante. Hay un número de características asociadas a la adquisición de datos.

Interrogación, informes por excepción, y transmisiones iniciadas por RTU.

Los primeros sistemas SCADA tenían RTU tontos y el sistema central debía utilizar un sistema de interrogación ("polling") para tener acceso a sus datos. La unidad maestra controlaba todas las comunicaciones, y una RTU *nunca hablaba a menos que fuera interrogada*. La unidad maestra *preguntaba* así a cada RTU alternadamente, pidiendo que le envíen sus datos. La RTU haría lo necesario para recuperar los últimos datos de sus instrumentos (además de la conversión de señales analógicas a digitales) y después contestaría a la petición de la unidad maestra.

Al ser controladas las comunicaciones por la unidad maestra, éste registraba los datos con la hora de recepción, muchas veces muy distinta a la hora en que fueron generados.

Algunas variaciones en esto se han introducido para mejorar la eficacia de comunicaciones. La unidad maestra podía solicitar solamente algunos de los datos de una RTU en cada encuesta principal, y extraería los datos menos importantes en una segunda encuesta disparada con una frecuencia más baja. Con las RTU más inteligentes, se podían explorar independientemente sus entradas de información, sobre una base continua, e incluso agrupar por hora los datos. La unidad maestra entonces preguntaría a la RTU si tiene cualquier cosa para informar. Si nada hubiera cambiado desde la vez última, la RTU respondería *sin novedad*, y la unidad maestra se movería a la RTU siguiente. Para asegurarse de que un cierto acontecimiento no fue salteado, ocasionalmente la unidad maestra haría una encuesta completa como un *chequeo de salud*. Está claro lo que implica cuando una entrada de información digital ha cambiado, pero el uso del informe por excepción con valores analógicos significa que un cierto cambio del umbral está definido (típicamente 1-2%), y sobre éste se ha producido algún cambio. El informe por excepción puede reducir dramáticamente el tráfico de comunicaciones, siempre y cuando los datos estén cambiando en forma relativamente lenta.

Cuando se están midiendo parámetros altamente volátiles puede aumentar drásticamente el tráfico. En este caso una solución es poner estos parámetros volátiles en una encuesta rutinaria, sacrificando una cierta exactitud en la hora de registro en pos de la reducción del tráfico. El acercamiento más sofisticado es permitir que la RTU reporte por excepción sin la encuesta previa por parte de la unidad maestra. Esto significa que el sistema de comunicaciones no se está utilizando para las repetidas encuestas con *sin novedad* siendo la respuesta más frecuente. Esto permite que un sistema típico controle muchos más RTU con la misma anchura de banda de comunicaciones. Como los asuntos asociados con parámetros altamente volátiles todavía existen, un *chequeo de salud* en background sigue siendo necesario, de otro modo una RTU podría salir de servicio y el sistema nunca se daría por enterado.

Para utilizar esta técnica, el protocolo de comunicación debe tener la capacidad de proporcionar las direcciones de destino del mensaje, y de la fuente del mismo. Este sistema también implica que dos RTU pueden transmitir simultáneamente, interfiriendo uno con otro.

Un sistema SCADA normalmente repetirá la transmisión si no recibe un acuse de recibo dentro de cierto tiempo. Si interfieren dos RTU transmitiendo simultáneamente, y, luego si ambos poseen el mismo tiempo de reenvío, interferirán otra vez. Por esta razón, el acercamiento típico es repetir el envío después de un período aleatoriamente seleccionado. El uso de timeouts al azar puede no ser suficiente cuando por ejemplo ha habido un apagón extenso. Incluso con re comprobaciones al azar, puede haber tanto tráfico que la RTU todavía no podrá conseguir realizar la transmisión. Por esta razón una mejora que es deseable es que después de 5 intentos, el período de re comprobación se fije en por ejemplo 1 minuto.

Manejo de fallas de comunicaciones

Un sistema SCADA debe ser muy confiable. Los sistemas de comunicación para los sistemas SCADA se han desarrollado para manejar comunicaciones pobres de una manera predecible. Esto es especialmente importante donde está implicado el control - podría ser desastroso si las fallas de comunicaciones causaran que el sistema SCADA haga funcionar inadvertidamente el sector incorrecto de la planta. Los sistemas SCADA hacen uso típicamente de las técnicas tradicionales de la paridad, del chequeo de sumas polinómicas, códigos de Hamming y demás. Sin embargo no confían simplemente en estas técnicas. La operatoria normal para un sistema SCADA es esperar siempre que cada transmisión sea reconocida. El sistema de interrogación que emplea tiene seguridad incorporada, en la que cada estación externa está controlada y debe periódicamente responder.

Las fallas eventualmente repetidas harán que la RTU en cuestión sea marcado como "fuera de servicio" (en un sistema de interrogación una falla de comunicación bloquea la red por un período de tiempo relativamente largo, y una vez que se haya detectado una falla, no hay motivo para volver a revisar). La exactitud de la transmisión de un SCADA se ha mirado tradicionalmente como tan importante que la aplicación SCADA toma directamente la responsabilidad sobre ella. Esto se produce en contraste con protocolos de comunicación más generales donde la responsabilidad de transmitir datos confiablemente se deja a los mismos protocolos.

Los protocolos de comunicación

Se han desarrollado técnicas para la transmisión confiable sobre medios pobres, y es así que muchas compañías alcanzaron una ventaja competitiva respecto de sus competidoras simplemente debido al mérito técnico de sus protocolos. Estos protocolos por lo tanto tendieron a ser propietarios, y celosamente guardados.

Esto no representaba un problema al instalar el sistema, aunque sí cuando eran requeridas extensiones. Lo obvio y casi absolutamente necesario era acudir de nuevo al proveedor original.

No era generalmente factible considerar el uso de un protocolo distinto, pues eran generalmente mutuamente excluyentes. Los progresos recientes han considerado la aparición de un número apreciable de protocolos "abiertos". IEC870/5, DNP3, MMS son algunos de éstos.

Los mejores de estos protocolos son los multicapa completamente "encapsulados", y los sistemas SCADA que utilizan éstos pueden confiar en ellos para garantizar la salida de un mensaje y el arribo a destino. Un número de compañías ofrece los códigos fuente de estos protocolos, y otras ofrecen conjuntos de datos de prueba para comprobar la implementación del mismo. Por medio de estos progresos está llegando a ser factible, por lo menos a este nivel, considerar la interoperabilidad del equipamiento de diversos fabricantes. Como documento adjunto se dará una breve descripción del protocolo DNP

Las redes de comunicación.

SCADA tiende a utilizar la mayoría de las redes de comunicación disponibles. Los sistemas SCADA basados en **transmisión radial** son probablemente los más comunes. Éstos evolucionaron con el tiempo, y lo más básico es el uso de FSK ("frequency shift keying" - codificación por conmutación de frecuencia) sobre canales de radio analógicos. Esto significa que aquellos 0 y 1 son representados por dos diversas frecuencias (1800 y 2100 hertzios son comunes). Estas frecuencias se pueden sintetizar y enviar sobre una radio de audio normal.

Velocidades de hasta 1200 baudios son posibles. Una consideración especial necesita ser dada al retardo de RTS (“request to send” - petición de enviar) que normalmente se presenta. Esto se produce porque una radio se tomará algún tiempo después de ser encendida (“on”) para que la señal alcance niveles aceptables, y por lo tanto el sistema SCADA debe poder configurar estos retardos. La mayoría de las otras consideraciones con respecto a radio y SCADA se relacionan con el diseño básico de la red de radio.

Servicios basados en satélites

Hay muchos de éstos, pero la mayoría son muy costosos. Hay situaciones donde no hay alternativas. No obstante, existe un servicio basado en satélites que es económico: los sistemas VSAT: “Very Small Aperture”. Terminal. Con VSAT, usted alquila un segmento del espacio (64k o más), y los datos se envían de un sitio remoto a un “hub” vía satélite. Hay dos tipos de “hub”. El primero es un sistema proporcionado típicamente por un proveedor de servicios de VSAT. La ventaja es un costo fijo para los datos aunque su implementación puede costar muy cara. La otra consideración para éstos es la necesidad de un “backlink” del “hub” al centro de SCADA. Esto puede ser de un costo considerable.

El otro tipo de sistema utiliza un “hub” pequeño (los clásicos de LAN estructuradas) que se puede instalar con la unidad maestra. Este es más barato, pero la administración del “hub” es responsabilidad exclusiva del propietario de SCADA. La interfaz a cualquier tipo de sistema de VSAT implica el uso de protocolos utilizados por el sistema de VSAT - quizás TCP/IP.

Modbus

Es un protocolo de comunicaciones desarrollado para el mundo del PLC, y fue definido para el uso de las conexiones por cable. Aunque los proyectos procuran con frecuencia utilizar Modbus sobre radio, éste está trayendo problemas, fundamentalmente con los temporizadores.

En cualquier caso, Modbus es incompleto como un protocolo para SCADA, y existen alternativas mejores tales como DNP 3.0. Modbus tiene su campo de aplicación en comunicaciones con PLC sobre una conexión por cable.

Sistemas Landline (Líneas Terrestres)

Éstos son comúnmente usados, pero una gran cantidad de sistemas SCADA implican el uso de la radio para sustituir landlines ante una falla. Las termitas y el relámpago son problemas comunes para los landlines.

Procesadores de Comunicaciones Front End

El "centro" de SCADA consiste típicamente en una colección de computadoras conectadas vía LAN (o LAN redundante). Cada máquina realiza una tarea especializada. La responsabilidad de la colección de datos básicamente puede residir en una de ellas (con un sistema mirror), las visualizaciones pueden ser manejadas por una segunda computadora, etcétera. Una función asignada típicamente a una computadora separada es la interfaz a la red de comunicaciones. Ésta manejará toda la interconexión especializada a los canales de comunicaciones, y en muchos casos realizará la conversión del protocolo de modo que el sistema principal pueda contar con datos entrantes en un formato estándar.

Radio

La telemetría de radio es probablemente la tecnología base de SCADA. La velocidad de transmisión de datos sobre radio estaba en su momento limitada al rango 300 baudios a 1200 baudios, pero los radios de datos modernos soportan hasta 9600 baudios (e incluso hasta 64k). Una red de radio que funciona en la banda de 900 Mhz es autorizada normalmente para utilizar 12,5 o 25 kHz de ancho de banda. En 25 kHz, las velocidades de 9600 baudios pueden ser alcanzadas, pero en 12,5 kHz solamente 4800 baudios son posibles con el equipamiento actual.

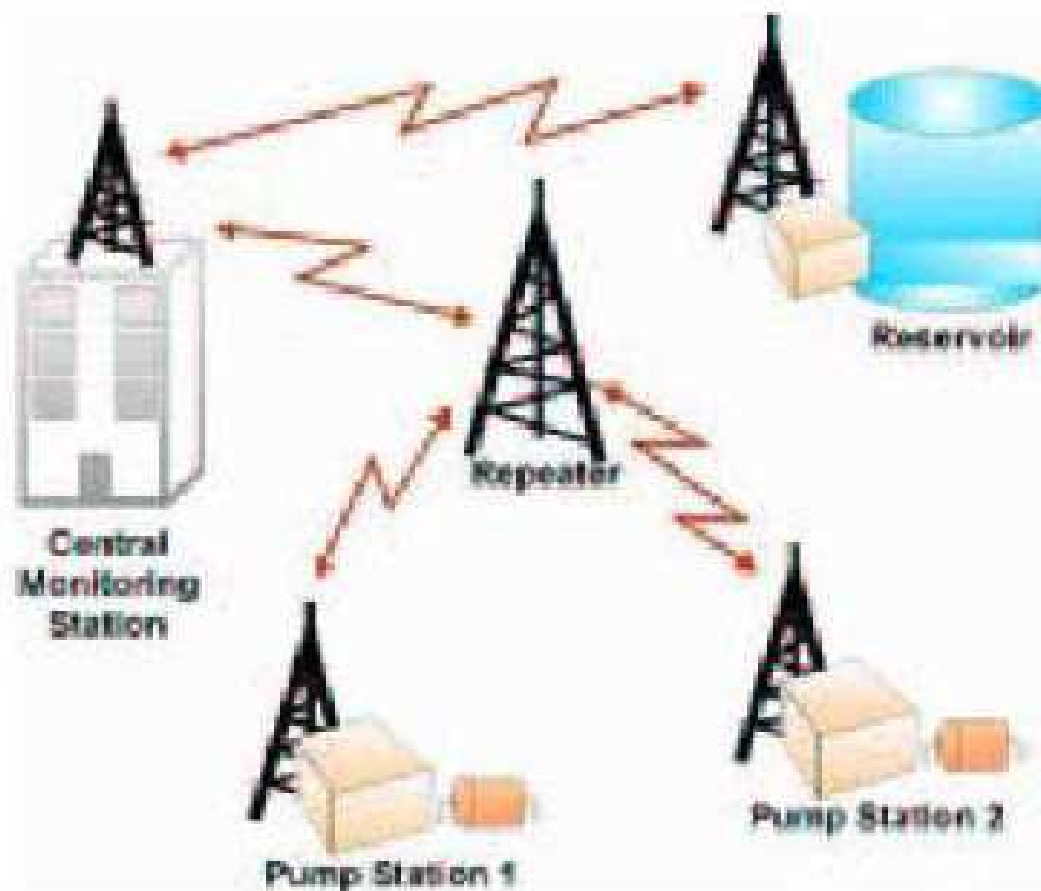


Figura 1.4.2 Descripción de los enlaces por radio de un sistema SCADA

Una red de radio típica consiste en una conversación a través del repetidor situado en algún punto elevado, y un número de RTU que comparten la red. Todos las RTU "hablan" sobre una frecuencia (F1) y escuchan en una segunda frecuencia (F2). El repetidor escucha en F1, y retransmite esto en F2, de modo que una RTU que transmite un mensaje en F1, lo tiene retransmitido en F2, tal que el resto de las RTU pueda oírlo. Los mensajes de la unidad maestra viajan sobre un enlace de comunicación dedicado hacia el repetidor y son difundidos desde el repetidor en F2 a todos las RTU. Si el protocolo de comunicaciones usado entre la unidad maestra y el repetidor es diferente al usado en la red de radio, entonces debe haber un "Gateway" en el sitio del repetidor. Este hecho permitiría utilizar los protocolos apropiados para cada uno de los medios. Se ha utilizado con éxito DNP3 sobre la red de radio y después encapsulado el DNP3 en el TCP/IP para permitir que una red de fines generales lleve los datos a la unidad maestra.

El número de RTU que puede compartir un repetidor depende de un número de factores.

En primer lugar el tipo de equipo de radio puede afectar esto, teniendo en cuenta el retardo en alcanzar una señal estable. La aplicación también es un factor importante, ya que de ella depende el tiempo de respuesta requerido. Las características del protocolo (la interrogación, informe por excepción, las transmisiones iniciadas por la RTU) también pueden ser significativas. La velocidad tiene obviamente un impacto también.

Los circuitos telefónicos

Tienen algunas implicaciones importantes para un sistema SCADA. En primer lugar la administración de módems en campo puede ser molesta. En segundo lugar la RTU debe poder salvar datos mientras el módem está desconectado, para después transmitirlos cuando se establece la conexión. Preferiblemente la RTU debe poder iniciar la llamada cuando ocurre una alarma, o sus buffers de datos corren el riesgo de desbordar. La unidad maestra debe poder manejar la recepción de este cúmulo de datos, y al mismo tiempo "rellenar" su base de datos, generar los gráficos, etcétera. Algunos informes producidos por la unidad maestra pueden necesitar ser corregidos cuando llegan los datos.

1.4.3 Graficación de tendencias

El recurso de graficación de tendencias es una función base incluida en cada sistema SCADA. La computadora se puede utilizar para resumir y exhibir los datos que está procesando.

Las tendencias (gráficos) de valores analógicos sobre el tiempo son muy comunes. Recoger los datos y resumirlos en informes para los operadores y gerencia son características normales de un sistema SCADA.

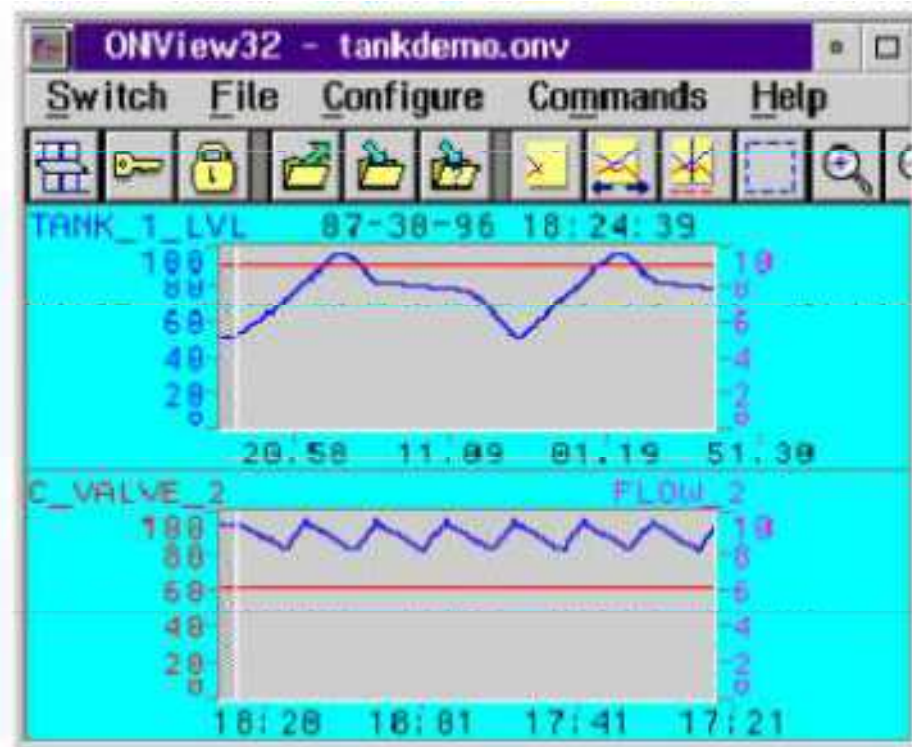


Figura 1.4.3 Gráfica de tendencias

Características

La graficación incluye elementos tales como diagramas X-Y, la capacidad de re-escalar la tendencia mientras es mostrada, la capacidad de visualizar coordenadas para seleccionar una característica en la tendencia y visualizar los valores asociados a ella, histogramas, múltiples valores independientes en una tendencia, y gráficos de información de estado. El sistema de tendencias trabaja normalmente creando un archivo para cada tendencia con "casilleros" para los valores de datos que se renovarían en una frecuencia especificada (máximo ratio de "trending").

A medida que se adquieren los datos de campo, se ubican en los archivos de tendencia, quedando disponibles para su posterior análisis. Hay normalmente un límite superior a la cantidad de datos que puedan ser guardados (ejemplo un año de datos).

Particularidades del almacenaje de datos

El uso de archivos de tendencia con casilleros para los datos, renovados en los intervalos especificados, puede causar dificultades cuando se usa la característica de Reporte por Excepción. Los problemas pueden ser aún mayores cuando se incluyen en el sistema "dial-up" RTU por las posibles desconexiones. El sistema SCADA debe tener la capacidad de llenar los archivos de tendencia en estas circunstancias. Un set SCADA no está preparado para hacer esto automáticamente, y se debe tener sumo cuidado al configurar y especificar las características de graficación de tendencias para lograrlo. Algunos sistemas no permiten que todas las variables sean afectadas a la tendencia de datos. Cuando se desee ver una tendencia para un valor actualmente no configurado para un gráfico de tendencia, debe entonces ser afectado a la tendencia de datos, y luego habrá que esperar hasta que se hayan salvado suficientes datos para que el gráfico sea consistente y aporte los datos de tendencia. Esto no es útil si estamos procurando encontrar fallas.

La interrogación, el informe por excepción y las transmisiones iniciadas por las RTU

Obviamente los datos no se pueden almacenar en los archivos de tendencia con mayor exactitud o frecuencia de las que son adquiridos de campo. Un sistema de interrogación simple por lo tanto salva los datos condicionado por la frecuencia de interrogación. No obstante es más normal ahora que un sistema de interrogación utilice las técnicas de Reportes por Excepción, en las cuales los valores no se transmiten del campo a menos que haya un cambio significativo. Para un valor analógico esto puede ser un porcentaje especificado del valor a escala completa. Por lo tanto la tendencia mostrará una línea plana, mientras que pudo haber habido un cambio pequeño.

En Sistemas donde las RTU inician la transmisión, ante un cambio significativo, tienen una característica similar. Los sistemas que utilizan "dial-up". Las terminales remotas típicamente transmitirán los datos una vez al día.

El sistema debe poder "rellenar" estos datos retrasados. Una situación similar se presenta cuando las comunicaciones se pierden por alguna razón con una RTU enlazado por radio. Cuando se restablecen las comunicaciones, una "reserva" de datos llegará y sucederá lo mismo.

1.4.4 Procesamiento de alarmas

La característica del procesamiento de alarmas se ha asociado siempre a las funciones de las áreas de control de la planta. La computadora procesa todos los datos como vienen del campo, y considera si la variable ha entrado en alarma. Para los valores digitales, uno de los estados (0 o 1) se puede señalar como estado de alarma. Para valores analógicos es normal que se definan límites de alarmas tal que si el valor cae fuera de estos límites, considerarlo como en alarma. Las alarmas se clasifican normalmente en varios niveles de prioridad, con la prioridad más alta siendo a menudo reservada para las alarmas de seguridad. Esto permite que el operador seleccione una lista de las alarmas más importantes. Cuando un punto entra en alarma, debe ser validada por el operador.

Esto ayuda en el análisis posterior de los datos. Es común tener cierto anuncio audible de la alarma, alguna señal sonora en la sala de operaciones.

Un problema común para los sistemas SCADA es la "inundación" de alarmas. Cuando ocurre un trastorno importante del proceso, a menudo un evento de alarma causa otro y así sucesivamente. A menudo en el entusiasmo inicial, los límites de alarma se especifican firmemente, y aún en valores que no son realmente importantes.

Características

Los recursos de alarmas incluyen la capacidad de identificar al personal de operaciones por su "login", y exhibir solamente las alarmas relevantes a su área de responsabilidad, y de suprimir alarmas, por ejemplo, cuando la planta está bajo mantenimiento. Algunos sistemas sofisticados pueden resolver la inundación de alarmas identificando secuencias de causas y efectos.

Chequeos

Cuando los sistemas SCADA no interrogan regularmente todos los sitios, sino que por el contrario confían en la transmisión iniciada por la RTU, si se detectara una condición de error o un cambio significativo en un valor, existe la posibilidad de que la RTU o las comunicaciones puedan fallar, y el evento pase desapercibido. Para solucionar esto, se dispara un "chequeo de salud" en "background", en el cual cada RTU es interrogado con una frecuencia determinada por el tiempo que se considere prudente en que una alarma no sea detectada.

1.4.5 Comunicaciones

La característica distintiva de los sistemas SCADA es su capacidad de comunicación.

Como ya se ha dicho, comparado a los DCS ("Distributed Control Systems" - sistemas de control distribuido) considerados a menudo dentro de una planta o de una fábrica, un sistema SCADA cubre generalmente áreas geográficas más grandes, y utiliza muchos medios de comunicaciones diversos (y a menudo relativamente no fiables). Un aspecto importante de la tecnología de SCADA es la capacidad de garantizar confiablemente la salida de datos al usar estos medios. Los sistemas SCADA utilizaron inicialmente enlaces de comunicación lentos. Cálculos cuidadosos debieron ser hechos para evaluar los volúmenes de datos probables esperados, y asegurar que la red de comunicaciones fuera capaz de resolver las demandas. Todo lo relacionado a las redes de comunicación se ha desarrollado más arriba.

1.5 Terminales Remotas (Remote Terminal Units)

1.6 Fundamentos

Las unidades terminales remotas consisten en una pequeña y robusta computadora que almacenaba datos y los transmite a la terminal maestra para que esta controle los instrumentos.

Es una unidad stand-alone (independiente) de adquisición y control de datos. Su función es controlar el equipamiento de proceso en el sitio remoto, adquirir datos del mismo, y transferirlos al sistema central SCADA. La gama de Unidades Terminales Remotas ofrece una solución universal para el control de instalaciones técnicas de todo tipo.

Hay dos tipos básicos de RTU- "single boards" (de un solo módulo), compactos, que contienen todas las entradas de datos en una sola tarjeta, y "modulares" que tienen un módulo CPU separado, y pueden tener otros módulos agregados, normalmente enchufándolos en una placa común (similar a una PC con una placa madre donde se montan procesador y periféricos).

Una RTU "single board" tiene normalmente I/O fijas, por ejemplo, 16 entradas de información digitales, 8 salidas digitales, 8 entradas de información analógicas, y 4 salidas analógicas. No es normalmente posible ampliar su capacidad.

Un RTU modular se diseña para ser ampliado agregando módulos adicionales. Los módulos típicos pueden ser un módulo de 8 entradas análogas, un módulo de 8 salidas digitales.

En la actualidad gracias a la modularidad funcional y material, las unidades remotas pueden ser utilizadas tanto para satisfacer necesidades de transmisión de alarmas como para la supervisión completa de una compleja instalación de telegestión, en forma autónoma o acoplada a módulos de expansión.

El mercado propone varios modelos para responder de la manera más óptima posible a los diferentes casos de aplicación, desde un punto de vista técnico y económico.

La mayoría de terminales incluyen un software embarcado que integra potentes recursos de comunicación y supervisión, sin necesidad de programación específica claro que se tiene que tomar un cuenta que este software es específico de cada compañía y no son compatibles entre sí.

Para minimizar el problema de compatibilidad las compañías están realizando sus programas bajo estándares para poder vender sus productos con mayor facilidad.

La mayor parte de las RTU tienen como características principales:

- Comunicaciones a través de la red telefónica fija y móvil, radio enlaces, líneas dedicadas, bus de campo.
- Adquisición y mando (señales digitales y analógicas, conteos).
- Capacidad: entre 280 y 700 variables (según las aplicaciones).
- Procesamientos y automatismos parametrables.
- Almacenamiento de datos a largo plazo (alarmas, medidas, conteos, informes).
- Alerta hacia estaciones maestras, buscapersonas y teléfonos móviles.
- Módulos especializados (automatización y gestión de las estaciones de elevación).
- Enlaces entre instalaciones (entre remota y remota, entre remotas y módulos).
- Compatibilidad con otros productos (autómatas programables, analizadores, controladores, medidores, ordenadores de supervisión.)

La **interacción humano-máquina (MMI)** para configurar y operar el equipo puede realizarse localmente o a distancia, mediante un microordenador (programas y otros productos compatibles), en un lenguaje natural e intuitivo.

1.6.1 Funcionalidad del hardware de un RTU

El hardware de un RTU tiene los siguientes componentes principales:

- CPU y memoria volátil (RAM).
- Memoria no volátil para grabar programas y datos.
- Capacidad de comunicaciones a través de puertos seriales o a veces con módem incorporado.
- Fuente de alimentación segura (con salvaguardia de batería).
- “Watchdog timer” (que asegure reiniciar el RTU si algo falla).
- Protección eléctrica contra fluctuaciones en la tensión.
- Interfaces de entrada-salida a DI/DO/AI/AO.
- Reloj de tiempo real

1.6.2 Funcionalidad del Software

Todos las RTU requieren la siguiente funcionalidad. En muchas RTU éstas se pueden mezclar y no necesariamente ser identificables como módulos separados.

- Sistema operativo en tiempo real.
- “Driver” para el sistema de comunicaciones, es decir la conexión con la MTU.
- “Drivers” de dispositivo para el sistema de entrada-salida a los dispositivos de campo.
- Aplicación SCADA para exploración de entradas de información, procesamiento y el grabado de datos, respondiendo a las peticiones de la unidad maestra sobre la red de comunicaciones.
- Algún método para permitir que las aplicaciones de usuario sean configuradas en la RTU.
- Diagnóstico.
- Algunas RTU pueden tener un sistema de archivos con soporte para descarga de archivo, tanto programas de usuario como archivos de configuración.

Operación Básica

El RTU operará la exploración de sus entradas de información, normalmente con una frecuencia bastante alta. Puede realizar algún procesamiento, por ejemplo cambios de estado, “time stamping” de cambios, y almacenaje de datos que aguardan el “polling” de la unidad maestra. Algunas RTU tienen la capacidad de iniciar la transmisión de datos a la unidad maestra, aunque es más común la situación donde la unidad maestra encuesta a las RTU preguntando por cambios. La RTU puede realizar un cierto procesamiento de alarmas. Cuando es interrogado la RTU deber responder a la petición, la que puede ser tan simple como *dame todos tus datos*, o una compleja función de control para ser ejecutada.

RTU pequeñas contra RTU grandes

Las RTU son dispositivos especiales fabricados a menudo por pequeños proveedores en pequeños lotes de algunos cientos, normalmente para los mercados domésticos. Por lo tanto no todas las RTU soportan toda la funcionalidad descrita. Una RTU más grande puede ser capaz de procesar centenares de entradas de información, y aún controlar el funcionamiento de "sub RTU" más pequeñas. Éstas son obviamente más costosas. La potencia de procesamiento de una RTU se extiende desde pequeños procesadores de 8 bits con memoria mínima hasta sofisticados RTU más grandes capaces de recolectar datos en el orden del milisegundo.

1.6.3 Algunos tipos de RTU

- Sistemas “stand-alone” minúsculos que emplean las mismas baterías por un año entero o más. Estos sistemas registran los datos en la EPROM o FLASH ROM y descargan sus datos cuando son accedidos físicamente por un operador. A menudo estos sistemas usan procesadores de chip simple con memoria mínima y pueden no ser capaces de manejar un protocolo de comunicaciones sofisticado.



Figura 1.6.3 Ejemplo de una RTU stand-alone simple

- Sistemas “stand-alone” pequeños que pueden accionar periódicamente a los sensores (o radios) para medir y/o reportar. Generalmente las baterías son mantenidas por energía solar con capacidad para mantener la operación por lo menos 4 meses durante la oscuridad completa. Estos sistemas tienen generalmente bastante capacidad para un esquema mucho más complejo de comunicaciones.
- Sistemas medios. Ordenadores industriales single board dedicados, incluyendo IBMPC compatibles en configuraciones industriales tales como VME, MultiBus, STD megabus, PC104, etc.
- Sistemas grandes. Completo control de planta con todas las alarmas visuales y sonoras.
- Estos están generalmente en DCS en plantas, y se comunican a menudo sobre LAN de alta velocidad. La sincronización puede ser muy crítica.

Estándares

Como fuera indicado, las RTU son dispositivos especiales. Ha habido una carencia de estándares, especialmente en el área de comunicaciones, y las RTU provenientes de un fabricante no se pueden mezclar generalmente con una RTU de otro. Una industria ha crecido desarrollando conversores y emuladores de protocolos. Algunos estándares han comenzado recientemente a emerger para las RTU, como DNP3 e IEC870 para comunicaciones IEC1131-3 para programar las RTU.

1.6.4 PLC's contra RTU's

Un PLC (“Programmable Logic Controller”) es una computadora industrial pequeña que substituyó originalmente la lógica de los relays. Tenía entradas de información y salidas similares a las de una RTU. Contenía un programa que ejecutaba un bucle, explorando las entradas de información y tomando las acciones basadas en estas entradas de información. El PLC no tenía originalmente ninguna capacidad de comunicaciones, sino que comenzaron a ser utilizadas en situaciones donde las comunicaciones eran una característica deseable. Los módulos de comunicaciones fueron desarrollados así para los PLC, utilizando Ethernet (para el uso en DCS) y el protocolo de comunicaciones Modbus para el uso sobre conexiones dedicadas (cables). Con el correr del tiempo los PLC soportaron protocolos de comunicación más sofisticados. Las RTU se han utilizado siempre en situaciones donde son más difíciles las comunicaciones, y la potencia de las RTU residía en su capacidad de manejar comunicaciones difíciles. Las RTU tenían originalmente programabilidad pobre en comparación con los PLC.

Con el tiempo, la programabilidad de la RTU ha ido aumentando. En la actualidad no existe gran rivalidad entre los PLC y las RTU ya que se han convertido en el complemento, pues la RTU se ha convertido en la conexión entre el PLC y el control central. De esta forma la RTU informa del desempeño del equipo y en caso de que este no sea satisfactorio la RTU realiza los cambios necesarios en el PLC por medio de la RTU.

1.7 Aplicaciones

1.7.1 Descripción Funcional

Los sistemas SCADA ("*Supervisory Control and Data Acquisition*") son sistemas de software que permiten que un usuario pueda, desde una sala de control, recoger datos de uno o varios dispositivos remotos y/o enviar instrucciones de control a dichos dispositivos.

Implementación en la empresa de colchones ROSEN S.A.C.I

El reto: Diseñar un sistema SCADA que permita monitorear y controlar estanques químicos de TDI (Disocianato de Tolueno) y Polioliol (Polyether Polioliol) usados en la producción de espuma.

La solución: Implementar un sistema basado en tarjetas de adquisición de datos y LabVIEW para el monitoreo, registro y control de las variables del proceso.

Resumen: El presente proyecto resalta la relación producción/seguridad, ya que se pretende con herramientas de última generación como computadoras, tarjetas adquirentes de datos (DAQ) y software de automatización y control gráfico, como lo es LabVIEW, lograr una significativa mejora en el proceso de control y llenado de estanques de químicos de TDI y Polioliol.

Descripción del sistema: Físicamente, existen cinco estanques en la sala próxima a la máquina de fabricación de espuma, cada uno de ellos posee sensores capacitivos de nivel modelo VEGA 3.21 como también válvulas manuales que son accionadas por los operarios. Los estanques 1 y 2 son de Polioliol (conectados entre sí) y los restantes 3, 4 y 5 son de TDI (también conectados entre sí).

Antes de realizar el proceso de espuma se deben revisar los niveles de los estanques, chequeo realizado en un panel de visualización que se encuentra junto a los estanques. En dicho panel se encuentran sensados los cinco estanques del área de espuma de la planta. La lectura de los estanques es seleccionada en un conmutador mecánico, donde se visualiza un estanque a la vez en un display numérico.



Figura 1.7.1a Display de Porcentaje

Luego, si el chequeo demuestra que se puede trabajar con los niveles existentes, se continua con el proceso de espuma, en caso contrario, se busca la combinación posible revisando los niveles en el panel. La combinación podría ser: realizar un relleno, un transvase del químico en déficit ó ambos, según sea el caso y también la recirculación del mismo para que tenga la consistencia necesaria. Para esto se deben manipular las válvulas manualmente y luego accionar las motobombas, siendo esta parte la más peligrosa y tediosa a la vez. Esto se debe a que los estanques no soportan la misma cantidad de químico, por cuanto la supervisión en este punto debe ser continua y atenta, control que puede variar de 3 horas ó más, dependiendo de los niveles de los estanques, del proceso (llenado, transvase ó llenado-transvase), de la temperatura, etc.

Además se producen burbujas como es el caso del Polioliol que falsea los datos visualizados en el display de porcentaje, por último, una vez detectado un nivel aceptable (cálculo intuitivo) se deben detener los motores manualmente y reiniciar el proceso de fabricación de espuma.

Descripción de la solución: El programa desarrollado en **LabVIEW** versión **6i** permite, además de la interacción con los datos recibidos, crear bases de datos de las variables del proceso para el desarrollo de estudios históricos de los estanques. Además, se controla el proceso de llenado, de traslado y recirculación de químicos entre estanques en forma semi-automática, control que será realizado sobre los motores que alimentan dichos estanques.

Para obtener la lectura de los sensores de nivel resulta necesario hacer la conversión corriente/voltaje, como también la lectura del control de los motores hecha por un relé, los datos son traducidos por la DAQ y llevados a un VI llamado **Servidor**, y mediante comunicación DDE a un Cliente denominado **Cliente TDI-Poliol 2.0.vi**, el cual puede funcionar en Automático o manual, permitiendo además la visualización de alarmas sonoras, control de apagado de los motores, histogramas y la posibilidad de llevar los datos de nivel de porcentaje de los estanques a Excel. Los datos de porcentaje v/s tiempo pueden ser guardados en cualquier momento, o bien, automáticamente a las 00:00 horas del día siguiente.

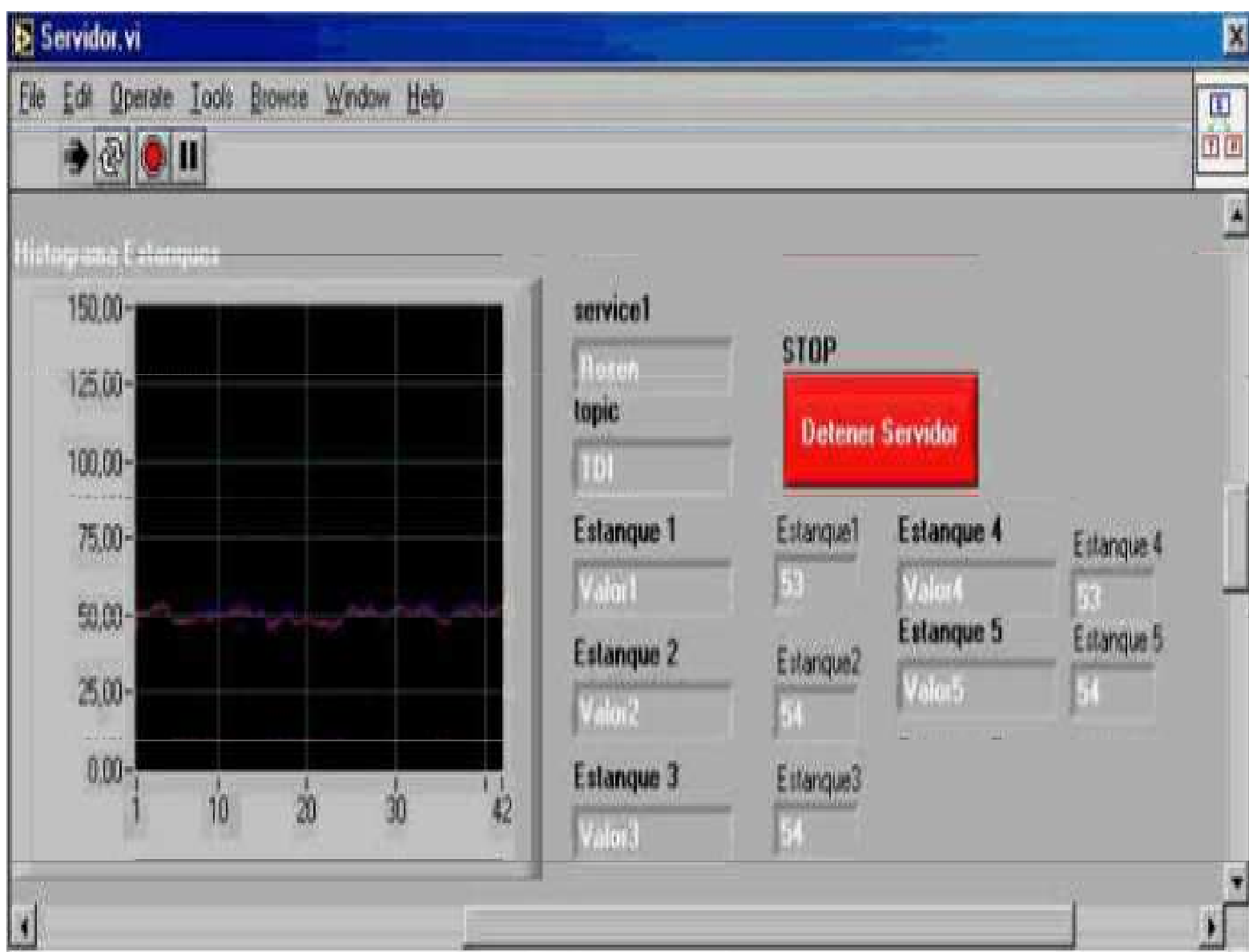


Figura 1.7.1b Pantalla de lectura de controles

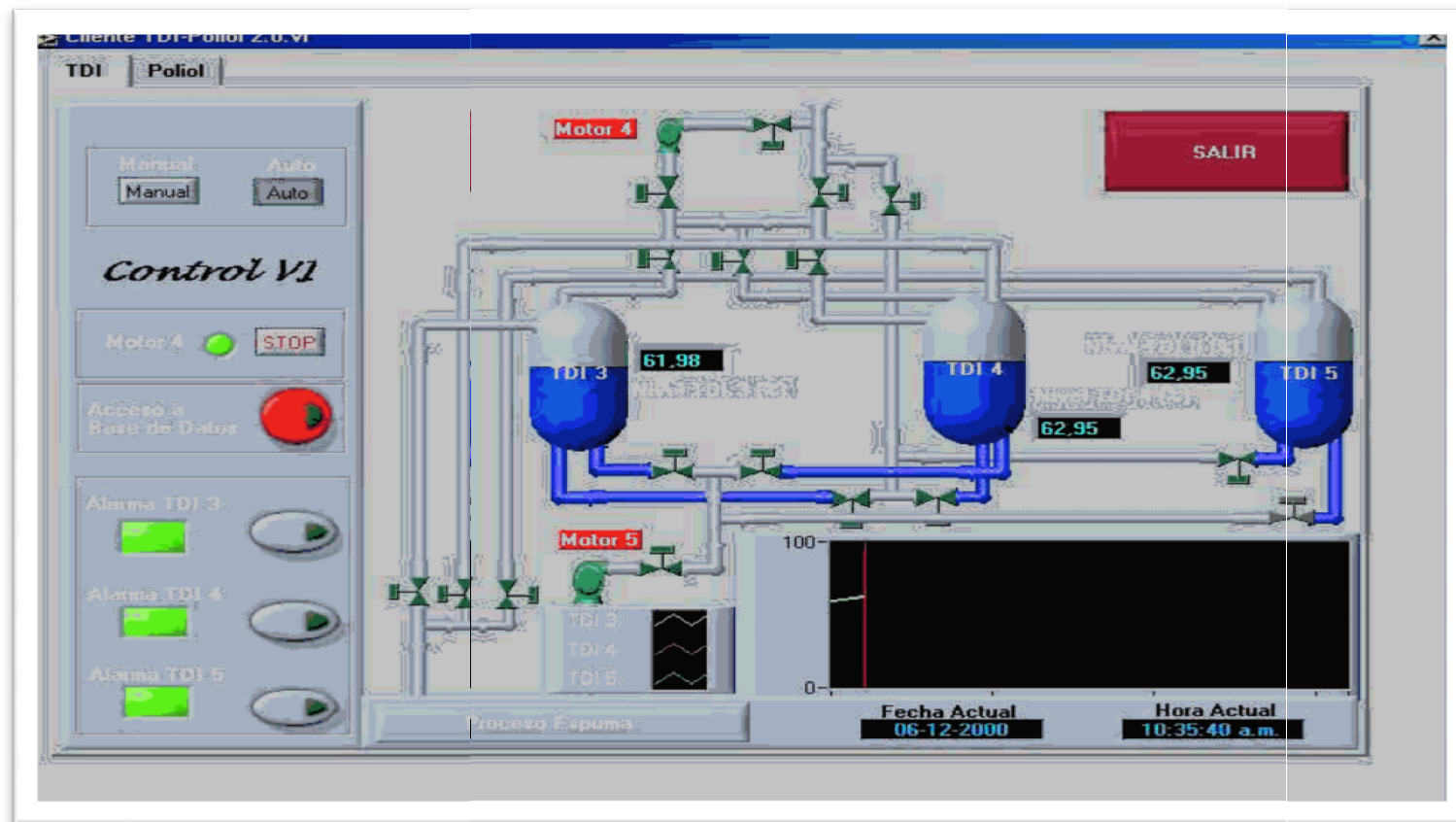


Figura 1.7.1c Controles de pantalla SCADA

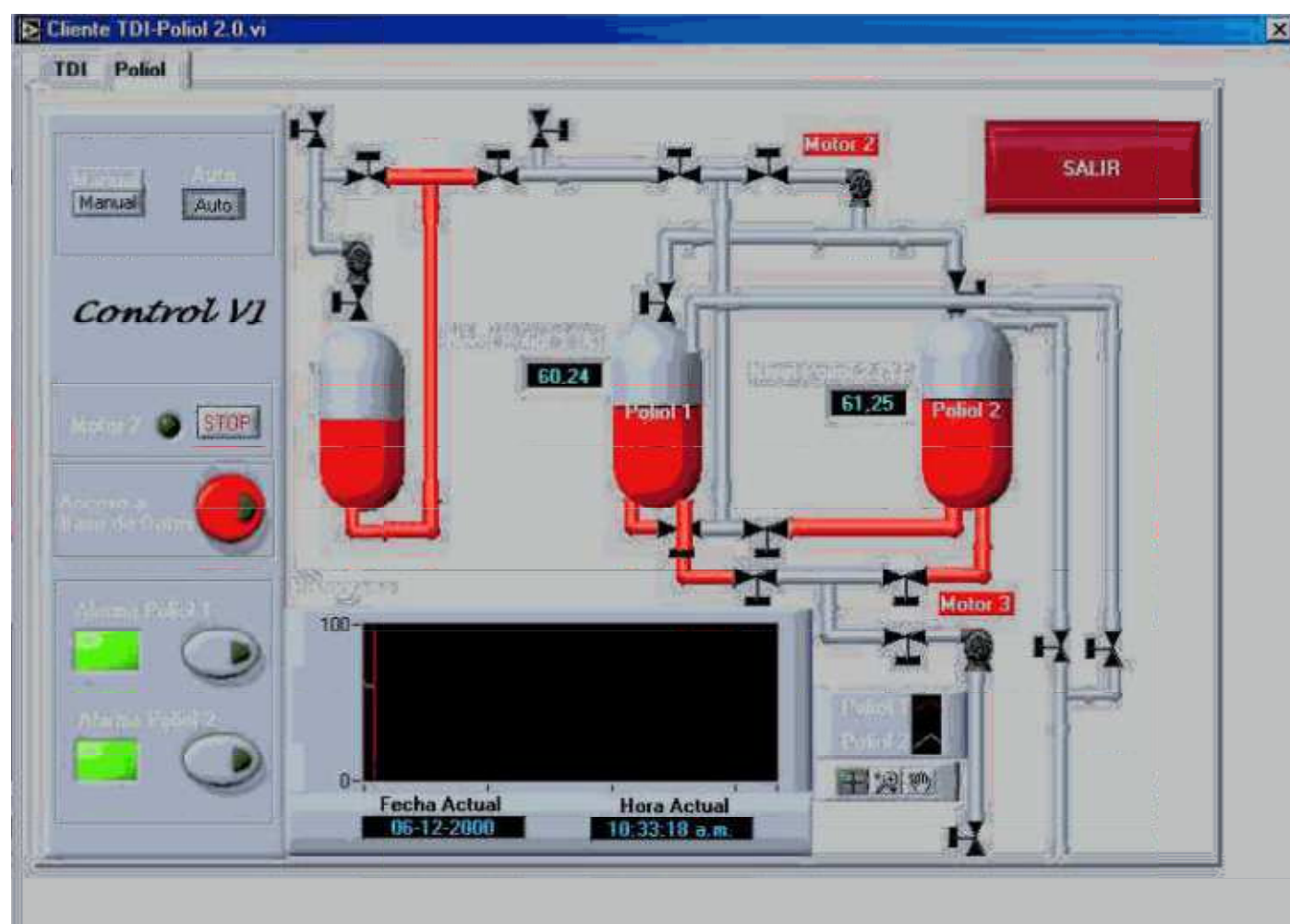


Figura 1.7.1d Controles de pantalla SCADA

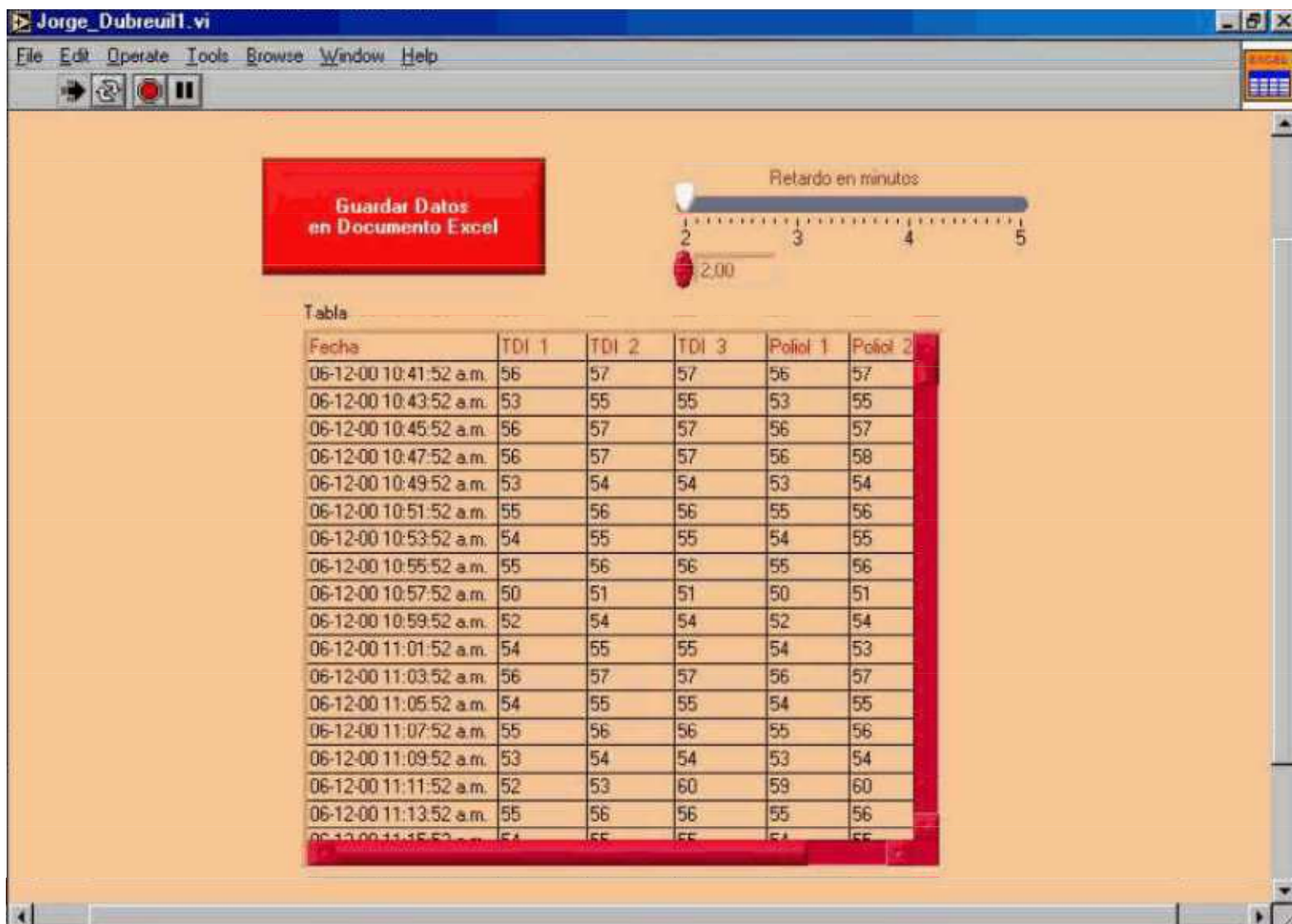


Figura 1.7.1e Almacenamiento de datos

Descripción Técnica

En el mundo industrial, cada vez es mayor el número de "sensores inteligentes" con los que interactúan los sistemas SCADA, es decir, microcontroladores encargados de realizar tareas o de controlar sensores analógicos y dotados de cierta inteligencia. Este proyecto muestra cómo una estación MTU (PC programado) se comunica con tres estaciones RTU basadas en tres microcontroladores PIC para manejar E/S digitales y analógicas, motores, pantallas LCD, etc.

Las estaciones RTU disponen, además del PIC, de diversos circuitos integrados para controlar los sensores como chips en bus I2C y drivers de motores. El protocolo I2C fue desarrollado por Philips para transmitir la información entre los circuitos electrónicos de sus equipos (videos, cámaras, etc.) El ordenador se comunica por RS-232 con la RTU maestra que mediante la técnica de "pooling" decodifica la información y se la envía a las distintas RTU, las cuales van respondiendo y reenvían datos hacia el PC.

CAPITULO 2

LABVIEW

LabVIEW es un entorno de programación gráfica usado por miles de ingenieros e investigadores para desarrollar sistemas sofisticados de medida, pruebas y control usando íconos gráficos e intuitivos y cables que parecen un diagrama de flujo. LabVIEW ofrece una integración incomparable con miles de dispositivos de hardware y brinda cientos de bibliotecas integradas para análisis avanzado y visualización de datos. La plataforma LabVIEW es escalable a través de múltiples objetivos y sistemas operativos, desde su introducción en 1986 se ha vuelto un líder en la industria. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux. La versión actual 8.6, publicada en Agosto de 2008, cuenta también con soporte para Windows Vista.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida. Un lema tradicional de LabVIEW es: *"La potencia está en el Software"*, que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más patente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes.

Principales usos

Es usado principalmente por ingenieros y científicos para tareas como:

- Adquisición de datos y análisis matemático
- Comunicación y control de instrumentos de cualquier fabricante
- Automatización industrial y programación de PACs (Controlador de Automatización Programable)
- Diseño de controladores: simulación, prototipaje rápido, hardware-en-el-ciclo (HIL) y validación
- Diseño embebido de micros y chips
- Control y supervisión de procesos
- Visión artificial y control de movimiento
- Robótica
- Domótica y redes de sensores inalámbricos
- En 2008 el programa fue utilizado para controlar el LHC, el acelerador de partículas más grande construido hasta la fecha.

2.0.1 Principales características

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer (programas) relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales. También es muy rápido hacer programas con LabVIEW y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él. Los programas en LabView son llamados instrumentos virtuales (VIs) Para los amantes de lo complejo, con LabVIEW pueden crearse programas de miles de VIs (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, proyectos para combinar nuevos VIs con VIs ya creados, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación.

El labView 7.0 introduce un nuevo tipo de subVI llamado VIs Expreso (Express VIs). Estos son VIs interactivos que tienen una configuración de caja de diálogo que permite al usuario personalizar la funcionalidad del VI Expreso. El VIs estándar son VIs modulares y personalizables mediante cableado y funciones que son elementos fundamentales de operación de LabView.

Presenta facilidades para el manejo de:

- Interfaces de comunicaciones:
 - Puerto serie
 - Puerto paralelo
 - GPIB
 - PXI
 - VXI
 - TCP/IP, UDP, DataSocket
 - Irda
 - Bluetooth
 - USB
 - OPC...
- Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones:
 - DLL: librerías de funciones
 - .NET
 - ActiveX
 - Matlab/Simulink
 - AutoCAD, SolidWorks, etc
- Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
- Tiempo Real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs para control o validación.
- Sincronización entre dispositivos.

2.0.2 Programa en LabVIEW

Como se ha dicho es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión. Al tener ya pre-diseñados una gran cantidad de bloques, se le facilita al usuario la creación del proyecto, con lo cual en vez de estar una gran cantidad de tiempo en programar un dispositivo/bloque, se le permite invertir mucho menos tiempo y dedicarse un poco más en la interfaz gráfica y la interacción con el usuario final. Cada VI consta de dos partes diferenciadas:

- *Panel Frontal*: El *Panel Frontal* es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán observar los datos del programa actualizados en tiempo real (como van fluyendo los datos, un ejemplo sería una calculadora, donde tú le pones las entradas, y te pone el resultado en la salida). En esta interfaz se definen los *controles* (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc.) e *indicadores* (los usamos como salidas, pueden ser gráficas ...).
- *Diagrama de Bloques*: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa --. Suele haber una tercera parte *ícono/conector* que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.--

En el panel frontal, encontraremos todo tipo de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles y indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuarán con la terminal del VI. Podemos observar en el diagrama de bloques, todos los valores de los controles e indicadores, como van fluyendo entre ellos cuando se está ejecutando un programa VI.

La Figura 2.0.2 muestra un *Diagrama de Bloques* de un programa en el que se genera un array de 100 elementos aleatorios, a continuación se hace la FFT de este array y se muestra en una gráfica:

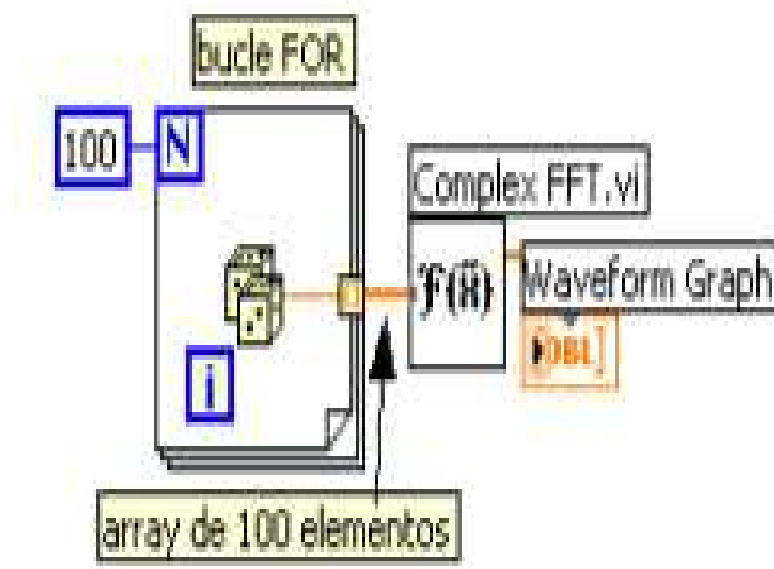


Figura 2.0.2 Diagrama interno SCADA

2.0.3 Otras alternativas

LabVIEW se puede usar para crear muchos tipos de programas sin estar enfocado a un ámbito en particular.

- Su alter ego es LabWindows/CVI de National Instruments lo cual permite de usar las mismas funcionalidades pero con la programación en lenguaje C y el acceso a las bibliotecas Win32 gracias al SDK de Windows.
- Las mismas funcionalidades de instrumentación, análisis y controles gráficos son también accesibles en Visual Basic, C++ o C# con Visual Studio gracias a Measurement Studio de National Instruments. Así, se puede disfrutar de la programación orientado a objetos y el framework .NET.
- Las otras alternativas van desde lenguajes genéricos como C o Visual Basic pero sin la ayuda de la bibliotecas de funcionalidades de National Instruments, a otras herramientas gráficas como HP-VEE, ahora Agilent-VEE.

Juegos de Herramientas NI LabVIEW

- Funciones avanzadas de análisis (ondas pequeñas, análisis conjunto de tiempo-frecuencia)
- Análisis específico para aplicaciones (sonido y vibración, análisis de orden, espectral)
- Tecnologías nuevas y estándares en la industria (DSP, OPC, PID, simulación)
- Administración de datos comercial para archivos de pruebas
- Registro de datos, alarmas, seguridad y visión artificial
- Generación de reportes y conectividad (SQL, ODBC, Microsoft Excel)

Los juegos de herramientas agregan bibliotecas de funciones, VIs, asistentes interactivos, ejemplos, utilidades y documentación a su instalación de NI LabVIEW, reduciendo de manera efectiva el tiempo requerido para terminar sus tareas. Éstos están disponibles a través de nuevas paletas o entradas de menú en su entorno de desarrollo. Las herramientas de LabVIEW cubren diferentes necesidades, desde herramientas específicas para la industria o aplicación hasta funciones de uso general.

2.1 Historial

Fue en 1986 que la primera versión de LabVIEW se realiza sobre Macintosh. Se sigue un trabajo incesante para añadir funcionalidades:

- 1986 : LabVIEW 1.0, primera versión en Mac OS
- 1990 : LabVIEW 2.0, máximo aprovechamiento de los resultados
- 1992 : LabVIEW 2.5, primera versión en Windows 3.1 y Solaris
- 1993 : LabVIEW 3.0
- 1994 : LabVIEW 3.0.1, primera versión en Windows NT
- 1994 : LabVIEW 3.1
- 1995 : LabVIEW 3.1.1, integración del Application Builder (creación de archivos ejecutables)
- 1996 : LabVIEW 4.0

- 1997 : LabVIEW 4.1
- 1998 : LabVIEW 5.0, multitarea, contenedores ActiveX, asistente para la adquisición de dato (tarjetas de adquisición DAQ) e asistente para el control de instrumentos
- 1999 : LabVIEW 5.1, primera versión para Linux, primera versión de LabVIEW RT (Real Time)
- 2000 : LabVIEW 6.0, controles gráficos en 3D, referencias de controles
- 2001 : LabVIEW 6.1, mejoramiento y correcciones, primera versión en Palm OS
- 2003 : LabVIEW 7.0, VI Express, primera versión en Windows Mobile 2003
- 2004 : LabVIEW 7.1, traducción en francés, alemán y japones
- 2005 : LabVIEW 8.0, Project Explorer, XControls, shared variables
- 2005 : LabVIEW 8.1, mejoramiento y correcciones
- 2006 : LabVIEW 8.20, Programación orientada a objetos
- 2007 : LabVIEW 8.5, primera version del toolkit FPGA y del toolkit Statechart
- 2008 : LabVIEW 8.6, limpieza automática de los diagramas

2.2 Construyendo un Sistema SCADA con LabVIEW

Introducción

La implementación de un sistema distribuido de medición y control permite que los ingenieros optimicen el proceso que se ejecuta en cada máquina y sobre la red, creando un sistema de mayor rendimiento y más confiable. Los sistemas distribuidos pueden separarse en dos piezas: la infraestructura y los nodos.

Al diseñar un sistema, es importante comprender antes las necesidades a satisfacer: ¿Será necesario que el sistema haga tanto control como monitoreo?, ¿Qué procesos de negocios únicos necesitan integrarse al sistema, p.ej., una base de datos de compras o de seguimiento de calidad? La identificación inicial de los procesos es importante para diseñar la arquitectura del sistema. La elección de las herramientas adecuadas ayuda a que los ingenieros construyan características usadas comúnmente y provee la flexibilidad para incorporar procesos personalizados o equipamiento de terceros.

LabVIEW, de National Instruments, es un entorno de desarrollo flexible que está diseñado para ayudar a que los ingenieros integren fácilmente muchos componentes distintos dentro de un sistema completo de monitoreo y control.

Definiendo la Infraestructura

Al considerar un sistema distribuido, es una buena idea observar primero todo el sistema. La infraestructura del sistema se halla en el nivel más alto y puede simplificarse a los servidores críticos y a la red. El software que corre en los servidores críticos debe manejar las transferencias de la red, datos, visualización de datos, alarmas, eventos y la seguridad. Una característica crucial de la infraestructura es que debe ser capaz de comunicarse con el resto del hardware mediante un protocolo común, tal como el TCP/IP. El software usado en cada máquina de la red debe soportar los mismos protocolos de comunicación. Además, los servidores críticos deben soportar diversos protocolos de comunicación de manera que puedan interfacearse con máquinas antiguas y de próxima generación en el sistema. Al seleccionar un software, tal como LabVIEW, que soporta numerosos protocolos estándar de la industria, es crucial reducir el tiempo de desarrollo para cada máquina de la red e integrar dispositivos en red con los servidores críticos.

Red

A medida que un sistema de adquisición de datos crece, éstos pueden almacenarse en múltiples computadores y ser monitoreados centralmente o bien pueden almacenarse en un solo servidor central. El desafío más difícil es comunicarse con datos en vivo.

Las herramientas de red deberían diseñarse para maximizar la transferencia de datos y deberían ser estables y confiables cuando se produzcan interrupciones en la red. El OLE for Process Control (OPC) es una interface industrial normalizada mediante la cual el software y el hardware pueden comunicarse independientemente del fabricante. LabVIEW provee soporte para OPC a través del Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC), aunque el OPC puede no operar al rendimiento requerido para altas velocidades; en este caso el Módulo DSC también incluye un protocolo propio para optimizar el rendimiento.

Manejo de Datos

Los servidores críticos también deberían poder hacer registro de datos, que es el proceso de adquirir y almacenar datos en un archivo o base de datos. Cuanto más complicada sea una aplicación, más crítico se torna tener herramientas que hagan bien esta tarea. Pequeñas cantidades de datos pueden almacenarse fácilmente en archivos de texto o de base de datos, sin embargo, cantidades mayores de datos aprovechan mejor formatos más elaborados de almacenamiento de datos.

Existen muchas maneras diferentes de almacenar grandes conjuntos de datos, cada una con sus propias ventajas y desventajas. Los dos tipos primarios de base de datos utilizadas son las relacionales y las de escritura continua a disco (streaming). Las bases de datos relacionales son las más tradicionales y usadas a menudo en aplicaciones comerciales. Si bien son extremadamente flexibles, no son optimizadas en cuanto a espacio en disco y rendimiento. Las bases de datos de escritura continua a disco, por otro lado, están diseñadas para almacenar rápidamente grandes conjuntos de datos en disco. Sin embargo, el ingeniero no puede definir tables u otras estructuras por lo cual pierde alguna flexibilidad y capacidades de búsqueda.

Cuando se construye una base de datos, algunos de los desafíos más comunes son diseñar una estructura de archivos y datos fácil de usar y escalable. Sin las herramientas apropiadas los ingenieros pueden llegar a gastar horas diseñando y modificando sus estructuras de datos. El módulo DSC posee una base de datos de escritura continua diseñada para satisfacer las necesidades de las aplicaciones de medición y control. Al tener una estructura jerárquica y de datos definida, la base de datos provee una mejor utilización del espacio y rendimiento.

Visualización de Datos

El registro de datos en disco no es el único desafío que se enfrenta al diseñar sistemas distribuidos. Los ingenieros y operadores también necesitan visualizar los datos, ya sea durante la adquisición de las señales ya sea luego que se completó la adquisición. Existen dos maneras diferentes de ver los datos y la primera es visualizar los datos desde el servidor durante la adquisición, también conocida como datos en vivo. Los ingenieros necesitan observar los datos en vivo a fin de monitorear el estado de un sistema en ejecución.

Ver datos en vivo desde una sola máquina es una operación relativamente simple. Para monitorear datos en vivo los ingenieros pueden crear una interface de usuario, tal como un panel frontal de LabVIEW, y observarlos en un monitor local o embeberlos en una página Web usando la herramienta Remote Panels.

Ver datos en vivo desde múltiples máquinas es más difícil ya que cada máquina que visualiza datos debe estar ejecutando un cliente, cuyo trabajo es pedir los datos al ser requeridos. Es importante entender a qué tipo de servidor se estará conectando la aplicación y elegir el software que ayudará a facilitar la comunicación. Una de los servidores más poderosos es el OPC, por lo que encontrar un software con un servidor/cliente OPC incorporado puede ahorrar valioso tiempo de desarrollo.

La segunda manera es ver los datos luego de haber sido almacenados en un archivo, lo que se conoce también como visualización histórica. Estos datos se usan para análisis y presentaciones postadquisición.

Los desafíos asociados con esto son similares a los del registro de datos. Sin las herramientas correctas, los ingenieros deben conocer las estructuras de archivos y datos antes de analizarlos y visualizarlos. Nuevamente, elegir una herramienta de desarrollo de software que haga eso puede ahorrar tiempo.

El Módulo DSC está basado en las funciones de análisis y presentación de LabVIEW e incluye conectividad OPC y herramientas de visualización para lograr una fácil visión de datos en vivo e históricos desde múltiples máquinas.

Manejo de Alarmas y Eventos

Cuando se adquieren grandes cantidades de datos durante largos períodos, los ingenieros están usualmente menos interesados en el valor de cada dato y más interesados en las variaciones significativas de sus valores. Esas variaciones pueden monitorearse usando alarmas y eventos. Es importante que la historia de esas alarmas y eventos se conserve de modo que puedan ser analizadas con posterioridad. Las características cruciales requeridas para soportar alarmas incluyen la habilidad de generar una alarma, almacenarla con sus datos asociados y llamarla junto con toda la información relevante luego de la adquisición. Esta información relevante puede incluir cuándo se disparó la alarma, quién y en qué momento la visualizó. Con el Módulo DSC, los ingenieros pueden configurar y monitorear alarmas usando el asistente HMI, permitiéndoles focalizar en la causa de las alarmas en lugar de programar por sí mismos una infraestructura de alarmas.

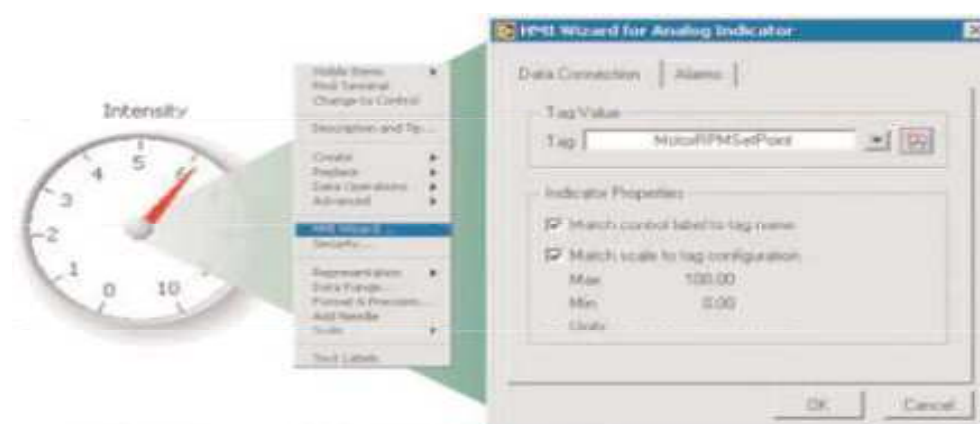


Figura 2.2a Modulo DSC (manejo de alarmas)

Seguridad

En el manejo de datos sensibles a menudo surgen cuestiones de seguridad, como ser: ¿quién debería tener acceso a los datos y a qué partes?, o bien ¿cualquier debería ser capaz de modificar el archivo o la base de datos? Probablemente no. El desarrollo de código de seguridad puede tomar tiempo y ser tedioso. Definiendo al inicio las necesidades del sistema, los ingenieros pueden elegir las herramientas que le ayuden a hacerlo. El Módulo DSC permite a los ingenieros definir perfiles de usuario que limitan el acceso a diferentes y específicos controles de la interface del usuario de la aplicación, así también como a secciones diferentes y sensibles de los datos.

Integración

Usualmente, la tarea más difícil y larga para construir un sistema es la integración de componentes dentro de una infraestructura existente o nueva. A fin de que la integración proceda lo más suavemente posible, es importante reunir los requerimientos al inicio del proceso y elegir herramientas de software que lo hagan más fácil; buscar herramientas que sean abiertas y flexibles es crucial para lograr ese objetivo. Las herramientas de software abierto usan protocolos industriales, tales como OPC y TCP/IP y trabajan con las de otros fabricantes para facilitar la integración al usuario final. Las herramientas de software flexibles proveen a los ingenieros la capacidad de agregar fácilmente diferentes componentes a la infraestructura del sistema.

Desde el inicio, LabVIEW ha sido desarrollado para trabajar con hardware de terceros. Posee una arquitectura subyacente de un lenguaje de programación tradicional, lo que permite a los ingenieros trabajar adecuadamente con E/S físicas, restricciones de tiempo real y configuración de hardware. Existe también una gran comunidad de usuarios que comparten ideas y recursos a fin de ayudar a los ingenieros a desarrollar sus programas.

Definiendo los Nodos

Como se puede ver, existen muchas tareas que requieren ser manejadas por los servidores críticos y, cuanto más se les exige, más poderosos deben ser los procesadores y más eficiente debe ser el código. En caso contrario, la computadora puede sobrecargarse fácilmente por esas diferentes aplicaciones y tareas. Aquí es donde el concepto de cálculo distribuido entra en escena. Descargando algunas de las tareas, tal como la adquisición de datos, análisis y control, a nivel de los nodos, los ingenieros pueden ser capaces de usar más eficientemente los recursos disponibles.

A nivel de los nodos del sistema se halla el hardware con tareas específicas, tal como el controlador de la cinta transportadora o un monitor de cierre de seguridad. En algunos componentes de software se puede incorporar inteligencia a nivel de las E/S. La rutina de control que se ejecuta en cada nodo puede tener un tiempo de respuesta más rápido ya que se eliminan las dependencias de la red.

Además, descargar de los servidores críticos el procesamiento realizado en los nodos reduce el número de tareas que ellos deben ejecutar, liberándolos de monitorear un sistema más grande. Las ganancias en eficiencia de procesamiento son más evidentes cuando el sistema de control a nivel de nodos integra y analiza una variedad de E/S, tales como control de movimientos, adquisición de imágenes, adquisición de datos analógicos y transferencias de datos seriales.

Sistemas Operativos de Tiempo Real

Muchos sistemas de control a nivel de nodos se implementan con controladores dedicados usando tecnología tal como sistemas operativos de tiempo real. Esta plataforma es ideal para control de nodos dado que estos sistemas operativos ofrecen rendimiento determinístico, alta confiabilidad y operación autónoma. El determinismo es la cualidad de hacer que una tarea siempre se ejecute a un dado tiempo o dentro de un cierto intervalo. La ventaja de esto es un alto nivel de precisión en el lazo de control. Los sistemas operativos de tiempo real son más confiables que otros sistemas operativos debido a que están dedicados sólo a una aplicación o proceso por vez. Con menores tareas que distraigan el sistema operativo, el sistema operativo de tiempo real experimentará una operación más robusta. Finalmente, estos objetivos dedicados pueden operar como sistemas autónomos o embebidos, lo cual ofrece la ventaja de no requerir un operador para interactuar siempre con el proceso.

Existen muchos diferentes sistemas operativos de tiempo real disponible hoy en el mercado. Al considerar cuál usar, los ingenieros deberían tener en cuenta cómo desarrollarán el código para correr en ese sistema.

Una opción es usar un lenguaje tradicional basado en texto, lo cual involucra una curva de aprendizaje empinada y habilidades especiales para optimizar el código de control. Otra opción es usar LabVIEW y su Módulo Real-Time. Este módulo extiende el entorno de desarrollo LabVIEW proveyéndole la posibilidad de instalar y ejecutar aplicaciones en un objetivo de hardware dedicado que corre un sistema operativo de tiempo real.

Las herramientas propias de LabVIEW para sistemas de medición y control proveen funcionalidad específica de software y hardware a las aplicaciones de tiempo real, tales como funciones de control PID y capacidades avanzadas de temporizado y sincronización.

Mediante una aproximación única al desarrollo de aplicaciones de tiempo real, LabVIEW brinda una plataforma altamente productiva a los ingenieros para crear sistemas determinísticos y embebidos.

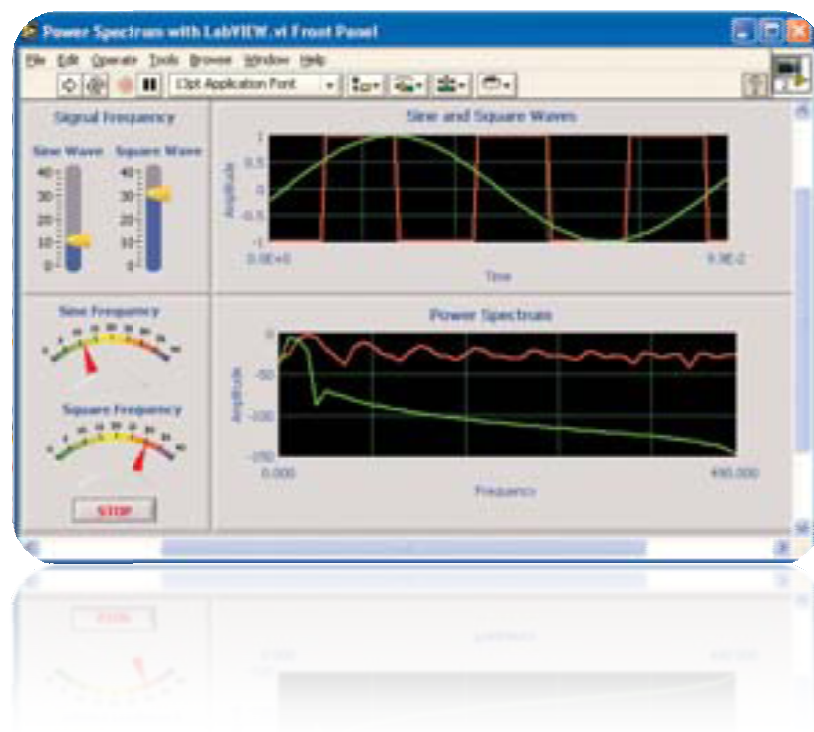


Figura 2.2b Modulo tiempo real

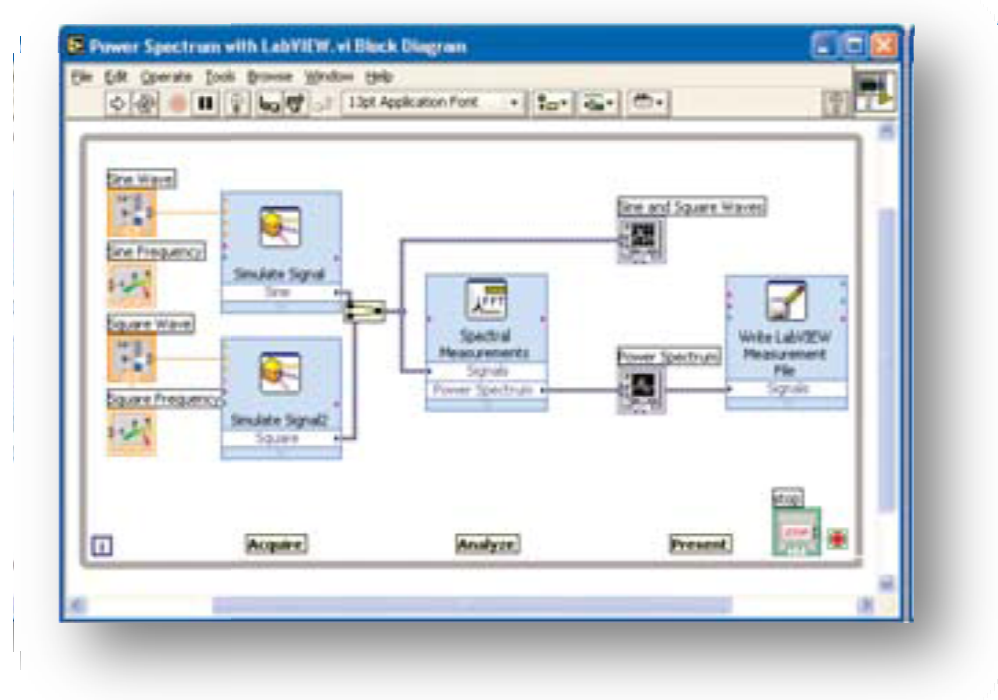


Figura 2.2c Diagrama interno tiempo real

Incorporación de Análisis al Monitoreo y Control

A fin de implementar control a nivel de E/S, los ingenieros deben poder incorporar funciones de análisis en el código de E/S.

Incorporando estas funciones en el código de control los usuarios pueden extraer información valiosa de los datos, tomar decisiones sobre el proceso y obtener resultados. Desafortunadamente, la combinación del análisis con la adquisición y presentación de datos no es siempre un proceso directo. Los software de aplicación comercial usualmente encaran un solo componente de la aplicación aunque rara vez toman en cuenta todos los aspectos. LabVIEW fue diseñado para atender los requerimientos de una solución del inicio al fin y totalmente integrada de modo tal que los ingenieros puedan integrar todas las fases de la aplicación en un solo entorno de manera continua.

LabVIEW provee bibliotecas poderosas de análisis, rutinas y algoritmos que van desde matemática básica al procesamiento avanzado de señales, el cual puede ser integrado con todas las otras funciones las cuales, junto con las poderosas capacidades de visualización, hacen de LabVIEW la herramienta ideal para cualquier aplicación.

Los ingenieros incorporan análisis dentro de sus aplicaciones y programas de diferentes maneras. Existen ciertas consideraciones que ayudan a determinar el modo en el cual debe realizarse el análisis.

En los siguientes párrafos se describen las funciones de análisis en línea, fuera de línea y herramientas de análisis adicionales.

Análisis en Línea

El análisis en línea implica que los datos son analizados dentro de la misma aplicación donde son adquiridos, tal como el control de E/S. Se deben tomar decisiones de manera inmediata y los resultados tienen consecuencias directas sobre el proceso, típicamente mediante parámetros que necesitan cambiarse o acciones que deben realizarse. Cuando se trata del análisis en línea, es importante considerar el tiempo requerido y las rutinas de análisis particulares que son usadas con esos datos. Debe hallarse un balance adecuado puesto que las mismas podrían ser computacionalmente intensivas y tener un efecto adverso sobre el rendimiento de la aplicación. LabVIEW ofrece rutinas de análisis y matemáticas que trabajan de modo nativo junto con las funciones de adquisición de datos y capacidades de visualización, de modo tal que puedan ser integradas fácilmente en cualquier aplicación.

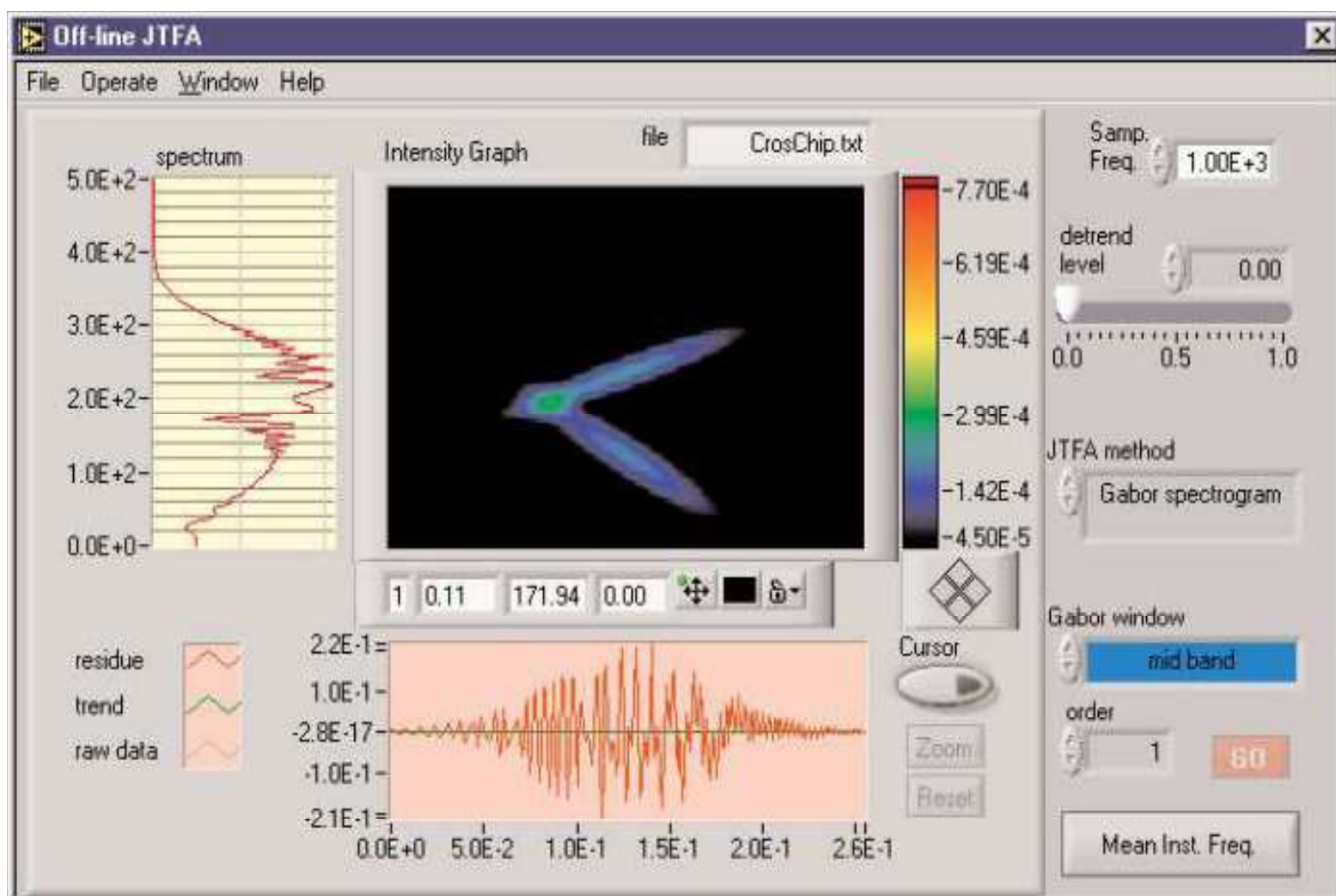


Figura 2.2d Pantalla de espectro analizador

Cuando se trata de procesos de control donde hay adquisición de datos de alta velocidad, determinística y punto a punto, se necesita un tipo específico de análisis en línea: punto a punto. Cada vez que se dedican recursos a la adquisición de datos en tiempo real, el análisis punto a punto se hace necesario ya que las velocidades de adquisición y los lazos de control se incrementan en órdenes de magnitud. La aproximación del punto a punto simplifica el proceso de diseño, implementación y prueba puesto que el flujo de la aplicación alcanza plenamente el flujo natural del proceso real que la aplicación está monitoreando y controlando. El análisis punto a punto también es más liviano y estable puesto que se liga directamente dentro del proceso de adquisición y análisis.

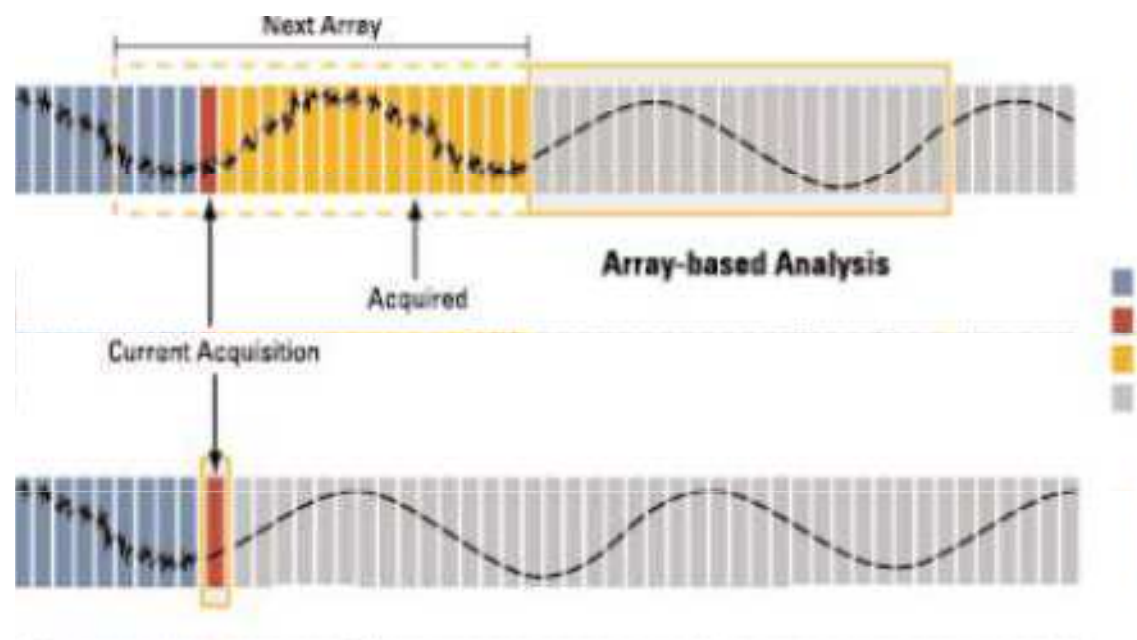


Figura 2.2e Proceso para adquirir datos

Agregando estos poderosos algoritmos y rutinas dentro de sus aplicaciones, los ingenieros eliminan el trabajo de prueba y error y crean procesos inteligentes que pueden analizar resultados durante la ejecución, mejorando la eficiencia y correlacionando interactivamente las variables de entrada a los rendimientos de los experimentos o procesos. Este tipo de análisis permite que el proceso de adquisición y análisis se mueva más cerca al punto de control en controladores embebidos y CPUs dedicadas.

Análisis Fuera de Línea

Típicamente, las aplicaciones fuera de línea no tienen la demanda de obtener resultados en tiempo real para poder tomar decisiones sobre el proceso. Las aplicaciones de análisis fuera de línea sólo requieren que existan suficientes recursos computacionales. El principal objetivo de esas aplicaciones es identificar causa y efecto de variables que afectan un proceso correlacionando múltiples conjuntos de datos.

Estas aplicaciones generalmente requieren importar datos desde archivos comunes, binarios o ASCII, y bases de datos comerciales, tales como la base de datos histórica del Módulo LabVIEW DSC, Oracle, Access y otras bases de datos compatibles con SQL/ODBC.

Una vez que los datos se importan a LabVIEW, los usuarios utilizan varios de los cientos de rutinas de análisis disponibles, manipulan los datos y los acomodan en un formato específico para hacer los informes. LabVIEW provee funciones para acceder a cualquier tipo de formato de archivo y base de datos, funcionalidad SQL para que los ingenieros se comuniquen con bases de datos comerciales a través del Database Connectivity Toolset y soporte para las últimas tecnologías de compartir datos, tales como XML, presentación de datos en la web y ActiveX.

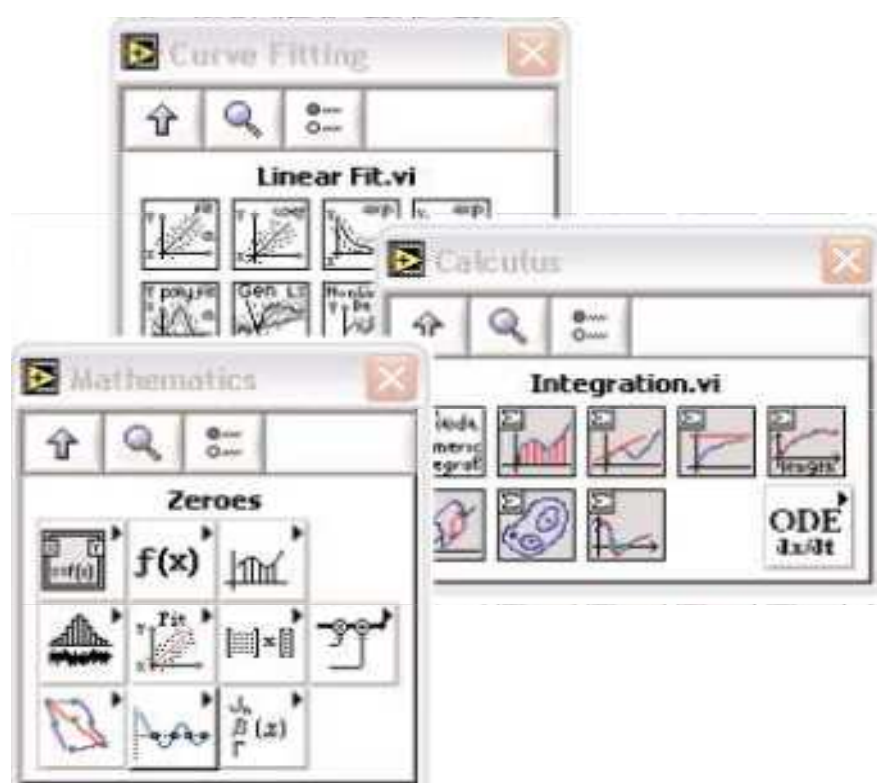


Figura 2.2f Herramientas LABVIEW de análisis en línea

Herramientas Adicionales de Análisis

Además de las bibliotecas de análisis de mediciones incorporadas, los ingenieros se basan en herramientas y módulos adicionales para reducir el tiempo de desarrollo de ciertos requerimientos de aplicaciones especializadas. Incorporando componentes de herramientas en aplicaciones personalizadas, los usuarios reducen la necesidad de poseer una experiencia particular asociada comúnmente con el desarrollo de aplicaciones más verticales, tales como el control PID, mediciones de vibraciones y procesamiento de imágenes.

Control PID

El módulo LabVIEW PID Control Toolset agrega elaborados algoritmos de control para controlar aplicaciones. Combinando las funciones de control PID y de lógica difusa de este módulo con las funciones de análisis de mediciones de LabVIEW, los usuarios pueden desarrollar rápidamente programas para control automático.

Análisis de Sonido & Vibración

El módulo Sound and Vibration Toolset de LabVIEW provee las herramientas básicas requeridas para crear rápidamente aplicaciones personalizadas para el análisis de sonido y vibraciones. Se puede usar este módulo para extender LabVIEW con funciones y herramientas de visualización para manejar calibración, análisis de frecuencia, análisis de transitorios, mediciones de nivel de ruido y análisis fraccional de octavas.

Análisis de Orden

El análisis de orden se usa comúnmente en el monitoreo de condición de maquinarias y en maquinaria rotante o reciprocante. Con el análisis de orden los ingenieros obtienen más información que con las herramientas de análisis más simples, tales como la transformada Rápida de Fourier, mediante el análisis de las señales en los dominios del tiempo y la frecuencia simultáneamente. Esta funcionalidad está disponible en el módulo LabVIEW Order Analysis Toolset.

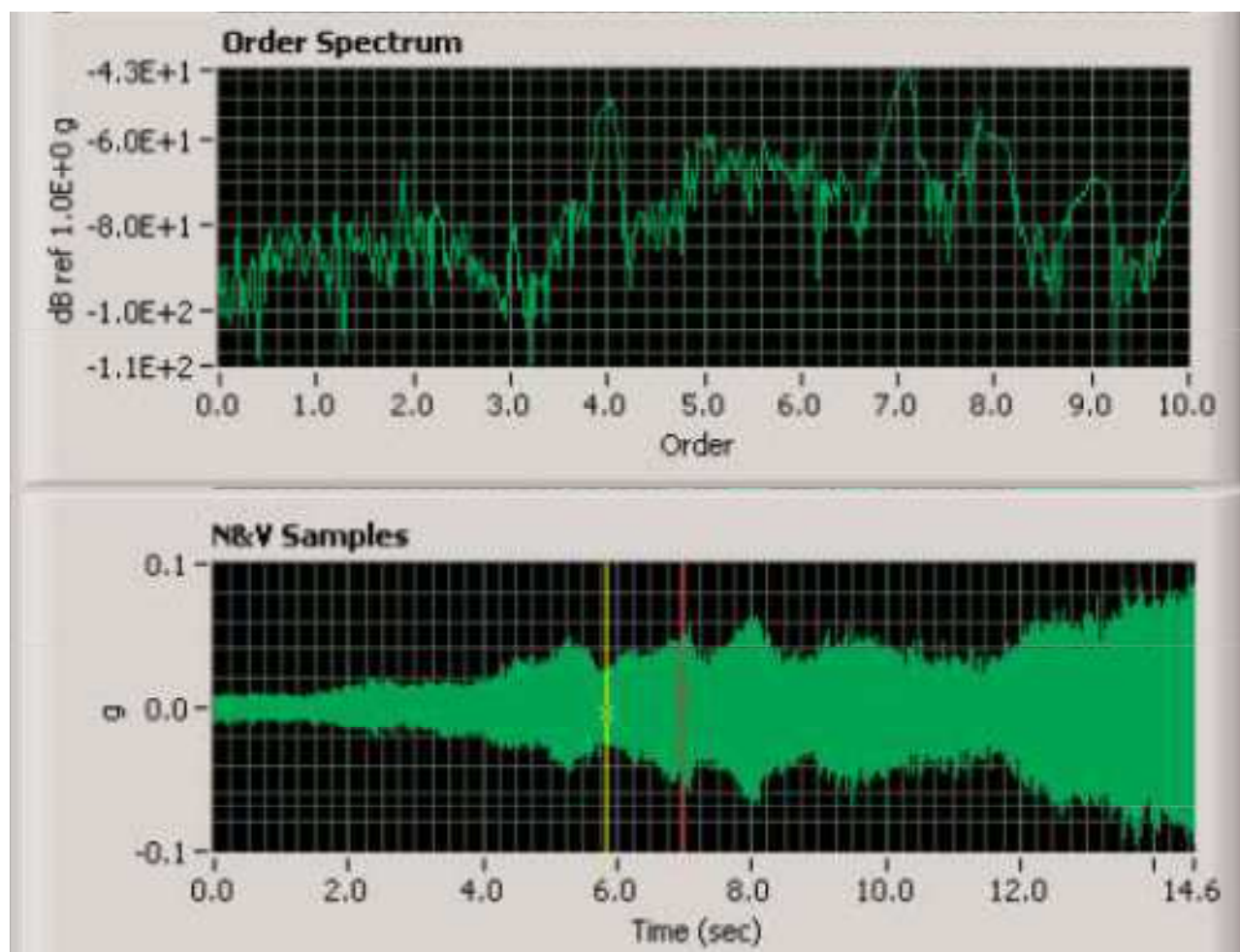


Figura 2.2g pantalla SCADA con espectros analizadores de datos

Visión & Procesamiento de Imágenes

El módulo IMAQ Visión agrega visión de maquinarias de alto nivel y procesamiento de imágenes a LabVIEW. Los ingenieros pueden usar este módulo en maquinarias así como también en operaciones de automatización de fábricas que requieren sistemas de visión extremadamente confiables y de alta velocidad.

Análisis de Post Adquisición y Generación de Informes

Luego de pensar en el diseño del sistema, la próxima cuestión es cómo se utilizarán los datos. ¿Los ingenieros necesitarán extraer datos desde una base de datos central y crear un informe para compartir con colegas, administradores o clientes? Si es éste el caso, entonces es importante elegir un software que se halle fuertemente integrado con el resto del sistema. Un ejemplo es DIAdem de National Instruments, que los ingenieros pueden usar para importar datos desde numerosas diversas fuentes o bases de datos, analizar interactivamente grandes conjuntos de datos y crear fácilmente informes profesionales.

Con DIAdem los ingenieros pueden retirar fácilmente datos adquiridos por su aplicación en LabVIEW. Para elegir un archivo de datos y determinar la mejor manera de visualizarlo y presentar su contenido se usa un asistente, aunque esta tarea también puede hacerse programáticamente desde adentro de LabVIEW. Retirar datos desde múltiples archivos a la vez también es simple y los ingenieros pueden comparar rápidamente resultados y datos obtenidos por diferentes aplicaciones o diferentes ejecuciones de la misma aplicación.

A diferencia de los programas estándar de planillas de cálculo, los grandes conjuntos de datos no constituyen un problema para DIAdem. En realidad, DIAdem es capaz de manejar más de un billón de datos. Los ingenieros no sólo pueden fácilmente retirar datos desde la base de datos del Módulo DSC sino que también lo pueden hacer desde bases de datos SQL/ODBC y Microsoft ADO.

DIAdem posee un mecanismo integrado con el cual los datos pueden guardarse fácilmente a y retirado desde esas bases de datos.

Una vez que los datos fueron adquiridos y analizados y obtenidos los resultados deseados, los ingenieros pueden compartir los resultados con colegas y clientes ya que DIAdem torna fácil esta tarea.

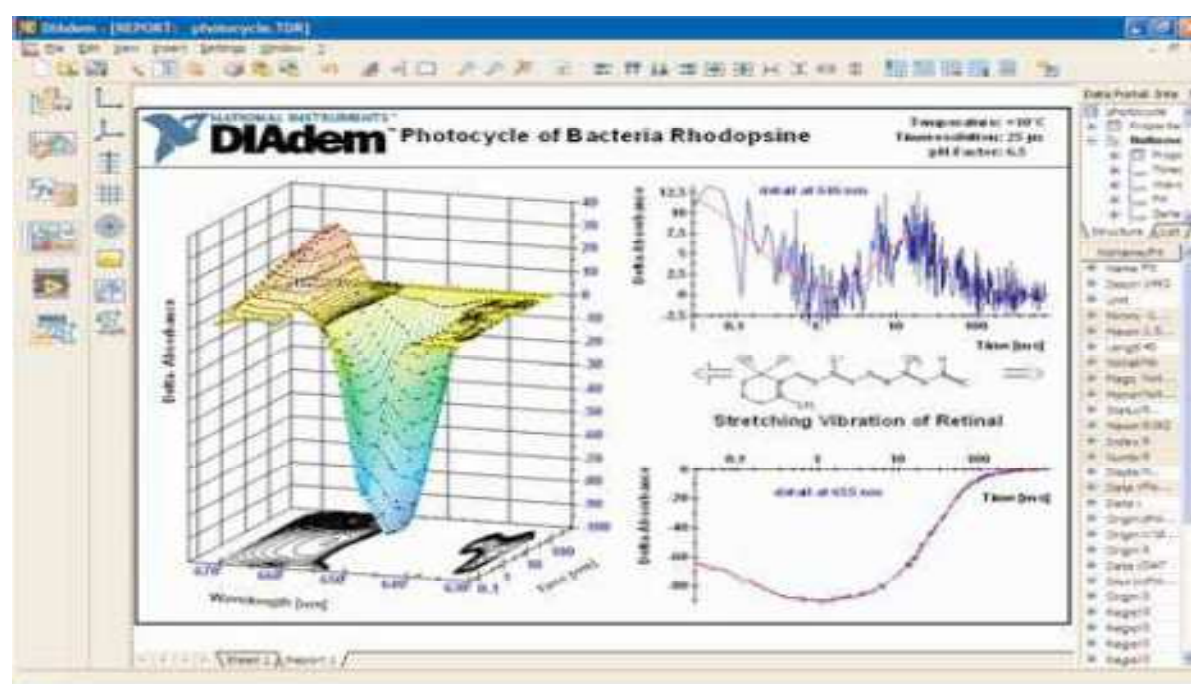


Figura 2.2h herramienta DIAdem para analizar datos

Mantenimiento del Sistema y Actualizaciones

Por último, es extremadamente importante diseñar un sistema que sea fácilmente de escalar y mantener. Entre las varias cosas a considerar se incluye la minimización de diferencias entre el sistema actual y el nuevo tanto como sea posible, así como también la automatización de la mayoría de los pasos posibles. Algo que puede ayudar a los ingenieros a diseñar un sistema con mínimo mantenimiento es colaborar con los diferentes grupos responsables del mantenimiento al comienzo del proyecto y aprender de sus procesos y expectativas.

Una manera de hacer eso es construir interfaces de usuario para procedimientos de mantenimiento y luego automatizarlas siempre que sea posible. Aunque trabajar con un equipo de gente diversa puede causar algunos requerimientos conflictivos, lidiar con ellos lo más tempranamente posible redundará en un mejor sistema.

2.3 USOS VARIOS DE LABVIEW

Continuamos con los grandes avances en la programación gráfica mientras aún preservamos la integridad central y valor de los conceptos fundamentales que han estado en LabVIEW desde el mismo inicio.

Mientras nuestro enfoque inicial con LabVIEW fue la automatización de pruebas en instrumentación y medición, lo que realmente diseñamos fue un herramienta de diseño de sistemas que ayudó a los ingenieros y científicos a diseñar y desarrollar rápidamente sistemas de medición definidos por el cliente que se ajustan a sus requerimientos únicos de aplicación.

Construyendo una Infraestructura para Sistemas Distribuidos A medida que desarrollamos las capacidades de tiempo real y el soporte de FPGA para LabVIEW, estábamos haciendo automáticamente de LabVIEW una herramienta gráfica de diseño de sistemas. A medida que hemos popularizado el esquema “LabVIEW Donde Sea” agregando más objetivos soportados, se hizo más claro que necesitábamos posicionar mejor a LabVIEW para desarrollar sistemas distribuidos.

Cuatro años atrás, demostramos un concepto para la inteligencia distribuida caracterizado en LabVIEW 8 donde nosotros pudimos arrastrar fácilmente un subVI a un objetivo, compilar el subVI, descargarlo y establecer un enlace de ejecución de tiempo entre el subVI y sus llamados. La demostración sirvió para ilustrar nuestra visión y para fijar un objetivo interno para lo que nosotros intentaríamos lograr. Esto también le indicó a aquellos de nosotros en el equipo de desarrollo qué infraestructura adicional precisamente el anfitrión con múltiples objetivos.

Requeríamos redespigüe de VIs a objetivos de forma fácil y depurar simultáneamente en múltiples objetivos. Hemos trabajado diligentemente en estas cosas desde aquella demostración cuatro años atrás. Con la introducción de LabVIEW 8, hemos atendido los problemas mencionados anteriormente, además de muchas otras excitantes nuevas características. LabVIEW 8 engrana los últimos avances en computación, redes de trabajo y tecnología embebida para proveer nuevos niveles de productividad para un conjunto más amplio de aplicaciones.

Construyendo Desde el Centro

La combinación única de LabVIEW de una interfaz de usuario interactiva de panel frontal y los diagramas gráficos estructurados de flujo de datos lo convierten en una herramienta flexible y poderosa en muchas aplicaciones desde la adquisición de datos hasta el control, diseño de sistemas y más. Hemos visto esto vivamente en las miles de aplicaciones desarrolladas por nuestros usuarios en la industria, investigación y la academia. Continuamos con los grandes avances en la programación gráfica mientras aún preservamos la integridad central y valor de los conceptos fundamentales que han estado en LabVIEW desde el mismo inicio.

Usando LabVIEW y PXI para Monitorear

Actividad Cerebral en Infantes

Un renombrado investigador mundial en el cerebro retó a Tristan Technologies, Inc., un fabricante líder de sistemas personalizados que usan dispositivos de interferencia de quantum superconductores (SQUIDS), para desarrollar un sistema de imagen magnética no invasiva para graficar los campos magnéticos generados por la actividad cerebral en infantes con el riesgo de desarrollar parálisis o epilepsia cerebral.

La actividad cerebral involucra un complejo patrón de corrientes eléctricas que fluyen a través de las neuronas del cerebro, moviéndose rápidamente a través de las diferentes regiones del cerebro y cambiando con el tiempo. Estas corrientes generan campos magnéticos sumamente débiles, pero estos campos son precisamente los que Tristan requiere graficar y medir. Sin embargo, el ambiente de un hospital es un mar de ruido magnético y no existe tecnología que pueda aislar estos campos magnéticos débiles. Un competidor de Tristan manufactura equipos para imágenes de cerebros en adultos, pero el uso de estos equipos requiere de habitaciones con escudos masivos de medio millón de dólares y software que tomó a un equipo de seis profesionales simultánea a través de todos los canales, lo cual fue clave para la generación de un mapa exitoso de actividad cerebral. Los datos adquiridos fueron entonces escritos continuamente a memoria en un computador remoto para procesamiento de datos.

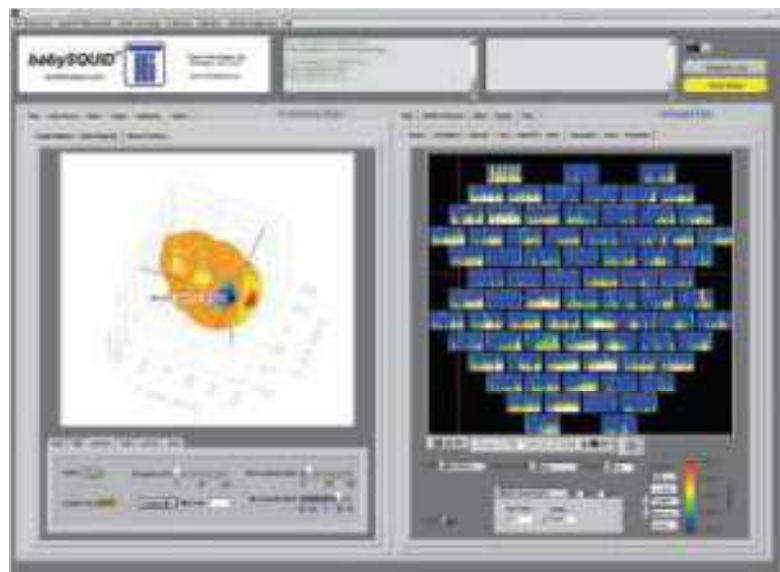


Figura 2.3a Uso de LABVIEW para monitoreo

El procesamiento y despliegue de datos de las imágenes del cerebro infantil necesitan de la flexibilidad requerida para un prototipo de investigación así como también de la facilidad de uso para médicos.

LabVIEW 8 Proporciona Inteligencia Distribuida

El diseño de múltiples motores de computación dentro de un sistema de pruebas o control no es tan fácil como usted podría esperar. El desarrollo de sistemas distribuidos trae a juego un nuevo conjunto de retos de programación que las herramientas tradicionales no manejan adecuadamente. LabVIEW 8 de National Instruments introduce la tecnología de inteligencia distribuida para trabajar en estos retos con:

- La habilidad de programar múltiples objetivos tales como computadoras de escritorio, industriales, móviles y dispositivos embebidos
- El Nuevo Proyecto de LabVIEW que provee una vista intuitiva del sistema para navegar y administrar sistemas distribuidos desde un solo ambiente
- Una nueva interfaz de comunicación, denominada la variable compartida, para simplificar la comunicación de datos a través de dispositivos y sistemas distribuidos
- Herramientas para temporización y sincronización dentro y entre dispositivos y sistemas distribuidos.

Sistemas Distribuidos en Diseño, Control y Prueba

El desarrollo de un sistema distribuido requiere de un acercamiento programacional único.

Por ejemplo, en redes de trabajo de sensores, los sensores inalámbricos son unidades autoorganizables que se conectan orgánicamente a otros sensores en la vecindad para construir un tejido de comunicación. Obviamente, las investigaciones avanzadas que trabajan en esta tecnología afrontan retos en software totalmente nuevos.

Ejemplos incluyen el diseño de sistemas de estabilidad electrónica en automóviles y teléfonos inteligentes, control de inspección visual en máquinas y en sistemas de monitoreo industrial, así como también en la conducción de pruebas estructurales y ATE sincronizadas.

Desafíos de Desarrollo en Sistemas Distribuidos

Usted puede encontrar aplicaciones distribuidas en varias industrias y en diferentes fases de vida del ciclo de producto, pero estas aplicaciones involucran retos similares, tales como:

- Programar aplicaciones que aprovechan el procesamiento múltiple con base en arquitecturas simples o mixtas tales como microprocesadores, FPGAs o DSPs
- Compartir datos eficientemente a través de múltiples procesadores que están ya sea conectados directamente en un solo PCB, dentro de un solo chasis, o remotamente en una red de trabajo
- Coordinar todos los nodos como en un solo sistema, incluyendo la temporización
- Integrar diferentes tipos de E/S tales como digitales de alta velocidad, análogas, movimiento y visión
- Incorporar servicios adicionales a los datos compartidos a través de los nodos.

Usando las nuevas características en NI LabVIEW 8, usted puede resolver estos retos.



Figura 2.3b Equipo administrado con LABVIEW

Programación de Nodos de Computación Distribuidos y Heterogéneos

Los sistemas distribuidos normalmente incluyen nodos tales como sensores, dispositivos o sistemas, los cuales realizan diferentes funciones. Adicionalmente, todos estos nodos pueden comunicarse con el sistema anfitrión supervisor el cual registra datos. Hoy en día, los arquitectos de sistemas distribuidos emplean diferentes herramientas para programar cada nodo. Además, el sistema puede tener requerimientos avanzados que usted puede no reunir con el hardware comercial común, requiriendo hardware reconfigurable tal como FPGAs para ejecutar algoritmos matemáticos complejos. El aprendizaje y uso de diferentes herramientas para programación de FPGAs, sistemas en tiempo real y sistemas de escritorio lleva a los ingenieros a mayores y más complejas curvas de tiempo de desarrollo. LabVIEW 8 resuelve estos retos de programación suministrando las herramientas para programar nodos disímiles desde un solo y sincronización a través de los nodos ambiente de desarrollo. Usando LabVIEW, puede desarrollar código para ejecutarse en dispositivos de cómputo incluyendo PCs de escritorio, dispositivos de tiempo real y sistemas de control y medición con base en FPGA. Además, LabVIEW incluye, en una sola plataforma, las funciones especializadas para el hallazgo de patrones de imagen para inspección automatizada, generación de trayectoria para control de movimiento y medición y lógica digital para control ambiental, lo cual normalmente requiere de experiencia en aplicaciones independientes personalizadas. LabVIEW también suministra librerías avanzadas de procesamiento de señales y conectividad directa a la Web para interfaces de operador locales y remotas.

Comunicación y Transferencia de Datos

Las aplicaciones distribuidas requieren de diferentes formas de comunicación y de compartir datos. La comunicación entre procesadores, particularmente sistemas en tiempo real y embebidos, sin impactar el desempeño, puede ser un reto. Mientras diferentes estándares y protocolos existen para las comunicaciones – tales como TCP/IP, UDP, Modbus y OPC – un solo protocolo normalmente no puede reunir todas sus necesidades, y cada protocolo posee un API diferente. Esto fuerza a los integradores de sistemas a emplear múltiples protocolos de programación para completar todo el sistema.

Para transferencia determinística de datos a través de nodos, usted normalmente debe usar soluciones costosas con base en tecnologías tales como memoria reflexiva. Una forma de resolver estas necesidades competentes es abstraer la capa y protocolo específico de transporte desde el API de desarrollo. Haciendo esto, puede usar múltiples protocolos bajo la capa, ahorrando dramáticamente tiempo de desarrollo.

LabVIEW 8 con inteligencia distribuida atiende estos retos con una interfaz de comunicación flexible y abierta que permite compartir datos entre diferentes procesadores y nodos de control en tiempo real así como integrar dispositivos de terceros. Las nuevas variables compartidas y la abstracción de capa para transporte de protocolo en LabVIEW 8 pueden trabajar con los tipos de datos complejos requeridos para aplicaciones avanzadas distribuidas y pueden escalarse para incluir funciones de alto nivel tales como registros y alarmas. Puede usar las variables compartidas

2.4 Modulo DSC (Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control)

- Desarrollo gráfico para monitoreo y control distribuido
- Seguridad para aplicaciones a nivel de usuario
- Tendencia histórica y de tiempo real
- Red integrada para compartir datos e integrar dispositivos de terceros
- Base datos en red para registro de datos distribuido
- Alarmas y eventos basados en configuración

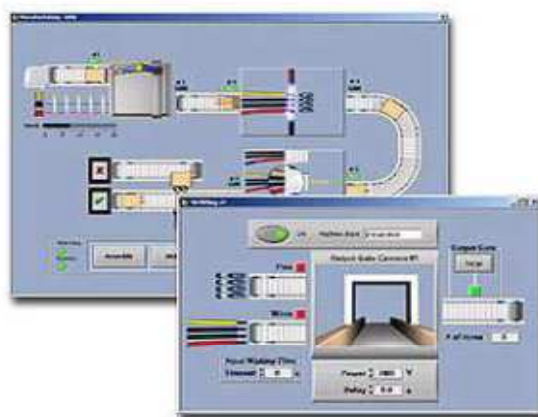


Figura 2.4 Ejemplo sistema SCADA

El Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) de National Instruments es la mejor manera de desarrollar interactivamente sus sistemas distribuidos de monitoreo y control. Con el Módulo DSC de LabVIEW, usted puede extender su aplicación de LabVIEW para ver datos históricos y en tiempo real, configurar y configurar alarmas y eventos, establecer seguridad a sus aplicaciones, conectar fácilmente en red dispositivos OPC y objetivos en tiempo real de LabVIEW juntos en un sistema completo y registrar datos de manera eficiente a una base de datos histórica y distribuida. El Módulo DSC de LabVIEW también contiene asistentes intuitivos y cajas de dialogo para ayudarle a desarrollar aplicaciones más rápido y mejor.

Características Principales de LabVIEW DSC

LabVIEW 8 de National Instruments introdujo la nueva variable compartida de LabVIEW, un API unificado para comunicar datos entre VIs que se ejecutan en la misma máquina o a través de una red. El Módulo NI LabVIEW DSC amplía los servicios de la variable compartida al añadir registro, alarmas, escala y más basados en configuración.

El Módulo NI LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) es el complemento de LabVIEW, ideal para desarrollar su HMI/SCADA o aplicaciones de registro de datos de muchos canales. Con el Módulo NI LabVIEW DSC, usted puede desarrollar de manera interactiva un sistema de monitoreo y control distribuido que va desde docenas hasta decenas de miles de etiquetas. Incluye herramientas para registro de datos a una base de datos histórica en red, tendencia de datos históricos y en tiempo real, administración de alarmas y eventos, objetivos LabVIEW Real-Time en red y dispositivos OPC en un sistema completo y añadir seguridad a interfaces de usuarios.

El Módulo NI LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) ofrece herramientas ideales y características que usted puede usar para desarrollar interactivamente sus sistemas distribuidos de monitoreo y control. El Módulo LabVIEW DSC extiende su aplicación de LabVIEW ayudándole a desarrollar fácilmente una aplicación de registro de datos y alarmas de muchos canales sin programación.

Desarrolle su sistema de interfaz humano-máquina (HMI) y de Control Supervisorio y de Adquisición de Datos (SCADA) con características de LabVIEW DSC adicionales como configuración y administración de alarmas y eventos, visión de tendencias en tiempo real e históricas y configuración de seguridad en sus aplicaciones.

El Módulo LabVIEW DSC incluye:

- Base datos en red compatible con SQL para registro de datos distribuido
- Alarmas y eventos basados en configuración
- Tendencia histórica y de tiempo real
- Seguridad para aplicaciones a nivel de usuario
- Soporte para Windows XP y Windows XP Embedded

2.5 LabVIEW Real-Time

- Diseña aplicaciones en tiempo real para adquisición de datos y control con desarrollo gráfico
- Descargue como un sistema de control distribuido, autónomo o embebido
- Ejecute en un sistema operativo de tiempo real (RTOS) para rendimiento determinístico
- Descargue a un objetivo dedicado para aumentar fiabilidad

Con el Módulo LabVIEW Real-Time y el hardware de la Serie RT, LabVIEW de National Instruments proporciona rendimiento determinístico y en tiempo real para adquisición de datos y sistemas de control. Al usar programación gráfica de LabVIEW, usted desarrolla su aplicación embebida de control de LabVIEW Real-Time en una PC de escritorio y luego descarga y ejecuta el programa para correr un objetivo de hardware independiente. Los objetivos de LabVIEW Real-Time incluyen un procesador embebido que ejecuta un RTOS, memoria interna, almacenamiento local y conexiones a dispositivos periféricos como serial, Ethernet y GPIB. Escoja su objetivo de hardware de la Serie RT en base a la velocidad y requisitos de E/S de su sistema de tiempo real.

De acuerdo a los requisitos de su sistema, usted puede cambiar los objetivos de ejecución con un mínimo de cambios a la aplicación del software.

El Módulo LabVIEW Real-Time de National Instruments es un componente incorporable para el Sistema de Desarrollo LabVIEW. Al instalarse, este software compila código gráfico de NI LabVIEW y lo optimiza para el objetivo de tiempo real seleccionado. Con el Módulo LabVIEW Real-Time usted puede desarrollar y desplegar aplicaciones a todos los objetivos hardware de NI en tiempo real, incluyendo PXI, Compact FieldPoint, FieldPoint, CompactRIO y PC de escritorio estándar. El RTOS embebido para estos objetivos es un solo kernel dedicado que proporciona máxima fiabilidad para código embebido.

Con el Programa de Servicio Estándar (SSP), usted recibe lo último en tecnología de software de NI a través de actualizaciones automáticas y un soporte técnico de excelente nivel por teléfono o correo electrónico de parte de ingenieros de aplicación de NI. También recibe acceso gratis e ilimitado a cursos de capacitación en línea en vivo. El costo de una suscripción anual a SSP es menor que la compra de una sola actualización.

También puede comprar el Módulo LabVIEW Real-Time a través del NI Developer Suite. La Suscripción a NI Developer Suite incluye SSP para un conjunto de los productos de software más populares. Cada trimestre usted recibe un nuevo conjunto de CDs con versión más reciente de software para cada producto en la suite.

Módulo LabVIEW Real-Time



Figura 2.5a Logo herramienta Real-Time

El Módulo LabVIEW Real-Time amplía la inteligencia distribuida de LabVIEW a hardware de NI que ejecuta sistemas operativos en tiempo real. LabVIEW Real-Time puede establecer una interfaz directamente con hardware de E/S reconfigurable (RIO) para análisis de punto flotante e integración de E/S determinísticas.

Módulo LabVIEW FPGA

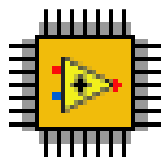


Figura 2.5b Logo modulo FPGA

El código gráfico de LabVIEW descargado al FPGA en dispositivos NI-RIO le puede ayudar a crear hardware para temporización, disparo, sincronización y control personalizados.

Módulo NI LabWindows™/CVI Real-Time



Figura 2.5c Logo modulo CVI Real-Time

El Módulo LabWindows/CVI Real-Time extiende el entorno de desarrollo LabWindows/CVI para crear aplicaciones ANSI C confiables y determinísticas que pueden fácilmente reutilizar algoritmos de análisis de señales y de control existentes y ejecutar en un hardware COTS PXI o PC.

Hardware de Tiempo Real

Controladores PXI en Tiempo Real

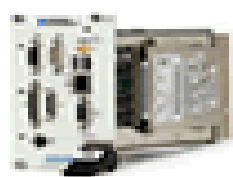


Figura 2.5d Controlador PXI

Los controladores PXI en Tiempo Real ofrecen una plataforma de alto rendimiento para aplicaciones de pruebas y control, incluyendo compatibilidad para sincronización y disparo en una amplia variedad de E/S.

NI CompactRIO



Figura 2.5e Procesador compactRIO

CompactRIO combina un procesador en tiempo real, tecnología FPGA y una amplia variedad de módulos de E/S en un paquete extremadamente robusto. Es ideal para cumplir con requerimientos de alta velocidad, utilizar protocolos digitales personalizados y monitorear sistemas en ambientes agresivos.

NI Single-Board RIO



Figura 2.5f Tarjeta single-board RIO

Los productos NI Single-Board RIO son soluciones de despliegue de bajo costo basados en NI CompactRIO. Integran un procesador en tiempo real, FPGA reconfigurable y E/S analógica y digital en una sola tarjeta y son energizados por tecnologías NI LabVIEW Real-Time y LabVIEW FPGA.

NI Compact FieldPoint



Figura 2.5g Compact field point

Compact FieldPoint es una plataforma robusta en tiempo real para control y automatización industrial que consiste en un procesador en tiempo real con varias opciones de E/S y acondicionamiento de señales integrado.

Cámara Inteligente



Figura 2.5h cámara para adquisición de datos

Las Cámaras Inteligentes combinan un sensor de imagen CCD monocromática con un procesador PowerPC embebido en tiempo real en un paquete pequeño y robusto.

PCs de Escritorio o Industrial

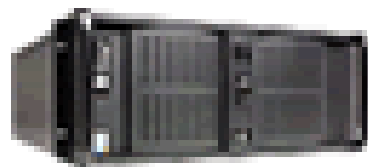


Figura 2.5i PC para adquisición de datos

Utilice las PCs de escritorio o industriales como objetivos en tiempo real que se pueden integrar con hardware PCI como dispositivos de adquisición de datos (DAQ) de NI tales como dispositivos DAQ multifunción de la Serie M y DAQ inteligente de la Serie

- Objetivo en tiempo real y de bajo costo
- Integración con hardware PCI

CAPITULO 3

CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

3.0.1 HISTORIA DE LOS PLC's

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles alambrados usados entonces en sus líneas de producción.

La industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Ya en 1971, los PLCs se extendían a otras industrias y, en los ochentas, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits,- comparados con los 4 de los 70s -, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

En los primeros años de los noventas, aparecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLCs de diferentes marcas y PCs, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la Gerencia en "tiempo real".

3.0.2 ¿Qué es un PLC?

Los **PLC** (*Programmable Logic Controller* en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.

PLC = Es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus (por ejemplo por ethernet) en un servidor.

Hoy en día, los **PLC** no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los *PLC* actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener. Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

3.0.3 CLASIFICACIÓN DE PLC

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

3.1 PLC tipo Nano:

Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

3.2 PLC tipo Compactos:

Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- entradas y salidas análogas
- módulos contadores rápidos
- módulos de comunicaciones
- interfaces de operador
- expansiones de i/o

3.3 PLC tipo Modular:

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack
- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O.

3.4 DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS

Como existen gran cantidad de I/O y estas pueden estar alojadas en diferentes módulos, nace la necesidad de indicarle a la CPU, mediante nuestro programa, la referencia exacta de la entrada o salida con la que queremos interactuar. Al mecanismo de identificación de I/O en los PLC se le denomina *direccionamiento de entradas y salidas*.

El direccionamiento de I/O varia de marca en marca, inclusive de modelo en modelo en los PLC, pero generalmente, la mayoría de los fabricantes adopta una terminología que tiene relación con la ubicación física de la I/O.

Veamos algunos ejemplos:

- Direccionamiento PLC Nano Telemecanique
- Direccionamiento PLC TSX-17 Telemecanique
- Direccionamiento PLC TSX-37 Telemecanique
- *Direccionamiento PLC Mitsubishi*
- *Direccionamiento PLC A/B SLC-500*

3.5 PROGRAMACION EN DIAGRAMA DE ESCALERA (Ladder).

Un esquema de escalera o de contactos está constituido por varias líneas horizontales que contienen símbolos gráficos de prueba (“ Contactos “) y de acción (“ Bobinas “), que representan la secuencia lógica de operaciones que debe realizar el PLC.

La programación en Ladder de alguna forma se ha ido normalizando y ya casi la mayoría de los fabricantes presentan y programan sus PLC en formatos muy parecidos, veamos algunos ejemplos:

- Ladder en PLC Mitsubishi
- Ladder en PLC Telemecanique
- Ladder en PLC A/B

3.6 INSTRUCCIONES EN LOS PLC:

Las instrucciones son en realidad una de los elementos que potencian a estos para su implementación en diferentes aplicaciones. Inicialmente estos solo disponían de instrucciones a nivel de test de entradas y salidas digitales, sin embargo, esta situación a cambiado muy drásticamente al incorporar a estos funciones muy avanzadas que amplían su espectro de aplicación.

Podemos mencionar funciones matemáticas avanzadas, aritmética en punto flotante, manejo eficaz de datos, filtros digitales, funciones avanzadas de control, etc.

Los siguientes listados muestran algunas de las operaciones que se encuentran el mayoría de los PLC.

3.7 Ventajas e inconvenientes de los PLC's

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

- En primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a unos de los técnicos de tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades y/o institutos superiores ya se encargan de dicho adiestramiento.
- Pero hay otro factor importante como el costo inicial que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente en amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su actitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidirse por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

3.8 APLICACIONES:

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones
- Señalización y control

3.9 Funciones básicas de un PLC

3.9.1 Detección:

Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación. Mando:

3.9.2 Mando:

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

3.9.3 Dialogo hombre maquina:

Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

3.9.4 Programación:

3.9.4.1 Proporcional integral derivativo

Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación que se utiliza en sistemas de control industriales. Un controlador PID corrige el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y luego sacando una acción correctora que puede ajustar al proceso acorde. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto nos asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero.

El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de una válvula de control o la energía suministrada a un calentador, por ejemplo. Ajustando estas tres constantes en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar. La respuesta del controlador puede ser descrita en términos de respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador llega al "set point", y el grado de oscilación del sistema. Nótese que el uso del PID para control no garantiza control óptimo del sistema o la estabilidad del mismo. Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control.

3.9.4.2 ¿Cómo funciona un PID?

Un PID usa una fuente de luz ultravioleta (UV) para romper las sustancias químicas en iones positivos y negativos (*ionización*) que se pueden medir fácilmente con un *detector*. El detector mide la carga del gas ionizado y convierte la señal en corriente. La corriente se amplifica y se muestra en el medidor como "ppm". Tras la medición, los iones vuelven a formar el gas o vapor original. Los PID de RAE Systems no dependen del oxígeno para realizar una medición y presentan protección en caso de fallos.

Cuando la lámpara del PID no ilumina, el PID ofrece una alarma "lámpara" para que los operadores sepan inmediatamente que no está funcionando.

3.9.4.3 ¿Que es IEC?

La Comisión electrotécnica internacional (IEC del) es una organización de estándares internacional sin ánimo de lucro, no gubernamental que prepara y publica los estándares internacionales para las tecnologías todo eléctricas, electrónicas y relacionadas - conocidas colectivamente como " electrotechnology". Los estándares del IEC cubren una gama extensa de tecnologías de la producción de energía, transmisión y distribución a los aparatos electrodomésticos y el mobiliario de oficinas, los semiconductores, fibra óptica, las baterías, energía solar, nanotecnología y energía marina así como muchas otras.

CAPITULO 4

CONTROLADOR PROGRAMABLE TWIDO

4.1 BASES COMPACTAS TWIDO



Figura 4.1 Bases compactas Twido

4.1.1 INTRODUCCIÓN

Twido, es la familia mas indicada para automatizar sus maquinas, procesos de pequeño a medio tamaño, hay 2 opciones dependiendo la posibilidad de expansión de E/S por módulos adicionales, son Compactos y Modulares, todos los equipos incluyen puerto de comunicación Modbus, y opcionales un 2do. Puerto Modbus, CanOpen, As-i, Ethernet, CANJ1939.

- Cuenta con E/S PNP/NPN analógicas, salidas rele.
- La alimentación disponible para el equipo es de 24 Vcd, ó 100...240VCA .
- Se puede añadir reloj en tiempo real y pantalla para arranque/paro del programa
- Hay puertos seriales RS232, ó RS485
- Presenta protocolos de comunicación ethernet y/o CanOpen
- El equipo puede con 3000 instrucciones y en tamaños modulares grandes con una expansión de memoria hasta 6000.

- Seleccione el tipo de PLC adecuado de acuerdo a los módulos máximos permitidos y los módulos de expansión adecuados por el número y tipo de E/S.
- Algunos equipos tienen conexión por HE10 ya que por la densidad de E/S sería difícil la conexión por bornero. Utilice cables TWDFCW30M o sub-bases advantys telefast ABE7.
- Hay paquetes de inicio TwidoPack que le incluye un más cable más software TWDXDPPAK6M a un precio preferencial.
- Se cuenta con el PLC Twido Extreme TWDLEDCK1 para ambientes agresivos a prueba de polvo, agua (incluso sumergible) y vibraciones IP67 alimentación a 12 ó 24vcd y un protocolo CANJ1939 que se comunica con las computadora de los camiones y autos.

Tabla de Bases Compactas IP20





Aplicaciones		Bases compactas IP20				
						
Entradas/ salidas TON	De base	10	16	24	40	
	N.º de entradas	6 entradas — 24 V sink/ fuente (1)	9 entradas — 24 V sink/ fuente (1)	14 entradas — 24 V sink/fuente (1)	24 entradas — 24 V sink/ fuente (1)	
	N.º de salidas	4 salidas de relé	7 salidas de relé	10 salidas de relé	14 salidas de relé 2 salidas de transistor fuente	
Tipo de conexión		Por bornero con tornillos no desenchufable				
Ampliación de entradas/ salidas	N.º de módulos de ampliación			4 módulos máx. (2)	7 módulos máx. (2)	
	Módulos de E/S TON					
	Módulos de E/S analógicas					
	Comunicación	Módulos maestro CANopen, módulo maestro AS-interface (2 máx.)				
Número de entradas/salidas máximo por configuración (base con ampliaciones de entradas/salidas)		10	16	88/120/152 según la ampliación de E/S de: bornero con tornillos (3)/de resorte/ conector tipo HE 10	152/208/264 según la ampliación de E/S de: bornero con tornillos/bornero de resorte/conector tipo HE 10	
Contaje y posiciona- miento integrados	Contaje 5 kHz	3 vías de contaje de 16 bits (5)			4 vías de contaje de 16 bits (4)	
	Contaje 20 kHz	1 vía de contaje de 16 bits (en entradas TON dedicadas)	1 vía de contaje de 32 bits (en entradas TON dedicadas)		2 vías de 32 bits (en entradas TON dedicadas)	
	Posicionamiento 7 kHz				2 vías de función PWM/PLS	
Funciones	Regulación (PID)				Si	
	Tratamiento por sucesos				Si	
Comuni- cación	Integrada	1 puerto serie RS 485	1 puerto serie RS 485, 1 puerto serie opcional RS 232C/RS 485 Puerto Ethernet según el modelo			
	Ethernet TCP/IP	Módulo de interface TwidoPort				
	Ampliación	CANopen o AS-interface, ver más arriba				
Tensión de alimentación		~ 100...240 V para TWD LC A (alimentación de captadores TON — 24 V alimentados desde la base), — 19,2...30 V para TWD LC D				
Progra- mación	Memoria de aplicación	700 instrucciones	2.000 instrucciones	3.000 instrucciones	3.000 instrucciones (6.000 con ampliación de memoria)	
	Bits internos	128 bits	128 bits	256 bits		
	Palabras internas (5)	3000				
	Bloques de funciones estándar (5)	64 temporizadores, 128 contadores		128 temporizadores, 128 contadores		
	Palabras dobles	Si				
	Flotantes, trigonométricos					Si
	Reloj calendario	Cartucho de reloj calendario opcional, utilización de 16 bloques reloj calendario				Integrado
Modelo de base Twido	Estándar	TWD LC A 10DRF (6)	TWD LC A 16DRF (6)	TWD LC A 24DRF (6)	TWD LC A 40DRF (6)	
	Con puerto Ethernet integrado					TWD LC E 40DRF (6)

Tabla de Bases Modulares IP20

Bases modulares IP20			Base Extreme IP67
			
20		40	41
12 entradas --- 24 V sink/fuente (1)		24 entradas --- 24 V sink/fuente (1)	11 entradas --- 12/24 V fuente 2 entradas --- 12/24 V sink
8 salidas de transistores sink o fuente (según el modelo)	6 salidas de relé y 2 salidas de transistores fuente	16 salidas de transistores sink o fuente (según el modelo)	2 salidas de transistores fuente --- 12/24 V 14 (--- 12 V) o 11 (--- 24 V) salidas de transistores sink 1 entrada PWM + 3 salidas PWM/PLS
Por conector tipo HE 10 o sistema de precableado Advantys Telefast ABE 7 (con base TWD LMDA 20DTK)	Por bornero con tornillos desenchufable	Por conector tipo HE 10 o sistema de precableado Advantys Telefast ABE 7 (con base TWD LMDA 20DTK)	Por conector de 70 puntos
4 módulos máx. (2)	7 módulos máx. (2)		-
15 tipos de módulos de entradas, salidas, mixtos de 8, 16, 24, 32 vías de conexión por bornero con tornillos, de resorte o conector HE 10			-
10 tipos de módulos de entradas, de salidas o mixtos de 2, 4 u 8 vías de conexión por bornero con tornillos			Integrada: 8 entradas
Módulos maestro CANopen, módulo maestro AS-interface (2 máx.)			-
84/116/148 según la ampliación de E/S de: bornero con tornillos/bornero de resorte/conector tipo HE 10	132/188/244 según la ampliación de E/S de: bornero con tornillos/bornero de resorte/conector tipo HE 10	152/208/264 según la ampliación de E/S de: bornero con tornillos/bornero de resorte/conector tipo HE 10	-
2 vías de contaje de 16 bits (4)			1 vía de contaje (10 kHz)
2 vías de 32 bits (en entradas TON dedicadas)			-
2 vías de función PWM/PLS			3 vías de funciones PWM/PLS
Sí			Sí
Sí			Sí
1 puerto serie RS 485, 1 puerto serie opcional RS 232C/RS 485			1 puerto; serie RS 485; 1 puerto integrado CANopen; 1 puerto integrado CAN J1939
Módulo de interface TwidoPort			Via caja Ethernet XGS Z33 ETH
CANopen o AS-Interface, ver más arriba			-
--- 19,2 V...30 V			--- 12 o 24 V (limitados --- 9...32 V)
3.000 instrucciones	3.000 instrucciones (6.000 con ampliación de memoria)		3.000 instrucciones
256 bits			
3.000			
128 temporizadores, 128 contadores			
Sí			
	Sí		
Cartucho de reloj calendario opcional, utilización de 16 bloques reloj calendario			-
TWD LMDA 20DK (7)	TWD LMDA 20DRT	TWD LMDA 40DK (7)	TWD LEDCK1

CONTROLADOR PROGRAMABLE TWIDO

4.3 BASE COMPACTA TWDLCAE 40 DRF

4.3.1 INTRODUCCION

La gama de controladores programables compactos Twido ofrece una solución “todo en uno” con unas dimensiones reducidas: 80 a 157 _ 90 _ 70 mm. Existen diez controladores compactos, diferenciados por la capacidad de tratamiento y el número de entradas c 24 V, de salida de relé y transistor (10, 16, 24 y 40 entradas/salidas).

Estas bases compactas utilizan:

- Una alimentación de corriente alterna comprendida entre a 100 y 240 V (que garantiza la alimentación c 24 V de los captadores),
- una alimentación de corriente continua comprendida entre c 19,2 y 30 V (prever una alimentación auxiliar externa tipo Phaseo para la alimentación de os captadores).

4.3.2 Ventajas:

- Una cantidad significativa de entradas/salidas (hasta 40 entradas/salidas) agrupadas en muy poco espacio, lo que permite reducir el tamaño de las consolas o de los cofres en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial.
- Para los modelos de 24 y 40 entradas/salidas, la posibilidad de ampliar y añadir módulos opcionales ofrece al usuario el mismo grado de flexibilidad que las plataformas de automatismos más importantes:
- con las bases compactas de 24 entradas/salidas **TWD LCpA 24DRF**, hasta 4 módulos de ampliación de entradas/salidas TON, analógicas y/o de comunicación.
- con las bases compactas de 40 entradas/salidas **TWD LCpp 40DRF**, hasta 7 módulos de ampliación de entradas/salidas TON, analógicas y/o de comunicación. Módulos opcionales, como visualizador numérico, cartucho de ampliación de memoria, cartucho de reloj calendario y puerto de comunicación RS 485 o RS 232C suplementario.

- La solución de controlador compacto aporta también una gran flexibilidad de cableado. Para las ampliaciones de entradas/salidas “Todo o Nada” (con las bases **TWD LCpA 24DRF** y **TWD LCpp 40DRF**) se ofrecen varias posibilidades de conexión, como borneros con tornillos desenchufables, conectores de tipo resorte que permiten realizar un cableado sencillo, rápido y seguro. El sistema de precableado Advantys Telefast ABE 7 permite conectar los módulos con conectores de tipo HE 10:
- a los cables preequipados con hilos libres en uno de los extremos, que al sistema de cableado Advantys Telefast ABE 7 para controlador Twido (conjunto de cables de conexión y bases ABE 7).
- El visualizador y la memoria que opcionalmente pueden conectarse a la base facilitan los procesos de ajuste, transferencia y grabación de las aplicaciones:
- el visualizador numérico puede utilizarse como herramienta de visualización y de ajuste local,
- La tecnología EEPROM de los cartuchos de memoria permite grabar y transferir programas en cualquier controlador compacto o modular Twido.
- Con el software TwidoSuite se puede programar fácilmente a partir de instrucciones en lenguaje lista de instrucciones o de elementos gráficos en lenguaje de contactos.

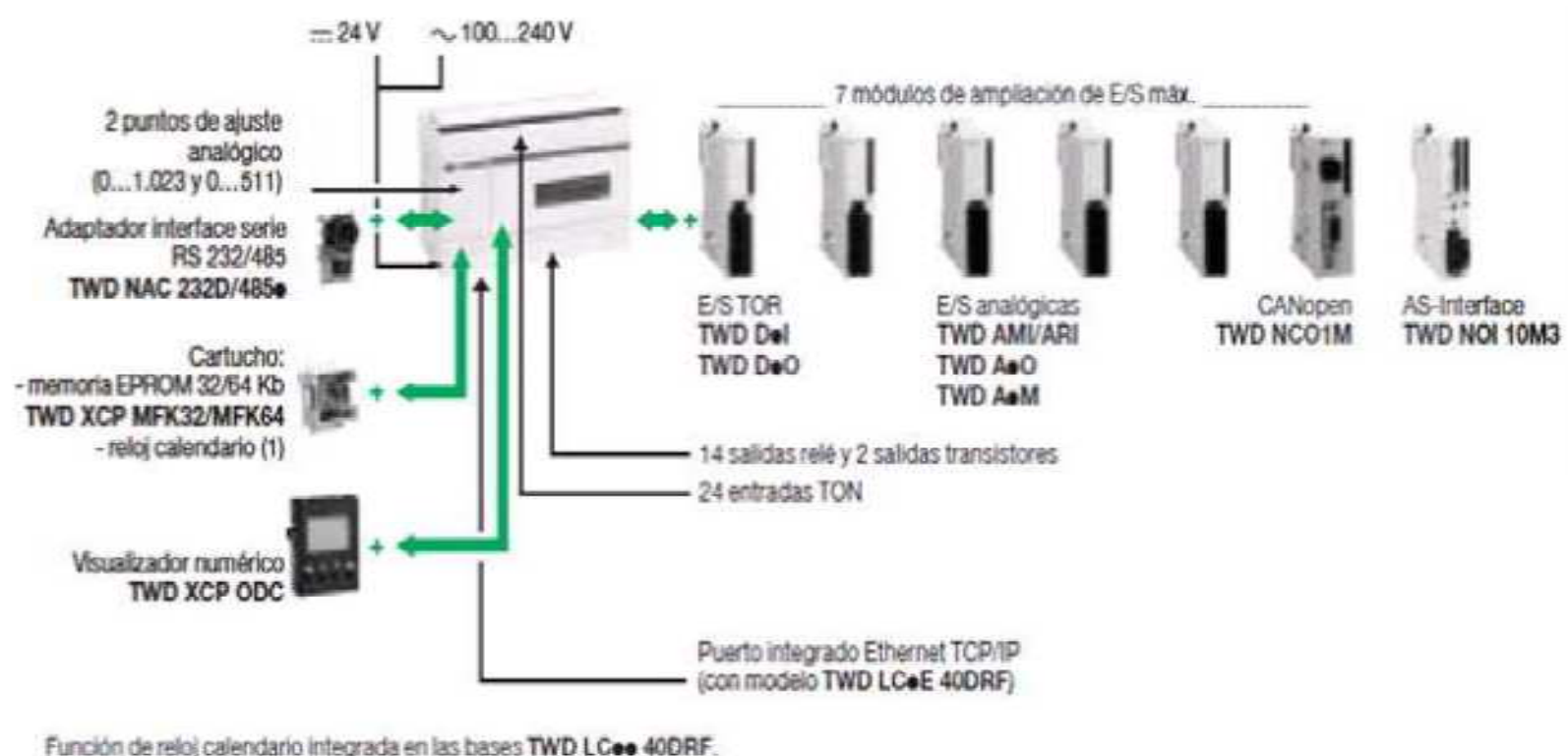


Figura 4.3.2 Función reloj calendario de la base Compacta TWIDO

4.4 Partes de la Base Compacta TWIDO

Las bases de controladores programables compactas Twido **TWD LCpA ppDRF**

incluyen:

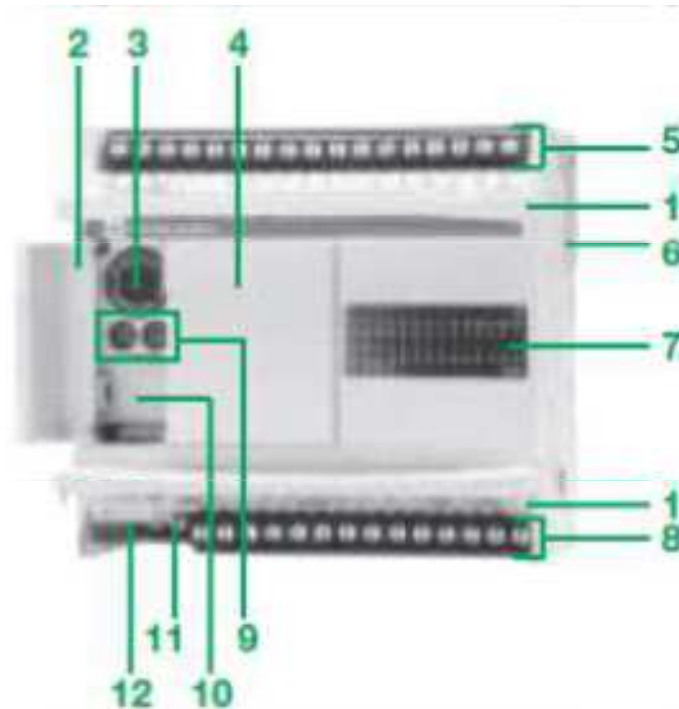


Figura 4.4 Partes de la Base Compacta TWIDO

- 1 Dos tapas giratorias que permiten acceder a las bornas de conexión.
- 2 Una puerta de acceso giratoria.
- 3 Un conector de tipo mini-DIN para puerto de enlace serie RS 485 (para conectar el terminal de programación).
- 4 Un emplazamiento (protegido con una tapa extraíble) para el visualizador numérico de diagnóstico y mantenimiento **TWD XCP ODC**.
- 5 Un bornero con tornillos para la alimentación de los captadores c 24 V (1) y para la conexión de los captadores de entradas.
- 6 Un conector para módulo de ampliación de entradas/salidas **TWD Dpp**, **TWD App** y de comunicación **TWD NOI 10M3/NCO1M** (máximo de 4 módulos en las bases de 24 E/S y 7 módulos en las bases de 40 E/S).

7 Un bloque para visualizar:

- el estado del controlador con la ayuda de 3 pilotos (PWR, RUN, ERR),
- el estado de las entradas y salidas (INp y OUTp), un piloto de usuario (STAT), controlado por el programa de aplicación, según la necesidad del usuario.

8 Un bornero de tornillos para conectar los preaccionadores de las salidas.

9 Dos puntos de ajuste analógico (un solo punto en los modelos de 10 y 16 entradas/salidas).

10 Un conector para ampliar el 2.º puerto de enlace serie RS 232C/RS 485 con el adaptador **TWD NAC ppp** (en los modelos de 16, 24 y 40 entradas/salidas).

11 Un bornero con tornillos para conectar la alimentación de red a 100...240 V o c 19,2...30 V.

Con acceso por la parte inferior del controlador:

12 Un conector para:

- cartucho de memoria de 32 Kb **TWD XCP MFK32** o reloj calendario **TWD XCP RTC** para bases **TWD LCpA 10/16/24DRF**,

- cartucho de memoria de 64 Kb **TWD XCP MFK64** para bases **TWD LCpA 40DRF**.

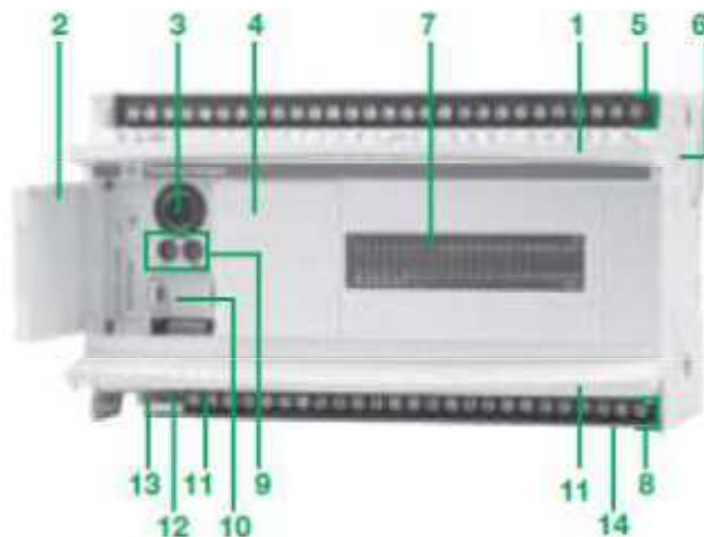
Las bases compactas se montan sobre perfil 5 simétrico, sobre placa o sobre panel

(2 orificios de $\varnothing 4,3$).

4.5 Partes de la Base Compacta TWIDO (Puerto Ethernet)

Las bases de controladores programables compactas Twido con puerto Ethernet TCP/IP integrado **TWD LCAE 40DRF** y **TWD LCDE 40DRF** incluyen:

Figura 4.5 Partes de la Base Compacta TWIDO (Puertos Ethernet)



1 Dos tapas giratorias para acceder a las bornas de conexión 5.

2 Una puerta de acceso giratoria.

3 Un conector de tipo mini-DIN para puerto de enlace serie RS 485 (para conectar el terminal de programación).

4 Un emplazamiento (protegido con una tapa extraíble) para el visualizador numérico de diagnóstico y mantenimiento **TWD XCP ODC**.

5 Un bornero con tornillos para la alimentación de los captadores c 24 V (1)

y para la conexión de los captadores de entradas.

6 Un conector para módulo de ampliación de entradas/salidas **TWD Dpp**,

TWD App y de comunicación **TWD NOI10M3/NC01M** (7 módulos máx.)

7 Un bloque para visualizar:

- el estado del controlador con la ayuda de 7 pilotos (PWR, RUN, ERR, BAT, COM, LACT y L ST),
- el estado de las entradas y salidas (INp y OUTp),
- un piloto de usuario (STAT), controlado por el programa de aplicación, según la necesidad del usuario.

8 Un bornero con tornillos para la conexión de los preaccionadores de salidas.

9 Dos puntos de ajuste analógico.

10 Un conector para la ampliación del 2.º puerto de enlace serie RS 232C/RS 485 con el adaptador **TWD NAC** ppp.

11 Un bornero con tornillos para conectar la alimentación de red a 100...240 V o c 19,2...30 V.

Con acceso por la parte inferior del controlador:

12 Un conector para cartucho de memoria de 32/64 Kb **TWD XCP MFK32/MFK64**.


13 Un conector tipo RJ45 (acceso por la parte inferior del controlador) para la conexión a la red Ethernet.

14 Un emplazamiento para la pila opcional de seguridad de la memoria RAM interna de la base.

Las bases compactas se montan sobre perfil 5 simétrico, sobre placa o sobre panel (2 orificios de $\varnothing 4,3$).

4.5.1 Características

Cuadro de Características de las bases Compactas

Entorno		TWD LC●A 10DRF	TWD LC●A 16DRF	TWD LC●A 24DRF	TWD LCA● 40DRF	
Tipo de base						
Temperatura	°C	Funcionamiento: 0...+55. Almacenamiento: -25...+70				
Humedad relativa		del 30 al 95%, sin condensación				
Grado de protección		IP20				
Altitud	Funcionamiento	m	0...2.000			
	Almacenamiento	m	0...3.000			
Resistencia a las vibraciones	Montaje sobre perfil 	Hz	10...57, amplitud 0,075 mm, aceleración 57...150 Hz			
		m/s ²	9,8 (1 g)			
	Montaje sobre placa o panel (con el kit de fijación TWD XMT5)	Hz	2...25, amplitud 1,6 mm, aceleración 25...100 Hz			
		m/s ²	39,2 (4 g)			
Resistencia a los choques	m/s ²	147 (15 g) duración 11 ms				
Características de las bases compactas						
Batería de seguridad	Elementos protegidos	RAM interna: variables internas, bits y palabras internas, temporizadores, contadores, registros de desajuste, etc.				
	Tipo de batería	Acumulador de litio no intercambiable			Pila externa TSX PLP 01	
	Autonomía de seguridad	días	Aproximadamente de 30 a 25 °C después de cambiar íntegramente la batería		3 años con pila externa	
	Tiempo de recarga	h	Aproximadamente 15 para el 0...90% de la carga total			
	Vida útil		10 años			2 semanas desde que se enciende el piloto BAT
Número de entradas ~ 24 V		6	9	14	24	
Número y tipo de salidas		4 relés	7 relés	10 relés	14 relés + 2 transistores	
Conexión de las entradas/salidas		Bornero con tornillos desenchufable				
Ampliaciones de entradas/salidas	Número máx. de módulos	-			4	7
	Número máx. de entradas/salidas	-			88/120/152 (1)	152/208/264 (1)
	AS-interface	-				Gestión de equipos esclavo: 62 (TON), 7 (analógico)
Capacidad de memoria de la aplicación		700 instrucciones	2.000 instrucciones	3.000 instrucciones	3.000 y 6.000 instrucciones con ampliación de memoria	
Duración de ciclo	Tiempo de ejecución	ms	1 cada 1.000 instrucciones lógicas			
	Sistema Overhead	ms	0,5			
Memoria de datos	Bits internos	128			256	
	Palabras internas (2)	3.000				
	Temporizadores (2)	64			128	
	Contadores (2)	128				
	Palabras dobles	-			Si	
	Flotantes, trigonométricos	-				Si

(1) El 1.º valor corresponde al número máximo de entradas/salidas (base y ampliación) con módulos de ampliación de bornero con tornillos, el 2.º valor, con módulos de ampliación de bornero de resorte y el 3.º valor, con módulos de ampliación de conector tipo HE 10.

(2) Los valores máximos no son acumulables.

Cuadro de Características de las bases Compactas

Alimentación								
Tipo de base compacta ---			TWD LCDA 10DRF	TWD LCDA 16DRF	TWD LCDA 24DRF	TWD LCDA 40DRF TWD LCDE 40DRF		
Tensión	Nominal	V	--- 24					
	Límite (ondulación incluida)	V	--- 20,4...28,8					
Salida --- 24 V para captadores			-					
Corriente de llamada máx. a --- 24 V		A	35	40	35			
Duración de microcortes		ms	10 máx.					
Protección integrada			Por fusible interno					
Consumo máx.		W	3,9	4,6	8,7	17,2		
Resistencia dieléctrica	Entre bornas de aliment. y bornas de tierra	V ef.	500 durante 1 min					
	Entre borneros de E/S y bornas de tierra	V ef.	1.500 durante 1 min					
Resistencia de aislamiento	Entre bornas de aliment. y bornas de tierra	MΩ	> 10 (--- 500 V)					
	Entre borneros de E/S y bornas de tierra	MΩ	> 10 (--- 500 V)					
Tipo de base compacta ~			TWD LCAA 10DRF	TWD LCAA 16DRF	TWD LCAA 24DRF	TWD LCAA 40DRF TWD LCAE 40DRF		
Tensiones	Nominal ---	V	~ 100...240					
	Límite (ondulación incluida)	V	~ 85...264					
Frecuencias Nominal/límite		Hz	50-60/47-63					
Salida --- 24 V para captadores		mA	250	250	250	400		
Corrientes	Nominal de entrada i ef. a ~ 85 V	A	0,25	0,30	0,45	0,79		
	De llamada máx.	A	35	35	40	35		
Duración de microcortes		ms	10 máx.					
Protección integrada			Por fusible interno					
Consumo máx.	a ~ 100 V	VA	20	22	33	65		
	a ~ 264 V	VA	30	31	40	77		
Resistencia dieléctrica	Entre bornas de aliment. y bornas de tierra	V ef.	1.500 - 50/60 Hz durante 1 min					
	Entre borneros de E/S y bornas de tierra	V ef.	1.500 - 50/60 Hz durante 1 min					
Resistencia de aislamiento	Entre bornas de aliment. y bornas de tierra	MΩ	> 10 (--- 500 V)					
	Entre borneros de E/S y bornas de tierra	MΩ	> 10 (--- 500 V)					
Comunicación								
Tipo de base			TWD	LC●A 10DRF	LC●A 16DRF	LC●A 24DRF	LC●A 40DRF	LC●E 40DRF
Conexiones integradas	Enlace serie	Tipo	1 enlace RS 485, no aislado, 38,4 Kbit/s					
		Protocolo	- Toma terminal Half-duplex - Modbus maestro/esclavo RTU/ASCII o modo de caracteres - "Remote link", traslado de entradas/salidas (ampliación de E/S o controlador "reflex") con bases Twido, ver pág. 3/21					
	Ethernet TCP/IP	Conexión	Conector mini-DIN de 8 contactos					
		Tipo	-					
Conexiones con adaptador o módulos de comunicación	Enlace serie	Tipo	-	Un adaptador RS 232C o RS 485, 1,2...38,4 Kbit/s				
		Conexión	-	Conector mini-DIN o bornero (sólo RS 485)				
	AS-Interface	Tipo	-	1 o 2 módulo(s) maestro (direccionamiento estándar y ampliado), 62 equipos				
		Conexión	-	Bornero con tornillos desenchufable				
	CANopen	Tipo	-	Un módulo maestro (clase M10), 125...500 Kbit/s, 16 esclavos máx.				
		Conexión	-	Conector macho SUB-D de 9 contactos				
	Ethernet TCP/IP	Tipo	Un módulo de interface TwidoPort 10BASE-T/100BASE-TX					
		Conexión	Conector RJ45. Alimentación del módulo con conector de enlace integrado RS 485					
Funciones integradas								
Tipo de base			TWD LCAA 10DRF	TWD LCAA 16DRF	TWD LCAA 24DRF	TWD LCAA 40DRF TWD LCAE 40DRF		
Contaje	Número de vías		4 y 6 para TWD LCA● 40DRF					
	Frecuencia		3 vías a 5 kHz (función FCi), 1 vía a 20 kHz (función VFci)					
	Capacidad		4 vías a 5 kHz (función FCi), 2 vías a 20 kHz (función VFci) para TWD LCA● 40DRF					
Movimiento (para bases TWD LCA● 40DRF)	Número de vías		16 bits FC (función FCi), 32 bits (función VFci)					
	Frecuencia	kHz	2					
	Funciones		7					
Regulación (PID)	Bases de 24 E/S y 40 E/S		No	No	Si	Si		
Tratamiento con eventos	Bases de 24 E/S y 40 E/S		No	No	Si	Si		
Puntos de ajuste analógico	Bases de 10 E/S y 16 E/S		1 punto ajustable de 0...1.023 puntos					
	Bases de 24 E/S y 40 E/S		1 punto ajustable de 0...1.023 puntos + 1 punto ajustable de 0...511 puntos					

Cuadro de Características de las bases Compactas

Características de las entradas ---								
Tipo de base		TWD LC●A 10DRF	TWD LC●A 16DRF	TWD LC●A 24DRF	TWD LC●A 40DRF	TWD LC●E 40DRF		
Número de vias de entradas		6	9	14	24			
Tensión nominal de entrada		V --- 24 sink/fuente (lógica positiva o negativa)						
Comunes		1			2			
Valores límite de entrada		V --- 20,4...28,8			--- 20,4...26,4			
Corriente nominal de entrada		11 mA para I0.0 e I0.1, 7 mA para otras entradas I0.i			11 mA para I0.0, I0.1, I0.6 e I0.7, 7 mA para I0.2 a I0.5 e I0.8 a I0.23			
Impedancia de entrada		2,1 kΩ para I0.0 e I0.1, 3,4 kΩ para otras entradas I0.i			2,1 kΩ para I0.0, I0.1, I0.6 e I0.7, 3,4 kΩ para I0.2 a I0.5 e I0.8 a I0.23			
Tiempo de filtrado	En estado 1	35 μs + filtrado programado para I0.0...I0.5, 40 μs + filtrado programado para otras entradas I0.i						
	En estado 0	45 μs + filtrado programado para I0.0...I0.5, 150 μs + filtrado programado para otras entradas I0.i			40 μs + filtrado programado para I0.0...I0.5, 150 μs + filtrado programado para otras entradas I0.i			
Aislamiento	Entre vias	Ninguno						
	Entre vias y lógica interna	V ef	~ 1.500 durante 1 min					
Características de las salidas								
Número de vias de salidas		4 relés	7 relés	10 relés	16 (14 relés + 2 transistores)			
Corrientes de salida	Nominal	A	2 por vía, 8 por común			2 (relé) 1 (transistor)		
	Punta por vía	A	5 máx.			-		
Comunes	Común 0		3 contactos NA	4 contactos NA	4 contactos NA	-		
	Común 1		1 contacto NA	2 contactos NA	4 contactos NA	-		
	Común 2		-	1 contacto NA	1 contacto NA	4 contactos NA		
	Común 3		-	-	1 contacto NA	4 contactos NA		
	Común 4		-	-	-	4 contactos NA		
	Común 5		-	-	-	1 contacto NA		
	Común 6		-	-	-	1 contacto NA		
Carga de conmutación mínima		mA	0,1 por --- 0,1 V (valor de referencia)					
Resistencia del contacto		En estado nuevo	mΩ	30 máx.				
Cargas en salidas de relé	Resistiva (ej.: elemento de calefacción)	A	2 a ~ 240 V o 2 a --- 30 V (con 1.800 maniobras máx./hora): - vida útil eléctrica mín.: 1 × 10 ⁶ maniobras - vida útil mecánica mín.: 20 × 10 ⁶ maniobras					
	Inductiva con dispositivo de protección (1) (ej.: relé, electroválvula)							
	Inductiva sin dispositivo de protección Capacitiva (ej.: arrancadores TeSys U, electroválvulas Festo)		Utilización no garantizada de los relés (disminución significativa de su vida útil). Para este tipo de utilización, se recomienda utilizar salidas de transistores de las bases compactas TWD LC●● 40DRF o de los módulos de ampliación TWD DDO ●●●●					
Tensión de aislamiento		Entre vias y lógica interna	V ef	~ 1.500 durante 1 min				
Consumo para todas las salidas	En estado 0	--- 5 V	mA	5	5	5	70	170
		--- 24 V	mA	-	-	-	5	5
	En estado 1	--- 5 V	mA	24	30	36	90	190
		--- 24 V	mA	26	40	55	128	128
	En estado 1 + entradas activas	--- 5 V	mA	-	-	-	140	240
		--- 24 V	mA	-	-	-	128	128
Cartucho de reloj calendario (opcional) (2) (3)								
Precisión		s/mes	+ 30 a 25 °C					
Autonomía		días	Aproximadamente de 30 a 25 °C después de cambiar íntegramente la batería					
Batería de seguridad			Ver pág. 1/9					
Cartucho de memoria (opcional) (2)								
Tipo de cartucho		TWD XCP MFK32			TWD XCP MFK64			
Tipo de memoria		EEPROM						
Capacidad de la memoria		Kb	32	64				
Grabación/transferencia de programas			Sí	Sí				
Grabación/transferencia de palabras internas (4)			No	Sí				
Ampliación del tamaño del programa			No	6.000 instrucciones con bases compactas TWD LC●● 40DRF				

4.6 REFERENCIAS

Cuadro de Referencias



TWD LC●A 10DRF/16DRF

Referencias							
Número de E/S	Entradas sink/fuente	Salidas	N.º de módulos de ampliación de E/S	N.º de instrucciones de memoria de programa	Puerto Ethernet integrado	Referencia	Peso kg
Bases compactas, alimentación ~							
10 E/S	6 E = 24 V	4 S de relé	-	700	-	TWD LCAA 10DRF	0,230
16 E/S	9 E = 24 V	7 S de relé	-	2.000	-	TWD LCAA 16DRF	0,250
24 E/S	14 E = 24 V	10 S de relé	4	3.000	-	TWD LCAA 24DRF	0,305
40 E/S	24 E = 24 V	14 S relé y 2 S transistor	7	3.000 (1)	-	TWD LCAA 40DRF	0,525
					Sí	TWD LCAE 40DRF	0,525

Bases compactas, alimentación ---							
10 E/S	6 E = 24 V	4 S de relé	-	700	-	TWD LCDA 10DRF	0,230
16 E/S	9 E = 24 V	7 S de relé	-	2.000	-	TWD LCDA 16DRF	0,250
24 E/S	14 E = 24 V	10 S de relé	4	3.000	-	TWD LCDA 24DRF	0,305
40 E/S	24 E = 24 V	14 S relé y 2 S transistor	7	3.000 (1)	-	TWD LCDA 40DRF	0,525
					Sí	TWD LCDE 40DRF	0,525



TWD XCP MFK32/MFK64



TWD XCP RTC



TWD NAC ●●●●



TWD XCP ODC

Elementos sueltos					
Designación	Utilización	Tipo	Referencia	Peso kg	
Cartuchos	Memoria de 32 Kb	- Para todas las bases compactas: Grabación de la aplicación. Transferencia de programa	EEPROM	TWD XCP MFK32	0,005
	Memoria de 64 Kb	Para bases compactas TWD LC●● 40DRF: - Ampliación de memoria - Grabación de la aplicación - Transferencia de programa	EEPROM	TWD XCP MFK64	0,005
	Reloj calendario	Para bases TWD LC●A 10/16/24DRF Fechado de programación horaria	-	TWD XCP RTC	0,005
Adaptadores de interface serie	Conector tipo mini-DIN	RS 232C	TWD NAC 232D	0,010	
		RS 485	TWD NAC 485D	0,010	
		Bornas con tornillos	TWD NAC 485T	0,010	
Visualizador numérico	Visualización y modificación de datos	-	TWD XCP ODC	0,020	
Simuladores de entradas	6 entradas	-	TWD XSM 6	-	
	9 entradas	-	TWD XSM 9	-	
	14 entradas	-	TWD XSM 14	-	
Pilas externas de seguridad	Para bases compactas TWD LC●● 40DRF	Venta unitaria	TSX PLP 01	-	
		Venta por lotes de 10	TSX PLP 101	-	

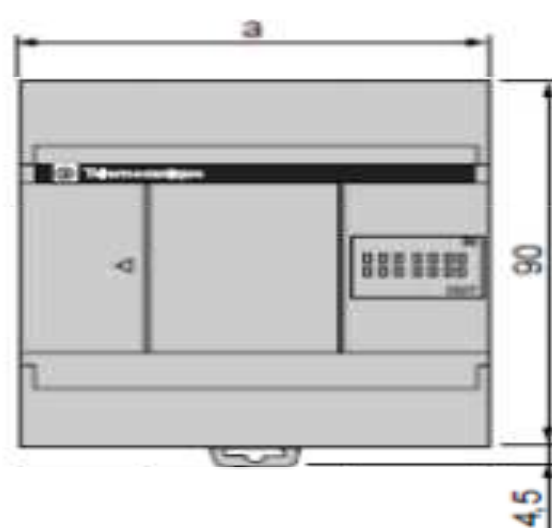
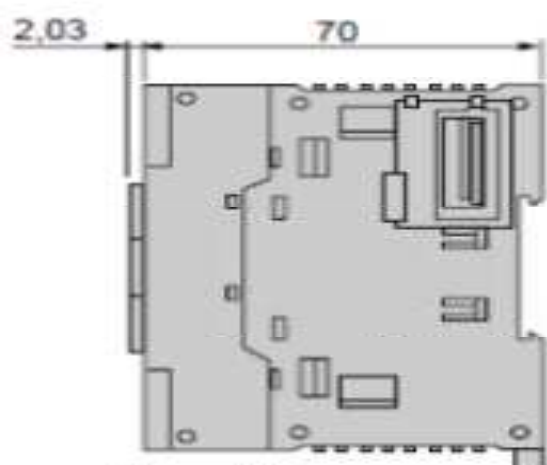
(1) 6.000 instrucciones con cartucho de ampliación de memoria TWD XCP MFK64.

4.7 DIMENSIONES Y CONEXIONES

Cuadro de Dimensiones y Conexiones

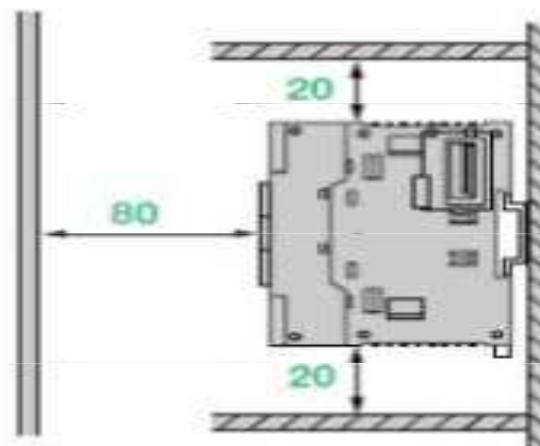
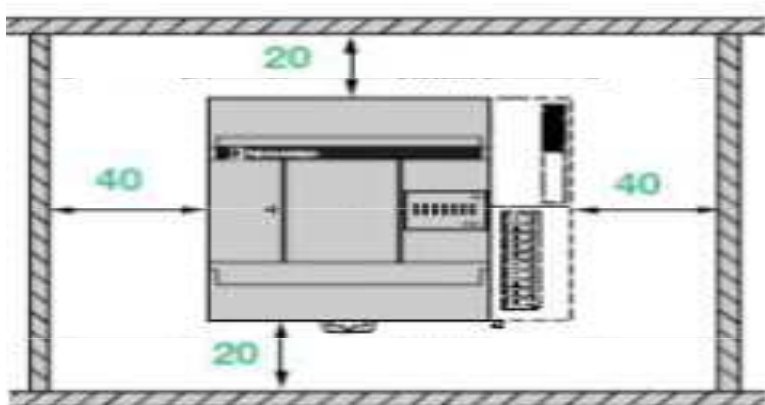
Dimensiones

TWD LC●A 10DRF/16DRF/24DRF y TWD LCA● 40DRF



	a
TWD LC●A 10DRF	80
TWD LC●A 16DRF	80
TWD LC●A 24DRF	95
TWD LC●A 40DRF	157
TWD LC●E 40DRF	157

Normas de implantación

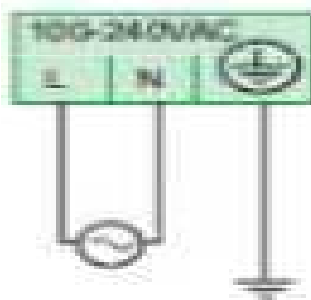


Conexiones

Conexiones de las fuentes de alimentación

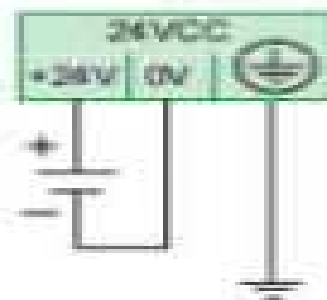
TWD LCA● ●●DRF

Alimentación ~ 100...240 V



TWD LCA● ●●DRF

Alimentación = 24 V



4.7.1 Conexiones de las Entradas Y Salidas

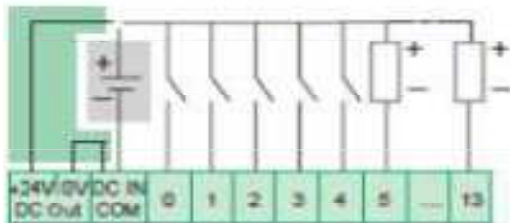
Cuadro de Conexiones de las Entradas y Salidas

Conexiones (continuación)

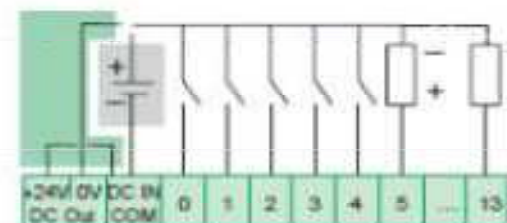
Conexiones de las entradas — 24 V

TWD LC_A 10DRF/16DRF/24DRF

Conexión con entradas sink (lógica positiva)

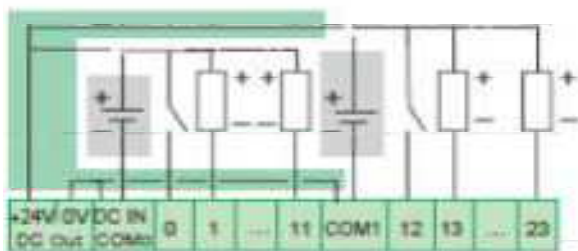


Conexión con entradas fuente (lógica negativa)

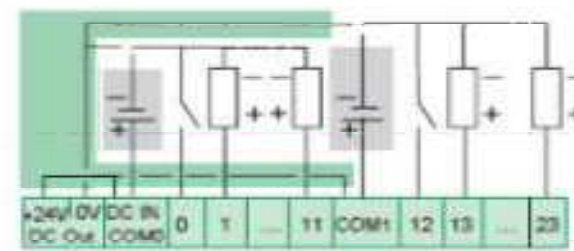


TWD LC_A 40DRF

Conexión con entradas sink (lógica positiva)



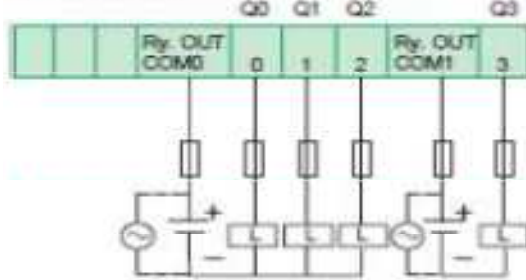
Conexión con entradas fuente (lógica negativa)



Conexiones de las salidas

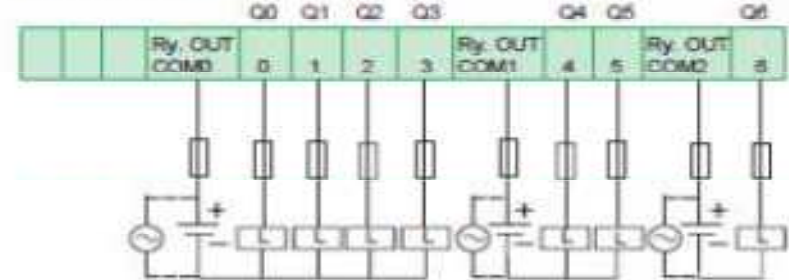
TWD LC_A 10DRF

Alimentación



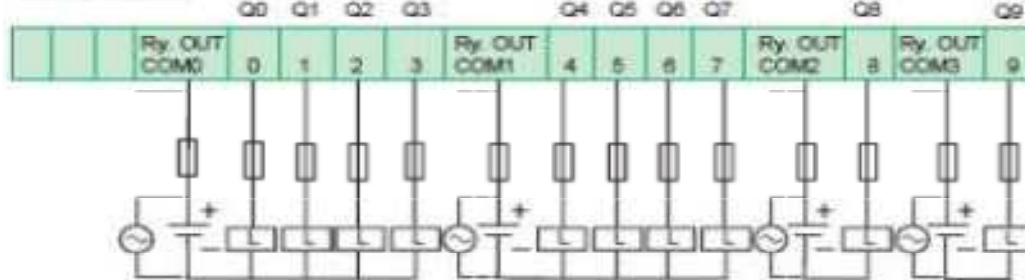
TWD LC_A 16DRF

Alimentación



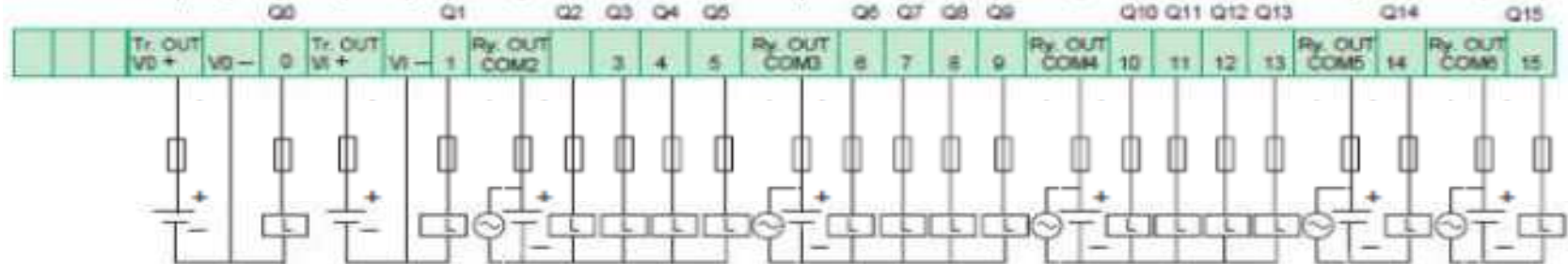
TWD LC_A 24DRF

Alimentación



TWD LC_A 40DRF/TWD LC_E 40DRF

Alimentación



4.8 Módulos de Entradas y Salidas

4.8.1 PRESENTACION

Los módulos de entradas/salidas TON Twido constan de módulos de entradas, módulos de salidas y módulos mixtos de entradas/salidas. Gracias a la oferta de 15 módulos de entradas/salidas que completan las entradas/salidas integradas en la base compacta de 24 entradas/salidas y en las bases modulares, cada usuario puede adaptar éstas a las necesidades de su aplicación, optimizando así los costes. Los módulos de entradas/salidas TON se definen de la siguiente manera:

- 1 módulo de entradas TON a 120 V, 8 vías, equipado con un bornero con tornillos desenchufable.
- 4 módulos de entradas TON c 24 V, que incluyen un módulo de 8 vías, dos módulos de 16 vías y un módulo de 32 vías, equipados, según el modelo, con borneros con tornillos desenchufables o conectores tipo HE 10. Estos módulos pueden ser tanto “sink como fuente”.
- 8 módulos de salidas TON, que incluyen dos módulos de salidas de 8 y 16 relés, tres módulos de salidas de transistores “sink” de 8, 16 o 32 vías y tres módulos de salidas de transistores “fuente” de 8, 16 o 32 vías, equipados, según el modelo, con borneros con tornillos desenchufables o conectores tipo HE 10.
- 2 módulos mixtos de entradas/salidas TON, que incluyen un módulo de 4 vías de entradas/4 vías de salidas de relé con bornero con tornillos desenchufable y un módulo de 16 vías de entradas/8 vías de salidas de relé con bornero de resorte no desenchufable.

La escasa anchura de los módulos de entradas/salidas (17,5 mm, 23,5 mm, 29,7 mm o 39,1 mm) permite realizar configuraciones Twido que abarquen hasta 264 entradas/salidas en unas dimensiones mínimas de 364,9 _ 90 _ 81,3 mm (An _ Al _ F).

Todos los módulos de entradas/salidas TON, al igual que los módulos de entradas/salidas analógicas, se pueden conectar a la base del controlador Twido o a las entradas/salidas distribuidas Advantys OTB apilándolos en un perfil 7 partiendo de la parte lateral derecha de las bases y siguiendo las siguientes normas:

- Las bases compactas de 24 E/S, **TWD LCpA 24DRF**: 4 módulos máx.
- Las bases compactas de 40 E/S, **TWD LCpp 40DRF**: 7 módulos máx.
- Las bases modulares de 20 E/S, **TWD LMDA 20DpK**: 4 módulos máx.
- Las bases modulares de 20 y 40 E/S, **TWD LMDA 20DRT/40DpK**: 7 módulos máx.
- Los módulos de interface Advantys **OTB 1p0 DM9LP**: 7 módulos máx.

Los elementos electrónicos internos y las vías de entradas/salidas de todos los módulos de entradas/salidas TON están aislados mediante fotoacoplador.

4.8.2 DESCRIPCION

Los módulos de entradas/salidas TON Twido incluyen:

1 Un conector de ampliación para conectarse al módulo anterior (1).

2 Uno o dos bloques de visualización de las vías y de diagnóstico del módulo.

3 Uno o dos elementos de conexión que, según el modelo, pueden ser de tipo:

- bornero con tornillos desenchufable (1 o 2) para los módulos cuya referencia termina en **T**,
- conector tipo HE 10 (1 o 2) para los módulos cuya referencia termina en **K**,
- bornero de resorte no desenchufable para el módulo **TWD DMM 24DRF**.

4 Dispositivo mecánico de enclavamiento al módulo anterior.

Estos módulos se montan sobre perfil 17 simétrico. El kit de fijación **TWD XMT 5** (lote de 5) permite el montaje sobre placa o panel. Para los módulos con bornero con tornillos desenchufable, éste se suministra con el módulo.

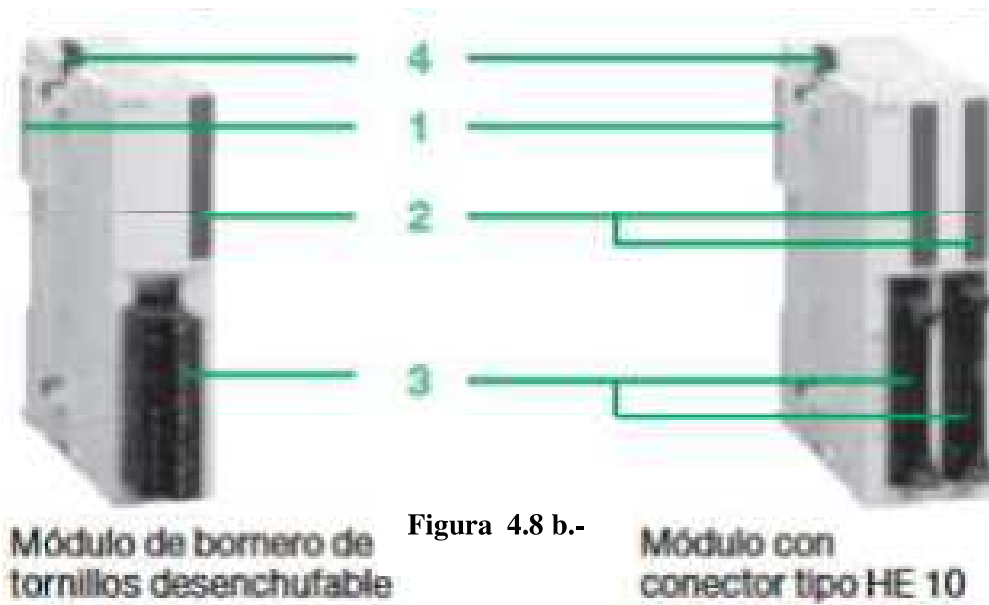


Figura 4.8 a.-

Módulo de bornero de tornillos desenchufable

Figura 4.8 b.-

Módulo con conector tipo HE 10

4.9 CARACTERÍSTICAS

Cuadro de Características de las vías de entradas

Características de las vías de entradas ---										
Tipo de módulos		TWD	DAI 8DT	DDI 8DT	DDI 16DT	DDI 16DK	DDI 32DK	DMM 8DRT	DMM 24DRF	
Número de vías de entradas			8		16		32	4	16	
Tensión nominal de entrada		V	~ 120 V	--- 24 sink/fuente						
Conexión			Bornero con tornillos desenchufable			Conector tipo HE 10		Born. torn. desenchuf.	Bornero de resorte	
Comunes			2	1		2		1		
Valores límite de entradas		V	~ 85... 132 V	--- 20,4...28,8						
Corriente nominal de entrada		mA	7,5	7		5		7		
Impedancia de entrada		kΩ	11	3,4		4,4		3,4		
Tiempo de filtrado		En estado 1	ms	25	8					
		En estado 0	ms	30	8					
Aislamiento		Entre vías	Ninguno							
		Entre vías y lógica interna	V ef	500 durante 1 min						
Consumo interno para todas las entradas		En estado 1 --- 5 V	mA	55	25	40	35	65	25 (1)	65 (1)
		--- 24 V	mA	0					20 (1)	45 (1)
		En estado 0 --- 5 V	mA	25	5			10	5 (1)	10 (1)

Características de los módulos de salidas de transistor									
Tipo de módulos		TWD	DDO 8UT	DDO 8TT	DDO 16UK	DDO 16TK	DDO 32UK	DDO 32TK	
Número de vías de salidas			8		16		32		
Lógica de salida (2)			Sink	Fuente	Sink	Fuente	Sink	Fuente	
Conexión			Bornero con tornillos desenchufable			Conectores tipo HE 10			
Comunes			1		2		4		
Valores nominales de salidas		Tensión	V	24					
		Corriente	A	0,3	0,7	0,1	0,5	0,1	0,5
Valores límite de las salidas		Tensión	V	20,4...28,8					
		Corriente por vía	A	0,36	0,7	0,12	0,5	0,12	0,5
		Corriente por común	A	2,9	4	2			
Tiempo de respuesta		En estado 1	μs	300					
		En estado 0	μs	300	450	300	450	300	450
Tensión residual		En estado 1	V	< 1	< 0,2	< 1	< 0,2	< 1	< 0,2
Carga inductiva		H		< 2		< 2		< 2	
Protección interna de las salidas contra sobrecargas y cortocircuitos			No	Sí	No	Sí	No	Sí	
Potencia máxima de la lámpara de filamento		W	8	16	8	16	8	16	
Tensión de aislamiento		Entre vías	Ninguno						
		Entre vías y lógica interna	V ef	500 durante 1 min					
Consumo para todas las salidas		En estado 1 --- 5 V	mA	10			10	20	
		--- 24 V	mA	20			40	70	
		En estado 0 --- 5 V	mA	5			5	10	

Características de las vías de las salidas de relé								
Tipo de módulos		TWD	DRA 8RT	DRA 16RT	DMM 8DRT	DMM 24DRF		
Número de vías de salidas			8 contactos NA	16 contactos NA	4 contactos NA	8 contactos NA		
Conexión			Bornero con tornillos desenchufable			Bornero de resorte		
Corrientes de salida		Corriente por vía	A				2 (5 máx. en corriente de punta)	
		Corriente por común	A	7	8	7		
Comunes			1	2	1	2		
Carga de conmutación mínima		mA	0,1 por --- 0,1 V (valor de referencia)					
Resistencia del contacto		En estado nuevo	mΩ				40 máx.	
Cargas en salidas de relé		Resistiva (ej.: elemento de calefacción)	A				2 a ~ 240 V o 2 a --- 30 V (con 1.800 maniobras máx./hora): - vida útil eléctrica mín.: 1 × 10 ⁶ maniobras - vida útil mecánica mín.: 20 × 10 ⁶ maniobras	
		Inductiva con protección (3) (ej.: relé, electroválvula)						
		Inductiva sin dispositivo de protección						
		Capacitiva (ej.: arrancadores TeSys U, electroválvulas Festo) ---						
Tiempo de respuesta		ms	< 7					
Tensión de aislamiento		Entre vías y lógica interna	V ef				1.500 durante 1 min	
Consumo para todas las salidas		En estado 1 --- 5 V	mA	30	45	Ver los valores anteriores (vías de entrada)		
		--- 24 V	mA	40	75	Ver los valores anteriores (vías de entrada)		
		En estado 0 --- 5 V	mA	5	5	Ver los valores anteriores (vías de entrada)		

Cuadro de Referencias

Referencias

Los módulos de entradas/salidas "Todo o Nada" se montan sobre perfil simétrico a la derecha de las bases de controlador Twido. El número máximo de módulos de entradas/salidas TON y/o analógicas que está permitido montar depende del tipo de base:

Tipo de base TWD	Compacta				Modular		
	LC ₀ A 10DRF	LC ₀ A 16DRF	LC ₀ A 24DRF	LC ₀ 40DRF	LMDA 20D ₀ K	LMDA 20DRT	LMDA 40D ₀ K
Número de módulos	0	0	4	7	4	7	7

Módulos de entradas "Todo o Nada"

Tensión de entrada	N.º de vías	N.º de puntos comunes	Conexión	Referencia	Peso kg
— 24 V sink/fuente	8	1	Por bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DDI 8DT	0,085
	16	1	Mediante bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DDI 16DT	0,100
			Mediante conector tipo HE 10	TWD DDI 16DK (1)	0,065
	32	2	Por conector tipo HE 10	TWD DDI 32DK (1)	0,100
~ 120 V	8	2	Por bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DAI 8DT	0,081

Módulos de salidas "Todo o Nada"

Tipo de salida	N.º de vías	N.º de puntos comunes	Conexión	Referencia	Peso kg
Transistores — 24 V/0,3 A	8, sink	1	Mediante bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DDO 8UT	0,085
	8, fuente	1	Por bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DDO 8TT	0,085
Transistores — 24 V/0,1 A	16, sink	1	Por conector tipo HE 10	TWD DDO 16UK	0,070
	16, fuente	1	Por conector tipo HE 10	TWD DDO 16TK (1)	0,070
	32, sink	2	Por conector tipo HE 10	TWD DDO 32UK	0,105
	32, fuente	2	Por conector tipo HE 10	TWD DDO 32TK (1)	0,105
Relé 2 A (lth) ~ 230 V/— 30 V	8 (contacto NA)	2	Por bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DRA 8RT	0,110
	16 (contacto NA)	2	Por bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DRA 16RT	0,145

Cuadro de Referencias

Módulos mixtos de entradas/salidas "Todo o Nada"						
N.º de E/S	N.º, tipo de entradas	N.º, tipo de salidas	N.º de puntos comunes	Conexión	Referencia	Peso kg
8	4, = 24 V sink/fuente	4 de relé (contacto NA) 2 A (lthe)	Entradas: 1 común Salidas: 1 común	Por bornero con tornillos desenchufable (suministrado)	TWD DMM 8DRT	0,095
24	16, = 24 V sink/fuente	8 de relé (contacto NA) 2 A (lthe)	Entradas: 1 común Salidas: 2 comunes	Por bornero de resorte no desenchufable	TWD DMM 24DRF	0,140



TWDDDI 8DT



TWDDDI 32DK



TWDDDO 8T/DRA 8RT



TWDDDO 16K



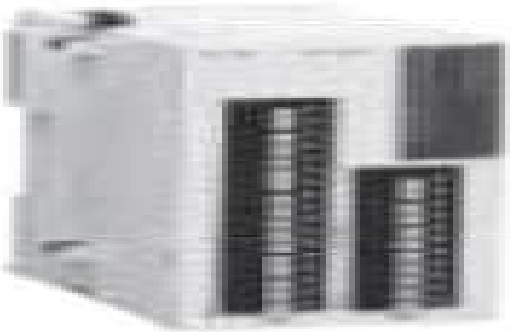
TWDDDO 32K



TWDDRA 16RT



TWDDDM 8DRT



TWDDDM 24DRF

Cuadro de Referencias

Referencias (continuación)

Elementos sueltos

Designación	Descripción	Referencia	Peso kg
Kit de fijación	Para montaje de los módulos TON en placa o panel. Venta por lotes de 5	TWD XMT 5	-
Sistema de precableado Advantys Telefast ABE 7 para Twido	Bases de conexión Bases de entradas/salidas Soluciones de precableado Cables y accesorios	Ver pág. 5/12	-

Conectores tipo HE 10

Designación	Número de contactos	Referencia	Peso kg
Conectores HE 10 hembra (venta por lotes de 5)	20	TWD FCN 2K20	-
	26	TWD FCN 5K26	-


Cables preequipados para módulos de E/S TON con conectores HE 10

Designación	Asociación Twido	Calibre Sección	Longitud cable	Referencia	Peso kg
Cables preequipados, 1 cable preequipado: un extremo con conector HE10, un extremo con hilos libres	Bases modulares	AWG 22 0,035 mm ²	3 m	TWD FCW 30M	0,405
	TWD LMDA 20DTK/40DTK	AWG 22 0,035 mm ²	5 m	TWD FCW 50M	0,670
	Ampliaciones de E/S	AWG 22 0,035 mm ²	3 m	TWD FCW 30K	0,405
	TWD DDI 16DK/32DK TWD DDO 16●K/32●K	AWG 22 0,035 mm ²	5 m	TWD FCW 50K	0,670

Tabla Cables de Conexión

Cables de conexión (1)					
Designación	Asociación Twido	Calibre Sección	Longitud cable	Referencia	Peso kg
Cables preequipados de entradas/salidas TON, 1 cable preequipado: un extremo con conector HE 10, 26 contactos del lado Twido, un extremo con 2 conectores HE 10, 20 contactos del lado captadores/ preaccionadores	Bases modulares	AWG 28 0,080 mm ²	1 m	ABF TP26MP100	0,200
	TWD LMDA 20DTK/40DTK	AWG 28 0,080 mm ²	2 m	ABF TP26MP200	0,500
		AWG 28 0,080 mm ²	3 m	ABF TP26MP300	0,800
Cables preequipados de entradas TON, 1 cable preequipado: un extremo con conector HE 10, 20 contactos del lado Twido, un extremo con conector HE 10, 20 contactos del lado captadores	Entradas TWD DDI 16DK/32DK	AWG 28 0,080 mm ²	1 m	ABF TE20EP100	0,080
		AWG 28 0,080 mm ²	2 m	ABF TE20EP200	0,140
		AWG 28 0,080 mm ²	3 m	ABF TE20EP300	0,210
Cables preequipados de salidas TON 1 cable preequipado: un extremo con conector HE 10, 20 contactos del lado Twido, un extremo con conector HE 10, 20 contactos del lado preaccionadores	Salidas TWD DDO 16TK/32TK	AWG 28 0,080 mm ²	1 m	ABF TE20SP100	0,080
		AWG 28 0,080 mm ²	2 m	ABF TE20SP200	0,140
		AWG 28 0,080 mm ²	3 m	ABF TE20SP300	0,210

Características de las entradas analógicas

Aplicaciones		Módulo de entradas analógicas			
					
Tipo	2 entradas		4 entradas		8 entradas
Tipo	Tensión/corriente		Temperatura	Tensión/corriente Temperatura	Tensión/corriente
Conexión	Bornero con tornillos desenchufable				
Entradas	Gama	0...10 V (no diferenciales) 4...20 mA (diferenciales)	Termopar de tipo K, J y T	0...10 V (no diferenciales) 0...20 mA (diferenciales) Pt 100/1.000 Ni 100/1.000	0...10 V (no diferenciales) 0...20 mA (diferenciales)
	Resolución	12 bits (4.096 puntos)	12 bits (4.096 puntos)	12 bits (4.096 puntos)	10 bits (1.024 puntos)
	Periodo de adquisición	32 ms + la duración de 1 ciclo del controlador	200 ms por vía	160 ms por vía	
Salidas	Gama				
	Resolución				
	Tiempo de transmisión				
Alimentación externa	Alimentación externa de los sensores/preaccionadores — 24 V (valores límite 20,4...28,8 V)				
Aislamiento	Entre vías	Sin aislar			
	Entre vías y alimentación de sensores	Sin aislar	Aislado	Sin aislar	
	Entre vías y bus de entradas/salidas	Aislado			
Tipos de módulos de entradas/salidas analógicas		TWD AMI 2HT	TWD AMI 2LT	TWD AMI 4LT	TWD AMI 8HT

CAPITULO 5

5.0 Módulos de ampliación de entradas/salidas analógicas

Los módulos de ampliación de entradas/salidas analógicas Twido permiten obtener diferentes valores analógicos presentes en las aplicaciones industriales.

Los módulos de salidas analógicas se utilizan para dirigir los preaccionadores en unidades físicas, como variadores de velocidad, válvulas y aplicaciones que requieran control de procesos. La corriente o la tensión en las salidas son proporcionales al valor numérico definido en el programa de usuario. Parando el controlador Twido, las salidas se pueden configurar para replegarse (retorno al valor más bajo de la escala o mantenimiento en ese valor). Esta función, con mantenimiento del valor, se utiliza para poner a punto la aplicación o cuando se produce un fallo, para no interferir en el proceso dirigido.

Los 8 módulos de entradas/salidas analógicas se definen de la siguiente manera:

- Un módulo de 2 entradas 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo de 2 entradas de termopar tipo K, J y T.
- Un módulo de 4 entradas 0...10 V, 0...20 mA, Pt 100/1000, Ni100/1000 rango 50...150 °C.
- Un módulo de 8 entradas 0...10 V, 0...20 mA.
- Un módulo de 8 entradas PTC/NTC.
- Un módulo de 1 salida 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo de 2 salidas ± 10 V.
- Un módulo mixto de 2 entradas 0...10 V, 4...20 mA y 1 salida 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo mixto de 2 entradas de termopar o termosonda y 1 salida 0...10 V, 4...20 mA.
- Un módulo mixto de 4 entradas 0...10 V, 4...20 mA y 2 salidas 0...10 V, 4...20 mA.

Al igual que los módulos de entradas/salidas TON, los módulos de entradas/salidas analógicas, se pueden conectar a la base del controlador apilándolos sobre un perfil 7, partiendo de la parte lateral derecha de las bases y siguiendo las siguientes normas:

- Las bases compactas de 24 E/S, **TWD LCpA 24DRF**: 4 módulos máx.
- Las bases compactas de 40 E/S, **TWD LCpp 40DRF**: 7 módulos máx.
- Las bases modulares de 20 E/S, **TWD LMDA 20DpK**: 4 módulos máx.
- Las bases modulares de 40 E/S, **TWD LMDA 20DRT/40DpK**: 7 módulos máx.
- Los módulos de interface Advantys **OTB 1p DM9LP**: 7 módulos máx. o 24 vías de entradas de 24 vías de salidas máx.

5.0.1 DESCRIPCION

Los módulos de entradas/salidas analógicas Twido incluyen:

- 1 Un conector de ampliación para conectarse al módulo anterior (1).
- 2 Un bloque de visualización de diagnóstico de las vías y del módulo.
- 3 Un (o dos, según el modelo) bornero(s) con tornillos desenchufable para la conexión de la alimentación externa c 24 V, de los captadores y preaccionadores.
- 4 Un dispositivo mecánico de enclavamiento al módulo anterior.

Estos módulos se montan sobre perfil 7 simétrico. El kit de fijación **TWD XMT 5** (lote de 5) permite el montaje sobre placa o panel.




Figura 5.0.1 Módulos de Entradas y Salidas analógicas

Cuadro de características de los módulos de entradas analógicas

Características de los módulos de entradas analógicas de 8 vías				
Tipo de módulos		TWD ARI 8HT	TWD AMI 8HT	
Número de vías		8 entradas	8 entradas	
Gama	Temperatura	NTC, PTC, 100 Ω < R < 10 kΩ	Corriente	Tensión
			0...20 mA	0...10 V
Tipo		Diferencial	No diferencial	
Resolución		10 bits		
Valor LSB		-	19,5 μA	9,7 mV
Conexión		Borneo con tornillos desenchufable		
Sobrecarga permanente permitida		-	40 mA	13 V
Impedancia de entrada		>1 MΩ	470 Ω	>10 kΩ
Duración máxima del muestreo		ms	160 por vía + la duración de 1 ciclo del controlador	
Repetición del muestreo:		ms	8	
Periodo de adquisición		ms	1.280 + la duración de 1 ciclo del controlador	
Precisión de medida	Error máximo a 25 °C	% PE/°C	1	
	Incidencia de la temperatura	% PE	±0,005	
	Repetitividad tras el tiempo de estabilización	% PE	2 bits de peso débil	
	No linealidad	% PE	±0,002	
	Error total	% PE	±1	
Rechazo de modo común 50/60 Hz		-90 dB	±15 V	-90 dB
Diafonía		1 bit de peso débil máx.		
Rigidez eléctrica	Entre las entradas y el circuito de alimentación	V ef.	2.500 V	
Protección		Fotoacoplador entre la entrada y el circuito interno		
Alimentación externa		V	Tensión nominal: ± 24, valores límite: ± 20,4.. 28,8	
Consumo	Alimentación interna ± 5 V	mA	50	
	Alimentación externa ± 24 V	mA	50	

Cuadro de Referencias de las entradas y salidas analógicas

Referencias

Estos módulos de ampliación de entradas/salidas analógicas se montan sobre perfil  simétrico a la derecha de las bases de controladores Twido. Los captadores/preaccionadores se conectan en el bornero con tornillos desenchufable (suministrado con cada módulo). El número máximo de módulos de entradas/salidas analógicas depende del tipo de base:

Tipo de base	Compacta				Modular			
	TWD	LC ₀ A 10DRF	LC ₀ A 16DRF	LC ₀ A 24DRF	LC ₀₀ 40DRF	LMDA 20D ₀ K	LMDA 20DRT	LMDA 40D ₀ K
Número de módulos		0	0	4	7	4	7	7

Módulo de entradas analógicas

Tipo de vías	Rango de entradas	Rango de salidas	Resolución	Referencia	Peso kg
2 entradas	0...10 V 4...20 mA	-	12 bits	TWD AMI 2HT	0,085
	Termopar K, J, T	-	12 bits	TWD AMI 2LT	0,085
4 entradas	0...10 V 0...20 mA Temperatura	-	12 bits	TWD AMI 4LT	0,085
8 entradas	0...10 V 0...20 mA	-	10 bits	TWD AMI 8HT	0,085
8 entradas	PTC/NTC	-	10 bits	TWD ARI 8HT	0,085

Módulos de salidas analógicas

1 salida	-	0...10 V 4...20 mA	12 bits	TWD AMO 1HT	0,085
2 salidas	-	±10 V	11 bits + signo	TWD AVO 2HT	0,085

Módulos de entradas/salidas analógicas

2 entradas y 1 salida	0...10 V 4...20 mA	0...10 V 4...20 mA	12 bits	TWD AMM 3HT	0,085
	Termopar K, J, T Termosonda 3 hilos Pt 100 Sin aislamiento entre las vías de entradas	0...10 V 4...20 mA	12 bits	TWD ALM 3LT	0,085
4 entradas y 2 salidas	0...10 V 4...20 mA	0...10 V 4...20 mA	12 bits	TWD AMM 6HT	0,085

Elementos sueltos

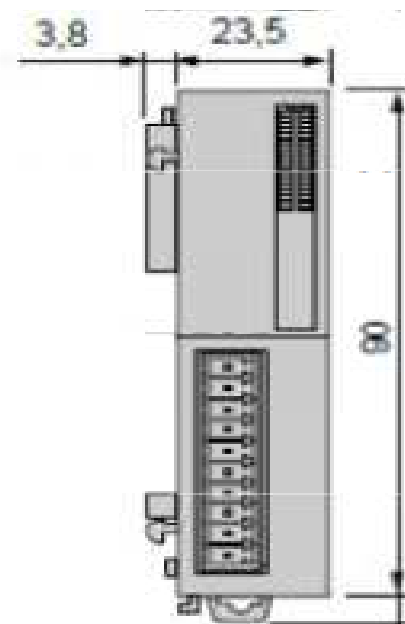
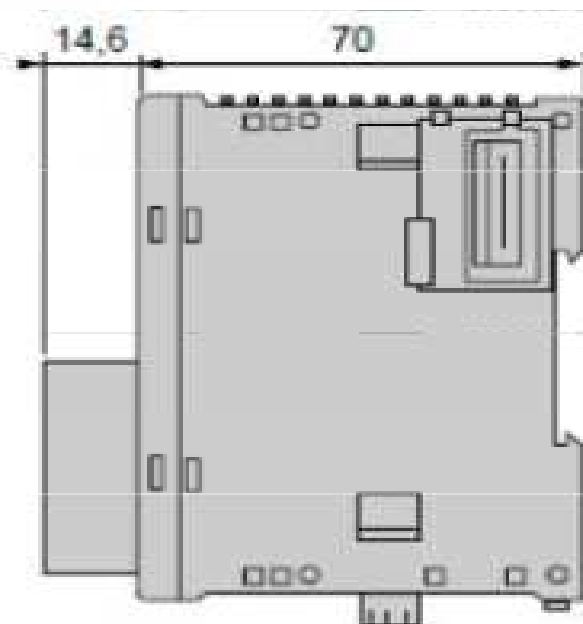
Designación	Descripción	Referencia	Peso kg
Kit de fijación	Para montaje de los módulos analógicos en placa o panel. Venta por lotes de 5	TWD XMT 5	-

Figura 5.1.1 Modelos de Módulos de entrada y Salida analógicas



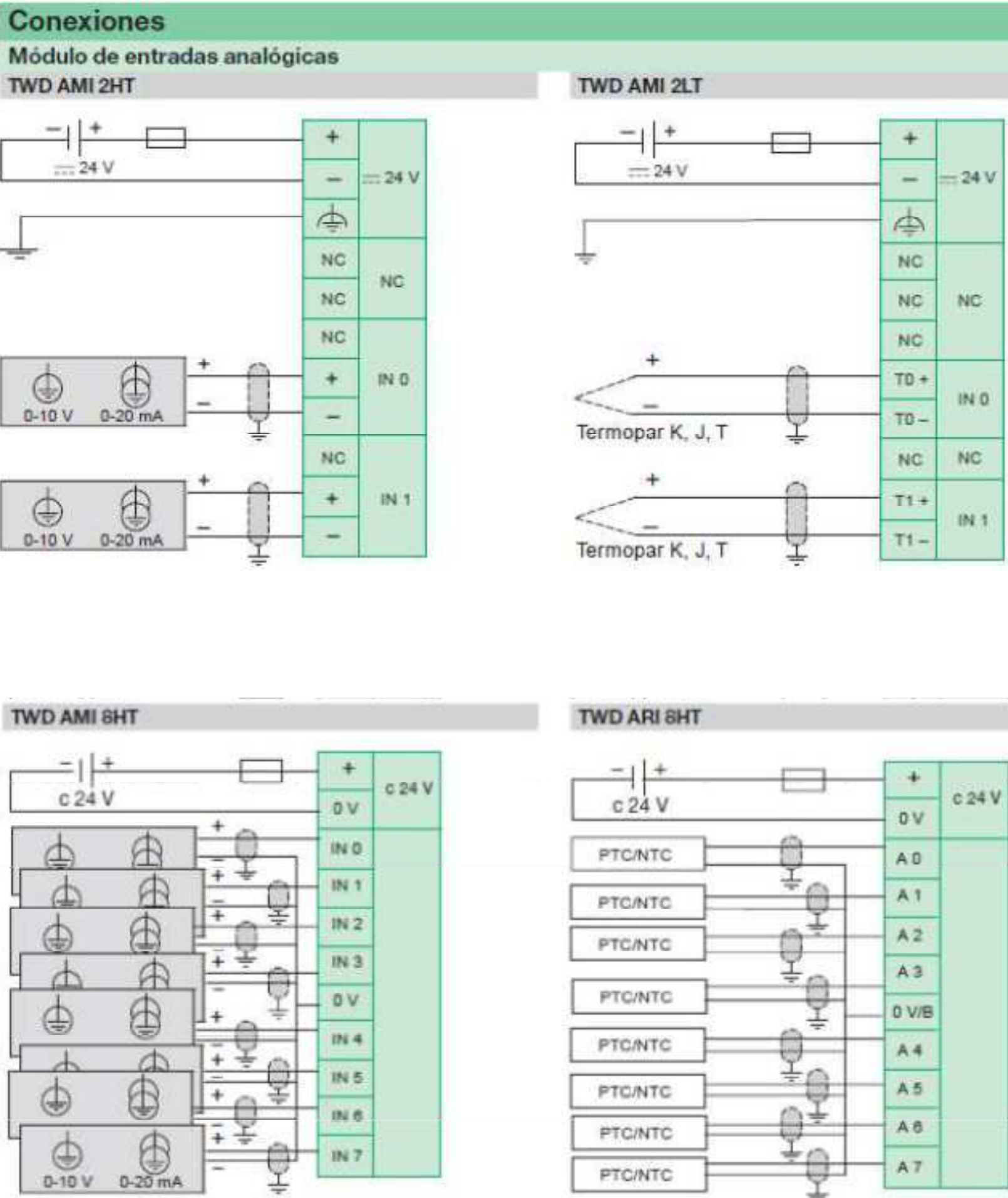
Dimensiones

Módulos de entradas/salidas analógicas



5.1.3 CONEXIONES

Cuadro de Conexiones de las entradas analógicas



5.2 BASE COMPACTA TWIDO CON PUERTO ETHERNET INTEGRADO

5.2.1 Cuadro de Aplicaciones

Aplicaciones		Bases compactas de 40 E/S con puerto Ethernet TCP/IP integrado	Módulo Ethernet TCP/IP TwidoPort
			
Tipo		Ethernet TCP/IP	
Estructura	Interface físico	10BASE-T/100BASE-TX	
	Tipo de conector	RJ45	
	Modo de acceso	CSMA-CD	
	Caudal binario	10/100 Mbits/s	
Medio		Cable de cobre de doble par trenzado, categoría CAT 5E Fibra óptica, a través del sistema de cableado ConneXium	
Configuración	Número máximo de equipos	-	
	Longitud máxima	100 m (cable de cobre), 4.000 m (fibra óptica multimodo), 32.500 m (fibra óptica monomodo)	
	Número de enlaces del mismo tipo por estación	1 (puerto integrado)	1 módulo de interface TwidoPort
	Otro puerto integrado	Enlace serie	-
Servicios básicos		Mensajería Modbus TCP/IP (lectura/escritura de palabras de datos)	
Clase de conformidad		Clase TransparentReady A10	
Servicios de comunicación Transparent Ready	Servicio FDR	Asignación de dirección IP por servidor FDR	
Compatibilidad con base Twido		-	Base compacta 10/16/24/40 E/S Base modular de 20/40 E/S
Tipo de base o módulos		TWD LCDE 40DRF alimentación = 24 V	TWD LCAE 40DRF alimentación ~100...240 V
			499 TWD 01100

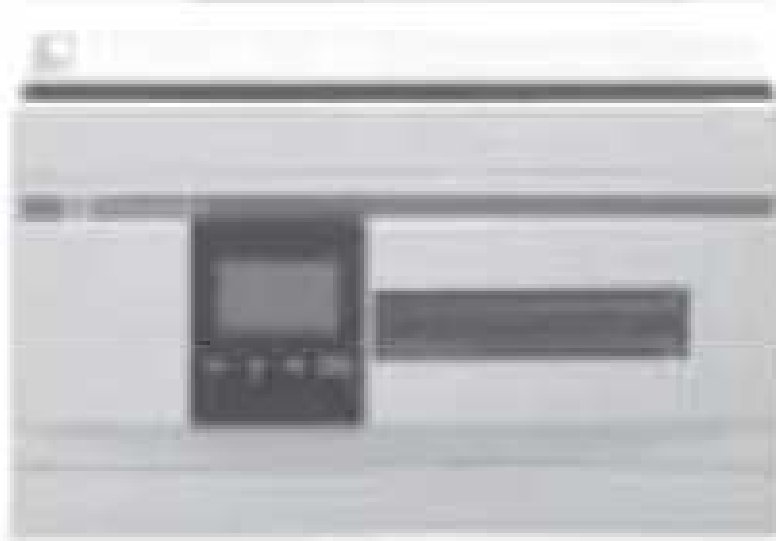


Figura 5.2.1 Base compacta Twido con visualización

La gama de los controladores programables Twido ofrece una base compacta con puerto Ethernet integrado. Con unas dimensiones reducidas de 157 _ 90 _ 70 mm, las bases **TWD LCAE 40DRF** (alimentación a 100...240 V) y **TWD LCDE 40DRF** (alimentación c 24 V) incluyen las entradas/salidas “Todo o Nada” siguientes:

- 24 entradas a 24 V.
- 14 salidas relé.
- 2 salidas de transistor a 24 V. Estas bases con función de reloj calendario integrada pueden recibir:
- Hasta 7 módulos de ampliación de entradas/salidas, lo que eleva así la capacidad hasta 152 entradas/salidas (modelo de bornero con tornillo) o 264 (modelo de conector HE 10).
- El conjunto de los elementos sueltos de la gama Twido (cartucho de memoria o reloj calendario, adaptadores de enlace serie, visualizador numérico).

5.2.2 DESCRIPCION

Las bases compactas Twido con puerto Ethernet integrado **TWD LCAE/LCDE 40DRF** incluyen:

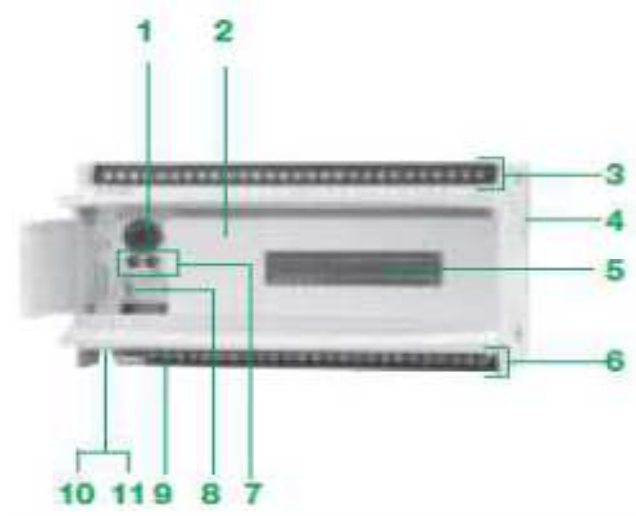


Figura 5.2.2 Bases Compactas con puerto Ethernet Integrado

Un conector de tipo mini-DIN para puerto de enlace serie RS 485 (para conectar el terminal de programación).

2 Un emplazamiento para visualizador numérico de diagnóstico y mantenimiento.

3 Un bornero con tornillos para alimentar los captadores c 24 V (sólo en la base TWD LCAE 40DRF) y para conectar los captadores de entradas (protegido con cubrebornes giratorio).

4 Un conector para módulos de ampliación (7 módulos máx.; E/S TON, E/S analógicas, bus CANopen, bus AS-Interface).

5 Un bloque de visualización.

6 Un bornero de tornillos para conectar los preaccionadores de las salidas (protegido por cubre bornes giratorio).

7 Dos puntos de ajuste analógico.

8 Un conector para la ampliación del 2.º puerto de enlace serie RS 232C/RS 485.

9 Un bornero con tornillos para la conexión de la alimentación de red (a o c).

Con acceso por la parte inferior del controlador:

10 Un conector para cartucho de memoria.

11 Un conector normalizado para interface 10BASE-T/100BASE-TX (RJ45).

Cuadro de Características y Referencias de las bases Compatas con puerto Integrado

Características			TWD LCAE 40DRF	TWD LCDE 40DRF
Tipo de base			A10	
Servicios Transparent Ready	Clase		Sin servidor web	
	Servicios web			
	Servicios básicos de comunicación Ethernet TCP/IP		Mensajería Modbus (lectura/escritura de palabras de datos) Cliente BOOTP para la asignación de direcciones IP por servidor FDR (1)	
Estructura	Interface físico		10BASE-T/100BASE-TX, conector normalizado de tipo RJ45	
	Caudal binario		10/100 Mbits/s con reconocimiento automático	
	Medio		Par trenzado	
Base compacta	Tensión de alimentación	Nominales	~ 100...240 V, 50/60 Hz	= 24 V
		Límites	~ 85...264 V, 47...63 Hz	19,2...30 V
	Alimentación de captadores = 24 V		250 mA	-
	Entradas		24 entradas = 24 V, 11 y 7 mA, tipo 1 (lógica positiva o negativa)	
	Salidas		14 salidas de relé ~ 230 V o = 30 V, 2 A 2 salidas de transistor = 24 V, 1 A (lógica positiva)	
	Módulos de ampliación		7 módulos máx.: E/S TON (ver pág. 2/9), E/S analógicas (ver pág. 2/20), bus CANopen (ver pág. 3/9) y sistema AS-interface (ver pág. 3/13)	
	Otras características		Ver págs. 1/8 a 1/10	
	LED de visualización		Estado de controlador (PWR, RUN, ERR y STAT), entradas/salidas (IN/OUT) Estado de red Ethernet (LAN ST), flujo 10 o 100 Mbit/s (L ACT)	

Referencias



TWD LCDE 40DRF

Designación	N.º de E/S TON	Tensión de alimentación	Referencia	Peso kg
Bases compactas con puerto Ethernet integrado	24 E ~ 24 V	~ 100...240 V	TWD LCAE 40DRF	0,525
	14 S de relé 2 S estáticas = 24 V	= 24 V	TWD LCDE 40DRF	0,525
Clase A10 Transparent Ready				

Elementos sueltos: adaptador de interface serie, cartucho de memoria, visualizador numérico, ver pág. 1/11.

(1) Función automática MDI/MDX no admitida.

5.3 Software de programación TwidoSuite

5.3.1 PRESENTACIÓN

El software de programación TwidoSuite es una herramienta fácil de usar diseñada para ayudarle a desarrollar proyectos realizados a partir de controladores Twido.

Garantiza con toda tranquilidad la continuidad de las aplicaciones ya creadas con TwidoSoft.

Este software tiene por objeto reducir de forma significativa el tiempo de desarrollo de los proyectos simplificando todas las intervenciones.

TwidoSuite es el primer software:

- Organizado según el ciclo de desarrollo del proyecto. La navegación por el software es tan sencilla que se convierte en innata.
- Que ofrece un interface definitivamente moderno, agradable e intuitivo para una utilización:
 - más cómoda,
 - más rápida: el interface simplificado permite encontrar en un abrir y cerrar de ojos la información necesaria,
 - más eficaz, gracias a las numerosas herramientas y sugerencias propuestas.

TwidoSuite es un software que funciona con las configuraciones mínimas siguientes:

- Microsoft Windows® 2000, Microsoft Windows® XP (Service Pack 2 recomendado).
- Procesador de tipo Pentium a 466 MHz, disco duro con 100 Mb disponibles y 128 Mb de memoria RAM.
- Pantalla de resolución 800 _ 600 como mínimo.

5.3.2 Conexión de un terminal de PC al controlador

Existen varios medios de conexión entre el terminal de PC y los controladores en las fases de programación, puesta a punto y mantenimiento.

5.3.3 Enlace por cables de conexión

El terminal de PC se conecta a las bases Twido a través de los siguientes elementos:

- Puerto USB utilizando el convertidor USB/RS 485 **TSX CUSB 485** y el cable Mini-DIN/RJ45 de 2,5 m de longitud **TSX CRJMD25**.
- Puerto de enlace serie RS 232 a través del cable multifunción Mini-DIN/SUB-D de 9 contactos de 2,5 m de longitud **TSX PCX 1031**.

5.3.4 Enlace por módem

Muy práctico, ya que los módems permiten evitar cualquier desplazamiento en el lugar para determinadas intervenciones de mantenimiento.

El módem conectado al controlador Twido se debe declarar en la configuración del hardware. Se inicializará automáticamente por el controlador (cadena de inicialización Hayes).

Con respecto al PC, el software TwidoSuite asocia una conexión específica de módem que se memoriza en el proyecto (que incluye el número de teléfono que se va a utilizar).

5.3.5 Enlace por red Ethernet

Los controladores de base compacta Twido **TWD LCAE 40DRF** y **TWD LCDE 40DRF**, gracias a su puerto Ethernet integrado, ofrecen la posibilidad de una conexión con un terminal de PC utilizando la red Ethernet y el protocolo Modbus TCP/IP.

Gracias a la utilización tan sencilla del módulo de interface “Plug&Play” TwidoPort **499 TWD 01100**, es posible incorporar el conjunto de los controladores Twido (versión de firmware u 3.0) a una red Ethernet TCP/IP.

5.3.6 Enlace inalámbrico Bluetooth

Como solución idónea en la fase de puesta a punto, el enlace inalámbrico Bluetooth aporta toda la comodidad de la libertad de movimiento en un radio de 10 m alrededor del controlador Twido.

La conexión del adaptador Modbus - Bluetooth **VW3 A8 114** al controlador Twido es suficiente, ya que está autoalimentado. Si el PC no está equipado con la tecnología Bluetooth, es necesario utilizar el adaptador USB – Bluetooth **VW3 A8 115**.

5.4 FUNCIONES

5.4.1 Navegación intuitiva y visual

TwidoSuite ofrece una navegación intuitiva y muy visual.

La presentación se optimiza a fin de seleccionar la etapa de desarrollo del proyecto que se desee y con las herramientas adecuadas.

El entorno permite evitar cualquier olvido ofreciendo las tareas para llevar a cabo en función del ciclo de desarrollo del proyecto.

La zona de trabajo se depura para poder efectuar lo necesario de la tarea en curso sin información superflua.

Una zona permite activar rápidamente herramientas adicionales.

Es posible acceder permanentemente a las funciones básicas para una navegación y un acceso a la información más rápidos y sencillos.

5.4.2 Gestión de los proyectos

La “gestión de los proyectos” permite:

- Crear un nuevo proyecto con la posibilidad de introducir información mediante un formulario y adjuntar una foto.
- Abrir un proyecto desde el PC (disco duro, CD-ROM, clave USB, etc.).
- Releer un proyecto desde un controlador Twido.

Un acceso rápido permite encontrar los últimos proyectos utilizados.

5.4.3 Descripción de la arquitectura

Esta función permite:

- Definir el material Twido utilizado en el proyecto (controlador, ampliación de entradas/salidas, opciones, etc.).
- Describir el entorno del controlador, por ejemplo: el terminal de diálogo HMI conectado,
- Los equipos conectados a la red CANopen.

Un “Catálogo” muy visual permite seleccionar el producto adecuado con:

- La referencia del producto,
- La descripción del producto,
- La foto del producto.

Un editor gráfico permite montar fácilmente los diferentes elementos mediante un sencillo “arrastrar y soltar”.

La herramienta “Nomenclatura” desglosa todos los productos utilizados y permite recuperar esta información en Excel para preparar más rápidamente un pedido de material, por ejemplo.

5.4.4 Configuración

La etapa de configuración permite definir los elementos que estarán disponibles para la programación. Existen tres tipos de configuración:

- La configuración de hardware define, por ejemplo, el tipo de captador conectado a una entrada de un módulo de ampliación analógico o incluso la escala de temperatura que debe utilizarse (°C o °F).
- La configuración de los datos permite parametrizar los temporizadores y definir constantes y el número de palabras de memoria que se van a utilizar.
- La configuración del comportamiento indica las condiciones de arranque de la aplicación (automáticamente en la puesta en tensión del controlador o bien según el estado de una entrada), el modo de exploración...

5.5 Programación

La programación es una etapa fundamental que se ha estudiado especialmente para obtener la máxima eficacia. Así, el programa puede ahora organizarse en “Secciones”, lo que simplifica la lectura y la navegación por el programa.

Estas secciones se pueden programar en lenguaje lista de instrucciones (LIST) o en lenguaje de contactos (LADDER).

Para aumentar la productividad, un nuevo Editor “LADDER” permite crear el programa en un tiempo récord. La utilización de la herramienta “Data Browser” sustituye la introducción, en ocasiones tediosa, de una dirección de memoria con un simple “arrastrar y soltar”.

5.5.1 Puesta a punto

A menudo realizada en condiciones difíciles, la puesta a punto ha mejorado actualmente en gran medida.

La tarea de la conexión está muy guiada y permite seguir paso a paso las acciones llevadas a cabo por TwidoSuite (elección del enlace, prueba del controlador conectado, selección de la transferencia efectuada).

El programa también está animado, lo que permite realizar modificaciones eventuales sin detener el controlador (RUN).

Las tablas de animación permiten ver cómodamente los objetos de memoria.

Un pequeño cuadro de instrumentos flotante permite gestionar las acciones en el controlador.

5.5.2 Documentación

Puesto que un informe impreso del proyecto sigue siendo un elemento primordial, es posible configurar algunos elementos del proyecto para impresión, definir la maquetación según las costumbres del usuario y por último lanzar la impresión.

Una función de vista preliminar permite evitar impresiones inútiles.

Al generar un informe HTML se puede recuperar la documentación en Microsoft Word 2000 para completarla y crear un manual de mantenimiento, por ejemplo.

5.5.3 Posicionamiento

Los controladores Twido compactos **TWD LCAp 40DRF**, modulares y Extreme ofrecen dos funciones de software de posicionamiento (frecuencia de 7 kHz) (1) que pueden utilizarse, por ejemplo, para controlar motores paso a paso:

- La función PLS (pulse) con salida de generador de impulsos.
- La función PWM con salida de modulación de amplitud de impulsos. Esta función también sirve para las aplicaciones con control de intensidad luminosa o sonora (función de graduador).

5.5.4 Función PLS (impulso, 7 kHz) (1)

El bloque de función PLS genera impulsos de tasa fija. En algunos casos, la frecuencia puede ser fija, y en otros variable (como sucede con el control de las curvas durante el accionamiento de un motor paso a paso). Se puede programar el bloque de función %PLS para generar un número específico de impulsos.

Los bloques de funciones %PLS están asignados a las salidas %Q0.0.0 o %Q0.0.1 de las bases Twido.

La señal del generador de impulsos tiene un período variable, pero con un ciclo de servicio constante que define la relación entre estado alto y estado bajo del 50% del periodo (ver ilustración a la izquierda).

5.5.5 Función PWM (7 kHz) (1)

El bloque de función PWM genera impulsos de una frecuencia fija, con una relación entre estado alto y estado bajo de la señal de salida variable. La relación entre lo que dura el estado bajo y lo que dura el estado alto es una variable dinámica llamada %PWM.R, comprendida entre el 0% y el 100%.

Los bloques de funciones PWM están asignados a las salidas %Q0.0.0 o %Q0.0.1 de las bases de controlador. La función PWM se puede utilizar para dirigir la salida de los módulos analógicos.

El bloque de función %PWM, que define el usuario, genera una señal en la salida %Q0.0.0 o %Q0.0.1 de las bases Twido (ver ilustración a la izquierda).

5.6 Comunicaciones Industriales

5.6.1 Protocolo de Comunicaciones Industriales

En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

Un importante número de empresas en nuestro país presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación Industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

La irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo
- Diagnóstico remoto de componentes

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes Industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías:

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

En esta oportunidad nos referiremos a los protocolos de comunicación más usados en la industria.

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4 - 20mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal.

Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- HART
- Profibus
- Fieldbus Foundation

Hart

El protocolo HART (High way-Addressable- Remote-Transducer) agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA.

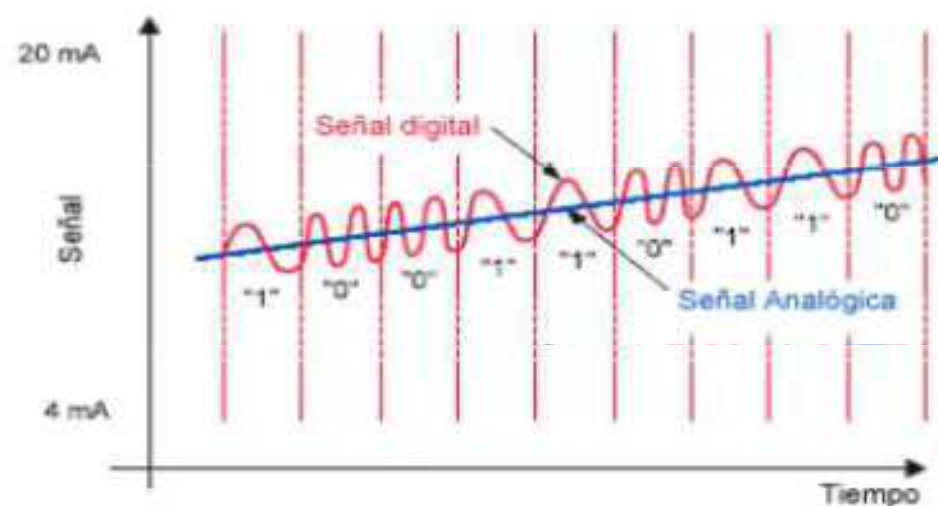


Figura 5.6.1.a Señal digital y Analógica HART

Como la señal promedio de una onda sinusoidal es cero, no se añade ninguna componente DC a la señal analógica de 4-20 mA., lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso. Ver Características en Tabla N°1

Profibus

(Process Field Bus) Norma internacional de bus de campo de alta velocidad para control de procesos normalizada en Europa por EN 50170.

Existen tres perfiles:

- Profibus DP (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCs) o terminales.
- Profibus PA (Process Automation). Para control de proceso, cumple normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1 1 15 8-2, seguridad intrínseca).
- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification). Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización. Ver Características en Tabla N°1

Foundation Fieldbus

Foundation Fieldbus (FF) es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización.

Está orientado principalmente a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento lo permite.

Otros protocolos ampliamente usados aunque de menor alcance son:

- Modbus
- DeviceNet

Modbus

Modbus es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado, puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. La Interfaces de Capa Física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485. Ver características en tabla N° 1

En Modbus los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión:

- Modo RTU
- Modo ASCII

Devicenet

Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc y dispositivos de alto nivel (PLC, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, cuyos datos serán desplegados en la interfaz del usuario. Ver características en tabla

Protocolo	Topología	Medio	Nº de dispositivos	Velocidad de transmisión	Distancia máxima	Modos de comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400 /segm	31.5K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768 /dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	troncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, arbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, arbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

Figura 5.6.1.b Comparación de características entre algunos buses y protocolos

5.6.2 Aplicación de redes Industriales

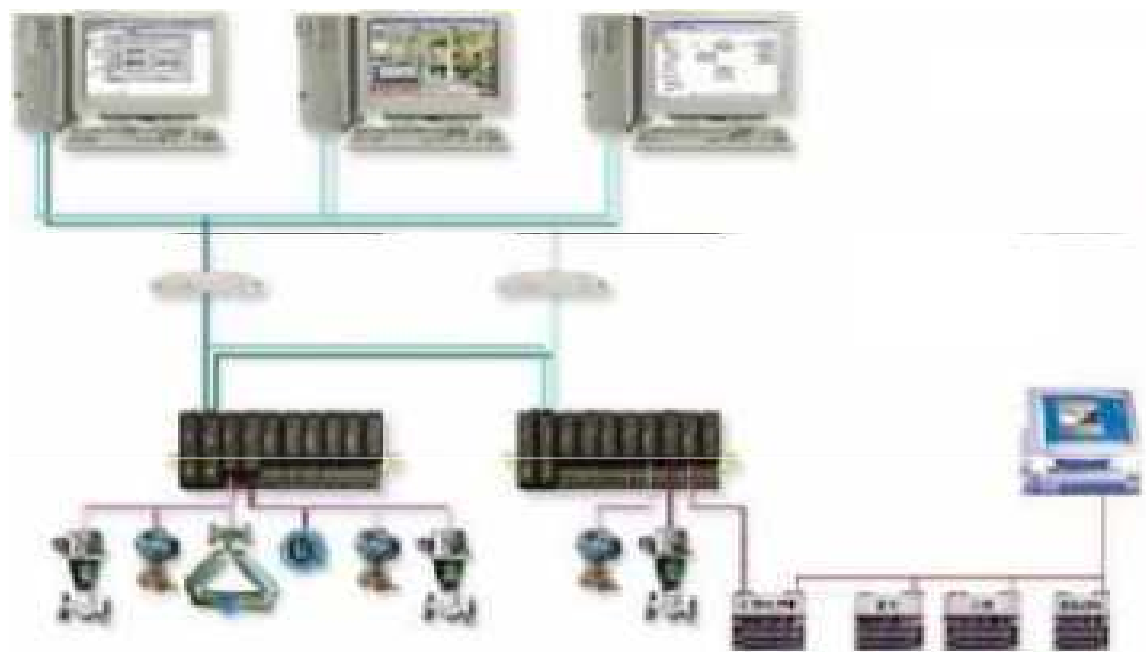


Figura 5.6.2 Aplicación de redes Industriales

Ventajas

- Posibilidad de intercambio de información entre equipos que controlan fases sucesivas de un mismo proceso.
- Facilidad de comunicación hombre máquina.
- Uso de una base de datos común.

5.6.3 HART

5.6.3.1 Introducción

El protocolo de comunicación HART (HART= Transductor Remoto Direccionable de Alta velocidad, por sus siglas en inglés) fue introducido por primera vez por la compañía Rosemount Inc. en 1986 como un estándar de Diseño exclusivo para la comunicación de transmisores. Poco después de su introducción, Rosemount decidió permitir su acceso para uso por parte de otros fabricantes. Desde esa fecha, ese protocolo ha adquirido amplia popularidad, y ahora constituye uno de los estándares de facto de mayor desarrollo para la instrumentación de campo de procesos. En la actualidad, más de 60 fabricantes ofrecen productos con el protocolo HART. El estándar está regulado en el presente y puede adquirirse en la HART Communication Foundation (HCF), un consorcio de proveedores y usuarios de HART.

El motivo de la aceptación obtenida por el protocolo se debe a las ventajas que ofrece HART al usuario. Es un protocolo de comunicación que puede usarse en los existentes sistemas de control de 4-20 mA con gastos mínimos para su implementación. Pueden utilizarse los actuales cableados de campo y las Salidas y Entradas de sistemas de control. Debido a que HART combina la señalización analógica y digital, el protocolo ofrece un control notablemente rápido de la variable primaria y permite la transmisión simultánea de información que no sea de control.

HART usa una técnica de codificación por modificación de frecuencia (SFK, por sus siglas en inglés) para sobreponer comunicación digital en el bucle de corriente de 4-20 mA que conecta el instrumento de campo con el sistema de control. Se utilizan dos frecuencias (1.200 Hz y 2.200 Hz) para representar un 1 y un 0 binarios. (Ver Figura).

Estos tonos se superponen a la señal DC a un bajo nivel. La señal AC tiene un valor promedio de cero. Por ello, no se registra ningún cambio de DC en la señal existente de 4-20 mA, independientemente de los datos digitales. En consecuencia, el instrumento puede seguir utilizando la señal analógica 4-20 mA para control de procesos y la señal digital para información que no sea de control.

HART también ofrece la posibilidad de funcionar en multipunto, pudiendo conectarse hasta 16 instrumentos en el mismo par de líneas. Sin embargo, la señalización digital de HART alcanza 1.200 baudios, lo cual limita el número de aplicaciones que pueden utilizar el multipunto para control de procesos. La función multipunto de HART podría tener una efectiva aplicación como transmisor múltiple de temperaturas permitiendo la vigilancia del proceso.

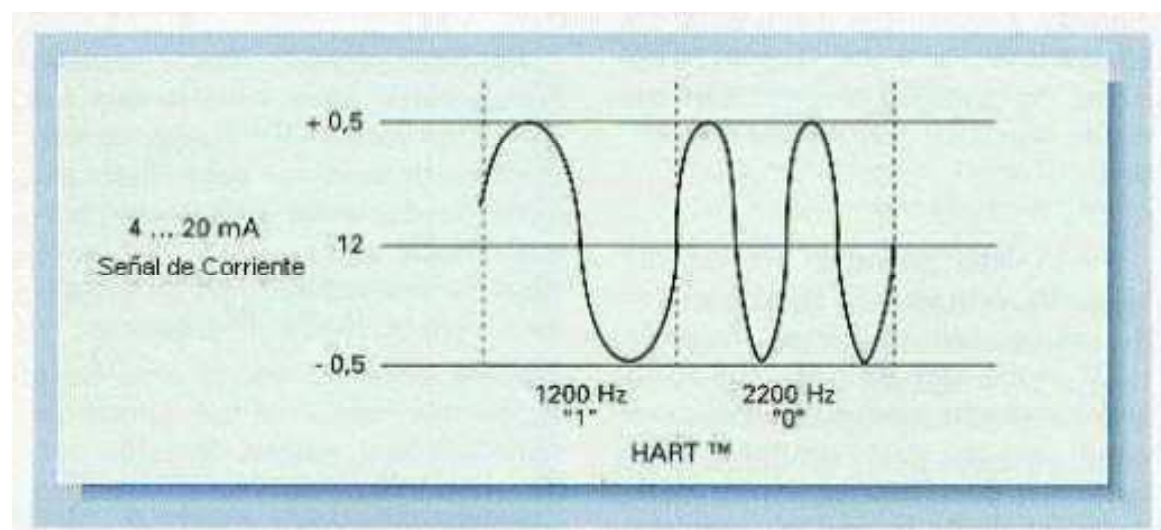


Figura 5.6.3.1 La señal de Comunicación FSK es súper impuesta en la señal analógica de 4-20

5.6.3.2 Nuevas perspectiva para Hart

El protocolo HART, en su condición de enlace entre la clásica tecnología de 4-20 mA y el futuro bus de campo, enteramente digital, estuvo con anterioridad limitado exclusivamente a las entradas analógicas con instrumentos de transmisión. El presente artículo trata de la extensión de HART que utiliza también salidas analógicas. Se presenta detalladamente la tecnología de salida HART con el ejemplo de un posicionador, en especial su conexión con salidas analógicas convencionales 4-20mA. También se exponen las nuevas soluciones adaptadas para la seguridad intrínseca. Una revisión de las opciones que utilizan los multiplexores HART en instalaciones de Seguridad Intrínseca.



Figura 5.6.3.2 Válvula con Posicionador Electro neumático HART

5.6.3.3 La tecnología de una válvula HART

Aunque los dispositivos de entrada HART (transmisores) han sido utilizados por varios años, los dispositivos de salida HART (posicionadores) no se han usado por tanto tiempo. Existen ciertas diferencias básicas entre las entradas y salidas que han requerido de nuevas tecnologías para el desarrollo de dispositivos de salida HART.

Los instrumentos instalados en válvulas han empleado normalmente corriente de 4-20 mA para señalización y suministro de energía. De modo característico, el instrumento instalado en válvulas también debe proporcionar una señal neumática de control a un actuador de diafragma o de pistón para operar la válvula. Dentro del instrumento debe ocurrir una conversión de corriente a presión neumática (I/P por sus siglas en inglés). Un sencillo diagrama de bloque (Ver Figura) ilustra el control interno.

La retroalimentación (feedback) se utiliza para controlar la posición final de la válvula y el actuador. Los convertidores I/P empleados en instrumentos analógicos han requerido generalmente de una excesiva cantidad de energía eléctrica para su uso en un instrumento que también utiliza un microprocesador para control y comunicación. A fin de resolver este problema, tuvo que desarrollarse una tecnología de conversión I/P a baja potencia.

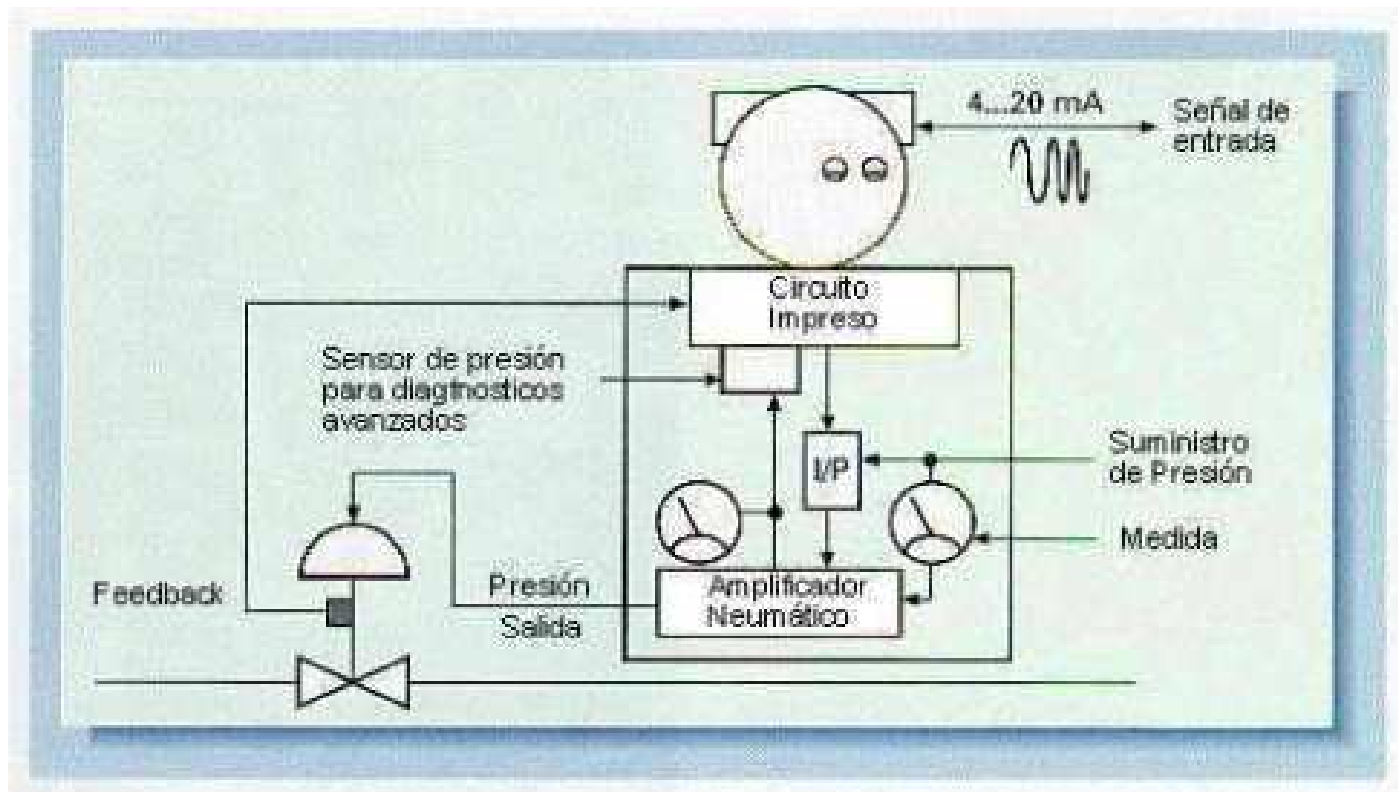


Figura 5.6.3.3 Diagrama de bloques de un posicionador HART

5.6.3.4 ¿En qué se diferencia la salida HART de otras salidas?

A diferencia de un transmisor, un instrumento de válvula analógica está diseñado para ofrecer una baja impedancia en el campo y recibir la señal de 4-20 mA, no controlarla. Cuando se reemplaza un instrumento de válvula analógica con un dispositivo basado en HART, éste debe permitir la vigilancia de la corriente y proporcionar la circuitería de control de corriente. Esta circuitería se utiliza para vigilar la señal de 4-20 mA (DC) para control de válvulas. También debe permitir la vigilancia y control de corriente a 1.200 y 2.200 Hz para señalización digital.

Otra diferencia que presentan los dispositivos de salida HART es el Diseño del sistema de control al cual están conectados. Los canales de entrada analógica que se usan con transmisores son diseñados generalmente como una fuente de voltaje con un sensor de resistencia en la ruta de retorno. (Ver Figura). La impedancia de 250 Ohm de este canal de entrada es apropiada para la comunicación HART al igual que para la detección de corriente analógica y ofrece longitudes óptimas de cable. En el caso de un instrumento instalado en una válvula conectado a un canal de salida analógica (SA), la situación es distinta.

Los canales de salida analógica han sido diseñados en una variedad de formas. Algunos presentan características de alta impedancia en frecuencias HART y otros muestran características de baja impedancia en frecuencias HART. Los canales de salida analógica también pueden generar transientes de corrientes que interfieren con las comunicaciones HART.

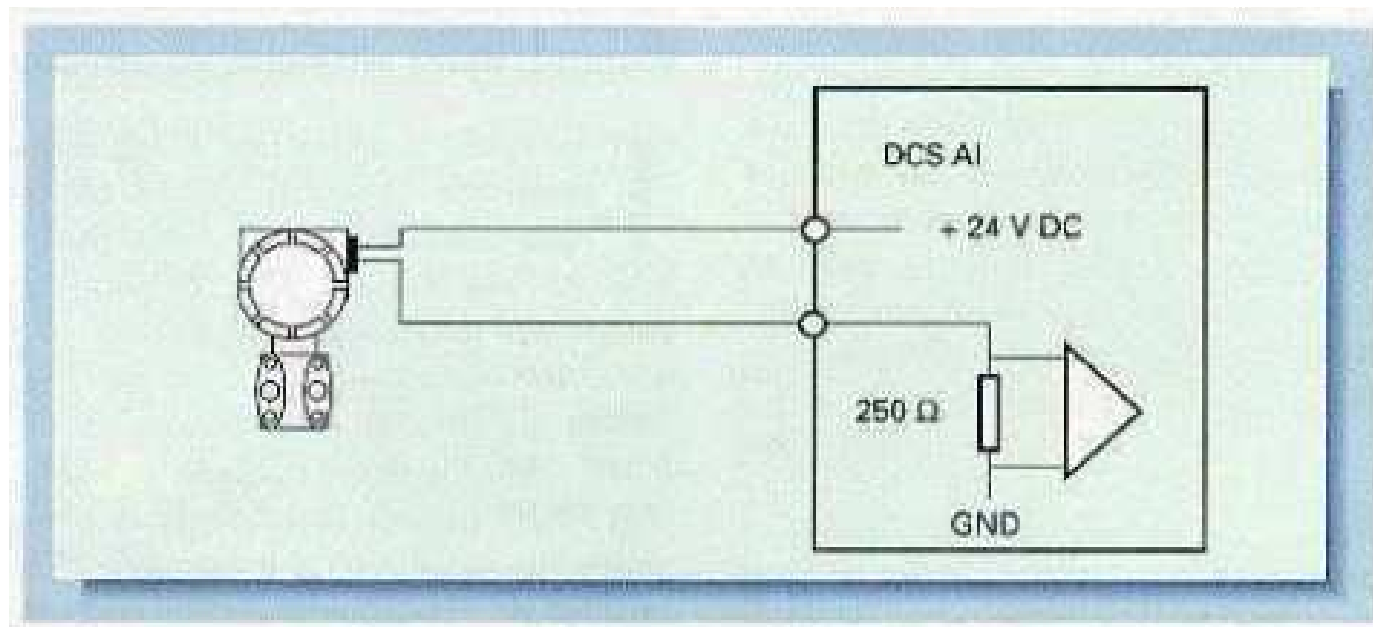


Figura 5.6.3.4 Entrada analógica convencional a un DCS para un transmisor de 2 alambres

5.6.3.5 La necesidad de instalar un filtro

Un Diseño SA de baja impedancia o con interferencia de ruido podría afectar significativamente o impedir la comunicación HART. A fin de resolver este problema para instalaciones DCS existentes, se puede colocar un sencillo filtro activo (Ver Figura) en el canal de salida.

Este filtro suministra una alta impedancia de salida en las frecuencias de comunicación HART al tiempo que permite el paso de la señalización de 4-20 mA. Una segunda función del filtro es uniformar el paso de la corriente del sistema DCS que de otra manera podrían distorsionar un mensaje HART. Con unos cuantos sistemas de control existentes, el canal de salida analógica tiene una "lectura" de corriente para vigilar la corriente que se envía al instrumento en la válvula. La comunicación HART podría generar errores en esta lectura. El filtro ofrece un método conveniente para eliminar igualmente este potencial problema.

Los instrumentos instalados en válvulas HART proporcionan numerosos beneficios, que anteriormente no eran factibles para los usuarios. Ofrecen una perspectiva en tiempo real de las condiciones de operación en la válvula, entre ellas: la posición del guía de la válvula, la corriente de entrada analógica y la presión del actuador. También permiten el diagnóstico en el tablero de control para efectuar un análisis de válvula/actuador.

Esta información es esencial para establecer un programa de mantenimiento pro activo y eliminar problemas antes de que influyan en el proceso. Al igual que con los transmisores, el uso de software basado en Windows puede suministrar esta información sin tener que ingresar a áreas de riesgo o de difícil acceso.

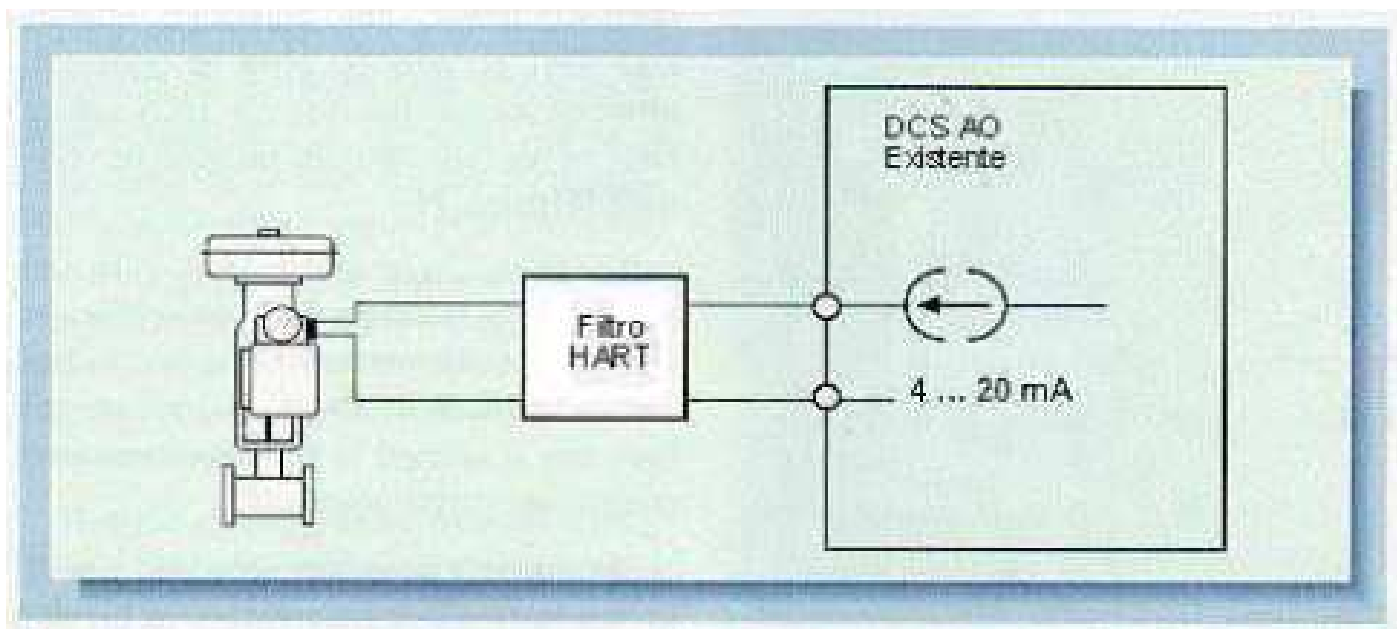


Figura 5.6.3.5.a Un posicionador HART es conectado a una salida analógica convencional de un DCS a través de un filtro.

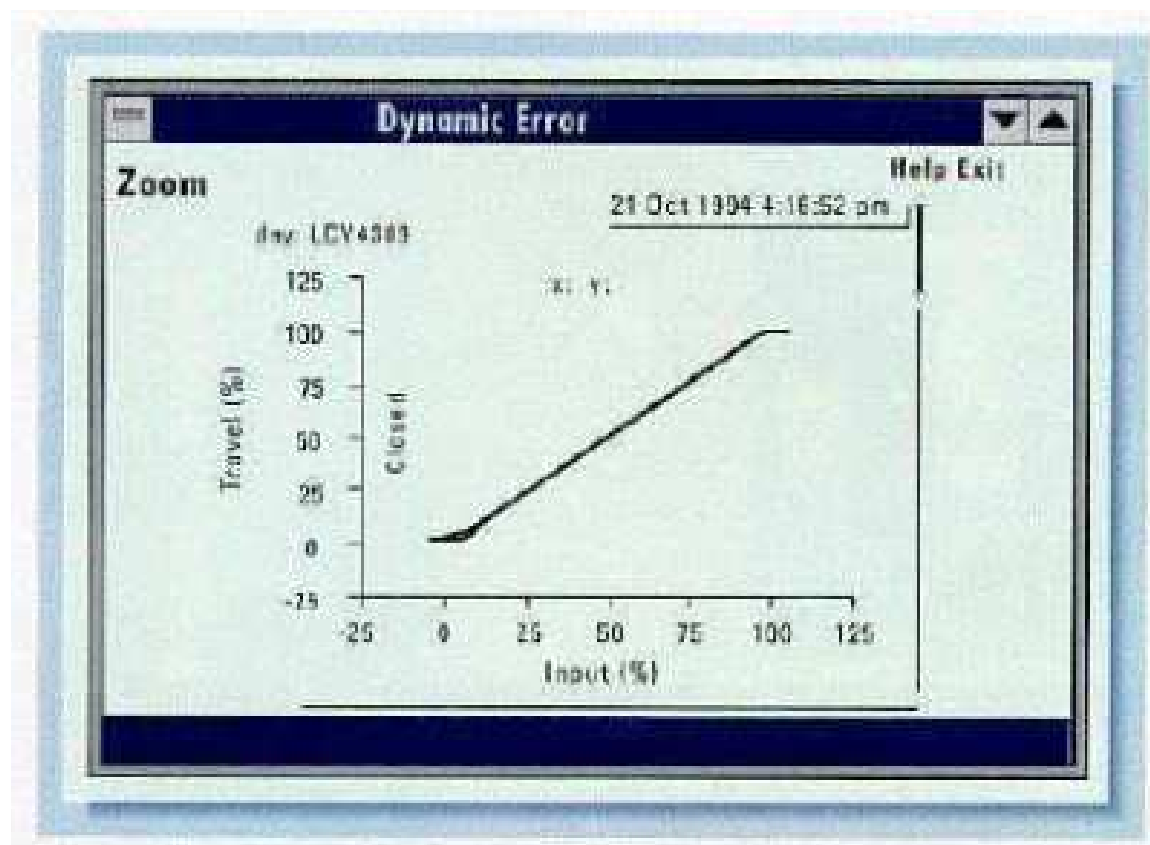


Figura 5.6.3.5.b Ejemplo de información de diagnóstico utilizando un computador

5.6.3.6 Diseño en Seguridad Intrínseca (S.I.)

La protección contra explosiones de "Seguridad Intrínseca" se diseña generalmente de manera tal que una interfase S.I. esté conectada entre la salida analógica DCS y el posicionador. Durante la fase de ingeniería, es necesario asegurarse de que las funciones requeridas del circuito no sean afectadas por la interfase de S.I. y que no se superen los valores del límite de seguridad.

En términos de la salida HART, esto significa que la interfase S.I. debe transferir la señal 4-20 mA de DCS al posicionador, permitir el paso de la señal HART-FSK en ambas direcciones, y que en mayor medida no esté atenuada. Además, se puede mejorar el funcionamiento del filtro HART con su incorporación en la interfase de S.I.

Si el posicionador se operara con salidas analógicas convencionales de 4-20 mA, por ejemplo, que no están especialmente equipadas para la comunicación HART, la interfase de S.I. también deberá incorporar conexiones apropiadas para un terminal manual o módem. En campo, debería poder conectarse un HHT aprobado para S.I.; de modo alternativo, en el área correspondiente al DCS debería poder conectarse un HHT o un Módem (Ver Figura).

Para el sencillo circuito de Seguridad Intrínseca considerado en este trabajo, el Diseño se efectúa en términos de los valores máximos de seguridad (Ver Figura).

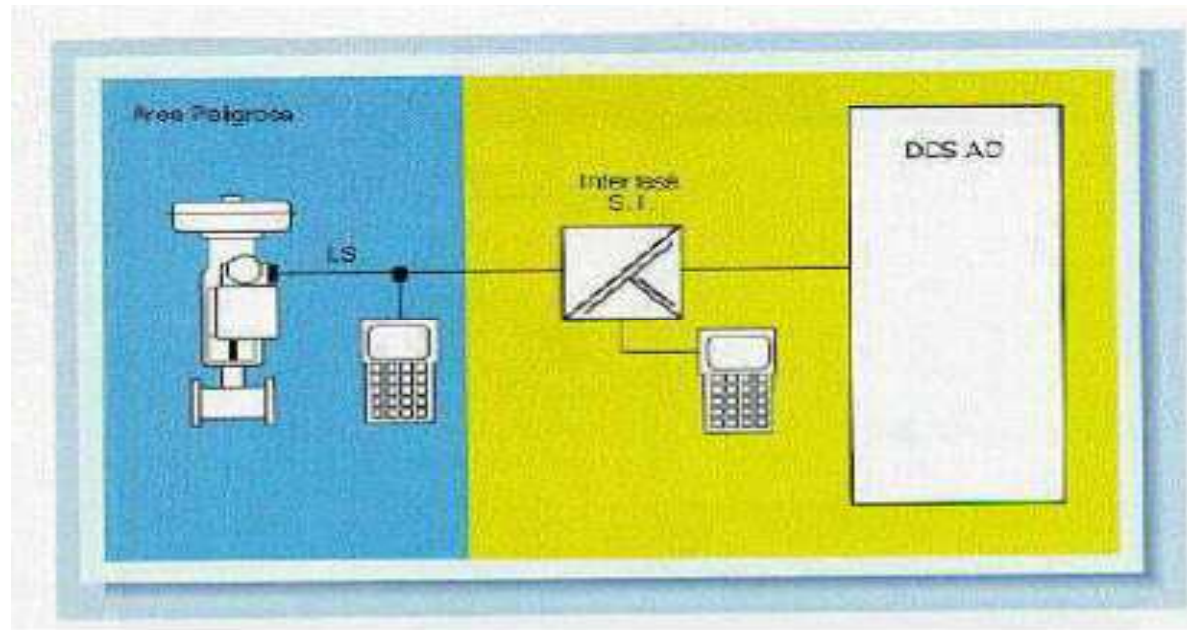


Figura 5.6.3.6.a Posicionador HART con aislador galvánico S. I. comunicación en el circuito S. I. o por medio del aislador

Posicionador		Interfase S. I.
U _{max}	mayor ó igual	U _m
I _{max}	mayor ó igual	I _m
P _{max}	mayor ó igual	P _m
C _i	menor ó igual	C _a
L _i	menor ó igual	L _a
U _{max} , I _{max} , P _{max} , C _i y L _i son los valores máximos (parámetros de entrada) del posicionador		U _m , I _m , P _m , C _a y L _a son los valores máximos de seguridad (parámetros de salida) de la interfase S. I.

Figura 5.6.3.6.b Diseño de seguridad intrínseca utilizando comparación de los valores máximos de seguridad

5.6.3.7 Multipunto y Multiplexor

La conexión de punto a punto de una válvula HART como la descrita con anterioridad, posiblemente con el uso de una interfase de Seguridad Intrínseca, es el método más sencillo - y desde el punto de vista de la seguridad intrínseca - también el más directo. Su uso es apropiado sólo si se operan válvulas HART individuales en una instalación o si las válvulas pueden operarse directamente en salidas compatibles con HART. Tales salidas DCS pueden obtenerse en la actualidad en el mercado. La interfase de Seguridad Intrínseca convencional para salidas analógicas no es en general adecuada para salidas HART debido a los cocientes de impedancia.

Además de la conexión de punto a punto, se pueden diseñar otras estructuras para circuitos de campo intrínsecamente seguros. Normalmente, éstas son de particular interés cuando solo se pueden usar salidas analógicas convencionales para un gran número de salidas.

La configuración multipunto, ampliamente conocida en los transmisores HART, también puede utilizarse con posicionadores (Ver Figura). Multipunto significa que todos los transmisores reciben una corriente constante de 4 mA; un posicionador puede utilizar una cantidad un poco mayor de corriente, por ejemplo, 5-6 mA, debido al consumo de energía técnicamente factible. La señal "analógica" sólo se utiliza para objetivos de suministro de energía. El valor de medición de un transmisor o el punto fijado de un posicionador sería entonces transmitido digitalmente. Las propiedades físicas de HART limitan la velocidad aproximadamente a una variable de proceso por segundo.

Esto puede mejorarse con la combinación de dos modos de operación: el punto fijado es transmitido con la velocidad de una señal analógica de 4-20 mA; toda la información restante es transmitida vía multipunto FSK a través de un módem HART de simple canal. Esto requiere de la disponibilidad de un filtro HART o una interfase de Seguridad Intrínseca que tenga un puerto de comunicación exclusivamente para la señal FSK (Ver Figura). De esta manera pueden accesorarse desde una PC central un pequeño número de válvulas con direcciones HART 0,1...

Si ha de controlarse un número grande de unidades HART desde una central, puede emplearse un multiplexor HART. Debido a que sólo se alimenta la señal FSK a través del multiplexor, la señal de 4-20 mA es asequible para uso general del DCS. Las entradas y salidas pueden mezclarse de manera completamente arbitraria, debido a que no existe diferencia desde el punto de vista de las comunicaciones tanto si la unidad de campo representa una entrada o una salida. Una PC permite la ejecución de la configuración, mantenimiento y actividades de calibración (Ver Figura).

Cuando se utilizan estaciones de campo en áreas de riesgo, puede resultar ventajoso el uso de un multiplexor HART (Ver Figura).

Estas variables de proceso no se intercambian en este caso como en las señales de 4-20 mA, sino en serie entre el DCS y una estación de campo. Se proporciona un enlace en serie para la comunicación HART. Los aisladores especiales de Seguridad Intrínseca también permiten una operación intrínsecamente segura de la transmisión de datos.

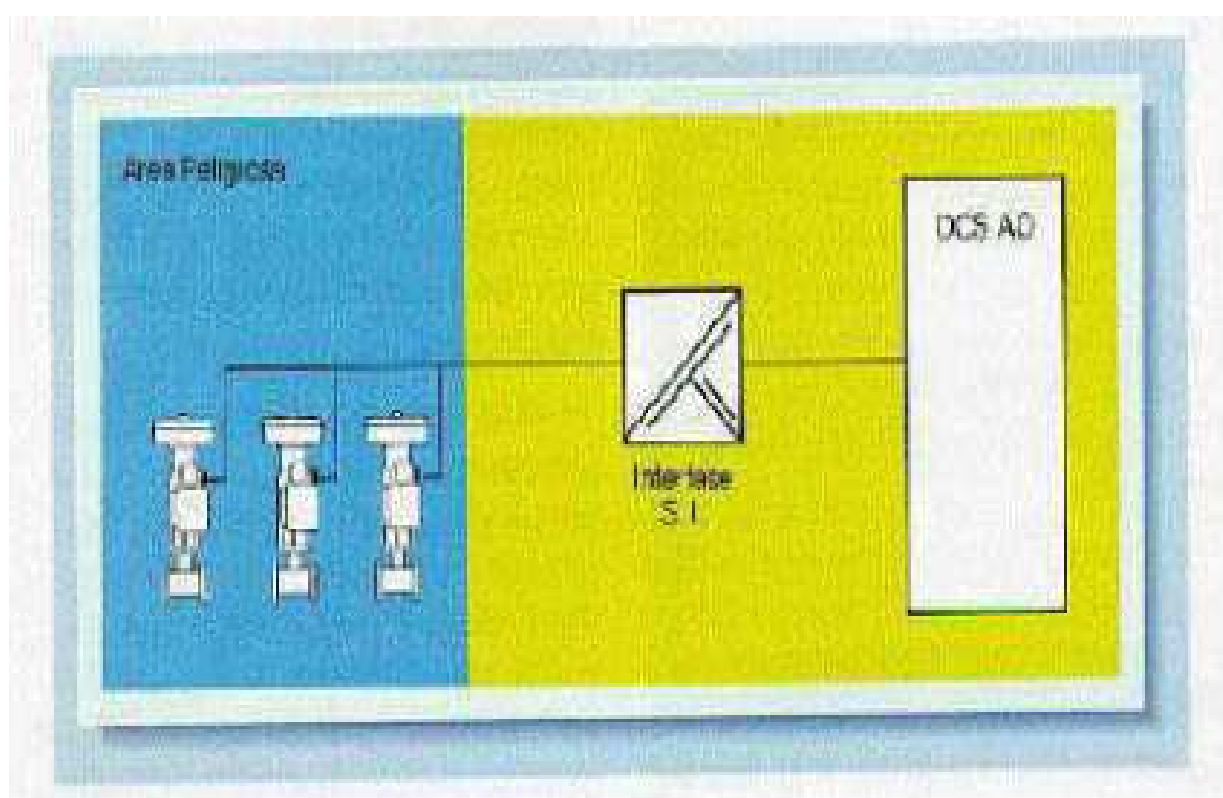


Figura 5.6.3.7.a Posicionadores HART en Multipunto

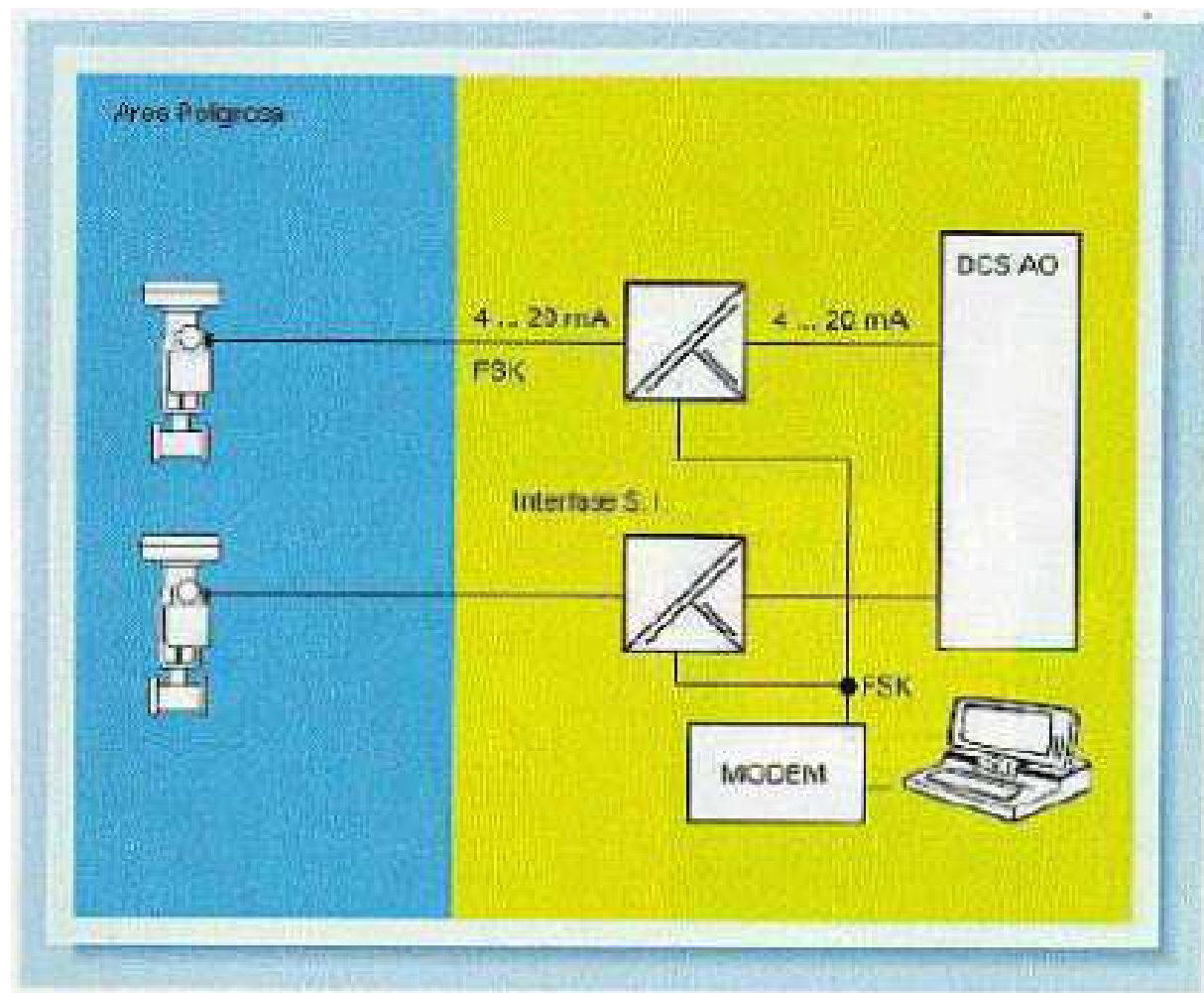


Figura 5.6.3.7.b Combinación de señales 4-20 mA con multipunto FSK

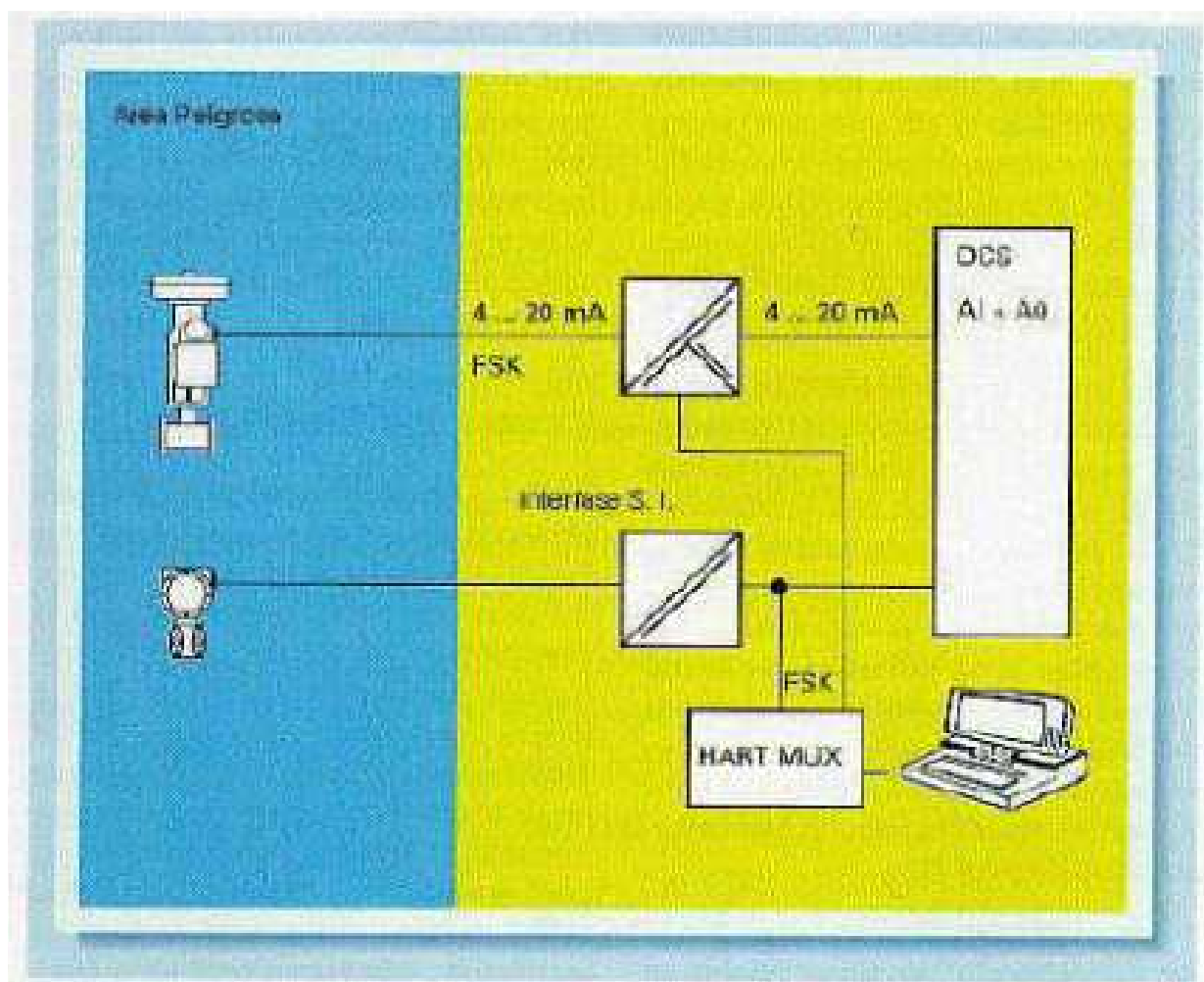


Figura 5.6.3.7.c Multiplexor HART sin Seguridad Intrínseca

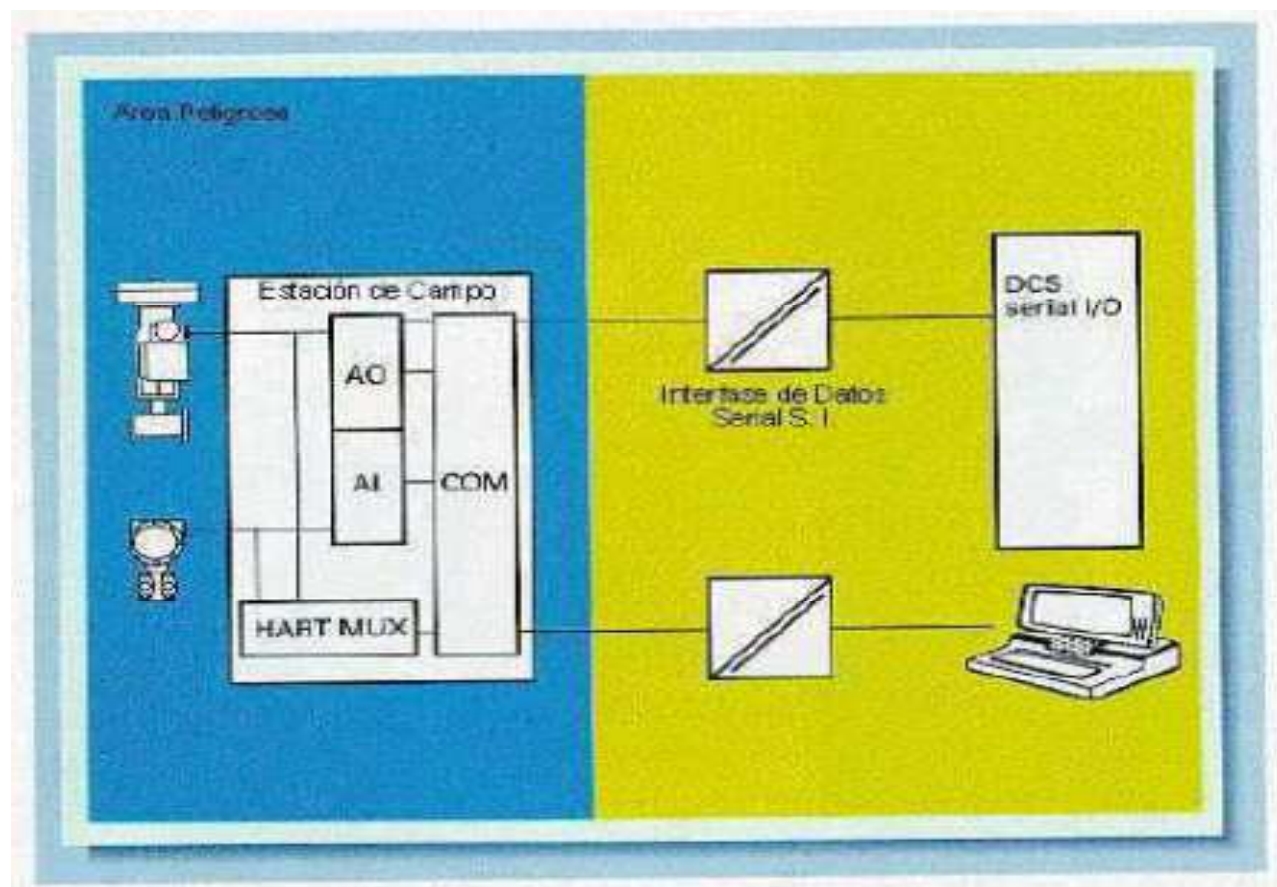


Figura 5.6.3.7.d Multiplexor HART en una estación de campo

5.6.3.8 Perspectivas: HART y el Fieldbus (Bus de Campo)

La alta velocidad, el multipunto, todos los protocolos digitales que son desarrollados por la Fieldbus Foundation no significan el fin de HART. El Fieldbus (bus de campo) será el catalizador de una nueva arquitectura de sistemas de control y permitirán al usuario decidir dónde ocurrirá el proceso de control. Los dispositivos de campo HART permiten a los usuarios aprovechar los beneficios del diagnóstico y vigilancia que ofrece el Fieldbus con su actual sistema de control. Con más de medio millón de dispositivos HART utilizados hoy en día en el campo, esta tecnología tendrá todavía vigencia por bastante tiempo.

5.6.3.9 RS-232

5.6.3.10 Introducción

RS-232 también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C) es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras en las que también se utiliza la interfaz RS-232.



Figura 5.6.3.10 Conector RS-232 (DB-9 hembra).

En particular, existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipamientos, como pueden ser computadores. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE (*Data Terminal Equipment*) con otro DTE. Para ello se utiliza una conexión entre los dos DTE sin usar modem, por ello se llama: null modem ó modem nulo.

El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DB-9), más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

5.6.3.11 Desarrollo

Es un estándar de comunicación para la transmisión de datos en serie entre equipos. La EIA liberada de DTE a DCE, para cubrir las conexiones eléctricas, mecánicas y funcionales entre terminales y equipos de comunicaciones.

La EIA RS-232 es la más vieja y el más ampliamente conocido de DTE/DCE. La transmisión de datos digital se hace en serie a través de una línea asimétrica, no terminada, entre dos equipos. La versión europea esta bajo la especificación CCITT V.24. La distancia máxima de enlace esta sobre los 15 metros y la velocidad de transmisión máxima es de 20 Kbps.

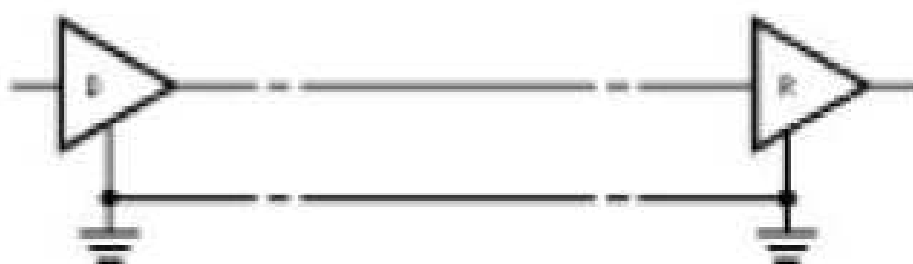


Figura 5.6.3.11.a Aplicación típica de EIA/TIA-232-E

Anteriormente se utilizo un conector Sub-D k macho de 25 pins, pero mas comúnmente se utiliza un conector Sub-D macho de 9 pins. A continuación se muestra el conexionado y la trama de bits de datos serie.

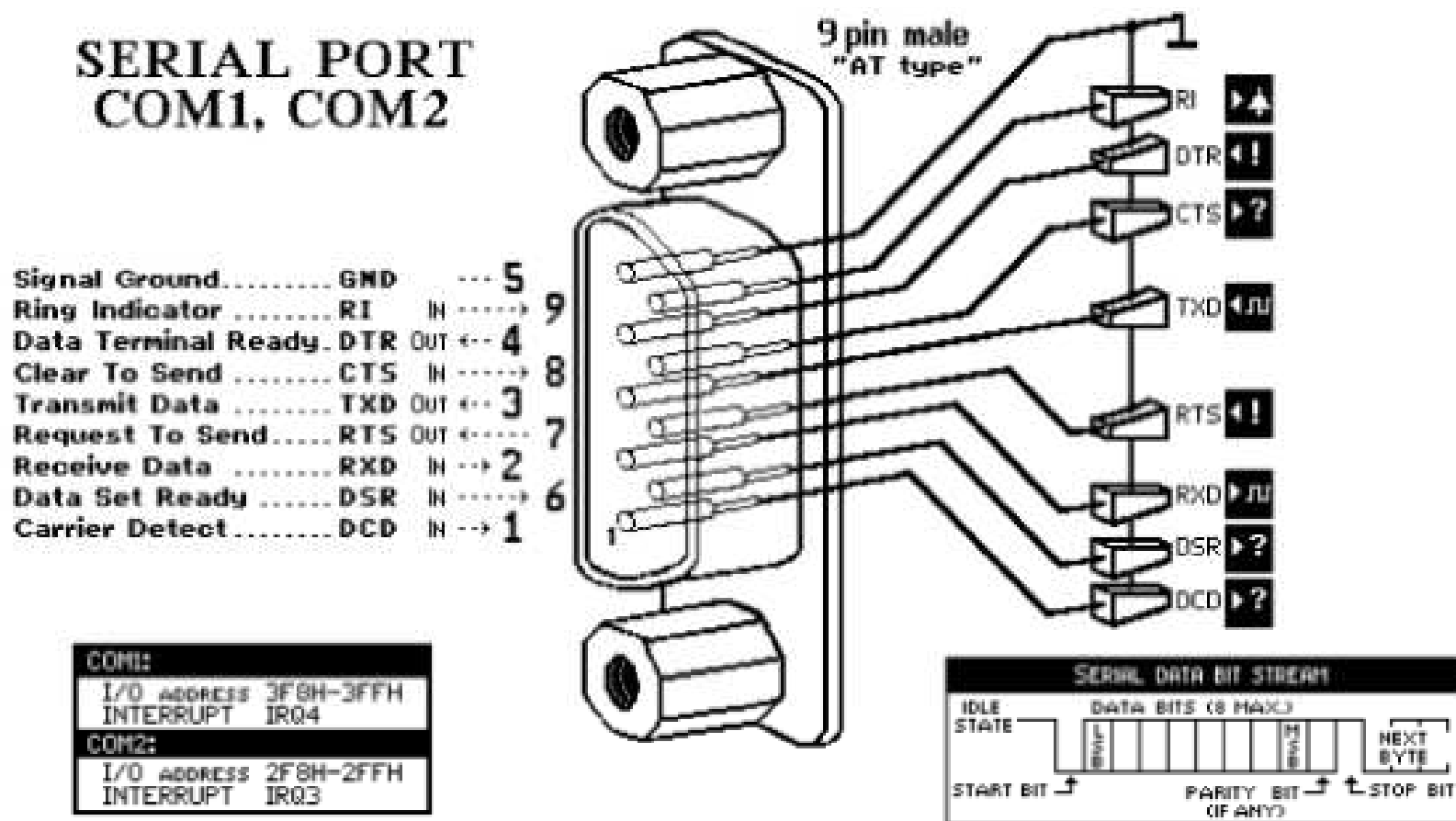


Figura 5.6.3.11.b Conector Sub-D macho de 9 pins

Descripción de las señales:

- TXD (Transmit Data): es la línea de transmisión de datos serie al modem.
- RXD (Receive Data): es la línea de recepción de datos serie desde el modem.
- CTS (Clear to Send): es la línea que indica que el modem está preparado para recibir datos desde el PC.
- RTS (Request to Send): es la línea que dice al modem que el PC quiere enviar datos.
- DSR (Data Set Ready): es la línea que indica que el modem está preparado.
- DCD (Data Carrier Detect): es la línea que indica que el modem tiene de verdad conexión remota.
- RI (ring Indicator): es la línea que indica que el modem ha detectado la señal de "llamada".
- GND (Ground): es la línea de señal de masa.

A continuación se muestra el conexionado del viejo sub-D de 25 pins, un cuadro donde se muestra un conector de 25 pins macho a 25 pins hembra y un conector de 25 pins macho a 9 pins hembra. Otro cuadro muestra el cableado entre 2 conectores de 9 pins para una configuración de 7 hilos, para una configuración de 3 hilos y un enlace mínimo con 3 hilos.



Figura 5.6.3.11.c Conector Sub-D macho de 25 pins

5.6.3.12 Construcción física

La interfaz RS-232 está diseñada para distancias cortas, de hasta 15 metros según la norma, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 Kilobytes/segundo. A pesar de ello, muchas veces se utiliza a mayores velocidades con un resultado aceptable. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, half duplex o full duplex. En un canal simplex los datos siempre viajarán en una dirección, por ejemplo desde DCE a DTE. En un canal half duplex, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal full duplex, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente. Las líneas de handshaking de la RS-232 se usan para resolver los problemas asociados con este modo de operación, tal como en qué dirección los datos deben viajar en un instante determinado.

Si un dispositivo de los que están conectados a una interfaz RS-232 procesa los datos a una velocidad menor de la que los recibe deben de conectarse las líneas handshaking que permiten realizar un control de flujo tal que al dispositivo más lento le dé tiempo de procesar la información. Las líneas de "hand shaking" que permiten hacer este control de flujo son las líneas RTS y CTS. Los diseñadores del estándar no concibieron estas líneas para que funcionen de este modo, pero dada su utilidad en cada interfaz posterior se incluye este modo de uso

5.6.3.13 Los circuitos y sus definiciones

Las UART o U(S)ART (Transmisor y Receptor Síncrono Asíncrono Universal) se diseñaron para convertir las señales que maneja la CPU y transmitir las al exterior. Las UART deben resolver problemas tales como la conversión de voltajes internos del DCE con respecto al DTE, gobernar las señales de control, y realizar la transformación desde el bus de datos de señales en paralelo a serie y viceversa. Debe ser robusta y deberá tolerar circuitos abiertos, cortocircuitos y escritura simultánea sobre un mismo pin, entre otras consideraciones. Es en la UART en donde se implementa la interfaz.

Para los propósitos de la RS-232 estándar, una conexión es definida por un cable desde un dispositivo al otro. Hay 25 conexiones en la especificación completa, pero es muy probable que se encuentren menos de la mitad de éstas en una interfaz determinada. La causa es simple, una interfaz full dúplex puede obtenerse con solamente 3 cables.

PIN	EIA	CCITT	E/S	Función DTE-DCE
1	CG	AA 101		Chassis Ground
2	TD	BA 103	Salida	Transmit Data
3	RD	AA 104	Entrada	Receive Data
4	RTS	CA 105	Salida	Request To Send
5	CTS	CB 106	Entrada	Clear To Send
6	DSR	CC 107	Entrada	Data Set Ready
7	SG	AB 102	---	Signal Ground
8	DCD	CF 109	Entrada	Data Carrier Detect
9*			Entrada	Pos. Test Voltage
10*			Entrada	Neg. Test Voltage
11				(no tiene uso)
12+	SCDC	SCF 122	Entrada	Sec. Data Car. Detect
13+	SCTS	SCB 121	Entrada	Sec. Clear To Send
14+	SBA 118		Salida	Sec. Transmit Data
15#	TC	DB 114	Entrada	Transmit Clock
16+	SRD	SBB 119	Entrada	Sec. Receive Data
17#	RC	DD 115	Entrada	Receive Clock
18				(no tiene uso)
19+	SRTS	SCA 120	Salida	Sec. Request To Send
20	DTR	CD 108,2	Salida	Data Terminal Ready

21*	SQ	CG 110	Entrada	Signal Quality
22	RI	CE 125	Entrada	Ring Indicator
23*	DSR	CH 111	Salida	Data Rate Selector
		CI 112	Salida	Data Rate Selector
24*	XTC	DA 113	Salida	Ext. Transmit Clock
25*			Salida	Busy

Figura 5.6.3.13.a En la siguiente tabla se muestran los tres nombres junto al número de pin del conector al que está asignado (los nombres de señal están desde el punto de vista del DTE (por ejemplo para Transmit Data los datos son enviados por el DTE, pero recibidos por el DCE):

Las convenciones que se usan son las siguientes:

Voltaje	Señal	Nivel Lógico	Control
+3 a +15	Espacio	0	On
-3 a -15	Marca	1	Off

Figura 5.6.3.13.b Tabla de conversiones de Voltaje

Los valores de voltaje se invierten desde los valores lógicos. Por ejemplo, el valor lógico más positivo corresponde al voltaje más negativo. También un 0 lógico corresponde a la señal de valor verdadero o activado. Por ejemplo si la línea DTR está al valor 0 lógico, se encuentra en la gama de voltaje que va desde +3 a +15 V, entonces DTR está listo (ready).

El canal secundario a veces se usa para proveer un camino de retorno de información más lento, de unos 5 a 10 bits por segundo, para funciones como el envío de caracteres ACK o NAK, en principio sobre un canal half duplex. Si el módem usado acepta esta característica, es posible para el receptor aceptar o rechazar un mensaje sin tener que esperar el tiempo de conmutación, un proceso que usualmente toma entre 100 y 200 milisegundos.

5.6.3.14 Características eléctricas de cada circuito

Los siguientes criterios son los que se aplican a las características eléctricas de cada una de las líneas:

- La magnitud de un voltaje en circuito abierto no excederá los 25 V.
- El conductor será apto para soportar un corto con cualquier otra línea en el cable sin daño a sí mismo o a otro equipamiento, y la corriente de cortocircuito no excederá los 0,5 A.
- Las señales se considerarán en el estado de MARCA, (nivel lógico "1"), cuando el voltaje sea más negativo que - 3 V con respecto a la línea de Signal Ground. Las señales se considerarán en el estado de ESPACIO, (nivel lógico "0"), cuando el voltaje sea más positivo que +3 V con respecto a la línea Signal Ground. La gama de voltajes entre -3 V y +3 V se define como la región de transición, donde la condición de señal no está definida.
- La impedancia de carga tendrá una resistencia a DC de menos de 7000 Ω al medir con un voltaje aplicado de entre 3 a 25 V pero mayor de 3000 Ω cuando se mida con un voltaje de menos de 25 V.
- Cuando la resistencia de carga del terminador encuentra los requerimientos de la regla 4 anteriormente dicha, y el voltaje del terminador de circuito abierto está a 0 V, la magnitud del potencial de ese circuito con respecto a Signal Ground estará en el rango de 5 a 15 V.
- El driver de la interfaz mantendrá un voltaje entre -5 a -15 V relativos a la señal de Signal Ground para representar una condición de MARCA. El mismo driver mantendrá un voltaje de entre 5 V a 15 V relativos a Signal Ground para simbolizar una señal de ESPACIO. Obsérvese que esta regla junto con la Regla 3, permite 2 V de margen de ruido. En la práctica, se utilizan -12 y 12 V respectivamente.
- El driver cambiará el voltaje de salida hasta que no se excedan 30 V/ μ s, pero el tiempo requerido a la señal para pasar de -3 V a +3 V de la región de transición no podrá exceder 1 ms, o el 4% del tiempo de un bit.

- La desviación de capacitancia del terminador no excederá los 2500 pF, incluyendo la capacitancia del cable. Obsérvese que cuando se está usando un cable normal con una capacitancia de 40 a 50 pF/Pie de longitud, esto limita la longitud de cable a un máximo de 50 Pies, (15 m). Una capacitancia del cable inferior permitiría recorridos de cable más largos.
- La impedancia del driver del circuito estando apagado deberá ser mayor que 300 Ω .

5.7 EIA RS-485

5.7.1 Introducción

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y utilizaciones.

5.7.2 Desarrollo

La EIA, en 1983 aprobó un nuevo estándar de transmisión diferencial llamado RS-485. Es similar en muchos aspectos al popular estándar EIA RS-422; de hecho RS-485 se puede considerar como el resultado de la expansión del RS-422, para permitir “drivers” y receptores múltiple multiterminal, compartiendo la misma línea de datos de transmisión. El estándar RS-485, como el estándar RS-422, especifica solamente las características eléctricas del “driver” y del receptor para ser utilizado en la línea de transmisión, pero no especifica o recomienda ningún protocolo.

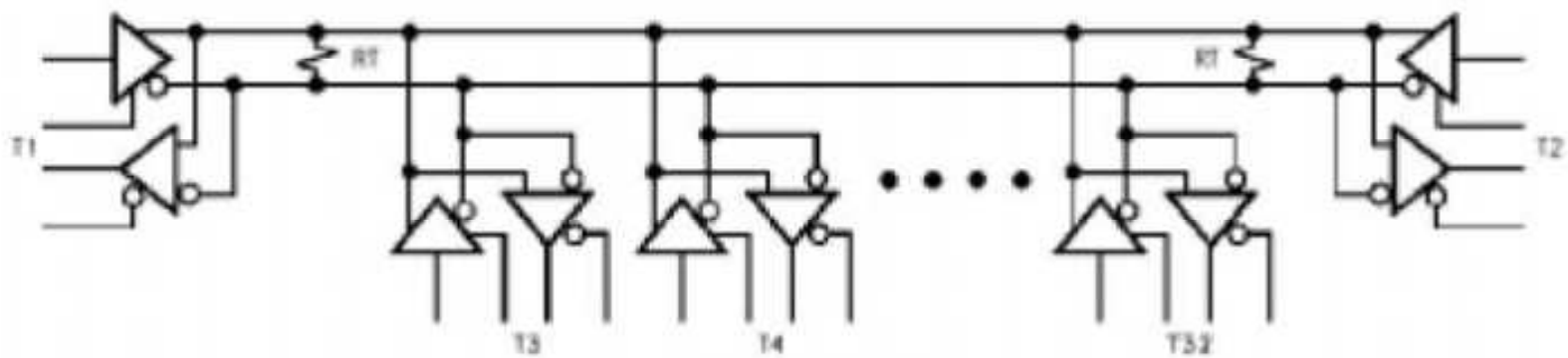


Figura 5.7.2.a Aplicación típica del EIA-485

El estándar EIA RS-485 ha tenido mucha aceptación. Los usuarios son ahora capaces de configurar redes de área local económica y enlaces en comunicaciones multiterminal utilizando cables de par trenzado y el protocolo de su opción. Dicha aceptación del estándar RS-485 esta tambien reflejado por el hecho de que otras normas la refieren cuando se especifica un enlace de datos multiterminal, ANSI (American National Standards Institute), normas IPI (Intelligent Peripheral Interface) y SCSI (Small Computer Systems Interface), han utilizado el estándar RS-485 como la base para la interconexión en modo diferencial. El estándar IPI especifica la interconexión entre controladores de discos y de adaptadores de "host" a velocidad de transmisión de 2.5 megabaud sobre un enlace de datos hasta 50 metros NRZ (Non Return to Zero). El estándar SCSI especifica la interconexión entre computadores personales, "drives" de disco, impresoras, escáners, y otros periféricos a velocidad de transmisión de 4 megabaud sobre el enlace de 25 metros. Hasta la introducción del estándar RS-485, el estándar RS-422 fue la interconexión estándar mas ampliamente aceptada para la transmisión de datos en modo diferencial. La distancia máxima de enlace del RS-485 es de 1200 metros y la velocidad de transmisión es de 10 Mbps.

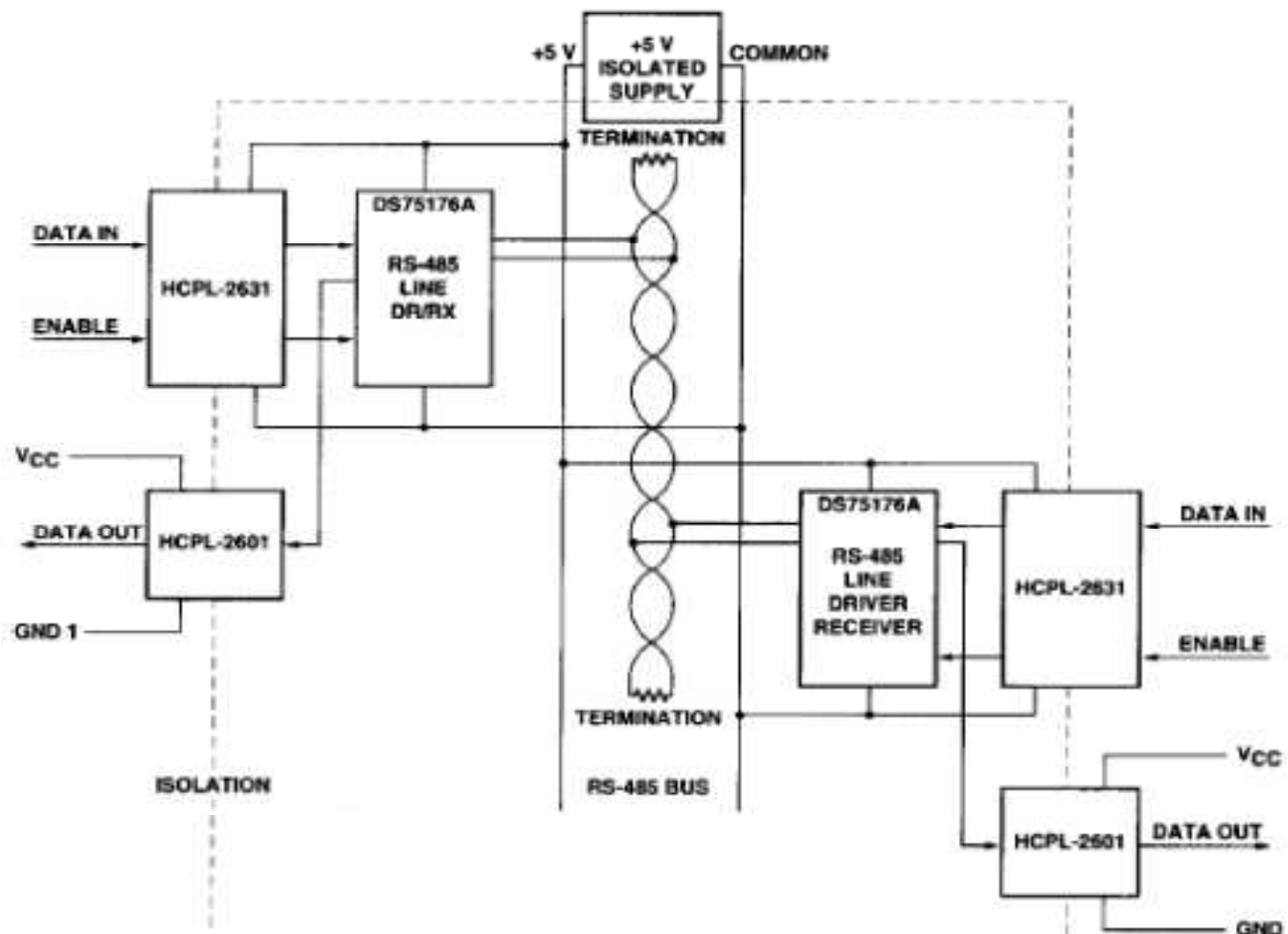


Figura 5.7.2.b Esquema de una comunicación RS-485 utilizando un optoacoplador HCPL-2631 para poder transmitir datos hasta 10MBd.

Especificaciones requeridas

- Interfaz diferencial
- Conexión multipunto
- Alimentación única de +5V
- Hasta 32 estaciones (ya existen interfaces que permiten conectar 128 estaciones)
- Velocidad máxima de 10 Mbps (a 12 metros)
- Longitud máxima de alcance de 1.200 metros (a 100 Kbps)
- Rango de bus de -7V a +12V

5.7.3 Aplicaciones

SCSI -2 y SCSI-3 usan esta especificación para ejecutar la capa física.

RS-485 se usa con frecuencia en las UARTs para comunicaciones de datos de poca velocidad en las cabinas de los aviones. Por ejemplo, algunas unidades de control del pasajero lo utilizan. Requiere el cableado mínimo, y puede compartir el cableado entre varios asientos. Por lo tanto reduce el peso del sistema.

RS-485 se utiliza en sistemas grandes de sonido, como los conciertos de música y las producciones de teatro, se usa software especial para controlar remotamente el equipo de sonido de una computadora, es utilizado más generalmente para los micrófonos.

RS-485 también se utiliza en la automatización de los edificios pues el cableado simple del bus y la longitud de cable es larga por lo que son ideales para ensamblar los dispositivos que se encuentran alejados.

5.7.4 Lazo de Corriente de 4-20 mA.

5.7.5 Introducción

En un sistema de control de lazo cerrado, podemos encontrar que la entrada de este corresponde al valor deseado de la variable que se quiere controlar, ya sea temperatura, nivel de líquido, velocidad, etc. La salida será el actuador que afectara el estado de la variable que se está controlando, y como retroalimentación será común encontrar sensores, que tomen el estado actual de la variable a controlar en el sistema.

Las señales analógicas provenientes de estos sensores son susceptibles a ruidos, por lo que no pueden transmitir su señal a distancias remotas a algún controlador, PLC o actuador, esto se resuelve colocando transmisores de lazo de corriente de 4-20 mA.

5.7.6 Perturbaciones en la transmisión.

Atenuación

La energía de una señal decae con la distancia, por lo que hay que asegurarse que llegue con la suficiente energía como para ser captada por la circuitería del receptor y además, el ruido debe ser sensiblemente menor que la señal original.

Ruido

El ruido es toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada. Hay diferentes tipos de ruido: ruido térmico debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor, ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión, diafonía se produce cuando hay un acoplamiento entre las líneas que transportan las señales y el ruido impulsivo se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal.

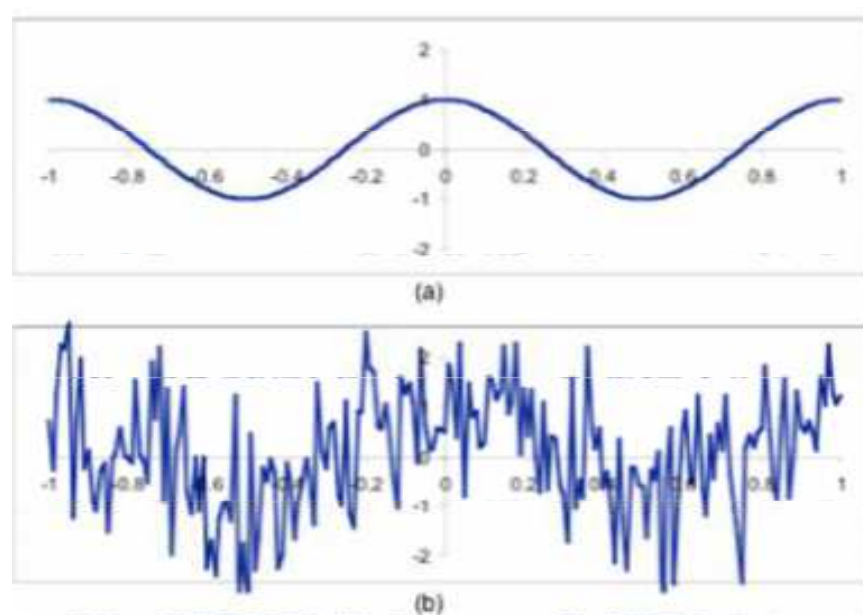


Figura 5.7.6 a) Señal sin ruido, b) Señal con ruido.

5.7.7 Componentes de lazo de corriente de 4-20 mA.

Un circuito de lazo de corriente de 4-20mA, consta de por lo menos 4 elementos: un sensor/transductor, un convertidor de voltaje a corriente también llamado transmisor o acondicionador de señal, una fuente de alimentación para el lazo, y un receptor/monitor.

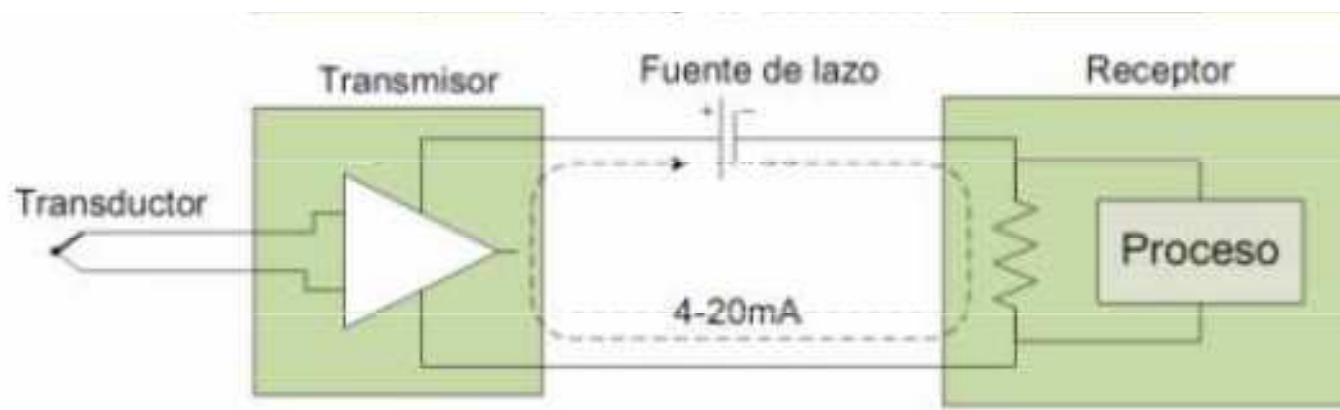


Figura 5.7.7 Componentes de un lazo de corriente

Los sensores proveen una salida de voltaje cuyo valor representa la variable física que es medida (por ejemplo, un termopar es un tipo de sensor que provee un nivel de voltaje muy bajo a sus salida, que puede ser proporcional a la temperatura a la que es sometida). El transmisor amplifica y acondiciona la salida del sensor, luego convierte el voltaje a un nivel de corriente directa en un rango de 4-20mA, que circula en serie a través de un lazo cerrado. El receptor/monitor, normalmente es una sección o parte de un medidor o sistema de adquisición de datos, que convierte la corriente entre 4-20mA de regreso a voltaje, el cual podrá ser utilizado en algún proceso posterior.

La salida en el transmisor es de corriente y es proporcional a la variable física sensada. Se establece que para un lazo de corriente de 4-20 mA: 4mA será la correspondencia a uno extremos de la variable física sensada y 20mA corresponde al extremo opuesto.

La fuente de alimentación de lazo, generalmente proporciona, cualquier requerimiento de energía tanto al transmisor como al receptor, u algún otro componente del lazo. Una fuente de 24 Volts, llega a ser un valor de voltaje muy utilizado en aplicaciones de monitoreo de 4-20 mA, además que 24 Volts es un voltaje utilizado para la alimentación de otros elementos e instrumentos electromecánicos.

También existe el lazo alimentado por fuentes 12 Volts, ya que es un voltaje típico para sistemas en los que se utilizan computadoras.

Estándar de norma de lazo de corriente 4-20 mA.

La norma lazo de corriente de 4-20 mA tiene su origen en “The American National Standards Institute (ANSI)” Y “The Instrumentations Systems, and Automation Society (ISA)”. Estas instituciones cuentan con numerosos documentos referentes a la transmisión de señales, incluyendo la norma 4-20 mA que puede ser obtenida del ANSI/ISA-S50.1-1982(R1992) Compatibility of Analog Signals for Electronic Industrial Process Instruments.

5.7.8 Transmisor 4-20mA

Dependiendo de los elementos disponibles para energizar, tanto en el transmisor como en el receptor, será el tipo de clasificación que corresponda al lazo de corriente.

Tipo 2: es un transmisor de 2 hilos, por los que se provee energía y se extrae la corriente proporcional a la variable sensada. Se considera al transmisor como flotante, ya que la fuente de alimentación se encuentra en el receptor así como la señal de tierra.

La fuente de alimentación opera de 5V a 30V y existe un consumo mínimo de 4mA correspondientes al valor inicial de la variable sensada.

El uso de 2 hilos facilita la instalación, pero demanda una electrónica más compleja en el transmisor.

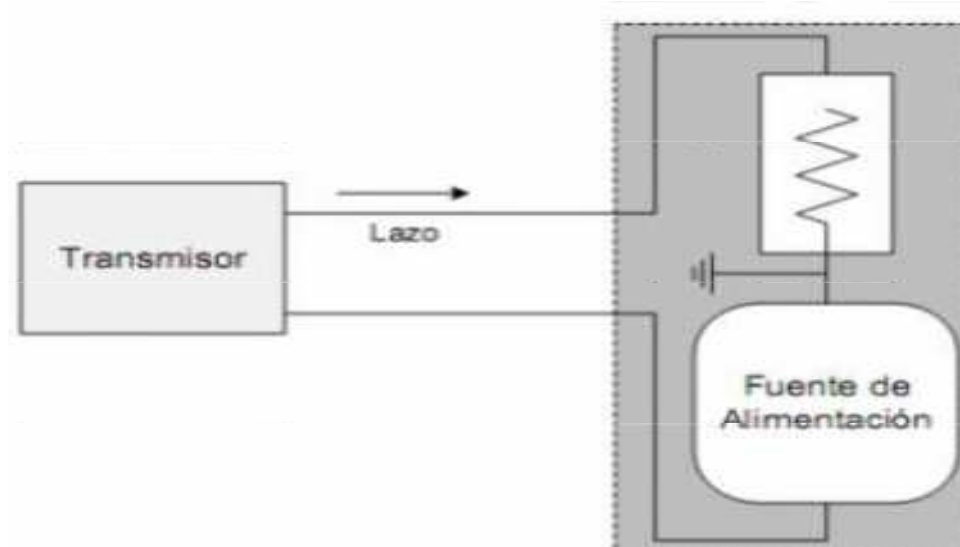


Figura 5.7.8.a Lazo de corriente tipo 2.

Tipo 3: Es un transmisor de 3 hilos, en el que se alimenta al transmisor por un hilo adicional, otro hilo corresponde al lazo de corriente y el tercer hilo es común entre el transmisor, la fuente y el receptor. En este modo se obtiene una electrónica más simple en el transmisor, por el uso de un hilo adicional en las conexiones.

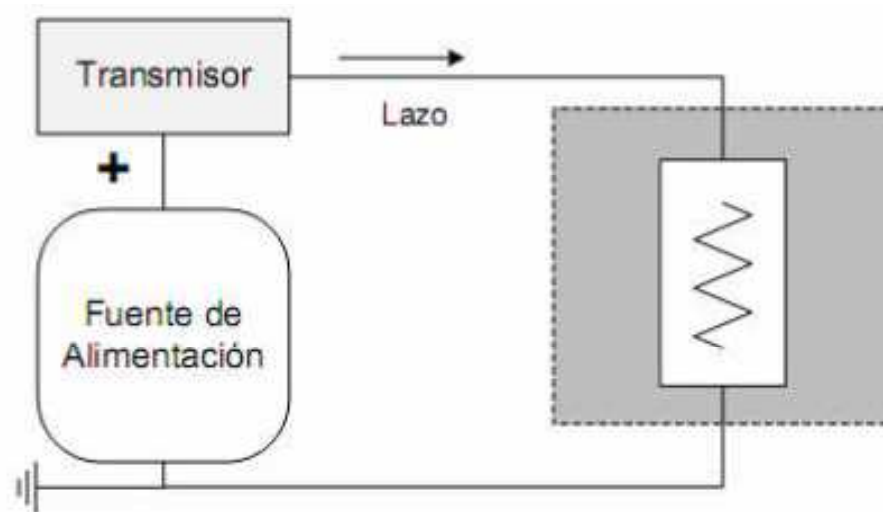


Figura 5.7.8.b Lazo de corriente tipo 3

Tipo 4: Este transmisor es el resultado de la combinación de los dos anteriores. Se tiene un transmisor alimentado con una fuente de corriente y un receptor con carga flotante.

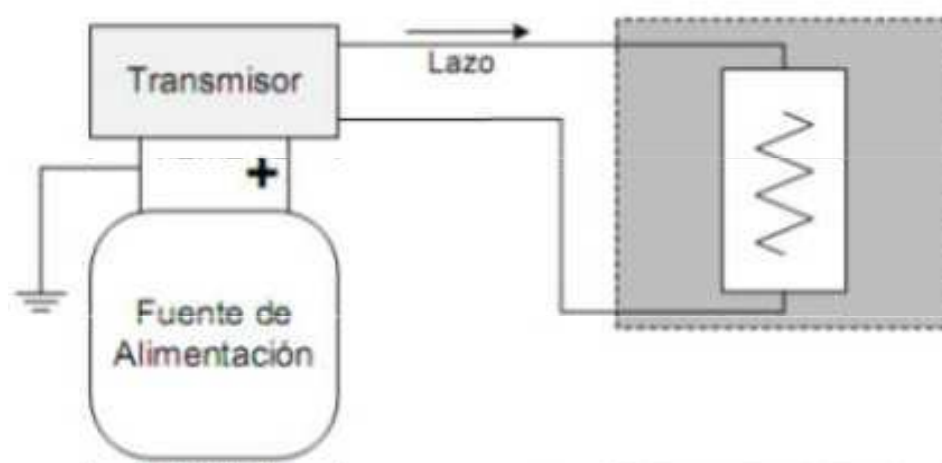


Figura 5.7.8.c Lazo de corriente tipo 4.

5.7.9 Receptor 4-20 mA

La parte receptora del lazo de corriente obtiene el nivel de lazo que se tiene y lo convierte en algún dato útil para su posterior utilización en el sistema. Regularmente el receptor convierte el lazo en un equivalente a voltaje y este a su vez pasa por algún convertidor AD, que proporcione el dato digital.

En la mayoría de los procesos, el receptor suele representar para el lazo una carga resistiva.

5.7.10 Características eléctricas de lazo de corriente de 4-20 mA

El lazo de corriente presenta características que lo definen y limitan en un rango de operación, estas características dependen de la cantidad de voltaje que lo alimenta y la cantidad de voltaje que necesita el lazo para operar en función a la distancia del lazo y la resistencia que presente el receptor más la que genere el cable de lazo.

- Caídas de voltaje en el lazo

Una de las especificaciones más importantes en un receptor de lazo (alimentado por el lazo o por algún dispositivo fuera de este), es la resistencia total que este presenta para la salida del transmisor. La mayoría de los transmisores especifican la resistencia máxima de lazo, para la cual pueden generar un lazo de corriente a su salida máxima de 20mA.

Por medio de la ley de ohm es posible encontrar la caída de voltaje a través de la resistencia de carga en el generador, multiplicando la resistencia por la corriente que en esos momentos pasa por él, a través de ella.

$$V = I \cdot R$$

Donde V será la caída de voltaje en Volts, I la corriente que pase a través de la resistencia en amperes, y R la resistencia del receptor en Ohms (Ω).

La suma de las caídas de voltaje ocasionadas por los elementos en serie en el lazo de corriente y consumo del transmisor y en ocasiones del receptor (si dependen de una misma fuente de alimentación) debe ser igual al voltaje de alimentación.

Por ejemplo para una aplicación de lazo alimentado por una fuente de 24 Volts, Figura que contiene una resistencia de lazo de 250Ω , la caída máxima de voltaje en el lazo será:
Voltaje de caída = $250\Omega \times 0.020A = 5V$

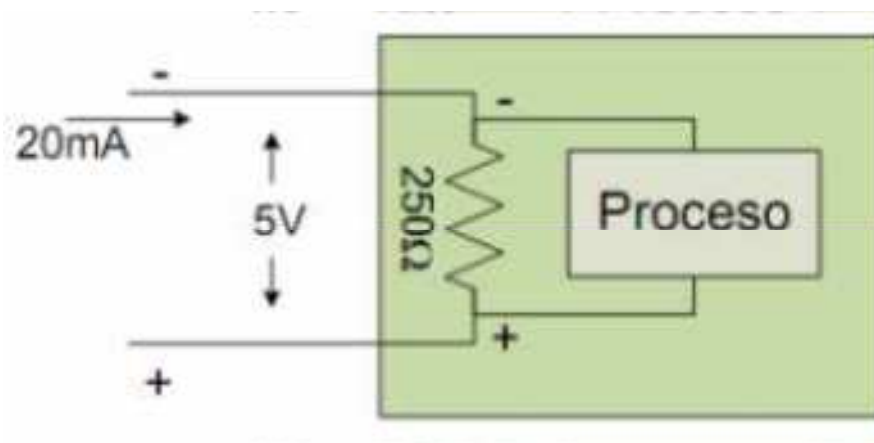


Figura 5.7.10 Ejemplo de caída de voltaje.

Rango máximo de transmisor

Teniendo en cuenta el concepto de caída de voltaje, para un lazo alimentado por una fuente de 24V, en el que el voltaje mínimo de operación del transmisor es de 8V y la caída producida por el lazo y el receptor es de 4V, es lógico preguntar por los 12V restantes. Los 12V extra son absorbidos completamente por el transmisor ya que la mayoría de los monitores/receptores, contienen únicamente una entrada puramente resistiva, en ocasiones combinada con diodos zener, para controlar la caída del voltaje.

Los transmisores usualmente operan con un voltaje máximo y un voltaje mínimo. El voltaje mínimo es el que se requiere para la correcta operación del transmisor, mientras que el voltaje máximo está determinado por el rango máximo de disipación de energía, tal y como ocurre con los rangos máximos en los semiconductores.

5.7.11 Resistencia del cable

Debido a que los cables de cobre exhiben una resistencia en DC, directamente proporcional a la longitud y diámetro del cable, es necesario considerar el efecto que tiene esta resistencia sobre el desempeño del sistema.

En aplicaciones en las que se utilizan dos o más monitores de lazo conectados a distancias muy largas (300 o 600 metros), hasta 1500 m como max., normalmente se utilizan fuentes de alimentación de 24V, porque muchos transmisores requieren de un voltaje mínimo de alimentación de 8V para su correcta operación. Cuando a estos 8V mínimos se les añade la caída típica de 3-5V ocasionada por cada proceso receptor y las caídas de 2-4V ocasionadas por el cableado del sistema de interconexiones, es requerido un voltaje mínimo de alimentación que fácilmente superará los 16V.

La caída de voltaje a través de un cable se puede encontrar, si se multiplica la resistencia total del cable por la corriente que pasa a través de este. La resistencia total se puede encontrar si se consulta las especificaciones del cable (usualmente es expresada en ohm por kilómetros).

CALIBRE	HUMERO HEBRAS	DIAMETRO HEBRA mm.	DIAMETRO NOMINAL mm.	SECCION NOMINAL mm ²	PESO kg/km	RESISTENCIA ELECTRICA 20° Ω/km
24 AWG	7	0,193	0,58	0,205	1,86	85,600
22 AWG	7	0,244	0,73	0,324	2,97	53,800
20 AWG	7	0,307	0,92	0,517	4,69	33,800
18 AWG	7	0,386	1,16	0,823	7,46	21,400
16 AWG	7	0,488	1,46	1,31	11,9	13,400
14 AWG	7	0,615	1,84	2,08	18,9	8,460

Figura 5.7.11 Cables recomendados para un buen funcionamiento.

5.7.12 ¿Por qué usar lazo de corriente?

- Un sensor es un dispositivo usado para medir magnitudes físicas tales como temperatura, presión, velocidad, flujo de líquidos, etc.
- La transmisión de la información del sensor vía un lazo de corriente es útil cuando la información tiene que enviarse sobre grandes distancias (300 m o más)

- El lazo de corriente se encarga de convertir un voltaje suministrado por el sensor en una corriente proporcional comprendida entre 4 y 20 mA.
- 4 mA representa el nivel de salida cero del sensor y 20 mA representa la salida de plena escala del sensor.
- Luego, un receptor en un extremo remoto convierte la corriente a un voltaje que oportunamente será procesado por una computadora, controlador, PLC.
- Sin embargo, este voltaje conocido como “pérdida del lazo”, no reducen la corriente de 4 a 20 mA y estas pérdidas pueden ser compensadas por la alimentación del lazo.
- El valor de la corriente no es afectada en todo el lazo por las caídas de voltaje en el alambrado: Los electrones originados en el terminal negativo de la fuente de alimentación del lazo retornan al terminal positivo.

5.8 PROFIBUS

Profibus es el líder mundial en redes multi-funcionales de célula y campo

Existen más de 3'5 millones de dispositivos PROFIBUS instalados en más de 350,000 aplicaciones (datos de finales de 1.999)

PROFIBUS Internacional es una organización que reúne todas las asociaciones de usuarios de PROFIBUS (PNO) zonales, para la promoción de PROFIBUS

Estándar internacional EN 50170 e IEC 61158

Número 1 en Europa, líder mundial

Organizaciones de Usuarios PROFIBUS en los cinco continentes

– Más de 900 miembros en 23 países de todo el mundo

Hoy en día hay más de 1.900 productos disponibles de más de 260 fabricantes diferentes

5.8.1 Topologías de red en PROFIBUS

- Red eléctrica:
 - Cable de par trenzado y apantallado (RS 485)
 - Cable de par trenzado para áreas sujetas a riesgos de explosión (IEC 1158-2)
- Red óptica:
 - Fibra óptica de cristal
 - Fibra óptica de plástico
- Red sin hilos con los módulos de enlace infra-rojos.

5.8.2 Ventajas

- Red abierta y estándar
- Amplia gama de componentes y sistemas en el mercado
- Red Multi-fabricante
- PROFIBUS es el líder de mercado en buses de campo
- Soportado por los fabricantes de PLCs más importantes
- Ahorro
- Red de célula y campo económica
- costes calculables de instalación y cableado
- Componentes de la Automatización Totalmente Integrada
- Alto nivel de seguridad de datos
- Uso de cables de fibra óptica o par trenzado
- Flexibilidad
- Sistema con interfaces para una amplia gama de necesidades

5.8.3 La norma PROFIBUS

Norma DIN 19245. Partes 1-2

Parte 1.- capa física (PHY) y de enlace (FDL)

- Aseguran correcta transmisión de datos
- No importa el significado de los datos

Parte 2.- capa de aplicación

Basado en MMS. Norma ISO 9506

- Tecnología abierta
- Orientada a objetos
- Dispositivos virtuales

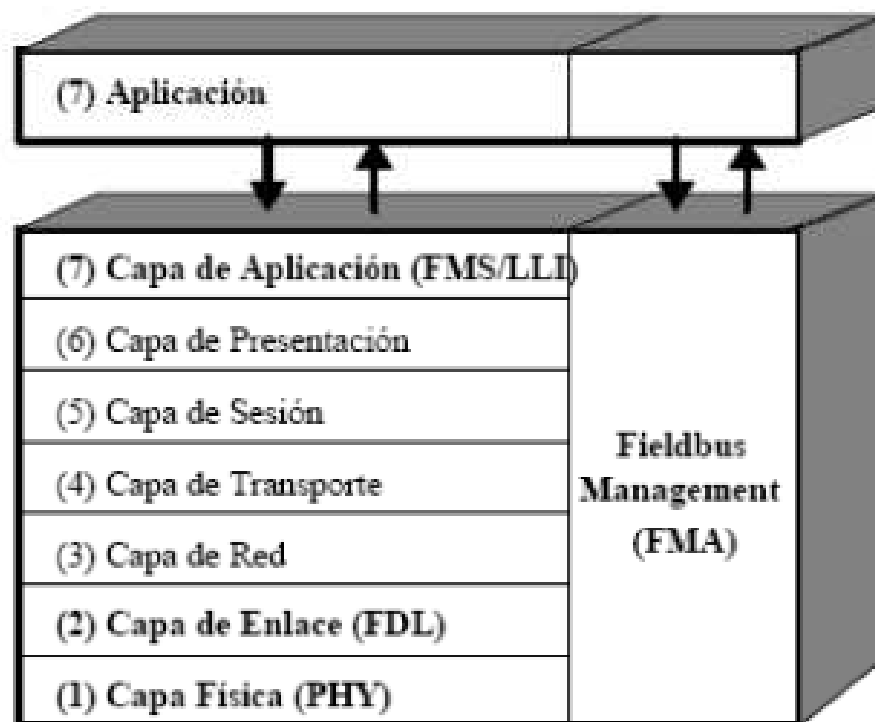


Figura 5.8.3 Modelo de referencia ISO/OSI, restringido a tres capas

5.8.3.1 La norma. Capa física y enlace

Características:

» Velocidades de transmisión:

– 9.6, 19.2, 93.75, 187.5 y 500 KBaudios.

» Número máximo de estaciones: 127 (32 sin utilizar repetidores).

» Distancias máximas alcanzables (cable de 0.22 mm. de diámetro):

- hasta 93.75 KBaudios: 1200 metros
- 187.5 KBaudios: 600 metros
- 500 KBaudios: 200 metros
- Estaciones pueden ser activas (maestros) o pasivas (esclavos).
- Medio de acceso: híbrido
- maestro-esclavo
- pase de testigo entre las estaciones maestras

» Acceso al medio determinístico.

» Conexiones de tipo bidireccionales, multicast o broadcast.

» Servicios:

- con o sin reconocimiento
- cíclicos o acíclicos

5.8.3.2 Norma RS-485

» Información en la polaridad (en RS-232 nivel)

– Cableado:

» Par trenzado apantallado.

- Ambientes con EMI elevadas.
- Par trenzado sin apantallamiento
- Ambientes con EMI menores

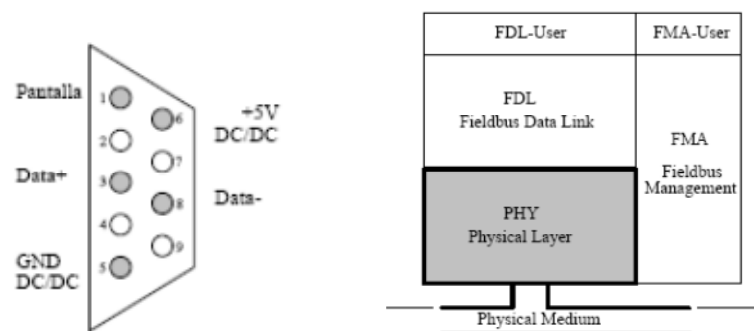


Figura 5.8.3.2.a Asignación de polos en el conector sub-D de 9 pines

Tipos de estaciones

- Estaciones activas (maestros)
 - » Enviar información por iniciativa propia
 - » Solicitar datos de otras estaciones
 - » Estaciones complejas (PLC, PC, ...)
- Estaciones pasivas (esclavos)
 - » Sólo comunica si una estación activa lo autoriza.
 - » Estaciones sencillas (sensores, actuadores, etc)
- Algunas se pueden configurar como activas o pasivas

Datos técnicos de PROFIBUS. (SIEMENS)

Estándar	PROFIBUS según EN 50 170
Método de acceso	Paso por testigo con maestro-esclavo
Velocidad de transmisión	9.6 kbit/s - 12 Mbit/s
Medio de transmisión	eléctrico: cable de dos hilos apantallado óptico: cables de FO (cristal y plástico) sin hilos: infrarrojos
Máx. nº de nodos	127
Tamaño de la red	eléctrica: máx. 9.6 km (depende de velocidad) óptica: 150 km (depende de velocidad)
Topologías	Bus, árbol, estrella, anillo, anillo redundante
Aplicaciones	Comunicación de proceso, campo o datos

Método de acceso al bus

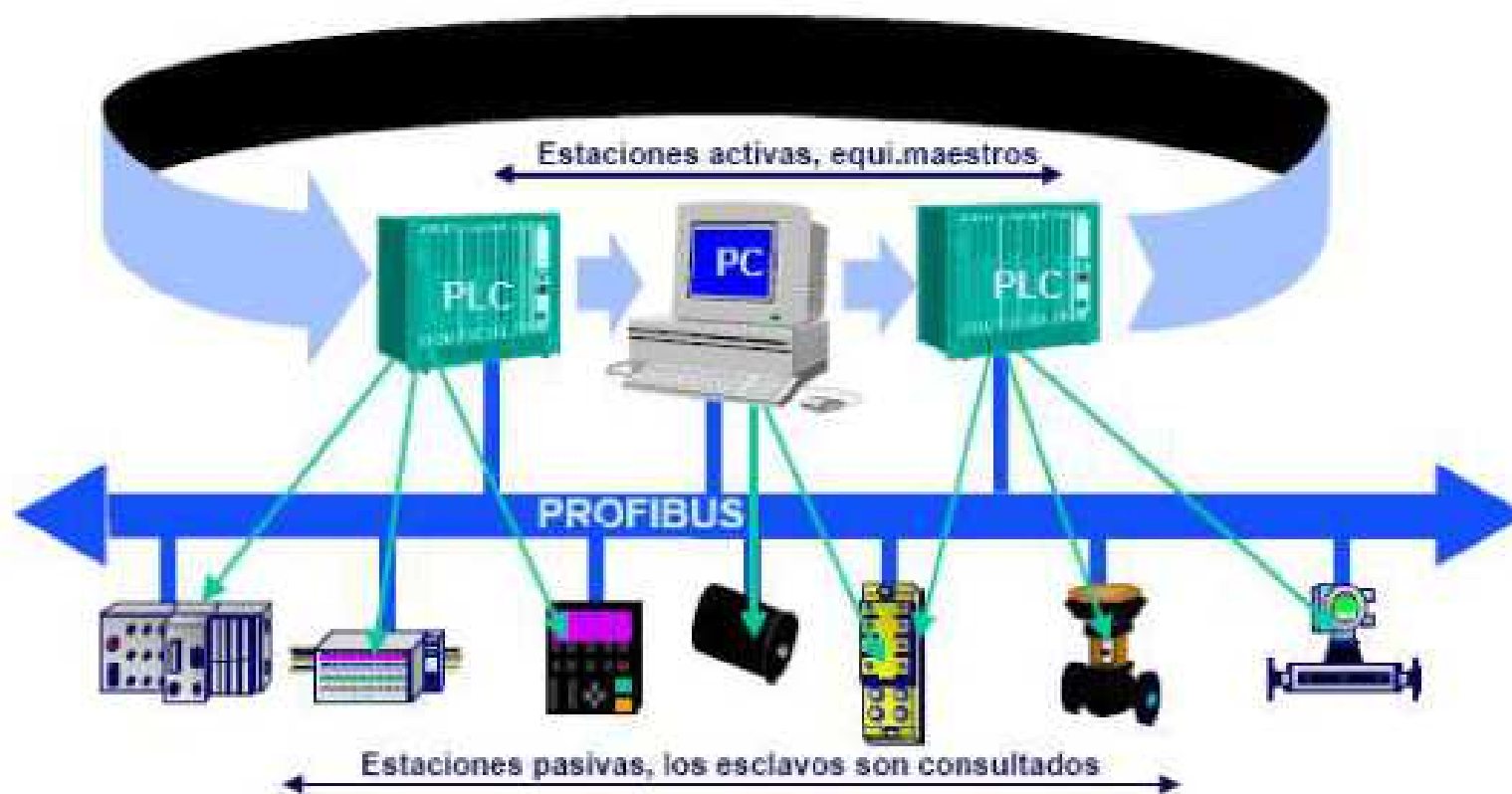


Figura 5.8.3.2.b Técnicas de transmisión. Modelos de Siemens

PROFIBUS, RS 485

- Transmisión asíncrona NRZ según RS 485
- Velocidad desde 9.6 kBit/s hasta 12 MBit/s seleccionable en escalones
- Cable de par trenzado y apantallado (9,6 Km) o FO (aprox. 150 Km)
- 32 estaciones por segmento, máx. 127 estaciones permitidas
- Distancia: 12 MBit/s = 100 m; 1.5 MBit/s = 400m; < 187.5 kBit/s = 1000 m
- Distancia ampliable mediante repetidores hasta 10 km (caso de cable)
- Conectores sub-D de 9 pines

PROFIBUS PA, IEC 1158-2

- Codificación síncrona Manchester, 31.25 kBit/s en corriente
- Cable de par trenzado apantallado o sin apantallar
- Distancia hasta 1.900 m por segmento, ampliable mediante repetidores
- máx. 127 estaciones (sin Enlace DP/PA), 10-32 por segmento (dependiendo de que sean zonas clasificadas y el consumo)

Cuándo se utiliza PROFIBUS-FMS/DP/PA

	PROFIBUS-FMS	PROFIBUS-DP	PROFIBUS-PA
Aplicación	Nivel de célula	Nivel de campo	Nivel de campo
Estándar	EN 50 170/IEC 61158	EN 50 170 /IEC 61158	IEC 1158-2
Dispositivos conectables	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo binarios y analógicos, accionamientos, OPs	Dispositivos de campo para áreas con riesgo de explosión y 31.25 kbit/s
Tiempo de respuest.	< 60 ms	1 - 5 ms	< 60 ms
Tamaño red	<= 150 km	<= 150 km	Máx. 1.9 km
Velocidad	9.6 kbit/s - 12 Mbit/s	9.6 kbit/s - 12 Mbit/s	31.25 kbit/s

Figura 5.8.3.2.c Tabla de PROFIBUS-FMS/DP/PA

Posicionamiento de protocolos PROFIBUS

Protocolo	Aplicación	STANDARD Abierto	Interfase usuario
FMS	SIMATIC S5/S7, PG/PC, HMI	EN 50170 abierto	Alto grado de funcionalidad
DP	Dispositivos de campo binarios y analógicos	EN 50170 abierto	Optimizado para comunicación con dispositivos de campo
Comunic. S7	SIMATIC S7, PC/PG, HMI	Específico Abierto	Alto grado de funciona- lidad, optimizado para SIMATIC S7
SD/RCV	SIMATIC S5/S7, PC/PG, HMI	Multi- fabricante Abierto	Funcionalidad sencilla

Figura 5.8.3.2.d Tabla de protocolos PROFIBUS

Componentes de red para PROFIBUS

- Medio de transmisión



Figura 5.8.3.2.e Medio de transmisión

- Componentes de red para PROFIBUS



Figura 5.8.3.2.f Componentes de red para PROFIBUS

- Paquetes software

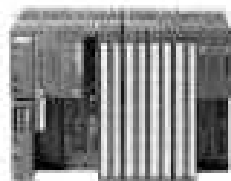


Figura 5.8.3.2.g Paquetes software

- Procesadores de comunicaciones para controladores SIMATIC



Figura 5.8.3.2.h Procesadores de comunicaciones para controladores SIMATIC

- Procesadores de comunicaciones para PCs, PGs



Figura 5.8.3.2.i Procesadores de comunicaciones para PCs, PGs

5.8.4 Fundamentos técnicos

Características y normas generales

En la industria de procesos la transmisión convencional de señales entre los sensores/actuadores instalados en el campo y los módulos de E/S del sistema de control se realiza mediante conexiones de cable de cobre punto a punto en paralelo. Por regla general las señales analógicas se transmiten con un nivel de 4 a 20 mA.

En contraposición, los sistemas de bus de campo como PROFIBUS permiten establecer la comunicación entre el sistema de automatización (controlador) y los dispositivos instalados en campo a través de un único cable con comunicación serie.

Esta comunicación se caracteriza por regla general por la transferencia cíclica de datos de proceso y la transmisión acíclica de alarmas, parámetros y datos de diagnóstico.

La reducción de gastos en cuanto al cableado y al hardware de E/S representa un potencial enorme de ahorro.

La transmisión digital de datos ofrece un contenido informativo considerablemente mayor que redonda en ventajas significativas de costes tanto en el servicio como en el mantenimiento de las plantas:

- Comunicación direccional (especificación de consignas y respuesta de la posición actual de una válvula)
- Información amplia de diagnóstico para la gestión de activos
- Alta precisión (resolución de 32 bits)

El PROFIBUS presenta una estructura simple, robusta y fiable, puede ampliarse online y es aplicable tanto en entornos no críticos como en zonas con atmósferas explosivas.

Además de estas propiedades, para la automatización del proceso son importantes las siguientes funciones PROFIBUS:

Integración de dispositivos HART ya instalados

- Redundancia
- Comunicación de seguridad con PROFIsafe
- Sincronización horaria
- Etiquetado con fecha/hora

El PROFIBUS es un bus de campo abierto y universal que permite

- La comunicación rápida con los dispositivos periféricos descentralizados inteligentes (PROFIBUS con física DP)
- La comunicación y alimentación simultánea de transmisores y actuadores (PROFIBUS PA)

Gracias a su concepción modular con tecnologías de transmisión complementarias, un protocolo de comunicación unificado y múltiples perfiles de aplicación.

5.8.5 Normalización internacional

La estandarización de PROFIBUS comenzó en 1991 con la norma nacional DIN 19245 y continuó en 1996 con la norma europea EN 50170. Desde 1999, PROFIBUS está incluido en las normativas internacionales IEC 61158 y IEC 61784.

5.9 FIELDBUS

Es un sistema de comunicación digital bidireccional que interconecta instrumentos o dispositivos inteligentes localizados en el campo o en cuartos de control.

Es un standard que permite la comunicación entre varios dispositivos como pueden ser:

Transmisores Controladores Locales Lectores de código de barras Consolas DCS. Terminales de operación manual. Válvulas. PLC Registradores de carta o tendencia. Indicadores dedicados. Dispositivos de Registro histórico en tendencia.

Fieldbus está basado en el desarrollo alcanzado por OSI (Open System Interconnect), el cual fue desarrollado por ISO (International Standard Organization) para representar las funciones requeridas en cualquier red de comunicación.

El modelo OSI presenta siete capas de operación o función, cada una con una tarea muy específica. El modelo además establece que cada capa o función debe ser independiente por completo. La forma en que la señal será transmitida físicamente puede variar, pero la forma en que esta se interprete deberá siempre conservarse idéntica. Este concepto puede ser comprendido mejor al ser comparado con el código Morse. El código Morse puede ser comprendido e interpretado no importa si se usa luz, sonido, o cualquier otra forma de transmisión de la señal.

El modelo OSI consiste en siete capas, pero de las cuales, para las aplicaciones en tiempo real, las capas de la tres a la seis no son consideradas, estas se encargan de la transferencia de información o datos entre la red. Para las aplicaciones en tiempo real, las capas utilizadas son:

Capa 1 - Capa Física. Define el tipo de señal, el medio de transmisión, velocidad, etc.

Capa 2 - Capa de Enlace de Datos. Define la interfaz entre la capa física y la capa de aplicación (Capa 7), establece como debe ser estructurado el mensaje y normalice el uso de múltiples masters.

Capa 7 - Capa de Aplicación. Define como los datos son especificados, direccionados y su representación.

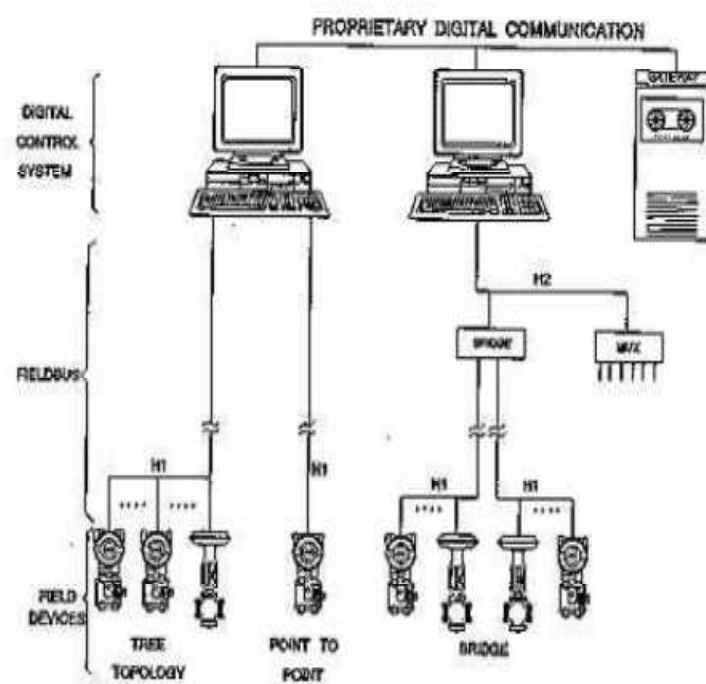


Figura 5.9 Dispositivos de conexión de un sistema usando tecnología Fieldbus

ISA/SP50, especifica una octava capa la cual define la estructura del mensaje para implementar estrategias de control. El diseño de estructuras de control con fieldbus normalmente realizado a través del enlace de bloques de funciones. Esta octava capa también denominada Capa del Usuario, define variables y algoritmos para que los bloques de funciones realicen sus funciones como las de Input, Control PID, Output o totalización, etc. Esta definición otorga a fieldbus un alto nivel de intercambiabilidad.

Para poder comprender mejor la tecnología preferimos integrar una discusión del estado de cada definición en cada capa discutida anteriormente.

5.9.1 Capa Física.

Esta capa define el medio de transporte de los paquetes de mensaje, la forma de la señal y los límites de amplitud, la velocidad de transmisión, distribución de la alimentación y topología aceptables.

5.9.1.1 Características técnicas:

Medio Físico.

Tres tipos son definidos: cable, fibra óptica y señales de radio-frecuencia. La definición para cable y fibra óptica ya ha sido definida por ISA.

Velocidad de comunicación para H1 (Uso de cable).

31.25kbps. 1 MB/s y 2.5 MB/s (H2).

H1 y H2 son las clasificaciones usuales para los dos objetivos de fieldbus. H1 tiene una velocidad de comunicación relativamente baja, puede utilizar los cables existentes y satisface los requerimientos para instalaciones con seguridad intrínseca y permite la alimentación de los dispositivos a través del mismo conducto para la transmisión de la señal digital. H2 tiene alta velocidad y requiere alimentación independiente para los dispositivos de campo.

Numero de dispositivos por bus. (31.25 kbps).

2 a 32 dispositivos, sin alimentación sobre el bus y sin capacidad de instalaciones intrínsecamente segura. 2 a 6 dispositivos con alimentación en el bus y seguridad intrínseca.

Distancia Máxima.

Hasta 1900 metros sin repetidores para 31.25 kbps, número máximo de repetidos igual a cuatro, Hasta 750 metros para un MB/s y hasta 500 metros para 2.5MB/s.

Topología.

Topología de Bus y Arbol son aceptadas.

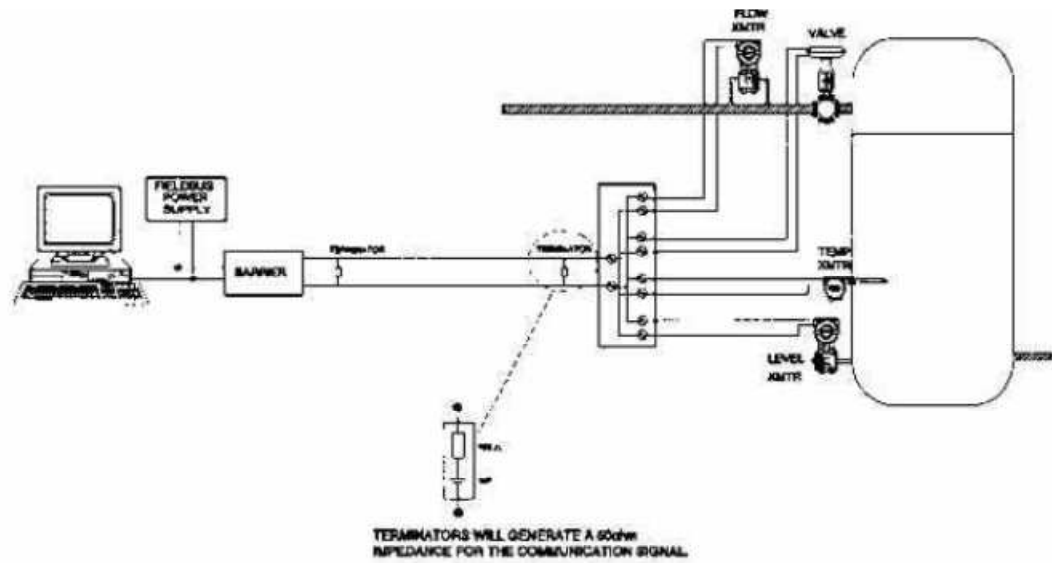


Figura 5.9.1.1.a Topología de Bus y Arbol

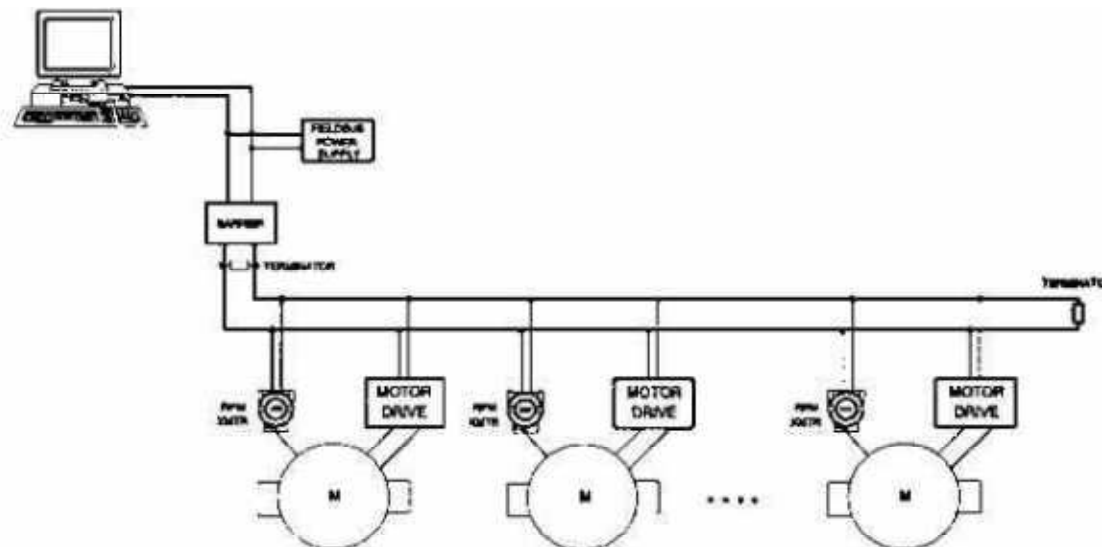


Figura 5.9.1.1.b Aplicación típica y topología apropiada

Poder para 31.25 kbps.

Voltaje: de 9 a 32 VDC. Impedancia de entrada: 3 koms a 31.25kbps. Los dispositivos deben estar aislados galvánicamente con relación al bus.

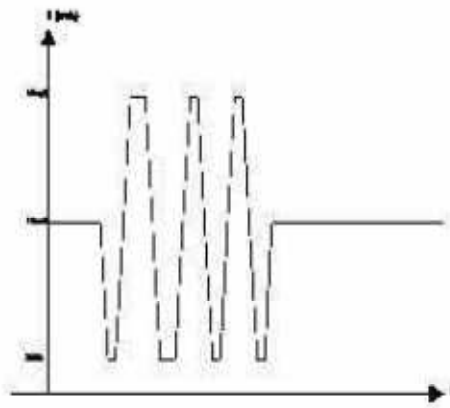


Figura 5.9.1.1.b El Fieldbus en 10 miliamperios son continuamente tomados del bus por cada dispositivo .durante las comunicaciones aumenta o decrecen el flujo de mensajes.

Modulación de la Señal.

Manchester bi-fase sincronicidad L.

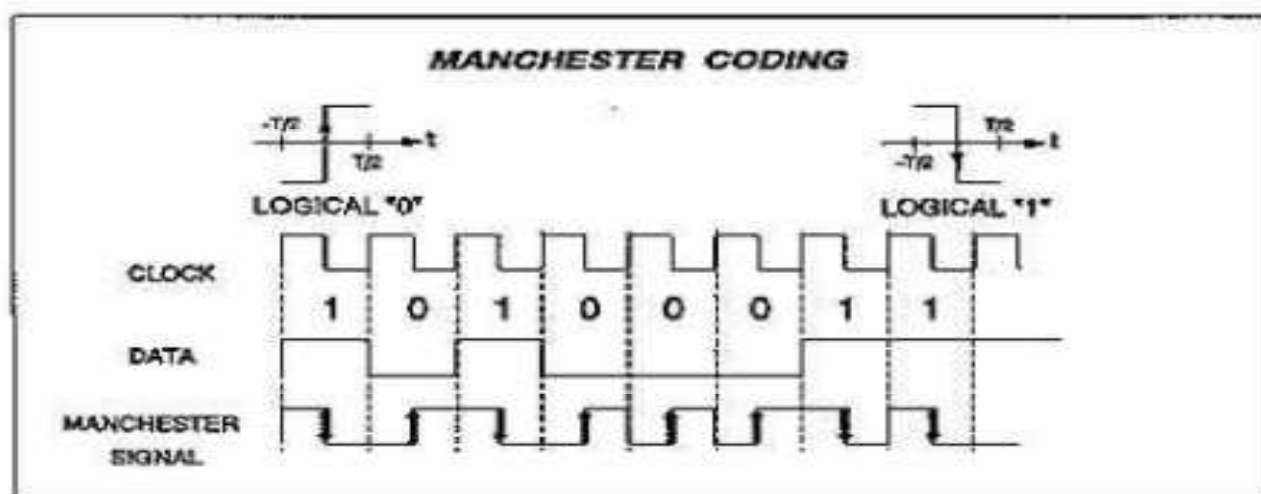


Figura 5.9.1.1.c El Fieldbus codifica y decodifica los datos

Preámbulo de la capa física.

Durante la transmisión, la capa física se añadirá a la información enviada por la capa superior, un preámbulo y un delimitador de inicio del paquete y un delimitador de fin al final del propio paquete.

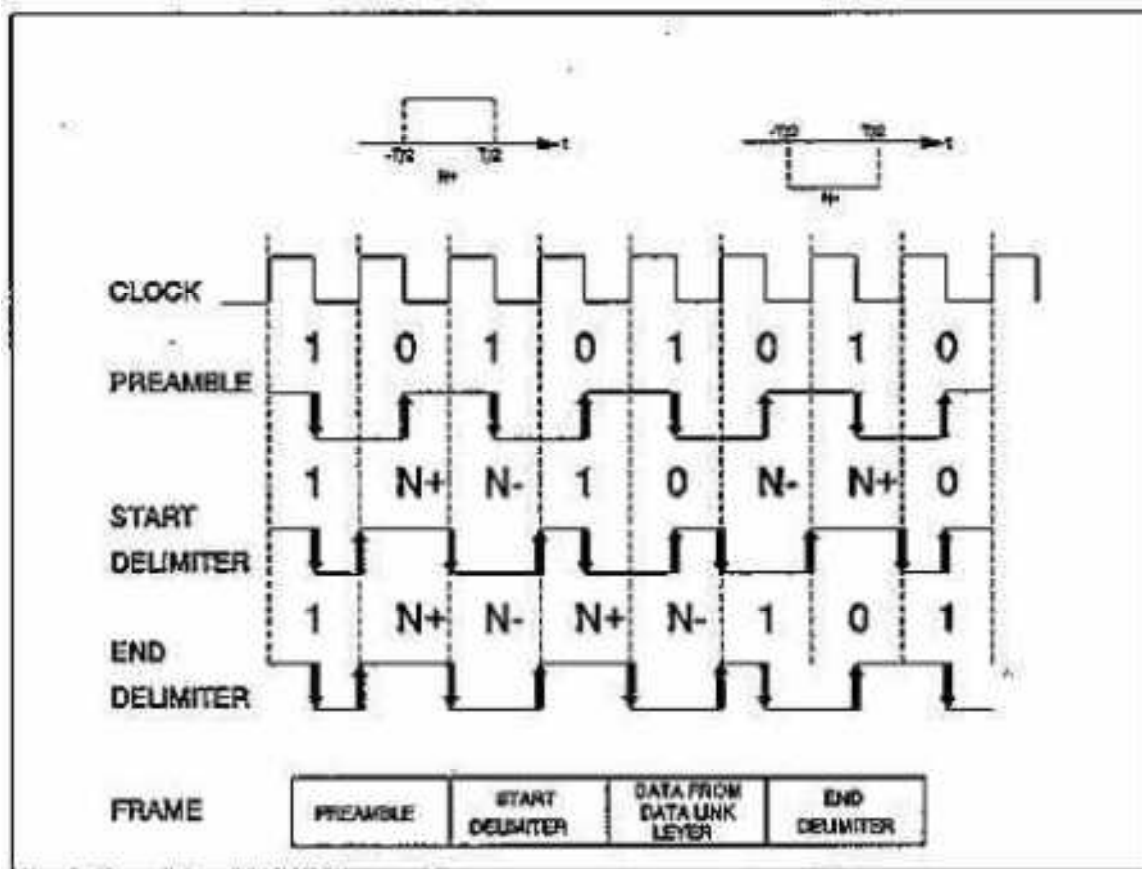


Figura 5.9.1.1.d El Fieldbus de la capa física

5.9.2 Capa de Enlace de Datos.

Esta capa es la encargada de garantizar y asegurar la integridad de los mensajes haciendo uso de una secuencia de verificación de la información a través de 2 bytes que son añadidos al envío y el resultado de un polinomio para toda la data. Esta capa además controla el acceso al medio de transmisión y determina quien puede hablar y cuando.

Esta capa además es responsable de que cada dato alcance el destino (o destinos) correcto.

5.9.2.1 Características técnicas.

1-. Medios de Acceso. son tres las formas de acceder a la red: 1-. Token Passing: Token (bastón), es el derecho de iniciar una transacción en el bus. Un dispositivo tiene que poseer un token para iniciar la conversación. Tan pronto como este termine de publicar su mensaje el deberá retornar el token de vuelta al "manejador" LAS (Link Active Scheduler). LAS enviará el token a la unidad que lo solicite, ya sea en forma preconfigurada o a través de un scheduling.

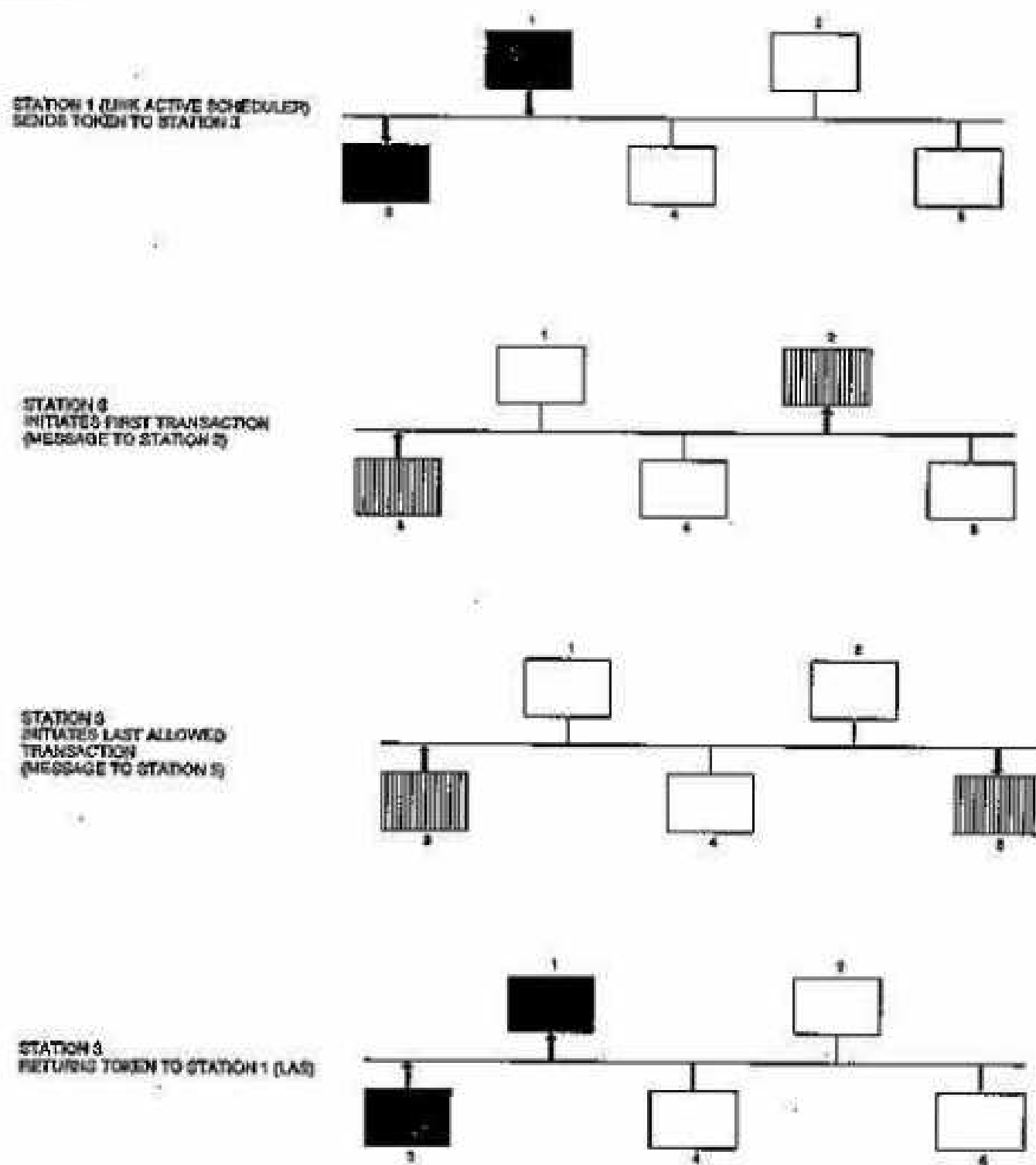


Figura 5.9.2.1.a Redes de acceso usando token passing

2-. Respuesta Inmediata: Una estación master brindará la oportunidad a una estación de replicar con un paquete de información (frame).

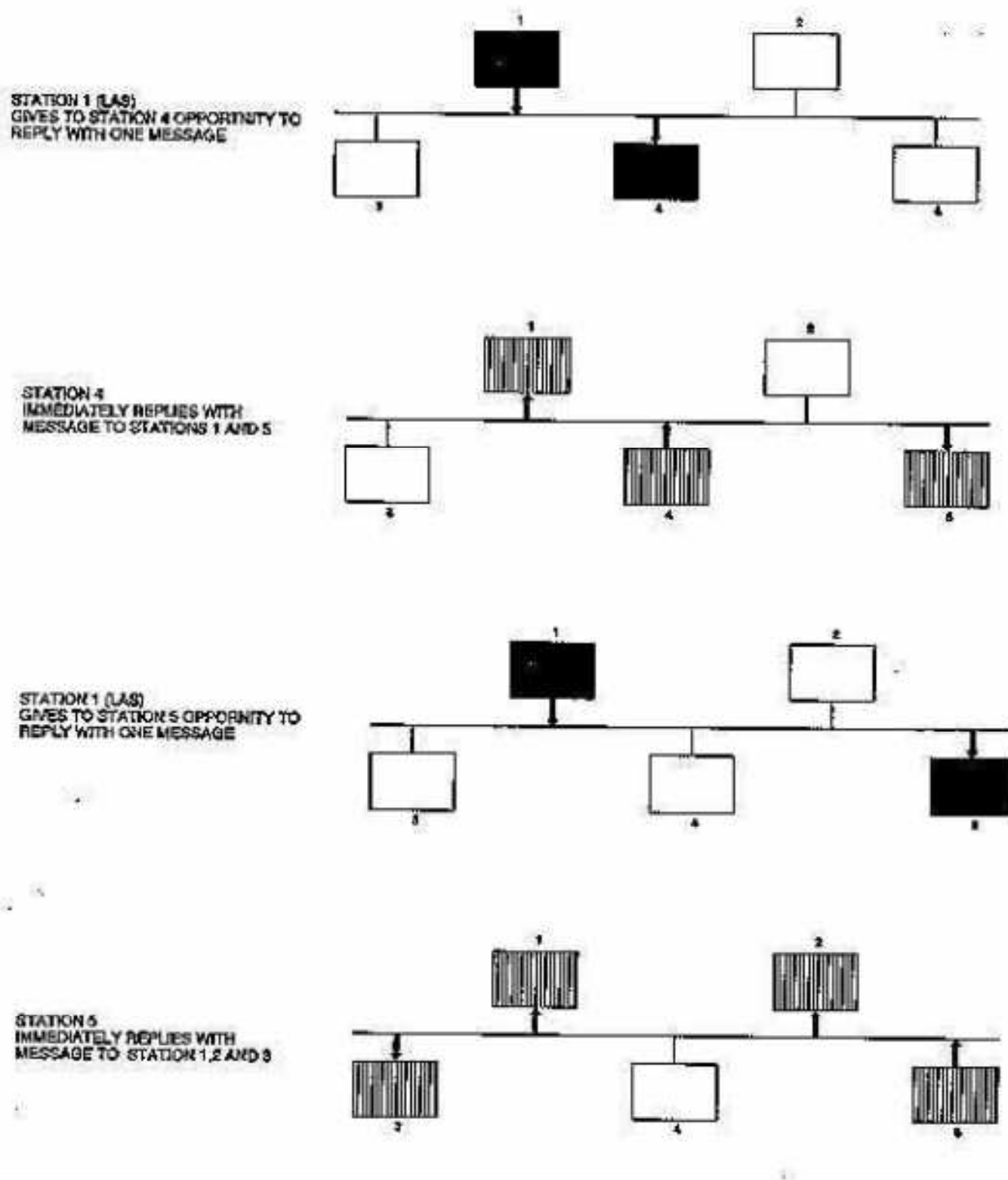


Figura 5.9.2.1.b Redes de acceso usando respuesta inmediata

3-. Solicitud de token: Un dispositivo solicitará el token haciendo uso de un código en cualquiera de las respuestas enviadas al bus. LAS escuchará esta solicitud y enviará un token a este dispositivo cuando encuentre una disponibilidad en la fase o fases del tráfico aperiódico.

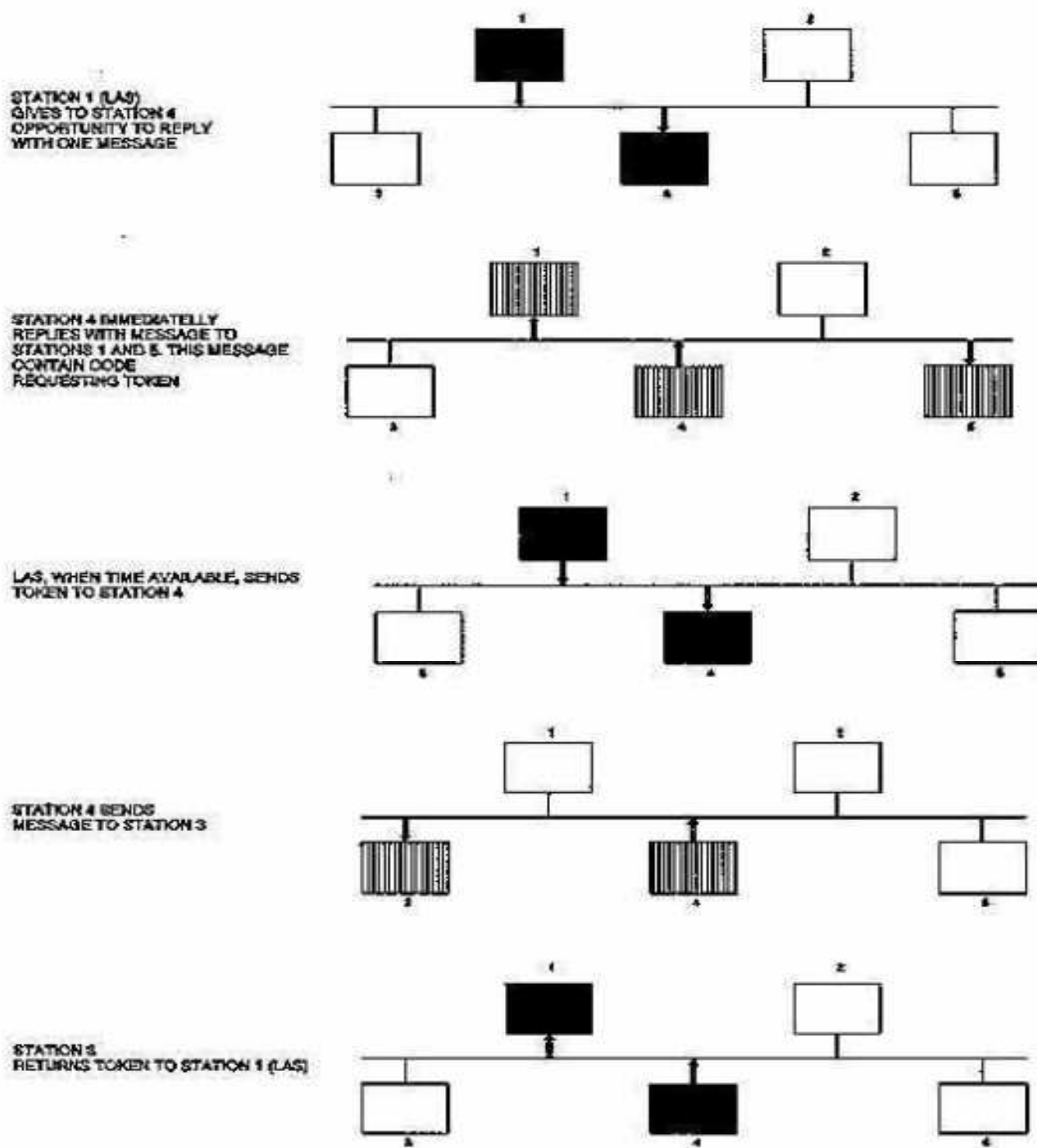


Figura 5.9.2.1.c Redes de acceso usando requested token

b-. Modelo Productor/Consumidor. Un dispositivo puede producir o consumir variables que son publicadas en la red haciendo uso del modelo de acceso inmediato a la red. El productos pone la variable en un buffer y cualquier estación podrá tener acceso a esta. Con una sola transacción, el dato puede ser enviado a todas las unidades que lo requieran. Esta es por su puesto la forma más eficiente de transferir datos en una sola dirección. Un controlador consume la variable producida por un sensor, y produce la salida consumida por el actuador.

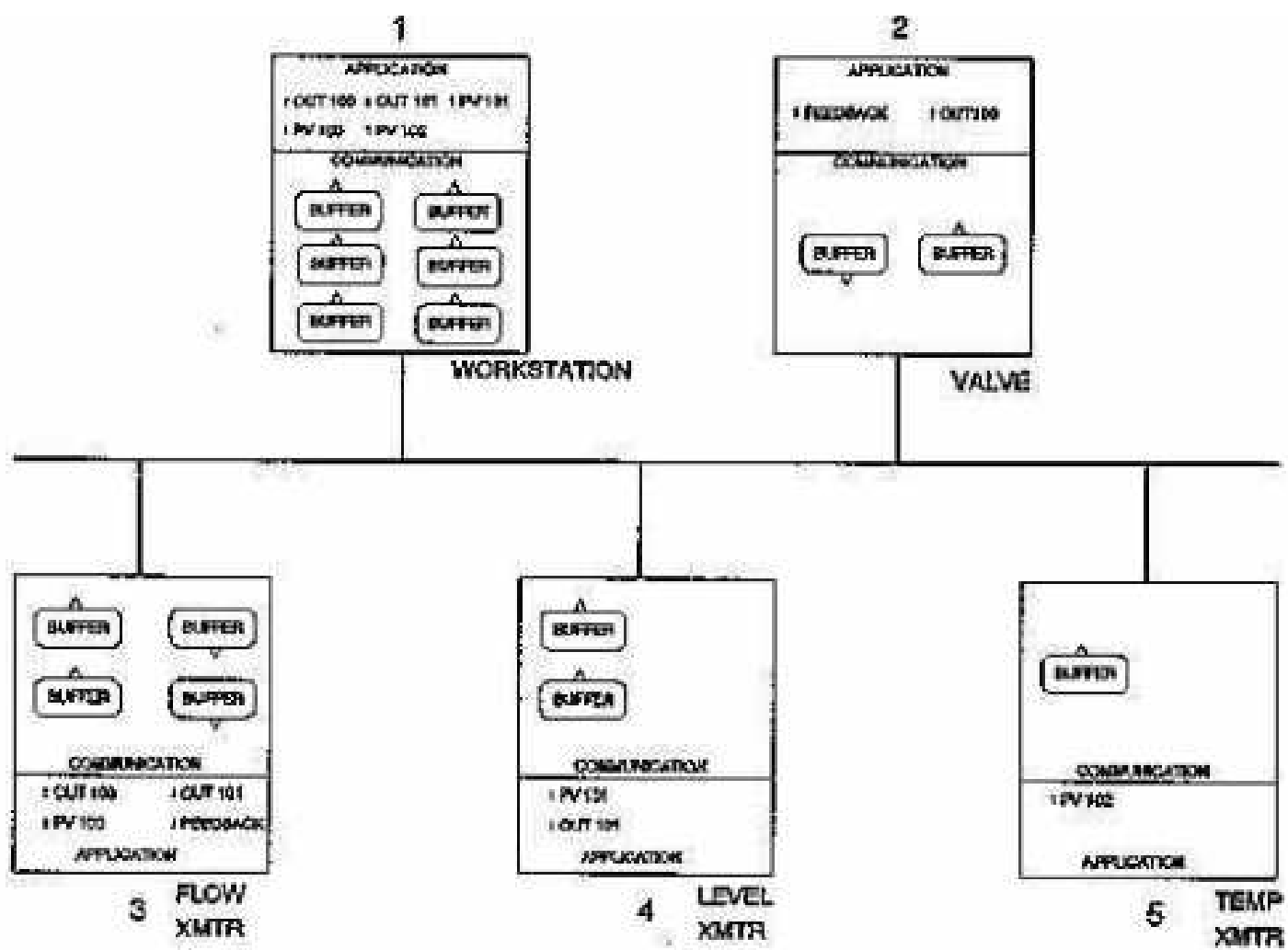


Figura 5.9.2.1.d Ejemplo: productor - consumidor

c-. Gerenciamiento para soportar aplicaciones en tiempo critico: LAS será el encargado de coordinar el tiempo requerido por cada transacción en la red, garantizando el intercambio de la información.

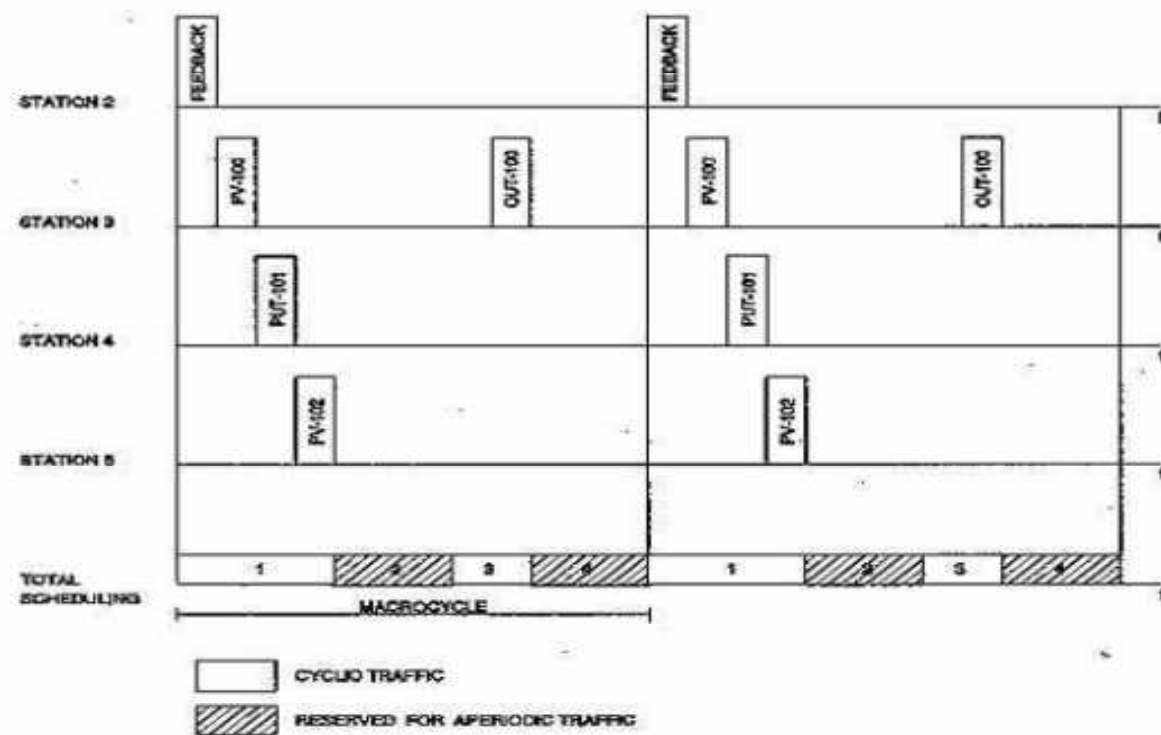


Figura 5.9.2.1.e Sentido "Común" del tiempo

d-. Sentido "Común" del tiempo: Este es un mecanismo para mantener una referencia en el tiempo de la red para concretar sincronización en el bus y procesar las actividades.

e-. Direccionamiento: Para acceder una dirección en un grupo de estaciones son utilizados 4 bytes, inclusive para acceder a una variable son utilizados estos 4 bytes. Esto permite optimizar el proceso de intercambio de mensajes y el acceso a la red.

f-. Circulación del Token: Este es el método de acceso a la red utilizado por PROFIBUS e ISP. Este puede ser simulado pero no con la misma eficiencia haciendo uso de la actual definición de ISA/SP50 en la Capa de Enlace a través del paso del token como modo de acceso.

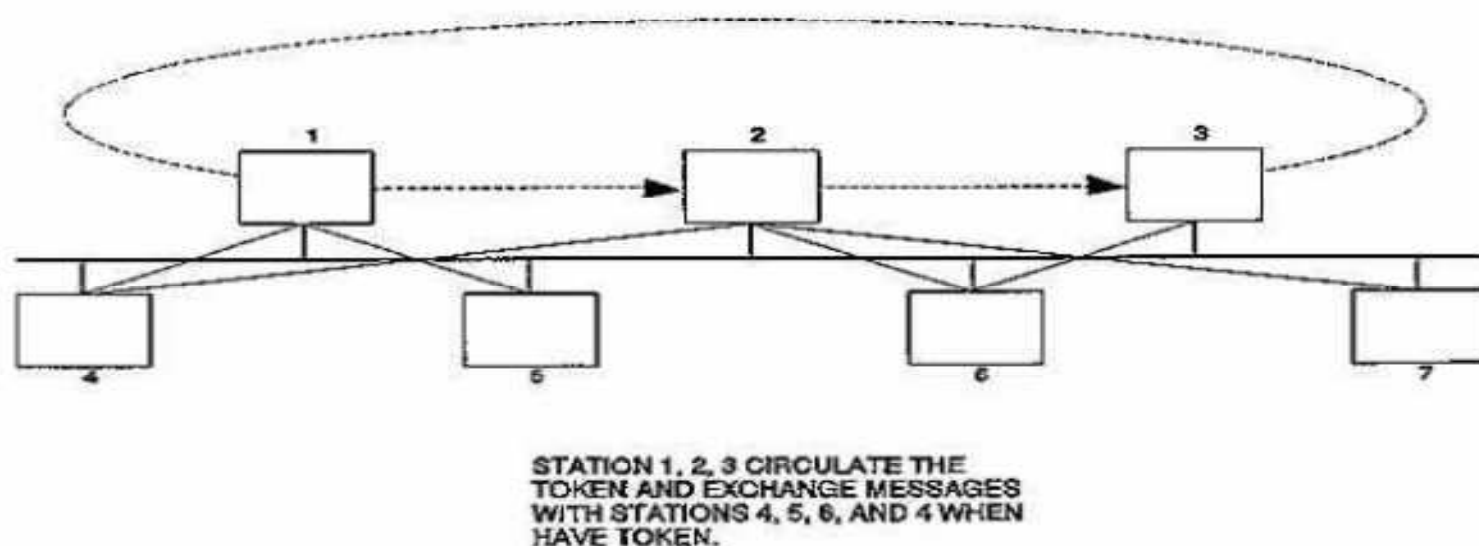


Figura 5.9.2.1.f Diagrama de mensaje usando circulación del Token

5.9.3 Capa de Aplicaciones y su manejo.

La capa de Aplicaciones suministra una interfaz simple para la aplicación final del usuario. Básicamente esta define como leer, escribir, interpretar y ejecutar mensajes o comandos. Una gran parte de este trabajo es definir la sintaxis del mensaje, como por ejemplo la forma que el mensaje deberá tener. El contenido de este incluye el mensaje solicitado, la acción tomada y el mensaje de respuesta.

Esta además define la forma en que el mensaje deberá ser transmitido, sea: cíclico, inmediato, solo una vez o requerido por el consumidor.

El gerente define como se inicializará la red: La asignación de tags, direcciones, sincronización del reloj, el gerenciador de las aplicaciones distributivas por toda la red o la relación de entradas y salidas de parámetros en los bloques de funciones.

Este además controla la operación de la red con recogiendo las estadísticas del los errores o fallas, la detección de un nuevo elemento o la retirada de una estación. El sistema está continuamente en busca de nuevas estaciones en el bus encestando las posibles estaciones por su dirección.

5.9.4 Capa de Usuario.

Esta capa define la forma en que es accedida la información a través de los dispositivos fieldbus y cómo será esta distribuida hacia otros instrumentos en el mismo nodo o posiblemente a otros nodos de la red fieldbus. Este atributo es fundamental para aplicaciones de control de proceso.

La arquitectura base en fieldbus son los bloques de funciones, los cuales realizan labores de adquisición de datos, regulación y salida, cada bloque de funciones posee un algoritmo, un identificador en una base de datos que es utilizado por la aplicación final para identificar este dentro de la red denominado "tag", este debe ser único en toda la red fieldbus. Los parámetros de los bloques de funciones fieldbus son accedidos a través de la relación: TAG.NOMBRE_PARAMETRO.

Esta base de datos está fraccionada en: entrada, salida y variables internas.

Un dispositivo fieldbus entregará la información al bus a través de este algoritmo de forma predefinido. La base de datos está disponible al acceso local vía comunicación directa con el bus o a través de "download" en forma de configuración para una aplicación de control específica.

La figura 14 muestra una versión muy simplificada de un bloque AI definido por ISA/SP50. En la figura 15 se muestra una representación de una aplicación haciendo uso de los bloques de funciones.

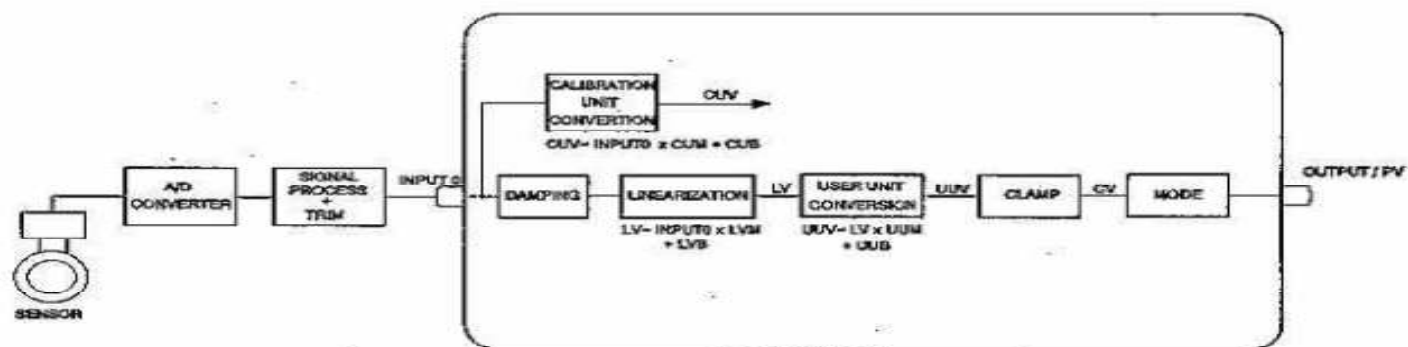


Figura 5.9.4.a Representación de una aplicación haciendo uso de los bloques de funciones.

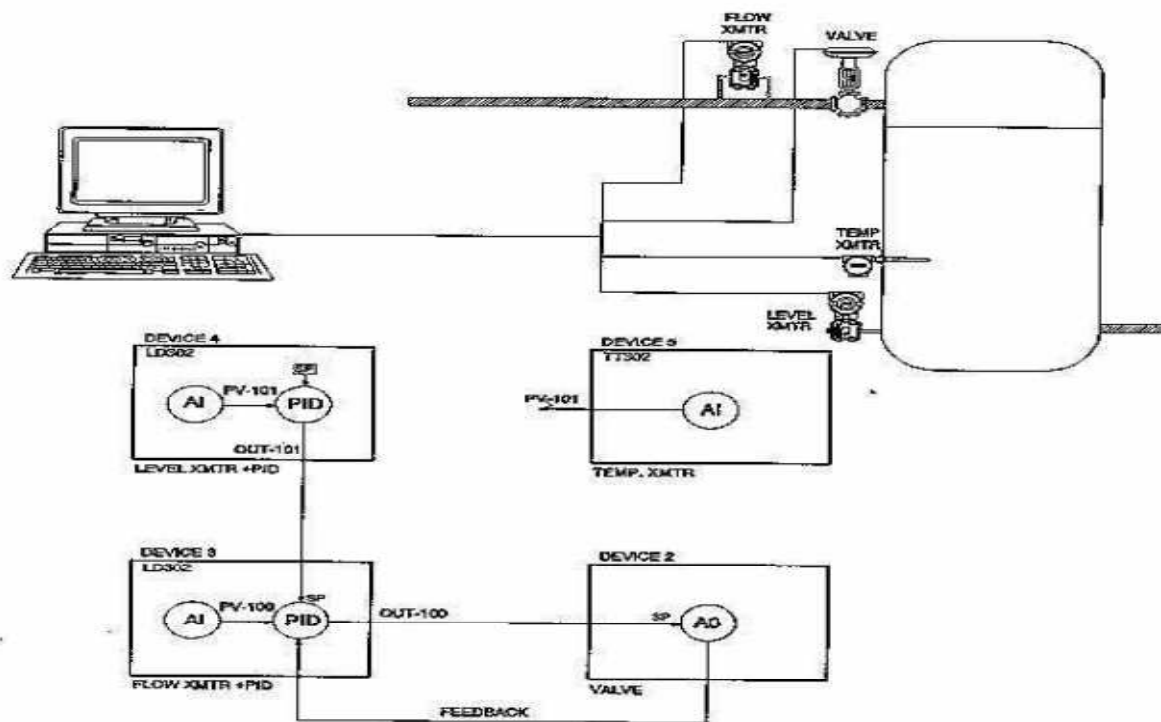


Figura 5.9.4 .b Función de control estratégico

5.9.5 Implementación.

Para lograr la Implementación de un transmisor de nivel como el de la figura 15 del ejemplo anterior algunos pasos deberán seguirse en este sentido:

- a-. Definición de los bloques de funciones soportados. Este dispositivo tiene dos bloques: Un AI y un PID.
- b-. Creación de la base de datos para el nodo físico, bloque AI y PID. Los parámetros son accedidos por el tag TAG.NOMBRE_PARAMETRO. EL "tag" del bloque de función es configurado por el usuario.
- c-. Definición de los recursos de comunicación requeridos por este dispositivo. Basado en el uso de los bloques de funciones, los recursos de comunicación son garantizados, usualmente de forma dinámica, los parámetros como las variables del proceso de un transmisor de nivel y la salida del controlador PID deberán ser transmitidos rápidos y cíclicamente. Esto es logrado garantizando y preparando los recursos correctos de comunicación para estas transacciones: los buffers de comunicación.

d-. Implementación del Protocolo. La capa física en un dispositivo con baja potencia no puede ser implementada totalmente por software. Es necesario incorporar un elemento de hardware para manejar los delimitadores y preámbulos en el protocolo, el que tendrá a su cargo además la codificación y decodificación de la señal Manchester.

La capa de Enlace de Datos y la capa de Aplicaciones podrá ser diseñada por software directamente.

e. Configuración. El primer paso para la configuración de un dispositivo para que pueda operar es la asignación de un "tag". Esta operación deberá ser realizada punto a punto en cada dispositivo, luego definir los posibles bloques de funciones a utilizar y después en conjunto los enlaces entre la red.

5.10 ETHERNET

Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. El nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

La Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3. Usualmente se toman Ethernet e IEEE 802.3 como sinónimos. Ambas se diferencian en uno de los campos de la trama de datos. Las tramas Ethernet e IEEE 802.3 pueden coexistir en la misma red.

5.10.1 Introducción a Ethernet

Ethernet (también conocido como estándar IEEE 802.3) es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el siguiente principio:

Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos.

Se distinguen diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados:

10Base2: el cable que se usa es un cable coaxial delgado, llamado thin Ethernet.

10Base5: el cable que se usa es un cable coaxial grueso, llamado thick Ethernet.

10Base-T: se utilizan dos cables trenzados (la T significa twisted pair) y alcanza una velocidad de 10 Mbps.

100Base-FX: permite alcanzar una velocidad de 100 Mbps al usar una fibra óptica multimodo (la F es por Fiber).

100Base-TX: es similar al 10Base-T pero con una velocidad 10 veces mayor (100 Mbps).

1000Base-T: utiliza dos pares de cables trenzados de categoría 5 y permite una velocidad de 1 gigabite por segundo.

1000Base-SX: se basa en fibra óptica multimodo y utiliza una longitud de onda corta (la S es por short) de 850 nanómetros (770 a 860 nm).

1000Base-LX: se basa en fibra óptica multimodo y utiliza una longitud de onda larga (la L es por long) de 1350 nanómetros (1270 a 1355 nm).

Abreviatura	Nombre	Cable	Conector	Velocidad	Puertos
10Base2	Ethernet delgado (Thin Ethernet)	Cable coaxial (50 Ohms) de diámetro delgado	BNC	10 Mb/s	185 m
10Base5	Ethernet grueso (Thick Ethernet)	Cable coaxial de diámetro ancho (10,16 mm)	BNC	10Mb/s	500 m
10Base-T	Ethernet estándar	Par trenzado (categoría 3)	RJ-45	10 Mb/s	100 m
100Base-TX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	100 Mb/s	100 m
100Base-FX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Fibra óptica multimodo (tipo 62,5/125)		100 Mb/s	2 km
1000Base-T	Ethernet Gigabit	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	1000 Mb/s	100 m
1000Base-LX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica monomodo o multimodo		1000 Mb/s	550 m
1000Base-SX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica multimodo		1000 Mbit/s	550 m
10GBase-SR	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo		10 Gbit/s	500 m
10GBase-LX4	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo		10 Gbit/s	500 m

Figura 5.10.1 Tabla de diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables

5.10.2 El principio de transmisión

Todos los equipos de una red Ethernet están conectados a la misma línea de transmisión y la comunicación se lleva a cabo por medio de la utilización un protocolo denominado CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect que significa que es un protocolo de acceso múltiple que monitorea la portadora: detección de portadora y detección de colisiones).

Con este protocolo cualquier equipo está autorizado a transmitir a través de la línea en cualquier momento y sin ninguna prioridad entre ellos. Esta comunicación se realiza de manera simple:

- Cada equipo verifica que no haya ninguna comunicación en la línea antes de transmitir.
- Si dos equipos transmiten simultáneamente, entonces se produce una colisión (o sea, varias tramas de datos se ubican en la línea al mismo tiempo).
- Los dos equipos interrumpen su comunicación y esperan un período de tiempo aleatorio, luego una vez que el primero ha excedido el período de tiempo, puede volver a transmitir.

Este principio se basa en varias limitaciones:

- Los paquetes de datos deben tener un tamaño máximo.
- Debe existir un tiempo de espera entre dos transmisiones.

El tiempo de espera varía según la frecuencia de las colisiones:

- Luego de la primera colisión, un equipo espera una unidad de tiempo.
- Luego de la segunda colisión, un equipo espera dos unidades de tiempo.
- Luego de la tercera colisión, un equipo espera cuatro unidades de tiempo.
- ... Por supuesto, con una cantidad menor de tiempo aleatorio adicional.

5.11 Ethernet conmutada

La topología de Ethernet descrita hasta ahora ha sido la de Ethernet compartida (cualquier mensaje transmitido es escuchado por todos los equipos conectados y el ancho de banda disponible es compartido por todos los equipos).

Durante muchos años se ha dado un desarrollo importante: la Ethernet conmutada.

La topología física sigue siendo la de una estrella pero está organizada alrededor de un conmutador. El conmutador usa mecanismos de filtrado y conmutación muy similares a los utilizados por las puertas de enlace donde se han utilizado estas técnicas por mucho tiempo.

Inspecciona las direcciones de origen y destino de los mensajes, genera una tabla que le permite saber qué equipo se conecta a qué puerto del conmutador (en general este proceso se hace por auto aprendizaje, es decir, de manera automática pero el administrador del conmutador puede realizar ajustes adicionales).

Al conocer el puerto receptor, el conmutador sólo transmitirá el mensaje al puerto adecuado mientras que los otros puertos permanecerán libres para otras transmisiones que pueden ser realizadas simultáneamente.

Como resultado, cada intercambio puede llevarse a cabo a una velocidad nominal (mayor división de ancho de banda), sin colisiones y con un aumento considerable en el ancho de banda de la red (también a una velocidad nominal).

Con respecto a saber si todos los puertos de un conmutador pueden comunicarse al mismo sin perder los mensajes, eso es algo que depende de la calidad del conmutador (non blocking switch).

Dado que los conmutadores posibilitan evitar colisiones y que las tecnologías 10/100/1000 base T(X) cuentan con circuitos separados para la transmisión y la recepción (un par trenzado por dirección de transmisión), la mayoría de los conmutadores modernos permiten desactivar la detección y cambiar a modo full dúplex (bidireccional) en los puertos.

El modo full dúplex es interesante, en especial, para los servidores que poseen muchos clientes.

Los conmutadores Ethernet modernos también detectan la velocidad de transmisión que cada equipo utiliza (autosensing) y si el equipo admite varias velocidades (10, 100 o 1000 megabits/seg.) comienza a negociar con él para seleccionar tanto una velocidad como el modo de transmisión: semi dúplex o full dúplex. Esto permite contar con un almacenamiento de equipos con distintos rendimientos (por ejemplo, un conjunto de equipos con varias configuraciones hardware).

Como el tráfico transmitido y recibido ya no se transmite a todos los puertos, se hace más difícil rastrear lo que está pasando. Esto contribuye a la seguridad general de la red, que es un tema de suma importancia en la actualidad.

Por último, el uso de conmutadores hace posible la construcción de redes geográficamente más grandes. En la Ethernet compartida, un mensaje debe poder esperar a cualquier otro equipo durante un período de tiempo específico (slot time) sin el cual el mecanismo de detección de colisiones (CSMA/CD) no funcione correctamente.

Esto ya no se aplica en los conmutadores Ethernet. La distancia ya no es limitada, excepto por los límites técnicos del medio utilizado (fibra óptica o par trenzado, la potencia de la señal transmitida y la sensibilidad del receptor, etcétera).

5.11.1 Tecnología y velocidad de Ethernet

Hace ya mucho tiempo que Ethernet consiguió situarse como el principal protocolo del nivel de enlace. Ethernet 10Base2 consiguió, ya en la década de los 90s, una gran aceptación en el sector. Hoy por hoy, 10Base2 se considera como una "tecnología de legado" respecto a 100BaseT. Hoy los fabricantes ya desarrollaron adaptadores capaces de trabajar tanto con la tecnología 10baseT como la 100BaseT y esto ayuda a una mejor adaptación y transición.

Las tecnologías Ethernet que existen se diferencian en estos conceptos:

Velocidad de transmisión

- Velocidad a la que transmite la tecnología.

Tipo de cable

- Tecnología del nivel físico que usa la tecnología.

Longitud máxima

- Distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).

Topología

- Determina la forma física de la red. Bus si se usan conectores T (hoy sólo usados con las tecnologías más antiguas) y estrella si se usan hubs (estrella de difusión) o switches (estrella conmutada).

5.11.2 Hardware comúnmente usado en una red Ethernet



Figura 5.11.2 Imagen hardware comúnmente usado en una red Ethernet

Los elementos de una red Ethernet son: tarjetas de red, repetidoras, concentradoras, puentes, los conmutadores, los nodos de red y el medio de interconexión.

Los nodos de red pueden clasificarse en dos grandes grupos: equipo terminal de datos (DTE) y equipo de comunicación de datos (DCE).

Los DTE son dispositivos de red que generan el destino de los datos: los PC, las estaciones de trabajo, los servidores de archivos, los servidores de impresión; todos son parte del grupo de las estaciones finales. Los DCE son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten las tramas dentro de la red; pueden ser: ruteadores, conmutadores (switch), concentradores (hub), repetidores o interfaces de comunicación. Por ejemplo: un módem o una tarjeta de interface.

- NIC, o Tarjeta de Interfaz de Red - permite que una computadora acceda a una red local. Cada tarjeta tiene una única dirección MAC que la identifica en la red. Una computadora conectada a una red se denomina nodo.
- Repetidor o repeater - aumenta el alcance de una conexión física, recibiendo las señales y retransmitiéndolas, para evitar su degradación, a través del medio de transmisión, lográndose un alcance mayor. Usualmente se usa para unir dos áreas locales de igual tecnología y sólo tiene dos puertos. Opera en la capa física del modelo OSI.
- Concentrador o hub - funciona como un repetidor pero permite la interconexión de múltiples nodos. Su funcionamiento es relativamente simple pues recibe una trama de ethernet, por uno de sus puertos, y la repite por todos sus puertos restantes sin ejecutar ningún proceso sobre las mismas. Opera en la capa física del modelo OSI.
- Puente o bridge - interconecta segmentos de red haciendo el cambio de frames (tramas) entre las redes de acuerdo con una tabla de direcciones que le dice en qué segmento está ubicada una dirección MAC dada.
- Conexiones en un switch Ethernet. Conmutador o Switch - funciona como el bridge, pero permite la interconexión de múltiples segmentos de red, funciona en velocidades más rápidas y es más sofisticado. Los switches pueden tener otras funcionalidades, como Redes virtuales, y permiten su configuración a través de la propia red. Funciona básicamente en la capa 2 del modelo OSI (enlace de datos).

- Por esto son capaces de procesar información de las tramas; su funcionalidad más importante es en las tablas de dirección. Por ejemplo, una computadora conectada al puerto 1 del conmutador envía una trama a otra computadora conectada al puerto 2; el switch recibe la trama y la transmite a todos sus puertos, excepto aquel por donde la recibió; la computadora 2 recibirá el mensaje y eventualmente lo responderá, generando tráfico en el sentido contrario; ahora el switch conocerá las direcciones MAC de las computadoras en el puerto 1 y 2; cuando reciba otra trama con dirección de destino de alguna de ellas, sólo transmitirá la trama a dicho puerto disminuyendo así el tráfico de la red y contribuyendo al buen funcionamiento de la misma.

CAPITULO 6

6.0 INSTRUMENTACION UTILIZADA EN LA APLICACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO

6.1 Electroválvula (SOLENOIDE)

Una **electroválvula** es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

6.1.1 Clases y funcionamiento

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser *cerradas en reposo* o *normalmente cerradas* lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo *abiertas en reposo* o *normalmente abiertas* que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación.

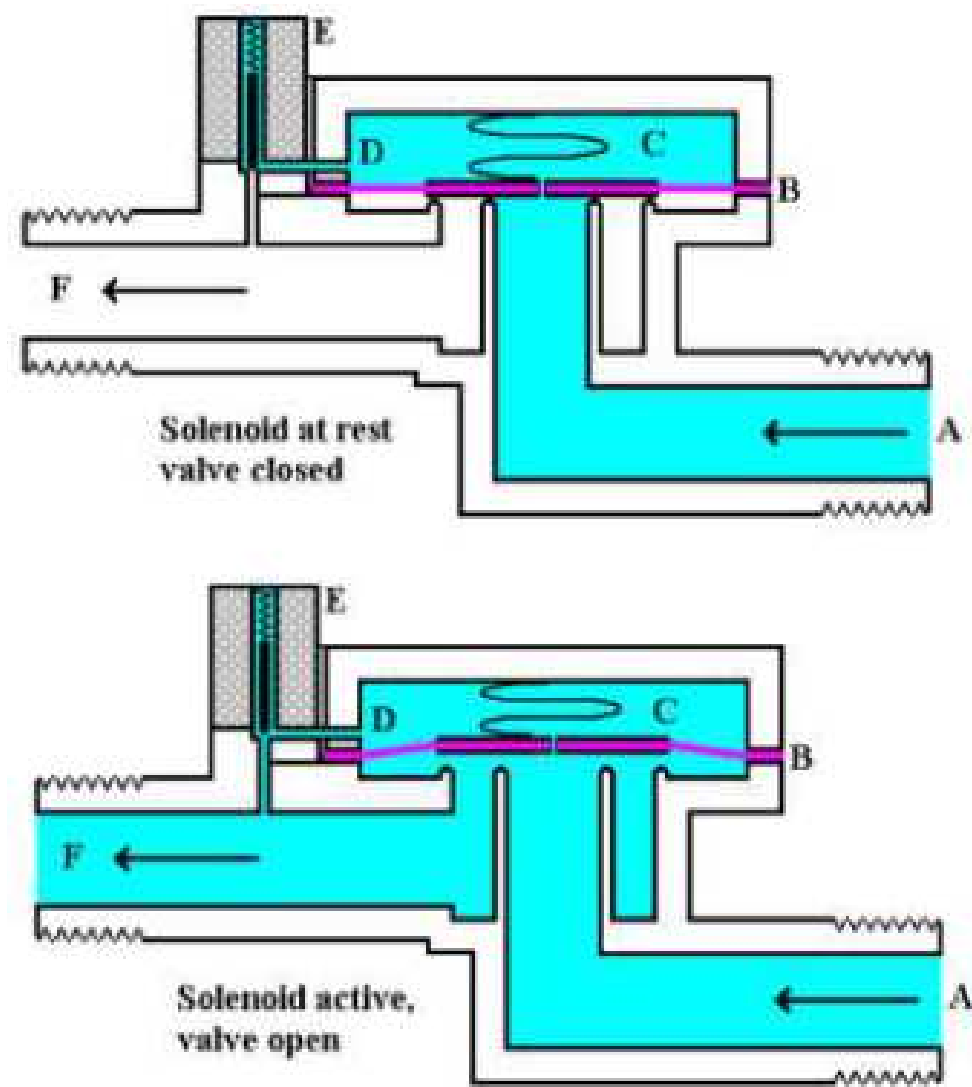


Figura 6.1.1 Diagrama de válvula solenoide cerrada y abierta

- A- Entrada
- B- Diafragma
- C- Cámara de presión
- D- Conducto de vaciado de presión
- E- Solenoide
- F- Salida

En otro tipo de electroválvula el solenoide no controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.

El gráfico adjunto muestra el funcionamiento de este tipo de válvula. En la parte superior vemos la válvula cerrada. El agua bajo presión entra por **A**. **B** es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza débil. La función de este muelle no nos interesa por ahora y lo ignoramos ya que la válvula no depende de él para mantenerse cerrada. El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de agua. Esto hace que el agua llene la cavidad **C** y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma. Mientras que la presión es igual a ambos lados, vemos que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada. Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

Ahora estudiamos el conducto **D**. Hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide **E** al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el agua desde la cavidad **C** hacia la salida con lo cual disminuye la presión en **C** y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de agua desde la entrada **A** a la salida **F** de la válvula. Esta es la situación representada en la parte inferior de la figura.

Si se vuelve a desactivar el solenoide se vuelve a bloquear el conducto **D** y el muelle situado sobre el diafragma necesita muy poca fuerza para que vuelva a bajar ya que la fuerza principal la hace el propio fluido en la cavidad **C**.

De esta explicación se deduce que este tipo de válvula depende para su funcionamiento de que haya mayor presión a la entrada que a la salida y que si se invierte esta situación entonces la válvula abre sin que el solenoide pueda controlarla.

Este tipo de válvulas se utilizan muy comúnmente en lavadoras, lavaplatos, riegos y otros usos similares.

Un caso especialmente interesante del uso de estas válvulas es en los calentadores de agua de depósito. En los calentadores de agua de demanda, el agua se calienta según va pasando por el calentador en el momento del consumo y es la propia presión del agua la que abre la válvula del gas pero en los calentadores de depósito esto no es posible ya que el agua se calienta mientras está almacenada en un depósito y no hay circulación. Para evitar la necesidad de suministrar energía eléctrica la válvula del gas es una válvula de este tipo con la válvula piloto controlada por un diminuto solenoide al que suministra energía un termopar bimetálico que saca energía del calor del agua.

Las electroválvulas también se usan mucho en la industria para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

6.2 VALVULA SOLENOIDE

6.2.1 Introducción

Su función básica es la misma que una válvula de paso operada manualmente; pero, siendo accionada eléctricamente, se puede instalar en lugares remotos y puede ser controlada convenientemente por interruptores eléctricos simples. Las válvulas de solenoide pueden ser operadas por interruptores termostáticos, de flotador, de baja presión, de alta presión, por reloj, o cualquier otro dispositivo que abra o cierre un circuito eléctrico,

¿Qué es una Válvula de Solenoide?

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. A diferencia de las válvulas motorizadas, las cuales son diseñadas para operar en posición moduladora, la válvula de solenoide no regula el flujo aunque puede estar siempre completamente abierta o completamente cerrada.

La válvula de solenoide puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

La válvula de solenoide es una válvula que se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa.

Una válvula de solenoide consiste de dos partes accionantes distintas, pero integrales: un solenoide (bobina eléctrica) y el cuerpo de la válvula.

Un electroimán es un imán en el cual las líneas de fuerza son producidas por una corriente eléctrica. Este tipo de imanes es importante para el diseño de controles automáticos, porque el campo magnético puede ser creado o eliminado al activar o desactivar una corriente eléctrica.

El término "solenoide" no se refiere a la válvula misma, sino a la bobina montada sobre la válvula, con frecuencia llamada "el operador". La palabra "solenoide" se deriva de las palabras griegas "solen", que significa canal, y "oide" que significa forma. La bobina proporciona un canal, en el cual se crea una fuerte fuerza magnética al energizar la bobina.

El solenoide es una forma simple de electroimán que consiste de una bobina de alambre de cobre aislado, o de otro conductor apropiado, el cual está enrollado en espiral alrededor de la superficie de un cuerpo cilíndrico, generalmente de sección transversal circular (carrete). Cuando se envía corriente eléctrica a través de estos devanados, actúan como electroimán, tal como se ilustra en la figura

El campo magnético que se crea, es la fuerza motriz para abrir la válvula. Este campo atrae materiales magnéticos, tales como el hierro y muchas de sus aleaciones.

Dentro del núcleo va un émbolo móvil de acero magnético, el cual es jalado hacia el centro al ser energizada la bobina.

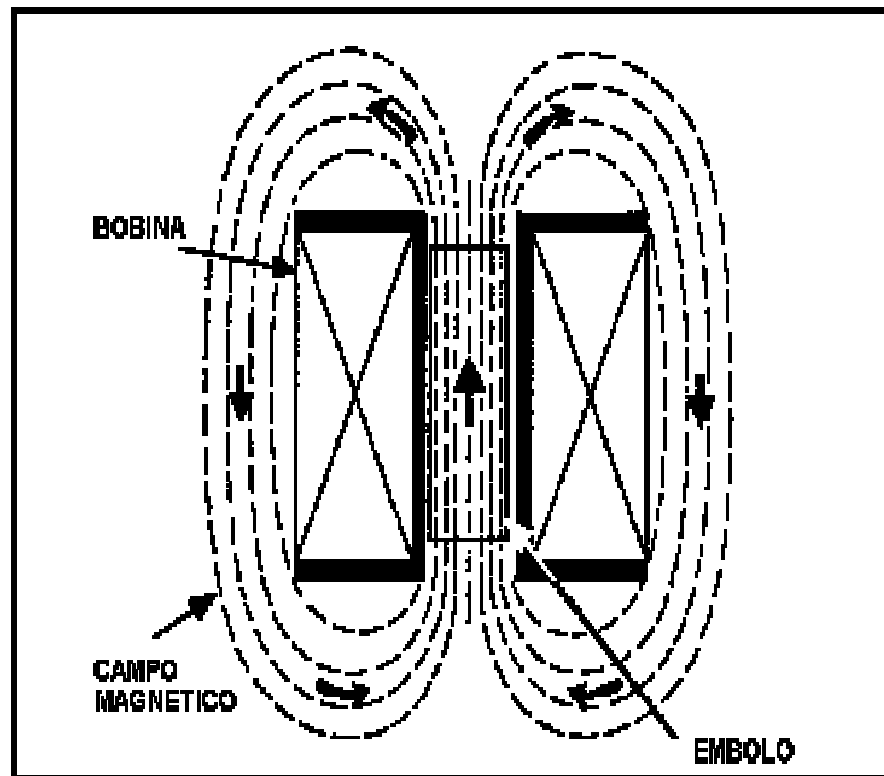


Figura 6.2.1 Campo magnético de una válvula solenoide

El cuerpo de la válvula contiene un orificio (puerto), a través del cual fluye el líquido cuando está abierta.

La aguja o vástago que abre y cierra el puerto de la válvula, se une directamente a la parte baja del émbolo, en el otro extremo. El vástago o aguja tiene una superficie sellante (asiento). De esta forma, se puede abrir o detener el flujo al energizar o desenergizar la bobina solenoide. Este principio magnético, constituye la base para el diseño de todas las válvulas solenoide.

6.2.2 Principio de Operación

En la figura puede apreciarse las partes principales ya integradas de una válvula de solenoide típica. La aguja de la válvula está unida mecánicamente a la parte inferior del émbolo. En esta válvula en particular, cuando se energiza la bobina, el émbolo es levantado hacia el centro de la bobina, levantando la aguja del orificio donde está sentada, permitiendo así el flujo. Cuando se desenergiza la bobina, el peso del émbolo hace que caiga por gravedad y cierre el orificio, deteniendo el flujo. En algunos tipos de válvulas, un resorte empuja el émbolo para que cierre la válvula; esto permite que la válvula pueda instalarse en otras posiciones diferentes a la vertical.

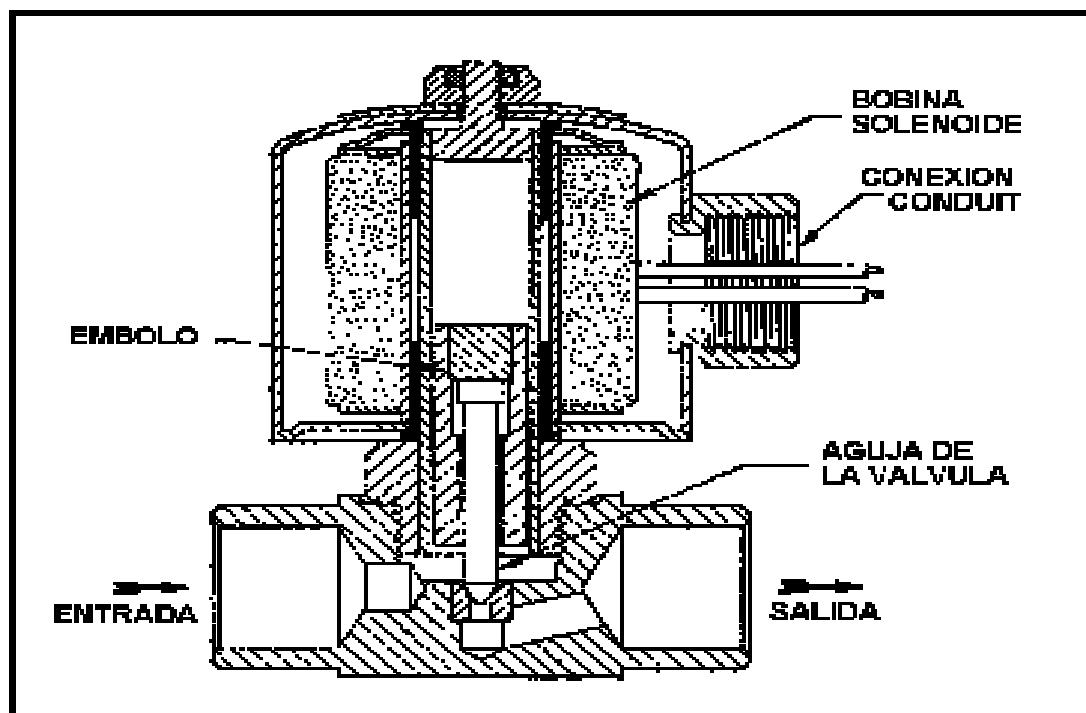


Figura 6.2.2 Partes principales de una válvula solenoide

6.2.3 Tipos de Válvulas de Solenoide

Existe una amplia variedad de tipos de válvulas solenoide, los cuales se pueden dividir de acuerdo a su aplicación, su construcción y su forma. Entre los fabricantes de válvulas no existe un consenso para diferenciar los tipos por orden de importancia. Aunque recientemente, la práctica más generalizada es dividirlos primeramente, de acuerdo a su aplicación; es decir, a la capacidad del sistema donde va a ser instalada la válvula. Con base en esto, las válvulas solenoide pueden dividirse de manera general, en dos tipos:

1) De acción directa, y 2) Operadas por piloto.

También por su construcción, las válvulas solenoide pueden ser:

1) Normalmente cerradas, 2) Normalmente abiertas y 3) De acción múltiple.

Por su forma, hay tres tipos de válvulas solenoide de uso común: 1) de dos vías, 2) de tres vías y 3) de cuatro vías o reversibles.

Puede haber válvulas solenoide con combinaciones de los tipos mencionados arriba. Por ejemplo, hay válvulas operadas por piloto normalmente abiertas y también normalmente cerradas. La válvula que se muestra en la figura 7.2, es una válvula de acción directa, de dos vías, normalmente cerrada.

A continuación, se describe ampliamente cada tipo de válvula y sus aplicaciones respectivas.

6.2.4 Acción Directa

El solenoide de acción directa, se utiliza en válvulas con baja capacidad y puertos de tamaño pequeño. El émbolo está conectado mecánicamente a la aguja de la válvula.

Al energizar la bobina, el émbolo se eleva hacia el centro de la misma, levantando la aguja. Puesto que para operar, este tipo de válvula depende únicamente de la potencia del solenoide, para un diferencial de presión determinado, el tamaño de su puerto está limitado por el tamaño del solenoide. No se utiliza en sistemas de grandes capacidades, porque se requeriría una bobina de gran tamaño para contra-actuar el gran diferencial de presión. La bobina requerida sería grande, costosa y no sería factible para circuitos de muy grande capacidad.

Este tipo de válvula opera desde una presión diferencial de cero, hasta su Diferencial

6.2.5 Máximo de Presión de Apertura

(MOPD por sus siglas en inglés), independientemente de la presión en la línea. Para mantenerla abierta, no se requiere caída de presión a través de la válvula.

Las siguientes fuerzas actúan sobre una válvula de solenoide para mantenerla cerrada o abierta y fluyendo.

Cuando está cerrada:

- a. La presión interna empuja al émbolo hacia abajo al orificio.
- b. La gravedad jala al émbolo hacia abajo al orificio. En algunas válvulas, la presión de un resorte también ayuda a mantenerlas cerradas.
- c. La diferencia entre la presión alta en la entrada y baja en la salida, mantiene al émbolo sobre el orificio.

Nota: Mientras más grande es el diferencial de presión entre la entrada y la salida, más difícil es abrir la válvula.

Cuando está abierta:

- a. El flujo interno que pasa a través del orificio, ayuda a mantener al émbolo abierto.
- b. La atracción magnética sostiene arriba al émbolo.

6.2.6 Diferencial Máximo de Presión de Apertura (MOPD)

Mientras más grande sea la presión interna, o mientras más grande sea la diferencia entre las presiones de entrada y salida, más firme se mantiene el émbolo sobre el orificio. Mientras más grande el orificio, más grande es el área afectada por el diferencial de presión, mantienen

El cuerpo de la válvula contiene un orificio (puerto), a través del cual fluye el líquido cuando está abierta.

La aguja o vástago que abre y cierra el puerto de la válvula, se une directamente a la parte baja del émbolo, en el otro extremo. El vástago o aguja tiene una superficie sellante (asiento). De esta forma, se puede abrir o detener el flujo al energizar o desenergizar la bobina solenoide. Este principio magnético, constituye la base para el diseño de todas las válvulas solenoide.

6.2.7 Principio de Operación

En la figura se puede apreciar las partes principales ya integradas de una válvula de solenoide típica. La aguja de la válvula está unida mecánicamente a la parte inferior del émbolo. En esta válvula en particular, cuando se energiza la bobina, el émbolo es levantado hacia el centro de la bobina, levantando la aguja del orificio donde está sentada, permitiendo así el flujo. Cuando se desenergiza la bobina, el peso del émbolo hace que caiga por gravedad y cierre el orificio, deteniendo el flujo.

6.2.8 Operadas por Piloto

Las válvulas de solenoide operadas por piloto, utilizan una combinación de la bobina solenoide y la presión de la línea.

En estas válvulas, el émbolo está unido a un vástago de aguja que cubre un orificio piloto en lugar del puerto principal, tal como se ilustra en la figura. La presión de la línea mantiene cerrado un pistón flotante o independiente contra el puerto principal, aunque en algunos modelos de válvulas puede ser un diafragma. Hay tres tipos básicos de válvulas operadas por piloto; de pistón flotante, de diafragma flotante y de diafragma capturado.

Cuando la bobina es energizada, el émbolo es accionado hacia el centro de la bobina, abriendo el orificio piloto. Cuando este orificio se abre, la presión atrapada arriba del pistón se libera a través del orificio piloto, creando así un desbalance de presión a través del pistón; la presión abajo ahora es mayor que la presión arriba, forzándolo a subir y abrir el puerto principal. Cuando se desenergiza la bobina solenoide, el émbolo cae y la aguja cierra el orificio piloto, luego, las presiones de arriba y abajo del pistón se igualan nuevamente, y el pistón cae cerrando el puerto principal.

En algunos diseños de válvulas de solenoide operadas por piloto, se usa un diafragma en lugar de pistón, para cerrar el puerto principal, tal como se muestra en la figura.

Ordinariamente, en válvulas de tamaño mediano, el orificio piloto se localiza encima del pistón o del diafragma.

En válvulas grandes, donde es mayor el movimiento del pistón o diafragma, con frecuencia es necesario ubicar el orificio piloto en un punto remoto del pistón o diafragma, por cuestión de diseño práctico, como la mostrada en la figura.

Cuando la solenoide piloto está desenergizada, se acumula la presión alta en la cámara piloto, forzando a que cierre el pistón. Cuando se energiza la solenoide piloto, como se muestra en la figura, se libera la presión de la cámara piloto y el resorte levanta el pistón del asiento, abriendo la válvula.

Las válvulas de solenoide operadas por piloto, requieren un diferencial mínimo de presión de apertura entre la entrada y la salida (aproximadamente 0.5 psi o más), para abrir el puerto principal y mantener al pistón o al diafragma en posición abierta.

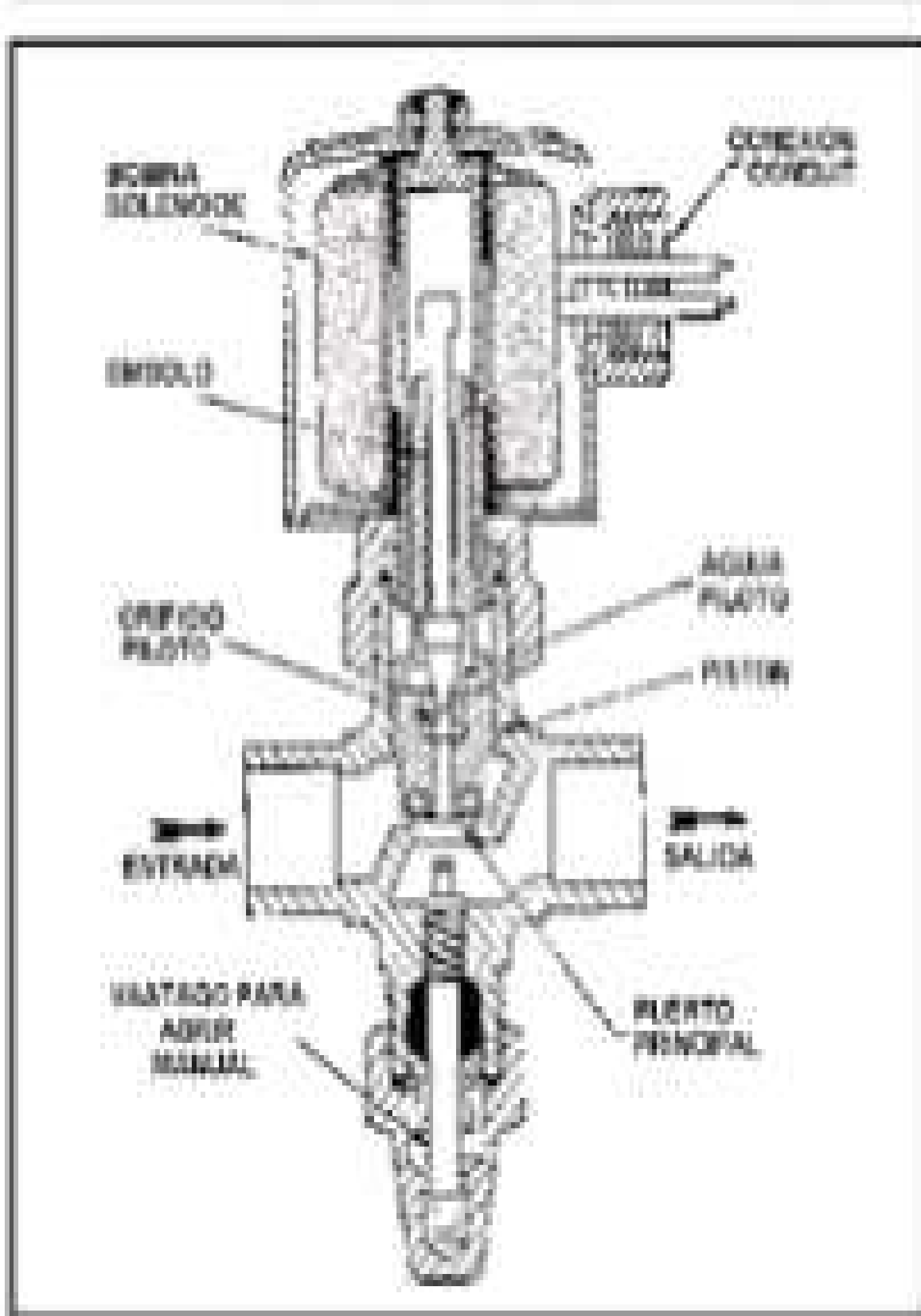


Figura 6.2.8 Válvula de solenoide normalmente cerrada, de dos vías con pistón flotante

6.2.8.1 Diferencial Mínimo de Presión de Apertura (MinOPD)

Tal como se explicó anteriormente, la válvula de solenoide de acción directa no debe exceder su MOPD, o no abrirá al ser energizada. Si el diferencial de presión es muy grande, o los orificios son de diámetro grande, se necesitaría una bobina demasiado grande y costosa para contrarrestar el MOPD. Por lo tanto, la válvula operada por piloto se usa en tamaños grandes. La idea principal es abrir el orificio piloto con tan poco esfuerzo como sea posible.

Sin embargo, se requiere una cierta cantidad de diferencial de presión para levantar al pistón o diafragma del puerto principal, después que el orificio piloto ha permitido que se igualen las presiones de entrada y salida. Esta pequeña cantidad de presión requerida se conoce como el Mínimo Diferencial de Presión de Apertura (Min OPD).

Una válvula de solenoide operada por piloto, requiere de un Min OPD para levantar al pistón o diafragma del puerto principal. Las solenoides de acción directa no lo requieren, pero ambas tienen que evitar exceder su MOPD para que haya un flujo adecuado.

Las válvulas de solenoide que tienen un émbolo cargado con resorte, pueden instalarse y operarse en cualquier posición. En la actualidad, la mayoría de las válvulas de solenoide para refrigeración son de este tipo.

6.2.8.2 Válvulas de Dos Vías

Hasta ahora, hemos explicado de manera general cómo opera una válvula de solenoide. En seguida, discutiremos los diferentes tipos de válvulas y sus aplicaciones respectivas.

Los tres tipos principales de válvulas son: de dos vías, de tres vías y de cuatro vías.

La válvula de dos vías es el tipo de válvula de solenoide más común, tiene una conexión de entrada y una de salida, y controla el flujo del fluido en una sola línea. Puede ser de acción directa u operada por piloto, dependiendo de la capacidad del sistema. Cada una de éstas puede ser “normalmente cerrada” o “normalmente abierta”.

En la figura 6.2.8.2a se muestra una válvula de dos vías de acción directa, normalmente cerrada. Cuando la bobina está desenergizada, el peso del émbolo y la acción del resorte mantienen cerrada la válvula. Cuando se energiza la bobina, se forma el campo magnético, el cual atrae al émbolo hacia el centro y la aguja se levanta del asiento, abriendo el orificio del puerto y permitiendo el flujo a través de la válvula. Cuando nuevamente se desenergiza la bobina, la fuerza que retiene al émbolo es liberada, haciéndolo que caiga por su propio peso y por la acción del resorte, cubriendo el orificio del puerto y deteniendo el flujo a través de la válvula.

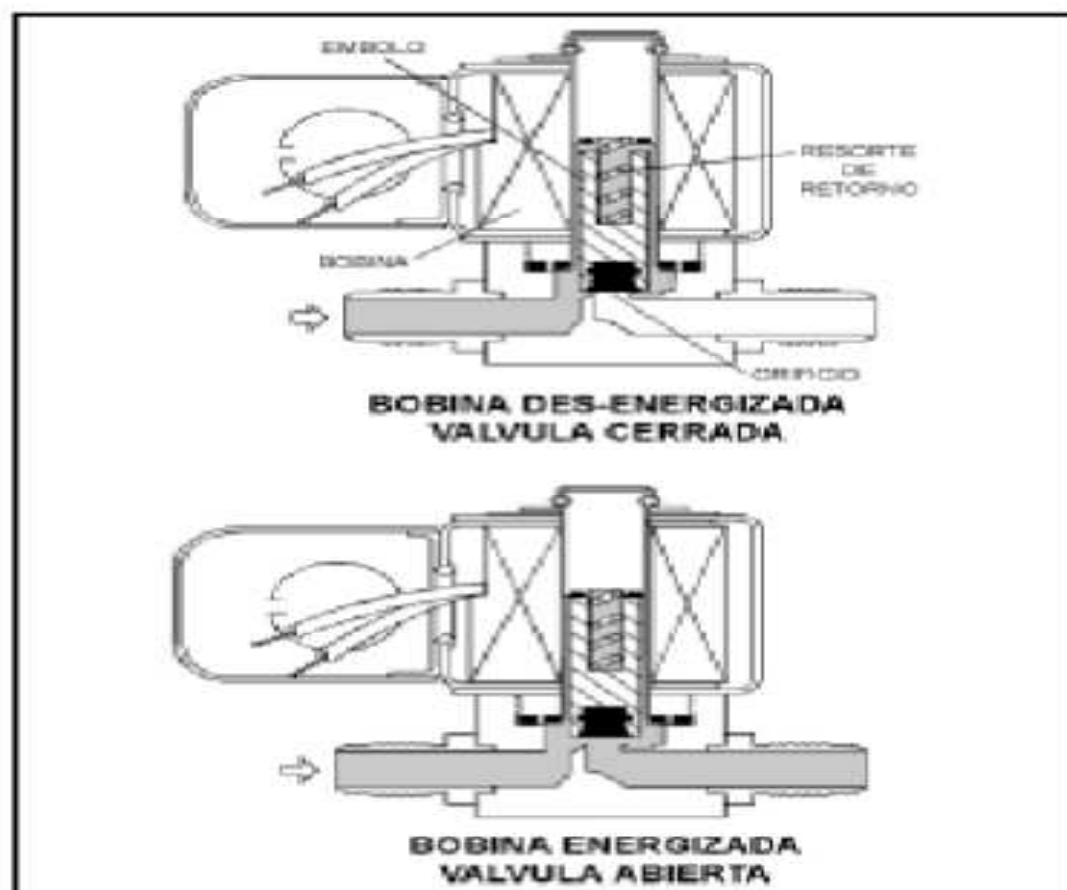


Figura 6.2.8.2a Válvula de solenoide de dos vías de acción directa

Las válvulas de solenoide de dos vías operadas por pilot y normalmente cerradas, operan de la siguiente manera: estas válvulas tienen un orificio igualador que comunica la presión de la entrada con la parte superior del diafragma (o pistón), empujándolo contra el asiento y manteniendo de esta manera cerrada la válvula. El orificio piloto es más grande que el orificio igualador. Cuando se energiza la bobina, el émbolo es atraído por el campo magnético y levanta la aguja del orificio piloto. La presión arriba del diafragma se reduce y se iguala con la de salida.

El diferencial de presión resultante a través del diafragma, crea una fuerza que lo levanta del puerto principal haciendo que se abra la válvula. Al desenergizar la bobina se cierra el orificio piloto, y la presión de entrada se va por el orificio igualador e iguala las presiones, arriba y abajo del diafragma, permitiéndole que se vuelva a sentar y cierre la válvula.

Aunque las válvulas normalmente cerradas son las que más se usan, también se fabrican válvulas de dos vías “normalmente abiertas”, tanto de acción directa como operadas por piloto. En este tipo de válvulas, la secuencia es a la inversa de las normalmente cerradas.

En las válvulas de dos vías, de acción directa normalmente abiertas, cuando la bobina está desenergizada, el puerto principal está abierto, ya que el émbolo está liberado de la fuerza de la bobina solenoide y está siendo levantado del asiento, lo que permite el flujo a través de la válvula. Cuando la solenoide se energiza, atrae al émbolo hacia el centro de la bobina y cubre el puerto principal, deteniendo el flujo a través de la válvula.

Este tipo de válvulas es para aplicaciones donde se requiere que la válvula permanezca abierta la mayor parte del tiempo, o donde se requiere que la válvula abra en caso de una falla eléctrica. Además de ahorrar energía, dichas válvulas son a prueba de falla durante los "apagones", permaneciendo en la posición abierta.

En la figura 6.2.8.2b, se muestra una válvula de solenoide de dos vías operada por piloto y normalmente abierta. Cuando la bobina está desenergizada, libera la fuerza sobre el émbolo y el orificio piloto permanece abierto. Al reducirse la presión del sistema sobre la parte superior del diafragma, la presión total del sistema actúa sobre el lado opuesto del diafragma para levantarlo del puerto principal, permitiendo así un flujo completo a través de la válvula. Cuando el solenoide es energizado, atrae el émbolo hacia el centro de la bobina y la aguja cubre el orificio piloto. Entonces se acumula la presión del sistema sobre el diafragma, a través del orificio igualador, forzando al diafragma hacia abajo, hasta que cubre el puerto principal y detiene el flujo a través de la válvula.

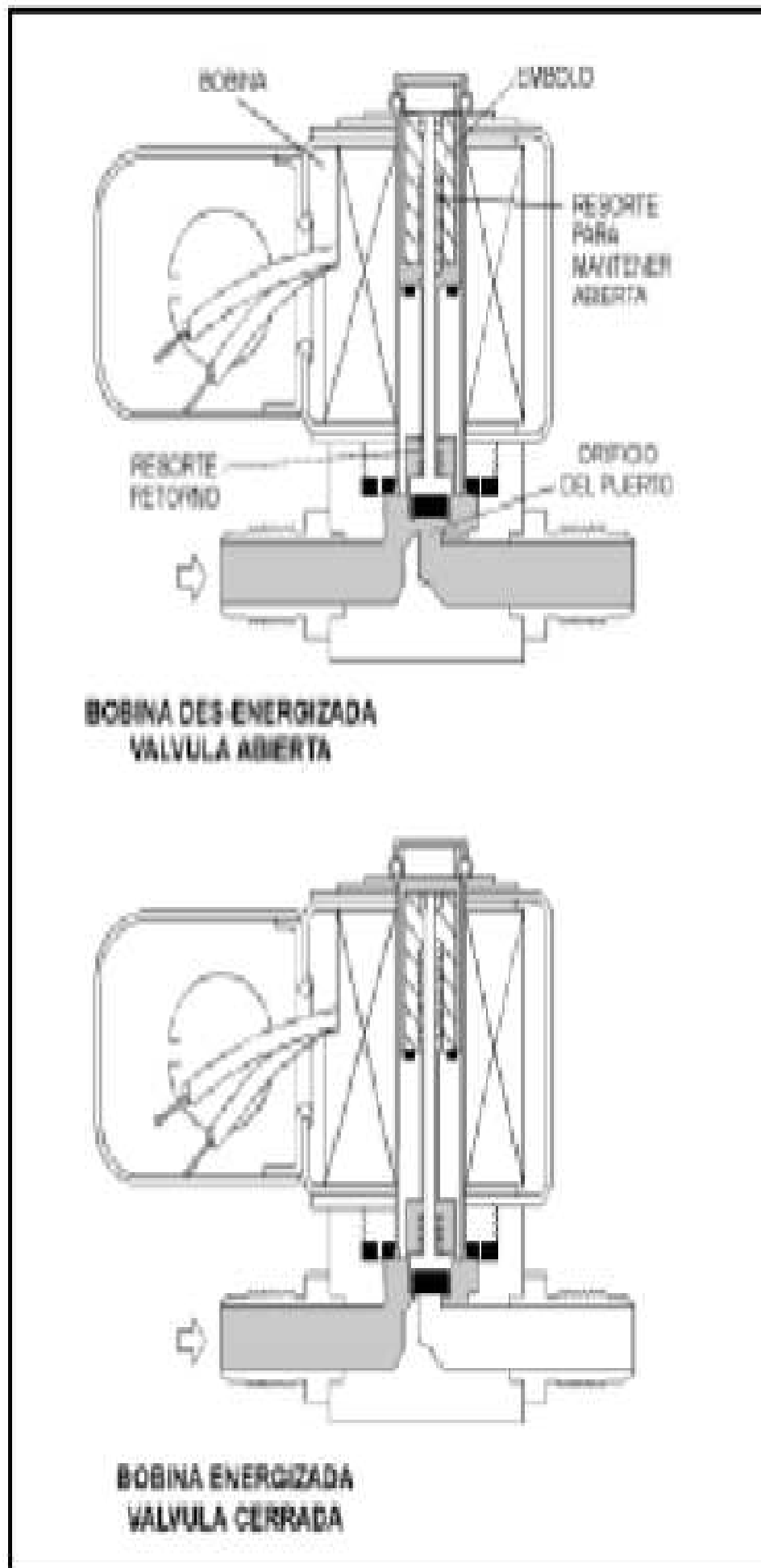


Figura 6.2.8.2b Bobinas energizadas con válvula abierta y cerrada

6.2.8.3 Válvulas de Tres Vías (Desviadoras)

Las válvulas de tres vías, tienen una conexión de entrada que es común a dos diferentes conexiones de salida, como la que se muestra en la figura 6.2.8.3. Las válvulas de tres vías son, básicamente, una combinación de la válvula de dos vías normalmente cerrada y de la válvula de dos vías normalmente abierta, en un solo cuerpo y con una sola bobina. La mayoría son del tipo “operadas por piloto”.

Estas válvulas controlan el flujo de refrigerante en dos líneas diferentes. Se usan principalmente en unidades de refrigeración comercial y en aire acondicionado, para recuperación de calor, para reducción de capacidad en los compresores y para deshielo con gas caliente, ya que están diseñadas para cumplir con los requerimientos en altas temperaturas y presiones que existen en el gas de descarga del compresor.

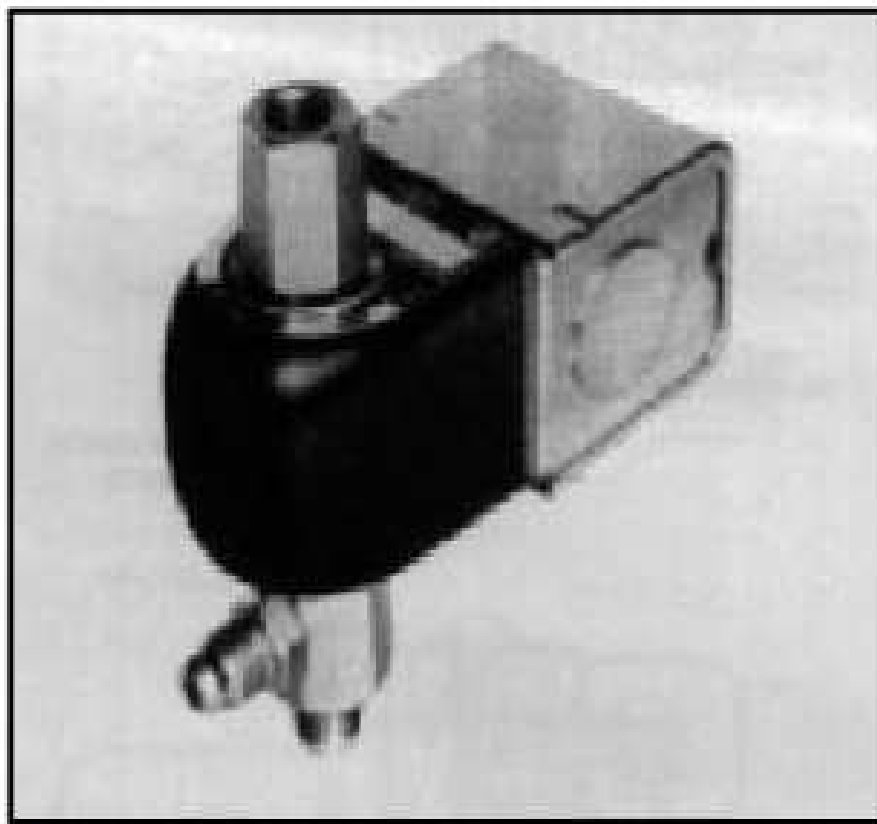


Figura 6.2.8.3 Válvula de solenoide de tres vías

6.2.8.4 Aplicación de las Válvulas de Solenoide

El control automático de flujo de líquidos, tales como refrigerantes, salmuera o agua, depende en muchos casos del uso de válvulas de solenoide.

6.3 Medidor de Humedad Relativa

6.3.1 Sensores de humedad

6.3.2 Introducción

Podría decirse que la humedad juega un rol en todos los procesos. El solo hecho de que la atmósfera contiene humedad hace que, por lo menos, se estudie su efecto en el almacenamiento y operación de los distintos productos y dispositivos. El alcance que la influencia de la humedad podría tener en cualquier proceso industrial puede variar pero es esencial que al menos sea monitoreada, y en muchos casos controlada. Se puede decir que la humedad es una propiedad más difícil de definir y medir que sus parámetros asociados como pueden ser la presión y temperatura. La medición de la humedad es un proceso verdaderamente analítico en el cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente de proceso a diferencia de los sensores de presión y temperatura que invariablemente se encuentran aislados del proceso por protecciones conductoras del calor o diafragmas respectivamente. Esto tiene, por supuesto, implicancias en la contaminación y degradación del sensor en niveles variables dependiendo de la naturaleza del ambiente. En este trabajo vamos a revisar distintas tecnologías de sensores de humedad y sus típicas aplicaciones en el contexto de los rangos de medición para los que son más apropiados. Los efectos de la contaminación, de alta significación dada la naturaleza analítica de las mediciones, se evalúan brevemente. Como conclusión se sugiere que si el costo inicial no es de gran importancia, el higrómetro óptico de punto de rocío o sensor de espejo enfriado, ofrece el más preciso, repetible y confiable método para la medición de humedad con el rango de mayor amplitud posible. En este trabajo vamos a poner el acento en los sensores que miden el contenido de agua en los gases mencionando que hay otra familia de dispositivos basados en la absorción de microondas que se utilizan para determinar el nivel de humedad en los más diversos compuestos de uso industrial o alimentos como pueden ser: cereales, café, madera, pulpa de papel, adhesivos etc. Normalmente estos elementos cambian sus propiedades dieléctricas a medida que absorben el agua hecho que se toma como base para la aplicación de mediciones basadas en microondas.

6.3.3 Precisión en la medición de la humedad

Los fabricantes y laboratorios de calibración buscan determinar la calidad del desempeño de los dispositivos para la medición de humedad, esto es, que tanto las especificaciones y como los datos de calibración reflejen la operación real de los sensores. Podemos definir la precisión de un sensor como la desviación con respecto a un patrón de laboratorio. Esta característica es afectada por los siguientes factores:

- Temperatura y humedad a la que fue calibrado el sensor
- Dependencia de la calibración con la humedad y la temperatura, muchos sensores son no-lineales y casi todos varían con la temperatura
- Como afecta al sensor el envejecimiento y la velocidad de envejecimiento
- Que tan sensitivo es el sensor a los contaminantes
- Que precisión tiene el estándar usado para construir el sensor y su certificación

6.3.4 Parámetros típicos para determinar la humedad

6.3.5 Medición de la humedad relativa (RH)

La medición de la humedad relativa consiste en la relación entre la presión parcial del vapor de agua en el gas de que se trate y la presión de saturación del vapor, a una temperatura dada. Por lo tanto la humedad relativa es función de la temperatura. La medición es expresada como un porcentaje. La humedad relativa es un parámetro utilizado principalmente en aplicaciones ambientales (ej. acondicionamiento de aire) o mediciones meteorológicas ya que impacta directamente en el confort humano.

6.3.6 Medición del punto de rocío/escarcha (D/F PT)

El punto de rocío es la temperatura, por sobre los 0° grados, al cual el vapor de agua presente en el gas condensa. El punto de escarcha es la temperatura, por debajo de 0° grados, a la cual el vapor se cristaliza en hielo. El punto D/F PT es función de la presión del gas pero independiente de su temperatura, y por lo tanto se lo considera una magnitud fundamental.

Los puntos de rocío y escarcha son utilizados cuando la sequedad de un gas es relevante, esto es en procesos en los que debe evitarse la condensación de el vapor de agua a bajas temperaturas. El punto de rocío se usa también como un indicador del contenido de vapor de agua en procesos de alta temperatura como el secado industrial.

6.3.7 Partes por millón (PPM)

Expresión del contenido de vapor de agua por fracción de volumen (PPMv) o, si es multiplicado por la relación entre el peso molecular del agua y el aire como PPMw. Este parámetro es más dificultoso de conceptualizar porque está fuera del alcance del cuerpo humano detectar los cambios de esta magnitud en la atmósfera. Este término y los asociados como pueden ser: El termino PPM u otrs asociados como la relación de mezcla, el porcentaje de volumen y la humedad específica, se utilizan cuando el vapor de agua es una impureza o un componente definido en una mezcla de gases que participa de un proceso industrial. Un ejemplo práctico de su aplicación son los gases de uso medicinal, como pueden ser el óxido nitroso, dióxido de carbono y oxígeno cuando son utilizados en operaciones quirúrgicas que deben tener un contenido de humedad menor a 60ppm.

6.4 Consideración de los distintos tipos de sensor y sus aplicaciones

No existe una tecnología de medición que sea apropiada para todas las aplicaciones. Algunas de las tecnologías típicamente usadas son: Técnicas para la medición de humedad relativa. Las mediciones de humedad relativa puede ser hecha por sensores basados en: psicometría, desplazamiento, resistivos, capacitivos y por absorción de líquido. Algunos de los cuales describimos.

6.4.1 Psicometría por bulbo húmedo/bulbo seco

La psicometría desde hace tiempo es uno de los métodos más populares para el monitoreo de la humedad debido a su simplicidad e inherente bajo costo. Un psicometro industrial típico consiste de un par de termómetros eléctricos acoplados, uno de los cuales opera en estado húmedo.

Cuando el dispositivo funciona la evaporación del agua enfría el termómetro humedecido, resultando una diferencia medible con la temperatura ambiente o la temperatura del bulbo seco. Cuando el bulbo húmedo alcanza sus máxima caída de temperatura la humedad puede determinarse comparando la temperatura de los dos termómetros en una tabla psicométrica. El psicómetro provee una alta precisión en las proximidades del punto de saturación (100% RH) y es fácil de operar y reparar, por otra parte a baja humedad relativa (menos del 20%) el desempeño es pobre y el mantenimiento debe intensificarse.

6.4.2 Psicómetro

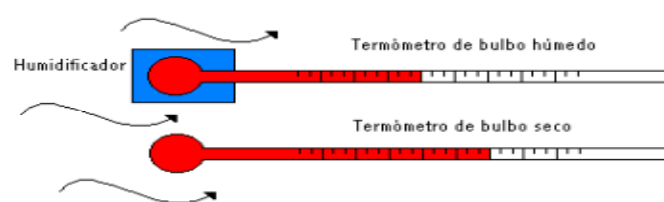


Figura 6.4.2 Termómetro de bulbo húmedo y de bulbo seco

6.5 Sensores por desplazamiento

Es quizás el tipo de sensor más antiguo y de uso común, utiliza un mecanismo para medir la expansión o contracción de un cierto material que es proporcional a los cambios en el nivel de humedad relativa. Los materiales más comunes el nylon y la celulosa. Las ventajas de este tipo de sensores son el bajo costo de fabricación y es altamente inmune a la contaminación. Las desventajas son la tendencia a la descalibración en el tiempo y los efectos de histéresis significativos.

6.5.1 Sensor de bloque de polímero resistivo

Están compuestos de un sustrato cerámico aislante sobre el cual se deposita una grilla de electrodos. Estos electrodos se cubren con una sal sensible a la humedad embebida en una resina (polímero). La resina se recubre entonces con una capa protectora permeable al vapor de agua. A medida que la humedad permea la capa de protección, el polímero resulta ionizado y estos iones se movilizan dentro de la resina. Cuando los electrodos son excitados por una corriente alterna, la impedancia del sensor se mide y es usada para calcular el porcentaje de humedad relativa.

Por su misma estructura este tipo de sensores son relativamente inmunes a la contaminación superficial ya que no afecta su precisión aunque si el tiempo de respuesta. Debido a los valores extremadamente altos de resistencia del sensor a niveles de humedad menores que 20% es apropiado para los rangos altos de humedad.

6.5.2 Sensores capacitivos

Los sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo) es diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente con los cambios de el nivel de humedad. Los cambios resultantes en la constante dieléctrica causa una variación en el valor de la capacidad del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varia con la humedad. Un cambio en la constante dieléctrica de aproximadamente el 30% corresponde a una variación de 0-100% en la humedad relativa.

El material sensor es muy delgado para alcanzar grandes cambios en la señal con la humedad. Esto permite a el vapor de agua entrar y salir fácilmente y el secado rápido para la sencilla calibración del sensor.

Este tipo de sensor es especialmente apropiado para ambiente de alta temperatura porque el coeficiente de temperatura es bajo y el polímero dieléctrico puede soportar altas temperaturas. Los sensores capacitivos son también apropiados para aplicaciones que requieran un alto grado de sensibilidad a niveles bajos de humedad, donde proveen una respuesta relativamente rápida. A valores de humedad superiores al 85% sin embargo el sensor tiene una tendencia a saturar y se transforma en no lineal.



Figura 6.5.2 Diagrama de sustancias que afectan al sensor

6.6 Efectos de la temperatura y la humedad

La salida de todos los sensores de humedad por absorción (capacitivos, resistivos, de film resistivo etc.), se ven afectados sensiblemente por la temperatura y la humedad relativa. A causa de esto se utilizan mecanismos de compensación de temperatura en aplicaciones que demanden alto nivel de precisión o un amplio rango de temperaturas. Cuando se compensa la temperatura de un sensor lo mejor es hacer la medición de temperatura tan cerca como sea posible de área activa del sensor, esto es en el mismo micro-ambiente. Esto es especialmente verdad cuando se combina la medición de RH y temperatura par derivar el punto de rocío.

Los instrumentos de tipo industrial para medir humedad y punto de rocío incorporan una resistencia de platino (RTD) en la parte posterior del sustrato del sensor para la integridad de la compensación de la diferencia de temperaturas. Para estos sensores de alta temperatura no se proveen los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.

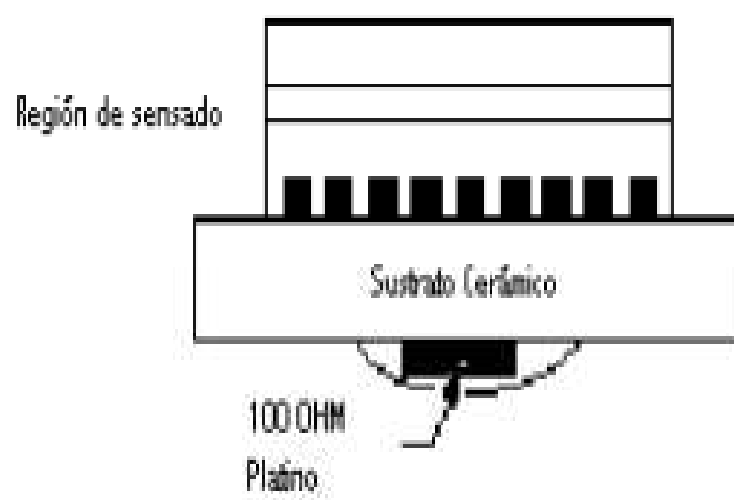


Figura 6.6 Sensor de alta temperatura

Las aplicaciones típicas para los polímeros resistivos y capacitivos son

- HVAC administración de energía
- Control de salas de computadora/ambientes limpios
- Instrumentos portátiles
- Monitoreo ambiental y meteorológico

6.6.1 Humedad relativa calculada con el punto de rocío y la temperatura

Un transmisor óptico de punto de rocío con el agregado de medición de temperatura podría utilizarse para obtener un valor de humedad relativa de alta precisión. Este sería un costoso método para derivar un valor de una medición primaria.

Dispositivos usados para medición del punto de rocío/escarcha
Los sensores de sal saturada de cloruro de litio, óxido de aluminio y de espejo óptico enfriado son utilizados para la medición directa del D/F PT. Estos sensores proveen un amplio rango de medición en términos del punto de rocío o escarcha.

Sensor de sal saturada de cloruro de litio

El sensor de sal saturada de cloruro de litio ha sido uno de los sensores de punto de rocío más ampliamente usados. Su popularidad es resultado de su simplicidad, bajo costo, durabilidad, y el hecho de que provee una medición fundamental. El sensor consiste de una bobina recubierta con una tela absorbente y un arrollamiento de electrodos bifilares inertes. La bobina es revestida con una solución diluida de cloruro de litio. Una corriente alterna se hace pasar por el arrollamiento y la solución salina causando calentamiento por efecto joule. A medida que la bobina eleva su temperatura el agua de la sal se evapora a una tasa que es controlada por la presión de vapor de agua en el aire circundante. Cuando la bobina comienza a secarse, la resistencia de la solución salina se incrementa produciendo una disminución de la corriente que enfría la bobina. Este efecto de calentamiento y enfriamiento continúa hasta alcanzar un punto de equilibrio en el que no hay intercambio de agua con el ambiente. Esta temperatura de equilibrio es directamente proporcional a la presión de vapor de agua o el punto de rocío del aire circundante. Este valor es medido utilizando un termómetro de resistencia de platino (PRT).

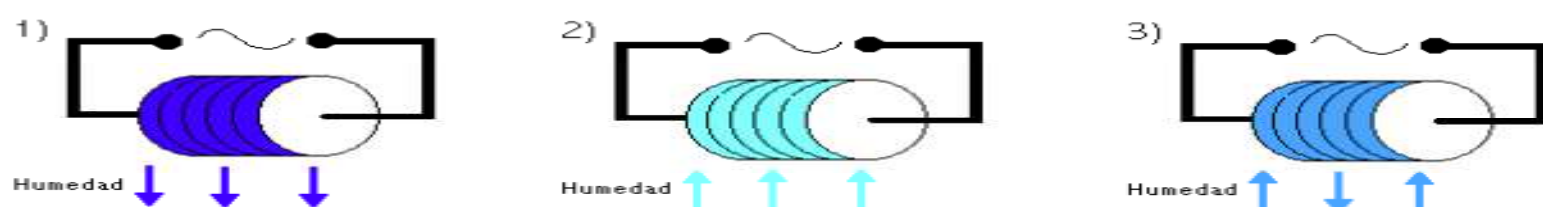


Figura 6.6.1 Termómetro de resistencia de platino

Si el sensor de sal saturada se contamina puede fácilmente hacerse una recarga de cloruro de litio. Las limitaciones de esta tecnología son un relativamente bajo tiempo de repuesta y el límite inferior del rango de medición impuesto por la naturaleza del cloruro de litio. El sensor no puede usarse para medir puntos de rocío cuando la presión de vapor de agua cae por debajo de la presión de saturación de vapor del cloruro de litio que ocurre cerca del 11% de humedad relativa.

Las aplicaciones típicas de estos sensores son:

- Controles de refrigeración
- Secadores
- Deshumificadores
- Monitorio de líneas de suministro de aire
- Equipos envasadores de píldoras

Para aplicaciones que requieren una gran precisión y un amplio rango de mediciones se deben considerar sensores del tipo electrolítico de condensación y a base de óxidos.

Sensores de punto de rocío de óxido de aluminio

Los instrumentos de óxido de aluminio y sus derivados, tales como los sensores basados en cerámicos o silicio, son dispositivos que de forma indirecta infieren el valor del punto de rocío por la variación de su valor de capacidad que es afectada por la humedad ambiente. Están disponibles en una variedad de tipos, desde sistemas de bajo costo portátiles operados a batería, hasta sistemas multi-punto basados en microprocesador con la capacidad de calcular la información de la humedad en diferentes parámetros. Un sensor de óxido de aluminio típico es un capacitor, formado por la deposición de una capa de óxido de aluminio poroso sobre un sustrato conductor que se reviste con una delgada lámina de oro. La base conductora y la lámina de oro forman los electrodos del capacitor. El vapor de agua penetra la lámina de oro y es absorbida por el óxido poroso. La cantidad de moléculas de agua absorbidas determina la impedancia eléctrica del capacitor que a su vez resulta proporcional a la presión de vapor de agua.

Los sensores de óxido son de reducido tamaño. Son apropiados para medir bajos puntos de rocío (-100°) y pueden operar sobre un amplio rango que abarca las aplicaciones de alta presión. Pueden utilizarse también para medir la humedad en líquidos y, debido al bajo consumo de potencia, son apropiados para instalaciones intrínsecamente seguras y a prueba de explosiones.

Los sensores a base de óxido se usan frecuentemente en la industria petroquímica y de generación de potencia donde los puntos de rocío bajos deben monitorearse en línea con arreglos de múltiples sensores económicos. La principal desventaja asociada con estos sensores es que son dispositivos de medición secundaria y deben ser recalibrados frecuentemente para corregir los efectos de envejecimiento, histéresis y contaminación.

6.6.2 Higrómetro óptico de condensación

El higrómetro óptico es considerado el método más preciso para la medición del punto de rocío. Esta es una medición primaria, que mide, como su nombre indica, el punto efectivo de condensación del gas ambiente y para el que se pueden con facilidad establecer estándares internacionales de calibración. El sensor contiene un pequeño espejo metálico cuya superficie es enfriada hasta que el agua de la muestra de gas condense. El espejo es iluminado por un fuente de luz y su reflexión es detectada por un fototransistor. Cuando la condensación ocurre la luz reflejada sufre una dispersión y por lo tanto disminuye la intensidad captada por el detector. Un sistema de control se encarga de mantener la temperatura de espejo en el punto necesario para mantener una delgada capa de condensación. Un PRT embebido en el espejo mide su temperatura y por lo tanto la temperatura de punto de rocío. Con el higrómetro óptico son posibles precisiones de $\pm 0.2^{\circ}$. Ciertos equipos especiales pueden tener un rango completo desde -85° hasta casi 100° de punto de rocío. Los tiempos de respuesta son rápidos y la operación está relativamente libre de problemas de pérdida de calibración.

Las aplicaciones típicas de los higrómetros ópticos de condensación son:

- Líneas de aire medicinal
- Equipo electrónico refrigerado con líquido
- Computadoras refrigeradas
- Hornos de tratamiento térmico
- Hornos de fundición
- Control ambiental de recintos
- Secadores
- Estándares de calibración de humedad

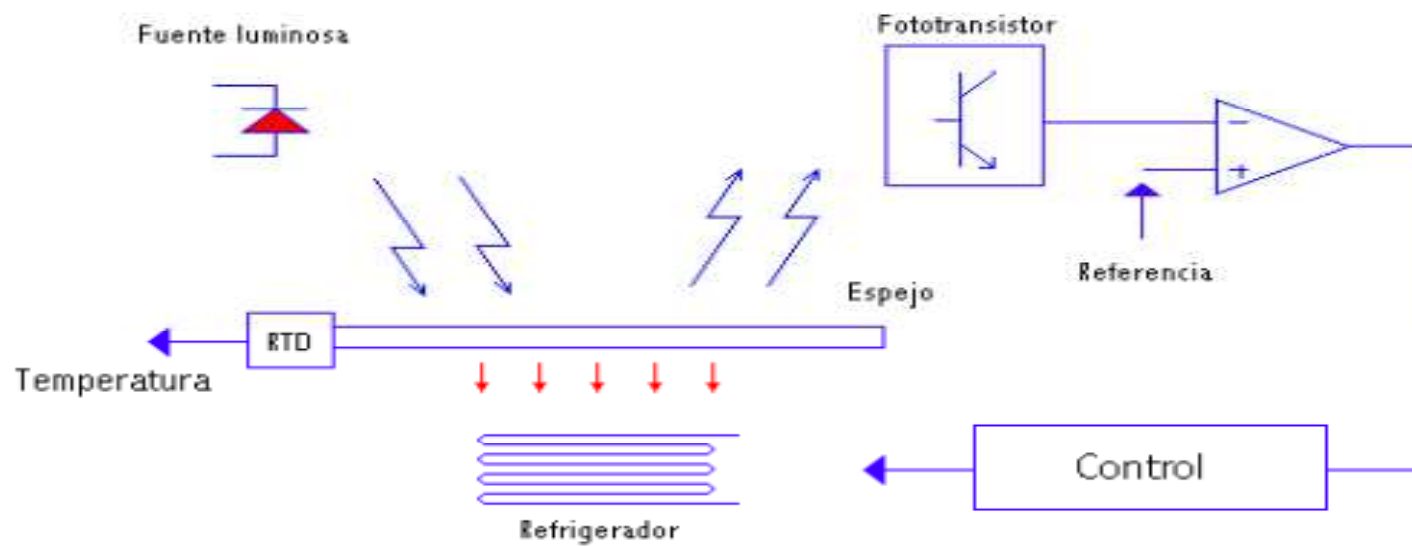


Figura 6.6.2a Higrómetro óptico cuando empieza la medición

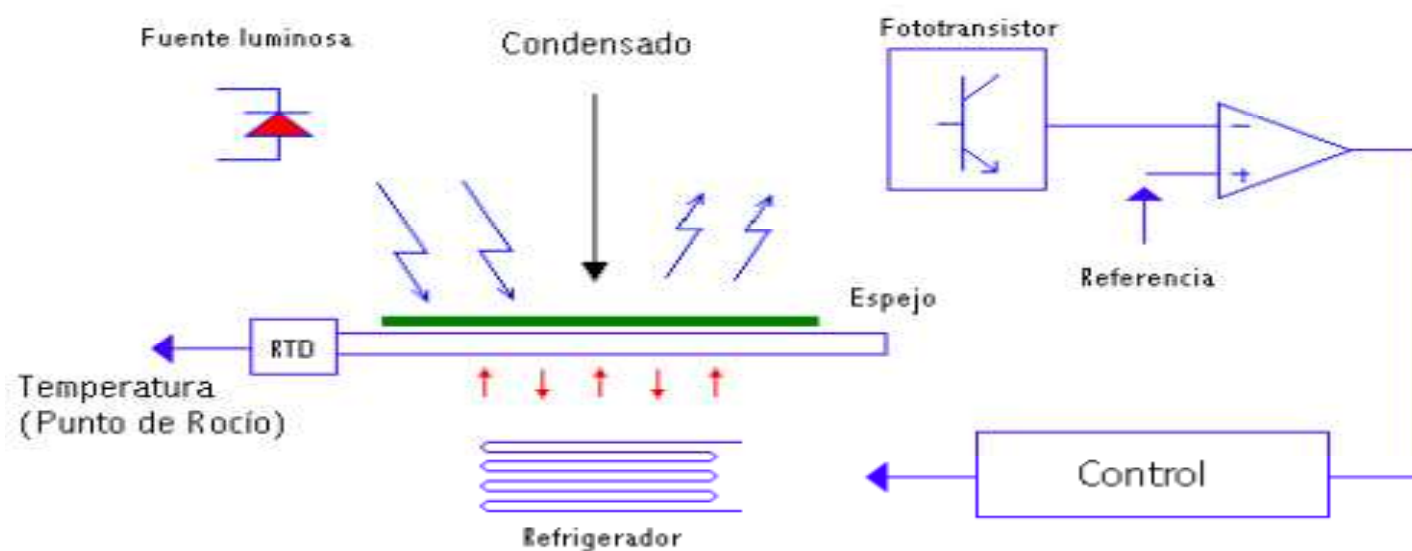


Figura 6.6.2b Higrómetro óptico cuando alcanza el punto de medición

6.6.3 Dispositivos usados para mediciones de PPM

Para medir el vapor de agua en las regiones de bajo PPM se utilizan sensores electrólíticos, piezo-resonadores y ópticos. Cuando se hacen mediciones en este rango y utilizando el método de toma de muestras, en oposición a las técnicas de medición in-situ, ya que veces las condiciones del proceso, alta temperatura, presión, gases corrosivos etc., y/o cuando el tipo de tecnología del sensor utilizada imposibilita las mediciones in-situ, es vital asegurarse que los recintos para medición son herméticos, construidos con materiales no higroscópicos (por ejemplo acero inoxidable) y cuando se inicia la medición, se debe permitir un tiempo adecuado para que el sistema se equilibre y seque.

6.6.4 Higrómetro electrolítico

El higrómetro electrolítico normalmente se utiliza para la medición de gases secos ya que provee una performance confiable para largos períodos en el rango de bajos valores de PPM. Los sensores electrolíticos típicamente requieren que el gas medido esté limpio y no debería reaccionar con la solución de ácido fosfórico, aunque desarrollos recientes en la tecnología de sensores de celda y los sistemas de acondicionamiento de muestras permiten aplicaciones más hostiles, como pueden ser la medición de humedad en cloruro. Los sensores electrolíticos utilizan una celda revestida con una delgada capa de pentóxido fosforoso (P_2O_5), que absorbe agua del gas bajo medición. Cuando una corriente eléctrica se aplica a los electrodos, el vapor de agua absorbido por el P_2O_5 se disocia en moléculas de hidrógeno y oxígeno. La cantidad de corriente requerida para disociar el agua es proporcional a el número de moléculas de agua presentes en la muestra. Este valor junto con el caudal y la temperatura se usan para determinar la concentración de las partes por millón por volumen (PPMv) del vapor de agua. El sensor electrolítico se utiliza en aplicaciones secas de hasta un máximo de 1000 PPMv y es apropiado para el uso en procesos industriales tales como gases ultra-puros, química fina, y producción de circuitos integrados, etc. En cada uno de estos casos el éxito de estos procesos industriales depende del mantenimiento de condiciones inertes. Esto significa que un suministro continuo de nitrógeno o argón se debe usar para purgar el ambiente de producción.

Aplicaciones típicas de este sensor

- Generadores de ozono
- Líneas de aire seco
- Sistemas de transferencia de nitrógeno

6.6.5 Sensor Piezo-resonante

El sensor piezo-resonante opera con el principio de equilibrio de RH donde la absorción de agua incrementa la masa de cristal lo que afecta directamente su frecuencia de resonancia. El sensor tiene un revestimiento sensible a la humedad ubicado sobre la superficie del cristal resonante. La frecuencia de resonancia del cristal cambia a medida que el revestimiento sensible a la humedad absorba o elimine vapor de agua en respuesta a los cambios en los niveles de humedad ambiente. Esta frecuencia de resonancia es comparada con mediciones similares en el gas seco o a la frecuencia de referencia a la que ha sido calibrado.

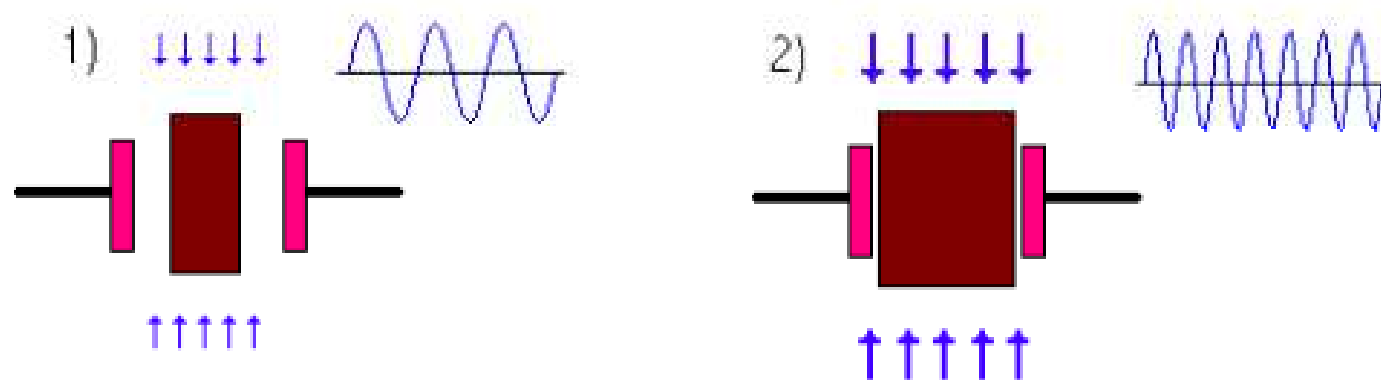


Figura 6.6.5 Sensor Piezo - resonante

Higrómetro óptico por condensación con capacidad máxima de enfriamiento
Como se dijo previamente se dijo en la sección sobre la medición del punto de rocío/escarcha, un higrómetro óptico de condensación con múltiples niveles de enfriamiento, suplentado en algunos casos con enfriamiento adicional por aire o glicol/agua, puede alcanzar mediciones del punto de rocío a niveles menores de -85° , lo que implica contenidos de agua de 0.25 PPMv a 1 atmósfera de presión.

6.6.6 Aplicación de campo de los sensores

En las aplicaciones concretas de los instrumentos de medición de humedad las especificaciones del fabricante siempre pierden algo de significación. Las condiciones de operación no ideales afectan de alguna manera hasta el sistema más preciso, estas condiciones incluyen los siguientes factores:

- Efectos de la temperatura: Casi todos los higrómetros son calibrados a una temperatura ambiente fija. usualmente esta temperatura es de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por lo tanto las variaciones en la temperatura pueden afectar los resultados de la medición. Muchos sistemas compensan este efecto ya sea electrónicamente o controlando la temperatura del sensor.
- Electrónica: La instrumentación electrónica moderna es inmune a la temperatura ambiente en los rangos normales. Sin embargo grandes oscilaciones de temperatura pueden causar errores en diversos componentes electrónicos.
- Presión: Los efectos de la presión son más fáciles de cuantificar y por lo tanto más fáciles de corregir que los efectos de la temperatura. Si se conoce el valor de la presión en el punto de medición su efecto puede corregirse totalmente a condición de que la naturaleza del gas y su comportamiento con la presión sean conocidos.
- Caudal de gas: En teoría el caudal no debería afectar el nivel de humedad medido, pero en la práctica así ocurre. El excesivo caudal de gas en sistemas entubados puede producir gradientes de presión. Se debe tener cuidado para asegurar que el sistema de muestreo pueda acomodarse a las distintas condiciones de trabajo.
- Contaminación

6.7 Los problemas de la contaminación

Para entender el significado de los efectos de los potenciales efectos de la contaminación en los sensores de humedad es apropiado volver en este punto a lo dicho en la introducción: La humedad es una medición analítica en la cual el sensor debe estar en contacto con el ambiente del proceso, en contraste con los sensores de humedad y presión, que invariablemente están aislados del proceso por protecciones conductoras del calor o diafragmas respectivamente.

Esto tiene implicancias en la contaminación y degradación del sensor en grados variables dependiendo de la naturaleza del ambiente de que se trate. En casi todos los procesos industriales hay un gran potencial de contaminación por las partículas que pueda llevar el gas o por los contaminantes solubles que contiene la humedad que se quiere medir. Todos los sensores referidos hasta ahora son afectados por los dos tipos de contaminantes. Desafortunadamente muchos sensores no manifiestan un desempeño visiblemente defectuoso cuando resultan contaminados.

Sin un chequeo periódico y recalibración la única forma de verificar el mal funcionamiento de un sensor es la caída en el rendimiento del sistema.

Hay dos enfoques para enfrentar el problema de la contaminación, uno es diseñar los sensores para reducir los efectos de la contaminación extendiendo su vida útil. Esto podría ser inherente al diseño del sensor (como es el caso de los sensores resitivos) o el efecto de introducir algún tipo de filtro o envoltura en el sistema, por otro lado colocar barreras físicas entre el sensor y el medio ambiente reduce la capacidad de hacer mediciones precisas y confiables, una vez contaminado el filtro podría tener el efecto de crear un microclima no representativo.

Un segundo enfoque es aceptar que la contaminación es un factor que no puede eludirse y por lo tanto diseñar la forma monitorearla y si es posible compensarla. Una técnica de medición que cae dentro de esta categoría es el higrómetro óptico, que incorpora la característica de auto-chequeo que puede operar en forma manual o automática en los equipos más sofisticados. Ya que el higrómetro óptico provee una medición en la que el sistema de control continuamente recibe la luz de la superficie del espejo, el sensor reaccionará ante cualquier partícula o sal contenida en el vapor de agua que se deposite en la superficie del espejo.

6.7.1 Sustancias que con mayor facilidad pueden afectar el sistema

6.7.2 Partículas

De la misma forma que la capa de condensado disminuye la cantidad de luz reflejada desde el espejo lo hace la acumulación de partículas no solubles en agua. Si esto ocurriese indefinidamente la lectura se produciría con un gran error, por eso antes de que esto suceda el espejo debe ser limpiado, en cualquier uso industrial de estos sensores es recomendado que el espejo sea limpiado antes de que las mediciones comiencen. Las partículas pueden también obstruir la estructura porosa de los sensores resistivos o de film polímero y potencialmente ocasionar daños por impacto. Las partículas pueden reducir también la tasa de evaporación del humidificador del psicómetro.

6.7.3 Contaminantes solubles en agua

A veces se encuentran contaminantes disueltos en la humedad, generalmente en la forma de sales naturales inorgánicas. Estas sales en solución con el agua pura sobre el humidificador de psicómetro o el espejo del higrómetro óptico hacen que la presión de vapor disminuya. Esto puede resultar en un exceso de agua sobre la superficie del espejo en el punto de rocío. El lazo de control detecta la pérdida resultante en la recepción de luz y entonces aumenta la temperatura del espejo para compensarla, esto es, evapora algo del exceso de agua. Un error positivo de distintos grados puede resultar de este efecto que es denominado efecto de Raoult ya que es definido por la ley de Raoult.

Distintas técnicas de corrección por contaminación se desarrollaron por los higrómetros ópticos.

Por otra parte, ya que casi todas las sales son higroscópicas, al depositarse sobre la estructura porosa de un sensor de RH modificarán su respuesta.

6.7.4 Compuestos orgánicos

Si bien los compuestos orgánicos tienden a no interferir directamente con el vapor de agua, pueden condensar sobre el higrómetro óptico a una temperatura superior a la del agua y evaporar del humidificador de un psicómetro ocasionando un enfriamiento adicional. También es posible que los compuestos orgánicos ataquen a los sensores que utilicen en su estructura resinas epoxie o pegamentos.

6.8 Sensor de Temperatura

Introducción

A menudo la temperatura se define como aquella propiedad que miden los termómetros.

También se introduce la temperatura basándose en alguna propiedad termométrica, por ejemplo la expansión de un líquido, un gas, la resistencia de un conductor, la tensión eléctrica generada por un par termoeléctrico (termocupla), etc. En la práctica existen numerosos tipos de sensores de temperatura o termómetros que, según la aplicación específica, pueden ser los más adecuados. En la tabla siguiente se indican algunos tipos de termómetros y sensores de temperatura usuales junto a algunas de sus características más notables.

Tipo de termómetro	Rango Nominal [°C]	Costo	Linealidad	Características Notables
Termómetro de mercurio	-10 a 300	Bajo	Buena	Simple, lento y de lectura manual.
Termorresistencia (Pt, Ni, etc.) RTD (Resistance Temperature Detectors)	-150 a 600	Medio	Alta	Exactitud
Termocupla	-150 a 1500	Bajo	Alta	Requiere referencia de temperatura.
Termistor	-15 a 115	Medio	No lineal	Muy sensible.
Integrado Lineal		Medio	Muy alta	Fácil conexión a sistemas de toma de datos.
Gas	-20 a 100	Medio	Buena	No muy versátil
Diodos	-200 a 50	Bajo	Alta	Bajo costo

Tabla 6.8 Características de los tipos de termómetro

6.8.1 Termistor

Estos dispositivos semiconductores son muy usados en la práctica para medir temperaturas por su bajo costo y sensibilidad. La propiedad termométrica de los mismos es la resistencia eléctrica. Sin embargo la dependencia con la temperatura no es simple. Una expresión que describe bien a alguno de estos componentes es:

$$R(T) = R(T_0) \cdot \exp\left(\beta \cdot \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right]\right) = R_0 \cdot \exp\left(\frac{E_g}{k} \cdot \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right]\right)$$

Figura 6.8.1 Expresión de los componentes de un termistor

Donde T y T_0 son las temperaturas absolutas, $R(T_0)=R_0$ la resistencia a T_0 , b y E_g son constantes a determinar y k la constante universal de Boltzmann.

Elija un termistor de no muy alta resistencia, de modo que al sumergirlo en agua su valor no sea afectado por la resistencia del agua. Un termistor de $R(T_0) < 5 \text{ k}\Omega$ puede ser adecuado.

6.8.2 Termómetro basado en una termocupla

Una termocupla básicamente es un transductor de temperaturas, es decir un dispositivo que convierte una magnitud física en una señal eléctrica. Está constituida por dos alambres metálicos diferentes que, unidos, desarrollan una diferencia de potencial eléctrica entre sus extremos libres que es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperaturas entre estas puntas y la unión. Se suelen fabricar con metales puros o aleaciones (caso más común) y la característica más notable es que son empleadas para medir temperaturas en un rango noblemente grande comparadas con otros termómetros. Valores típicos del rango están entre 70 K y 1700 K, pudiéndose llegar en algunas circunstancias con aleaciones especiales hasta los 2000 K.

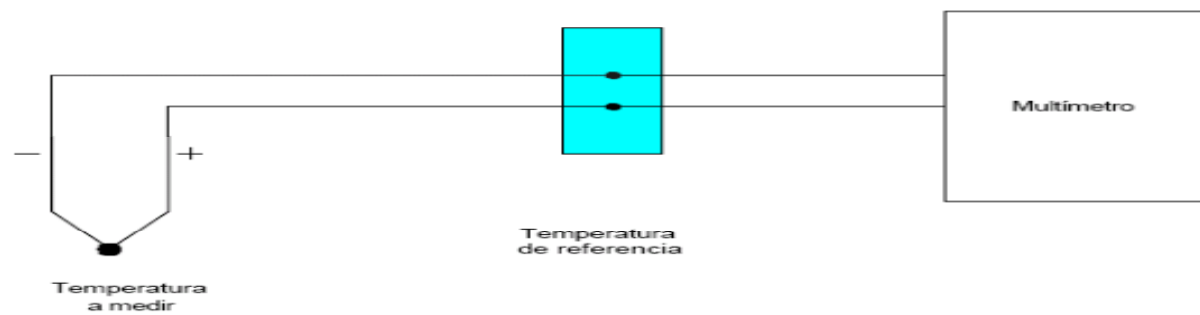


Figura 6.2.8 Termómetro basado en una termocupla

Una termocupla, en rigor, mide diferencias de temperaturas y no temperaturas absolutas. Esto hace necesario el uso de una temperatura de referencia, por lo que suele emplearse un baño de agua con hielo (0o C).

6.8.3 Termómetro de diodo

Un diodo es un componente electrónico muy usual y económico. La característica básica de un diodo es que deja pasar corriente eléctrica en una sola dirección solamente. Cuando por un diodo pasa una corriente I , la diferencia de potencial entre sus bornes viene dada por:

$$I = I_0 \cdot \exp\left(-\frac{e \cdot V_0}{k \cdot T}\right) \cdot \left[\exp\left(\frac{e \cdot V}{k \cdot T}\right) - 1\right] \approx I_0 \cdot \left[\exp\left(\frac{e \cdot (V - V_0)}{k \cdot T}\right)\right]$$

Figura 6.8.3a Expresión de Termómetro de Diodo

En esta expresión I_0 y V_0 son dos constantes, k es la constante de Boltzmann. La última expresión vale cuando $e \cdot V \gg k \cdot T$. En este último caso vemos que si I (la corriente que pasa por el diodo es constante, V deberá ser proporcional a T , o sea:

$$V = V_0 - b \cdot T, \quad \text{si } I = \text{constante}$$

Un modo de lograr esto ($I = \text{constante}$) es usar una fuente de corriente o simplemente colocar una resistencia en serie varios órdenes mayor que la resistencia del diodo. En la se indica esquemáticamente el circuito que debe usarse. Una corriente entre 10-2 mA a 1 mA es adecuada.

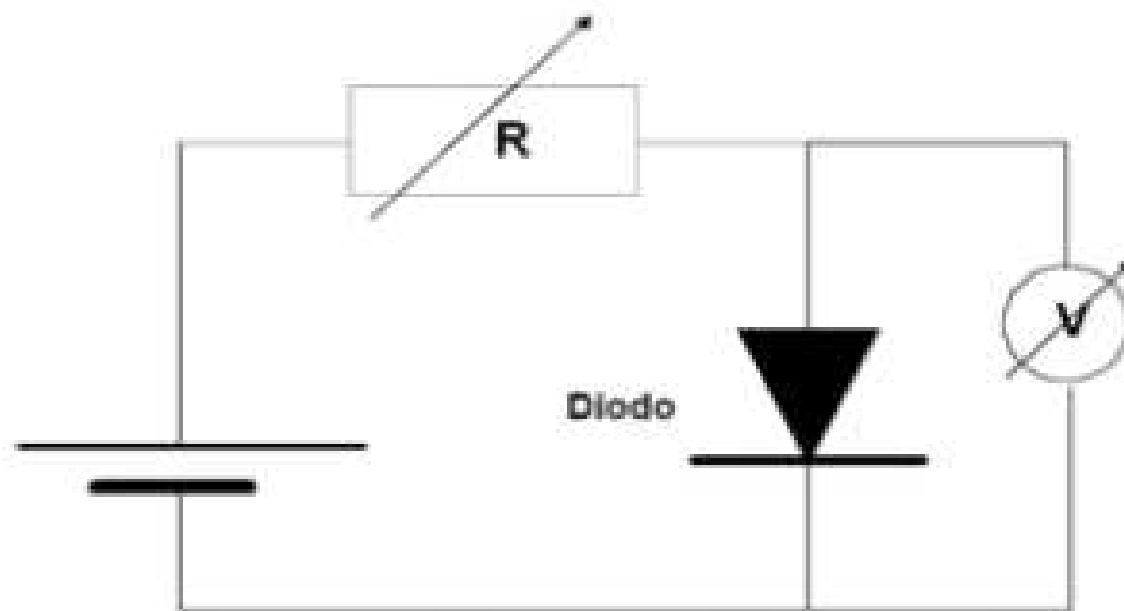


Figura 6.3.8b Diagrama esquemático del circuito para medir variación del voltaje de un diodo con la temperatura

6.8.4 Termómetro basado en un circuito integrado.

Varios fabricantes han producido circuitos integrados que son muy adecuados para medir temperaturas. En particular estos circuitos son muy adecuados para medir temperaturas cuando se usa un sistema de toma de datos conectado en una computadora. Estos circuitos, por lo general tienen tres patas: tierra, alimentación (V_c entre 5 a 15V) y una salida, similar a como se muestra en la Figura 5. Estos circuitos producen una señal muy lineal y calibrada. Por lo general producen entre 1 y 10 mV/K. Existen integrados con calibraciones para diversos sistemas de unidades. El rango usual de estos termómetro esta típicamente entre los -10°C y 120°C .

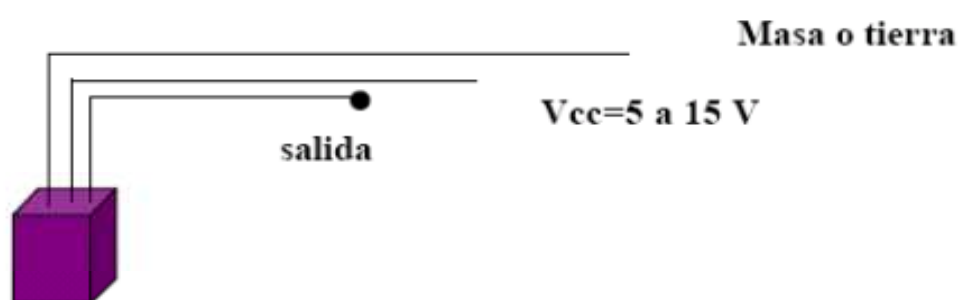


Figura 6.8.4 Termómetro de estado solido basado en un circuito integrado lineal

6.8.5 CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE TEMPERATURA

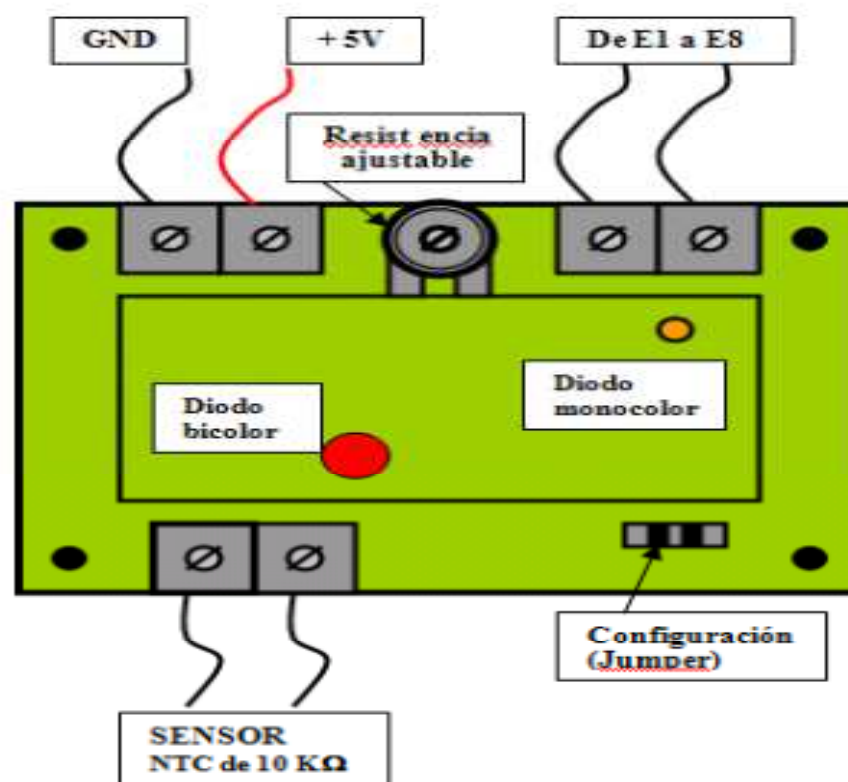


Figura 6.8.5 Componentes del sensor de temperatura

CARACTERÍSTICAS:

La resistencia ajustable sirve para controlar manualmente el límite de temperatura o umbral de disparo del sensor, es decir podemos ajustar la sensibilidad del dispositivo, actuando sobre esta resistencia.

Con el jumper podemos variar la configuración del sensor y así decidir su forma de funcionamiento. Que se active por exceso o por defecto de temperatura.

- Con la cápsula del jumper quitada, cuando el grado de temperatura no llegue al ajustado, el diodo bicolor tendrá un color rojo y el monocolor estará apagado. No emitirá ninguna señal de salida a la placa.
- Con la cápsula del jumper puesta, si el grado de temperatura no llega a la del umbral determinado, el diodo bicolor se iluminará de color rojo y el monocolor de naranja. El sensor dará señal a la placa.

6.8.6 CONEXIÓN A LA PLACA CONTROLADORA

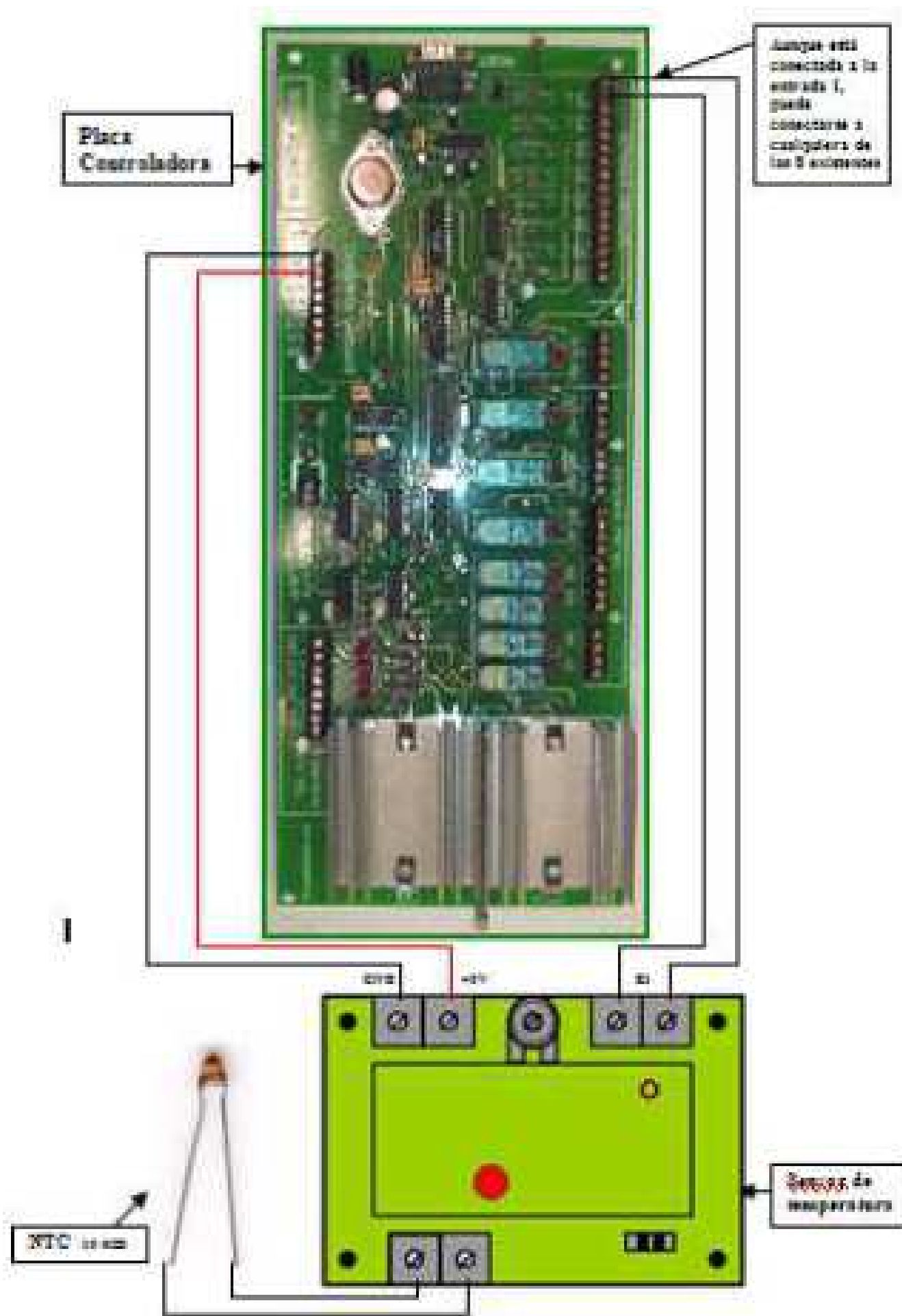


Figura 6.8.6 Conexión a la placa controladora

6.8.7 PROYECTOS TIPO DONDE PODEMOS APLICAR ESTE SENSOR

- Para automatizar el control de la temperatura ambiente en un invernadero (proyecto desarrollado).
- Para automatizar el control de la temperatura en granjas, champiñóneras, etc. introduciendo aire frío o caliente, durante unos tiempos determinados.
- Para automatizar el control de la temperatura del agua en el sector agrícola, en un invernadero, un acuario, piscifactoría, etc, abriendo y cerrando compuertas durante unos tiempos determinados.
- Para automatizar el control de la temperatura de productos factibles de fermentación, abriendo y cerrando orificios de ventilación en los depósitos donde están almacenados durante unos tiempos preestablecidos.

6.9 Control de nivel de agua

Los **controles de nivel** son dispositivos o estructuras hidráulicas cuya finalidad es la de garantizar el nivel del agua en un rango de variación preestablecido. Existen algunas diferencias en la concepción de los controles de nivel, según se trate de: canales; plantas de tratamiento; tanques de almacenamiento de agua o un embalse.

6.9.1 Controles de nivel del agua para canales

Los controles de nivel del agua en los canales tienen la finalidad de garantizar la correcta operación de los mismos. En general los controles de nivel se colocan en puntos claves del canal, como son:

- Secciones de derivación, para canales de menor orden, y para tomas de campo; y,
- En correspondencia con estructuras de seguridad.

Básicamente existen dos tipos de controles de nivel, considerando el nivel que deben controlar:

- Controles que aseguran la permanencia del nivel, dentro de márgenes preestablecidos, aguas arriba de la estructura de control;
- Controles de nivel que garantizan el nivel, en el ámbito de una variación máxima pre establecida, aguas abajo de la sección de control. Estos sistemas también se denominan **operando a la demanda**.

Desde el punto de vista de los mecanismos que operan el control del nivel, se pueden distinguir dos tipos:

- Controles del nivel aguas arriba mediante un vertedero de gran longitud;
- Controles de nivel que operan mediante el movimiento automático de una compuerta mecánica accionada por un flotador.

6.9.2 Controles de nivel para plantas de tratamiento de agua

El control de los niveles máximos se controla mediante vertederos libres.

6.9.3 Controles de nivel para tanques de almacenamiento de agua

Los controles del **nivel máximo** del agua en un tanque de almacenamiento tienen la doble función de garantizar la seguridad de las estructuras y de evitar el desperdicio de agua. El control del nivel máximo se hace mediante un sensor de nivel conectado en alguna forma, ya sea mecánica o electrónica con la operación de una válvula a la entrada del tanque. Como todo mecanismo siempre puede fallar en el momento de su operación, es importante que el tanque disponga de un sistema de seguridad de funcionamiento totalmente automático como por ejemplo un vertedero libre, eventualmente conectado con una alarma.

El control del **nivel mínimo** del agua tiene la función de garantizar el buen funcionamiento del sistema evitando la entrada de aire en la tubería que se encuentra aguas abajo del tanque, como por ejemplo en la red de distribución de agua, o en la succión de la o las bombas.

6.9.4 Control de nivel en un embalse

El control de nivel de un embalse es fundamental para garantizar la seguridad de la presa y de las poblaciones situadas el valle, aguas abajo. El control del nivel máximo del agua en los embalses se puede efectuar mediante compuertas operadas según reglas de operación bien precisas y generalmente testadas en modelos reducidos antes de la construcción del embalse, para que los incrementos bruscos de caudal aguas abajo no erosionen las márgenes ni causen problemas a las estructuras allí existentes. Sin embargo en la gran mayoría de los embalses existe también un vertedero de solera libre.

6.9.5 Detector de nivel de agua

Ideal para controlar el llenado de un tanque, este circuito hace sonar una alarma cuando el nivel del agua alcanza sus electrodos sensores.

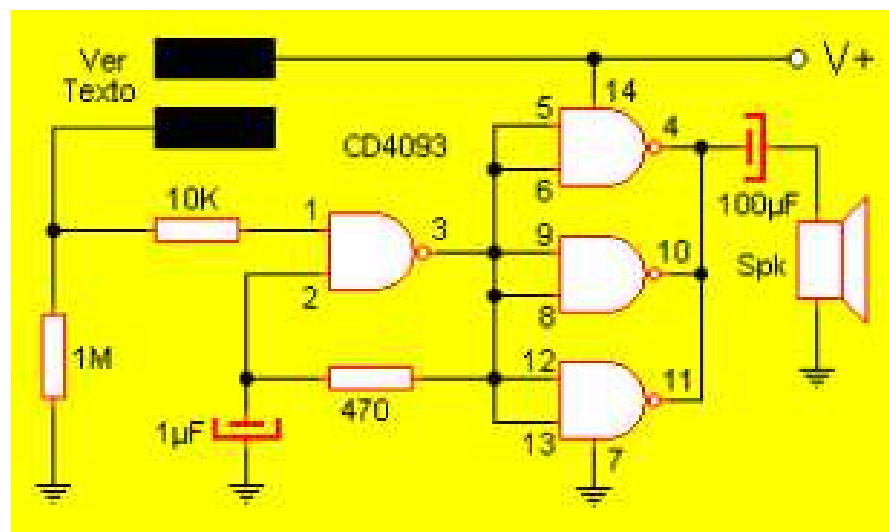


Figura 6.9.5 Detector de nivel de agua

El circuito está formado por un circuito integrado que en su interior contiene cuatro compuertas NAND. La primera de ellas se emplea para, por un lado detectar resistencia entre los electrodos (mas adelante se explica en detalle) y por el otro para oscilar produciendo el sonido de la alarma. Las tres restantes se configuraron en paralelo para amplificar la salida y colocarlo sobre el parlante (previo bloqueo de la continua con un capacitor). La detección del agua se efectúa por medio de dos electrodos de al menos cinco centímetros de largo y separados uno del otro por no más de un centímetro.

Estos electrodos, al entrar en contacto con el agua producen una cierta resistencia (mucho menor al mega) provocando un estado ALTO en la terminal 1. Activada esta entrada queda esta compuerta oscilando gracias a la resistencia de 470 y el capacitor de 1 μ F.

Se alimenta con 9V (que bien pueden ser provistos por una batería) y el consumo en reposo es casi nulo y sonando no mas de medio vatio. El parlante puede ser cualquiera de una radio portátil y la impedancia puede estar entre 4 y 16 ohms sin problemas

6.10 Agitador de fertilizante

Este aparato es un simple ventilador potente que absorbe aire de la atmósfera y luego lo introduce en el fondo de los bidones creando un efecto de ebullición que hace que los abonos no se sedimenten.

Este aparato agita los dos bidones de fertilizantes solamente ya que el bidón del aire no hace falta ya que no tiene partículas sólidas que se puedan sedimentar.

Su instalación es sencilla tiene un contacto conectado a 220V monofásico y la bobina del contacto la excita la salida del autómata.

6.10.1 Mezclador de Fertilizantes

Es un simple recipiente cerrado donde entran las tuberías del agua del estanque, de la bomba chupador de los bidones de fertilizantes y del ácido. La salida de este mezclador esta en la parte superior ya que las entradas están en la parte inferior y al llegar arriba ya esta hecha la mezcla.

La mezcla sale con presión debido a que los fertilizantes son introducidos por la bomba chupador pero no con la presión necesaria para regar por lo que a continuación se conecta la bomba de riego.

La mezcla se realiza así mejor ya que a la bomba chupador le entran tres tuberías una de cada bidón y sale solo una que va al mezclador por lo que la mezcla empieza ya ahí.

6.10.2 Difusores



Figura 6.10.2a Difusores

¿Qué es un difusor?

Se caracteriza por tener un deflector fijo y un diámetro de cobertura muy reducido. Existe un amplio abanico de ángulos de salida del agua, con lo que se puede crear el marco de distribución deseado. Se utilizan para elevar la humedad relativa en invernaderos, sobre todo en pasillos y en pequeñas zonas ajardinadas.

¿Como funciona un difusor?

Tiran el agua a una distancia de entre 2 y 5 metros, según la presión y la boquilla que utilizemos. El alcance se puede modificar abriendo o cerrando un tornillo que llevan muchos modelos en la cabeza del difusor.

Se utilizan para zonas más estrechas. Por tanto, los aspersores para regar superficies mayores de 6 metros y los difusores para superficies pequeñas.

Los difusores siempre son emergentes.

¿Como crear un difusor casero?

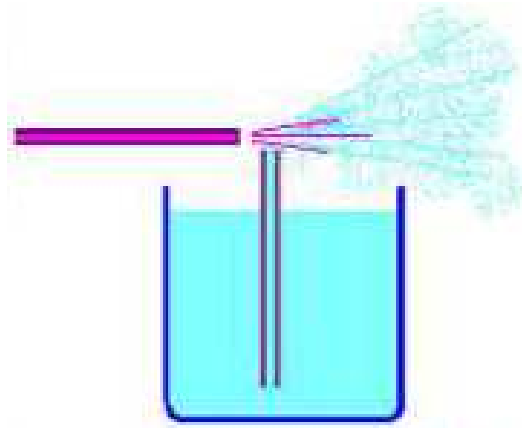


Figura 6.10.2b Difusor casero

6.11 Presentación

Existe un principio aerodinámico según el cual a un aumento en la velocidad corresponde una disminución de la presión y, por tanto, en el caso del ala, un efecto de succión hacia arriba.

6.11.1 ¿Qué necesitamos?

Para analizar este principio, te invitamos a reproducir el funcionamiento de un pulverizador. Necesitas dos pajitas de refresco y un vaso lleno de agua.

6.11.2 ¿Cómo se hace?

- 1 Con ayuda de una mano mantén una de las pajitas en posición vertical dentro del vaso, de modo que la mayor parte esté sumergida y sólo un pequeño tramo se encuentre fuera del agua.
- 2 Con la otra mano sostén la otra pajita de modo horizontal, de tal manera que uno de sus extremos se encuentre justo encima de la pajita que tenemos sumergida en el agua. A continuación, sopla con fuerza por la pajita horizontal.
- 3 ¿Qué sucede con el agua? Si has soplado con fuerza, el agua habrá ascendido por la pajita sumergida, siendo pulverizada en finas gotas por la corriente de aire, ¿qué es lo que ha ocasionado que el agua se pulverice?

6.11.3 Explicación

Al soplar con fuerza el aire es obligado a pasar por la pajita, su velocidad se incrementa dando lugar a una reducción de presión. De este modo, la presión del aire en el extremo superior de la pajita sumergida será menor que la presión que la atmósfera ejerce sobre el agua situada fuera de la pajita. Esto hace que el agua suba por la pajita, de manera que cuando alcanza el extremo superior es pulverizada por la corriente de aire.

Para que esta experiencia funcione correctamente es importante que los extremos de ambas pajitas estén muy próximos y que el tramo no sumergido de la pajita sea lo más corto posible.

6.12 Bombas Periféricas Monofásicas Presión de 1/2 HP



Figura 6.12 Bomba de Presion 1/2 HP

6.12.1 Especificaciones

- Presión elevada con baja potencia de motor
- Aumento progresivo de presión durante el arranque, sin golpes o flujo pulsante
- Extremadamente confiables, simples de usar, silenciosas, económicas y libres de mantenimiento
- Aplicación en instalaciones domésticas, presurización, suministros de agua para riego, ornamentación, lavaderos
- Cuerpo de fundición
- Bocas de conexión roscadas
- Motor cerrado monofásico IP44
- Sello mecánico de cerámica y grafito
- Impulsor de bronce con canales radiales

6.12.2 Características Técnicas

- Marca :Gamma.
- Modelo: QB-60
- Potencia de Motor: 1/2 HP
- Alimentación: 220V--50 Hz
- Conexión entrada y salida: 1"
- Qmax: 40 l/min.
- Hmax: 20 m

6.13 Tubería

La longitud dependerá de los tramos y distancias que existan entre la fuente a la parcela que se regará y de los sectores a manejar.

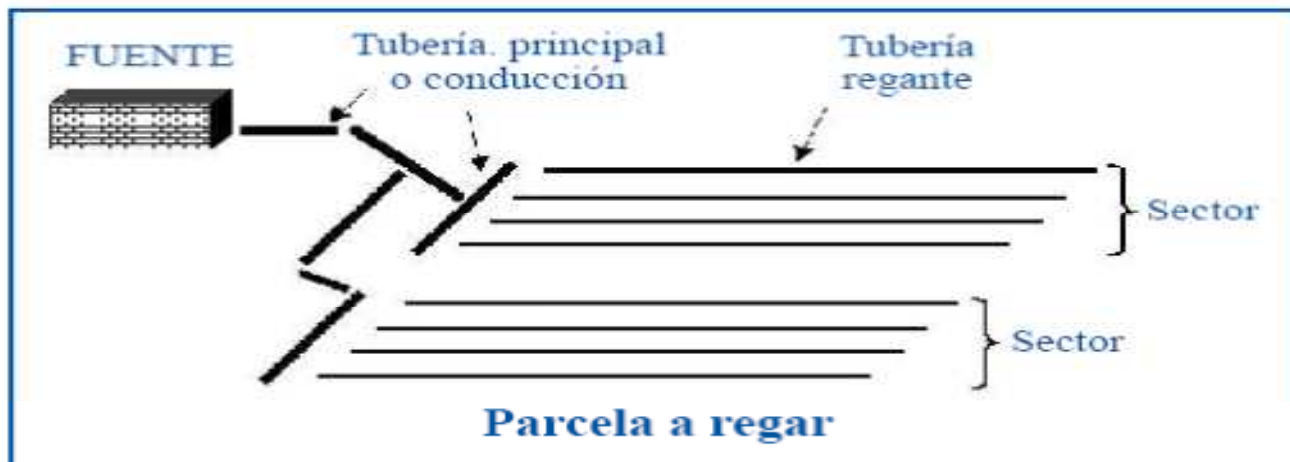


Figura 6.13a Longitud de tramos y distancias

La longitud de la tubería regante es igual a la longitud del surco más un tramo de 30 cm que servirá para conectar a la tubería principal en un extremo y por el otro será doblado para cerrar el paso del agua.

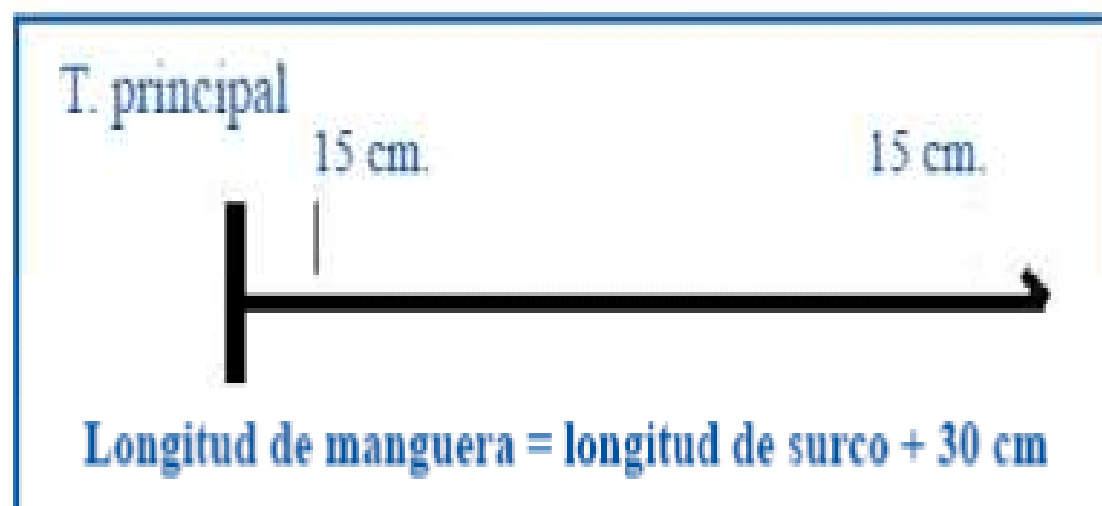


Figura 6.13b Coloque toda la tubería de poliducto en el lugar definitivo en forma estirada, de tal manera que ésta no tienda a enrollarse o doblarse.

Esto permitirá perforar uniformemente la misma cara de las mangueras y, además, se logrará alinear todos los orificios que servirán de goteros a la manguera regante.

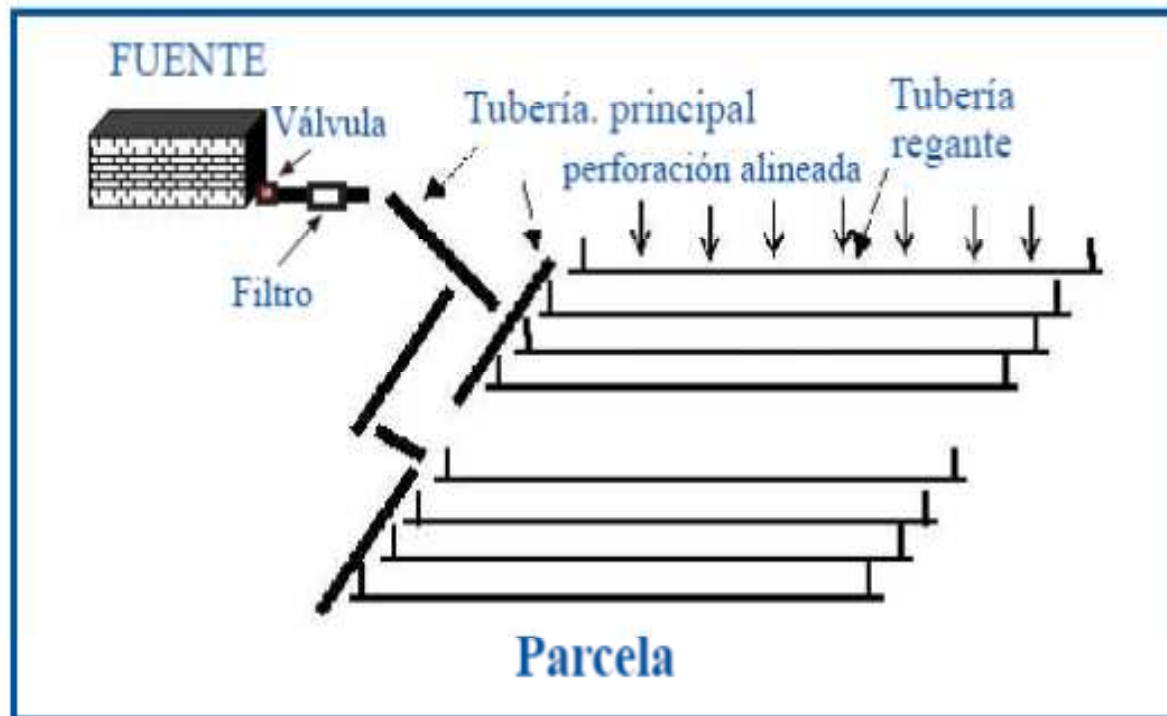


Figura 6.13c Conecte los niples, adaptadores, válvula de paso y filtro a la fuente de agua.

Realice los acoples a la tubería principal con niples de pvc, adaptadores y válvulas de paso.



Figura 6.13 d Los acoples se deben asegurar de la forma que garanticen la no fuga de agua.

Una la tubería regante con la principal a través de los conectores

Debe asegurarse que la tubería regante quede fuertemente conectada para evitar destrabe y fuga de agua, para esto debe usarse calor.



Figura 6.13e Demostración de cómo asegurar debidamente la tubería

Doble los extremos de la manguera regante y tubería principal

El doblado se realiza después del lavado de todo el sistema de tuberías y se asegura con alambre de amarre o pita de neumático, para evitar la fuga de agua.



Figura 6.13f Doblar los extremos de la manguera regante y tubería principal

Siembre estacas al inicio y final de cada línea regante

Estas deben quedar bien aseguradas, esto permitirá que las mangueras regantes no se muevan de la línea de cultivo.

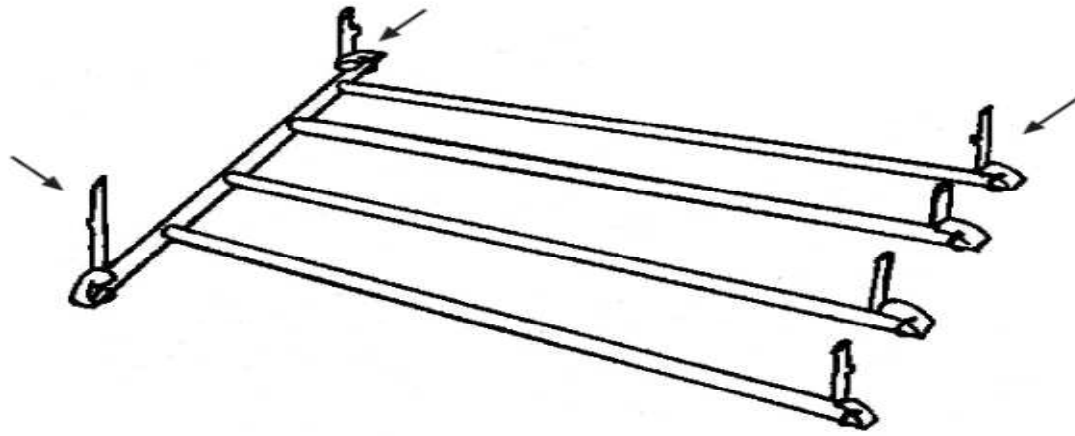


Figura 6.13f Siembra de estacas y al inicio de cada línea regante

CAPITULO 7

7.0 PRODUCCIÓN

7.1 EL TOMATE

7.1.1 ORIGEN

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá.

7.1.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

-Familia: Solanaceae.

-Especie: *Lycopersicon esculentum* Mill.

-Planta: perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

-Sistema radicular: raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

-Tallo principal: eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

-Hoja: compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

-Flor: es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

-Fruto: baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas.

El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.



Figura 7.1.2 Planta de tomate

7.1.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

-Temperatura: es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento.

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula.

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

-Humedad: la humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

-Luminosidad: valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta.

En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

-Suelo: la planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

-Fertilización carbónica: la aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas.

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero necesitamos realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo.

Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras.

Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂.

En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO₂ son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, etc.

7.1.4 MATERIAL VEGETAL

Principales criterios de elección:

- Características de la variedad comercial: vigor de la planta, características del fruto, resistencias a enfermedades.
- Mercado de destino.
- Estructura de invernadero.
- Suelo.
- Clima.
- Calidad del agua de riego.

Principales tipos de tomate comercializados:

- Tipo Beef. Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior y mercado exterior (Estados Unidos).

- Tipo Marmande. Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.
- Tipo Vemone. Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades que se cultivan con gran éxito en Cerdeña (Italia).
- Tipo Moneymaker. Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.
- Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.
- Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.
- Tipo Larga Vida. Tipo mayoritariamente cultivado en la provincia de Almería. La introducción de los genes Nor y Rin es la responsable de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

- Tipo Liso. Variedades cultivadas para mercado interior e Italia comercializadas en pintón y de menor vigor que las de tipo Larga vida.
- Tipo Ramillete. Cada vez más presente en los mercados, resulta difícil definir que tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado, etc.

7.1.5 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

7.1.5.1 MARCOS DE PLANTACIÓN.

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0,5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm.

7.1.5.2 PODA DE FORMACIÓN.

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta.

7.1.5.3 APORCADO Y REHUNDIDO.

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena.

El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas.

7.1.5.4 TUTORADO.

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

7.1.5.5 FERTIRRIGACIÓN.

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

En cultivo en suelo y en enarenado; el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

Existe otra técnica empleada de menor difusión que consiste en extraer la fase líquida del suelo mediante succión a través de una cerámica porosa y posterior determinación de la conductividad eléctrica.

En la práctica en los enarenados de Almería la frecuencia de riego para un cultivo ya establecido es de 2-3 veces por semana en invierno, aumentando a 4-7 veces por semana en primavera-verano, con caudales de 2-3 litros por planta.

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el período de recolección.

En el cultivo del tomate en racimo el papel del potasio en la maduración del tomate es esencial, pudiéndose emplear en forma de nitrato potásico, sulfato potásico, fosfato monopotásico o mediante quelatos.

La adición de inhibidores de la nitrificación ralentiza la oxidación de amonio a nitrato, de manera que el amonio se mantiene durante más tiempo en el suelo, ya que este tipo de fertilizantes afectan a las bacterias que participan en este proceso. De esta manera el nitrógeno se suministra de forma gradual, ya que se adapta a las necesidades de cada cultivo a lo largo de su periodo de desarrollo y disminuyen las pérdidas de nitrato por lixiviación y desnitrificación, pues el efecto contrario tiene lugar con la adición de abonos minerales con elevado contenido en nitrógeno amoniacal.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a ahilarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical (blossom end rot), ocasionado normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos.

Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l⁻¹, siendo común aportar 1g.l⁻¹ para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm⁻¹.

La fertirrigación carbónica consiste en el uso de agua carbonatada para el riego. El agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en un agua ligeramente ácida.

Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua y la cantidad de CO₂ por litro de agua.

La utilización del agua carbonatada es rentable en el cultivo del tomate; encontrándose la dosis óptima en torno a los 0.20 g de CO₂/l, produciendo los mayores incrementos de cosecha. El mayor tamaño de los frutos se alcanza con una dosis de 0.35 g de CO₂/l (Aguilera et al; 2001).

Ventajas de la fertirrigación carbónica:

- Acidifica el suelo modificando la solubilidad de los micronutrientes.
- Aumenta la calidad y el número de frutos.
- Favorece la disolución de los abonos utilizados.
- Evita y elimina incrustaciones en la red de riego.
- Ahorra abonos.
- Sustituye parcialmente la utilización de ácido nítrico.

7.1.6 RECOLECCIÓN

-Normas para Tomates. La mínima madurez para cosecha (Verde Maduro 2, Mature Green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso esta presente en al menos un lóculo y se esta formando en otros.

-Tomates de Larga Vida (Shelf-Life Tomatoes). La maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en el estado Verde Maduro 2 (VM2). La mínima madurez de cosecha corresponde a la clase Rosa (Pink) (estado 4 de la tabla patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture, USDA; en este estado más del 30% pero no más del 60% de la superficie del fruto muestra un color rosa-rojo.).

-Tomate en racimo: el ritmo de recolección debe adaptarse a la maduración de los racimos. En invierno con invernadero sin calefacción y ciclo largo, se efectuaran pases con una regularidad de 15/20 días, mientras que a finales de primavera puede llegar a 7/10 días.

7.1.7 POSTCOSECHA

-CALIDAD.

La calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

- Forma: bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo).
- Color: color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro). Sin hombros verdes.
- Apariencia: lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo pequeñas.

•Firmeza: firme al tacto. No debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobremadurez.

-TEMPERATURA ÓPTIMA.

- Verde Maduro: 12.5-15°C.
- Rojo Claro: 10-12.5°C.
- Maduro Firme: 7-10°C de 3 a 5 días.

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C durante 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado Maduro Firme, la vida es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado. Durante la distribución comercial es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferiores a lo recomendado, pero es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días.

-TEMPERATURA DE MADURACIÓN.

18-21°C; 90-95% HR para una maduración normal, 14-16°C para una maduración lenta (por ejemplo, en tránsito).

-DAÑO POR FRÍO.

Los tomates son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C si se les mantiene en estas condiciones durante 2 semanas o a 5°C por un período mayor a los 6-8 días. Los síntomas del daño por frío son alteración de la maduración (incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color o manchado, suavización prematura), picado (depresiones en la superficie), pardeamiento de las semillas e incremento de pudriciones (especialmente pudrición negra, black mold, causada por *Alternaria* spp.).

-HUMEDAD RELATIVA ÓPTIMA

90-95%; la humedad relativa alta es esencial para maximizar la calidad postcosecha y prevenir la pérdida de agua (deseccación). Los períodos prolongados de elevada humedad o la condensación pueden incrementar las pudriciones de la cicatriz del pedúnculo y de la superficie del fruto.

-TASA DE RESPIRACIÓN.

Temperatura	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C
mL CO₂/ kg·h					
Verde Maduro	3-4NR	6-9	8-14	14-21	18-26
Madurando		7-8	12-15	12-22	15-26

NR: no recomendada por más de unos días debido al daño por frío.

-TASA DE PRODUCCIÓN DE ETILENO.

1.2-1.5 μ L / kg.h a 10°C y 4.3-4.9 μ L / kg•h a 20°C.

-EFECTOS DEL ETILENO.

Los tomates son sensibles al etileno presente en el ambiente y la exposición de los frutos Verde Maduro, ya este gas inicia su maduración. Los tomates madurando producen etileno a una tasa moderada por lo que no deben almacenarse o transportarse con productos sensibles al etileno como las lechugas y los pepinos.

-MADURACIÓN.

Una maduración rápida ocurre a temperaturas entre 12.5-25°C; HR 90-95%; etileno 100 ppm.

Debe mantenerse una buena circulación de aire para asegurar uniformidad en la temperatura del cuarto de maduración y prevenir la acumulación de CO₂. El CO₂ retarda la acción del etileno para estimular la maduración.

La temperatura óptima de maduración que asegura buena calidad sensorial y nutricional es 20°C. A esta temperatura el desarrollo de color es óptimo y la retención de vitamina C alta. Los tomates separados de la planta y madurados a temperaturas superiores a 25°C desarrollan un color más amarillo y menos rojo y son más blandos.

El tratamiento con etileno generalmente dura 24-72 h. Algunas veces se aplica un segundo tratamiento después del re-empaque cuando se cosechan accidentalmente frutos verde inmaduros.

-EFECTOS DE ATMÓSFERA CONTROLADAS (A.C.).

El almacenamiento en atmósfera controlada ofrece un beneficio moderado. Las bajas concentraciones de O₂ (3-5%) retrasan la maduración y el desarrollo de pudriciones en la cicatriz del pedúnculo y en la superficie sin afectar severamente la calidad sensorial para la mayoría de los consumidores. Se han reportado hasta 7 semanas como período de almacenamiento usando una combinación de 4% O₂, 2% CO₂ y 5% CO.

7.2 LA PIÑA



Figura 7.2 Cultivo de Piña

7.2.1 MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA

Familia: Bromeliaceae.

Nombre científico: *Ananas sativus* (Lindl) Schult.

Origen: zonas tropicales de Brasil.

Planta: vivaz con una base formada por la unión compacta de varias hojas formando una roseta. De las axilas de las hojas pueden surgir retoños con pequeñas rosetas basales, que facilitan la reproducción vegetativa de la planta.

Tallo: después de 1-2 años crece longitudinalmente el tallo y forma en el extremo una inflorescencia.

Hojas: espinosas que miden 30-100 cm de largo.

Flores: de color rosa y tres pétalos que crecen en las axilas de unas brácteas apuntadas, de ovario hipogino. Son numerosas y se agrupan en inflorescencias en espiga de unos 30 cm de longitud y de tallo engrosado.

Fruto: las flores dan fruto sin necesidad de fecundación y del ovario hipogino se desarrollan unos frutos en forma de baya, que conjuntamente con el eje de la inflorescencia y las brácteas, dan lugar a una infrutescencia carnosa (sincarpio) En la superficie de la infrutescencia se ven únicamente las cubiertas cuadradas y aplanadas de los frutos individuales.

7.2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Precisa una temperatura media anual de 25-32 °C, un régimen de precipitaciones regular (entre 1000-1500 mm) y una elevada humedad ambiental.

7.2.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA

Los principales países productores son China, EEUU, Brasil, Tailandia, Filipinas y México. La producción mundial de la piña se duplicó entre 1948 y 1965 y desde entonces se halla en rápido aumento. Al margen de su importancia como fruto, el ananás se ha venido también cultivando desde hace tiempo como planta de fibra. Las fibras se extraen manualmente de las hojas, tras el proceso de tueste y decoloración.

7.2.4 MATERIAL VEGETAL

7.2.4.1 VARIEDADES BOTÁNICAS

Se conocen tres variedades botánicas: var. sativus (sin semillas), var. comosus (forma semillas capaces de germinar) y var. lucidus (permite una recolección más fácil porque sus hojas no poseen espinas).

7.2.5 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

7.2.5.1 ABONADO

Este cultivo requiere un buen aporte de nutrientes y para cada recolección al menos hay que suministrarle las siguientes cantidades adicionales, por hectárea: 68 kg N, 24 kg P₂O₅, 174 kg K₂O, 27 kg CaO y 16 kg MgO.

Las extracciones por hectárea para un cultivo de piña y una producción de 55 toneladas, son las siguientes (de Geus, 1973): 205 kg N, 58 kg P₂O₅, 393 kg K₂O, 121 kg CaO y 42 kg MgO.

Al igual que para el resto de los cultivos, la deficiencia en nitrógeno retrasa el crecimiento, apareciendo plantas “enanizadas” y amarilleamiento en las hojas; la producción de fruto y tallos se ve afectada. Rara vez se observan deficiencias de fósforo, pero en caso de ser acusadas, el rendimiento se ve afectado negativamente. La carencia de potasio se manifiesta por la aparición de puntos amarillos en las hojas. La zona basal de las hojas jóvenes debe contener al menos un 3,2 % de K sobre materia seca (s.m.s.).

Unos rendimientos elevados están relacionados con contenidos de Mg en hoja de 0,32 %-0,35 % sobre materia seca (s.m.s.), para plantas de 5 meses y de 0,19 %-0,20 % en plantas de 9 meses, pero principalmente dependen de la relación K/Mg. La relación N/K resulta muy importante, ya que un contenido excesivo de K produce frutos ácidos con grandes corazones y pulpas pálidas y firmes. La deficiencia de hierro tiene lugar a pH por encima de 6,5, elevado contenido en calcio y exceso de manganeso en el suelo. Una relación Mn/Fe por encima de 2 causa la clorosis de las hojas, debido a la deficiencia de hierro. Puede ser controlada mediante la pulverización a bajo volumen de sulfato de hierro o hierro quelatado. Las deficiencias de cinc y cobre también pueden producirse y ser corregidas mediante la pulverización de un quelato.

Los fertilizantes pueden aplicarse en forma sólida al suelo o en solución a las axilas de las hojas inferiores, dando mejores resultados en este último caso. El abonado debe repartirse en pequeñas porciones mensuales para el caso del nitrógeno y en pocas aplicaciones para el potasio. La aplicación de nitrógeno debe interrumpirse alrededor de dos meses antes de la inducción floral.

7.2.5.2 RIEGO

La piña requiere de riego cuando es época seca, aunque es una planta resistente a la sequía, paraliza su desarrollo si no se le proporciona riego. Puede ser por aspersión o por goteo dependiendo de la disponibilidad y calidad del agua. La piña requiere de 15 a 18 mm. cuando es por goteo y de 30 y 35 mm. de agua si es por aspersión por semana.

7.2.6 RECOLECCIÓN

Por lo general pueden realizarse dos cosechas al año, la primera al cabo de 15-24 meses, la segunda partiendo de los brotes laterales al cabo de otros 15-18 meses.



Figura 7.2.6 Cosecha de Piña

7.2.7 POSTCOSECHA

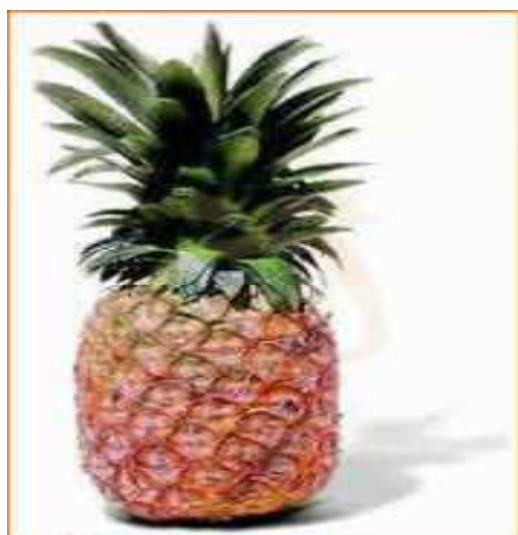


Figura 7.2.7.a Piña de exportacion

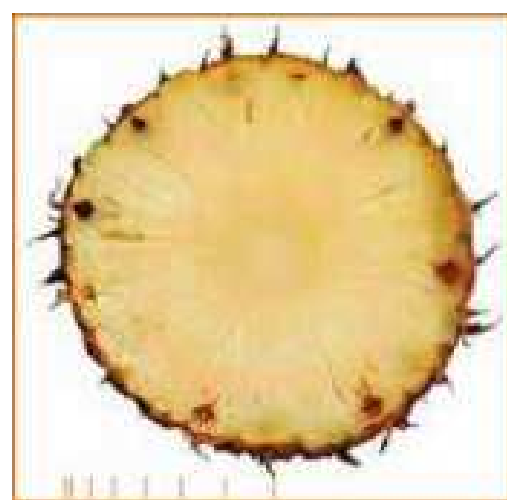


Figura 7.2.7.b Corte transversal o corte de una piña

-COSECHA.

Cambio del color de la cáscara del verde al amarillo en la base de la fruta. Las piñas son frutas no climatéricas por lo que se les debe cosechar cuando están listas para consumirse. Un contenido mínimo de sólidos solubles de 12% y una acidez máxima de 1% asegurarán un sabor mínimo aceptable a los consumidores

-CALIDAD.



Figura 7.2.7.c Piña de calidad de exportación

Uniformidad de tamaño y forma; firmeza; libre de pudriciones; ausencia de quemaduras de sol, agrietamientos, magulladuras, deterioro interno, manchado pardo interno (endogenous brown spot), gomosis y daños por insectos.

Hojas de la corona: color verde, longitud media y erguidas.

Intervalo de sólidos solubles = 11-18%; acidez titulable (principalmente ácido cítrico) = 0.5-1.6%; y ácido ascórbico (vitamina C) = 20-65 mg/100g peso fresco, dependiendo del cultivar y del estado de madurez.

La fruta se clasifica en tres categorías:

Categoría A.- frutos con peso superior a 1.5 kg.

Categoría B.- frutos con peso comprendido entre 1 y 1.5 kg.

Categoría C.- frutos con peso inferior a 1 kg,

El envasado se realiza en cajas de cartón con 11.5 kg netos/caja.

-TEMPERATURA ÓPTIMA.

10-13°C (50-55°F) para piñas parcialmente maduras

7-10°C (45-50°F) para piñas maduras.

-HUMEDAD RELATIVA ÓPTIMA.

85-90%

-Tasa de Respiración.

Temperatura	7°C	10°C	13°C	15°C
mL CO₂/kg·h	2-4	3-5	5-8	8-10

Para calcular el calor producido multiplique ml CO₂/kg h por 440 para obtener Btu/ton/día o por 122 para obtener kcal/ton métrica/día.

-TASA DE PRODUCCIÓN DE ETILENO.

Menos de 0.2 µLC₂H₄/kg·h a 20°C.

-EFECTO DEL ETILENO.

La exposición de las piñas al etileno puede dar lugar a un desverdizado ligeramente más rápido de la cáscara (pérdida de clorofila) sin afectar la calidad interna. Las piñas deben cosecharse cuando adquieren madurez de consumo debido a que no continúan madurando después de la cosecha.

-EFECTOS DE LAS ATMÓSFERAS CONTROLADAS (AC).

- 3-5% O₂ y 5-8% CO₂
- Los beneficios de la AC incluyen retraso de la senescencia y reducción en la tasa de respiración.
- Vida postcosecha potencial: 2-4 semanas en aire y 4-6 semanas en AC a 10°C, dependiendo del cultivar y del grado de madurez
- Debe evitarse la exposición a concentraciones de O₂ inferiores al 2% y/o de CO₂ superiores al 10% debido a que pueden desarrollarse sabores desagradables.
- El encerado puede aplicarse para modificar las concentraciones internas de O₂ y CO₂ de la fruta en forma suficiente como para reducir la incidencia y severidad del manchado interno pardo.

-DAÑOS FÍSICOS Y FISIOPATÍAS.

Daño por frío (Chilling injury). La exposición de las piñas a temperaturas inferiores a 7°C puede producir daño por frío. Las frutas maduras son menos susceptibles que las inmaduras o las parcialmente maduras. Los síntomas incluyen color verde opaco (el desverdizado de la cáscara no ocurre apropiadamente), áreas translúcidas o de apariencia acuosa en la pulpa, oscurecimiento del tejido del corazón, mayor susceptibilidad a las pudriciones, y marchitamiento y pérdida de color de las hojas de la corona.

Manchado pardo interno o corazón negro (endogenous brown spot or black heart). Generalmente, se le asocia con la exposición de las piñas a bajas temperaturas antes o después de la cosecha; por ejemplo inferiores a 7°C por una semana o más. Los síntomas son áreas translúcidas, de apariencia acuosa, pardas que comienzan en la zona del corazón y se alargan hasta que el centro completo se torna pardo en casos severos. El encerado es efectivo para reducir los síntomas del daño por frío. Un tratamiento con calor a 35°C por un día reduce los síntomas de esta fisiopatía en piñas transportadas a 7°C debido a que limita la actividad de polifenol oxidasa y consecuentemente el pardeamiento del tejido.

-ENFERMEDADES.

Pudrición por *Thielaviopsis* (pudrición negra - black rot; ampolla acuosa - water blister) causada por *Thielaviopsis paradoxa*, siendo la enfermedad más grave de postcosecha; puede comenzar en el tallo y avanzar a través de la mayor parte de la pulpa con sólo un oscurecimiento ligero de la piel como síntoma externo. Este oscurecimiento se debe a la salida de agua de la piel que se encuentra sobre las porciones dañadas de la pulpa. A medida que la pulpa se ablanda, la piel encima de ella se rompe fácilmente bajo una presión ligera.

Fermentación por levaduras causada por *Saccharomyces* spp, generalmente se le asocia con fruta sobremadura. Las levaduras entran a la fruta a través de heridas. La pulpa se vuelve blanda, de color amarillo brillante y pierde continuidad debido a la presencia de cavidades con gas (bióxido de carbono y otros compuestos volátiles producto de la fermentación).

7.3 LAS NARANJAS



Figura 7.3 Naranja de exportación y planta

7.3.1 ORIGEN

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre.

La dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios: conquistas de Alejandro Magno, expansión del Islam, cruzadas, descubrimiento de América, etc.

Mutaciones espontáneas han dado origen a numerosas variedades de naranjas que actualmente conocemos.

7.3.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

-Familia: Rutaceae.

-Género: Citrus.

-Especie: Citrus sinensis (L.) Osb.

-Porte: Reducido (6-10 m). Ramas poco vigorosas (casi tocan el suelo). Tronco corto.

-Hojas: Limbo grande, alas pequeñas y espinas no muy acusadas.

-Flores: Ligeramente aromáticas, solas o agrupadas con o sin hojas. Los brotes con hojas (campaneros) son los que mayor cuajado y mejores frutos dan.

-Fruto: Hesperidio. Consta de: exocarpo (flavedo; presenta vesículas que contienen aceites esenciales), mesocarpo (albedo; pomposo y de color blanco) y endocarpo (pulpa; presenta tricomas con jugo). La variedad Navel presenta frutos supernumerarios (ombligo), que son pequeños frutos que aparecen dentro del fruto principal por una aberración genética. Tan sólo se produce un cuaje del 1%, debido a la excisión natural de las flores, pequeños frutos y botones cerrados. Para mantener un mayor porcentaje de cuajado es conveniente refrescar la copa mediante riego por aspersión, dando lugar a una ralentización del crecimiento, de forma que la carga de frutos sea mayor y de menor tamaño. El fenómeno de la partenocarpia es bastante frecuente (no es necesaria la polinización como estímulo para el desarrollo del fruto). Existen ensayos que indican que la polinización cruzada incrementaría el cuaje, pero el consumidor no desea las naranjas con semillas. Algunos sufren apomixis celular (se produce un embrión sin que haya fecundación)

7.3.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Es una especie subtropical. El factor limitante más importante es la temperatura mínima, ya que no tolera las inferiores a -3°C. No tolera las heladas, ya que sufre tanto las flores y frutos como la vegetación, que pueden desaparecer totalmente. Presenta escasa resistencia al frío (a los 3-5°C bajo cero la planta muere). No requiere horas-frío para la floración. No presenta reposo invernal, sino una parada del crecimiento por las bajas temperaturas (quiescencia), que provocan la inducción de ramas que florecen en primavera. Necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos.

Requiere importantes precipitaciones (alrededor de 1.200 mm), que cuando no son cubiertas hay que recurrir al riego. Necesitan un medio ambiente húmedo tanto en el suelo como en la atmósfera. Es una especie ávida de luz para los procesos de floración y fructificación, que tienen lugar preferentemente en la parte exterior de la copa y faldas del árbol.

Necesitan suelos permeables y poco calizos y un medio ambiente húmedo tanto en el suelo como en la atmósfera.

Se recomienda que el suelo sea profundo para garantizar el anclaje del árbol, una amplia exploración para una buena nutrición y un crecimiento adecuado.

Los suelos deben tener una proporción equilibrada de elementos gruesos y finos (textura), para garantizar una buena aireación y facilitar el paso de agua, además de proporcionar una estructura que mantenga un buen estado de humedad y una buena capacidad de cambio catiónico.

No toleran la salinidad y son sensibles a la asfixia radicular. En general la salinidad afecta al crecimiento de las plantas mediante tres mecanismos relacionados entre sí pero distintos:

- Alteraciones hídricas producidas por sus efectos osmóticos sobre la disponibilidad de agua
- Acumulación de iones tóxicos.
- Interferencias con la absorción de elementos nutritivos esenciales, que provocan desequilibrios en el balance de elementos minerales.

En los cítricos los efectos dañinos de las sales se combaten con:

- Estrategias de riego.
- Uso de material vegetal tolerante.
- Utilización de sales de calcio.

7.3.4 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

7.3.4.1 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

La distancia entre plantas está en función de las dimensiones de la maquinaria a utilizar y del tamaño de la copa adulta, que depende principalmente del clima, suelo y el patrón, por lo que, en la mayoría de los casos, habrá que comparar con situaciones ecológicas semejantes con el fin de tomarlas como referencia. Se puede estimar como densidad media de plantación unos 400 árboles/ha.

7.3.4.2 ABONADO

Demandan mucho abono (macro y micronutrientes), lo que supone gran parte de los costes, ya que frecuentemente sufre deficiencias, destacando la carencia de magnesio, que está muy relacionada con el exceso de potasio y calcio y que se soluciona con aplicaciones foliares. Otra carencia frecuente es la de zinc, que se soluciona aplicando sulfato de zinc al 1%. El déficit en hierro está ligado a los suelos calizos, con aplicación de quelatos que suponen una solución escasa y un coste considerable.

Plan de abono orientativo en los primeros cuatro años (cantidades de abono expresadas en gramos por árbol y año)

TIPOS DE ABONO		1er AÑO	2º AÑO	3er AÑO	4º AÑO
SOLIDOS	NITRATO AMÓNICO	150	190	270	350
	NITRATO POTÁSICO		70	120	160
	FOSFATO MONOAMÓNICO		40	75	100
	NITRATO MAGNÉSICO		30	60	115
LÍQUIDOS	N-20	250	100	60	50
	12 -4-6		500	850	1150
	NITRATO MAGNÉSICO		30	60	115
QUELATOS DE HIERRO 6%		6	10	15	20

Otras consideraciones:

- No empezaremos a abonar hasta el inicio de la segunda brotación desde la plantación.
- A ser posible se abonará en cada riego. Se tendrá la precaución de no sobrepasar los 2 kilos de abono por m³ de agua de riego para evitar un exceso de salinidad.
- Abonar desde marzo hasta septiembre repartiendo el abono total de la siguiente forma:

MES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
%	5	10	10	15	20	20	20

- Los quelatos de hierro se aportarán en 2 ó 3 aplicaciones, especialmente durante la brotación de primavera. Es aconsejable aportarlos con ácidos húmicos.
- Sólo se indica el abonado en los 4 primeros años ya que posteriormente es aconsejable un asesoramiento técnico especializado que tenga en cuenta diversos factores como porte, producción esperada, variedad, pie, etc.

7.3.4.3 RIEGO

Las necesidades hídricas de este cultivo oscilan entre 6000 y 7000 m³/ha.

En parcelas pequeñas se aplicaba el riego por inundación, aunque hoy día la tendencia es a emplear el riego localizado y el riego por aspersion en grandes extensiones de zonas frías, ya que supone una protección contra las heladas.

El riego es necesario entre la primavera y el otoño, cada 15-20 días si es por inundación y cada 3-5 días si es riego localizado.

Para que el árbol adquiriera un adecuado desarrollo y nivel productivo con el riego por goteo es necesario que posea un mínimo volumen radicular o superficie mojada, que se estima en un 33% del marco de plantación en el caso de cítricos con marcos de plantación muy amplios, como la mitad de la superficie sombreada por el árbol; aunque la dinámica de crecimiento radicular de los cítricos es inferior a la de otros cultivos, resulta frecuente encontrar problemas de adaptación como descensos de la producción, disminución del tamaño de los frutos, amarillamiento del follaje y pérdida de hojas. Para evitar estos problemas hay que incrementar el porcentaje de superficie mojada por los goteros a un 40% de la superficie del marco ocupado por cada árbol, en marcos iguales o inferiores a 5 x 5.

Una alternativa es el riego por goteo enterrado, cuyos objetivos son optimizar el riego y mejorar la eficiencia de la fertilización nitrogenada, dando lugar a una disminución potencial de la contaminación. Con este sistema de riego se produce una reducción de la evapotranspiración del cultivo como consecuencia de la disminución de la pérdida de agua por evaporación y un mayor volumen de suelo mojado.

7.3.4.4 PODA



Figura 7.3.4.4 Naranja de exportación

Es una especie que tiene hábito de formación en bola y de producción en la periferia, por lo que se intenta lobular las formas para aumentar la superficie que intercepta luz y así aumentar la producción. La poda de formación ha de ser muy suave cuando las plantas son jóvenes, para favorecer así la entrada en producción. Los árboles se forman con 3-4 ramas principales a unos 50-60 cm de suelo. La poda de formación es muy controvertida, ya que la cosecha disminuye de forma proporcional a la intensidad de poda debido a que como especie perennifolia acumula las reservas en ramas, brotes y hojas.

Debido a que los cítricos no tienen un órgano fructífero determinado, la poda se adapta bien a la mecanización y se suelen realizar el “toping” (cortes superiores con sierra) y el “hedging” (cortes oblicuos).

La forma de actuar en cada uno de los grupos de variedades en cuanto a la poda de fructificación es el siguiente:

-Grupo Navel: el objetivo es favorecer al máximo la fructificación en el interior de la copa, por lo tanto se eliminarán las ramas internas en cantidad suficiente para que pueden penetrar bien la luz y el aire.

La renovación de las ramas de producción es fundamental en las variedades de este grupo; se cortarán las ramas débiles y envejecidas.

-Grupo Blancas: la poda deberá realizarse eliminando aquellas ramas endurecidas, que tengan síntomas de agotamiento; así como aquellas que interfieran en una buena iluminación que llegue a afectar a la producción en el interior de la copa. Al tratarse de variedades propensas a la vecería, el año que hayan tenido una gran cosecha, los árboles estarán más agotados y una vez recogida esa gran cosecha la poda debe ser ligera. Al año siguiente la cosecha deberá ser normal y, si coincide con una floración excesiva, la poda será más severa.

-Grupo Sanguinas: la poda se limita a suprimir ramas mal dirigidas, resacas y ligeros aclareos que faciliten iluminación y aireación. Hay que respetar las ramas guía, pues facilitan una mayor salida de savia hacia el conjunto de las ramas que forman la copa del árbol.

Los beneficios de la poda no solo se centran en el aumento del tamaño del fruto, sino también en las mejoras que se producen respecto a la mayor efectividad en la aplicación de los productos fitosanitarios, en la recolección y en la regulación de la producción.

La poda de los cítricos supone un gran volumen de restos vegetales que hay que eliminar, siendo los métodos más utilizados, la extracción y quema, o el triturado e incorporación al terreno. En cuanto a la quema, se trata de una labor peligrosa así como agresiva desde el punto de vista medioambiental. El triturado e incorporación de los restos al suelo, se traduce en un ahorro en el abonado, una mejora en la estructura del suelo y una eliminación de los riesgos inherentes a la quema de los restos de poda. Para triturar los restos de poda se vienen empleando mayoritariamente trituradoras rotativas de eje horizontal.

7.3.5 RECOLECCIÓN

Tiene lugar cuando la relación de sólidos solubles/acidez es de 8 o más y el color amarillo-naranja en al menos el 25% de la superficie del fruto, o una relación de sólidos solubles/acidez de 10 o más y el color verde-amarillo en al menos 25% de la superficie del fruto.

La recolección es manual y debe realizarse con alicates, evitando el tirón. Supone el 25% de los costes totales de la producción y emplea más del 50% de la mano de obra requerida en el cultivo.

Los envases empleados en la recolección son capazos o cajas de plástico con capacidad, siendo deseable protecciones de goma espuma y volcado cuidadoso. Una vez en los envases definitivos se cargan en camiones ventilados y se trasladan al almacén, procurando evitar daños mecánicos en el transporte.

7.3.6 POSTCOSECHA

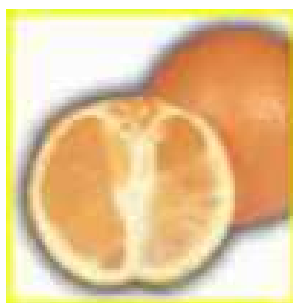


Figura 7.3.6 Producto de cultivo de la naranja

-CALIDAD.

Intensidad y uniformidad de color, firmeza, tamaño, forma, suavidad de la cáscara, ausencia de pudriciones y libertad de defectos incluyendo daño físico (abrasión y magulladuras), defectos en la cáscara o decoloración, daño por congelamiento y daño de insectos. La calidad del sabor está relacionada a la relación de sólidos solubles/acidez y la ausencia de compuestos que producen sabores indeseables, incluyendo metabolitos producidos por fermentación.

- TEMPERATURA ÓPTIMA.

3-8°C hasta 3 meses, dependiendo del cultivar, estado de madurez de la cosecha y área de producción. Algunos cultivares pueden ser mantenidos a 0-1°C.

- HUMEDAD RELATIVA ÓPTIMA.

90-95% .

- TASA DE RESPIRACIÓN.

-TASA DE PRODUCCIÓN DE ETILENO.

< 0.1 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$ a 20°C.

- EFECTOS DEL ETILENO.

Exposición a 1-10 ppm de etileno durante 1-3 días a 20-30°C puede ser usado para desverdizar naranjas. Este tratamiento no afecta la calidad interna (incluyendo relación sólidos solubles/acidez) pero puede acelerar el deterioro e incidencia de pudriciones.

- EFECTOS DE LAS ATMÓSFERAS CONTROLADAS (AC).

Una combinación de 5-10% O₂ y 0-5% CO₂ puede ser beneficiosa en atrasar la senescencia y retener la firmeza, pero no tiene un efecto significativo en la incidencia y severidad de pudriciones, las cuales son el factor limitante en el almacenaje prolongado de las naranjas. Niveles fungistáticos de CO₂ (10-15%) no son utilizados porque dan sabores indeseables debido a la acumulación de productos de la fermentación. El uso comercial de la AC en el almacenamiento y transporte de naranjas es muy limitado.

- FISIOPATÍAS.

- Daño por Congelamiento (Chilling injury): los síntomas incluyen depresiones, manchas de color café y mayor incidencia de pudriciones. La temperatura mínima depende del cultivar, área de producción y estado de madurez de la cosecha.

La severidad de los síntomas puede ser reducida si es minimizada la pérdida de agua (mediante encerado o envoltura) y si son controlados los hongos causantes de pudriciones (mediante fungicidas y/o antagonistas biológicos).

- Decaimiento del botón (Stem-end rind breakdown): los síntomas incluyen la deshidratación y el daño de la cáscara alrededor del pedicelo debido a envejecimiento.
- Manchado de la cáscara (Rind staining): este desorden resulta por sobremadurez a la cosecha. Puede ser reducido por aplicaciones de precosecha de ácido giberélico, el cual retrasa la senescencia.
- Mancha de aceite, Oleocelosis (Oil spotting, Oleocellosis): cosechar y manejar naranjas muy turgentes puede dar lugar a la liberación de aceite que daña los tejidos circundantes. Por lo tanto, las naranjas no deberían ser cosechadas cuando se encuentran muy turgentes, en las primeras horas de la mañana o inmediatamente después de lluvias o de riegos.

- ENFERMEDADES.

- Moho verde (*Penicillium digitatum*).
- Moho Azul (*Penicillium italicum*).
- Pudrición terminal por *Phomopsis* (*Phomopsis citri*).
- Pudrición terminal (*Lasiodiplodia theobromae*).
- Pudrición Parda (*Phytophthora citrophthora*).
- Pudrición Agria (*Geotrichum candidum*).

7.4 SISTEMAS DE RIEGO

El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua en forma de lluvia artificial a un perfil del suelo para reponer en éste el agua consumida por los cultivos.

En primer lugar se advierte que debe regarse el suelo y no las plantas. De esta forma, se repone en el suelo el agua que ha sido consumida por las plantas y no debe utilizarse el erróneo concepto de que cuando se riega se está dando agua a las plantas en forma directa, sino que se está realmente reponiendo el agua en el suelo, para que las plantas posteriormente la aprovechen a lo largo del periodo comprendido entre dos riegos consecutivos.

En la definición de riego se advierte que no se riega la superficie del suelo, sino que se está regando el perfil en profundidad; interesa acumular agua dentro del volumen del suelo donde se encuentran las raíces de las plantas, que son los órganos encargados de absorber el agua que necesitan éstas para el desarrollo de funciones vitales, especialmente la transpiración. Un buen riego no es el que moja uniformemente la superficie del suelo, si no aquel que almacena agua uniformemente en el perfil del suelo.

Se señala así mismo en la definición de riego que su aplicación debe ser oportuna de tal manera que las plantas no se vean sometidas a periodos en que el agua en el suelo sea insuficiente, por dejar pasar demasiado tiempo entre dos riegos consecutivos, ni que las plantas se vean sometidas al exceso de agua en el perfil del suelo, por regar demasiado frecuentemente una superficie agrícola.

El riego debe realizarse, además, con una determinada técnica, que permita almacenar agua uniformemente en el perfil del suelo, a lo largo y ancho de toda su extensión, de tal manera que no suceda que las plantas sufran por exceso de agua al comienzo de la zona regada y por falta de agua al final de ésta, caso tan frecuente en la agricultura de riego latinoamericana.

En la definición de riego se indica también que la cantidad de agua que se debe incorporar al perfil del suelo, debe corresponder al agua consumida por el cultivo entre dos riegos consecutivos, los cultivos consumen agua debido al efecto de las condiciones ambientales o climáticas, que generan una diferencia o gradiente de potencial entre el agua que ésta en la planta y en el suelo, por una parte y el vapor de agua que hay en la atmósfera. (Gurovich, 1999).

En consecuencia, se está liberando permanente vapor de agua desde la planta hacia la atmósfera, a través del proceso de transpiración y desde la superficie del suelo a través del proceso de evaporación. La velocidad de estos procesos de pérdida de agua, que en conjunto se conocen con el nombre de Evapotranspiración, está determinada no sólo por el clima, sino también por el tipo de suelo, su contenido inicial de agua y el tipo y etapa de desarrollo del cultivo.

La evaporación ocurre permanentemente, pero se repone el agua en el suelo, o sea se riega sólo ocurre unas pocas horas cada cierto número de días; ello implica que el suelo debe comportarse como reservorio o estanque, que de alguna manera retenga esa agua y la entregue constantemente a las raíces de la plantas, para no detener el proceso de evaporación, que está íntimamente relacionado con la velocidad de la fotosíntesis del cultivo y como consecuencia, de su productividad. (Burt, 1995).

7.5 EL RIEGO, LOS ENDIMIENOS Y LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS

Cuando se riega eficientemente un cultivo agrícola, se producen aumentos de rendimientos de significativa importancia en relación a cultivos regados en forma deficiente; al mismo tiempo, se obtienen otros beneficios adicionales, que determinan en gran medida el éxito económico de la actividad de producción de cultivos. Estos beneficios aseguran que las prácticas de riego basadas en el conocimiento de los aspectos fundamentales que gobiernan el comportamiento del sistema suelo — planta — atmósfera sean altamente rentables y constituyan una inversión que rápidamente entrega sus frutos para el productor individual y para su región. (Doorenbos y Kassam, 1998).

Una oportuna frecuencia de riego, asociada con la uniformidad en la reposición de agua, determinada la posibilidad de alcanzar no solo el rendimiento potencial del cultivo, sino además el rendimiento máximo que permita otro factor de la producción que pase a ser limitante; el riego oportuno y uniforme no será mas un factor limitante para ese cultivo.

Resulta de tanta importancia el efecto positivo de una frecuencia adecuada del riego, que solo adaptando este único aspecto de la técnica del riego a las condiciones del clima, el suelo y el cultivo, sin modificar ningún otro de los componentes del riego tecnificado.

Existen dos problemas graves, derivados de prácticas de riego inadecuadas, en relación con otro recurso tan importante como el agua de riego: el suelo Estos problemas son la erosión y la salinización de los suelos.

El problema de la erosión por riego es de gran magnitud, estimándose valores de 10 a 15 toneladas de suelo removido anualmente por hectárea regada, lo que representa alrededor de 1 a 1.5 cm. del suelo agrícola de mayor fertilidad perdido por año. Asociado al arrastre erosivo de partículas de suelo desde los campos regados, por efectos de riegos con caudales de magnitud exagerada en relación a, las características del suelo, se presenta el problema del propósito o embancamiento de los sedimentos erosionados sobre los sistemas de drenaje o desagüe naturales o artificiales, que deben ser limpiados frecuentemente, a un alto costo, con el fin de evitar además problemas de drenaje en los suelos agrícolas. (Hillel, 1990).

Los problemas de drenaje debido a sistemas deficientes de evacuación de agua de riego aplicada en exceso, con respecto a la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, pueden causar graves consecuencias, tanto, a los suelos como a los cultivos que se desarrollan sobre estos, por depósito de los sedimentos erosionados. Cuando el riego es exagerado en frecuencia o duración (cantidad), se provoca la situación — problema en el suelo: un drenaje insuficiente que no sólo afecta a las raíces de las plantas si no que además favorece una acumulación de sales en la estrato más superficial. En muchos casos, los, terrenos agrícolas deben abonarse, ya que dejan de ser productivos, para recuperarlos se requieren grandes inversiones en rehabilitación. (Hoffman y Salomón, 1990).

El agua almacenada en el perfil del suelo no es agua pura; en realidad es una solución salina que contiene diferentes proporciones y concentraciones de diversas sales. El flujo de esta solución hacia las raíces de las plantas en el perfil del suelo y la posterior absorción de agua casi destilada por las raíces, en respuesta a la demanda evaporativa de la atmósfera, así como la pérdida de agua en forma de vapor desde la superficie del suelo, a través del proceso de evaporación, van dejando en el suelo una concentración creciente de sales que, si no es removida oportunamente, puede alcanzar un nivel tal que impida el crecimiento o afecte severamente la producción de las plantas.

La remoción de las sales desde el perfil del suelo puede ser natural, a través de las lluvias que lavan el perfil de la profundidad, o artificial regando el suelo con una cantidad (tiempo de riego) un poco superior al requerimiento de los cultivos, de tal forma que el exceso de agua lave las sales desde el perfil del suelo por debajo del volumen del suelo ocupado por las raíces. Este proceso de lavado o eliminación de sales es posible sólo si el perfil del suelo presenta condiciones adecuadas para el drenaje; sin embargo, si a cierta profundidad de la superficie del suelo se encuentra una estrata de baja conductividad hidráulica o una capa freática, el problema de salinización se agudiza al transcurrir el tiempo, porque se produce un lavado efectivo de las sales, que tienen que volver hacia la zona de las raíces y eventualmente alcanzan la superficie del suelo junto con el flujo ascendente de agua en el perfil.

La rehabilitación de los suelos afectados por problemas de salinidad o drenaje deficientes es generalmente de alto costo; esa inversión no es posible de realizar, especialmente en los países en vías de desarrollo. Por eso, deben evitarse los problemas derivados de un riego poco adecuado, que pueden conducirse en un suelo agrícola con un enfoque racional de riego, basado en los principios físicos que gobiernan las relaciones entre el suelo, el agua, el clima y las plantas, pueden servir de garantía para que dichos problemas no surjan en una región o campo determinado. (Dinar, 1996).

7.6 SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSIÓN

El riego por microaspersión es un sistema de riego presurizado que nació en el país de la cuna del riego por goteo, Israel. Este sistema de riego, en la última década ha tenido gran aplicación en el riego de árboles frutales e invernaderos. Se le puede considerar como el resultado o híbrido de cruzar el sistema de riego por goteo con el sistema de riego por aspersión. Este sistema nace a causa de los problemas que presenta el riego por goteo en terrenos con textura arenosa, ya que en este tipo de suelos no se forma bien el bulbo de mojado característico de éste sistema de riego.

Los sistemas de riego por microaspersión suministran el agua a los cultivos en forma de lluvia artificial. La aspersión se aplica generalmente en cada árbol. Los difusores de los microaspersores tienen varias formas de asperjar el agua, como la lluvia en círculos o sectores de círculos, la nebulización y los chorros.

Los microaspersores deben seleccionarse con gastos adecuados para evitar encharcamientos y escurrimientos de agua. Deben utilizarse láminas precipitadas horarias que no excedan la velocidad de infiltración de agua en el suelo. El microaspersor y/o microjet riega un espacio más amplio y más uniforme dentro de la zona radicular de los árboles frutales. (Tovar, 1993).

7.6.1 Características más Importantes del Sistema de Riego por Microaspersión

Las características más sobresalientes de los sistemas de riego por microaspersión son:

- Aplica el agua en forma de rocío.
- Un mismo microaspersor tiene accesorios necesarios que pueden ir cambiando y adaptando las distintas etapas de desarrollo de cada especie de frutal en particular. De esta manera puede irse controlando el diámetro de rociado del microaspersor desde 0.5m hasta 7.0 m.

- Instalación más sencilla que el riego por goteo.
- Fácil de identificarse, porque cada diámetro de boquilla tiene un color específico y determina el gasto en litros por hora en los microaspersores regulados o compensados.
- Es el único sistema de riego en el mundo que cuenta con regulador integrado, que hace la función de obtener un flujo constante a diferentes presiones y/o diferentes cotas de terreno.
- Pueden ser usados para moderar microclimas:
 - ✓ En días cálidos y secos se pueden producir un rociado por encima del árbol, las gotas de rocío absorben el calor del aire circulante, enfriándolo y aumentando la humedad del ambiente.
 - ✓ En una noche fría y helada el agua, al aplicarse por encima del follaje, “calienta” el ambiente, esto es debido a que el agua aplicada pierde calorías al enfriarse.
- La microaspersión se utiliza más en árboles frutales, donde en riego por goteo, para cumplir los requerimientos de agua se tiene que utilizar doble manguera o doble línea por surco de árboles.
- El movimiento de las sales en el suelo es más apropiado en el riego por microaspersión.
- Cuenta con un amplio rango de precipitación horaria (PPH) ya que se puede aplicar hasta 25 mm de aquí la gran aplicación a toda clase de precipitación y toda clase de texturas de suelos.
- Tiene bastante uso en riego de invernaderos donde la humedad y temperatura de los mismos debe estar bien controlada.

7.6.2 Principales Componentes

Los principales componentes que integran un sistema de riego por microaspersión se enlistan a continuación:

- Centro de control.
- Línea principal y subprincipal.
- Cruceros divisores.
- Líneas divisoras.
- Líneas regantes.
- Microaspersores.
- Válvulas de seguridad

Centro o Cabezal del Control. Es el principio o el corazón del sistema:

- La unidad de bombeo: Ésta debe adaptarse a las necesidades de presión y gasto que requiere el sistema de riego por microaspersión.
- Filtración: Es la sección del centro del control que se encarga de eliminar las impurezas que se encuentran en el agua que utilizan los microaspersores. Dentro de la filtración se encuentra: Un manómetro antes de la entrada y otro después de la salida del agua filtrada, que indican la pérdida de la carga del filtrado y cuando es necesario lavar los filtros.
- Válvulas de control: entre éstas podemos encontrar: válvulas check o unidireccionales y válvulas de compuerta.
- Válvulas de seguridad: entre estas se encuentran principalmente una válvula reguladora de presión.

Los dispositivos de seguridad más utilizados son:

- Válvula aliviadora de aire y vacío: Son colocadas en las partes altas del terreno en la tuberías principales subterráneas para desalojar el aire que queda atrapado dentro de ellas y también su función es romper el vacío permitiendo la entrada de aire cuando se para el sistema, también se coloca en la parte terminal de la línea principal, antes de pasar al último cruce divisor.
- Válvula aliviadora de presión: Su función es proteger la línea de conducción principal, de repentinos excesos de presión causados por cierres rápidos de a válvulas. Por lo general siempre se coloca una en cada extremo de la tubería. (Granados, 1990)
- Equipo-de inyección de fertilizantes: este tipo de equipo se ha popularizado su uso en los sistemas de riego presurizado debido al ahorro de mano de obra y fertilizantes al aplicarse mezclada con el agua de riego. En menor proporción en nuestro país se han instalado sistemas computarizados para el manejo de sistema de riego, se pueden contar los que se encuentran en el noroeste del país (específicamente en el estado de Sonora).

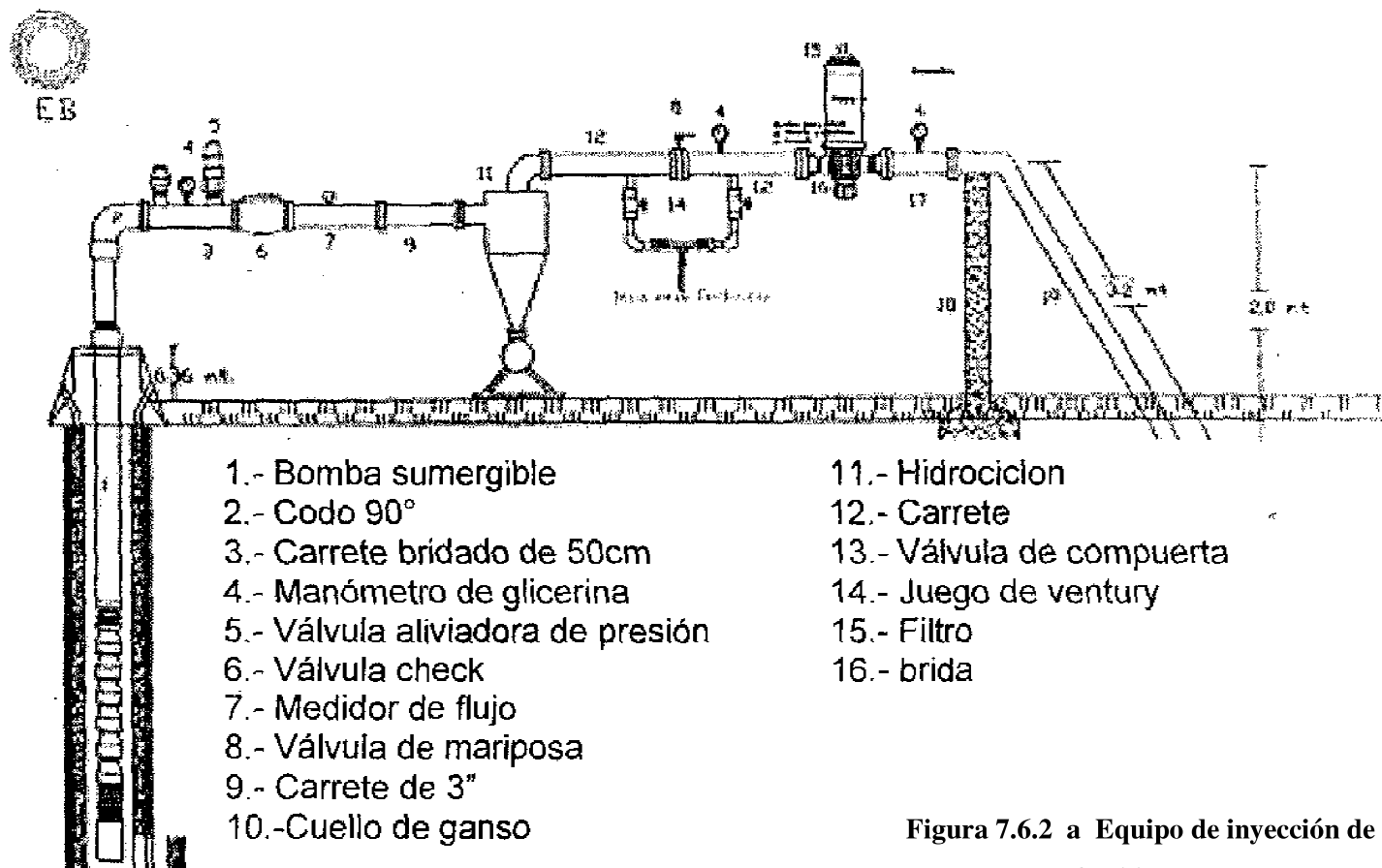


Figura 7.6.2 a Equipo de inyección de fertilizante

Esquema de un tren de descarga y filtrado.

Líneas Principal y Subprincipal. Estas líneas son las tuberías de abastecimiento de agua. La línea principal comienza en la descarga del centro de control y tiene su terminación ya sea en el crucero divisor o en el lugar donde se bifurca dando lugar a dos líneas subprincipales.

Cruceros Divisores. El crucero divisor es el punto de unión entre la tubería principal o subprincipal) y la línea divisoria. Estos cruceros cuentan por lo general con una válvula de paso cuando son sistemas con microaspersores regulados, y de una a tres y/o uno a dos reguladores de la presión en un mismo crucero cuando son microaspersores no regulados en secciones homogéneas continuas. Pueden contar con válvulas volumétricas automatizadas para regular el paso del agua en las cantidades deseadas, una vez aplicada la cantidad de agua deseada, la válvula impide el paso de mas liquido y envía una señal al siguiente crucero divisor para que inicie la misma operación; aquí se programa la secuencia del riego.

Líneas divisorias. Aquí es donde prácticamente se inicia el riego ya que éstas distribuyen el agua a cada una de las líneas regantes esta tubería es de PVC y se colocan en forma subterránea. Se encuentran instaladas perpendiculares a las líneas de riego.

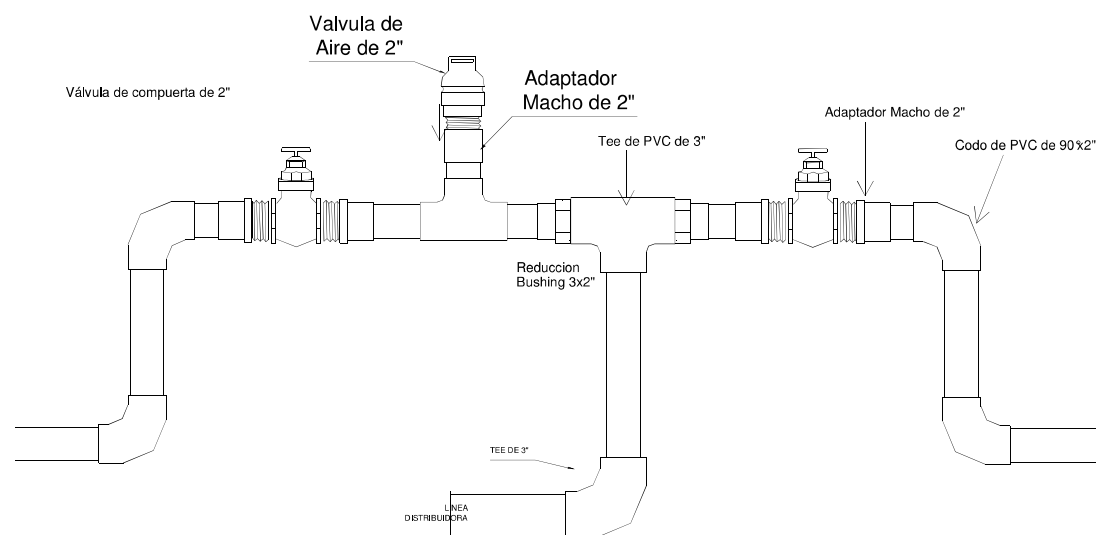


Figura 7.6.2 b Equipo de inyección de fertilizante

Esquema de un manifiesto para válvulas de control y de aire.

Líneas regantes. Son las líneas que alimentan a los microaspersores, mangueras de polietileno, diámetro más usual es de 16 mm, debido a la facilidad de manejo y a la instalación de la misma. Se conectan directamente de la línea divisoria y se instalan paralelas a hileras de árboles a irrigar, aproximadamente a unos 30 cm. Del tronco del árbol.

Colocación de drenes. Estos tienen la función de desagüe del agua que esta sucia al salir de la tubería y esto es para evitar el tapado de los microaspersores.

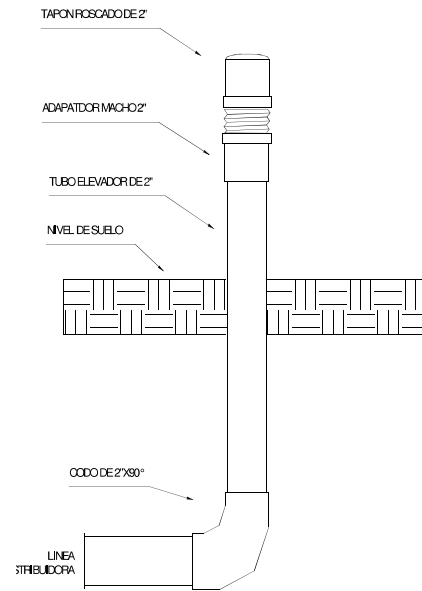


Figura 7.6.2 c Equipo de inyección de fertilizante

Esquema de un Dren.

Microaspersores. Los microaspersores son los emisores encargados de distribuir el agua cerca de la base del tronco del árbol, los microaspersores aplican el agua en forma de rocío, ya sea en forma seccional con microjet o en forma circular según se requiera.

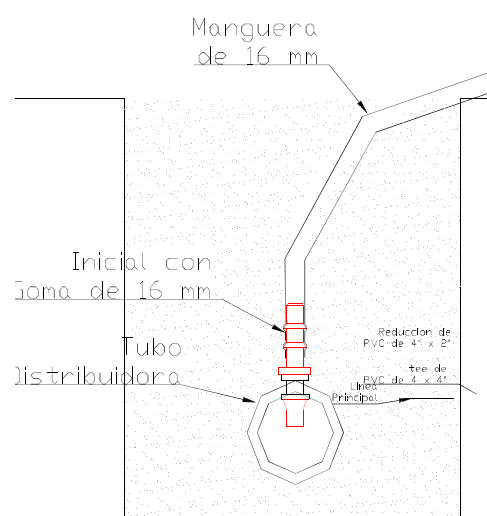
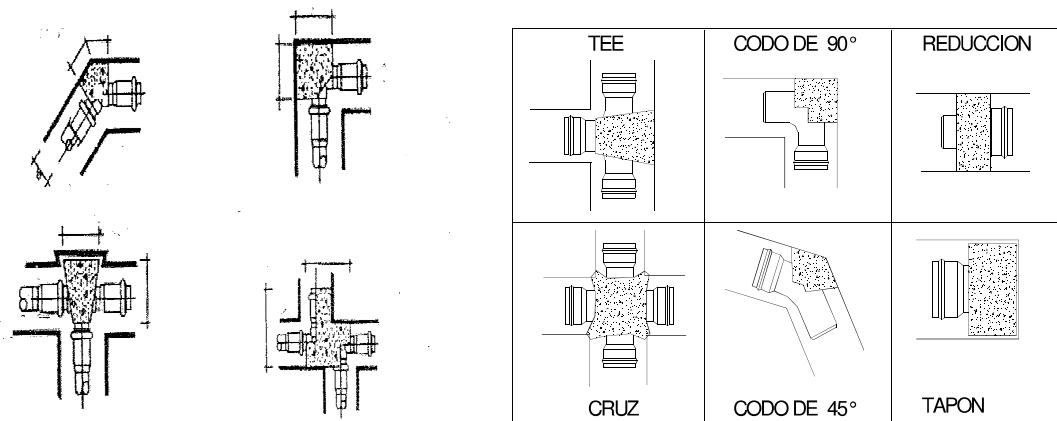


Figura 7.6.2 d Microaspersores

Esquema de la instalación de la inicial al tubo

Atraques. Los atraques forman parte de la conducción del sistema de riego, su función principal es de mantener (codos de 25°, 45°, 90°, la Tee, la cruz y el tapón final) en forma estática de modo que cuando el agua esté circulando no se lleguen a desunir, todos los atraques están hechos de cemento y arena.



Formas de colocación de Atraques.

Figura 7.6.2 E

7.7 MICROASPERSIÓN

7.7.1 Ventajas

Dentro de las ventajas que presenta este sistema en comparación con los sistemas de aspersión, goteo y gravedad se encuentran las siguientes:

- Es un sistema muy versátil, se adapta a todas las etapas de desarrollo de los frutales.
- Ahorro de agua, fertilizantes, mano de obra y energía.
- Aumento de la producción, mejora de la calidad, uniformidad de los tamaños y adelantamiento de las cosechas.
- Reduce la contaminación de ríos y mares por el uso irracional de los fertilizantes y agroquímicos en general.
- Permite el cultivo en terrenos arenosos y con gran capacidad de filtración.

- Ayuda a una mejor lixiviación y alejamiento de las sales fuera de la zona radicular de la planta.
- Se puede usar para mejorar microclimas dentro de la misma huerta.
- Tiene un amplio uso en riego de invernaderos y en viveros.
- Tiene un control más estricto de malezas, estas malas hierbas sólo crece donde se aplica el agua.
- Tiene uso pecuario (se usa para disminuir la temperatura de porquerizas).
- Ahorro de nivelación de tierras.
- Elimina costes de formación de melgas y cajetas en el terreno.

7.7.2 Desventajas

Entre los principales inconvenientes del sistema de riego por microaspersión se encuentran las siguientes.

- Alto costo inicial.
- Está limitado a determinado número de cultivos y a un determinado número de frutales, ya que en separaciones como de plantaciones de 4x4 y en vid se adapta mejor y es más barato usar riego por goteo.
- Interfiere las labores de cultivo y preparación del terreno una vez establecido el riego.
- Un sistema fijo que está expuesto a averías y a ser destruidas las mangueras y microaspersores por los animales y aún por el mismo hombre.
- Cuando el sistema se deja de trabajar las boquillas y reguladores de presión se tapan debido a que se llenan de insectos principalmente hormigas.

7.8 EL RIEGO POR ASPERSIÓN

Es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar al las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar.

Para conseguir un buen **riego por aspersión** son necesarios

- Presión en el agua
- Una estudiada red de tuberías adecuadas a la presión del agua
- Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.

Presión en el agua: Es necesaria por dos motivos: la red de distribución se multiplica en proporción a la superficie que debemos regar y teniendo en cuenta que el agua debe llegar al mismo tiempo y a la misma presión a las bocas donde se encuentran instalados los mecanismos de difusión (aspersores) con el fin de conseguir un riego uniforme. La segunda razón es que la presión del agua debe ser capaz de poner en marcha todos los aspersores al mismo tiempo bien sean fijos o móviles, de riego más pulverizado o menos.

En el caso de que la presión de la red no sea suficiente se deberá instalar un motor que dé la presión suficiente desde el depósito hasta los aspersores.

Red de tuberías: En general la red de tuberías que conducen el agua por la superficie a regar se compone de ramales de alimentación que conducen el agua principal para suministrar a los ramales secundarios que conectan directamente con los aspersores.

Todo esto supone un estudio técnico adecuado ya que de él dependerá el éxito de la instalación.

Aspersores: Los más utilizados en la agricultura son los giratorios porque giran alrededor de su eje y permiten regar una superficie circular impulsados por la presión del agua, aunque en el mercado los hay de variadas funciones y distinto alcance.

Depósito del agua: Desempeña dos funciones: la de almacenamiento del agua suficiente para uno o varios riegos y la de ser punto de enlace entre el agua sin presión y el motor de impulsión de esa agua a la presión necesaria para el riego calculado.

7.8.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

VENTAJAS:

Ahorro en mano de obra. Una vez puesto en marcha no necesita especial atención. Existen en el mercado eficaces Programadores activados por electro válvulas conectadas a un reloj que, por sectores y por tiempos, activará el sistema según las necesidades previamente programadas. Con lo cual la mano de obra es prácticamente inexistente

Adaptación al terreno. Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.

La eficiencia del riego por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.

Especialmente útil para distintas clases de suelos ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.

INCONVENIENTES:

Daños a las hojas y a las flores. Las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas

Requiere una inversión importante. El depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, los manguitos, las válvulas, los programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado aunque la amortización a medio plazo está asegurada.

El viento puede afectar. En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.

Aumento de enfermedades y propagación de hongos debido al mojado total de las plantas.

APLICACIÓN EN JARDINERÍA DEL RIEGO POR ASPERSIÓN:

El riego por aspersión es muy utilizado en jardinería por todas las ventajas mencionadas pero especialmente porque existen sistemas apoyados en la teoría de la aspersión que son remedio de riego en jardines de pequeña superficie.

Para superficies ajardinadas de más de mil metros cuadrados, siguen siendo validas las explicaciones indicadas más arriba. Pero insisto, con proyecto técnico adecuado a las necesidades de cada jardín. En las aplicaciones a los céspedes hoy resulta imprescindible la instalación de aspersores y por consiguiente la inversión en depósito, bombas impulsoras, tuberías, programadores con reloj etc.

Pero...cuidado con los árboles y arbustos. Para los árboles puede resultar insuficiente el tiempo de riego dedicado al césped y para los arbustos el daño a hojas delicadas y a las flores el daño supera a las ventajas ¿Qué hacer? Lo más aconsejable es un riego localizado, del que hablaremos más adelante, combinado con una aspersión en espacios abiertos de césped.

Para superficies pequeñas es aconsejable utilizar, si no se quiere andar con instalaciones de tuberías fijas subterráneas, la manguera con un aspersor adecuado en el extremo. En este caso hay que tener en cuenta : que el agua de la red tenga suficiente presión, que los sitios donde se pone manguera-aspersor no dañen a las flores, que el tiempo de riego sea el adecuado y por tanto no poner en marcha el aspersor y olvidarnos de él.

7.9 RIEGO POR GOTEO

Los conocimientos científicos fundamentales aplicados actualmente a nivel mundial en los diversos sistemas de riego tecnificado, combinados con principios elementales que rigen la conducción del agua, dan origen al RIEGO

Hay que tomar diversos criterios para aplicar cualquier sistema de riego que se desea implantar para producción óptima de los cultivos y uno de los criterios a considerar es como afrontar la problemática del agua, el agua actualmente ya es considerado un recurso escaso, que quiere decir esto significa que el agua dulce es escaso.

Este problema que se nos presenta en la actualidad es un tema que cada día ocupa más la atención de científicos, técnicos, políticos y en general, de muchos de los habitantes del planeta.

La escasez de este vital líquido obliga a reiterar nuevamente una llamada a la moderación de consumo por parte de la población a nivel mundial, ya que sin su colaboración los esfuerzos técnicos que llevan a cabo algunas organizaciones resultarían insuficientes.

Sólo muy poca agua es utilizada para el consumo del hombre, ya que: el 75% es agua de mar y tiene sal, el 2 % es hielo y está en los polos, y sólo el 1 % de toda el agua del planeta es dulce y de este 1% de agua, encontrándose en ríos, lagos y mantos subterráneos. Además el agua tal como se encuentra en la naturaleza, para ser utilizada sin riesgo para el consumo humano requiere ser tratada, para eliminar las partículas y organismos que pueden ser dañinos para la salud. Y finalmente debe ser distribuida a través de tuberías hasta tu casa, para que puedas consumirla sin ningún problema ni riesgo alguno.

De este 1% una buena parte ya está contaminada formando parte de las aguas residuales en las zonas urbanas, en el caso de nuestra región de Puno tenemos algunas cuencas ya contaminadas e inclusive el LAGO TITICACA se ve afectado, muchos ríos de nuestra región están siendo contaminados por los desechos mineros, conteniendo en sus aguas metales de alto peso molecular nocivos para la salud humana y ambiental.

El Sistema de Riego por goteo, es nueva técnica de riego, se caracteriza por ser una fuente de ahorro de agua, mejor control del suelo, mayor rendimiento de los cultivos, solo se emplea al sistemazar radicular de la planta, no erosiona el suelo, menor pérdida de nutrientes por lixiviación, se puede aplicar programas de fertirrigación. El inconveniente fundamental es el costo de la instalación.

El Sistema de Riego por goteo, constituye en una alternativa para los pequeños agricultores de la costa norte del país para que puedan acceder a una tecnología intermedia que les posibilite alcanzar su propia seguridad alimentaria y producir excedentes para el mercado.

7.9.1 DEFINICIÓN

El riego localizado o riego por goteo es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Sus principales características son: - utilización de pequeños caudales a baja presión - localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión - al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

7.9.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES

VENTAJAS:

- Una importante reducción de la evaporación del suelo y de las pérdidas por percolación, lo que trae una reducción significativa de las necesidades netas y brutas de agua. No se puede hablar de una reducción en lo que se refiere a la transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie. Al contrario, se puede pensar que la transpiración del cultivo en riego localizado sería generalmente superior a la que se observaría en riego que cubre totalmente la superficie del suelo (riego por aspersion) debido al efecto de "ropa tendida" o "efecto oasis", que incrementa la parte advectiva del proceso de evaporación a la superficie de las hojas.

- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.
- la posibilidad de utilizar aguas más salinas que en riego convencional, debido al mantenimiento de una humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo).
- una adaptación más fácil en terrenos rocosos o con fuerte pendientes
- No se moja el dosel vegetal, lo que disminuye los riesgos de problemas fitosanitarios
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas
- Permite la "fertirrigación", es decir el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego.

INCONVENIENTES:

- El coste elevado de la instalación.
- Se necesita una inversión elevada debida a la cantidad importante de emisores, tuberías, equipamientos especiales en el cabezal de riego y la casi necesidad de un sistema de control automatizado (electroválvulas). Sin embargo, el aumento relativo de coste con respecto a un sistema convencional no es prohibitivo.
- El alto riesgo de obturación ("clogging" en inglés) de los emisores, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el problema nº 1 en riego localizado.
- La presencia de altas concentraciones de sales alrededor de las zonas regadas, debida a la acumulación preferencial en estas zonas de las sales. Esto puede constituir un inconveniente importante para la plantación siguiente, si las lluvias no son suficientes para lavar el suelo.

7.9.3 Componentes

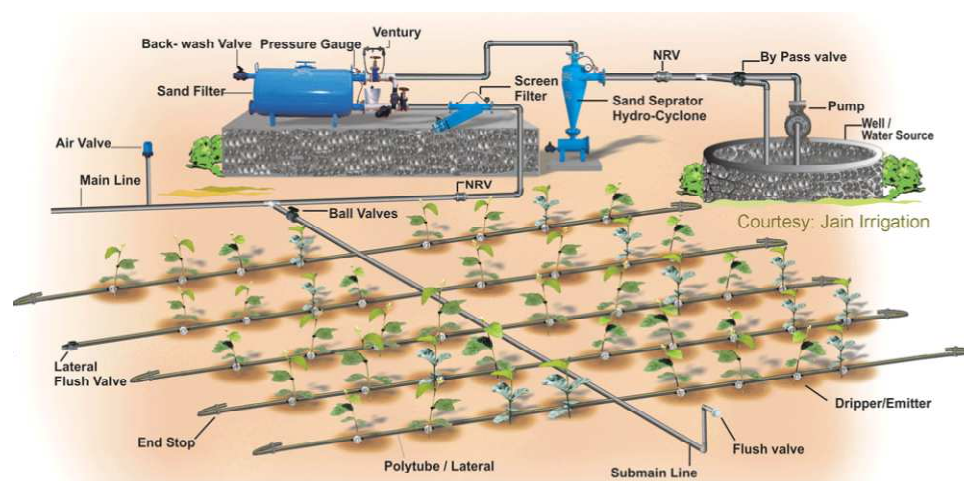


Figura 7.9.3 a ventajas de un sistema de riego por goteo

Sistema de riego por goteo

La mayor parte de los grandes sistemas de irrigación por goteo utilizan un cierto tipo de filtro de agua para impedir la obstrucción de los pequeños tubos surtidores. Ciertos sistemas utilizados en zonas residenciales se instalan sin filtros adicionales ya que el agua potable ya está filtrada. Prácticamente todos los fabricantes de equipos de riego por goteo recomiendan que se utilicen los filtros y generalmente no dan garantías a menos que esto sea hecho.

El riego por goteo se emplea casi exclusivamente utilizando agua potable pues las reglamentaciones desaconsejan generalmente pulverizar agua no potable. En riego por goteo, la utilización de abonos tradicionales en superficie es casi ineficaz, así los sistemas de goteo mezclan a menudo el abono líquido o pesticidas en el agua de riego. Otros productos químicos tales como el cloro o el ácido sulfúrico son igualmente utilizados para limpiar periódicamente el sistema.

Si está correctamente montado, instalado, y controlado, el riego por goteo puede ayudar a realizar importantes economías de agua por la reducción de la evaporación. Por otro lado, el riego gota a gota puede eliminar muchas enfermedades que nacen del contacto del agua con las hojas. En conclusión, en las regiones donde los aprovisionamientos de agua están muy limitados, se puede obtener un notable aumento de producción utilizando la misma cantidad de agua que antes.

7.9.4 CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO POR GOTEO:

El riego por goteo supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá a una mayor productividad mejor uso del agua de riego.

Cultivo de papa con riego por goteo



Figura 7.9.4 a ventajas de un sistema de riego por goteo

El agua se aplica al suelo, luego se infiltra en el terreno y se mueve en en diferentes direcciones principalmente en dirección horizontal y vertical.

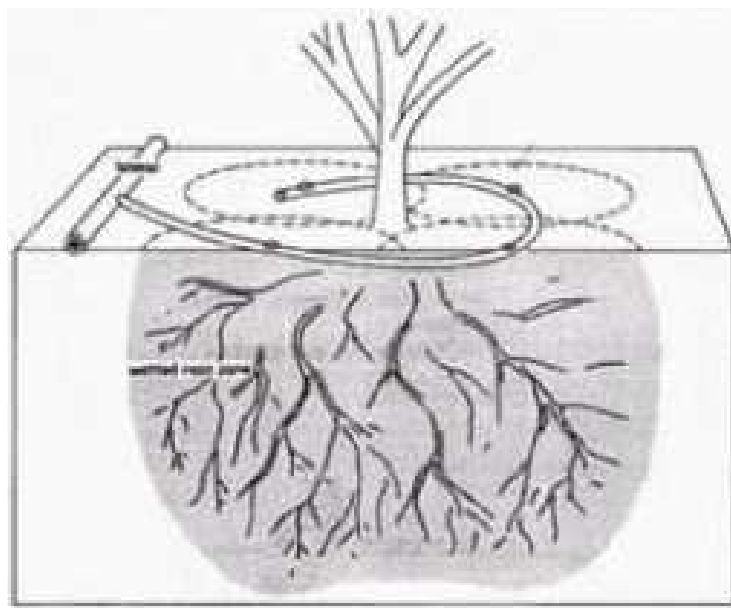


Figura 7.9.4 b bulbo húmedo de riego

Bulbo húmedo en riego por goteo

- no se moja todo el suelo, sino solo ala parte que se aplica el gotero, por consiguiente humedece tan solamente el sistema radicular de la planta.



Figura 7.9.4 c gotero de riego

Gotero de riego

- Menor lavado de nutrientes por lixiviación o percolación de NO_3^- , H_2PO_4^- , y otros iones que son importantes en la nutrición de las plantas.
- Se puede aplicar programas de fertirrigación.



Figura 7.9.4 d gotero de riego

7.9.5 TIPOS DE RIEGO POR GOTEO:

- **Subterráneo:** muy poco utilizado por características de las raíces que tiene los cultivos.
- **Superficial:** Muy extendido
- **Aéreo:** usado en invernaderos, el agua cae por gravedad al pie de la planta, usualmente usado con programas de fertirriego.

7.9.6 ASPECTOS AGRONÓMICOS A CONSIDERAR PARA LA INSTALACIÓN DEL RIEGO POR GOTEO

EL AGUA EN EL SUELO

Cuando se aplica programas de riego va también depender del agua del suelo.

El agua de riego va a penetrar en el suelo con diferentes velocidades, si se riega en suelo seco el agua se ira repartiendo hacia abajo y hacia los costados con dificultad, si riega un suelo arenoso se infiltrara rápidamente, entonces el suelo depende de su textura y estructura que lo compone, por ejemplo: si las partículas del suelo son muy finas (suelo arcilloso) habrá mayor retención de agua mínima infiltración que en un suelo arcilloso o franco, desde el punto de vista agronómico un suelo ideal es un suelo con textura **FRANCO**, por que tienen una mejor relación **agua-suelo-planta**.

RELACIÓN AGUA- SUELO-PLANTA:

Contenido de agua en el suelo. Medición del contenido de agua del suelo. Medición de la densidad aparente. Aspersor de neutrones.

Esta orientado al análisis de los principios fisiológicos involucrados en la absorción, transporte y re-distribución de agua y nutrientes de los vegetales. El estudiante será capaz de comprender las relaciones que se producen entre el suelo, el agua y las plantas, entre las que destacan: movimiento del agua en el suelo, absorción de agua y nutrientes por las plantas, transporte de elementos, transpiración, relación entre el balance hídrico y la nutrición mineral, efectos de la falta de agua.

ESTRUCTURA Y TEXTURA DEL SUELO:

ESTRUCTURA DEL SUELO

Define el estado de agregación de las partículas componentes minerales u orgánicas. Depende de la disposición de sus partículas y de la adhesión de las partículas menores para formar otras mayores o agregados.

La permeabilidad del suelo al agua, aire y a la penetración de las raíces también depende de la estructura.

A diferencia de la textura la estructura puede ser cambiada ejemplo: la rotación del cultivo.

Estabilidad estructural: Es la resistencia de los granos a disgregarse en condiciones de humedad.

TEXTURA DE SUELOS:

La textura será dada por las porciones finas que contiene el suelo al deshacer un terrón. Existen clases de partículas: arena, limo y arcilla.

Dimensiones:

* Arena: 2mm – 0.05mm * limo 0.05mm – 0.02mm * arcilla de 0.02mm a menos.

Suelo franco: los componentes finos se encuentran en iguales proporciones aproximadamente (teórico).

Franco arenoso: proporción mayor de arena.

Franco arcilloso: proporción mayor de arcilla.

SANIDAD Y DRENAJE:

Un suelo para ser cultivado debe de estar saneado, para evitar las concentración de sales a que van a dificultar el desarrollo del cultivo, e inmediatamente deben ser lavados e inundados con agua para que las sales sean arrastrados y lixiviados.

Para eso se requiere que el suelo debe tener un adecuado drenaje o en todo caso se debe de construir los canales de drenaje, para que los suelos no estén encharcados acumulando iones de Na que salinizan el suelo por estar saturados de agua pueden morir las plantas además habrá deficiencia de Fe (clorosis).

7.9.7 COMPONENTES PRINCIPALES DE UN RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO

• *Programador*

Corrientemente se dedica una o varias estaciones o fases para el goteo y las demás para los aspersores y difusores.



Figura 7.9.7 a programador

Programador

Electroválvulas

Cada sector de riego lleva una electroválvula que se abre y se cierra según le ordena el programador. Si tienes un sector de goteo, pues llevará su electroválvula correspondiente.

Es común, por simplificar, que mucha gente ponga una sola fase para el goteo y se riegue por igual todo lo que lleve goteo: setos, árboles, arbustos, frutales, e incluso el huerto. Todo lo mismo. Se puede hacer, pero no es lo correcto ni mucho menos porque cada grupo de plantas tienen necesidades de agua diferentes, no consume lo mismo un árbol frutal que un grupo de flores.



Figura 7.9.7 b electroválvulas

Electroválvula

- **Arquetas**

Las electroválvulas van dentro de arquetas. Hay arquetas individuales y otras más grandes que pueden alojar 3, 4, 5 electroválvulas en paralelo. Por poner un ejemplo, un jardín podría tener en la misma arqueta 4 electroválvulas con este reparto:

- 1 para un sector de aspersores
- 2 para sendos sectores de difusores
- 1 para riego por goteo

Figura 7.9.7 c electroválvulas



Reductor o regulador de presión



Figura 7.9.7 d regulador de presión

Los emisores de riego por goteo necesitan muy poca presión de agua para funcionar. Mira o pregunta las características técnicas del modelo que compres. Incluso el agua de la red general de abastecimiento a la casa tiene mucha presión para este tipo de riego o si riegas con una bomba que toma el agua de pozo o depósito.

Un sistema más sencillo para controlar la presión, pero menos exacto, es una **llave de paso colocada antes de la electroválvula**.

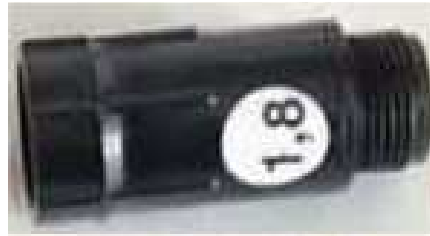


Figura 7.9.7 d reductor de presión

Filtro

Al principio del sector de riego por goteo es conveniente instalar junto al reductor de presión, un filtro de agua para evitar obstrucciones de los goteros. (Ver foto izq. el dispositivo inclinado).



Figura 7.9.7 e filtros

• *Tuberías*

En los riegos de jardines pequeños y medianos suele bastar con tuberías de 32 y 25 mm de diámetro de polietileno (PE). A éstas se le conectan los ramales de goteo propiamente dicho, siendo **la tubería de 16 mm para goteo**, la más habitual.



Figura 7.9.7 f tuberías

- ***Piezas especiales***

Tes, codos, enlaces, llaves, empalmes, tapones, etc.



Figura 7.9.7 f pieza especiales

- ***Emisores o goteros***

Los goteros los podemos dividir en los dos tipos siguientes:

- *Goteros integrados* en la propia tubería.
- *Goteros de botón*, para pinchar en tubo.

Los más baratos son los goteros integrados NO AUTOCOMPENSANTES.

Lo goteros que se pinchan (de botón) resultan más práctico para jardineras o zonas donde las plantas están más desperdigadas y se ponen ahí donde se necesitan.



Figura 7.9.7 f goteros

Gotero tipo botón

7.9.8 PARTES QUE CONSTA UN RIEGO POR GOTEO:

* Sistema de filtrado.

Prefiltrado. Hidrociclones

Filtros de arena. Característica de la arena

Filtros de malla o de anillas

* Los emisores. Principales tipos. Parámetros que definen su calidad y funcionamiento.

Las obstrucciones. Causas y tratamientos.

* El cabezal de riego

* Tuberías que conducen agua desde el cabezal hasta las proximidades de la planta

* Goteros

* Accesorios

* Dispositivos de regulación

* La inyección de fertilizantes

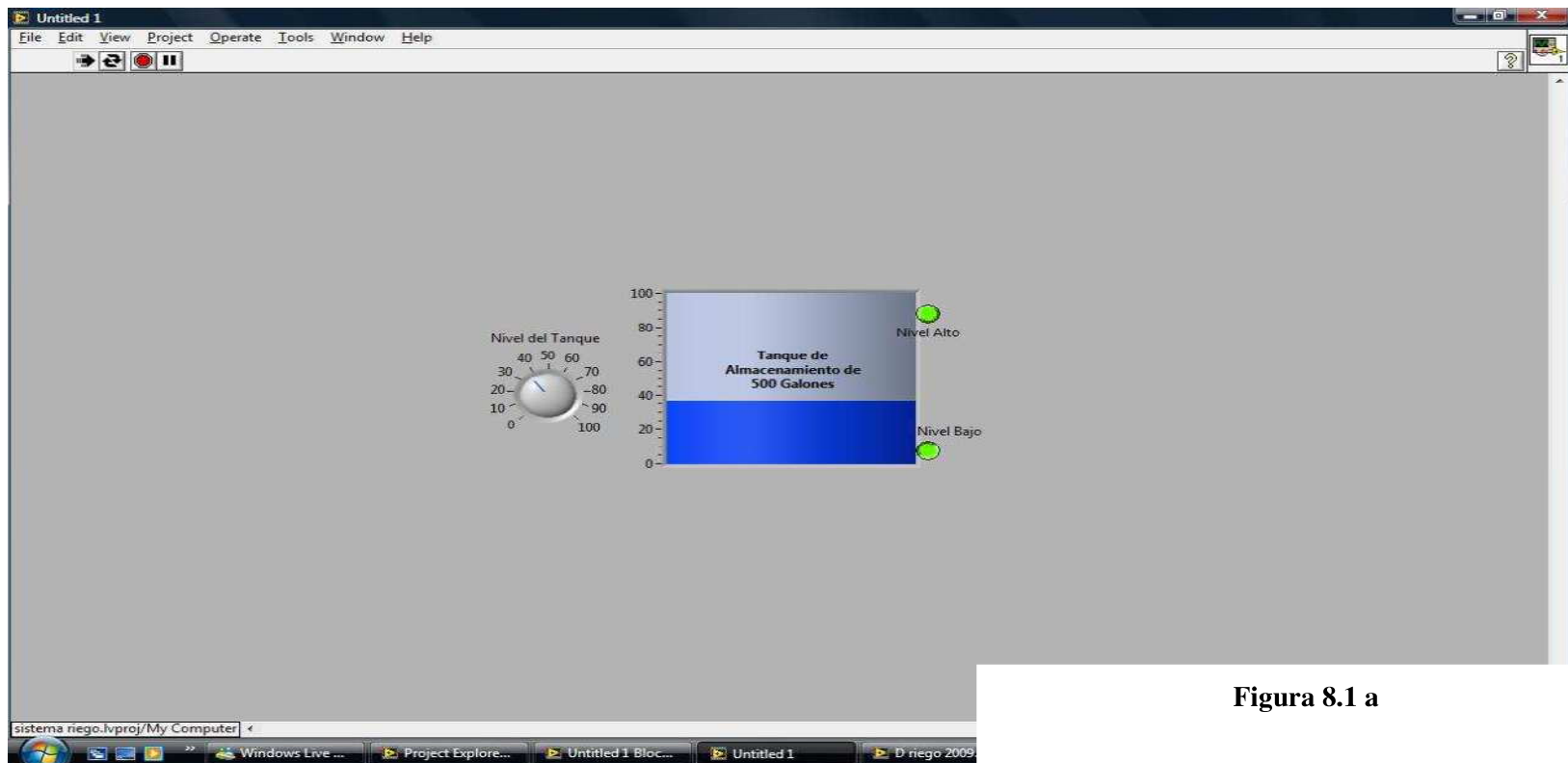
* Sistemas especiales con ramales enterrados

* Dispositivos de control en un riego automatizado

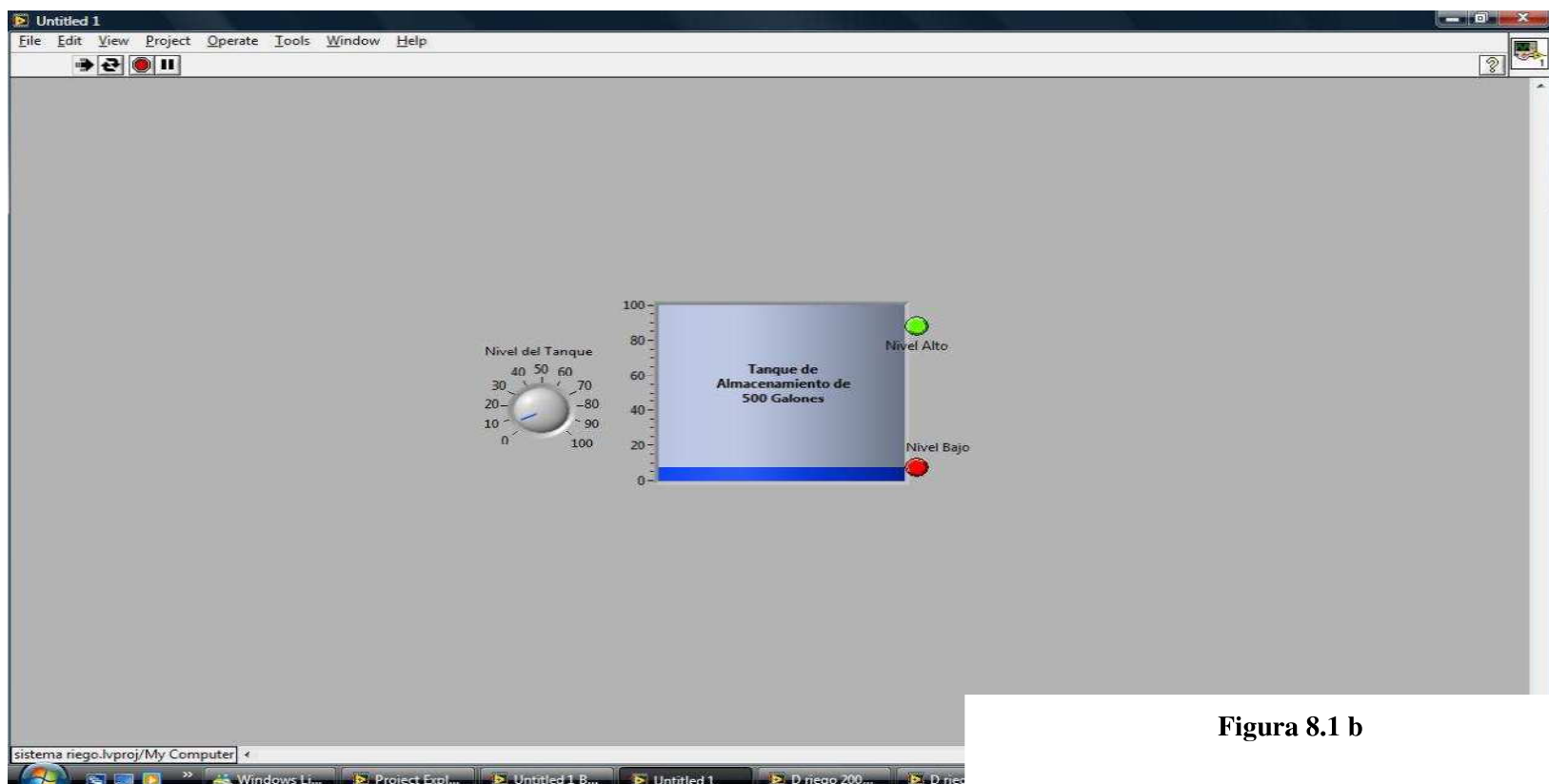
CAPITULO 8

8.0 PANTALLAS

8.1 PROCESOS PASO A PASO DE LA REALIZACION DEL PROGRAMA DEL SISTEMA DE RIEGO



Aquí está el tanque con una perilla simulando el nivel de agua y probando el sensor del nivel bajo.



Tanque de agua probando el funcionamiento del sensor del nivel del agua superior.

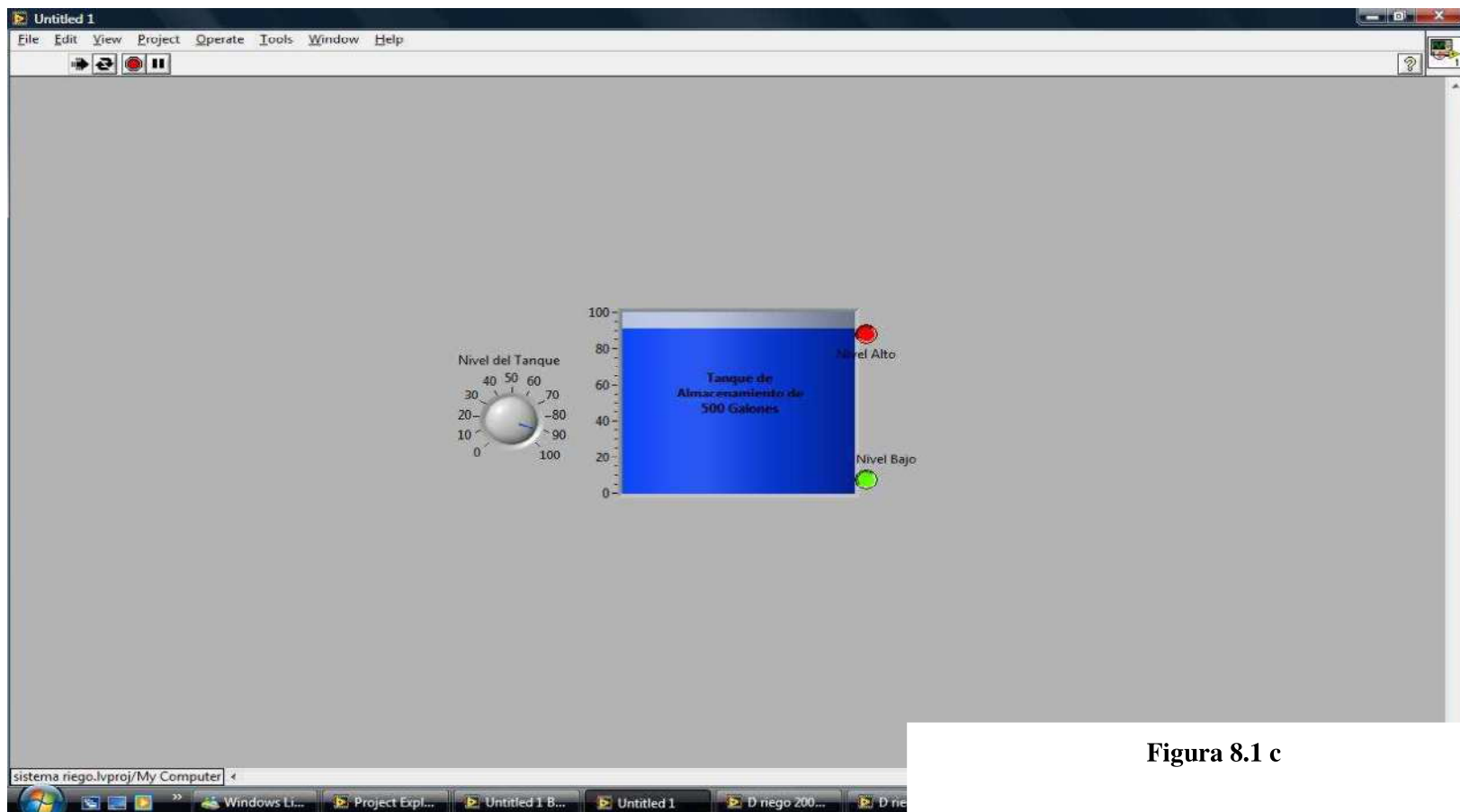


Figura 8.1 c

Las propiedades del tanque del nivel de agua.

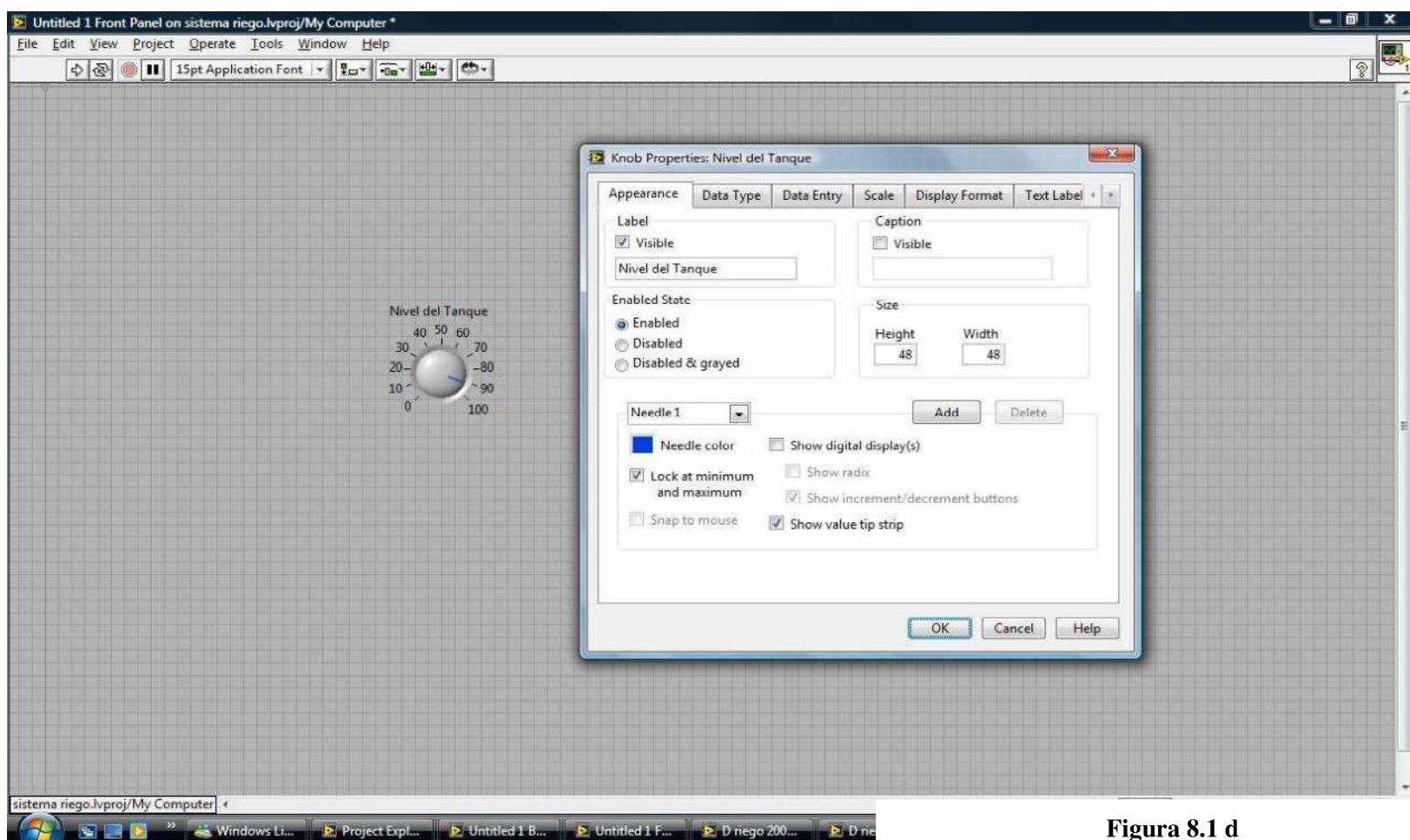


Figura 8.1 d

Propiedades de la perilla para simular el nivel del agua.

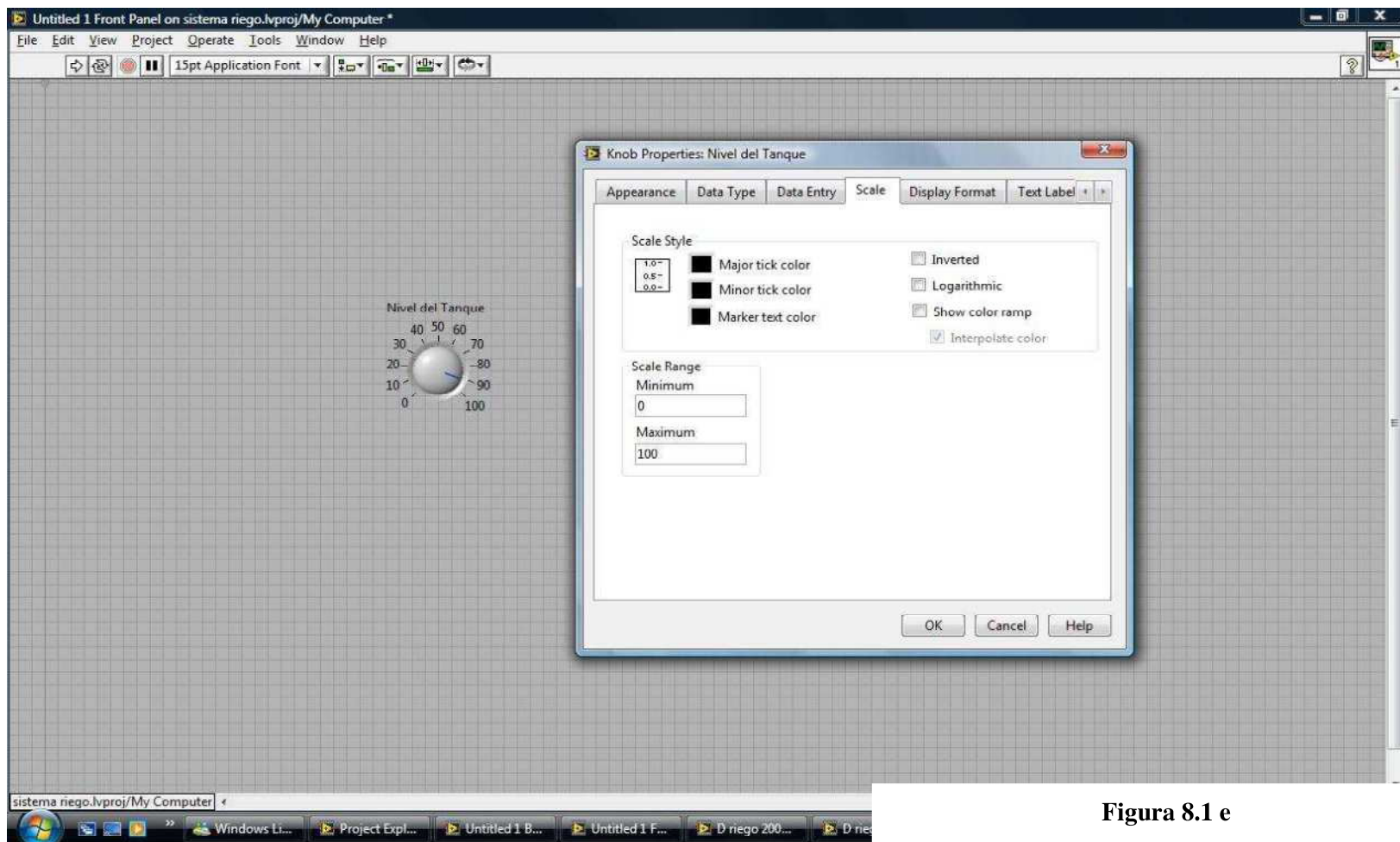


Figura 8.1 e

Propiedades del los sensores bajo del nivel de agua

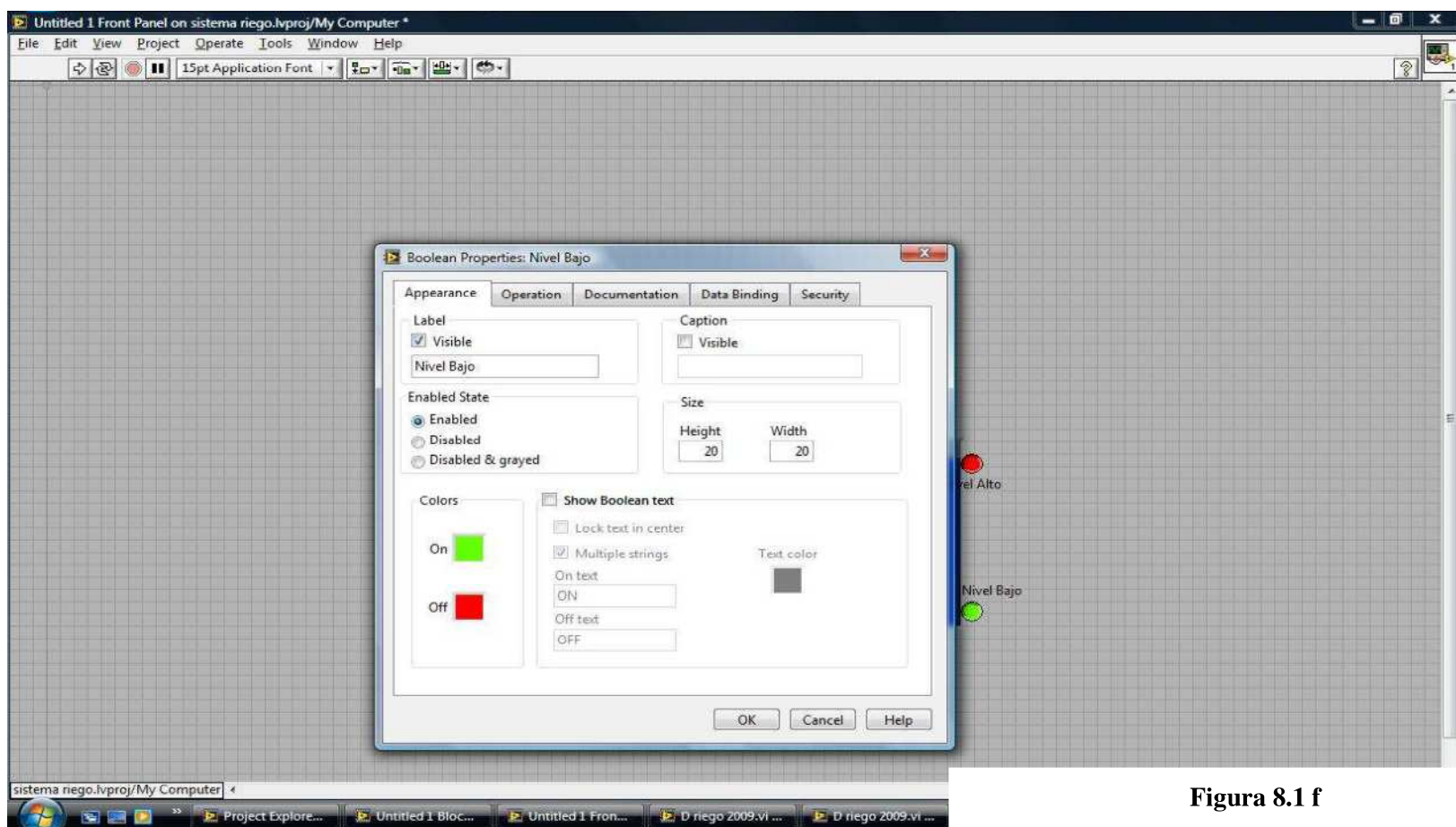


Figura 8.1 f

Propiedades del sensor alto del nivel del agua

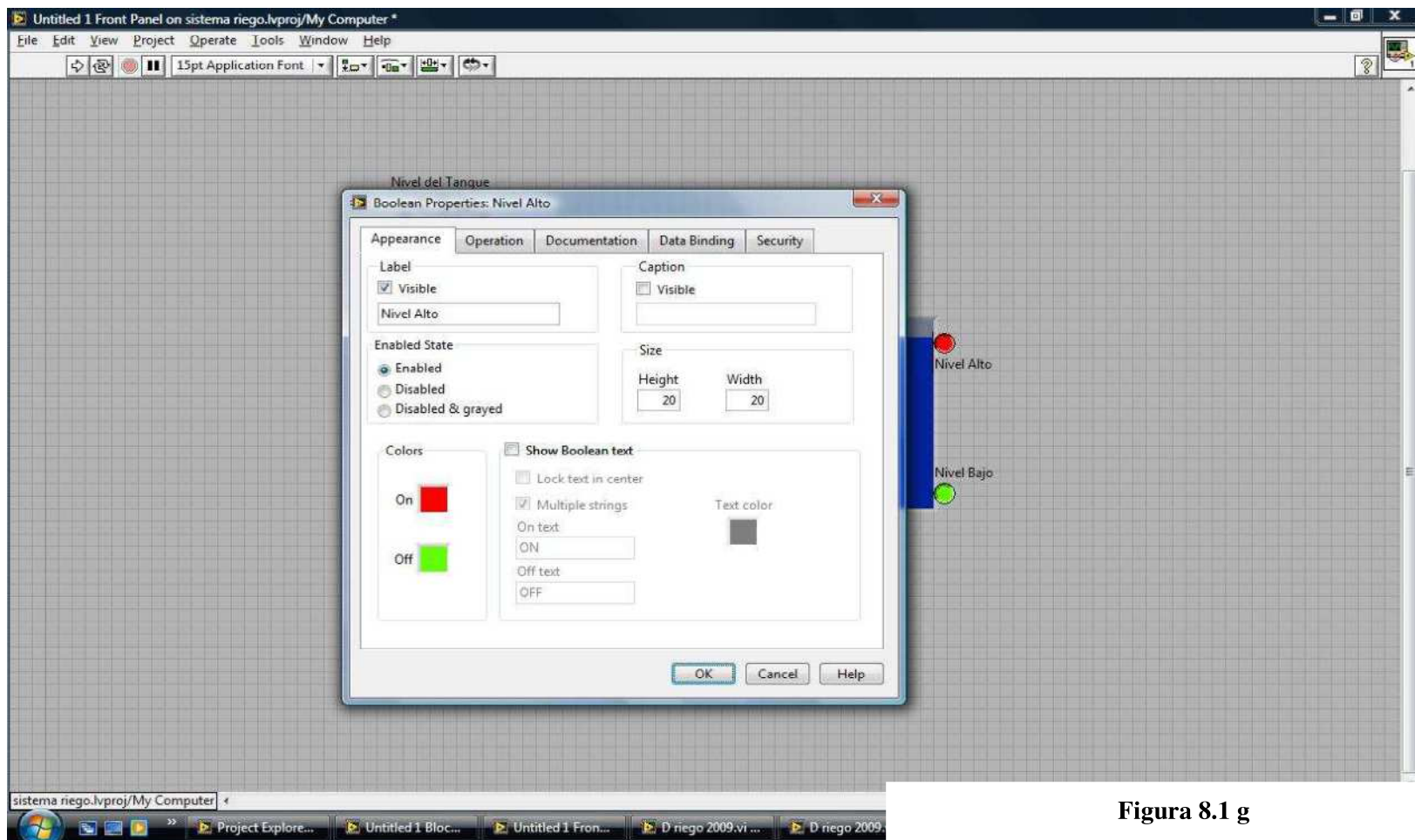


Figura 8.1 g

El diagrama de bloque de la conexión del tanque con los sensores y la perilla.

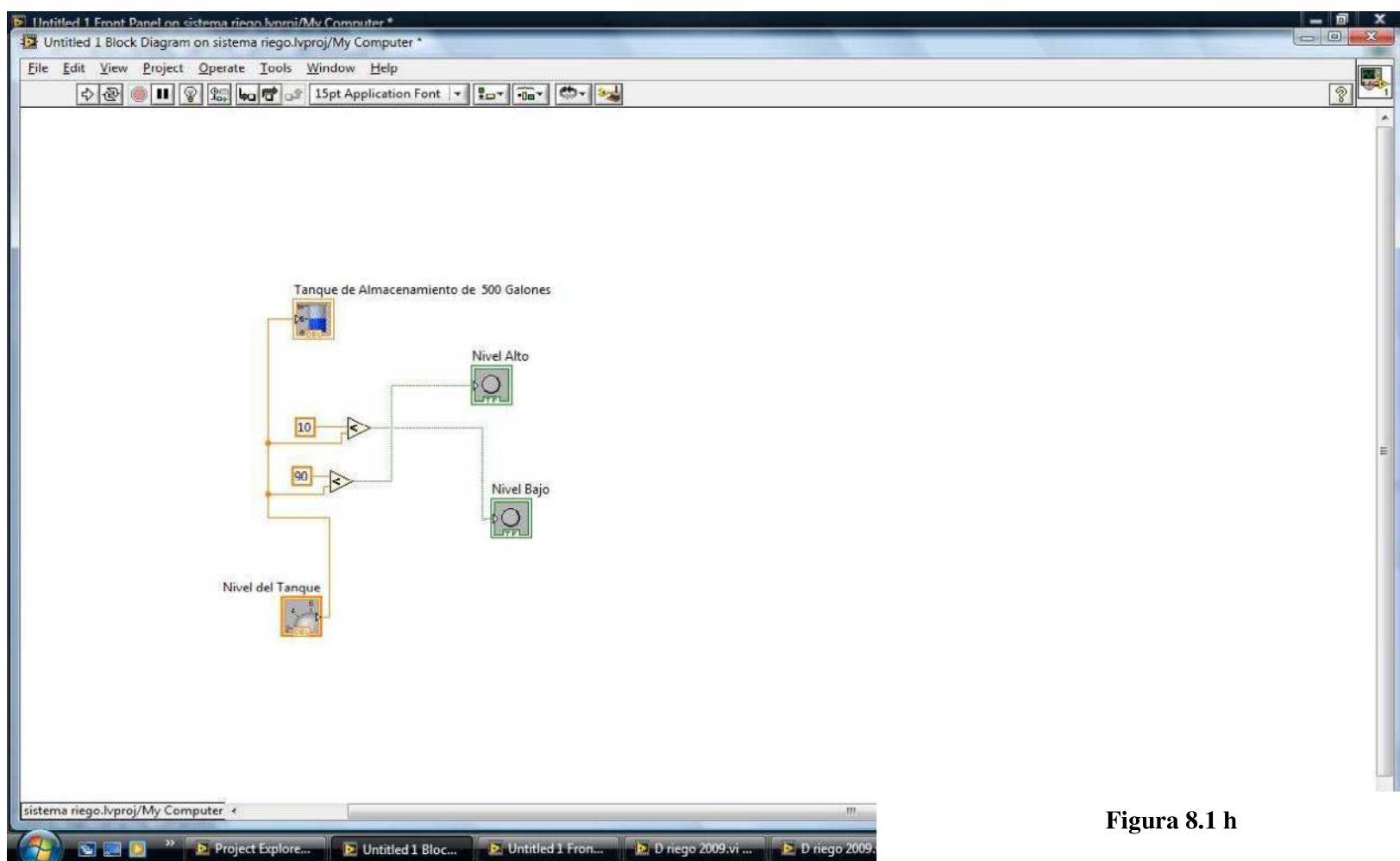


Figura 8.1 h

La pantalla frontal colocando el stop que es fundamental en la programación.

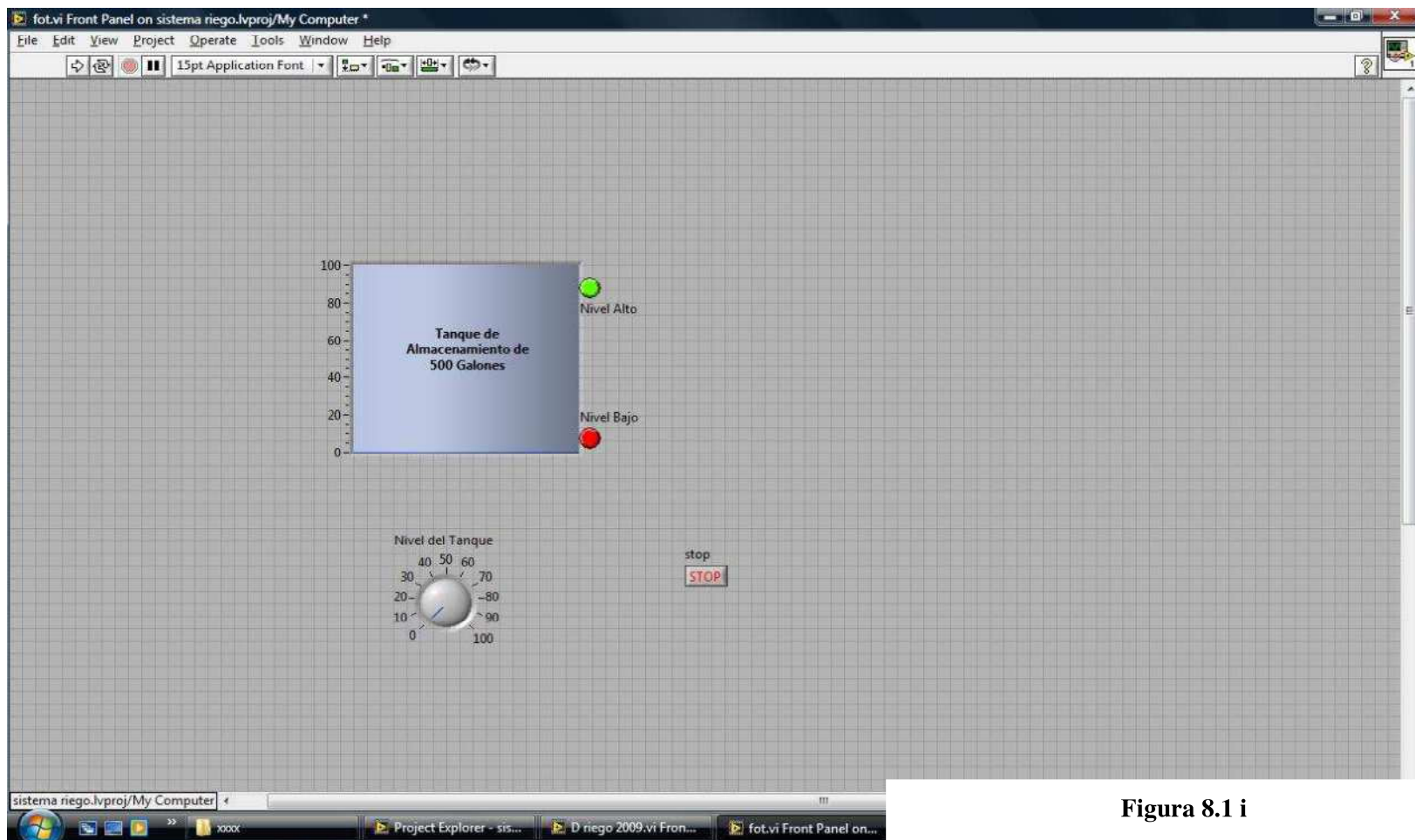


Figura 8.1 i

Diagrama de bloque colocándole una función (while loop).

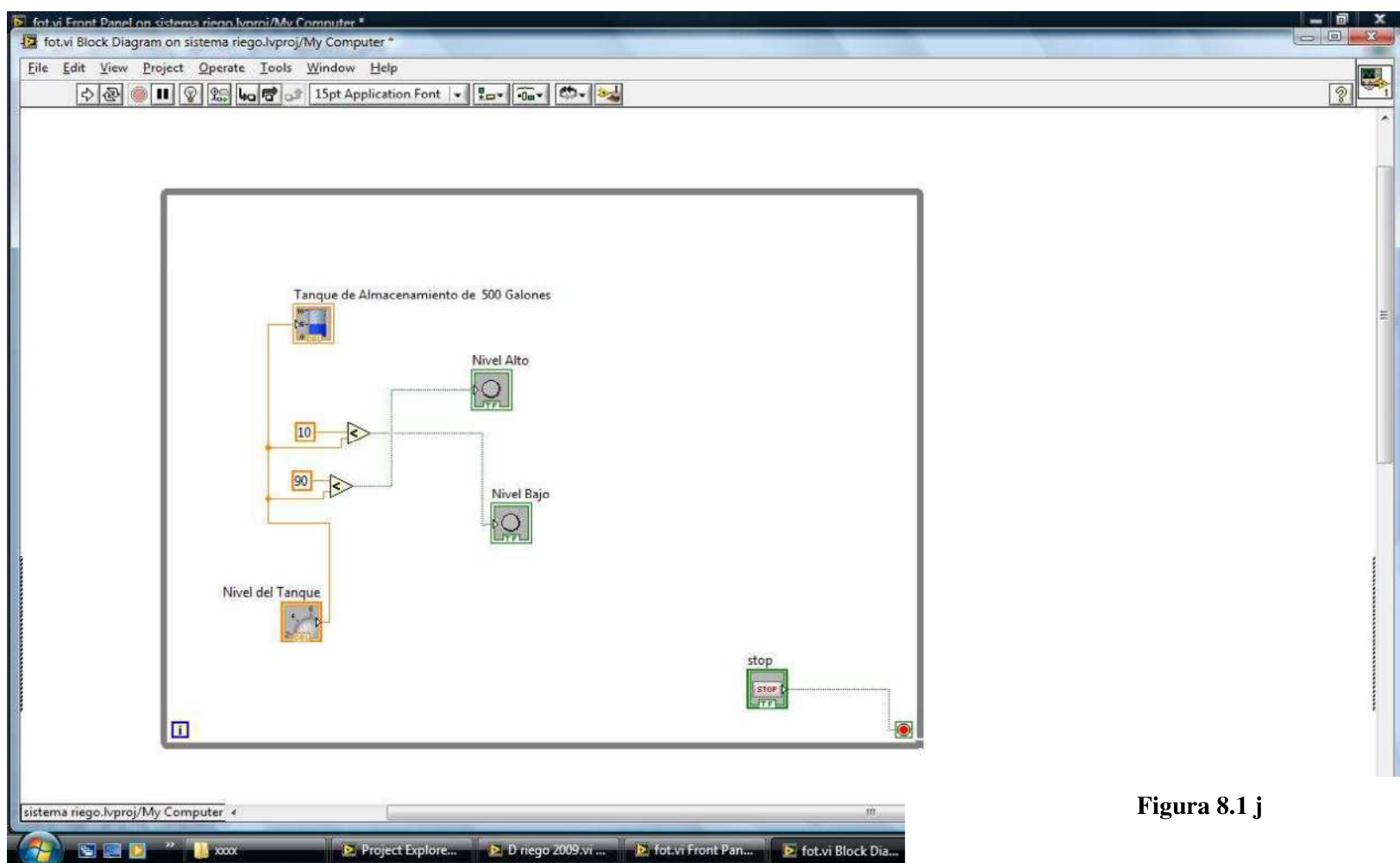


Figura 8.1 j

La pantalla frontal colocándole una bomba de agua con sus respectivos controladores de stop y start.

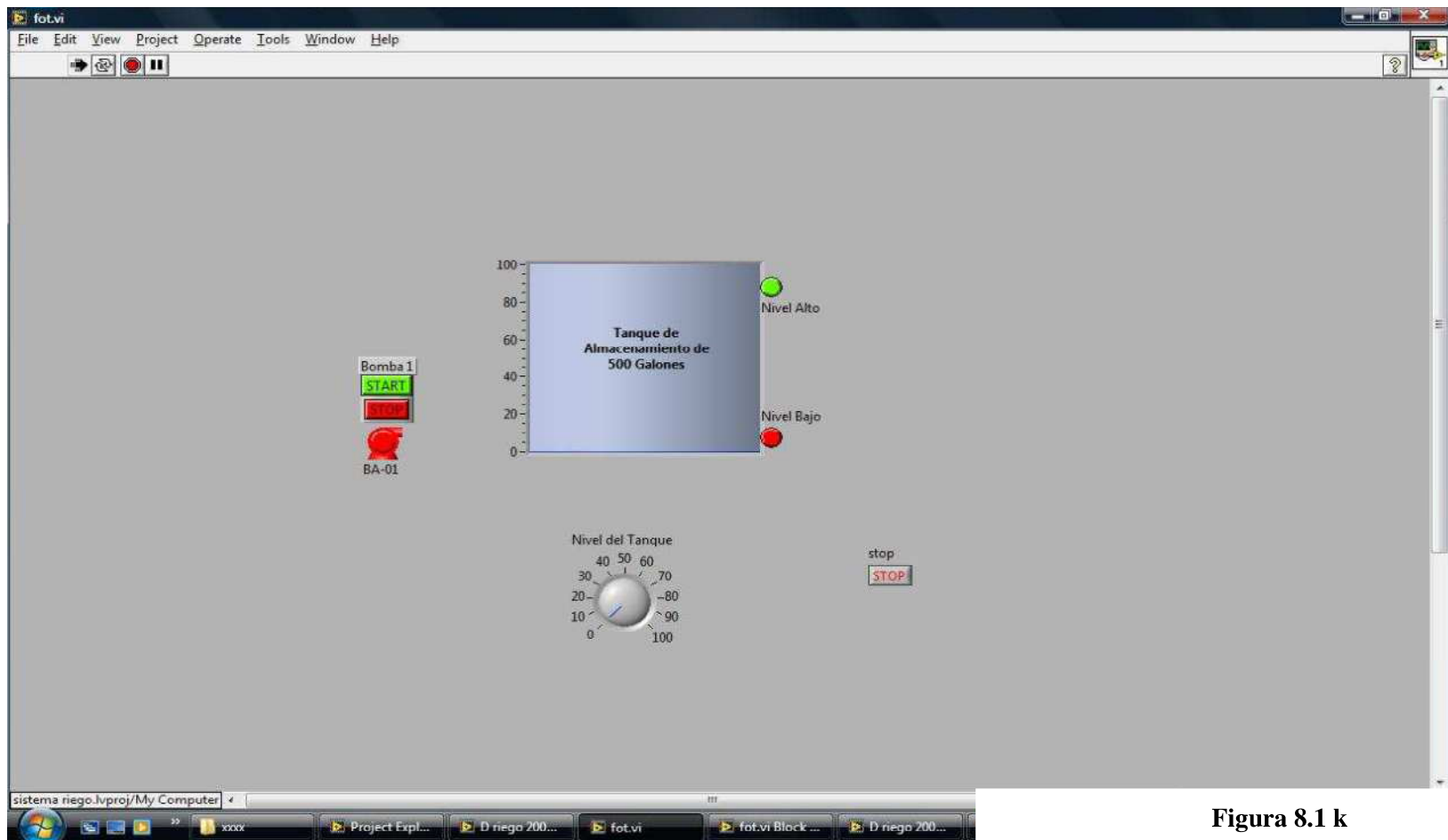


Figura 8.1 k

Las propiedades de la bomba con sus respectivos controladores.

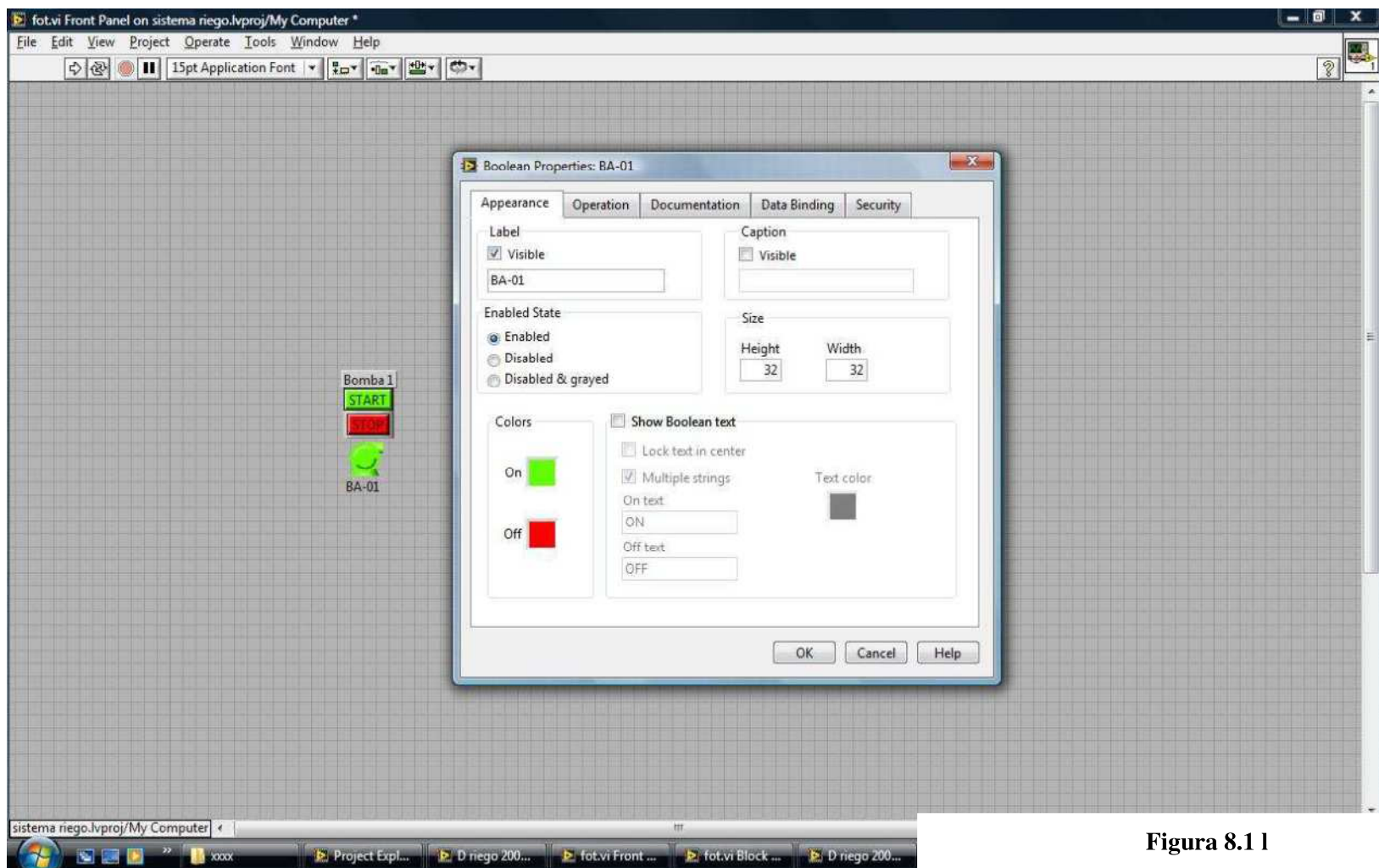


Figura 8.1 l

Diagrama de bloque del tanque con la bomba y sus controladores.

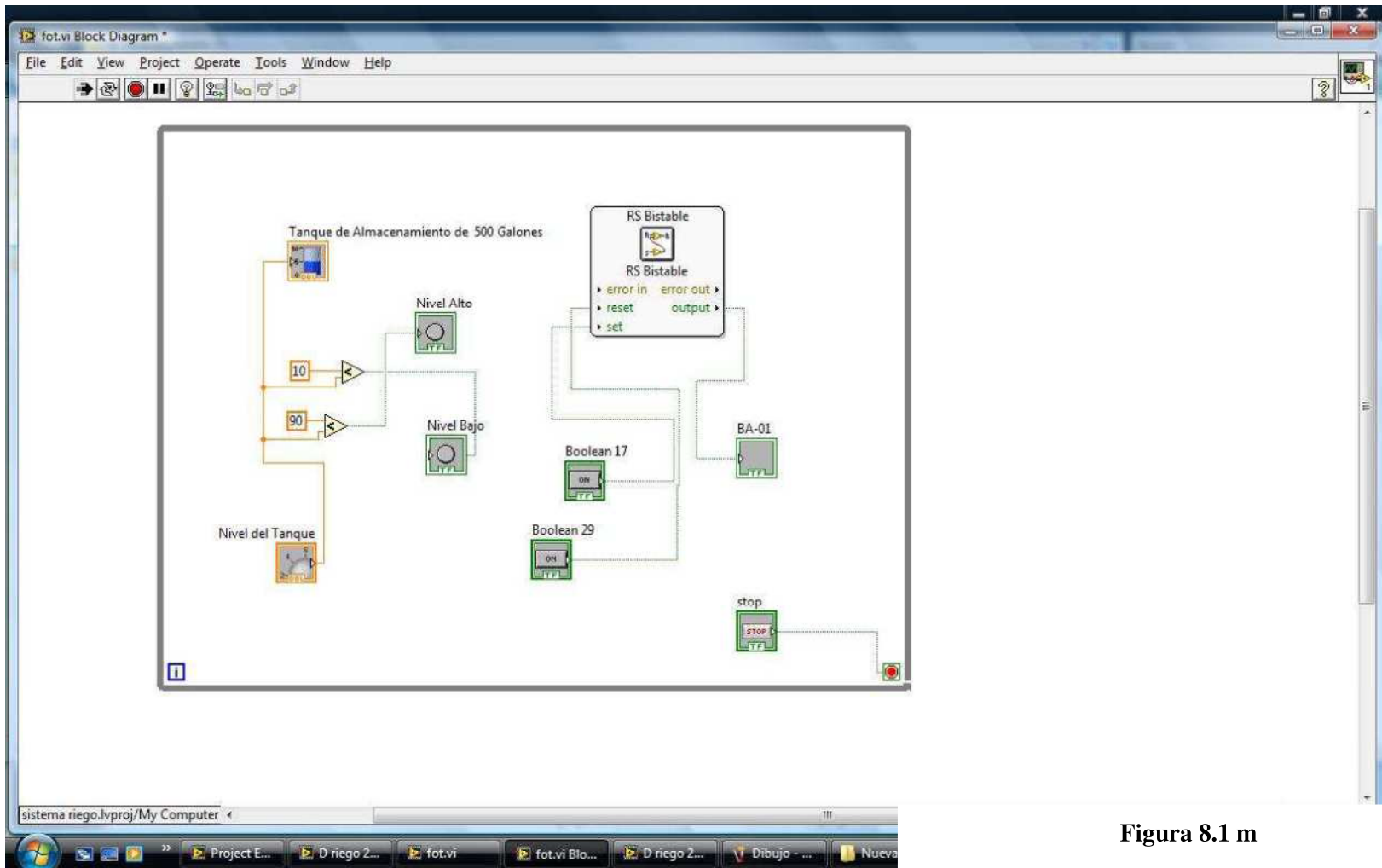


Figura 8.1 m

Pantalla frontal del tanque con la bomba y su respectiva tubería.

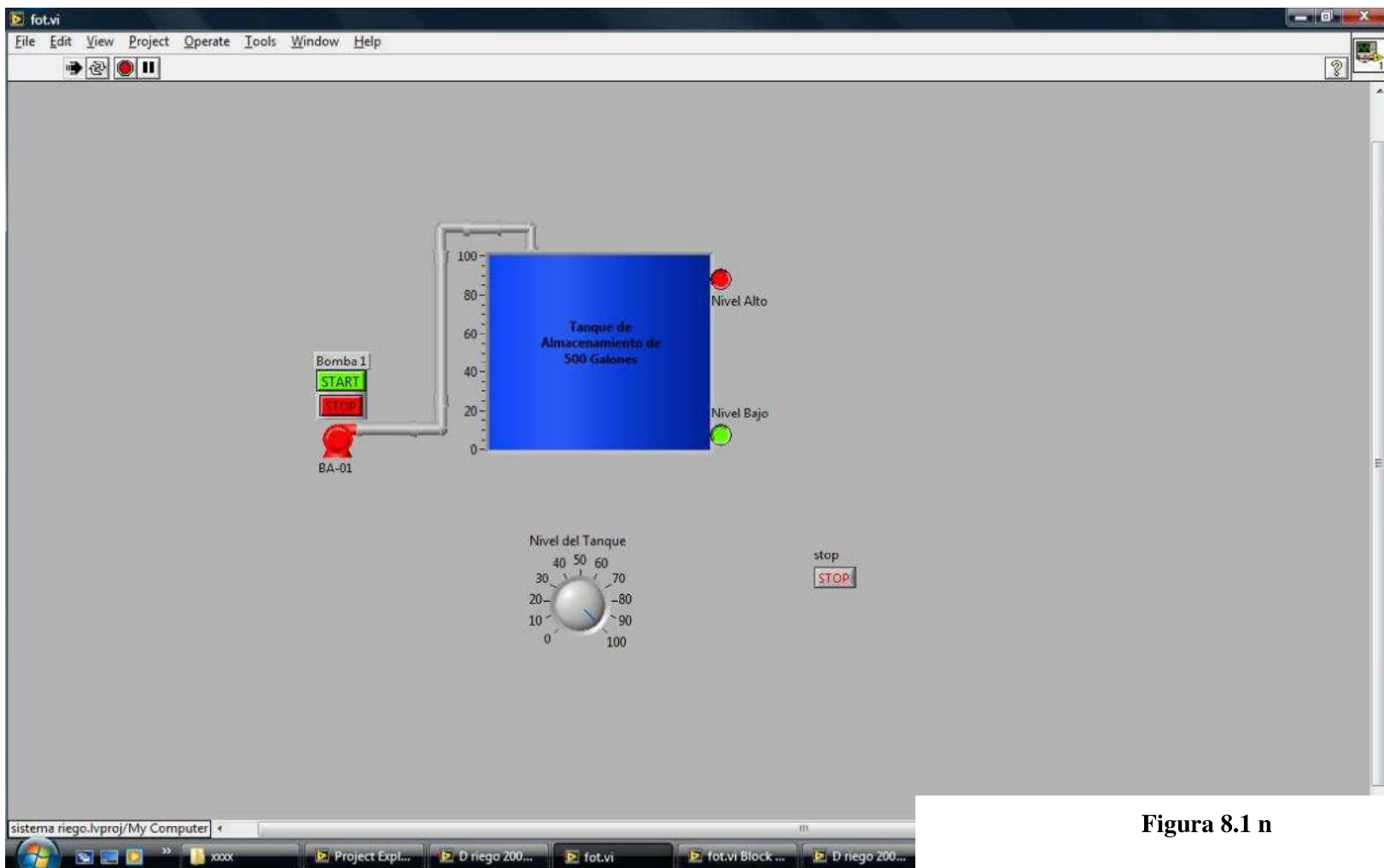


Figura 8.1 n

Pantalla frontal del la conexión de la bomba al tanque con su respectiva tubería.

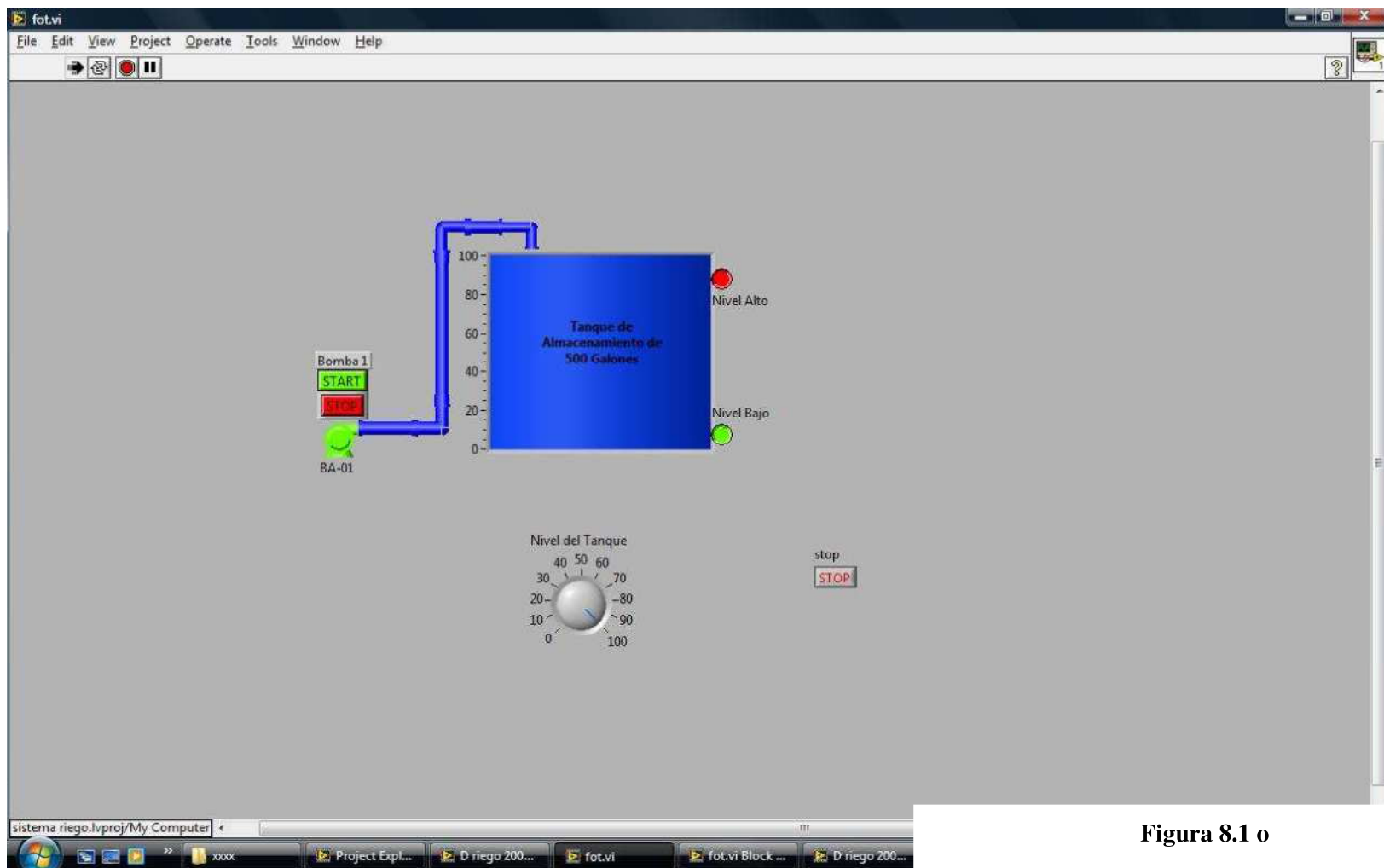


Figura 8.1 o

Diagrama de bloque la conexión de la tubería.

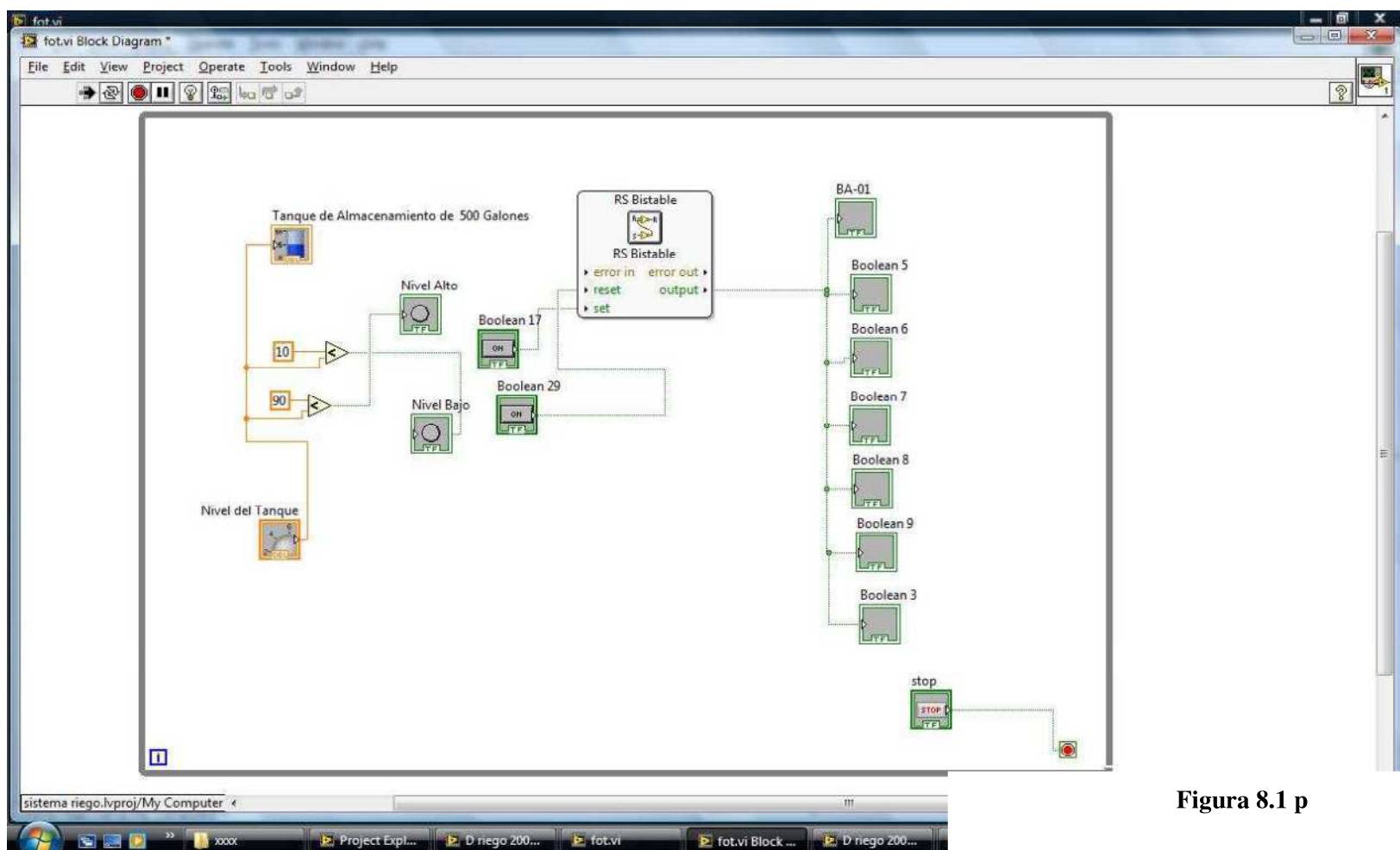


Figura 8.1 p

Pantalla frontal y con las propiedades de la tubería.

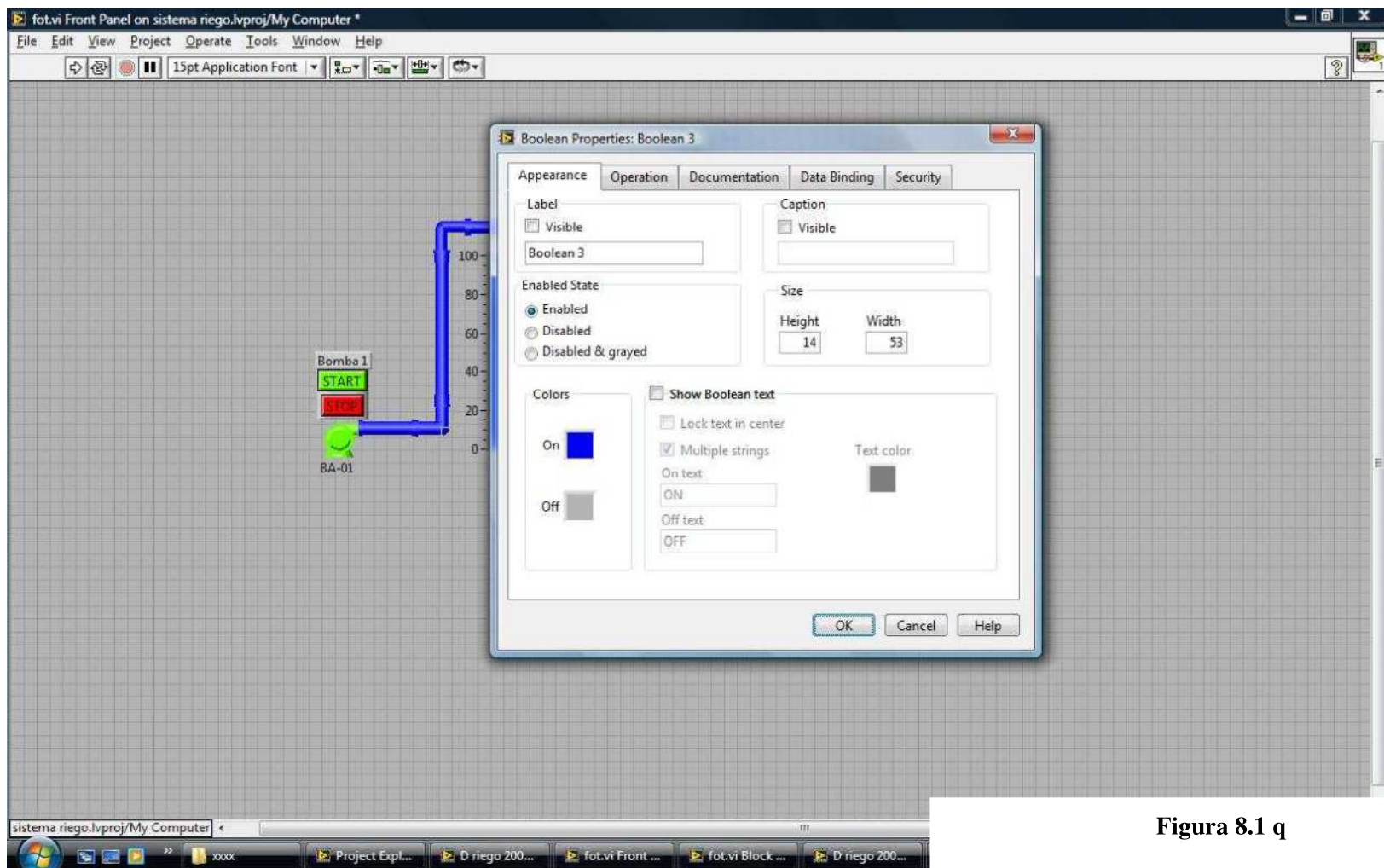


Figura 8.1 q

Pantalla frontal propiedades de la tubería que sale del tanque hacia una bomba manual.

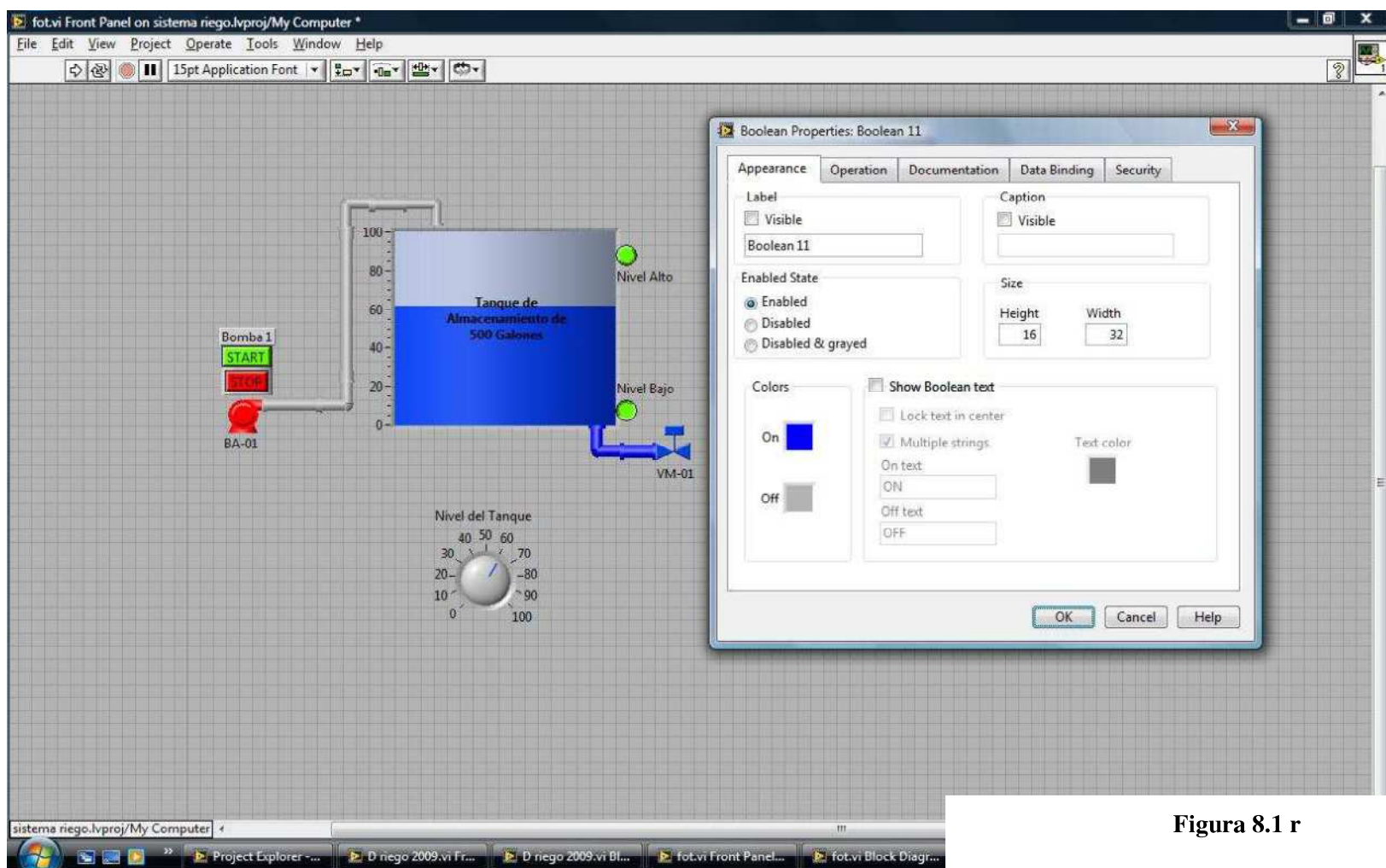


Figura 8.1 r

Pantalla frontal de la implementación de la tubería y funcionando con el flujo de agua.

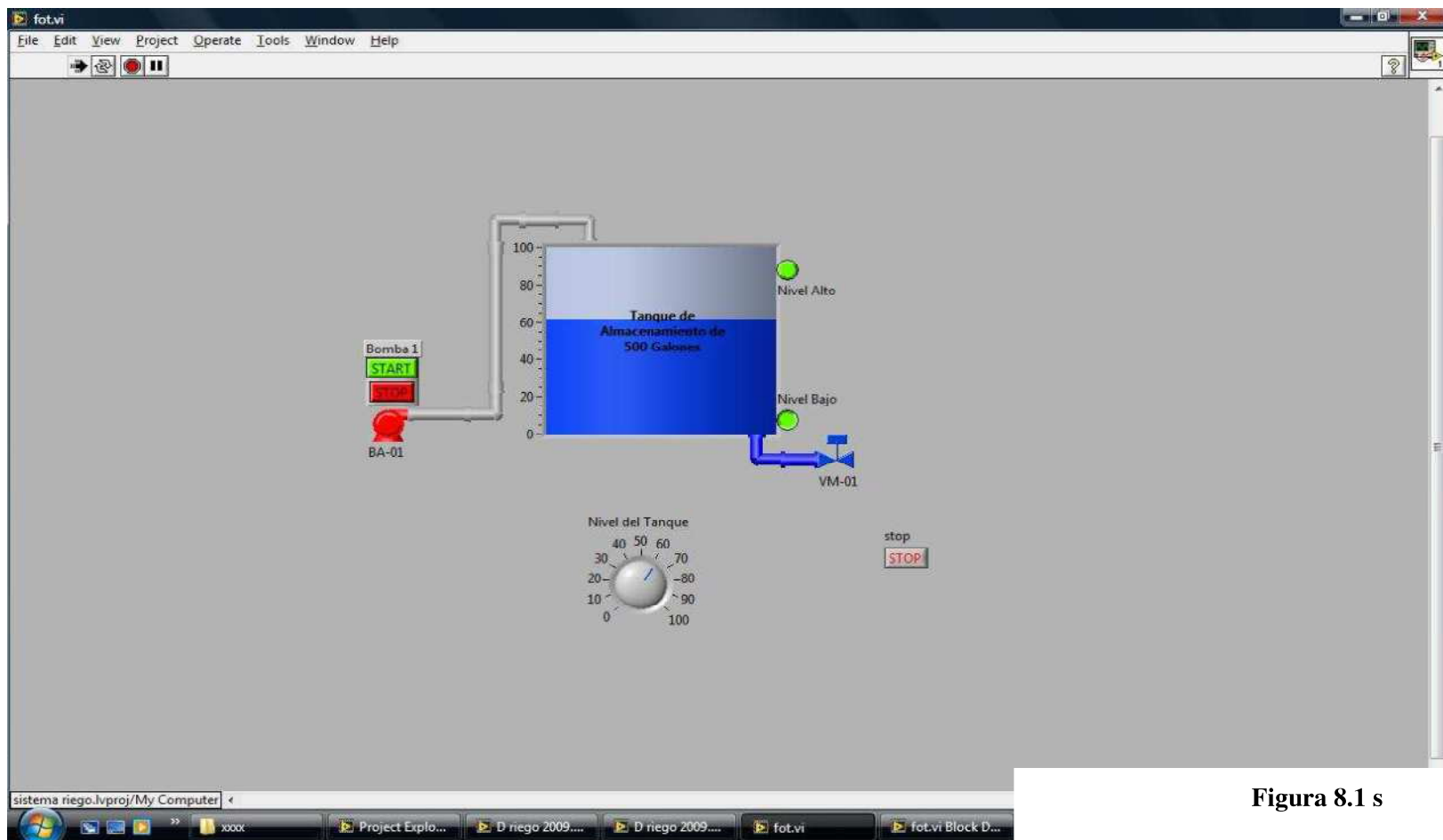


Figura 8.1 s

Pantalla Frontal con el cierre de la tubería que va hacia la bomba manual.

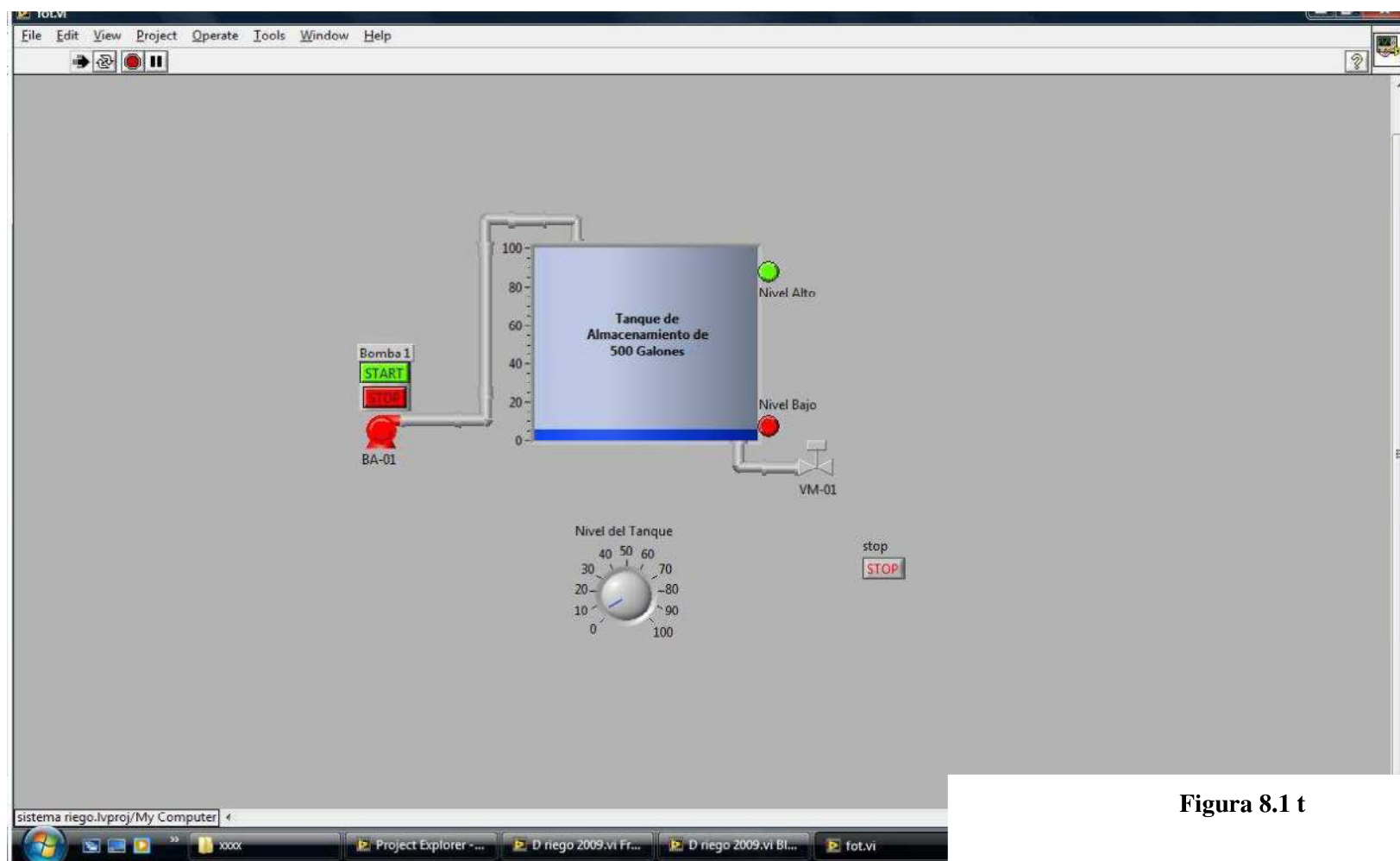


Figura 8.1 t

Diagrama de bloques con la conexión de la nueva tubería.

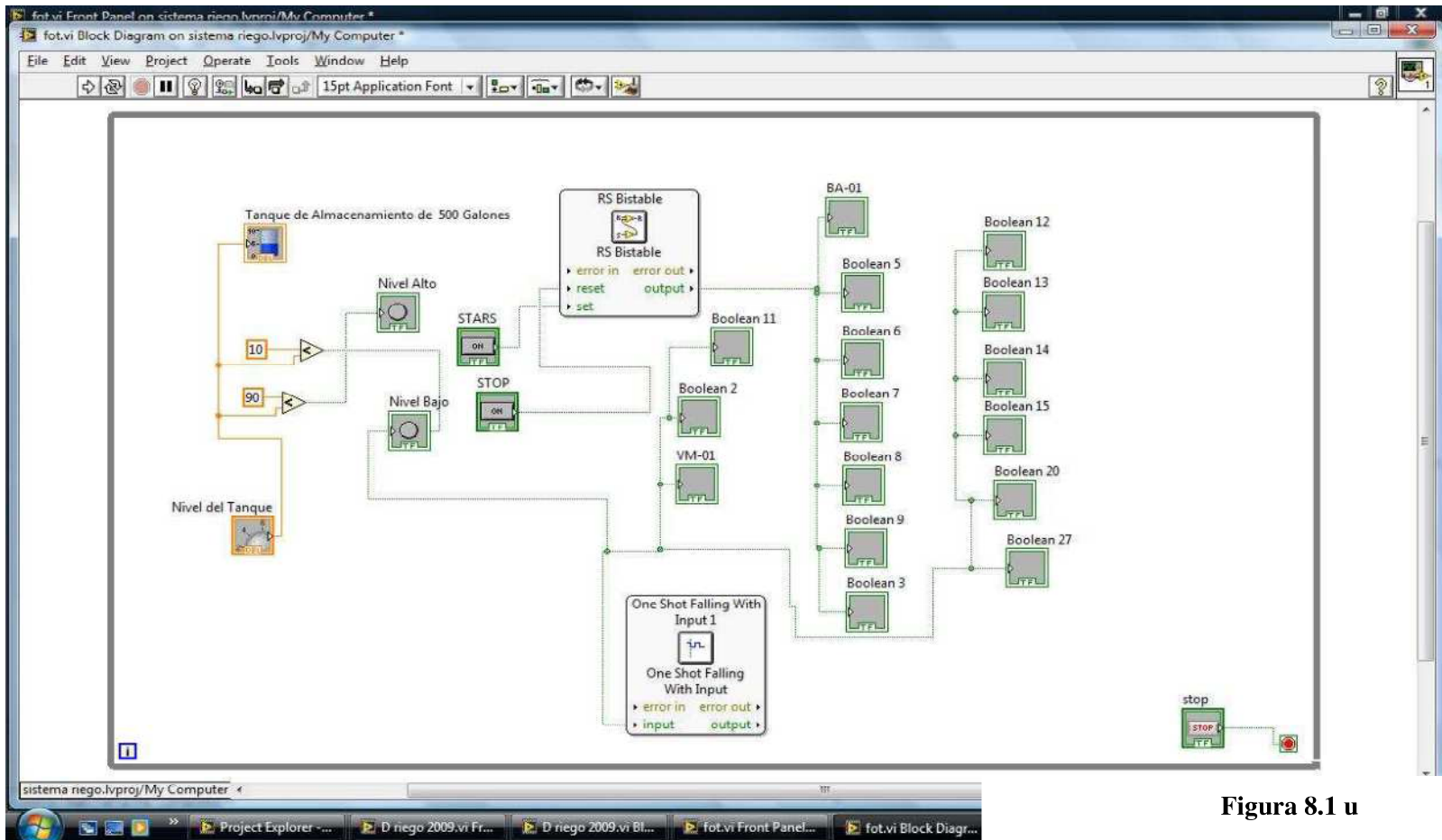


Figura 8.1 u

Pantalla frontal con la tubería que va hacia las bombas solenoides y su respectivo flujo de agua.

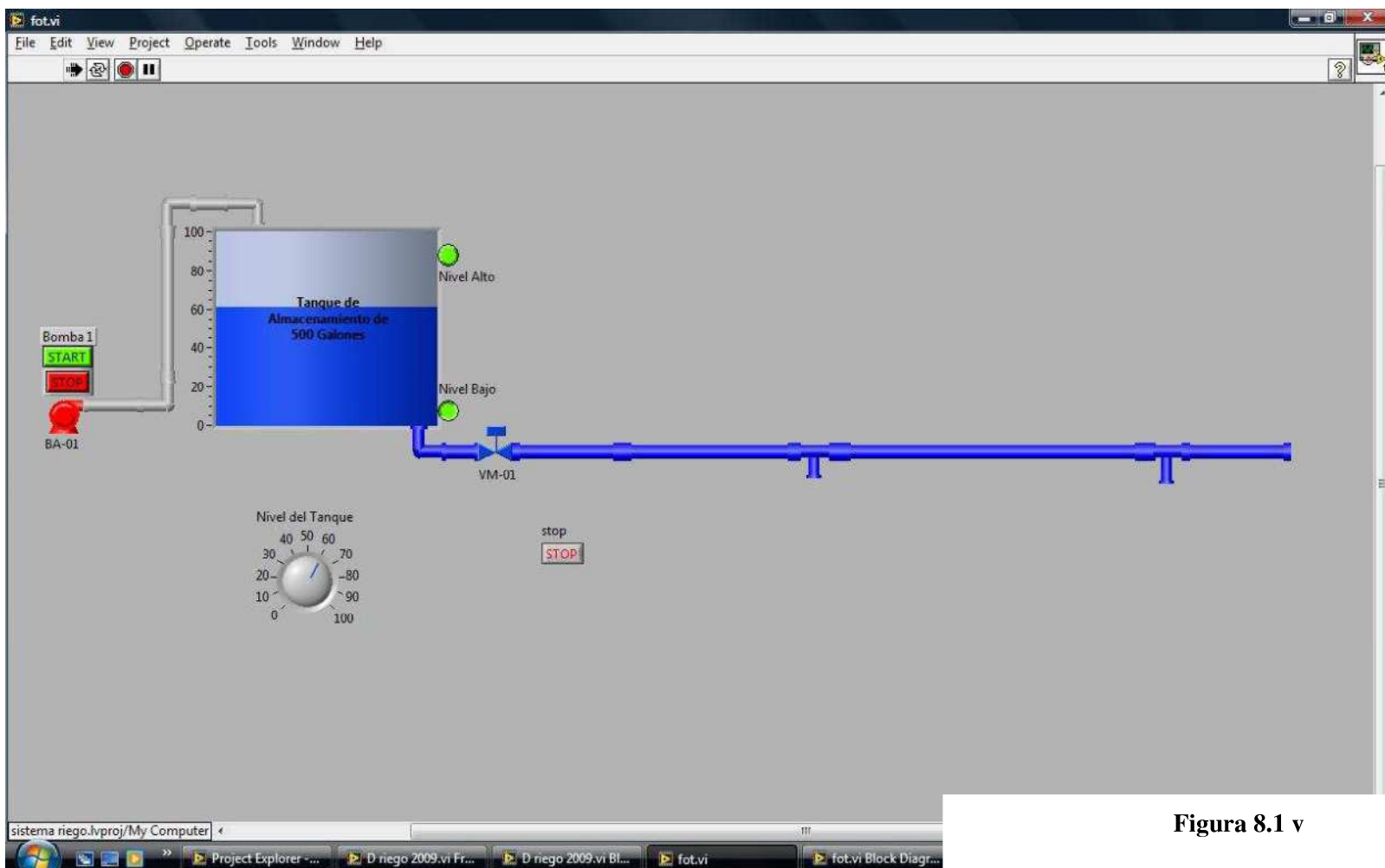


Figura 8.1 v

Pantalla frontal con el cierre de la tubería.

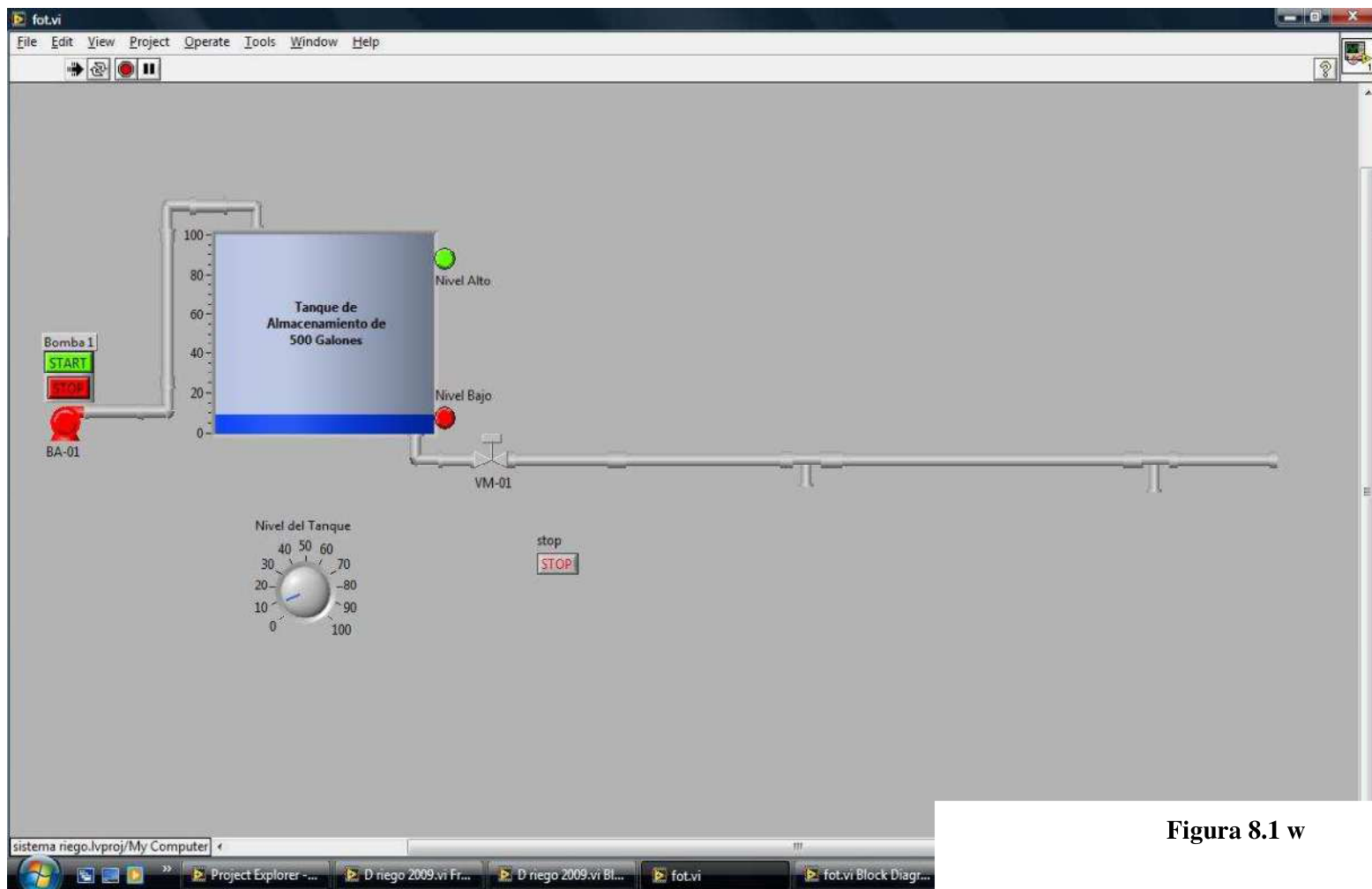


Figura 8.1 w

Diagrama de bloque con toda la tubería.

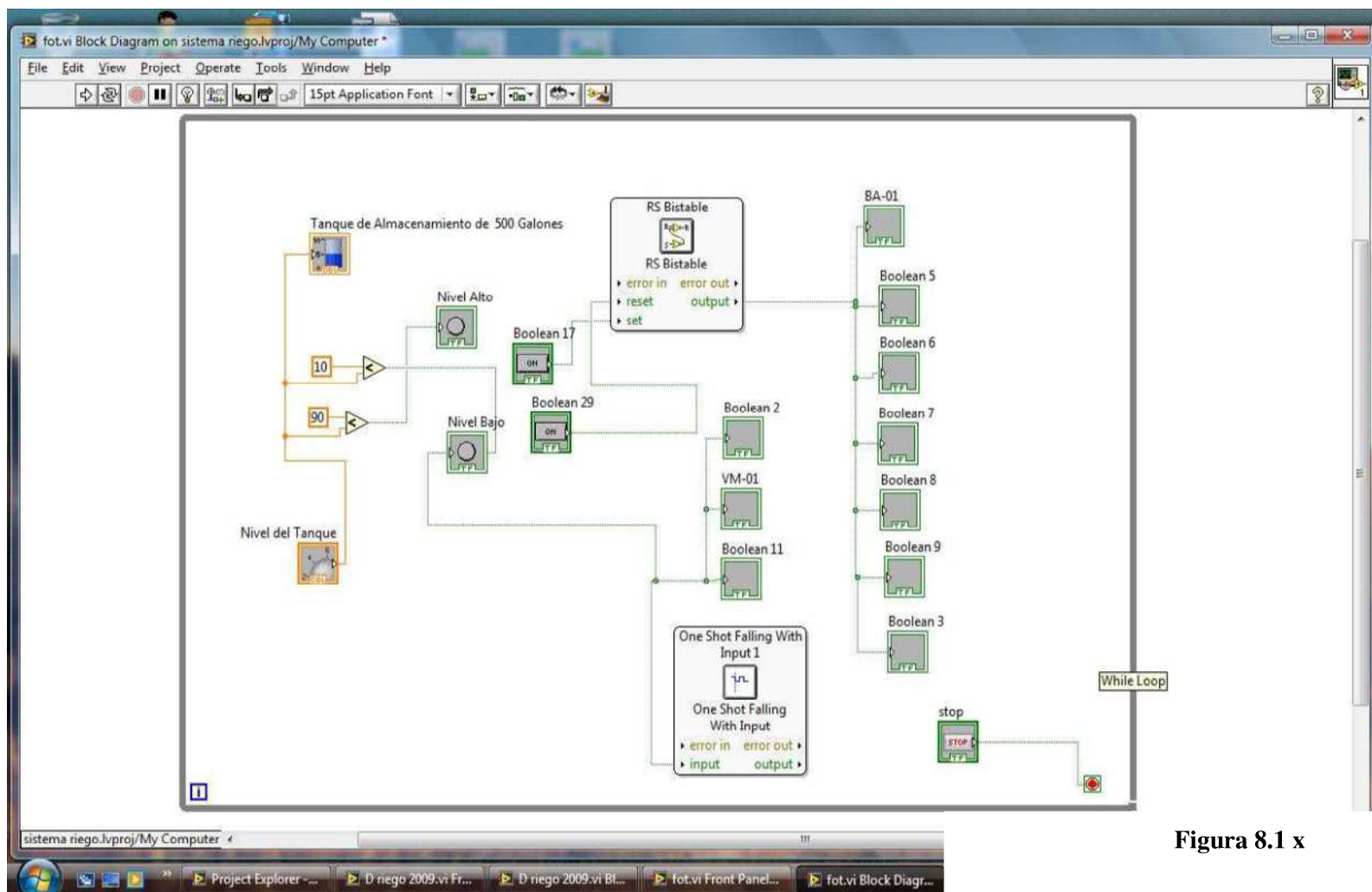


Figura 8.1 x

Propiedades de la tubería.

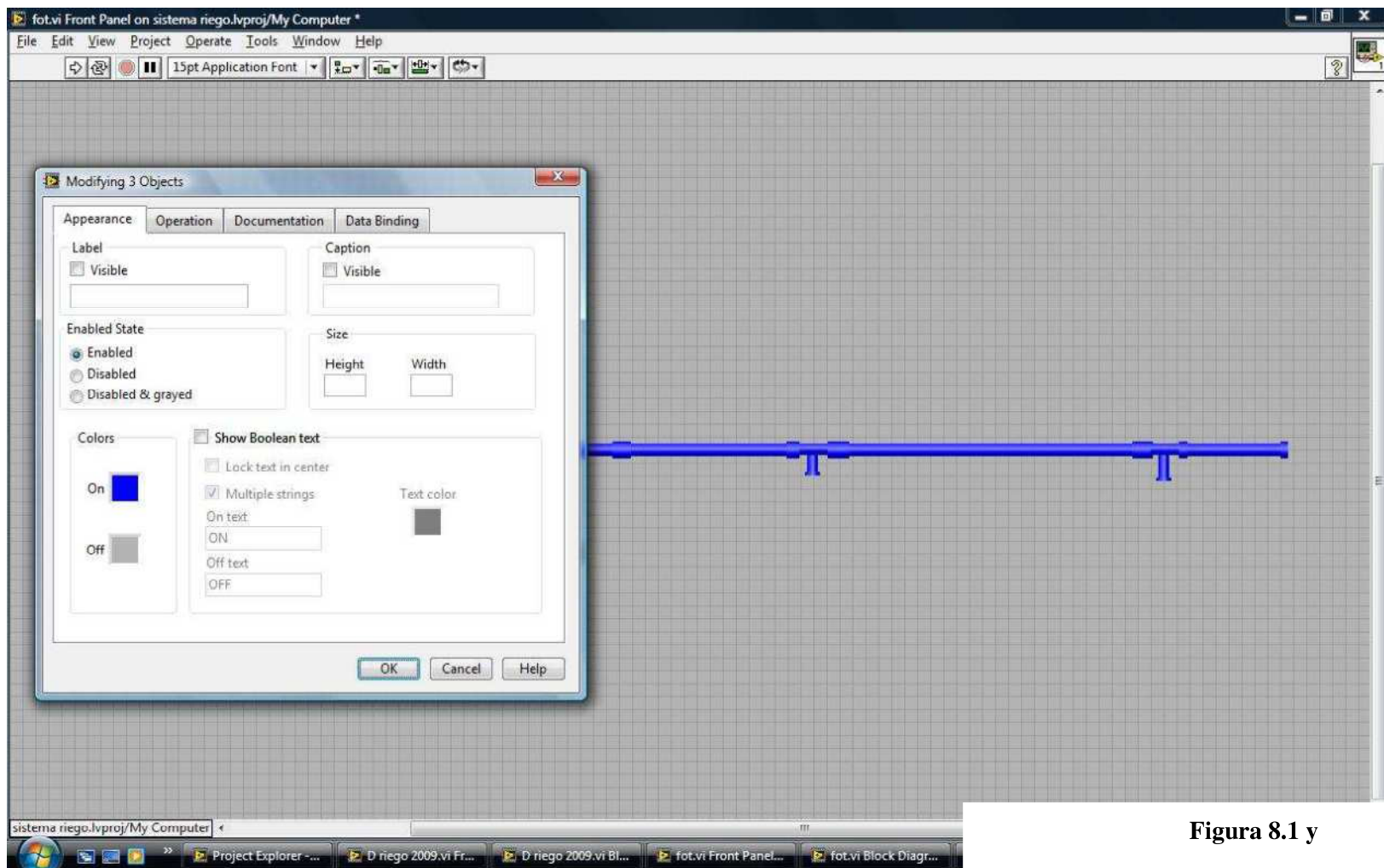


Figura 8.1 y

Pantalla frontal con una válvula solenoide y sus respectivos controladores.

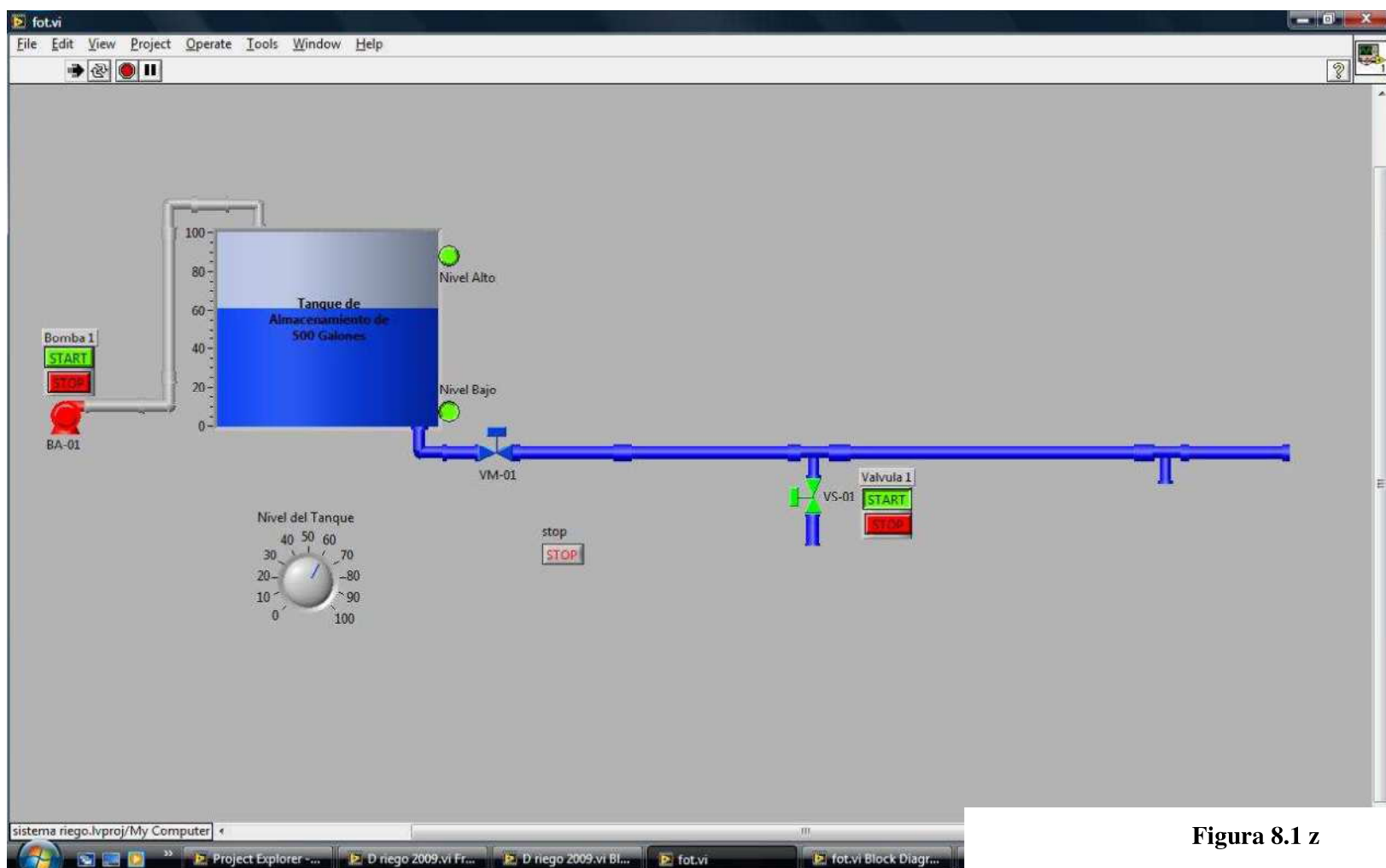


Figura 8.1 z

Pantalla frontal con la comprobación de la válvula solenoide y el stop

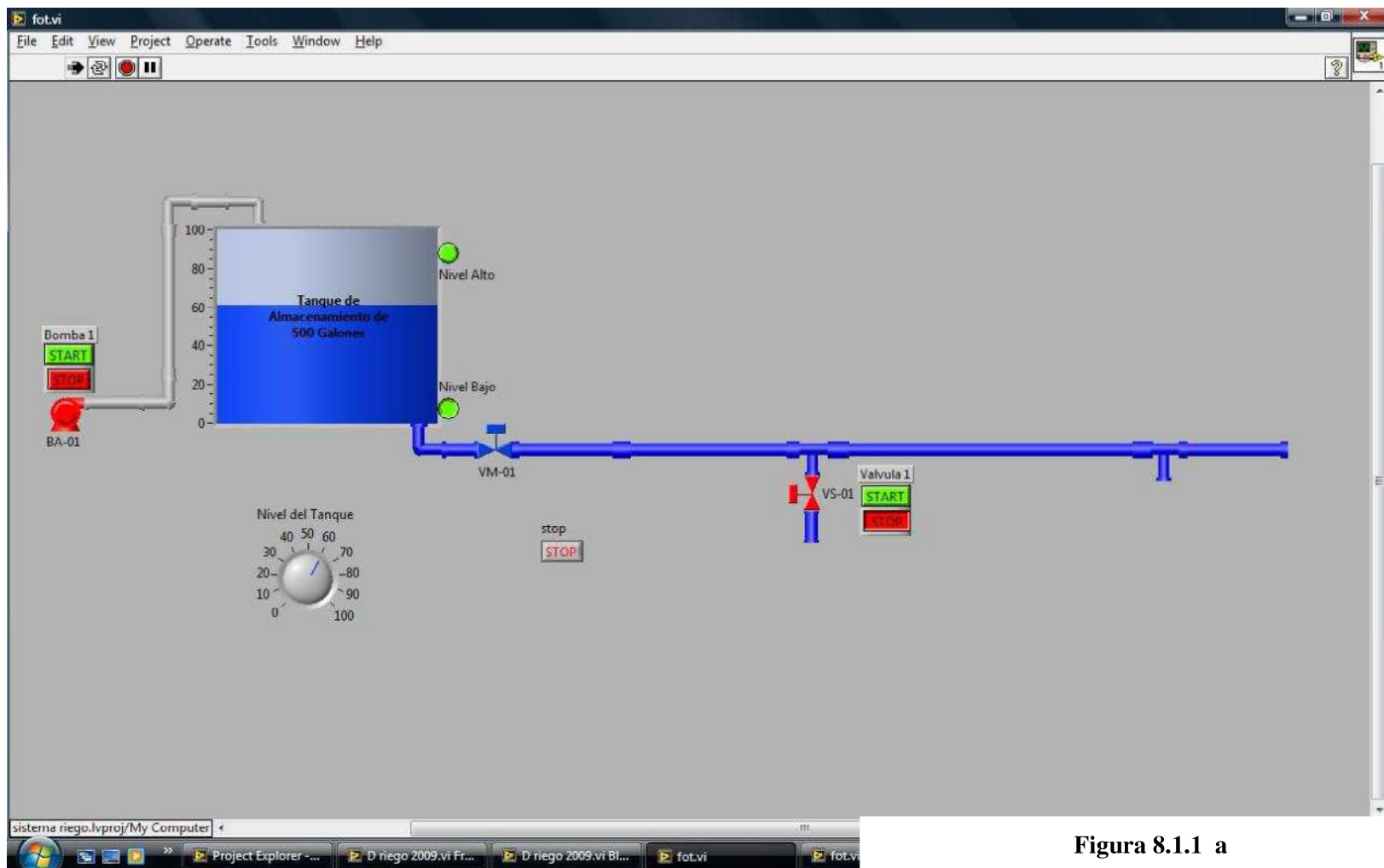


Figura 8.1.1 a

Propiedades de la válvula solenoide.

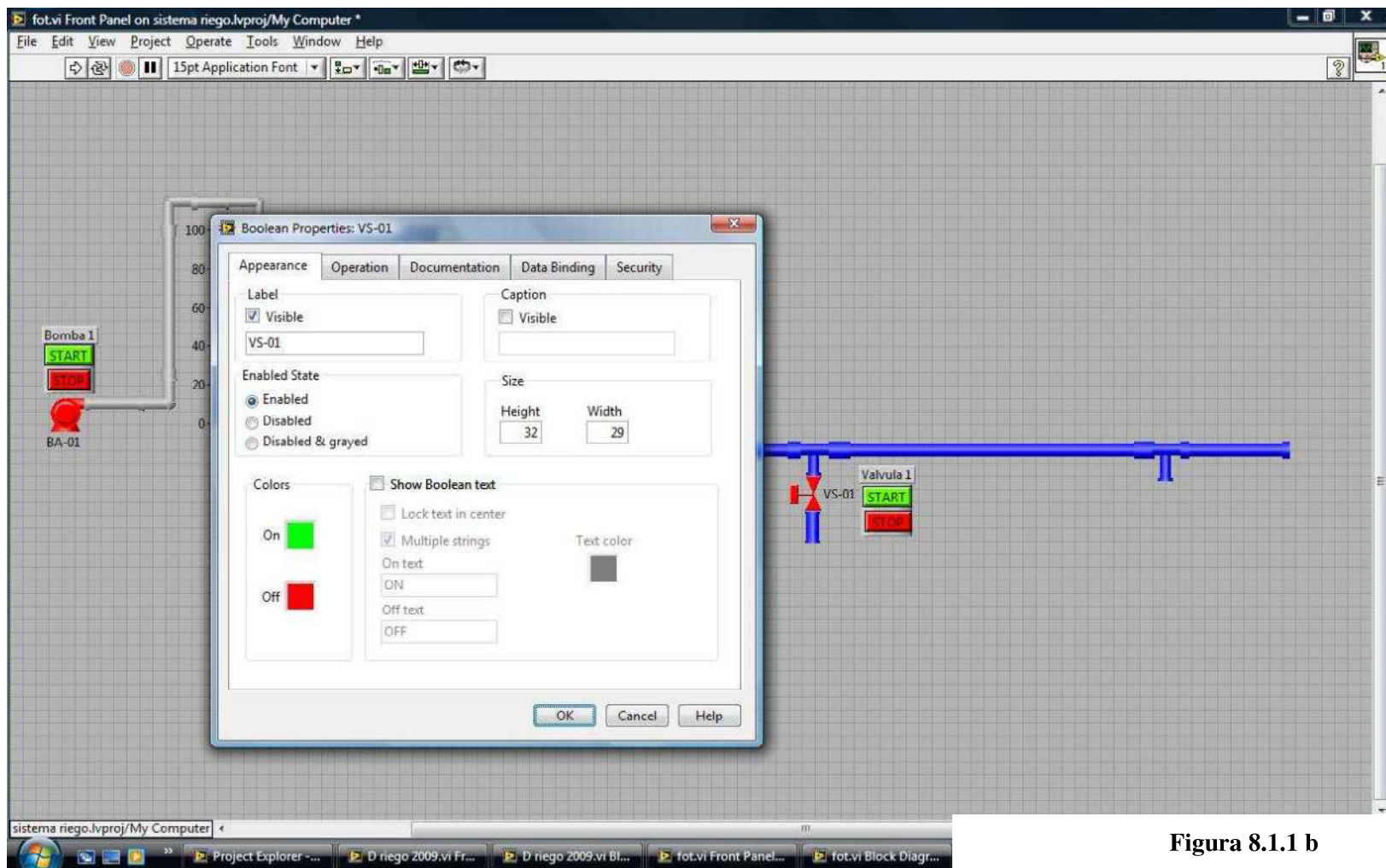


Figura 8.1.1 b

Propiedades del botón stop.

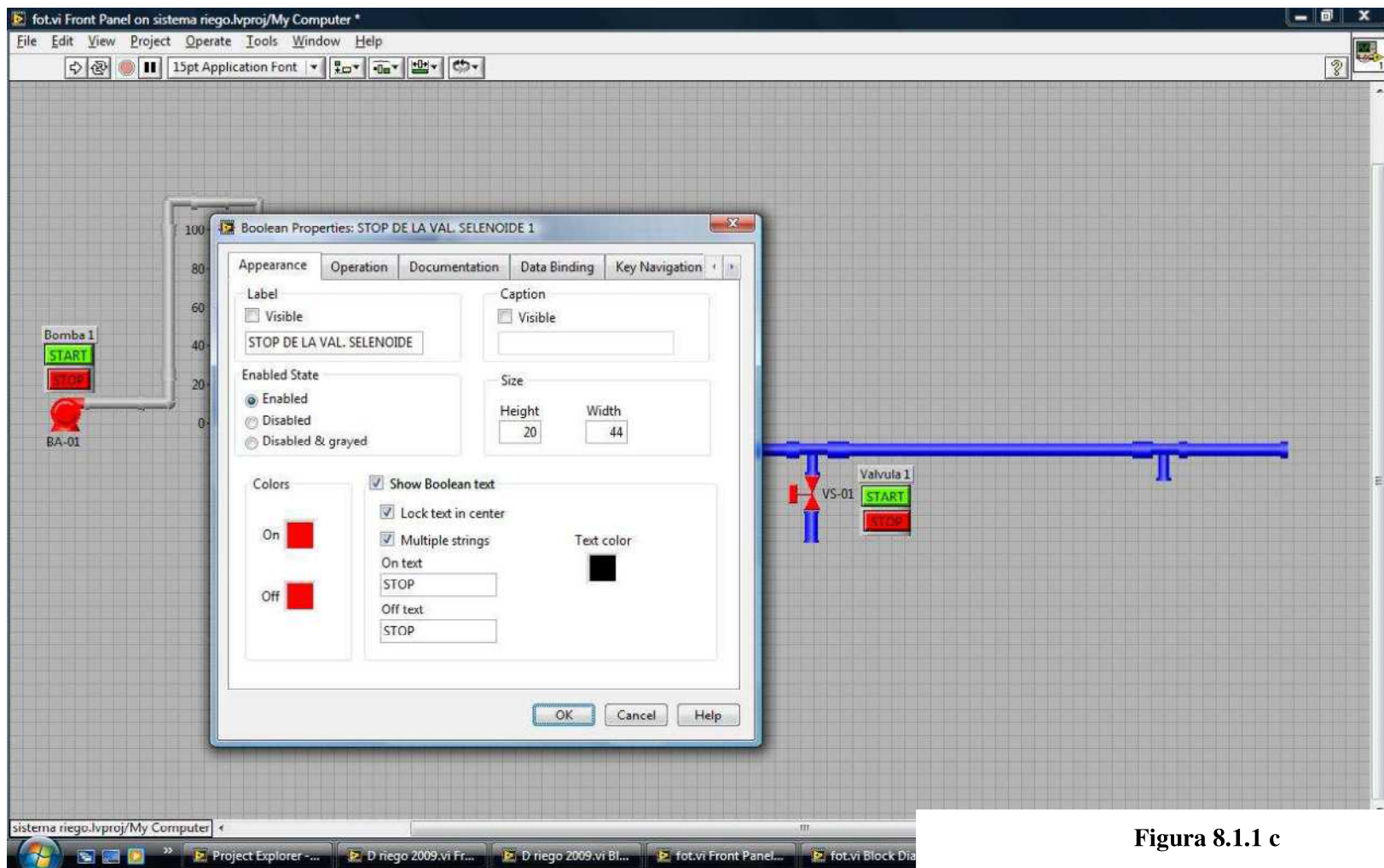


Figura 8.1.1 c

Propiedades del botón start.

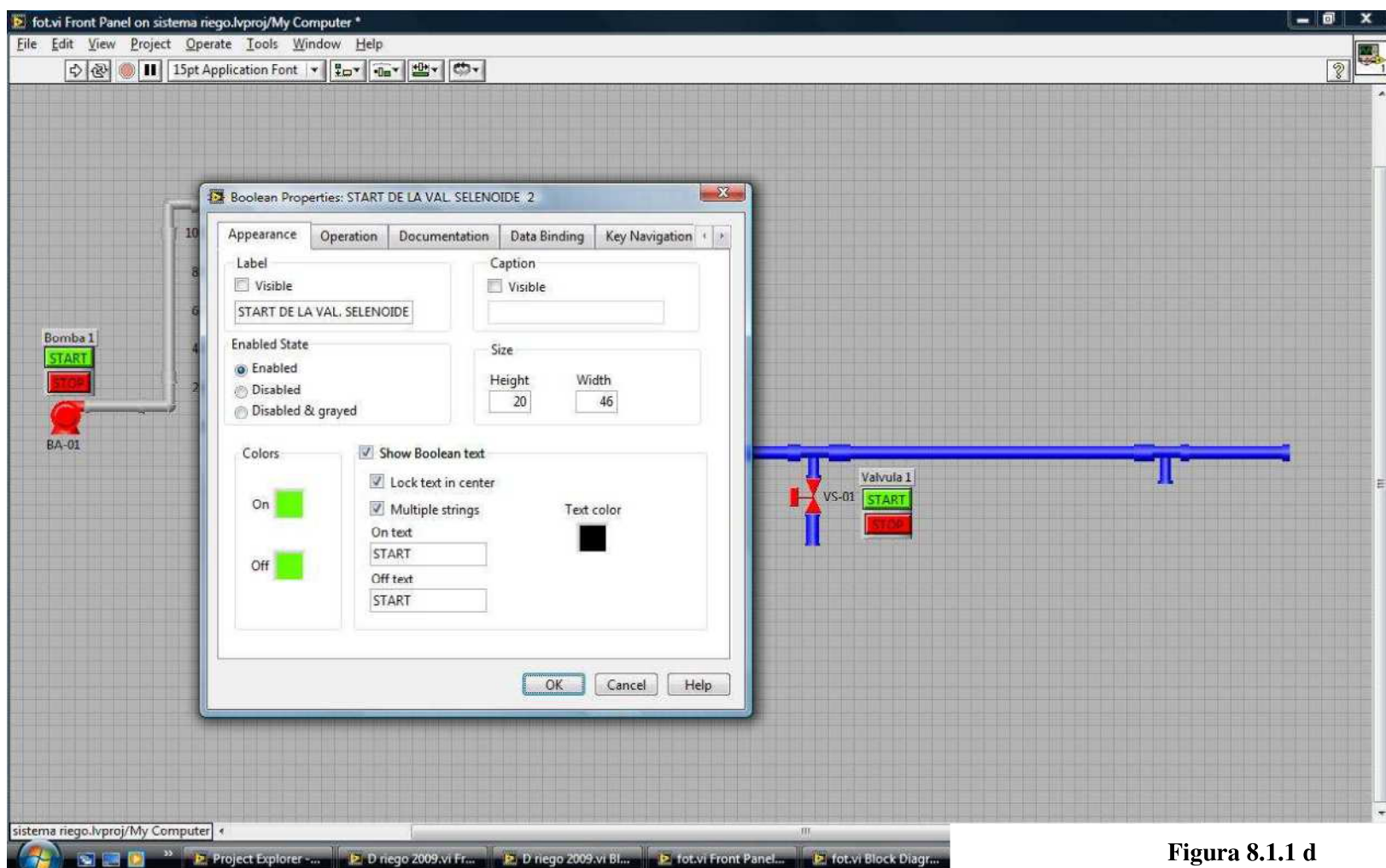


Figura 8.1.1 d

Diagrama de bloque, aquí podemos ver la válvula solenoide con sus controladores.

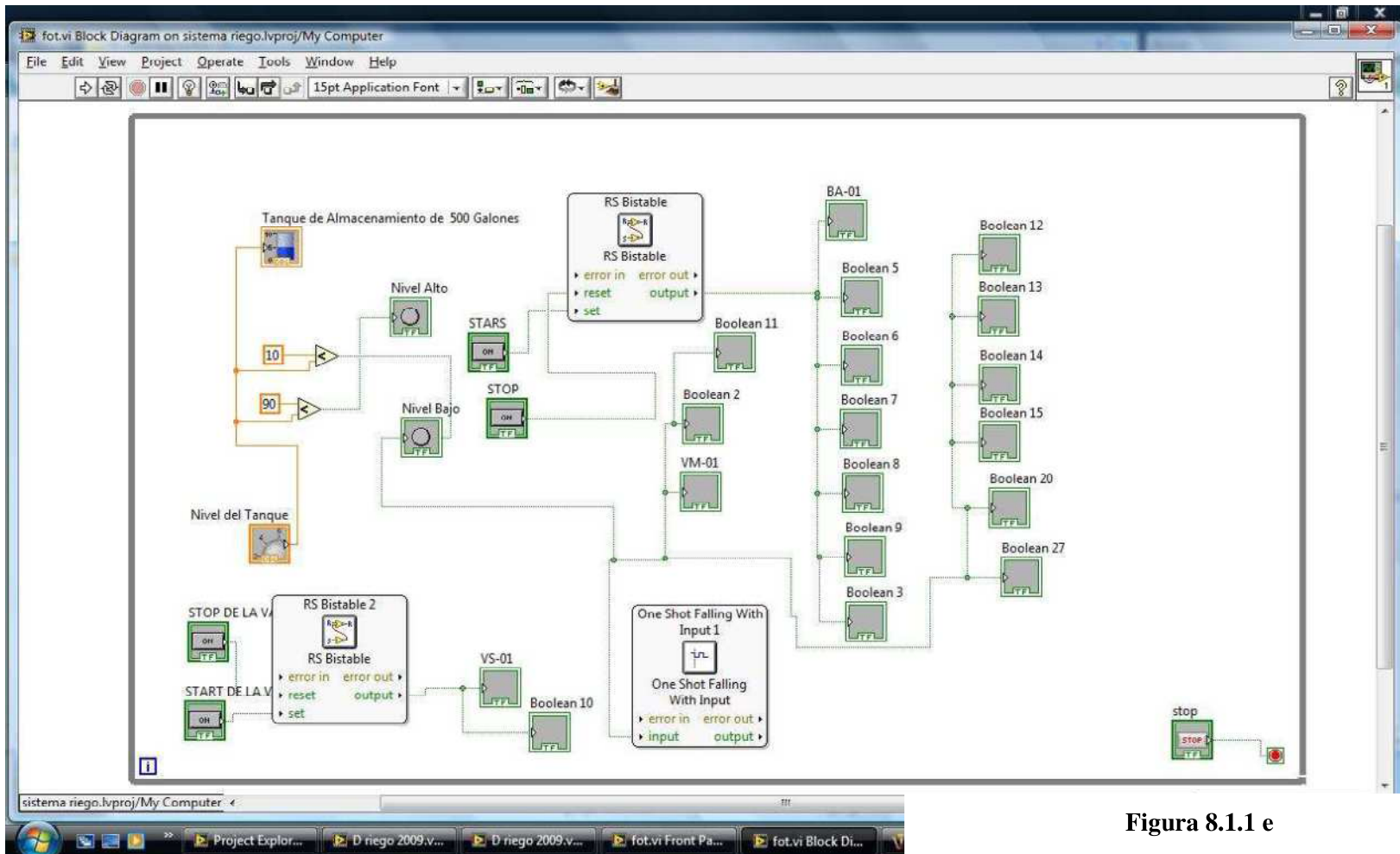


Figura 8.1.1 e

Pantalla frontal con su tubería y su sección de riego que maneja la primera válvula solenoide y podemos ver como se activa la válvula.

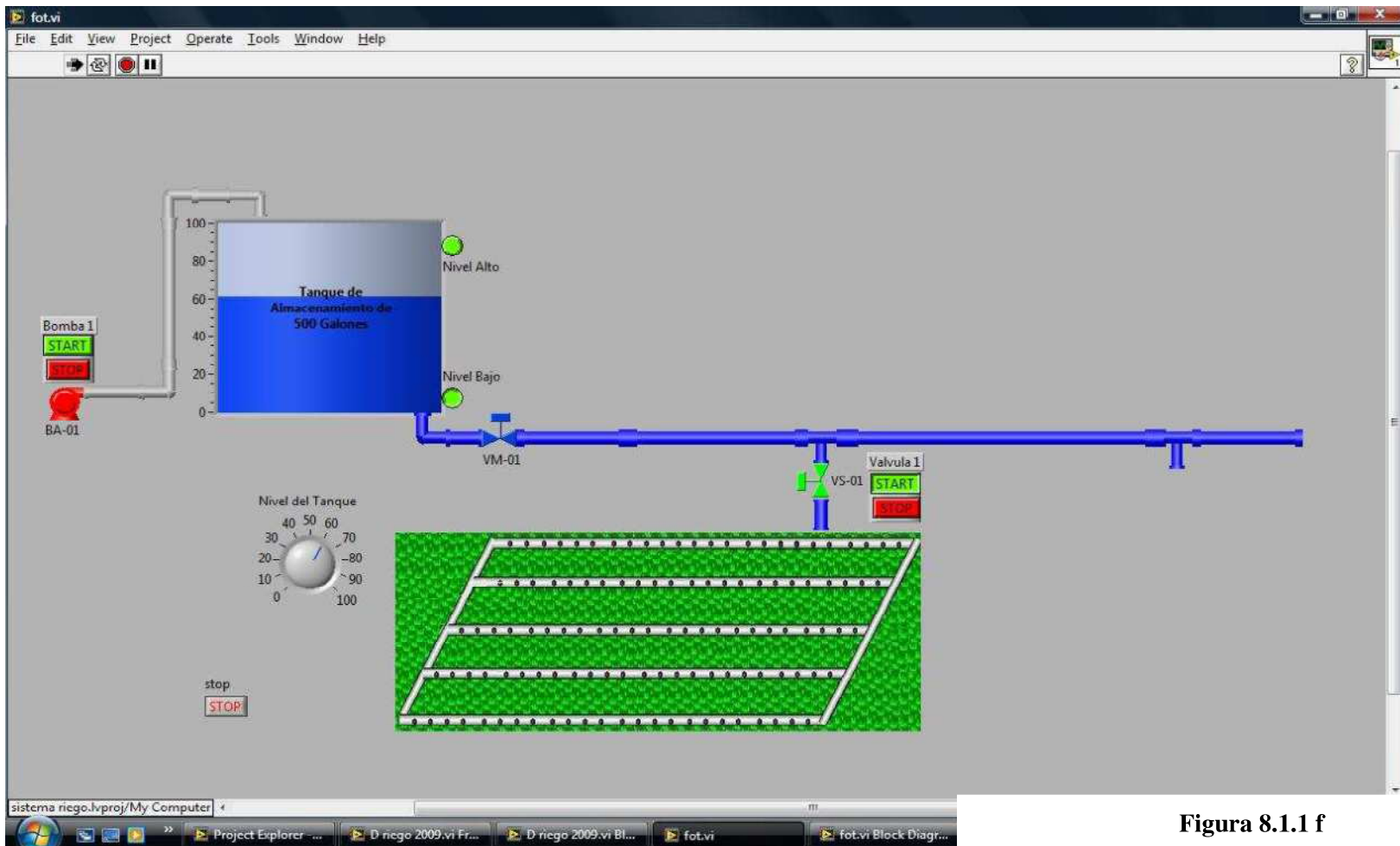


Figura 8.1.1 f

Pantalla frontal con su tubería y su sección de riego que maneja la primera válvula solenoide y podemos ver como se desactiva la válvula.

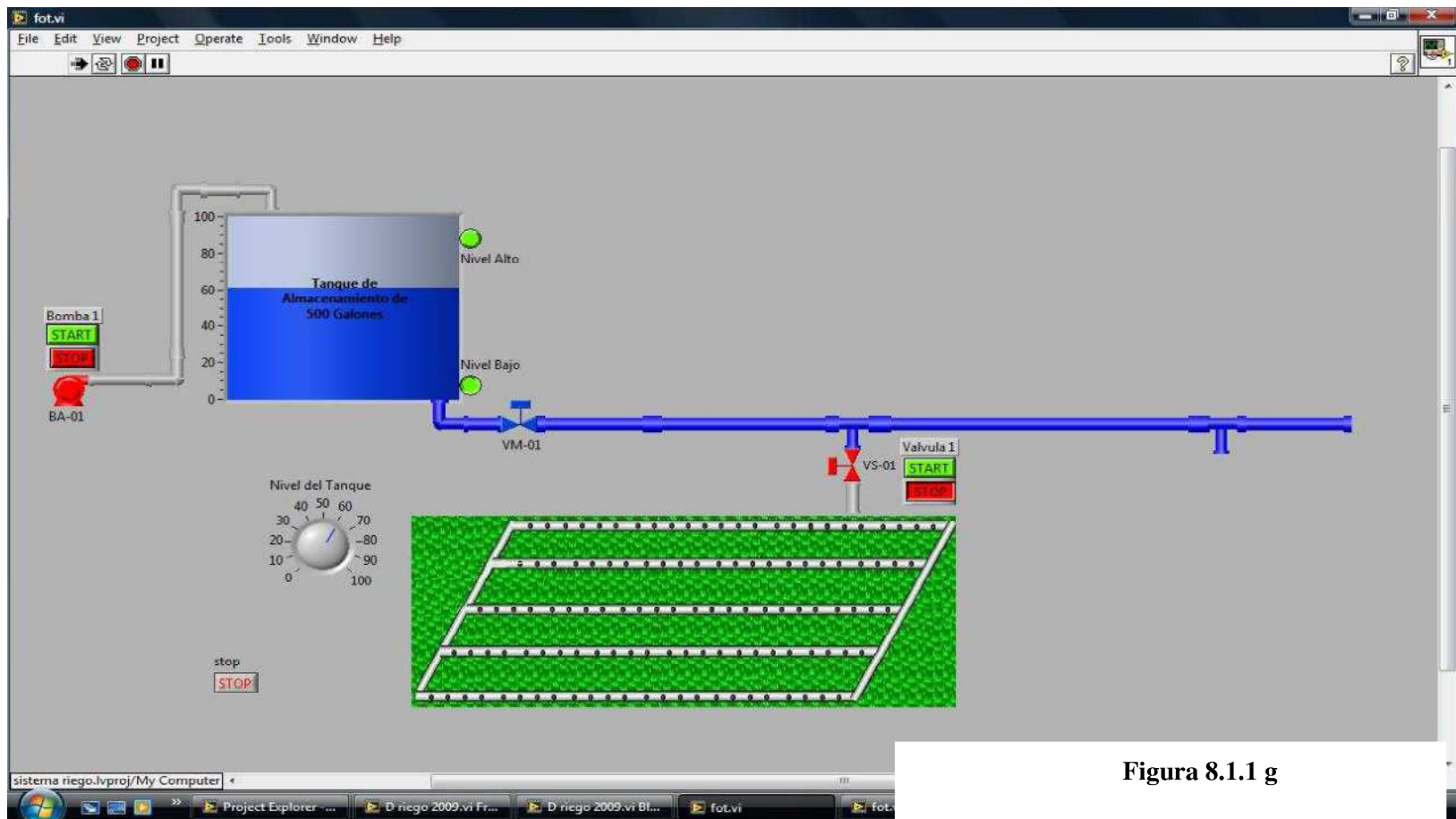


Figura 8.1.1 g

Pantalla frontal con la segunda válvula solenoide con sus controladores donde esta presionado el start activando la misma y sus respectiva sección de riego .

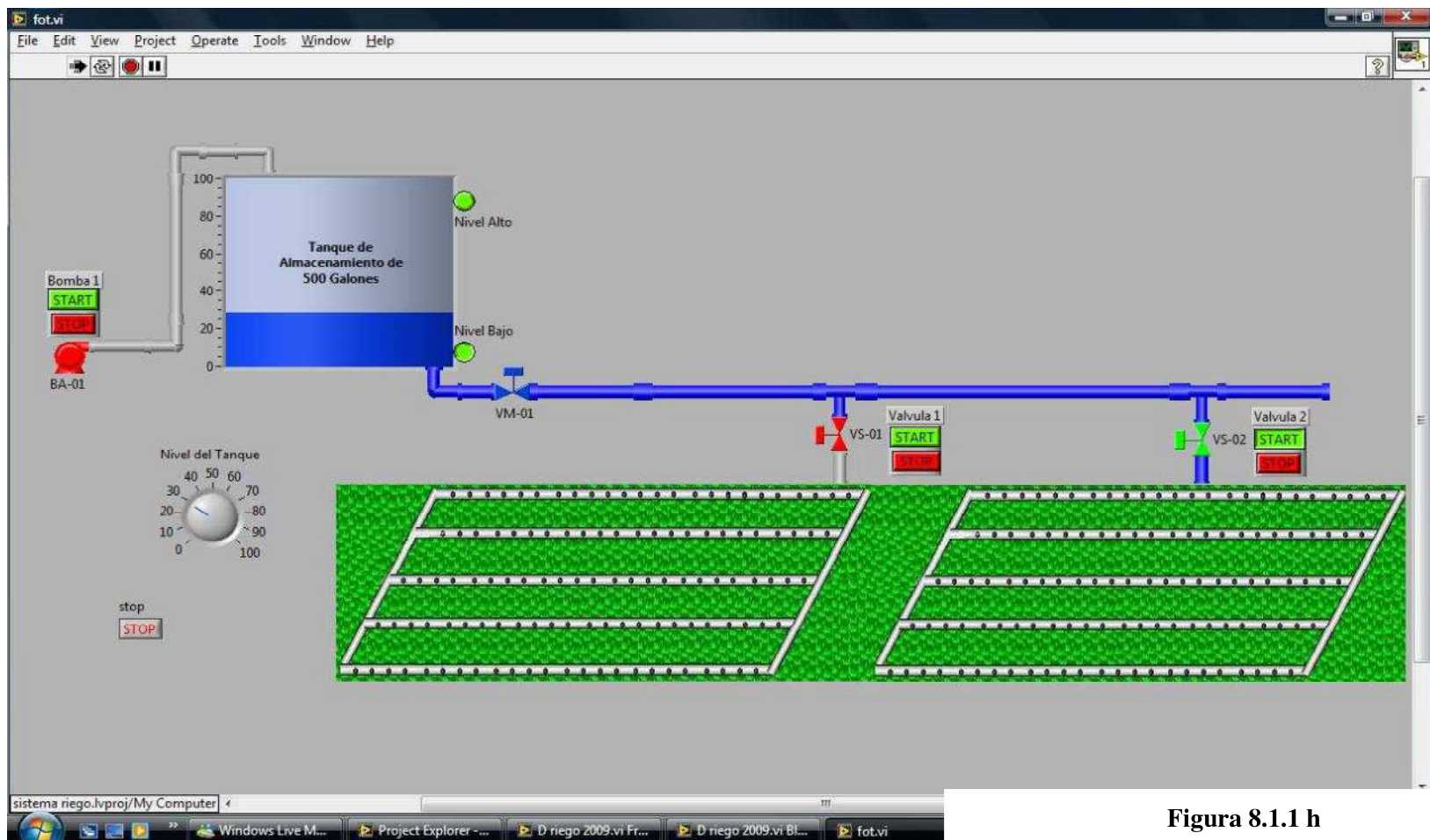


Figura 8.1.1 h

Pantalla frontal probando el stop de la segunda válvula solenoide.

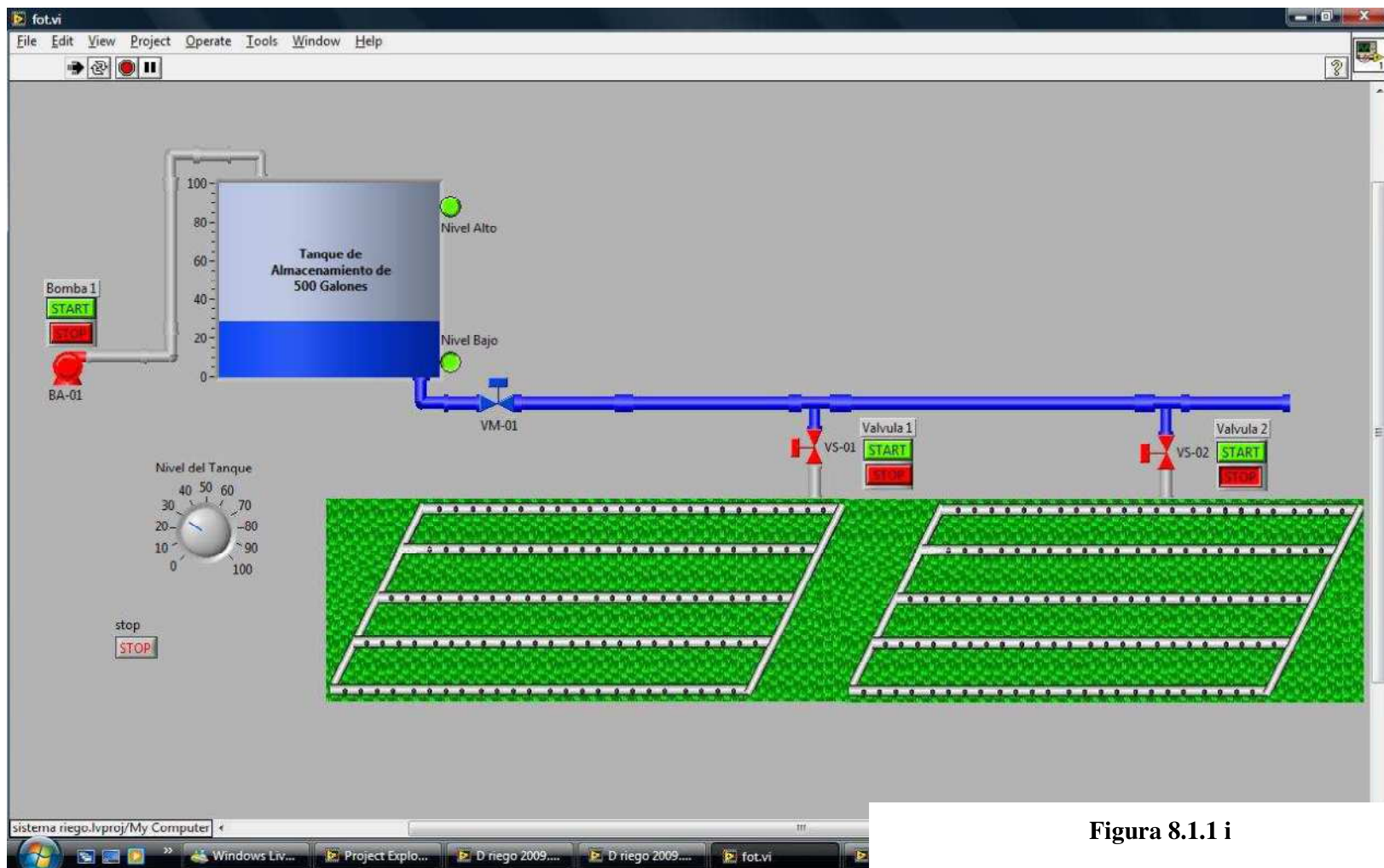


Figura 8.1.1 i

Propiedades del botón stop de la segunda válvula solenoide.

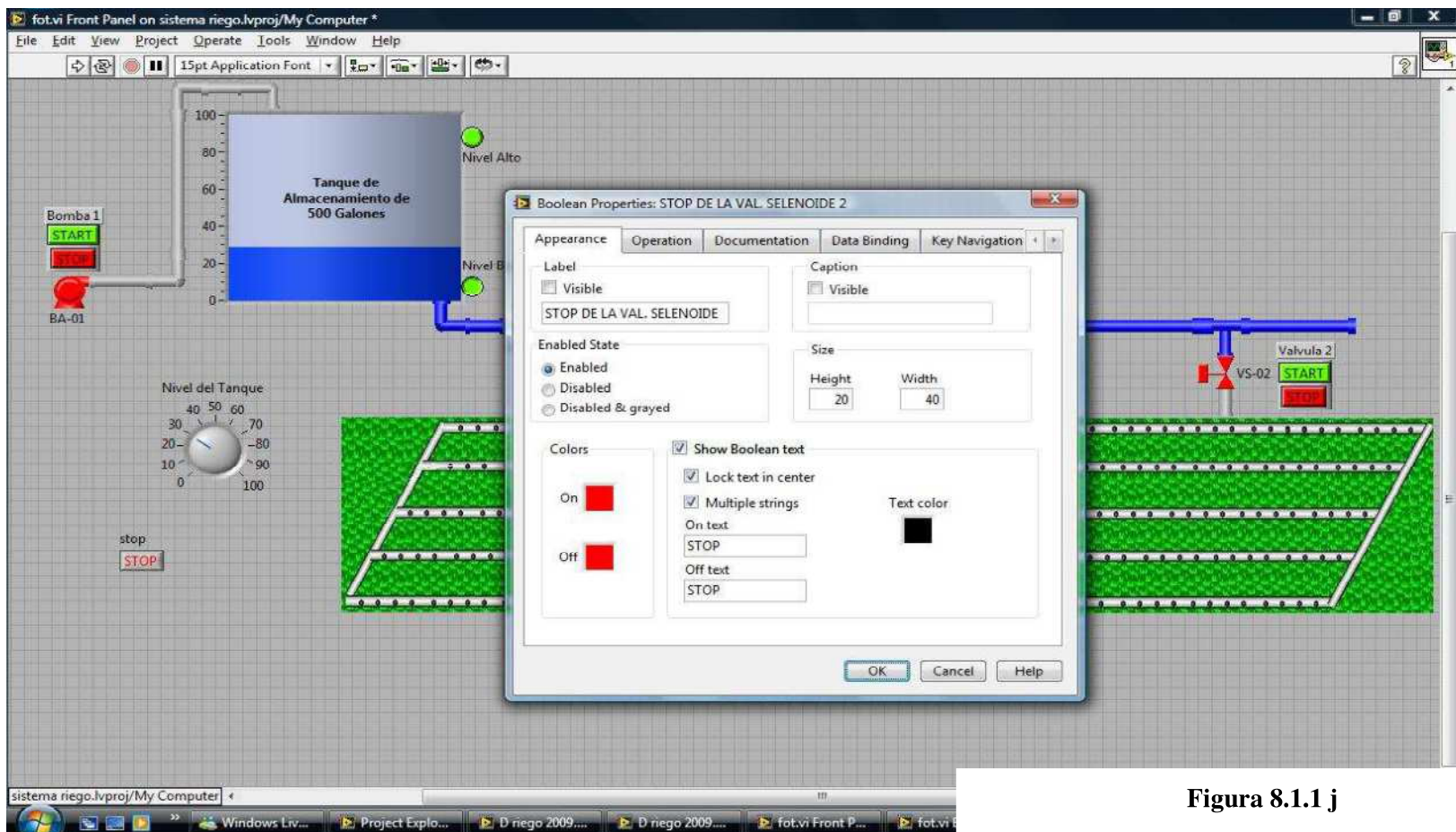


Figura 8.1.1 j

Propiedades del botón start de la segunda válvula solenoide.

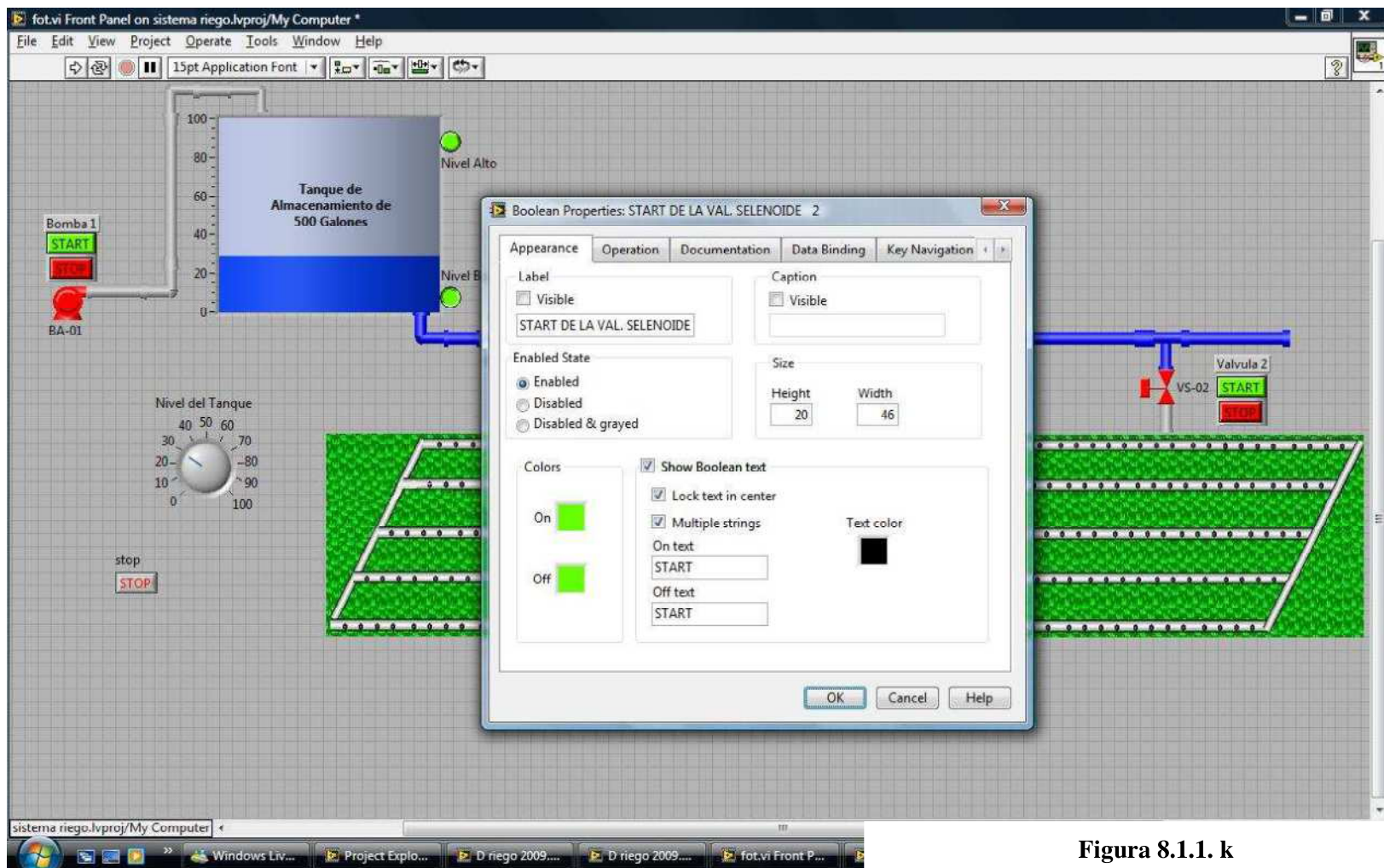


Figura 8.1.1. k

Diagrama de bloque, como podemos ver la conexión de la segunda válvula solenoide.

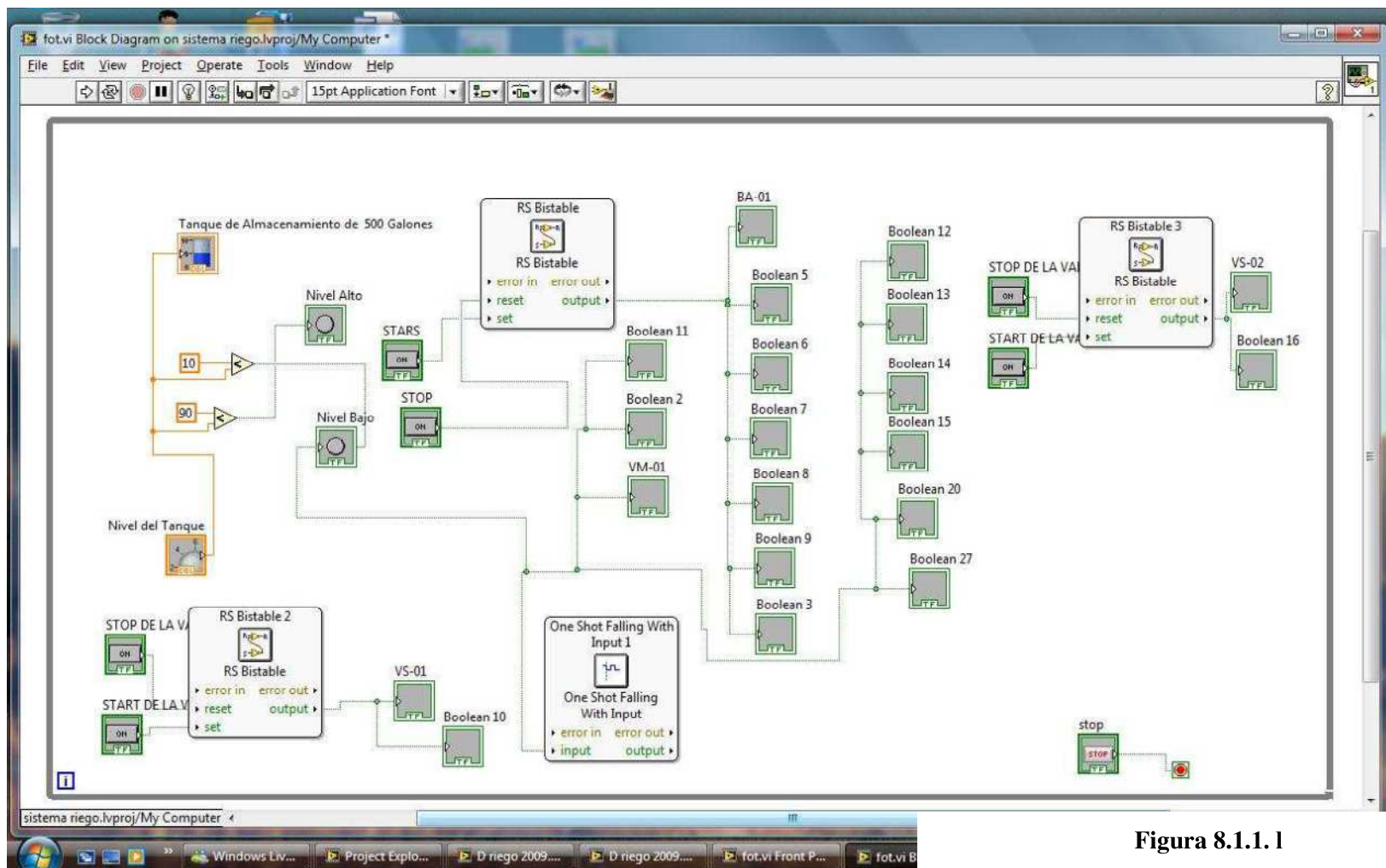


Figura 8.1.1. l

Pantalla principal como podemos ver esta un medidor de humedad relativo por medio de sensores manejándolo por medio de una perilla.

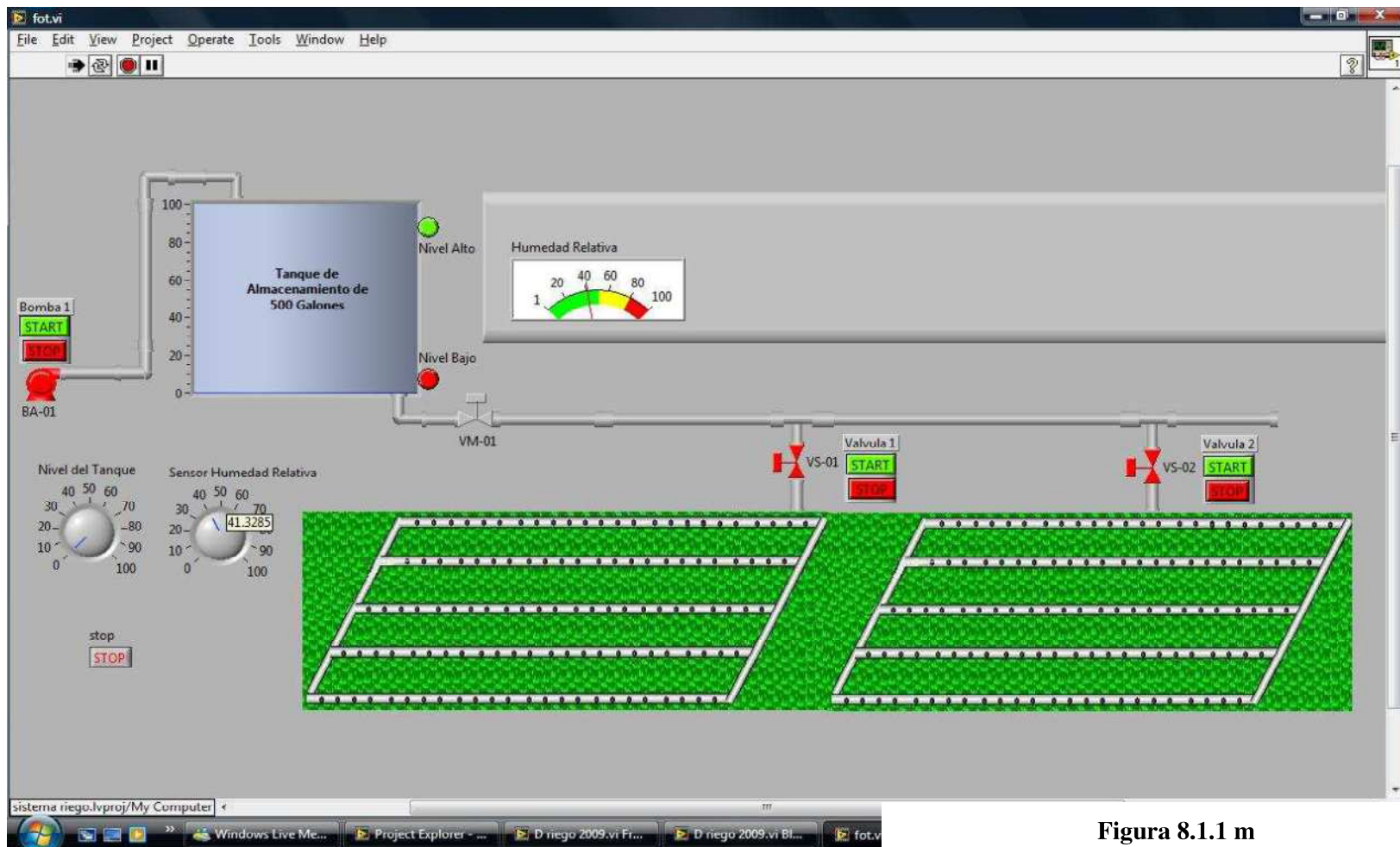


Figura 8.1.1 m

Propiedades de de la perilla del medidor de humedad relativa.

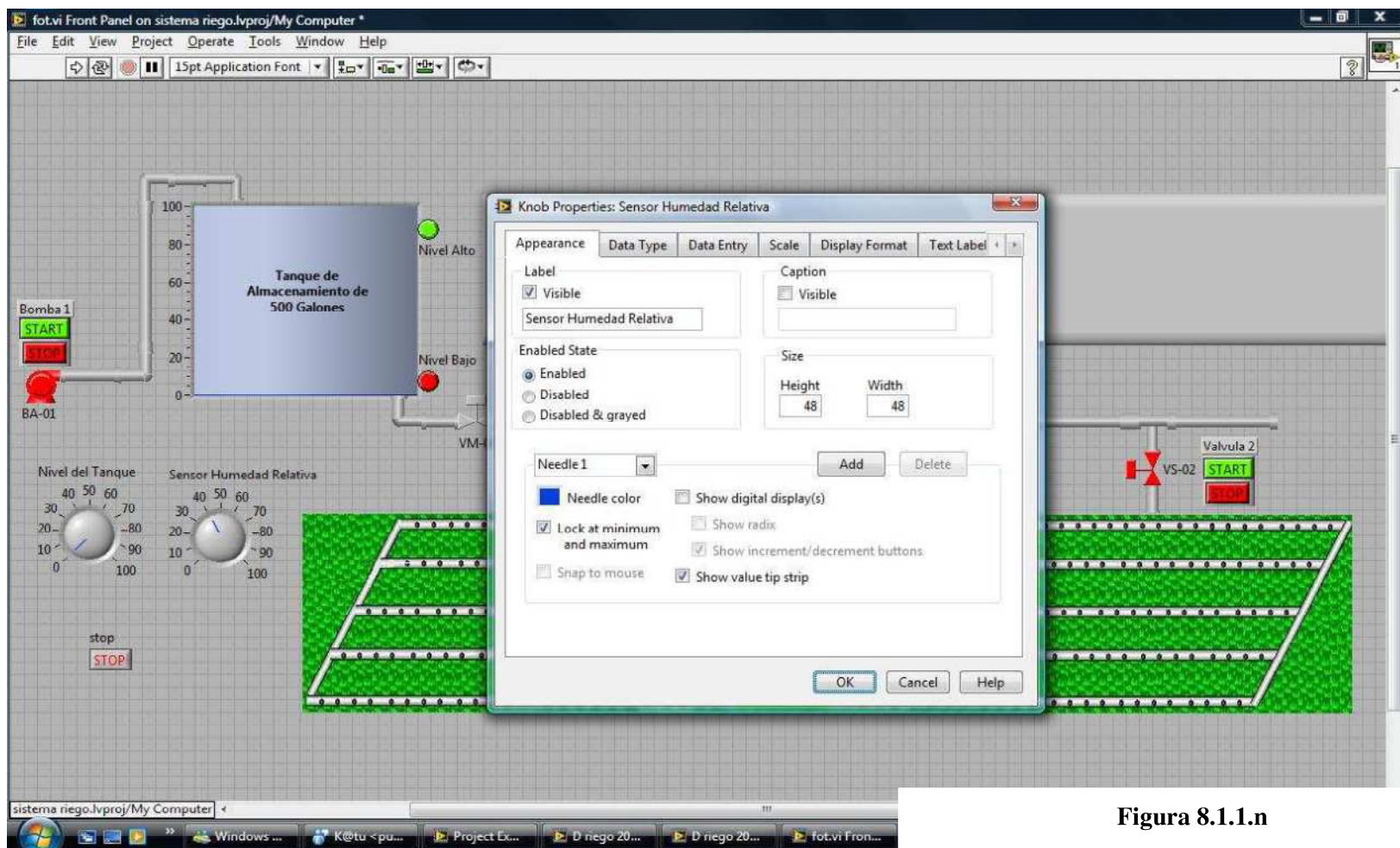


Figura 8.1.1.n

En la pantalla principal podemos observar las propiedades del medidor de humedad.

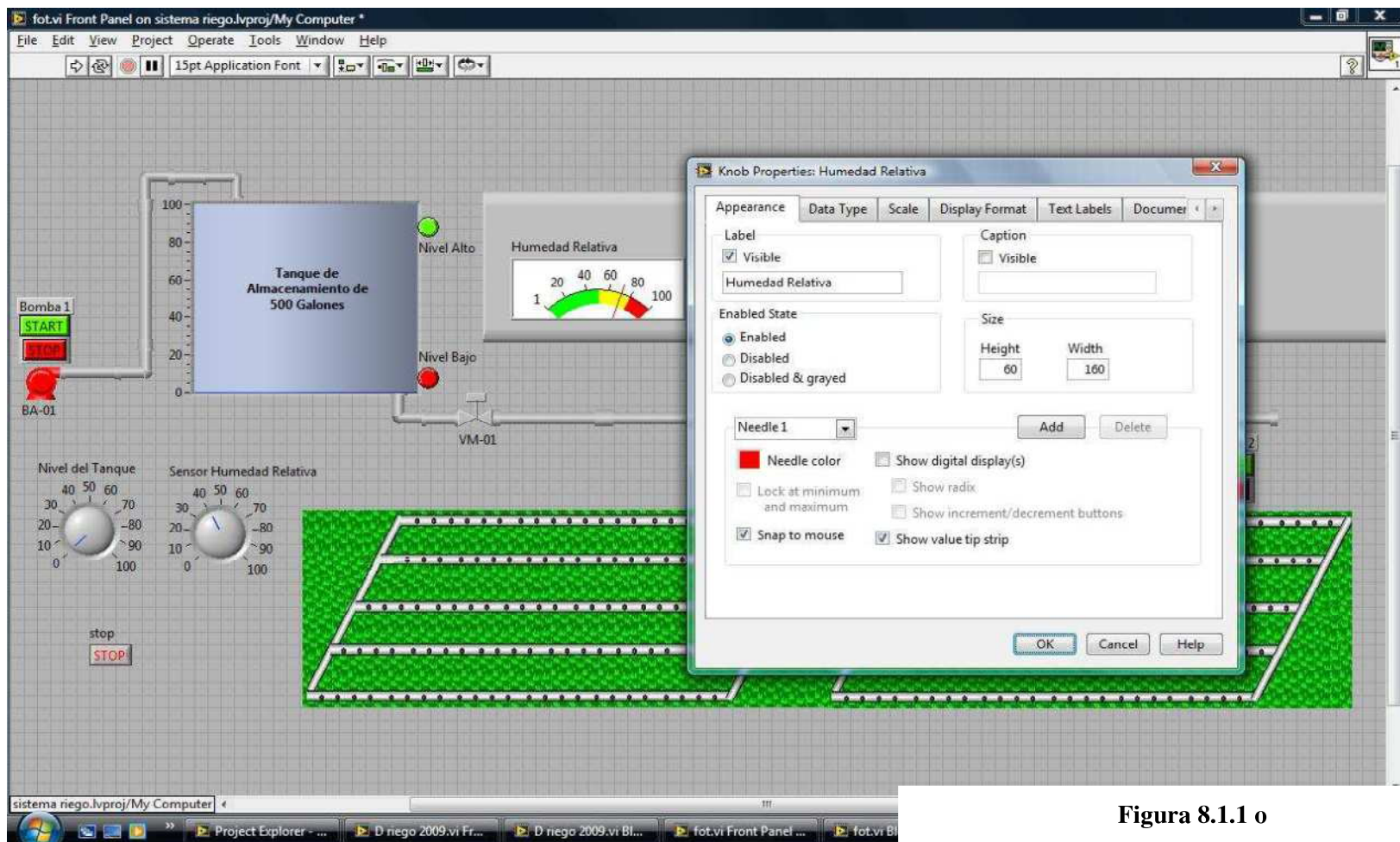


Figura 8.1.1 o

Diagrama de bloque podemos observar la conexión de la perilla con el medidor de humedad relativa.

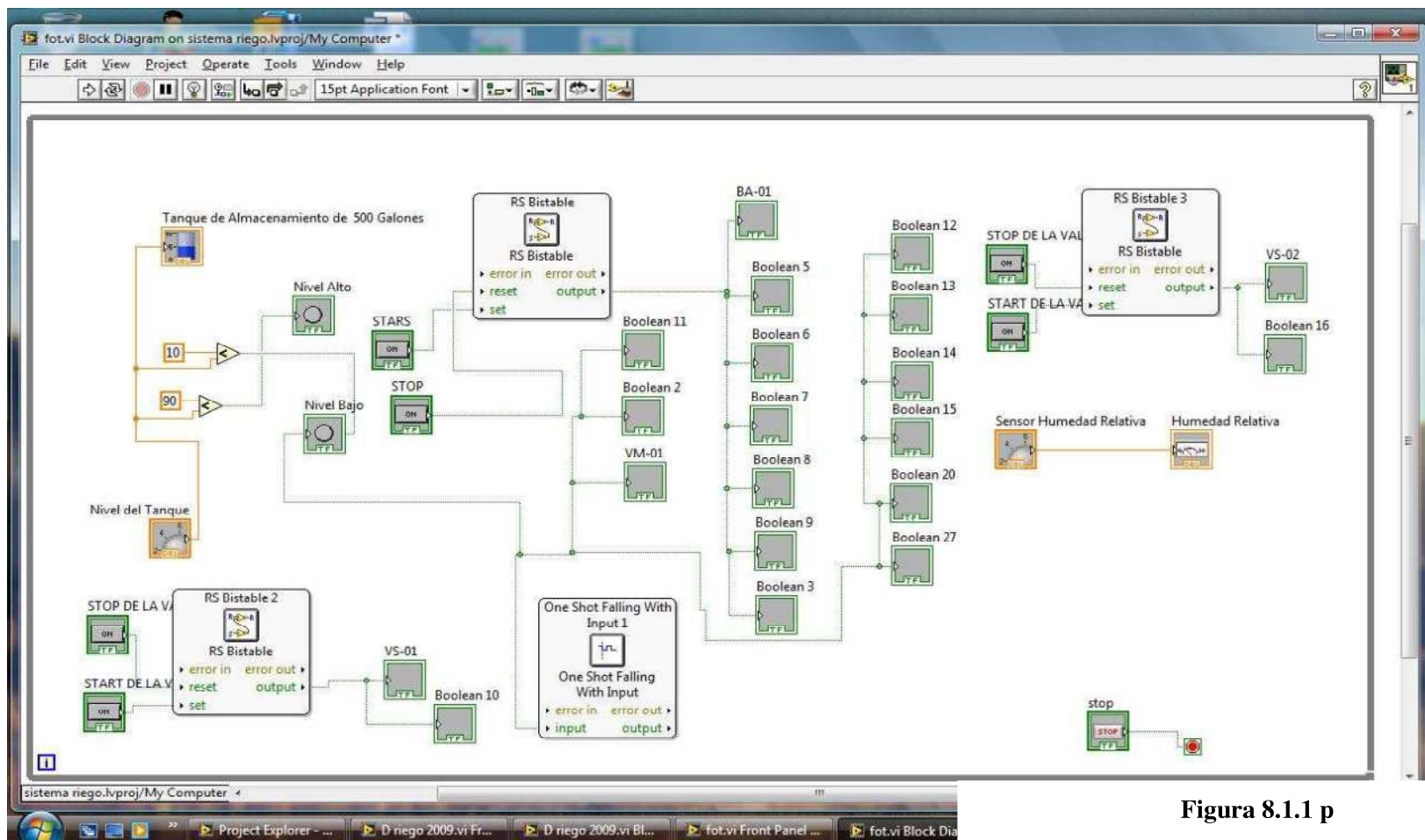


Figura 8.1.1 p

En la pantalla principal podemos observar el medidor de temperatura.

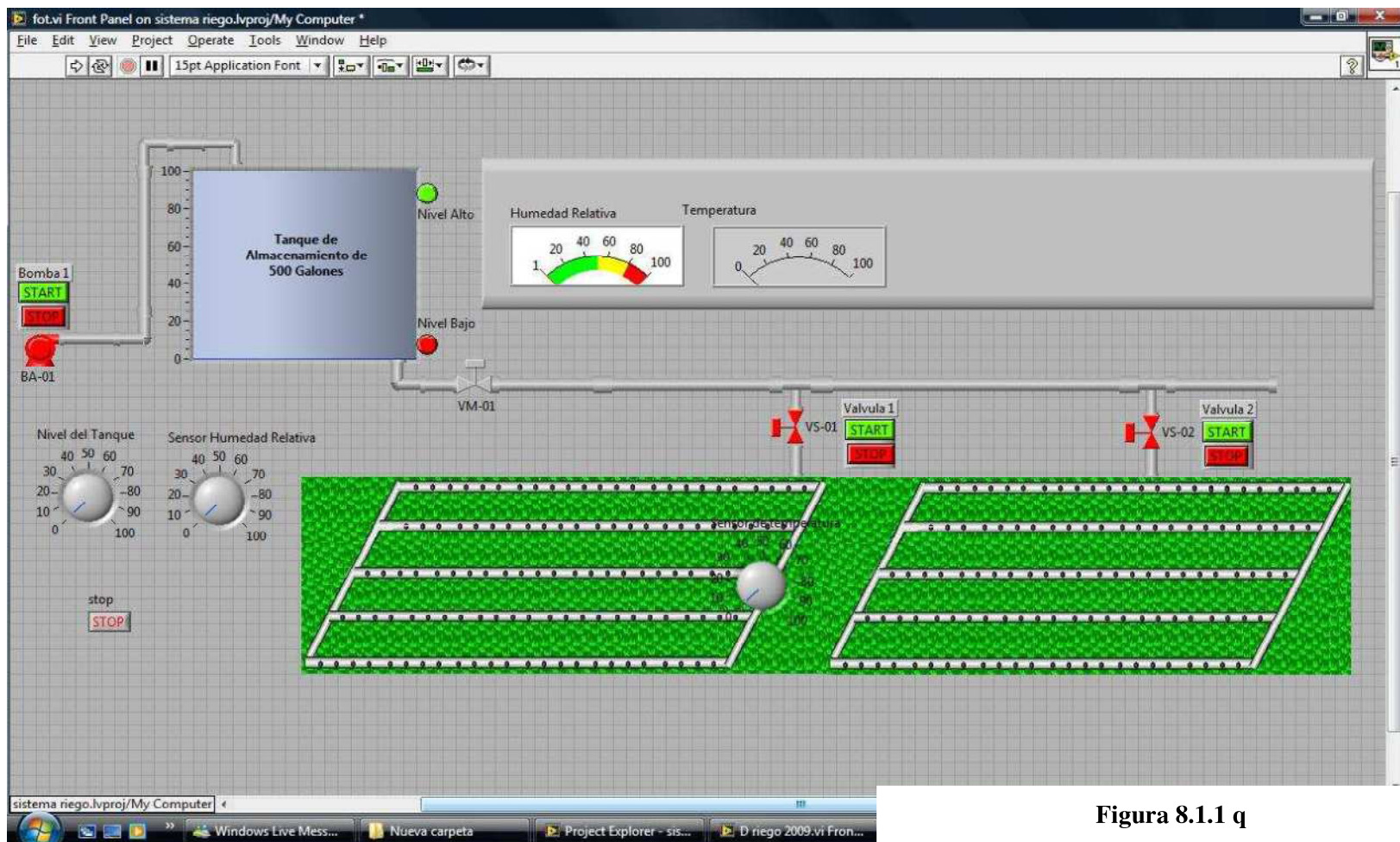


Figura 8.1.1 q

En la pantalla podemos observar una tercera perilla con la cual vamos a manejar la temperatura.

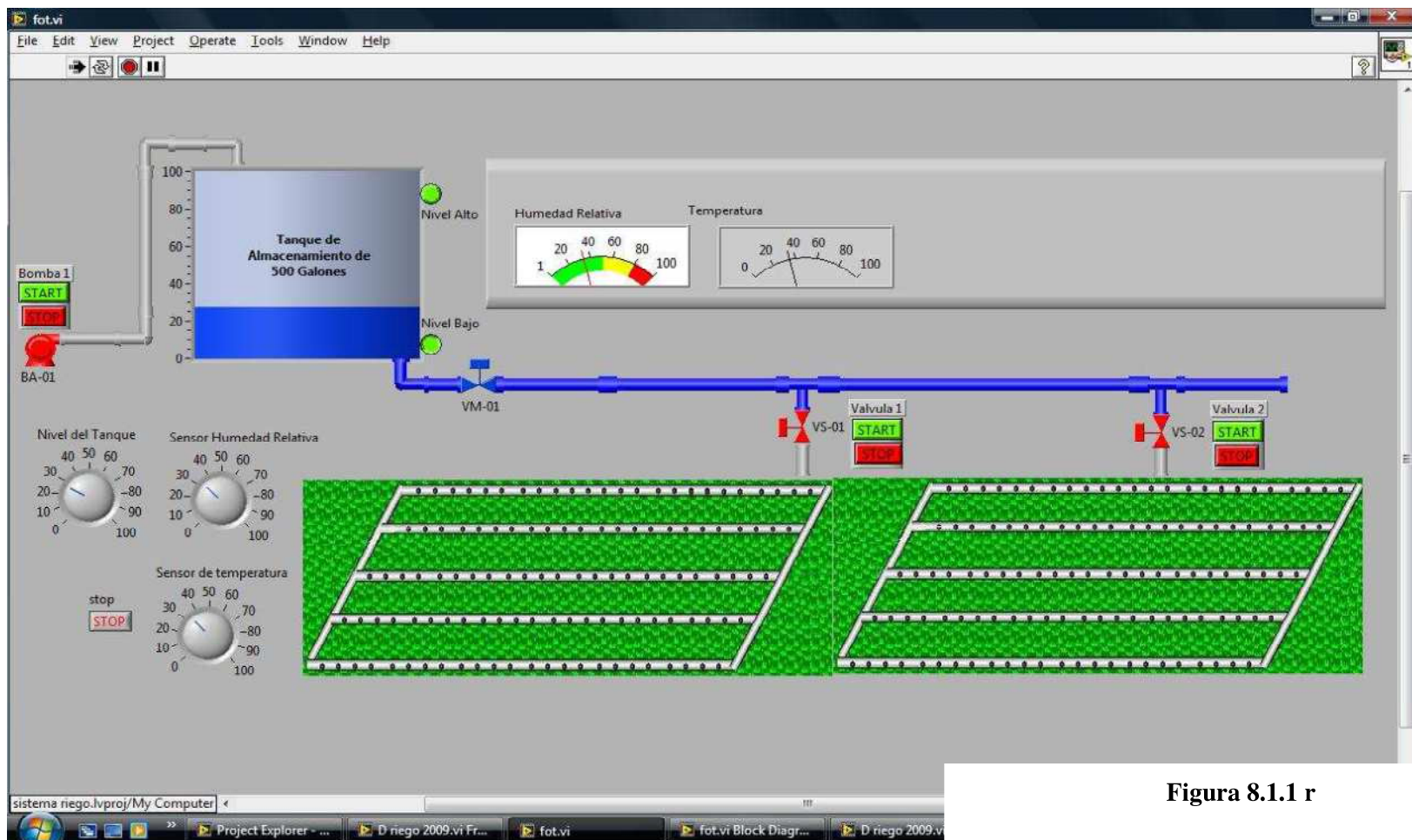


Figura 8.1.1 r

Diagrama de bloque donde podemos observar la conexión de la perilla con el medidor de humedad.

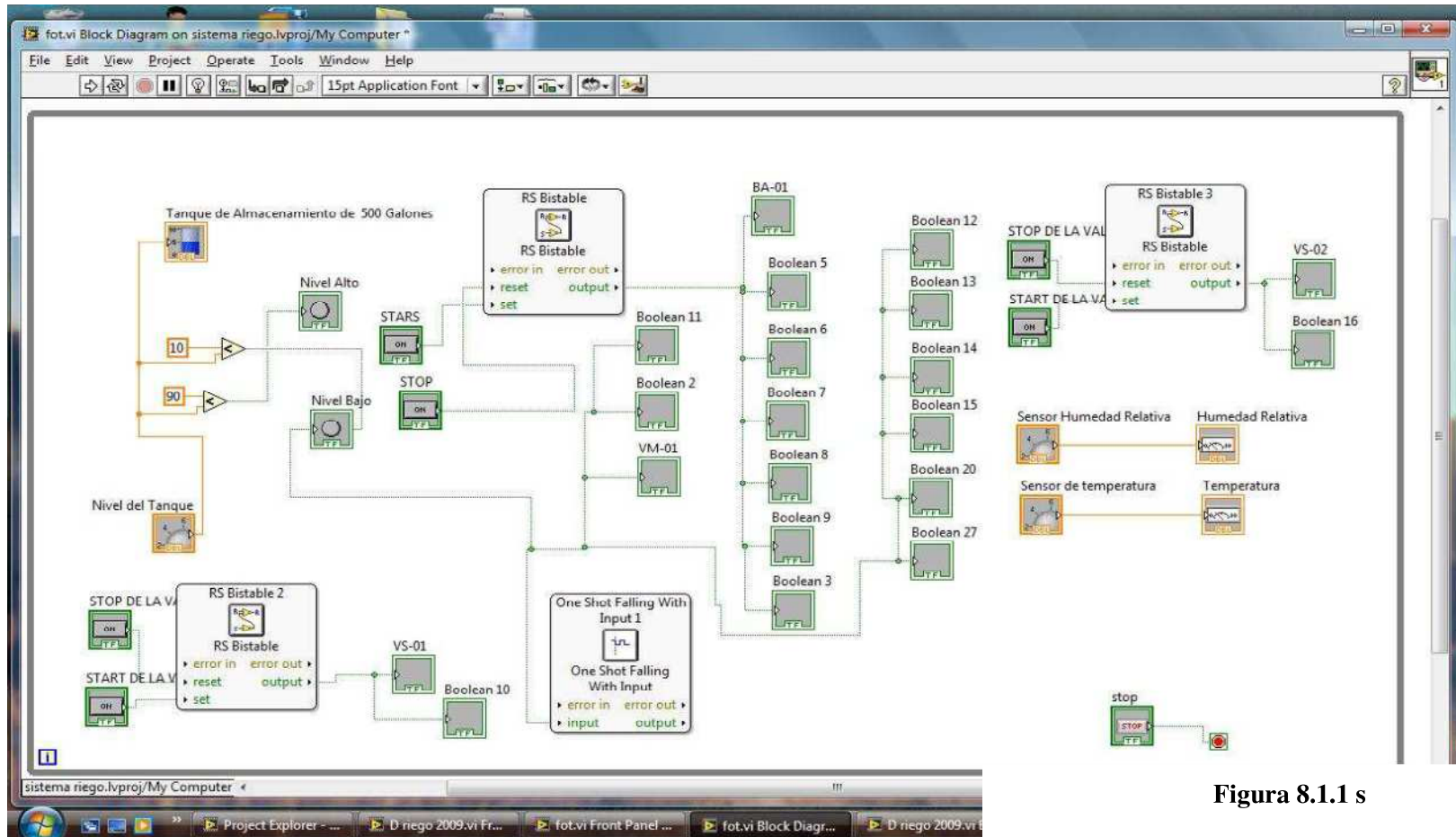


Figura 8.1.1 s

Como podemos observar en la pantalla principal que hemos colocado un medidor de flujo de agua con su respectiva perilla.

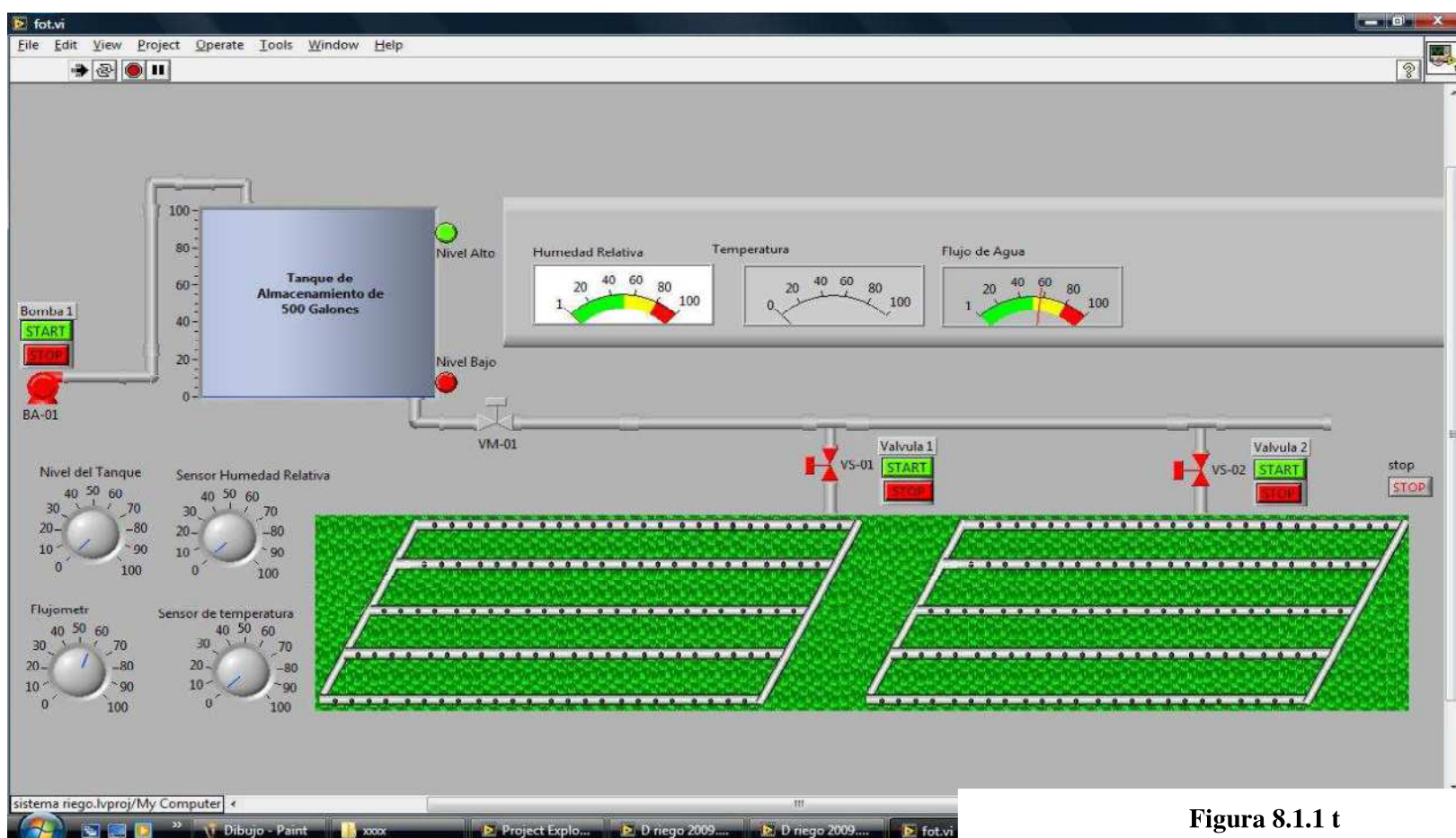


Figura 8.1.1 t

Propiedades del medidor de flujo de agua.

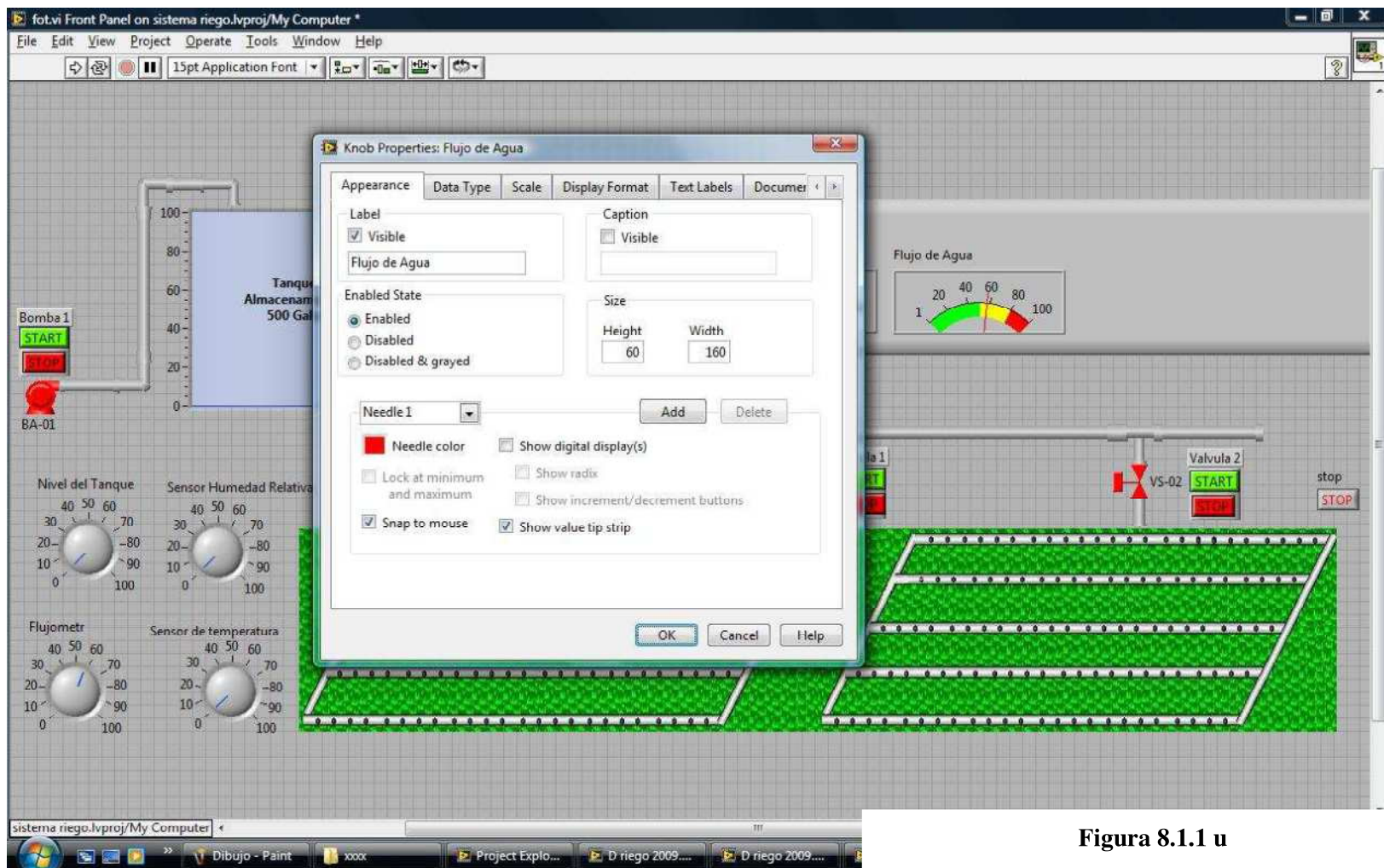


Figura 8.1.1 u

Propiedades de la perilla del flujometro.

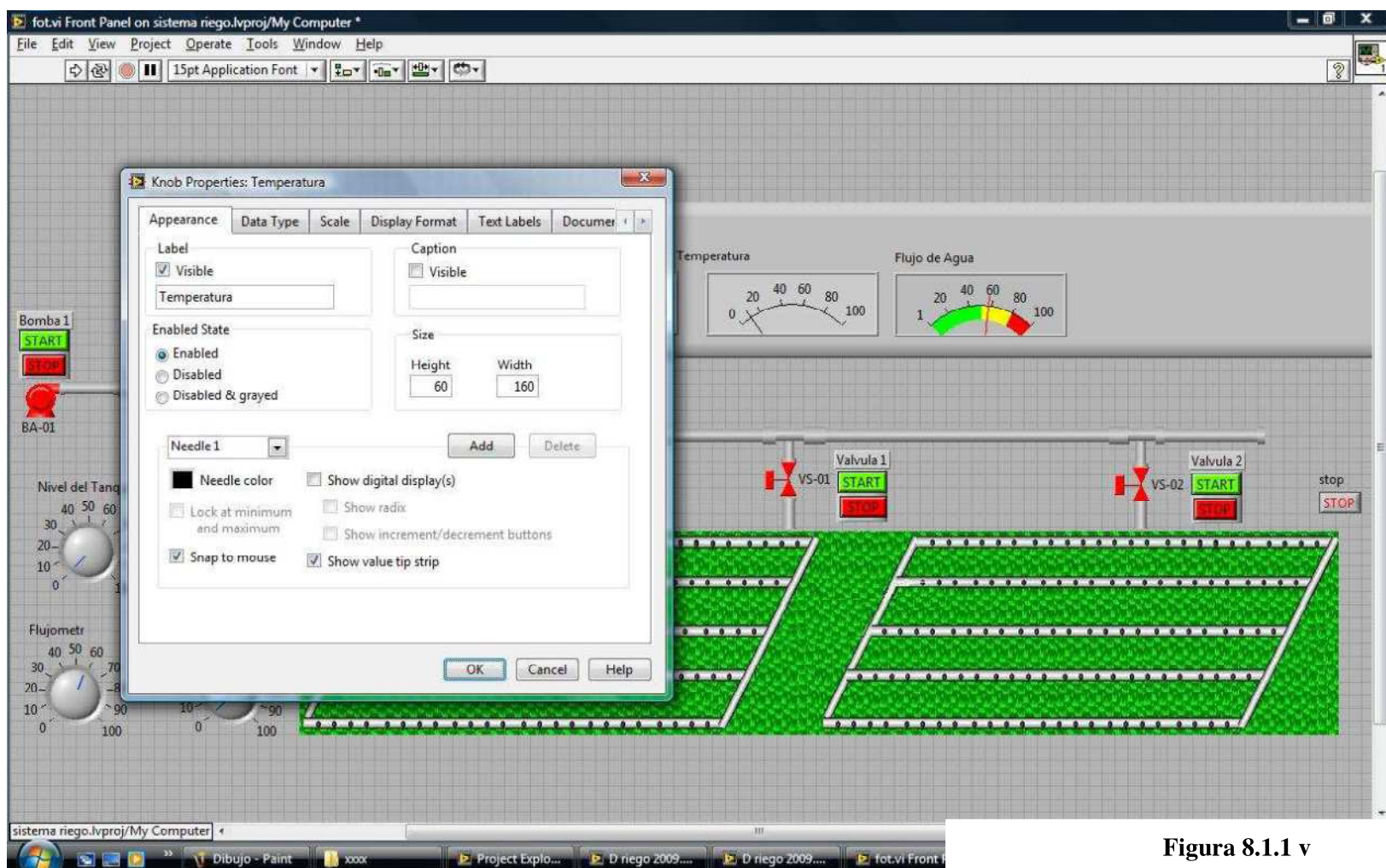


Figura 8.1.1 v

En la pantalla principal podemos ver que hemos puesto un botón donde dice mango (que el nombre es un ejemplo) que es donde vamos a poner las recetas de acuerdo a que fruto vamos cultivar.

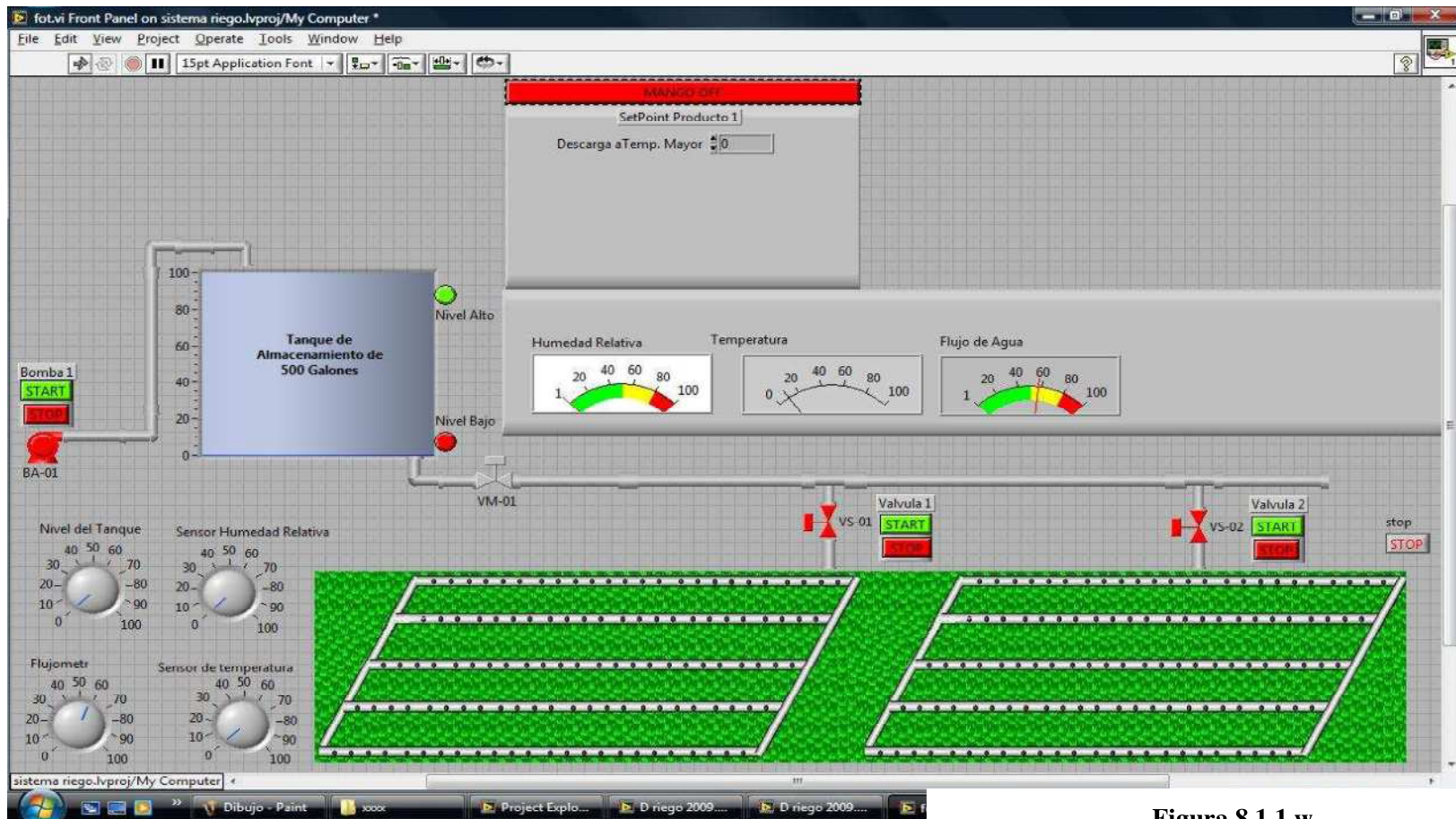


Figura 8.1.1 w

El diagrama donde podemos observar la conexión del botón para activar las recetas.

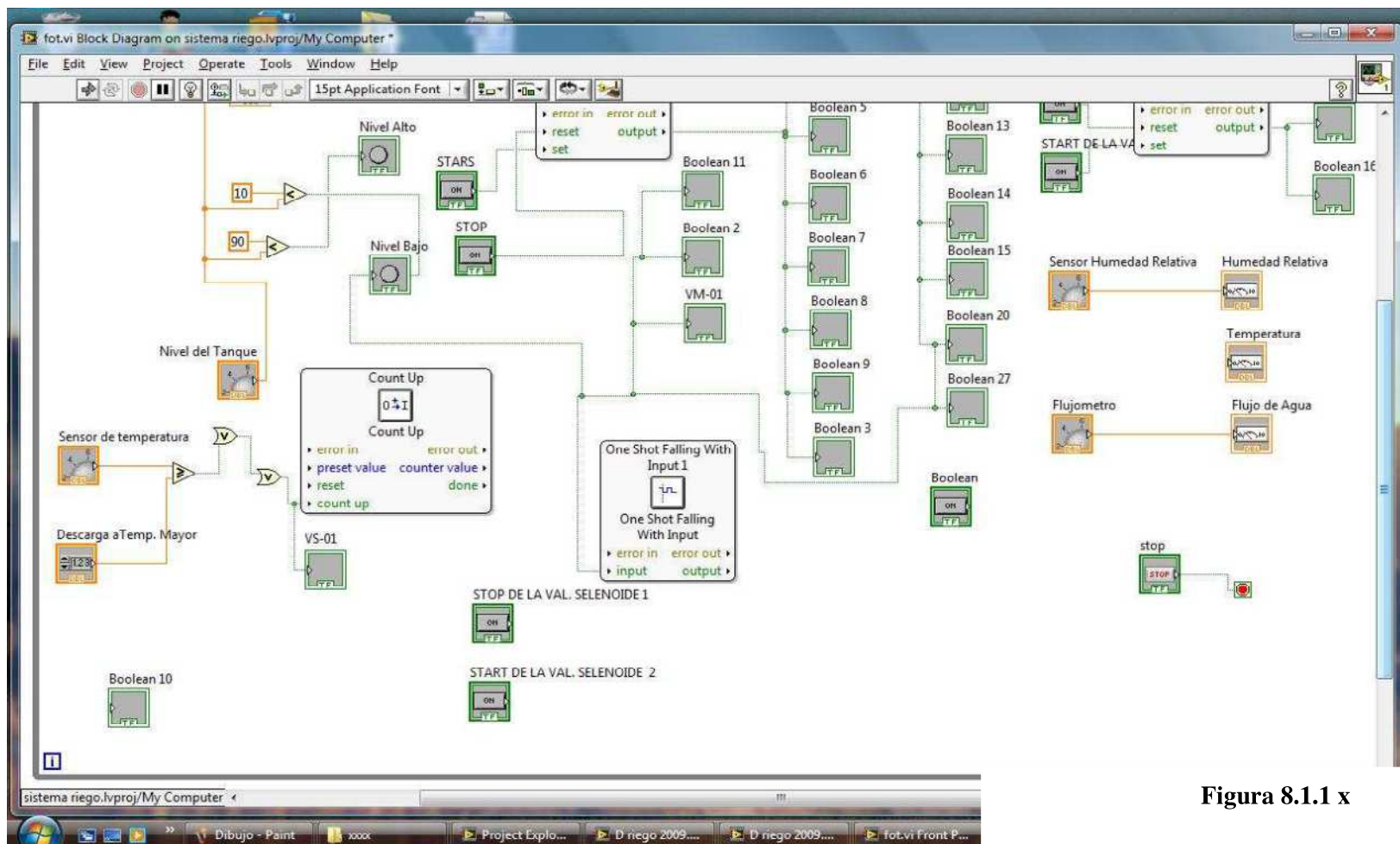


Figura 8.1.1 x

El diagrama de bloque donde podemos ver la conexión de un controlador llamado descarga a temperatura mayor.

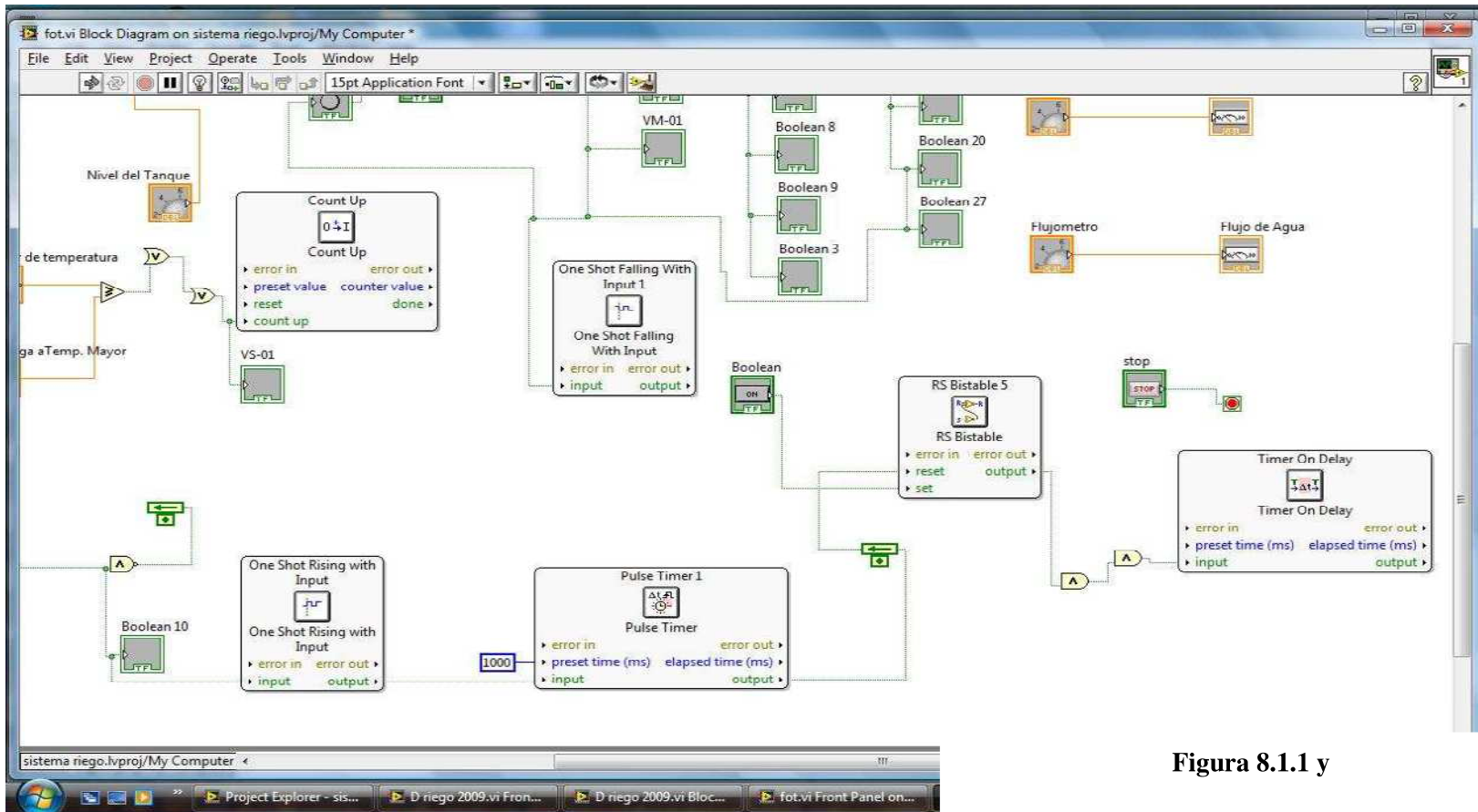


Figura 8.1.1 y

Como podemos observar en la pantalla el controlador de descarga a temperatura mayor el cual colocamos una temperatura de acuerdo al fruto si sobrepasa la dicha temperatura se activaran las válvulas automáticamente.

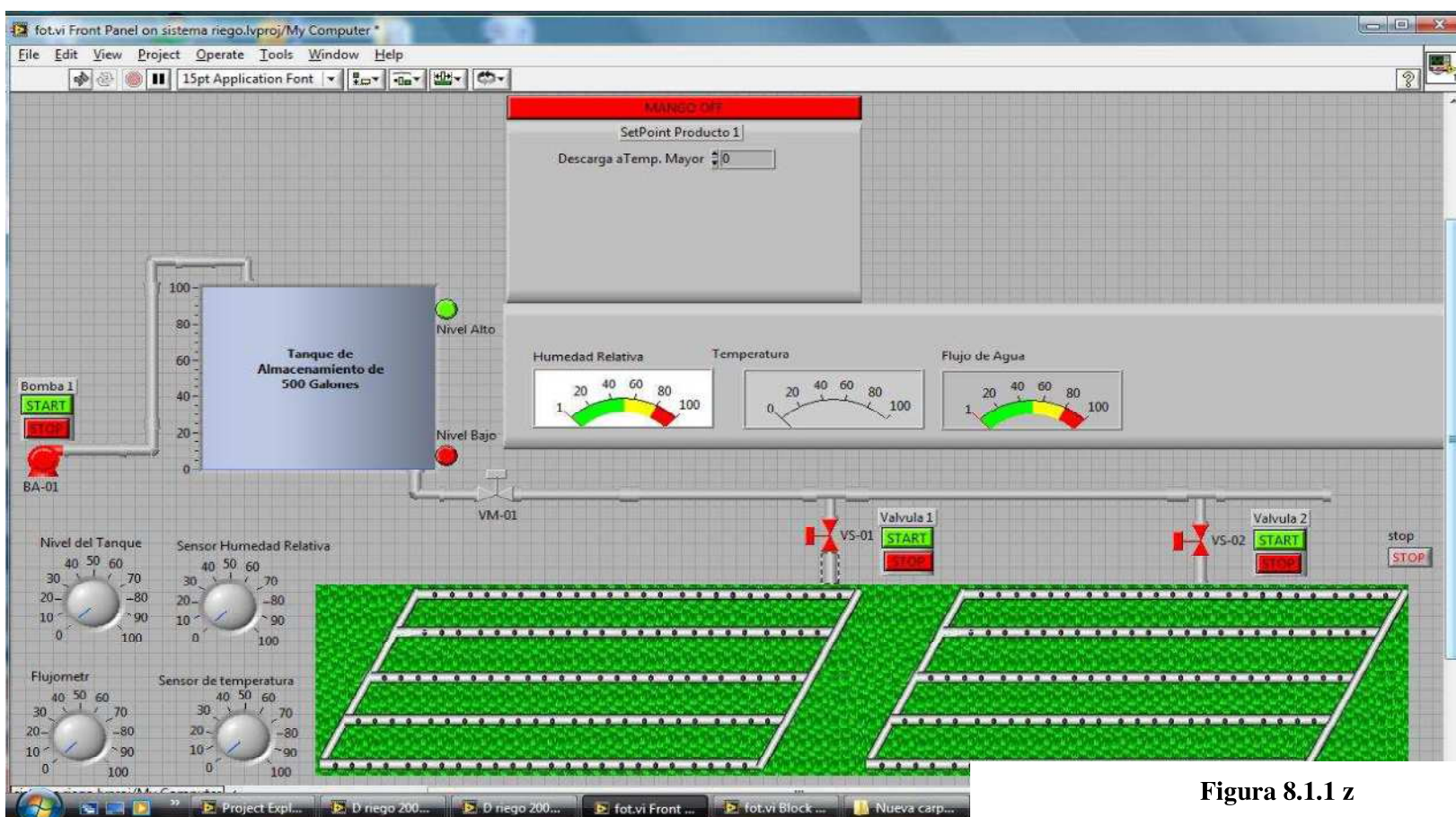


Figura 8.1.1 z

Propiedades del botón (mango) donde podemos activar la receta para el fruto a sembrar.

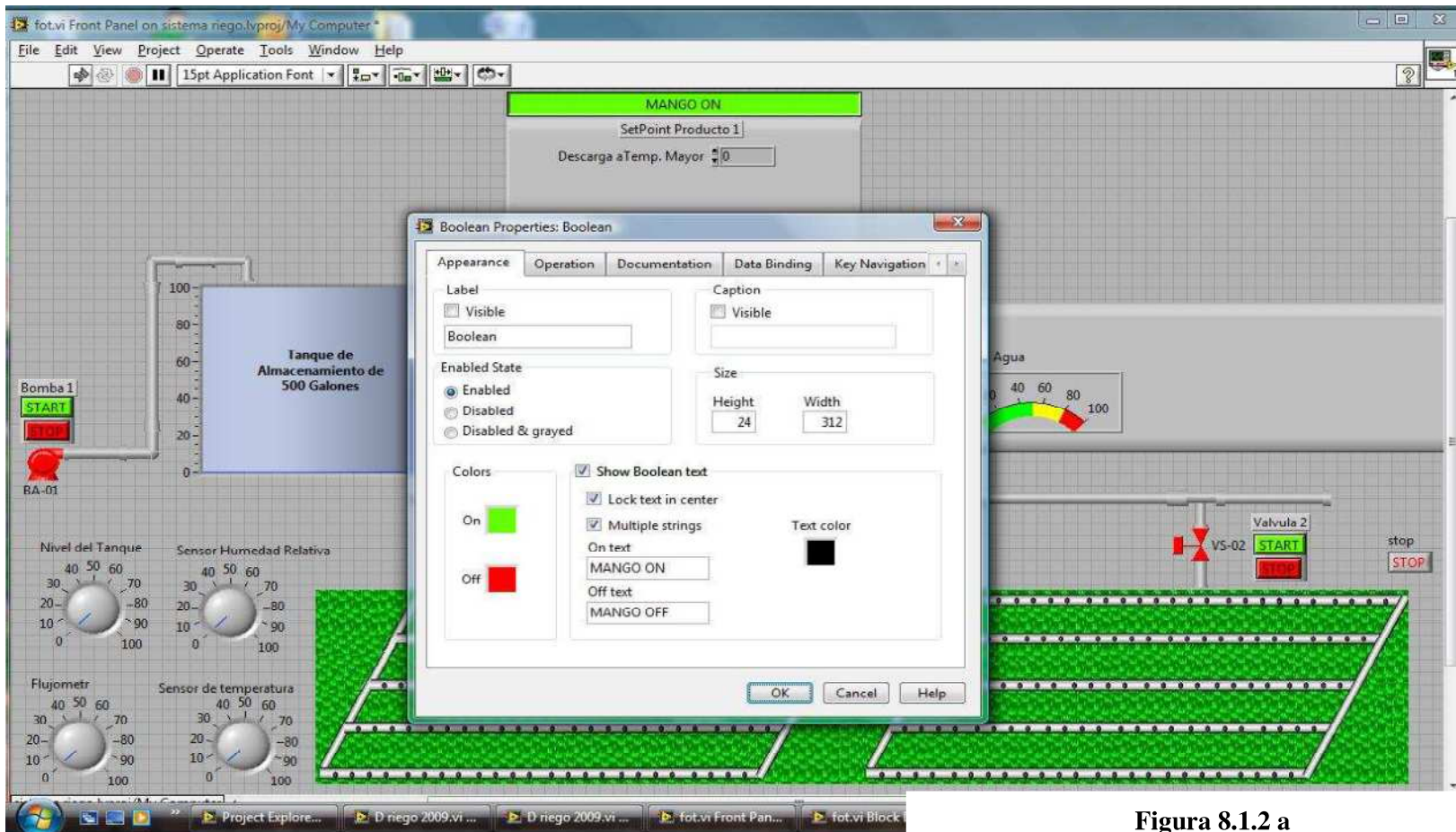


Figura 8.1.2 a

En el recetario podemos observar que hemos colocado otro controlador con el nombre de descarga de humedad relativa mayor el cual se coloca un sensor de humedad al cual llega a una medida y las válvulas se van activar automáticamente .

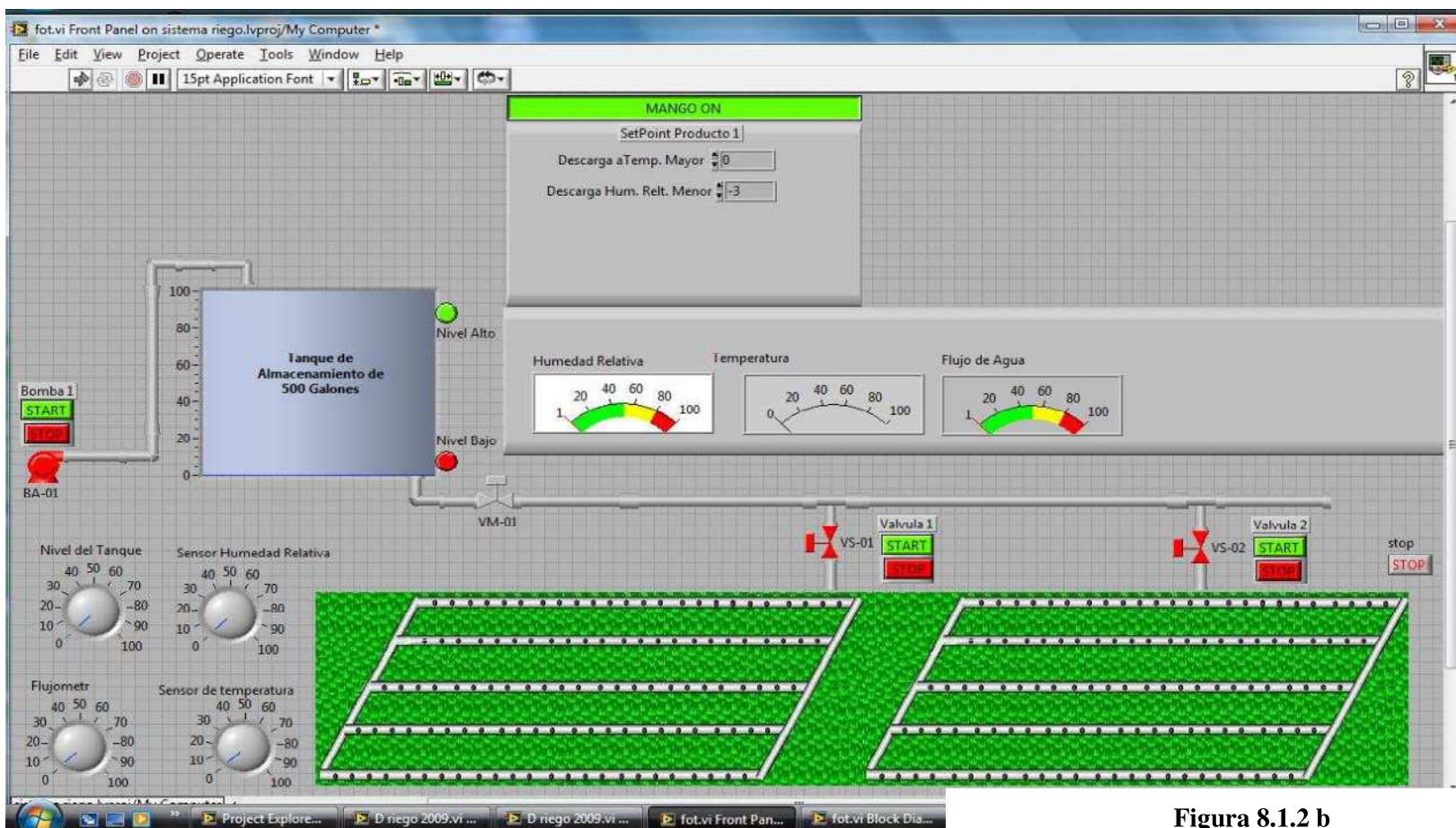


Figura 8.1.2 b

Diagrama de bloque donde podemos observar como conectamos los controladores de descargas.

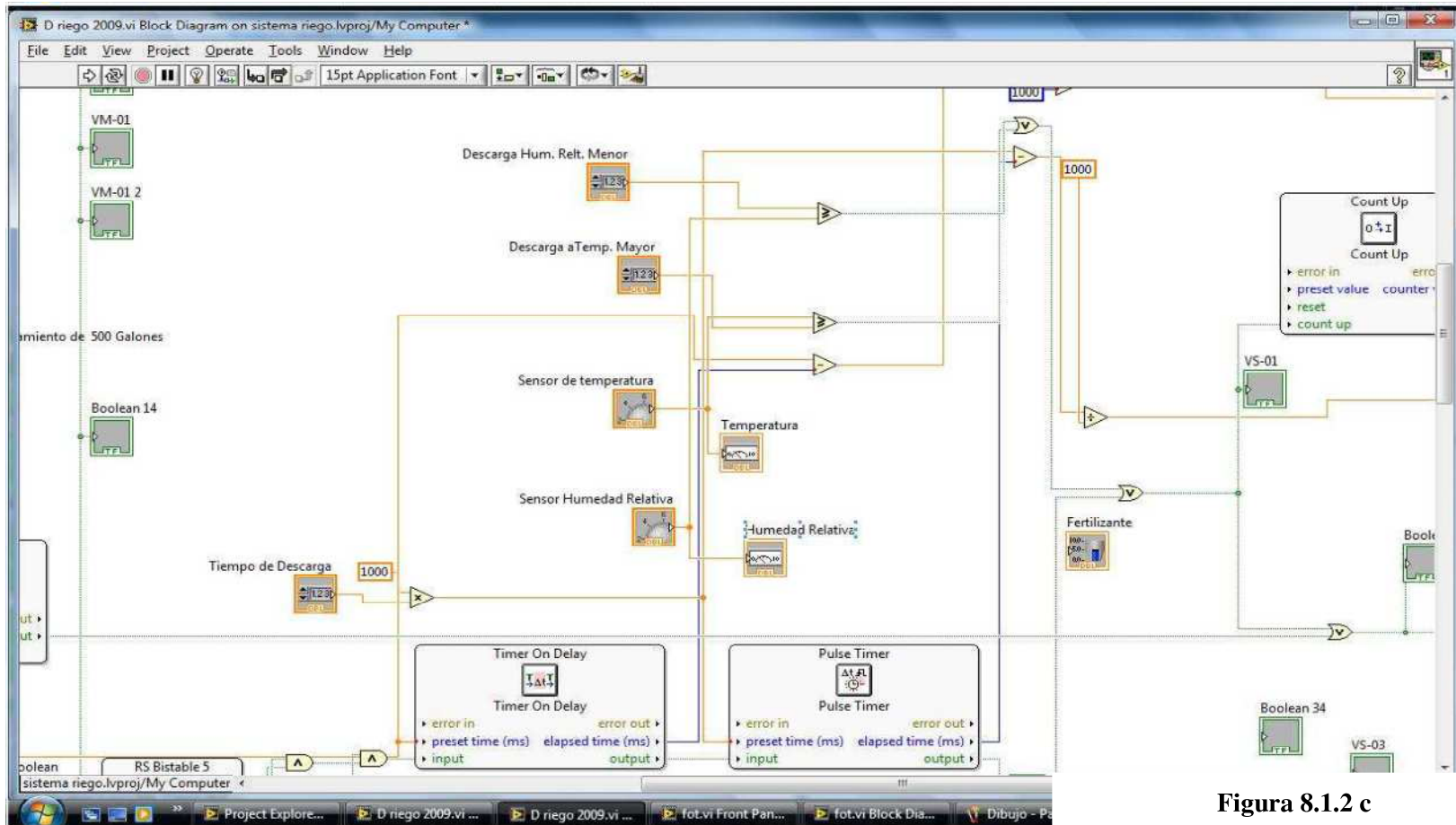


Figura 8.1.2 c

Propiedades del controlador de descarga de humedad relativa.

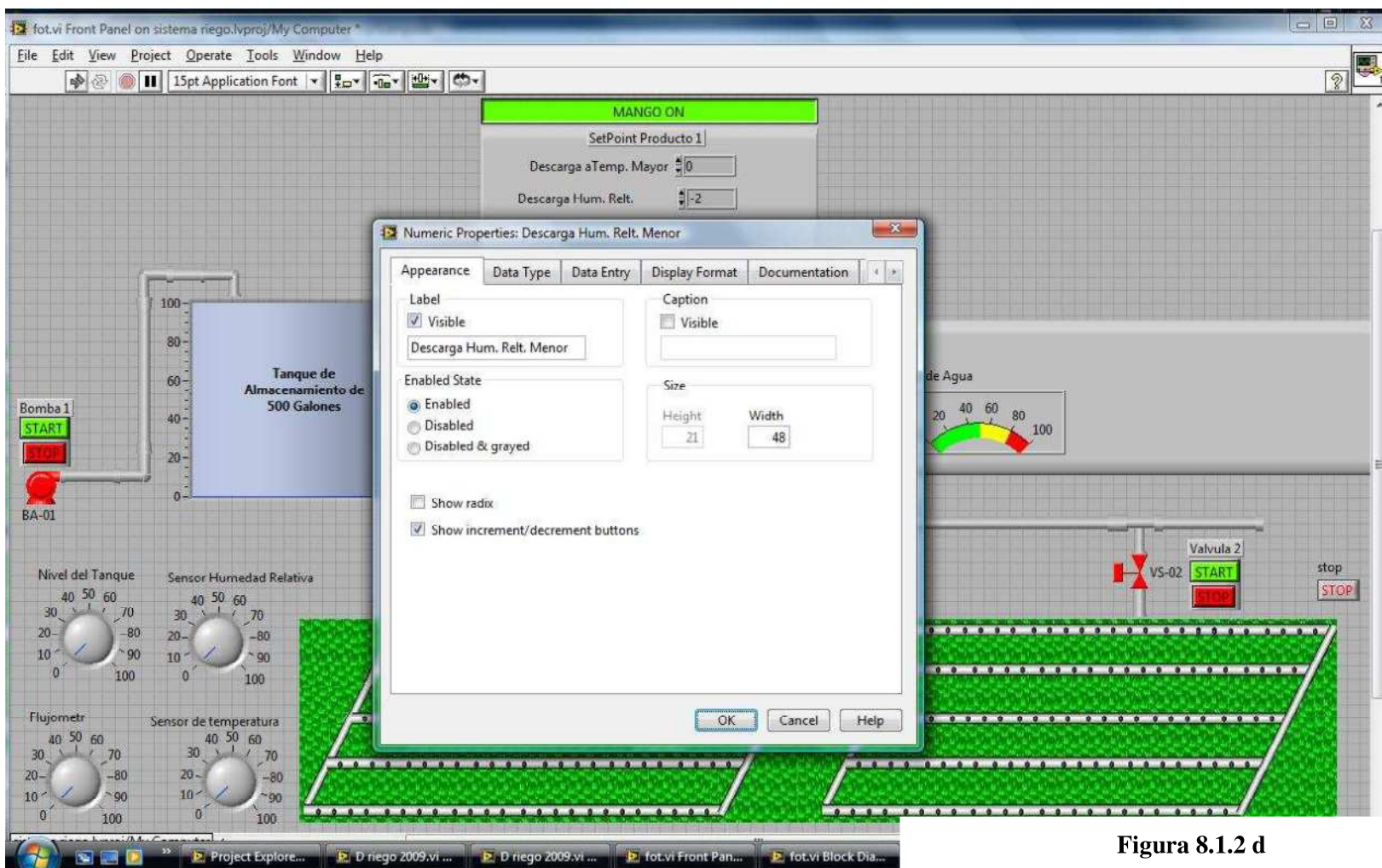


Figura 8.1.2 d

Hemos colocado otro controlador con el nombre de descarga por hora como el nombre lo dice es la cantidad de descarga que queremos que realice por hora.

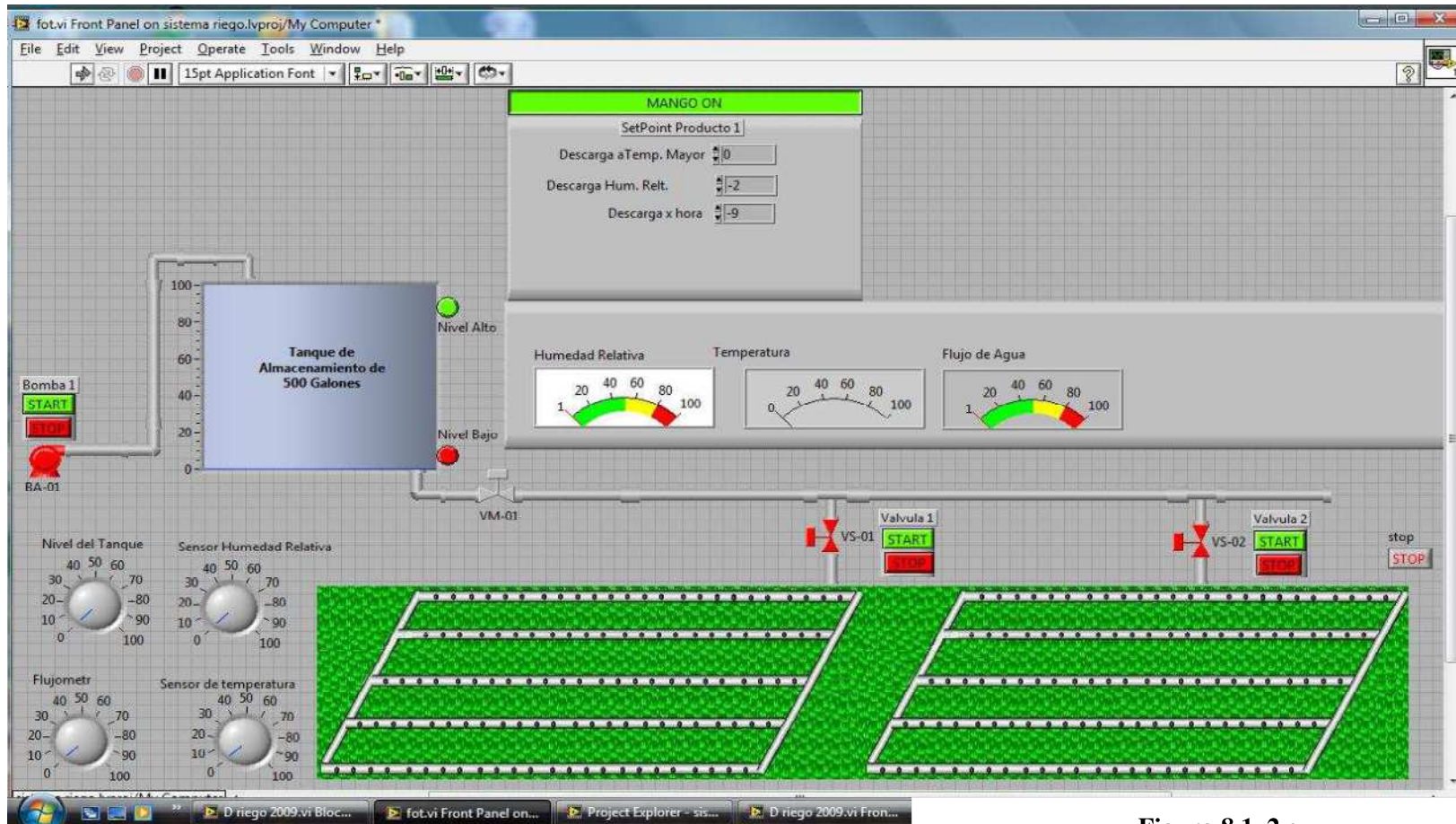


Figura 8.1 .2 e

Propiedades del controlador de descarga por hora.

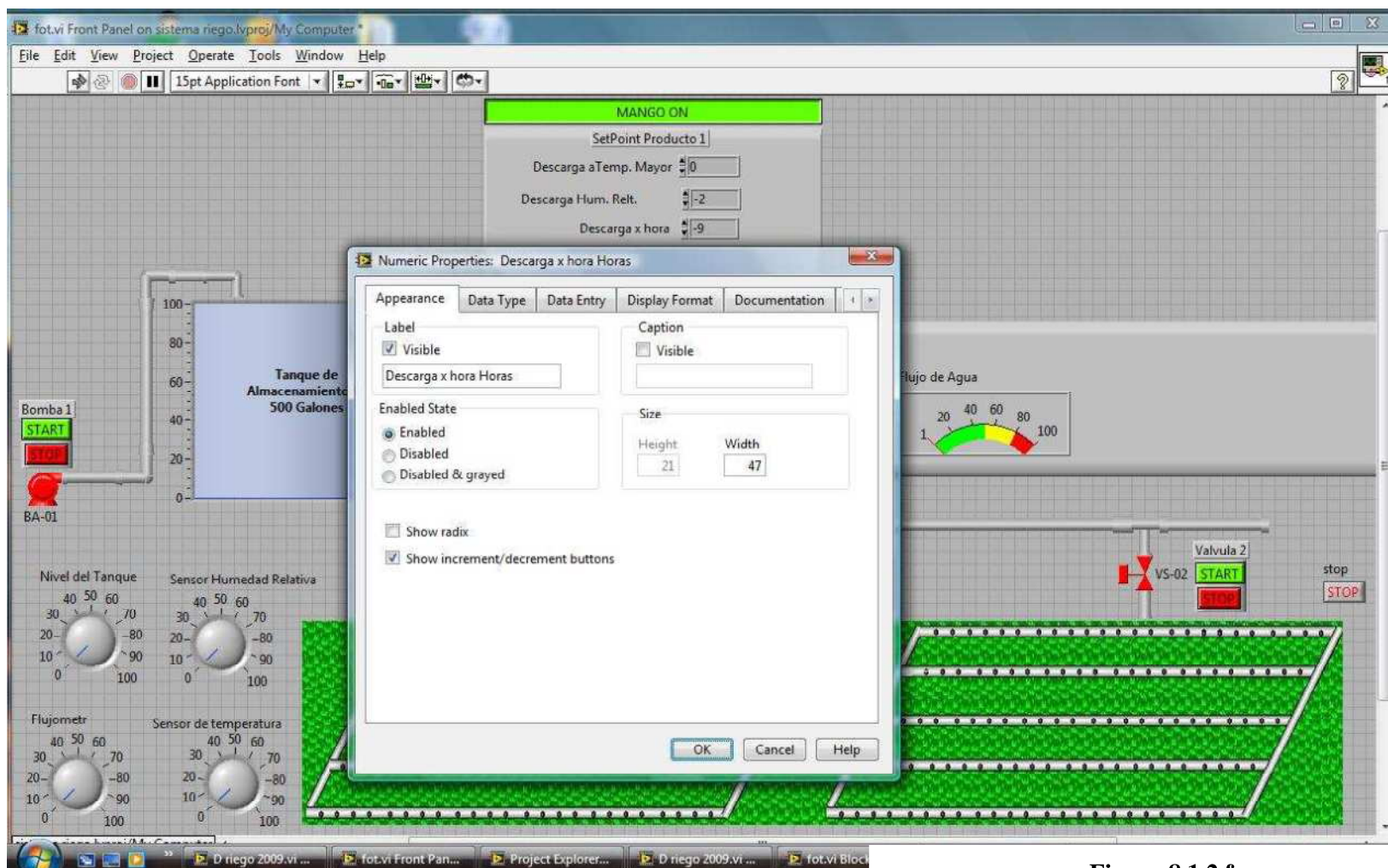


Figura 8.1.2 f

Diagrama de bloque donde podemos observar la conexión del controlador descarga por hora.

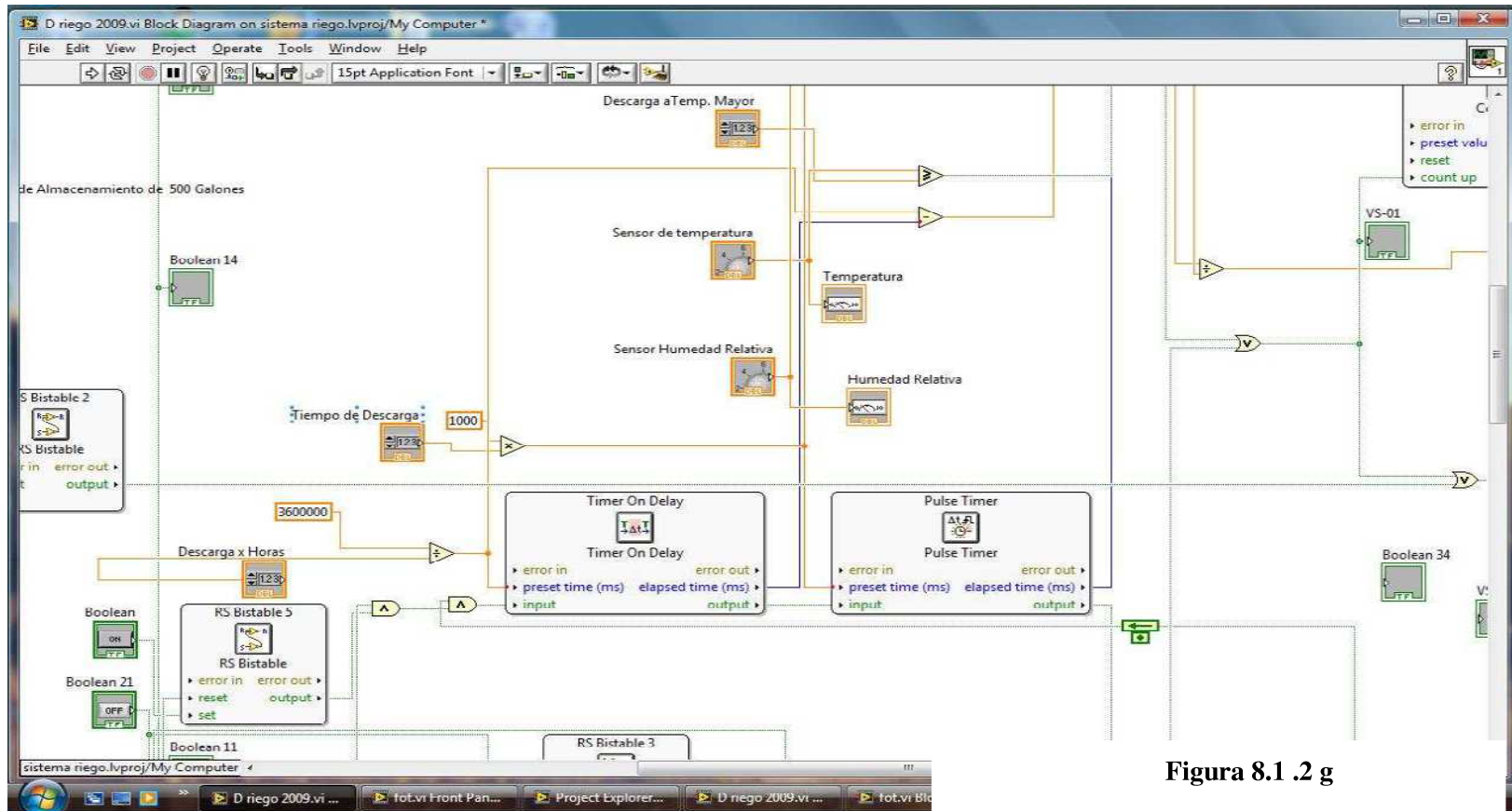


Figura 8.1 .2 g

Como podemos observar colocamos en la pantalla otro controlador que es el cumple la función de colocar el tiempo que es el cual queremos que las válvulas estén abiertas.

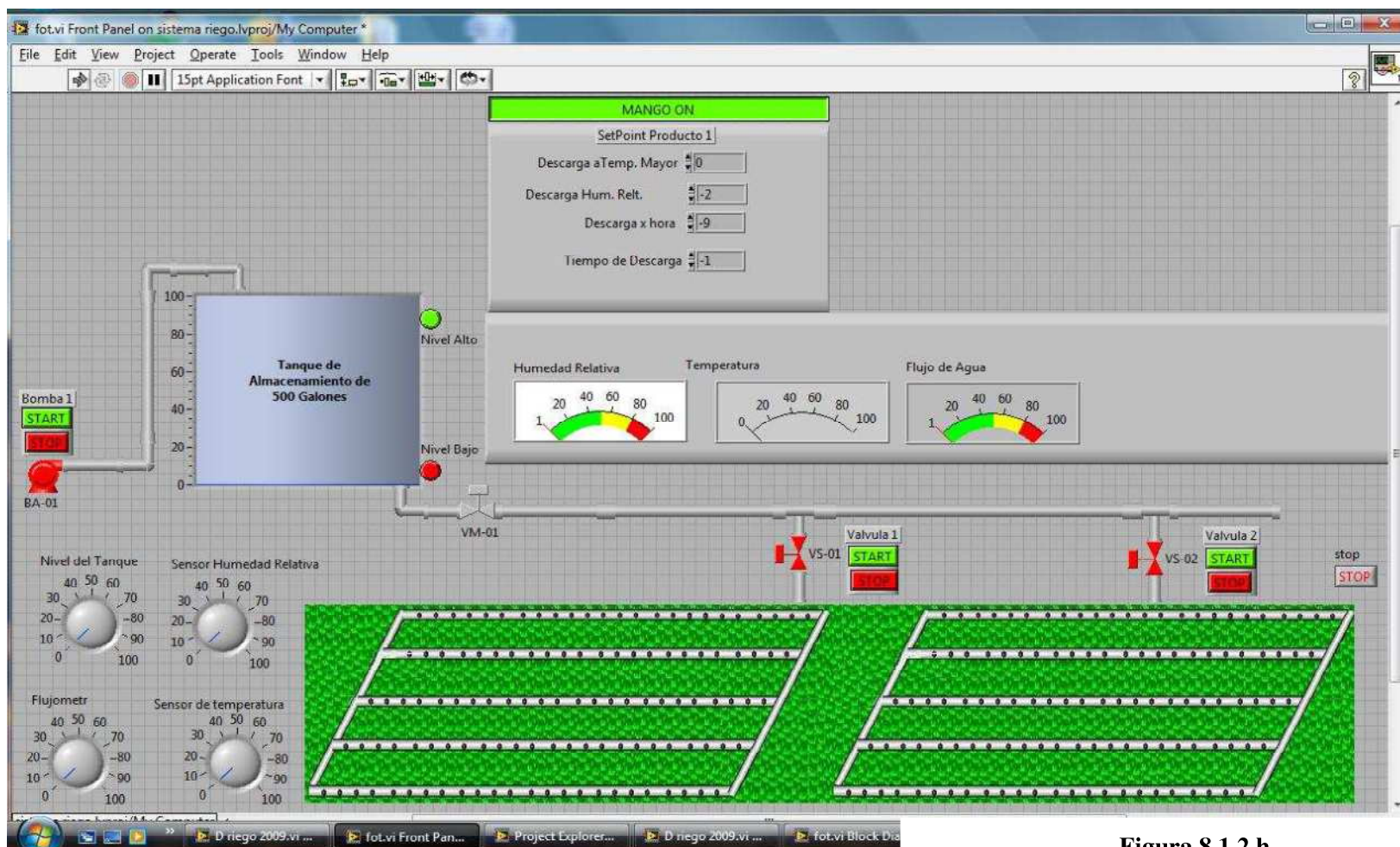


Figura 8.1.2 h

Propiedades del controlador tiempo de descarga.

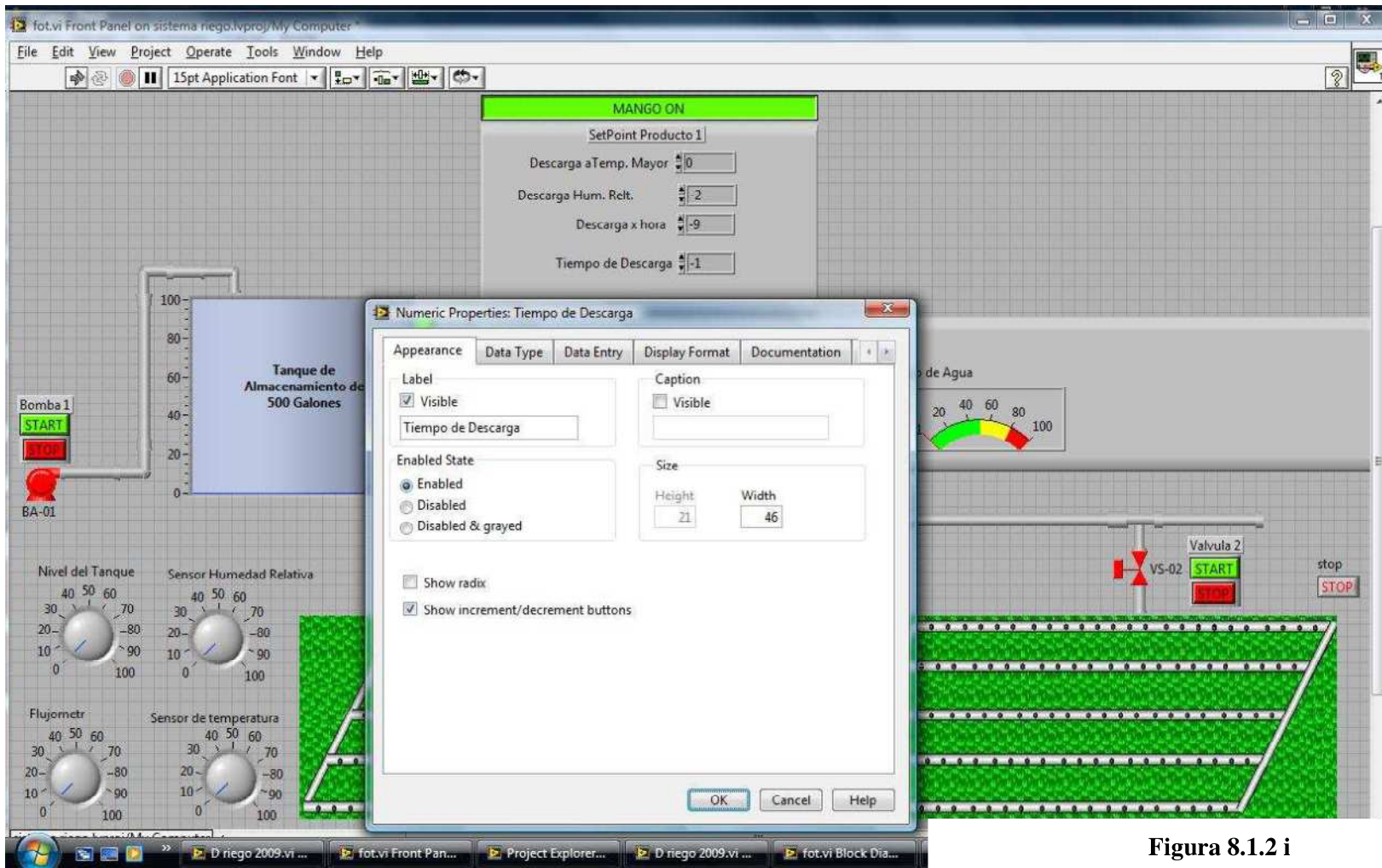


Figura 8.1.2 i

En el diagrama de bloque podemos observar la conexión de los controladores.

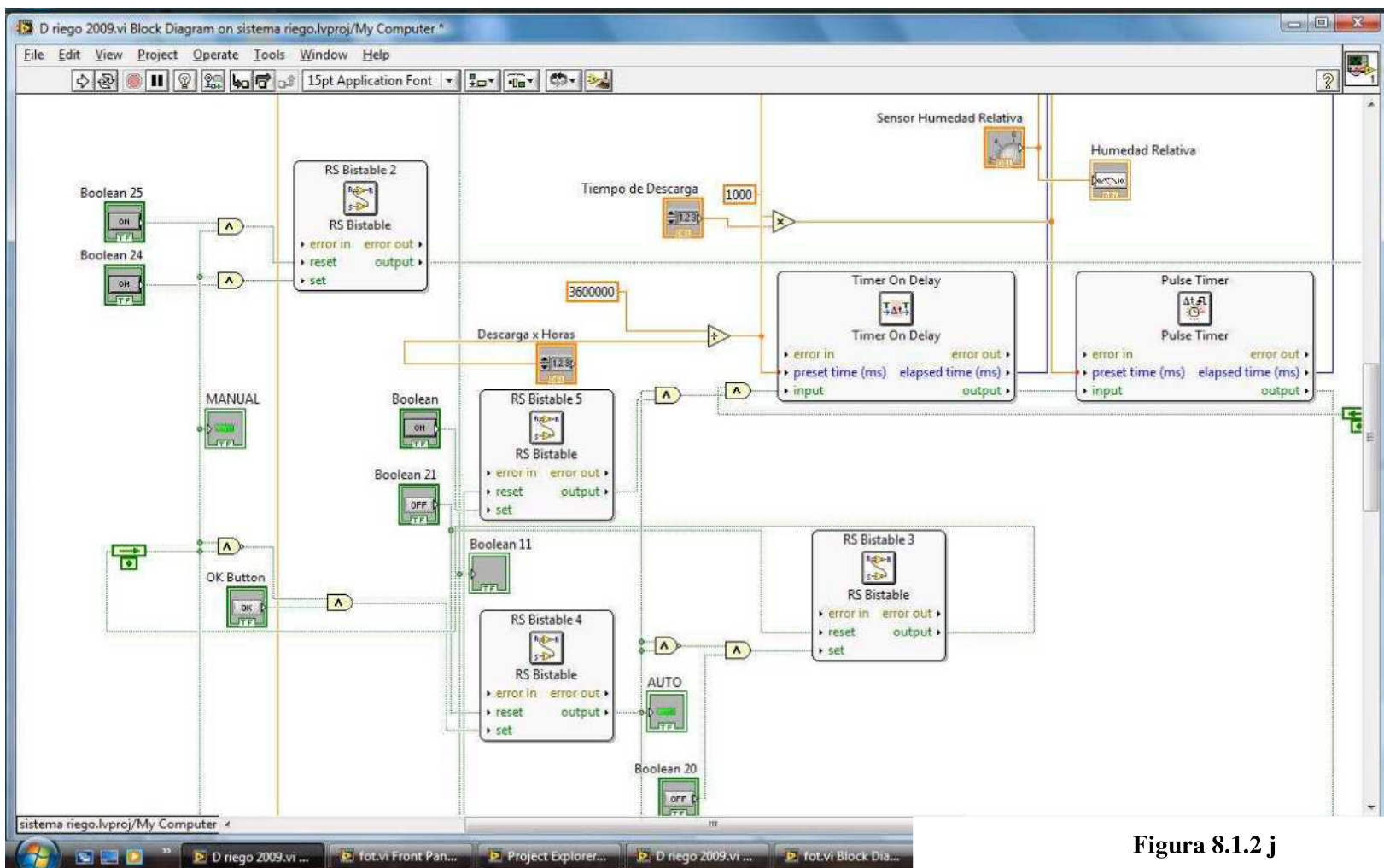


Figura 8.1.2 j

Hemos colocado un indicador donde podemos observar cuantos galones se riegan en el día.

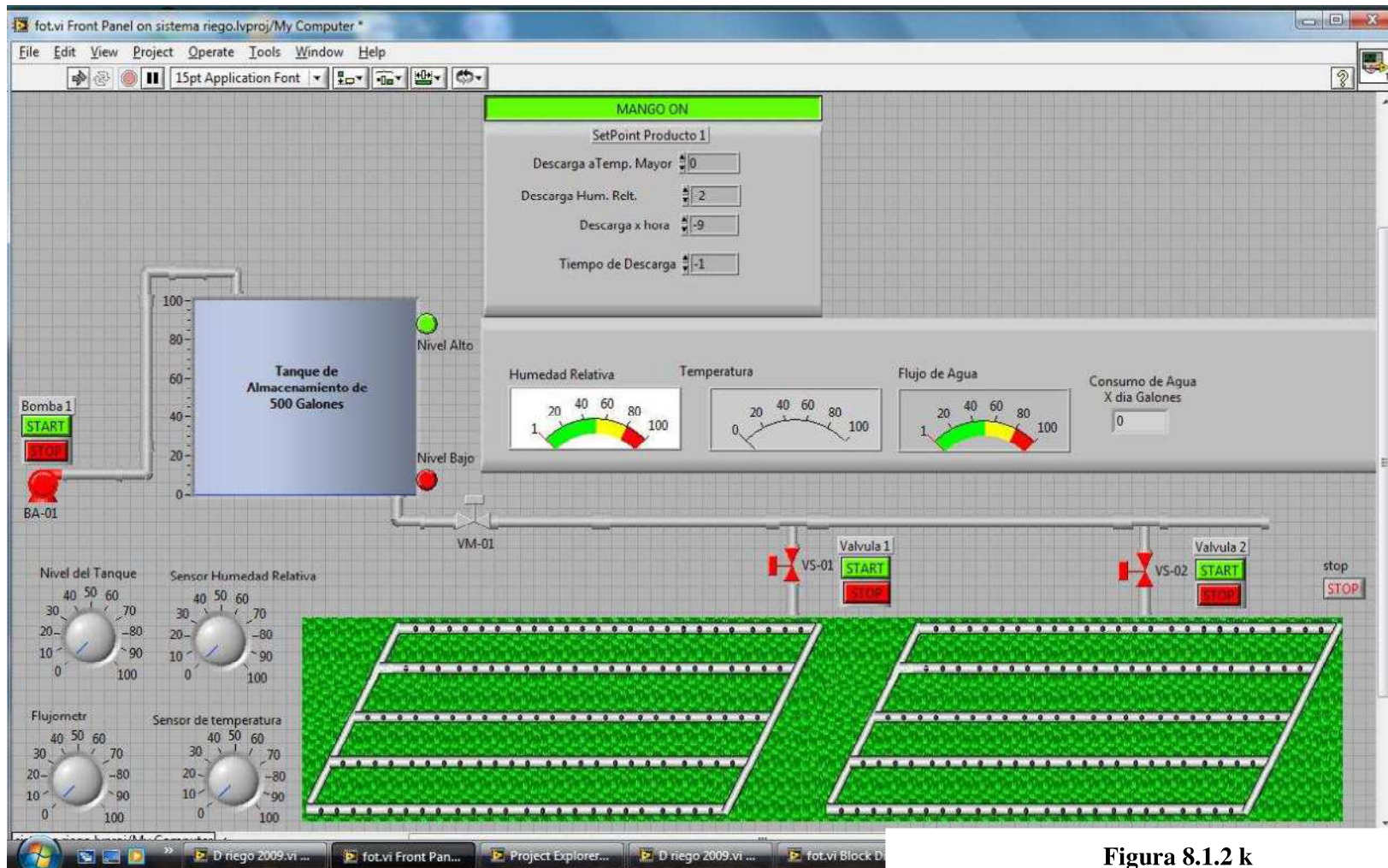


Figura 8.1.2 k

Propiedades del indicador de consumo de galones por día.

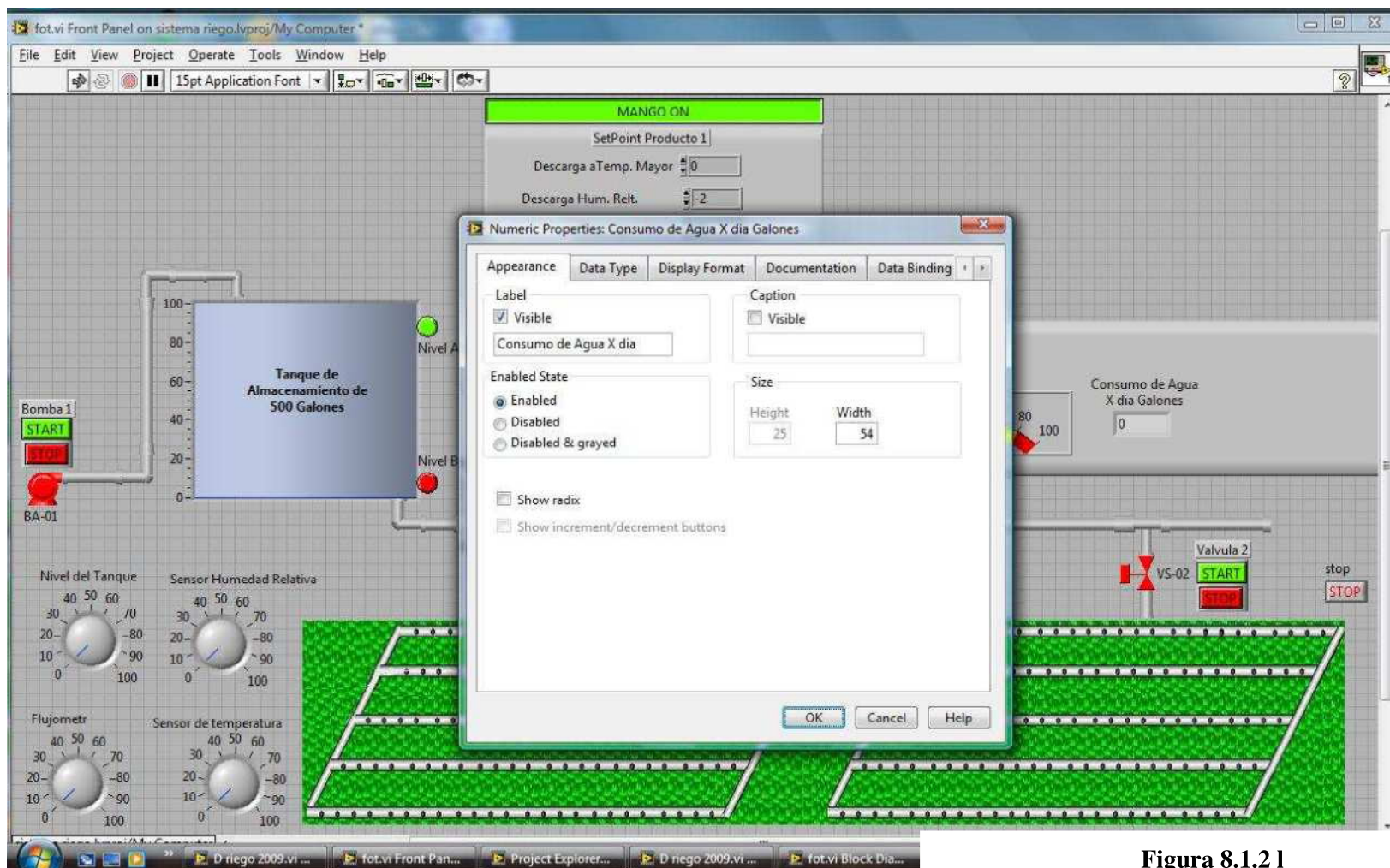


Figura 8.1.2 l

Diagrama de bloque donde podemos ver la conexión del medidor de galones o flujo.

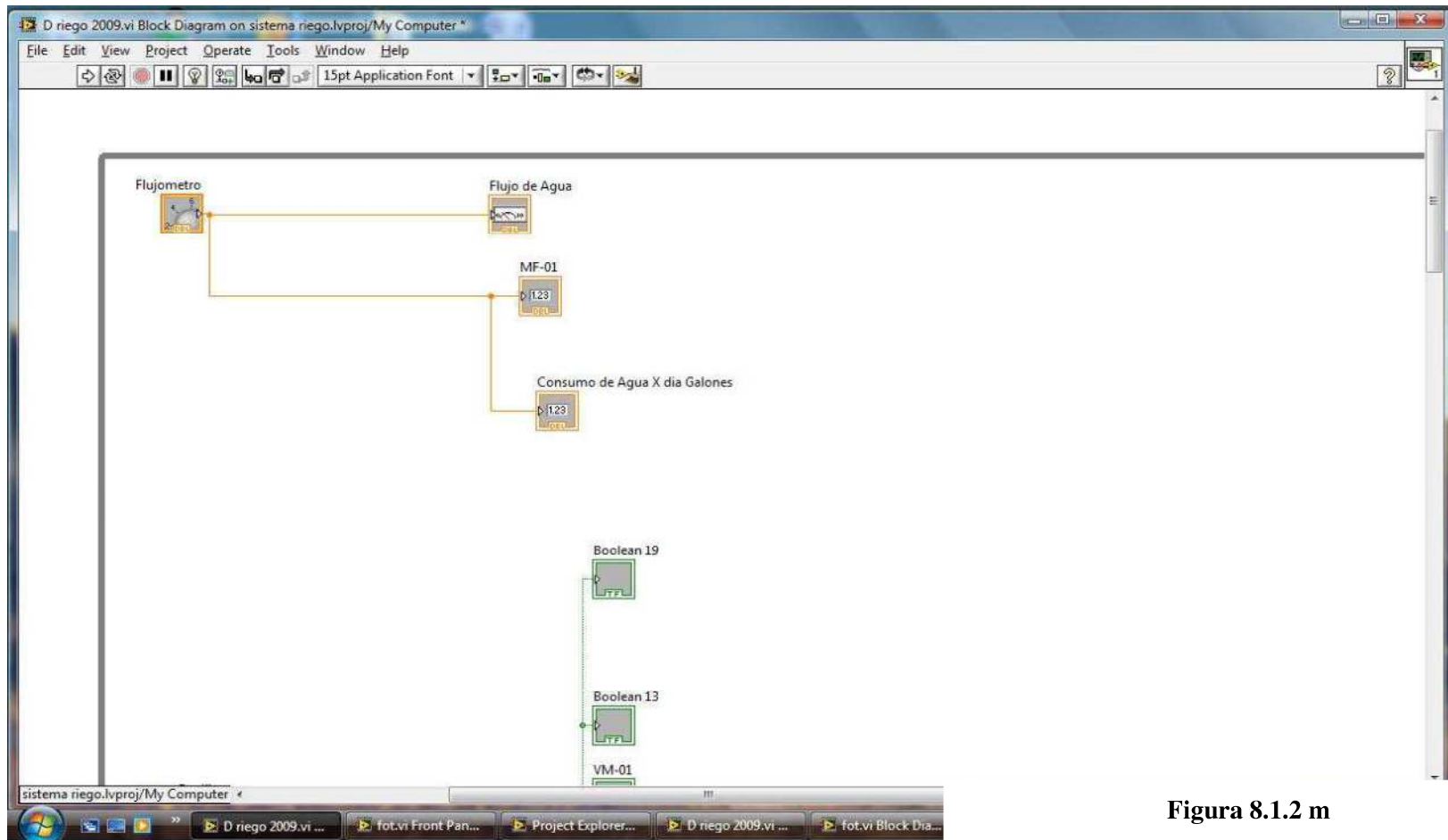


Figura 8.1.2 m

Hemos colocado otro indicador el cual nos dice cuantas descargas se han realizado en el día

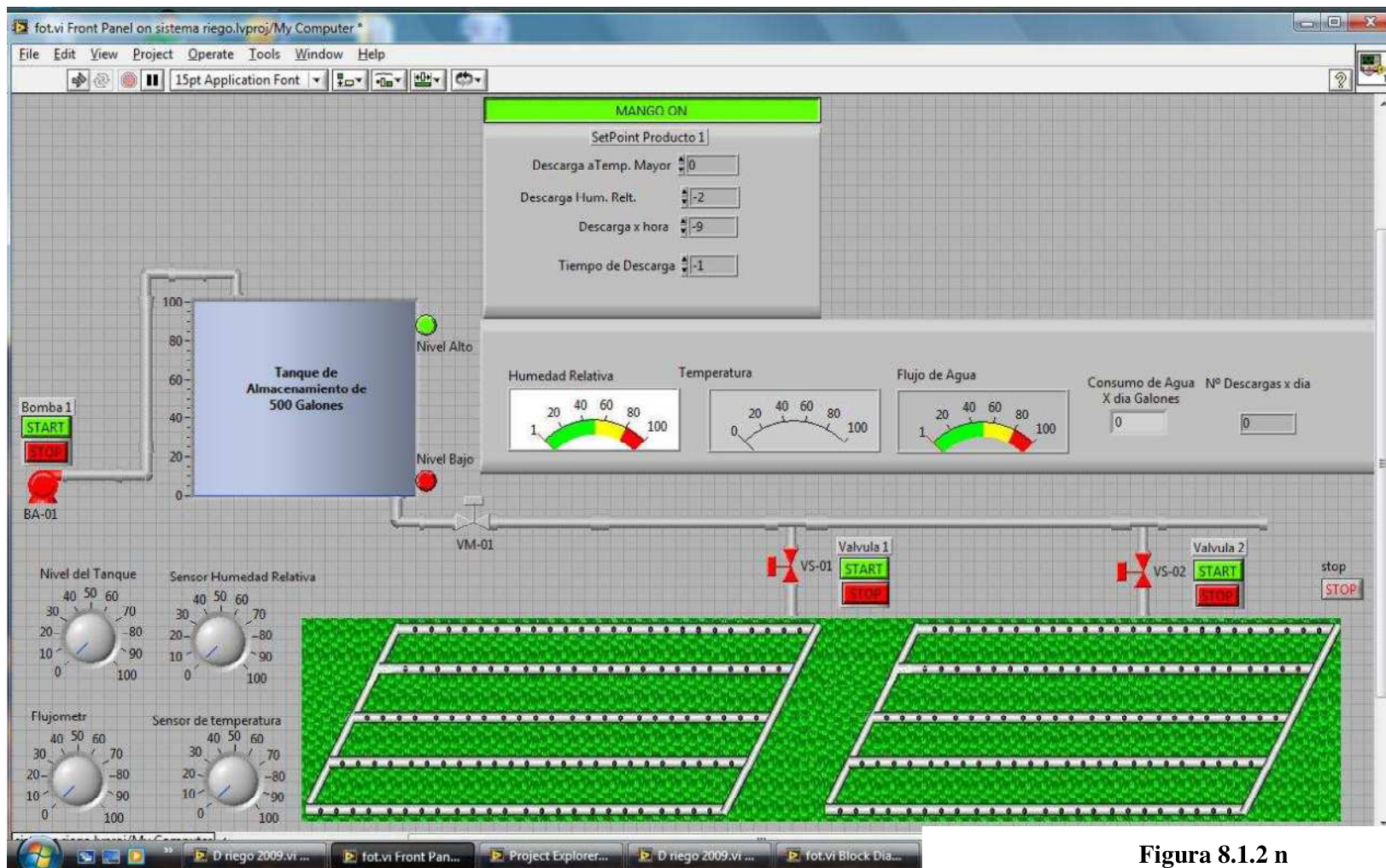


Figura 8.1.2 n

Propiedades del indicador de descarga por día.

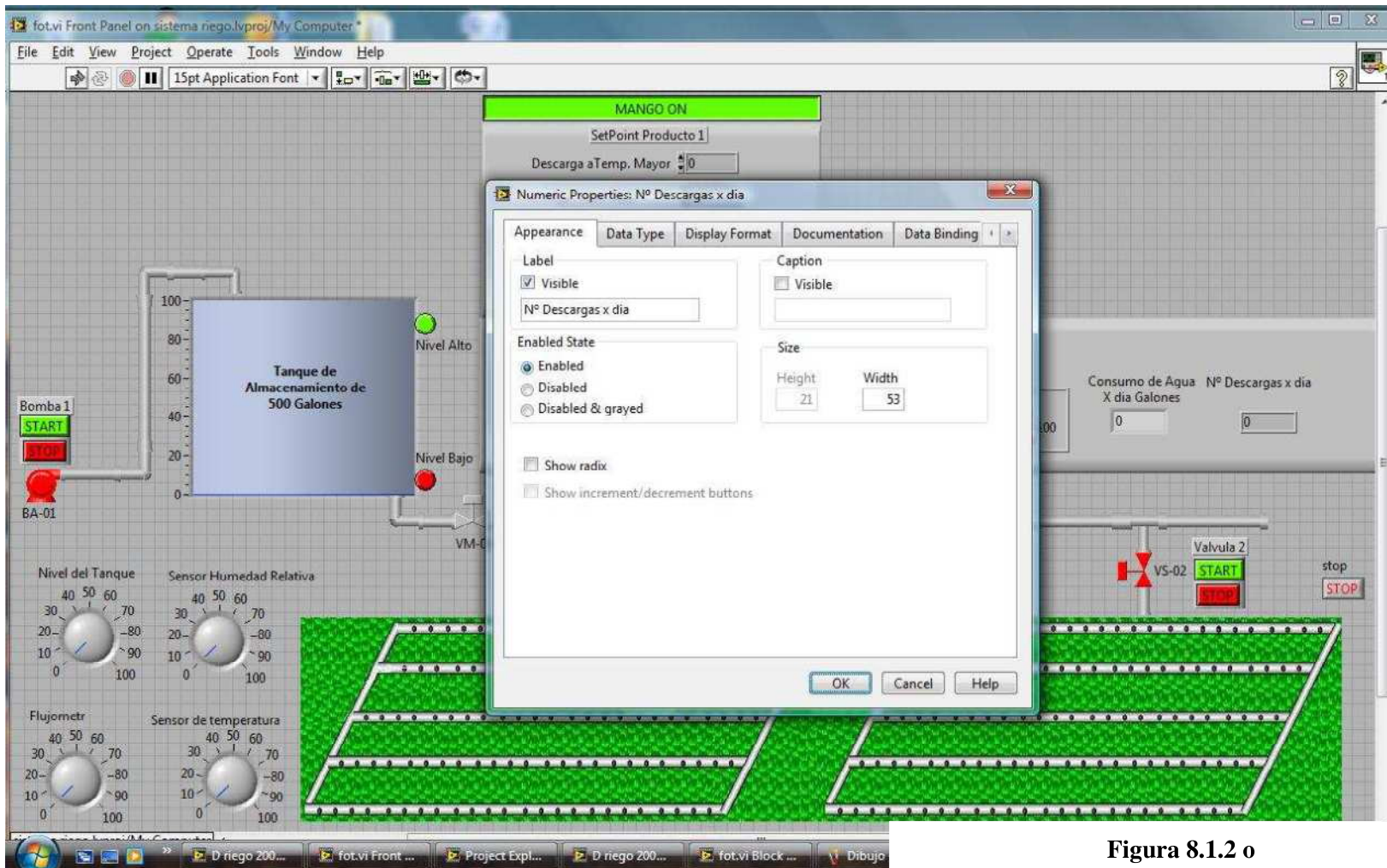


Figura 8.1.2 o

Diagrama de bloque donde podemos ver la conexión del indicador descarga por hora.

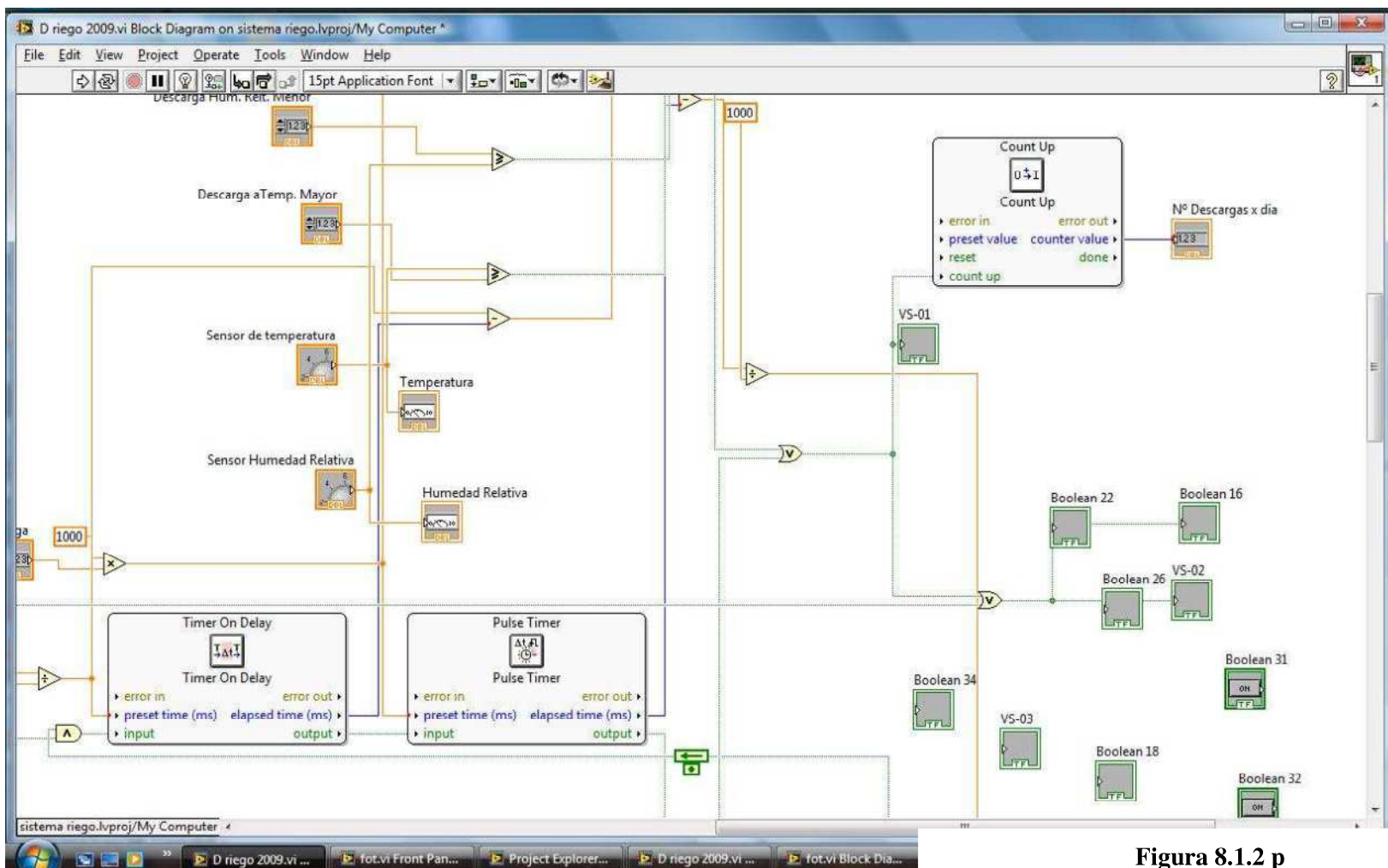


Figura 8.1.2 p

Como podemos ver hemos colocado otro indicador el cual nos va mostrando el tiempo restante que hace falta para continuar con el siguiente riego.

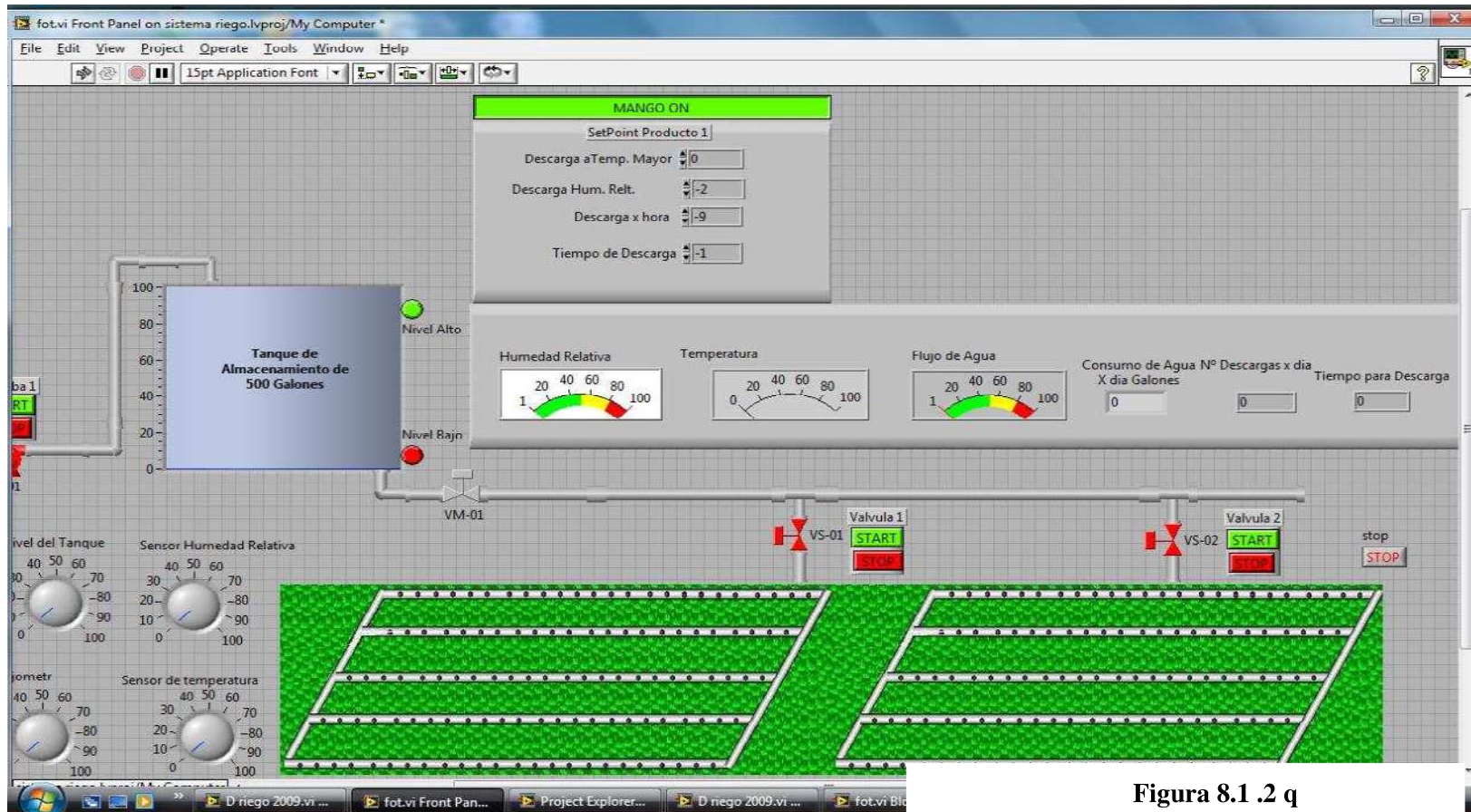


Figura 8.1.2 q

En la pantalla principal podemos observar las propiedades del indicador tiempo para descarga.

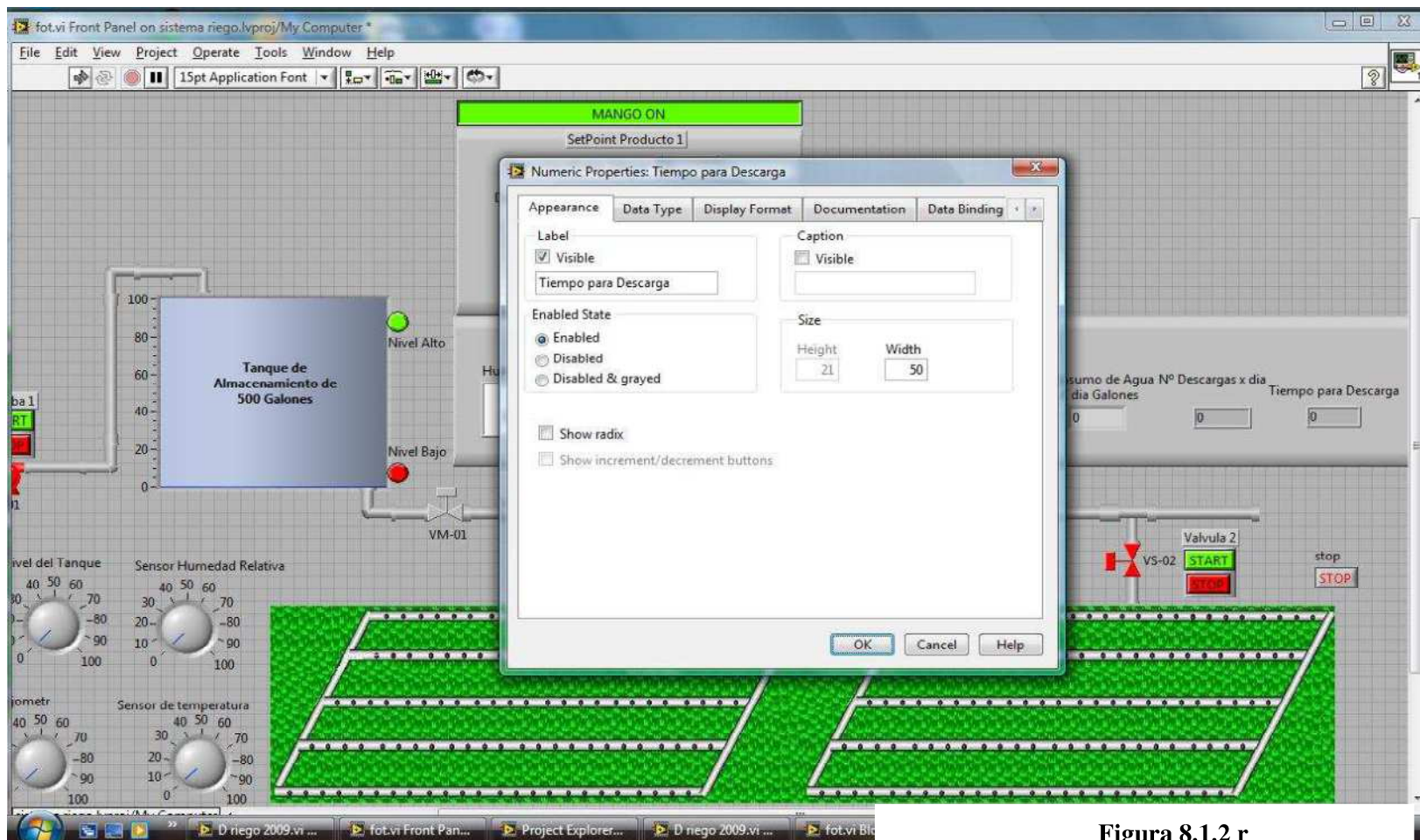


Figura 8.1.2 r

Este es el diagrama de bloque donde podemos observar los indicadores en especial tiempo para descarga.

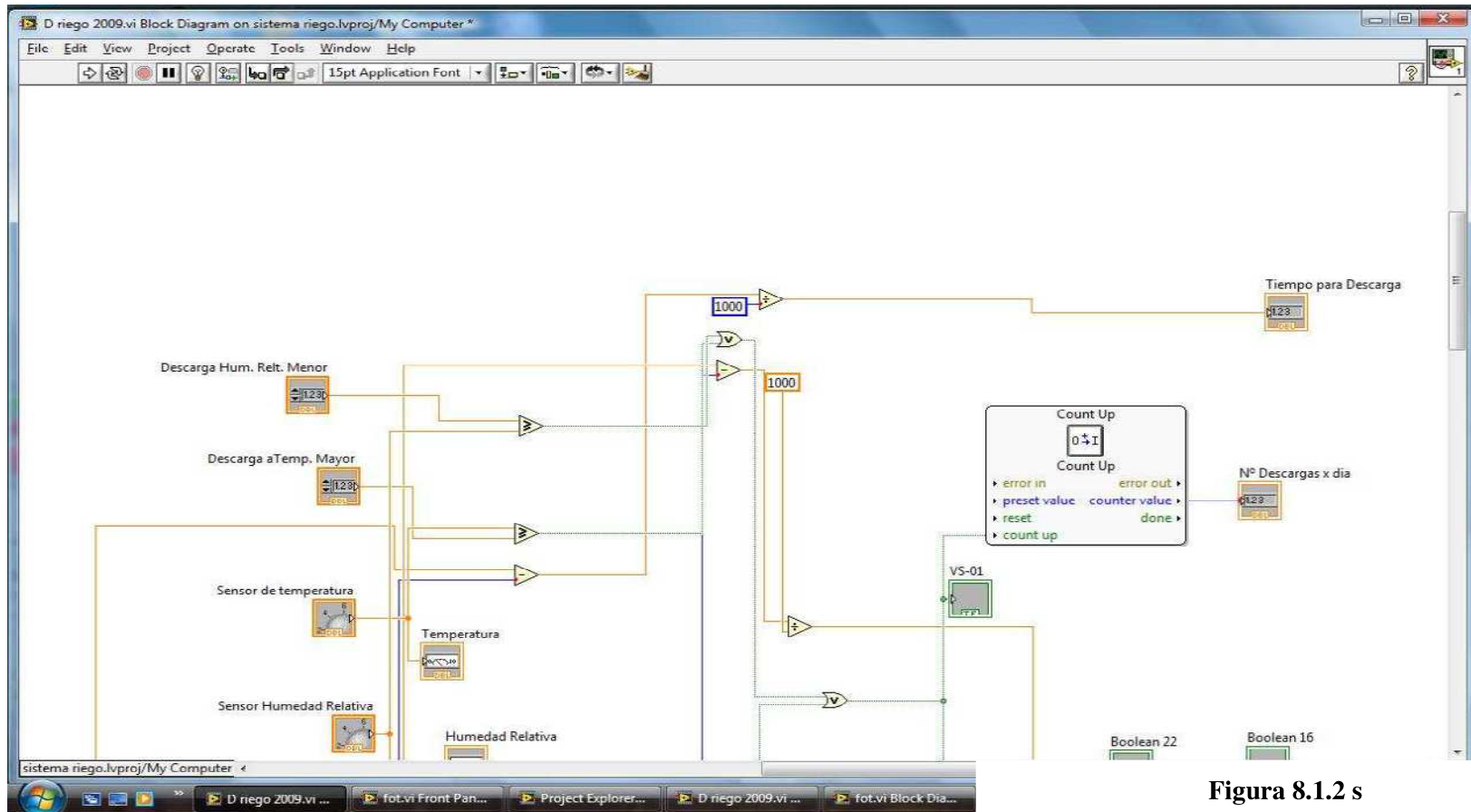


Figura 8.1.2 s

Hemos colocado el último indicador que sería el de duración de descarga como podemos observar en la pantalla.

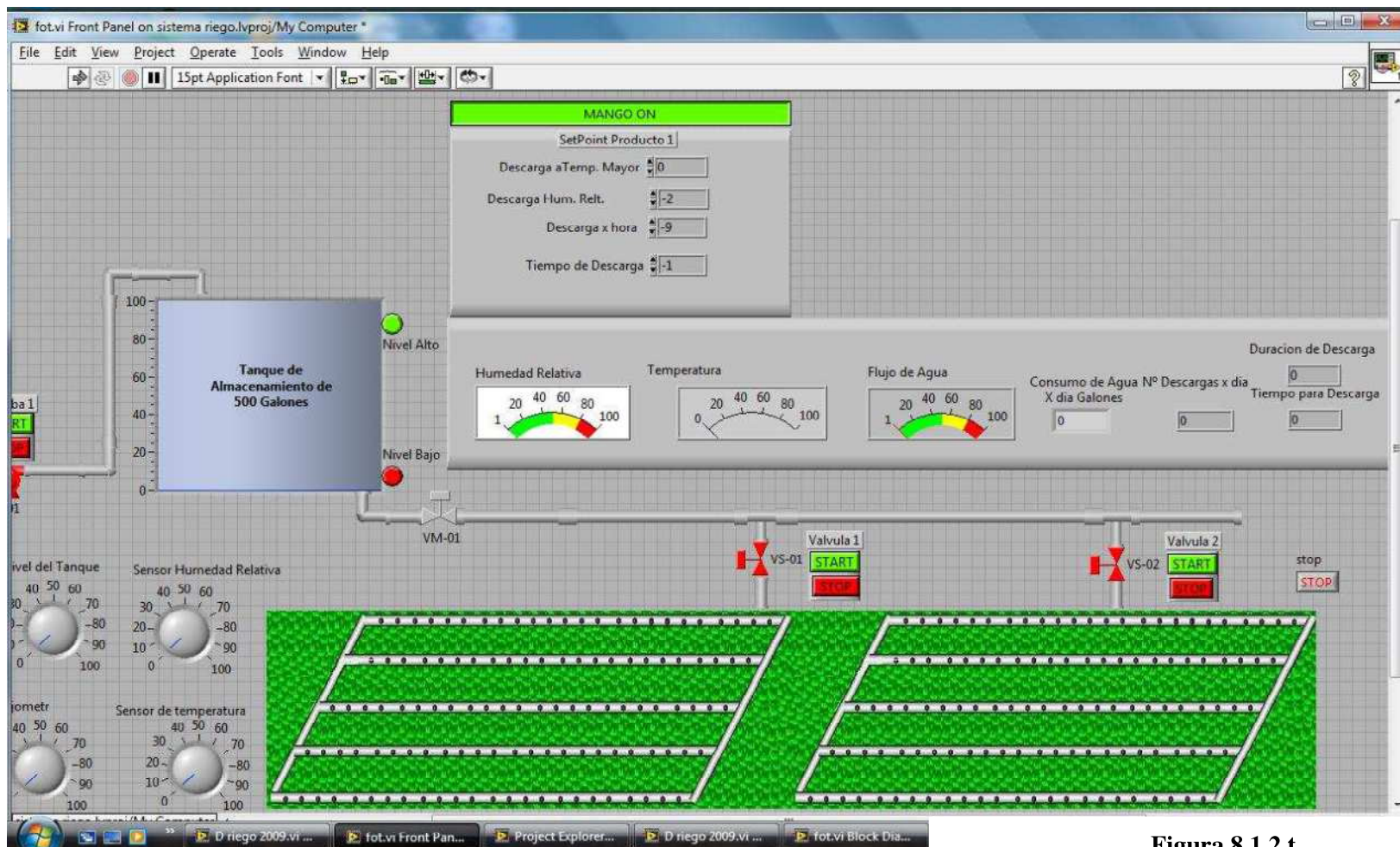


Figura 8.1.2 t

Aquí podemos ver las propiedades del último indicador como ya antes mencionado que es el de duración de descarga.

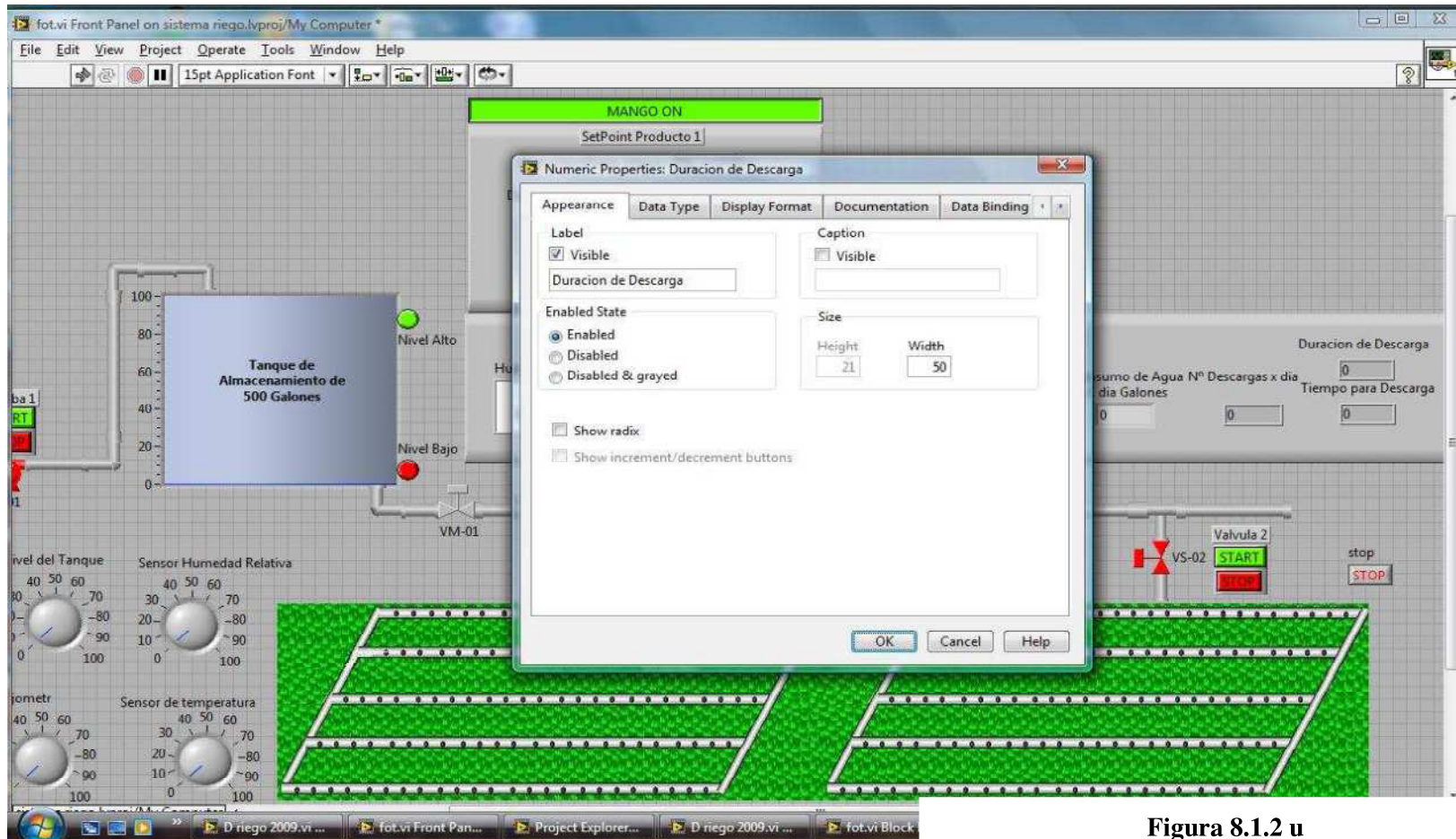


Figura 8.1.2 u

Aquí podemos ver en la pantalla principal donde observamos que le hemos colocado como modelo medición en tiempo real del producto mas es por adorno e indicador.

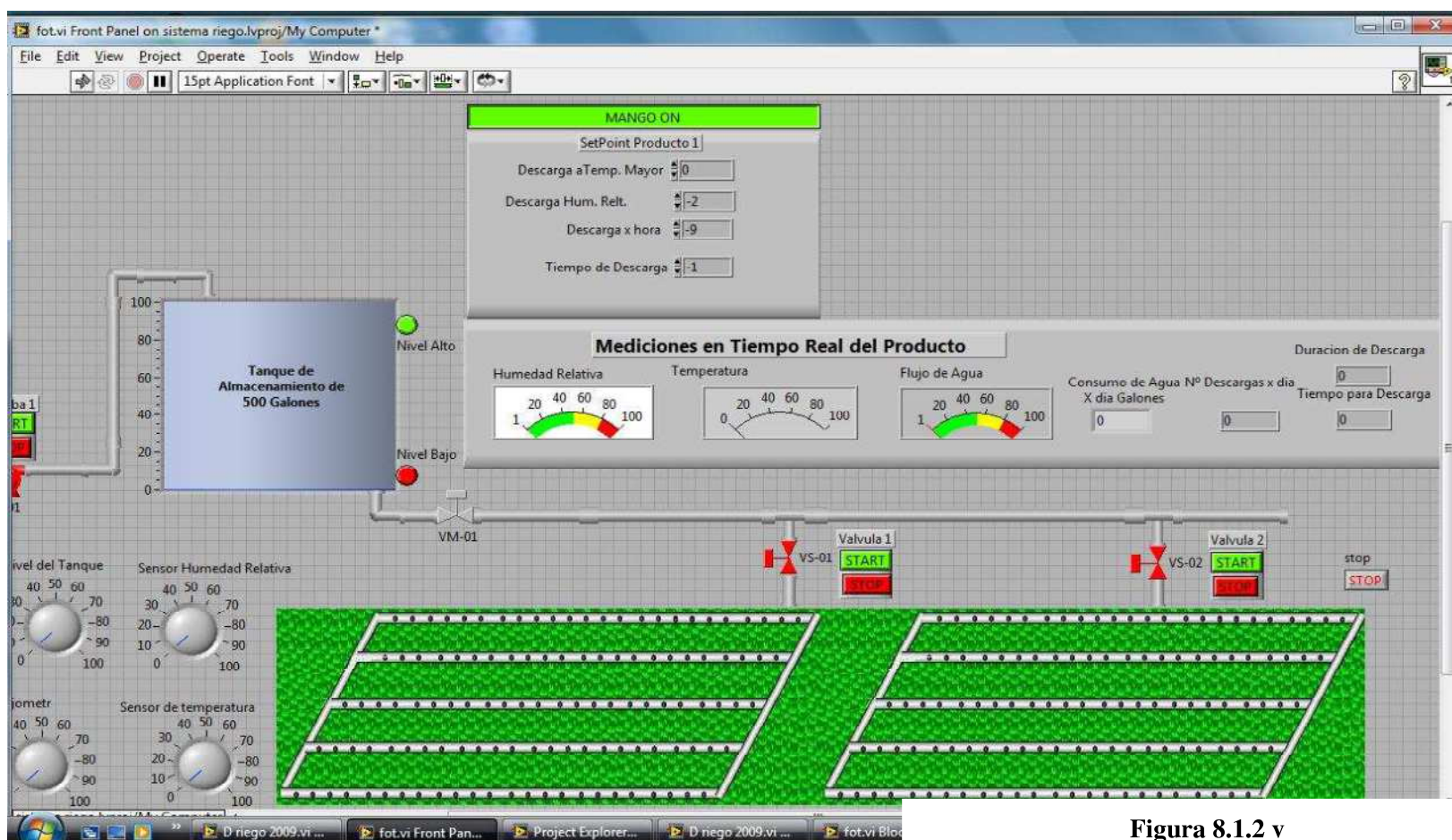


Figura 8.1.2 v

Aquí en la pantalla podemos observar que hemos puesto más controladores que serian los principales ya que desde ahí se puede tomar las decisiones si el sistema va a funcionar automáticamente o manual.

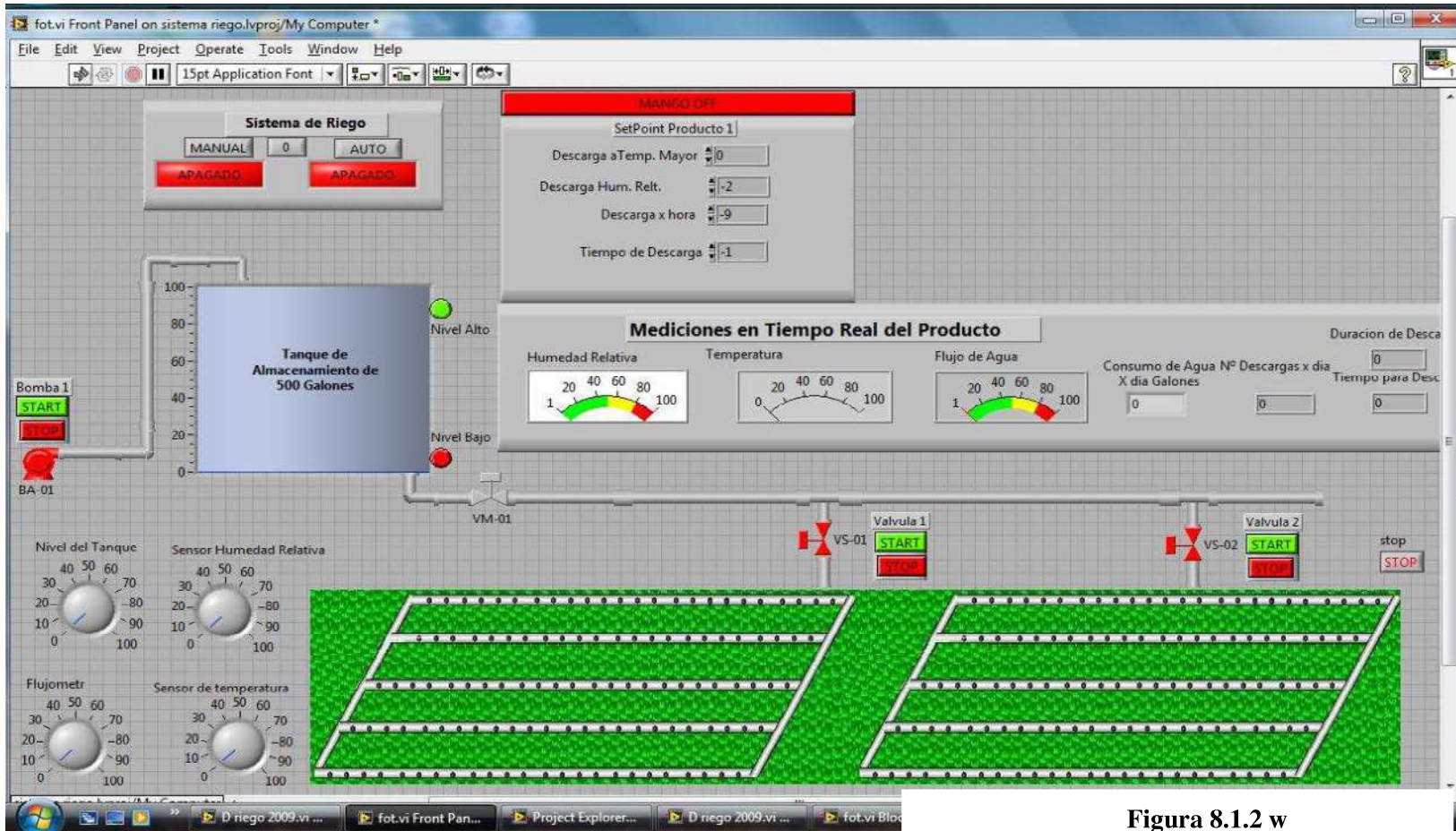


Figura 8.1.2 w

Aquí podemos observar las propiedades del controlador manual.

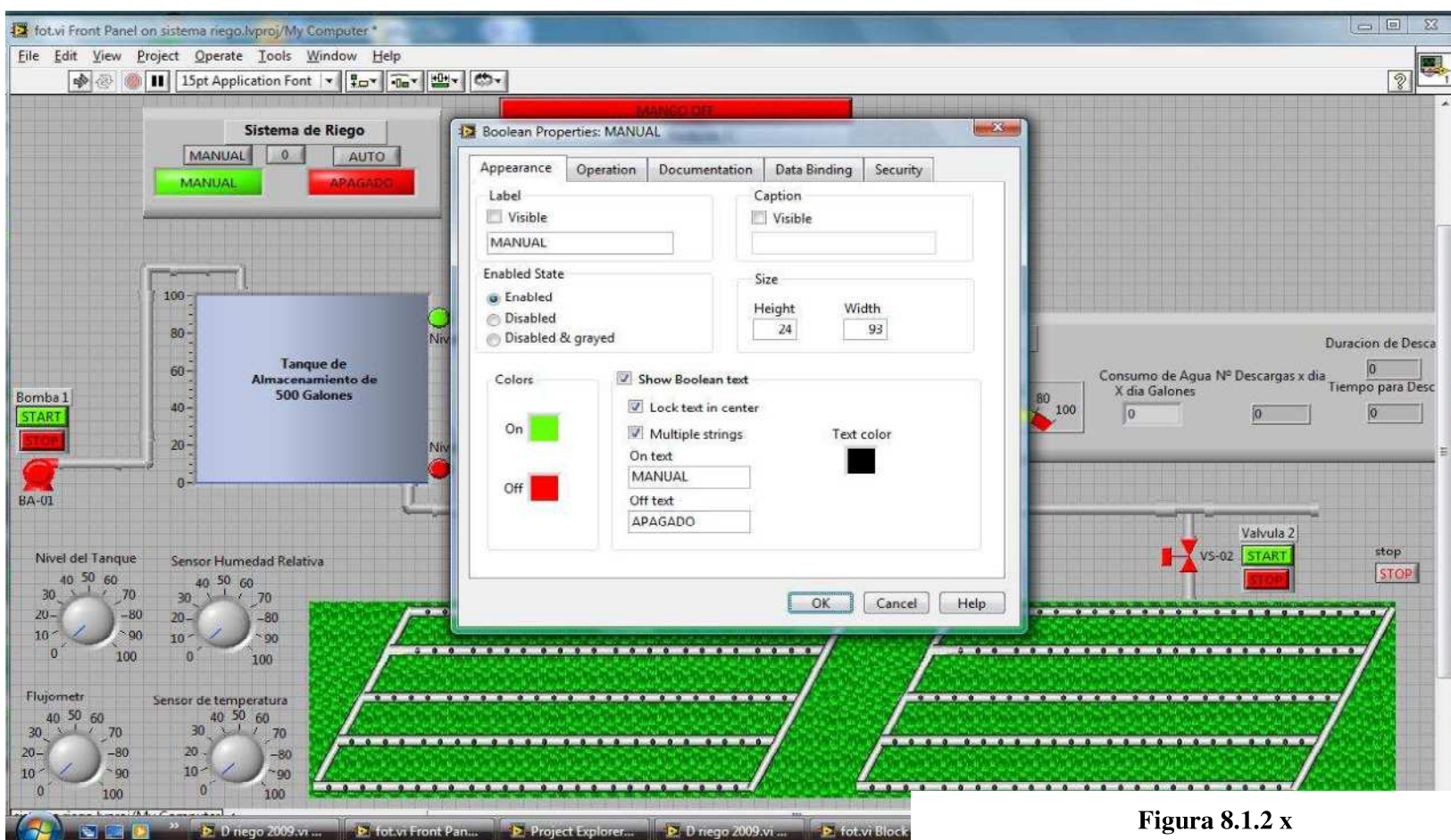


Figura 8.1.2 x

Las propiedades del controlador automático.

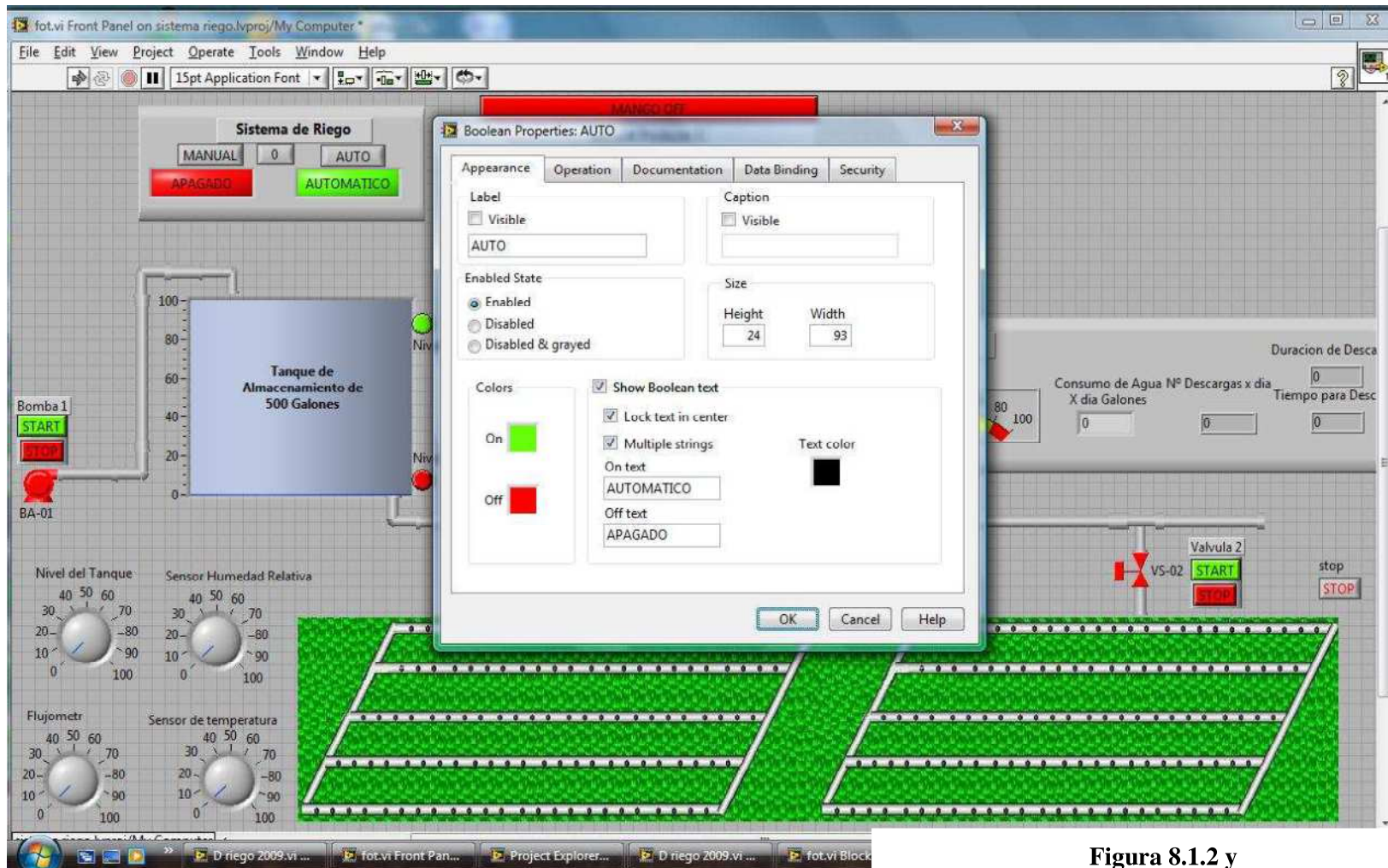


Figura 8.1.2 y

En el diagrama de bloque podemos observar la conexión del controlador auto.

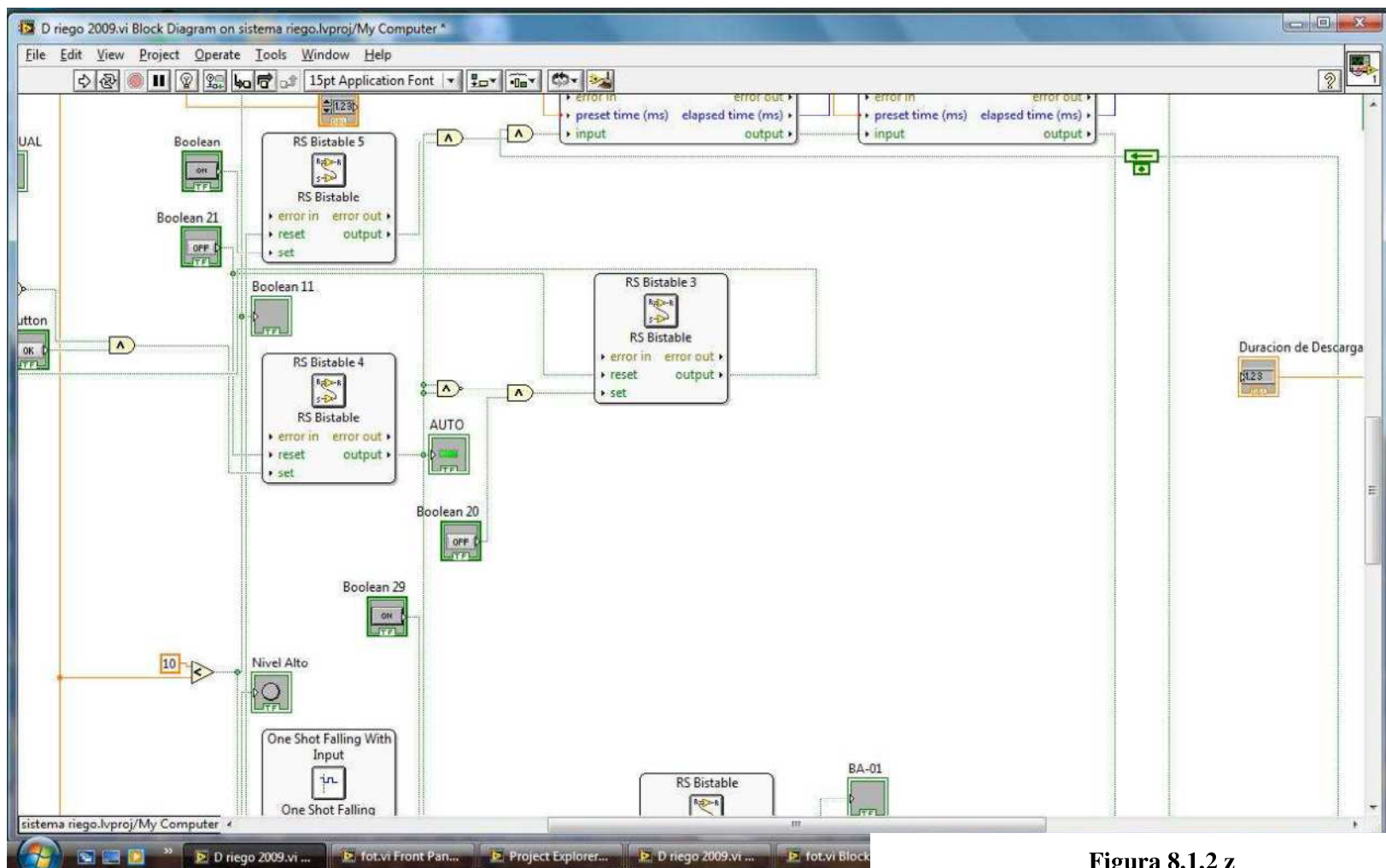


Figura 8.1.2 z

En este diagrama podemos ver como va su conexión del botón auto y manual.

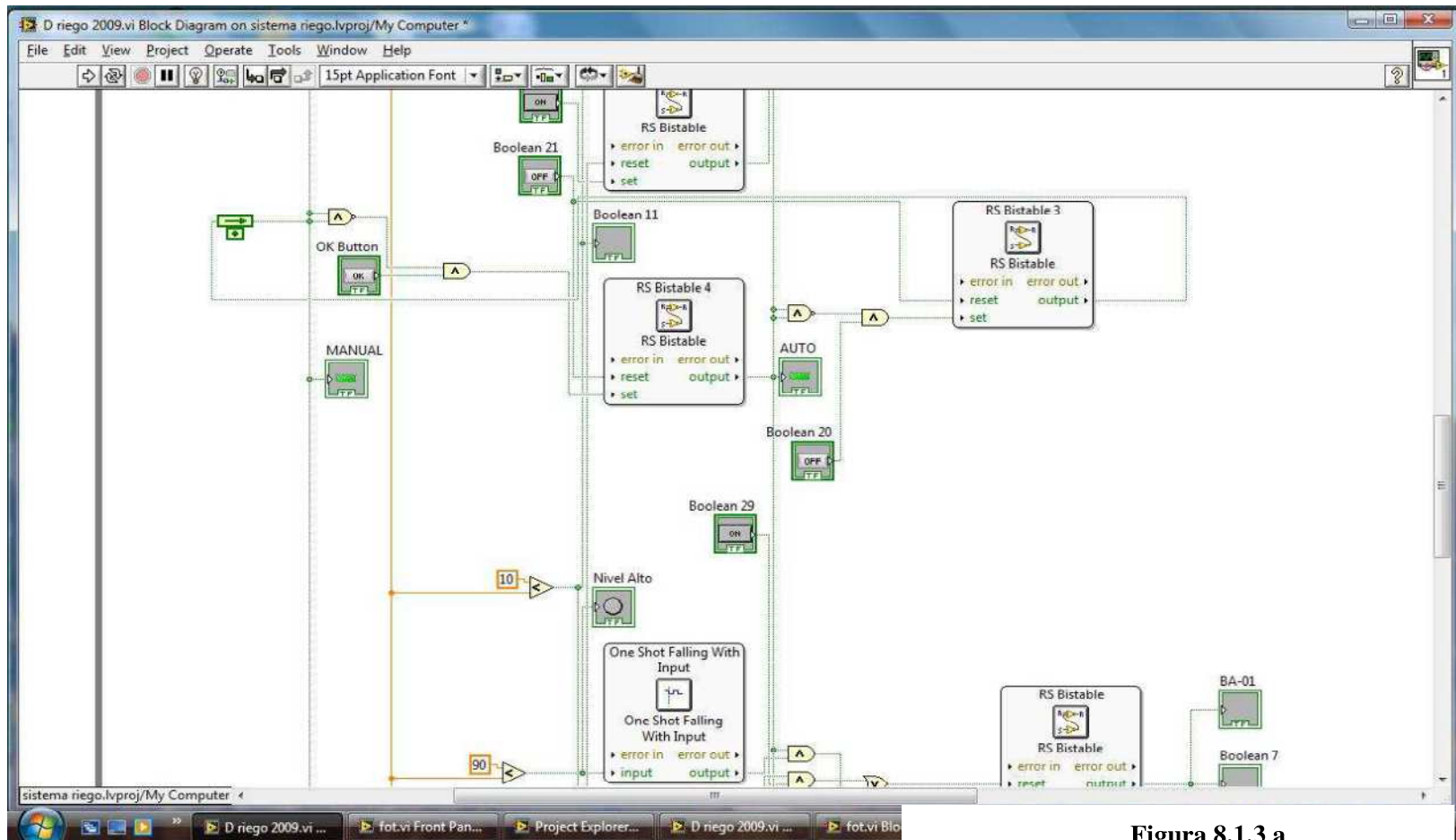


Figura 8.1.3 a

Aquí está la pantalla principal ya con el sistema terminado acomodando cada indicador y controlador en su puesto para una apariencia mucho mejor son sus respectivos adornos.

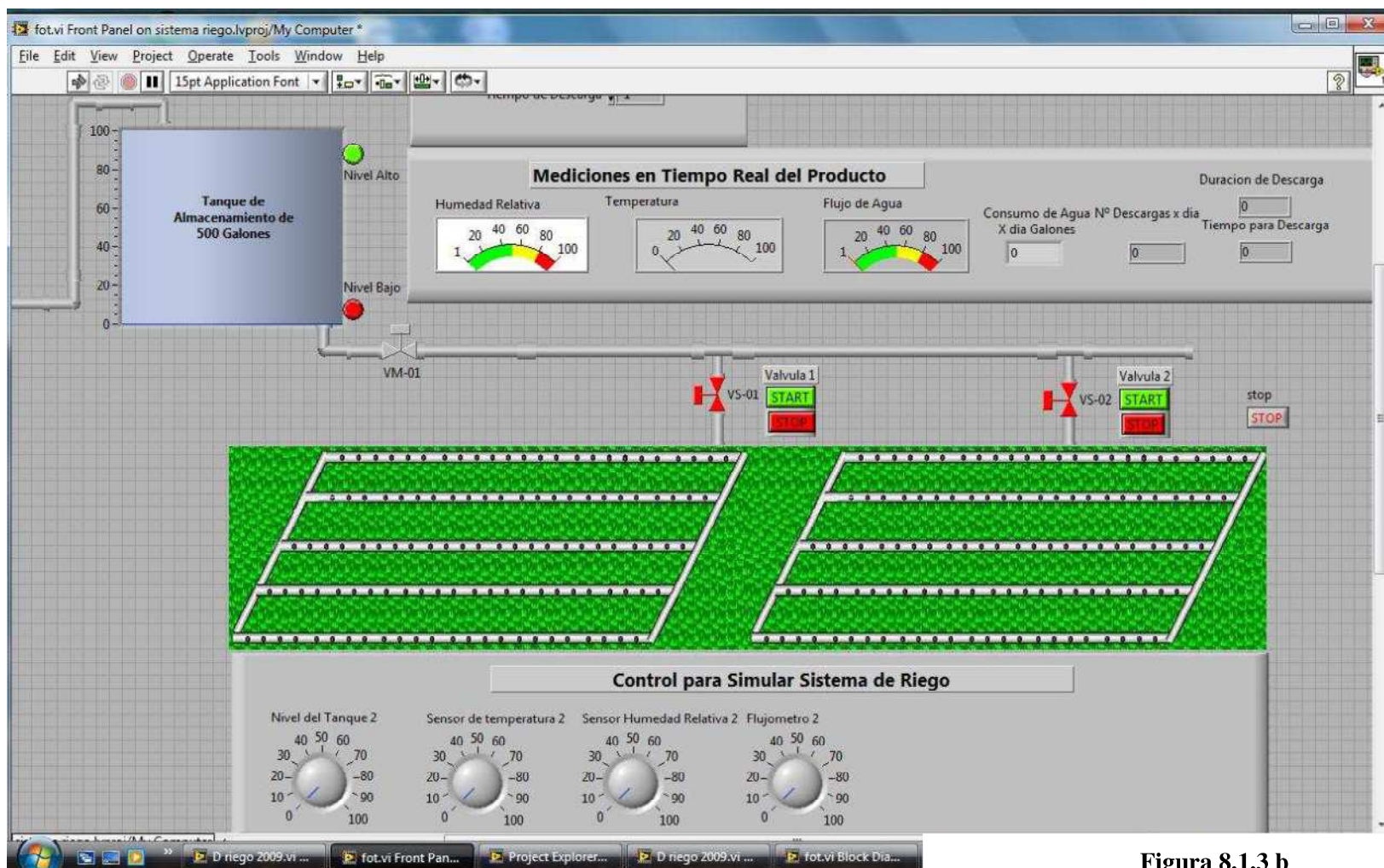


Figura 8.1.3 b

CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado un software con LabVIEW que permite emplear un sistema de riego por goteo automatizado capaz de ofrecer prestaciones muy elevadas a bajo coste.
- Además de su aplicación para la gestión del riego en agricultura, también puede utilizarse con un carácter didáctico utilizando el programa en Facultad Técnica para el desarrollo académico de los estudiantes.
- Este programa de riego permite controlar la apertura o cierre de sectores o válvulas de riego según los planes establecidos por el gestor del riego. Además, pueden incorporar contadores de agua, medidores de presión, almacenar datos, etc.
- En base al diseño del sistema de riego que se pretenda automatizar, siendo necesario prever una posible ampliación de la instalación en relación a los parámetros a controlar. Las características principales del programador a tener presentes son: número de sectores; número de programaciones, duración del ciclo de riego, control del bombeo, detección de averías, control de sondas externas y tensión de alimentación.
- Para cualquier tipo de diseño de riego que se vaya a realizar, es muy importante tener en cuenta un equilibrio de diversos factores, entre los más importantes están, programación eficiente del riego, lograr un equilibrio en el uso de los sistemas a implantar.
- Este diseño en particular es una alternativa con respecto a eficiencia y costos, ya que sabemos que los diseños de riego por goteo son más eficientes.

- El sistema SCADA implementado en el Sistema Automatizado de Riego por goteo cumple todos los objetivos planteados al inicio del proyecto.

- Las aplicaciones desarrolladas en Labview permiten supervisar y controlar los instrumentos del sistema y por ende el proceso de producción.

- Los botones colocados en las pantallas de interfase de operador permiten realizar desde el computador las siguientes operaciones: arranque automático de las válvulas, parada de emergencia total y parcial, arranque y parada de cada uno de los sensores, etc,

- El control de acceso implementado controla que solo personas autorizadas puedan ingresar a las aplicaciones del sistema SCADA. De este modo se evita que personal no autorizado realice operaciones no deseadas.

- El operador puede obtener rápidamente datos de las condiciones climáticas, compuertas y sensores a través del cuadro de información implementado en las aplicaciones.

- Los registros de los eventos y de las alarmas ocurridas pueden ser visualizados.

- Los resultados obtenidos luego de realizar pruebas al sistema SCADA fueron positivos. Todas las funciones implementadas trabajan del modo esperado.

- El desarrollo de las aplicaciones para el sistema SCADA utilizando el software de programación Labview resultó demorado y requirió varios meses para depurar completamente sin embargo los resultados finales son excelentes.
- La implementación del sistema SCADA ha facilitado el trabajo del operador. El encendido y apagado automático de las válvulas es más sencillo. Además, ahora se puede visualizar rápidamente el estado de la instrumentación del sistema.
- Con el PLC se logra mejorar y optimizar el sistema de bombeo de agua por goteo considerando todos los parámetros, manteniendo un flujo continuo de agua que sostiene de manera eficiente las necesidades de su usuario, previniendo de esta manera la detención de errores en el proceso de riego.
- Al realizar cambios en el sistema de control utilizando un controlador lógico programable (PLC) dedicado al manejo de un sistema en particular, se mejora notablemente el manejo de las variables que intervienen en el proceso de una manera descentralizada, optimizando los recursos del nuevo sistema.
- Realizando la colocación de los sensores de temperatura se mejora el rango de actividad y medida de los niveles en los tanques, corrigiendo así el encendido de las bombas, así como también se puede apreciar de forma gráfica en la pantalla del operador los cambios de nivel en tiempo real.
- La implementación de la ayuda visual para el operador constituye una herramienta primordial para la detección anticipada de posibles fallas o alarmas y poner en marchas los correctivos necesarios.

RECOMENDACIONES

- El sistema de riego es monitoreado por un conjunto de sensores los cuales nos otorgan los datos del factor climático y de esta forma el software responde con el regadío, pero, si queremos mayor eficiencia en el riego, en el sistema se debe incrementar el número de sensores como: sensores de luminosidad, viento, precipitación, etc.
- Se debe considerar que en la actualidad todos los sistemas deben ser de alta escalabilidad y disponibilidad de manera que se pueda incrementar o robustecer el sistema original sin tener que hacer mayores cambios, así por ejemplo inicialmente el sistema de riego esta diseñado para atender a una superficie de predeterminada, este mismo debe servir para atender a un terreno con el doble del área original simplemente incrementado los dispositivos de riego por goteo, sin cambiar la base lógica (Software).
- Al querer incrementar el número de sensores y dispositivos de riego por goteo, es aconsejable incrementar microcontroladores, en lo que se refiere a la programación vendría a ser igual, lo único se debería saber que pines son de entrada y salida.
- El beneficio de un sistema automatizado de riego por goteo es el ahorro de agua de riego y su eficiencia es del 90 al 95% pero para un mejor aprovechamiento del agua, se debe buscar otros sistemas de riego alternativos para una mayor optimización.
- Para mejorar la productividad de los negocios sean grandes o pequeños hay que considerar incrementar el capital para la compra de tecnología, este gasto en un mediano plazo se convierte en un beneficio, en vista que nos permite optimizar y reducir tiempos y costos de operación. Siempre se debe tomar en cuenta que la inversión de hoy es un beneficio para el mañana.

- Debido a que los operadores que utilizan el software del sistema SCADA poseen escasos conocimientos de computación se recomienda impartirles charlas sobre el uso de las funciones del software de modo que puedan utilizar las aplicaciones con mayor destreza.
- Debido a las características de los computadores utilizados las aplicaciones del sistema SCADA se demoran entre dos y tres minutos en arrancar. Por lo que se recomienda utilizar computadores más veloces para disminuir estos tiempos.
- En la selección del controlador lógico programable en especial el tipo de CPU, se debe tener en cuenta la capacidad de memoria disponible para datos y memoria de programa, además de contar con las respectivas licencias de los programas utilizados en la programación de los autómatas y de las interfaces de comunicación de cada uno de los dispositivos a conectarse.
- Al realizar un estudio de las variables que intervienen en el proceso se debe tener muy en cuenta el tipo de señal que éstas entregan sean de tipo de voltaje o corriente, para de esta manera poder seleccionar correctamente el tipo de módulos de expansión y la cantidad de entradas salidas que se deben tener dichos módulos.
- Se debe contar además con toda la información pertinente de cada uno de los elementos a instalarse, en especial de las especificaciones técnicas, para no cometer errores en el momento de la instalación pues en su mayoría los ambientes industriales son hostiles.

GLOSARIO

Aerodinámico.- Dicho de un cuerpo móvil: Que tiene forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.

AC: atmosfera controlada.

Array.- un **arreglo** o **vector** (llamados en inglés **arrays**) es una zona de almacenamiento contiguo, que contiene una serie de elementos del mismo tipo, los elementos de la matriz.

API.- conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción. Usados generalmente en las bibliotecas.

ASCII.- código de caracteres basado en el alfabeto latino tal como se usa en inglés moderno y en otras lenguas occidentales.

Biestables.- Es un multivibrador capaz de permanecer en un estado determinado o en el contrario durante un tiempo indefinido.

Bucle.- es una sentencia que se realiza repetidas veces a un trozo aislado de código, hasta que la condición asignada a dicho bucle deje de cumplirse.

Bimetálico.- Mecanismo formado por dos metales que están unidos.

Bornes.- Es el nombre dado en Electricidad a cada uno de los terminales de metal en que suelen terminar algunas máquinas y aparatos eléctricos, y que se emplean para su conexión a los hilos **conductores**.

Baudios.- Unidad de medida, usada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos transmitidos por segundo en una red análoga.

Backlink.- son los enlaces que recibe una determinada web desde otras páginas.

Buffers .-espacio de memoria, en el que se almacenan datos para evitar que el programa o recurso que los requiere, ya sea hardware o software, se quede en algún momento sin datos.

Calibración.- Ajustar, con la mayor exactitud posible, las indicaciones de un instrumento de medida con los valores de la magnitud que ha de medir.

CENTIBARES: un centibar es equivalente a la succión creada al liberar una columna de agua de 10 centímetros de altura al nivel del mar. Un bar equivale a 0.987 atmosferas y a 100 centibar.

Códigos de Hamming.- código detector y corrector de errores, pueden detectar errores en un bit y corregirlos, sin embargo no se distingue entre errores de dos bits y de un bit (para lo que se usa Hamming extendido). Esto representa una mejora respecto a los códigos con bit de paridad, que pueden detectar errores en sólo un bit, pero no pueden corregirlo.

CO2.- dióxido de carbono.

Cúmulo.- conjunto de cosas sin orden, una unión o suma de muchas cosas materiales o inmateriales.

CSS.- contenido de sólidos solubles.

Drivers.- controlador de dispositivo, llamado normalmente **controlador** (en inglés, *device driver*) es un programa informático que permite al sistema operativo interactuar con un periférico, haciendo una abstracción del hardware y proporcionando una interfaz -posiblemente estandarizada- para usarlo.

DAQ.- adquisición de datos o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras **electrónicas (sistema digital).**

DCE.- Equipo de comunicación de datos

DTE.- Equipo terminal de datos

Dial-up.- Conexión por línea conmutada es una forma barata de acceso a Internet en la que el cliente utiliza un módem para llamar a través de la Red Telefónica Conmutada.

DPA: Difenilamina o antioxidante.

Disímiles.- adjetivo que quiere decir: Desemejante, diferente.

DSP.- sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad.

Domótica.- proviene de la unión de las palabras *domus* (que significa *casa* en latín) y *tica* (de *automática*, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la *integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto*.

Display.- dispositivo de ciertos aparatos electrónicos que permite mostrar información al usuario, creado a partir de la aparición de calculadoras, cajas registradoras e instrumentos de medida electrónicos en los que era necesario hacerlo.

DDE.- tecnología de comunicación entre varias aplicaciones bajo Microsoft Windows y en OS/2.

DNP3.- acrónimo del inglés Distributed Network Protocol, en su versión 3) es un protocolo industrial para comunicaciones entre equipos inteligentes (IED) y estaciones controladores, componentes de sistemas SCADA.

DCS.- sistemas de control distribuido.

DEC Alfa .-arquitectura diseñada por DEC, Cuenta con un set de instrucciones RISC de 64 bits especialmente orientada a cálculo de punto flotante.

Edafoclimáticas.- Término generalmente utilizado para las plantas que son fácilmente adaptables a diferentes tipos de suelo y clima.

EIA.- Alianza electrónica de industrias

EPROM.- son las siglas de *Erasable Programmable Read-Only Memory* (ROM programable borrrable de sólo lectura). Es un tipo de chip de memoria ROM no volátil.

Electrodos.- Extremos de un cuerpo conductor en contacto con un medio del que recibe o al que transmite una corriente eléctrica.

Electroimán.- Imán artificial que consta de un núcleo de hierro dulce rodeado por una bobina por la que pasa una corriente eléctrica.

Émbolo.- Es una barra cuyos movimientos se encuentran limitados a una sola dirección como consecuencia del emplea de guías.

Empírica.- Es el conocimiento basado en la experiencia.

Ethernet.- Es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. El nombre viene del concepto físico de *ether*. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

Framework.- desarrollo de software, es una estructura de soporte definida, mediante la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros software para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

FFT.- abreviatura usual (del inglés **Fast Fourier Transform**) de un eficiente algoritmo que permite calcular la transformada de Fourier discreta (DFT) y su inversa.

FLASH ROM .- **memoria flash** es una forma desarrollada de la memoria EEPROM que permite que múltiples posiciones de memoria sean escritas o borradas en una misma operación de programación mediante impulsos eléctricos.

Foreground/Background.- Prioridad asignada a programas que corren en un entorno multitarea. programas foreground (primer plano) tienen mayor prioridad y los programas background (segundo plano).

FPGA.- dispositivo semiconductor que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad se puede programar.

Gateway.-(puerta de enlace) es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

Gomosis.- Es la Formación de una sustancia viscosa en los tejidos de ciertas plantas.

Higrómetro.- Instrumento que sirve para determinar la humedad del aire atmosférico.

Higroscópicas.- Son todos los compuestos que atraen agua en forma de vapor.

Hz .- unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.

Histogramas.- es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. En el eje vertical se representan las frecuencias, y en el eje horizontal los valores de las variables, normalmente señalando las marcas de clase, es decir, la mitad del intervalo en el que están agrupados los datos.

Hub .- es el centro de un sistema en general, en el que coinciden los radios y donde se encuentra el eje. El término se utiliza internacionalmente para identificar sistemas que mantienen una fuerte dependencia de un punto central.

Humedad relativa.- es el cociente entre la cantidad de vapor de agua de la atmósfera contenido en un cierto volumen y la cantidad de vapor de agua que contendría este mismo volumen si el aire estuviese saturado a la misma temperatura.

HA: medida de área o grandeza, que es una hectárea (10.000 m²).

Interfaz.- medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora.

IEC.- La Comisión electrotécnica internacional (IEC del) es una organización de estándares internacional sin ánimo de lucro, no gubernamental que prepara y publica los estándares internacionales para las tecnologías todo eléctricas, electrónicas y relacionadas - conocidas colectivamente como " electrotechnology".

Interpretación de las lecturas de humedad

Según la textura del suelo las lecturas corresponden aproximadamente a:

- **0 - 10 centibares:** Suelo saturado.
- **10 - 30 centibares:** Suelo con suficiente humedad. Excepto los suelos de arena gruesa que empiezan a secarse.
- **30 - 60 centibares:** Margen normal para iniciar el riego excepto en los suelos muy arcillosos.
- **60 - 80 centibares:** Margen normal para iniciar el riego en los suelos muy arcillosos.
- **80 + centibares:** El suelo se está secando peligrosamente.

MMS.- protocolo de transferencia multimedia. Utiliza una estrategia sobre demanda para la distribución de contenido multimedia a través de Internet.

MOPD.- Máximo de Presión de Apertura.

MOPD.- Diferencial Máximo de Presión de Apertura.

MinOPD.- Diferencial Mínimo de Presión de Apertura.

Módems .- Un dispositivo que sirve para modular y demodular (en amplitud, frecuencia, fase u otro sistema) una señal llamada *portadora* mediante otra señal de entrada llamada *moduladora*.

Micro-kernel.- Tipo de núcleo de un sistema operativo que provee un conjunto de primitivas o llamadas al sistema mínimas, para implementar servicios básicos como espacios de direcciones, comunicación entre procesos y planificación básica.

LHC.- Acelerador de partículas (o acelerador y colisionador de partículas) ubicado en la actualmente denominada Organización Europea para la Investigación Nuclear (la sigla es la del antiguo nombre en francés de tal institución: *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, **CERN**), cerca de Ginebra, en la frontera franco-suiza.

Legó Mindstorms.- juego de robótica para niños fabricado por la empresa Legó, el cual posee elementos básicos de las teorías robóticas, como la unión de piezas y la programación de acciones, en forma interactiva.

O₂.- oxígeno líquido.

OPC.- estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos.

ODBC.- estándar de acceso a Bases de datos desarrollado por Microsoft Corporation, el objetivo de *ODBC* es hacer posible el acceder a cualquier dato desde cualquier aplicación, sin importar qué Sistema Gestor de Bases de Datos.

Oracle.- sistema de gestión de base de datos relacional (o RDBMS por el acrónimo en inglés de Relational Data Base Management System), desarrollado por Oracle Corporation.

PID .-mecanismo de control por realimentación que se utiliza en sistemas de control industriales.

PC104.- estándar de ordenador embebido que define el formato de la placa base (*form factor*) y el bus del sistema.

PPM.- partes por millón, es una unidad de medida que se refiere a los mg (miligramos) que hay en un kg de disolución; como la densidad del agua es 1, 1 kg de solución tiene un volumen de aproximadamente 1 litro, los ppm son también los mg de una sustancia en un litro expresado de otra forma, mg/l (Siguiendo el mismo razonamiento, los ppm también son los gramos que contiene cada metro cúbico, g/m³) Para calcular los ppm se divide el peso en mg por el volumen en litros, por ejemplo, una disolución de 15 gramos (g) en 3 metros cúbicos de agua: $15 \text{ g} \times 1000 \text{ mg/g} = 15000 \text{ mg}$ $3 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ l/m}^3 = 3000 \text{ l}$
Concentración: $15000 / 3000 = 5 \text{ mg/l} = 5 \text{ ppm}$.

PLC.- son unas siglas que pueden tener dos significados:

- *Programmable Logic Controller* o Controlador lógico programable.

Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se tiene que saber que hay infinitudes de tipos de PLC. Los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

- *Power Line Communications* o comunicaciones utilizando las líneas eléctricas.

PID.- Un PID usa una fuente de luz ultravioleta (UV) para romper las sustancias químicas en iones positivos y negativos (*ionización*) que se pueden medir fácilmente con un *detector*.

Pistón.- Parte o pieza central de la cápsula, donde está colocado el fulminante.

Polímero.- Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.

PPM.- Partes por millón.

Polling.- hace referencia a una operación de consulta constante, generalmente hacia un dispositivo de hardware, para crear una actividad sincrónica sin el uso de interrupciones, aunque también puede suceder lo mismo para recursos de software.

Pooling es una técnica basada en OFDMA que permite el acceso público a bandas de frecuencias privadas creando reservas comunes de espectro.

PCB.- medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de *rut*as o *pistas* de material conductor, grabados en hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor.

PH.- Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

RH.- Humedad relativa.

RAM.- memoria de acceso aleatorio (en inglés: *random-access memory* cuyo acrónimo es **RAM**) es la memoria desde donde el procesador recibe las instrucciones y guarda los resultados.

SQUID.- programa de software libre que implementa un servidor proxy y un *demonio* para caché de páginas web, publicado bajo licencia GPL.

SQL.- lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en éstas.

Streaming.- término que se refiere a ver u oír un archivo directamente en una página web sin necesidad de descargarlo antes al ordenador.

Solaris .-Solaris es un sistema operativo de tipo Unix Funciona en arquitecturas SPARC y x86 para servidores y estaciones de trabajo.

Solenoides.- Bobina cilíndrica de hilo conductor arrollado de manera que la corriente eléctrica produzca un intenso campo magnético.

Tangibles.- Que se percibe de manera precisa.

Twidosuite.- El software de programación TwidoSuite es una herramienta fácil de usar diseñada para ayudarle a desarrollar proyectos realizados a partir de controladores Twido.

Garantiza con toda tranquilidad la continuidad de las aplicaciones ya creadas con.

Este software tiene por objeto reducir de forma significativa el tiempo de desarrollo de los proyectos simplificando todas las intervenciones.

Telemetría.- tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

TCP/IP.- conjunto de protocolos de red en la que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras

Time stamping.- mecanismo *on-line* que permite demostrar que una serie de datos han existido y no han sido alterados desde un instante específico en el tiempo.

TDI.- una manera de mostrar información en un interfaz gráfica de usuario.

USDA: United States Department of Agriculture

Unix .-sistema operativo portable, multitarea y multiusuario; desarrollado, en principio, en 1969 por un grupo de empleados de los laboratorios Bell de AT&T, entre los que figuran Ken Thompson, Dennis Ritchie y Douglas McIlroy.

UART.- Transmisor-Receptor Asíncrono Universal

Volátiles.- mudable, inconstante.

VSAT.- Terminal de Apertura Muy Pequeña (del inglés, *Very Small Aperture Terminal*). Designa un tipo de antena para comunicación de datos vía satélite y por extensión a las redes que se sirven de ellas, normalmente para intercambio de información pVisual Basic lenguaje de programación desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. El lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes añadidos.

Visual Studio.- entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows.

VME.- un estándar de bus informático.

Win32.- Versión del API de Windows de 32 bits. Está compuesta por funciones en C almacenadas en librerías de enlace dinámico.

Watchdog timer.- Un temporizador de 16 bit.

XML.- protocolo de llamada a procedimiento remoto que usa XML para codificar los datos y HTTP como protocolo de transmisión de mensajes.

Bibliografía

<http://es.wikipedia.org>

<http://www.electronet.net.ec/Productos/ProyectosTelemetria/tabid/113/Default.aspx>

<http://www.relevargis.com.ar/blog/2008/07/30/riegocontrol/#more-27>

<http://www.segura.com.uy/telemetria.html>

<http://www.monografias.com>

<http://www.fisicarecreativa.com/guiassensoretemp>

<http://www.enconor.com>

http://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_nivel

<http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/varios/nivagua/index.htm>

<http://articulos.infojardin.com/articulos/sistemas-riego-jardin.htm>

<http://www.inta.es/descubreAprende/htm/accion3.htm>

<http://www.scribd.com/doc/13473499/Introduccion-a-Los-Sistemas-SCADA>

<http://www.ni.com/labview/whatis/esa/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

<http://www.tracnova.com/tracnovapub/SCADA%20construido%20con%20LabVIEW>

http://www.ni.com/pdf/newsletters/esa/q1_2006_esa.pdf

<http://www.tracnova.com/Lab%20View%20adicionales.htm>

<http://www.ni.com/labview/labviewdsc/esa/upgrade.htm>

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/2381>

<http://www.ni.com/realtime/esa/>

<http://www.infoagro.com>

http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/cereza.htm

http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/manzana3.htm

http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/aguacate.htm

http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/albaricoques.htm

<http://www.infoagro.com/citricos/naranja2.htm>

<http://www.infoagro.com/citricos/mandarina.htm>

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

<http://www.infoagro.com/citricos/limon.htm>

http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.htm
<http://www.abcagro.com>
http://www.abcagro.com/frutas/frutas_tradicionales/cerezas.asp
http://www.abcagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.asp
http://grupos.emagister.com/documento/protocolos_de_comunicaciones_industriales
http://grupos.emagister.com/documento/guia_de_protocolo_hart/1543-162028
<http://grupos.emagister.com/ficheros/vcruzada?idGrupo=1543&idFichero=195502>
<http://es.wikipedia.org/wiki/RS-232>
http://www.automation.siemens.com/net/html_78/produkte/020_produkte.htm
<http://es.wikipedia.org/wiki/Profibus>
<http://www.santiagoapostol.net/srca/buses/profibus.pdf>
<http://www.fondonredes.com/fieldbus.htm>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
<http://es.kioskea.net/contents/technologies/ethernet.php3>
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/est_peni/DATOS/COMPONENTE3/pina
http://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p289.pdf