



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TÍTULO DE LA TESIS:

Estudio para la propuesta de implementación de un sistema de supervisión y control de las redes de telecomunicaciones soterradas en la municipalidad de Santiago de Guayaquil

Previa la obtención del Grado Académico de Magíster en
Telecomunicaciones

ELABORADO POR:

Ing. Luis Enrique Pinzón Barriga

Guayaquil, a los 17 días del mes Agosto año 2012



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Magíster Luis Enrique Pinzón Barriga como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones.

Guayaquil, a los 17 días del mes Agosto año 2012

DIRECTOR DE TESIS

MSc. Ing. Daniel Iván Garrido Rodríguez

REVISORES:

MSc. Edwin Palacios Meléndez

MSc. Luis Córdova Rivadeneira

DIRECTOR DEL PROGRAMA

MSc. Manuel Romero Paz



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, Luis Enrique Pinzón Barriga

DECLARO QUE:

La tesis “Estudio para la propuesta de implementación de un sistema de supervisión y control de las redes de telecomunicaciones soterradas en la municipalidad de Santiago de Guayaquil”, previa a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 17 días del mes Agosto año 2012

EL AUTOR

Luis Enrique Pinzón Barriga



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN

YO, Luis Enrique Pinzón Barriga

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: “Estudio para la propuesta de implementación de un sistema de supervisión y control de las redes de telecomunicaciones soterradas en la municipalidad de Santiago de Guayaquil”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes Agosto año 2012

EL AUTOR

Luis Enrique Pinzón Barriga

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen

En el trabajo se realiza un estudio de los sistemas de supervisión y gestión de las redes de telecomunicaciones presurizadas existentes en el mundo de cuyo resultado se arriba a una propuesta preliminar para la implementación de un sistema de este tipo en las redes de telecomunicaciones soterradas del municipio de Santiago de Guayaquil.

Abstract

This work it make a study of the supervision systems and administration of the nets of existent pressurized telecommunications in the world of whose result you arrives to a preliminary proposal for the implementation a system of this type in the buried nets telecommunications the Santiago Guayaquil municipality.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1: Generalidades del proyecto de intervención.	13
1.1. <i>Introducción.</i>	14
1.2. <i>Definición del problema</i>	16
1.3. <i>Objetivos.....</i>	16
1.4. <i>Hipótesis.....</i>	16
1.5. <i>Tareas.</i>	17
1.6. <i>Técnicas y métodos empleados en la investigación.</i>	17
Capítulo 2: Sistemas de supervisión y gestión de redes.	18
2.1. <i>Introducción.</i>	18
2.2. <i>Características de la gestión de redes.....</i>	18
2.3. <i>Formas de actuación de la gestión de redes.</i>	19
2.3.1. <i>Mecanismos de Supervisión</i>	20
2.3.2. <i>Control</i>	21
2.4. <i>Plataformas de gestión de redes.....</i>	24
Capítulo 3: Generalidades de los sistemas de presurización, supervisión y gestión de las redes de Telecomunicaciones.	39
3.1. <i>Introducción.</i>	39
3.2. <i>Presurización en redes de Telecomunicaciones.</i>	40
3.2.1. <i>Magnitudes, Unidades y Definiciones.</i>	41
3.2.2. <i>Tipos de sistemas de alimentación de aire.</i>	43
3.3. <i>Sistemas de supervisión y gestión de las redes de Telecomunicaciones presurizadas.</i>	45
3.3.1. <i>Sistemas para la supervisión y gestión de las redes de Telecomunicaciones presurizadas en el mundo.....</i>	46
3.3.1.1. <i>Sistema de supervisión y gestión de LANCIER.</i>	47
3.3.1.2. <i>Sistema de supervisión y gestión de INELCOM.....</i>	48
3.3.1.3. <i>Pressure MAP (Management Analysis Program).....</i>	50
3.3.1.4. <i>Sistema de supervisión de la presurización de cables (CPMS) desarrollado por Monitronix Europa.....</i>	52
3.3.1.5. <i>Sistema de supervisión y gestión NIDA 2.</i>	53
Capítulo 4. Propuesta del Sistema de Presurización Supervisión y Gestión para la municipalidad de Santiago de Guayaquil.	61
4.1. <i>Propuesta del Sistema de Presurización. Características. ...</i>	62

4.1.1. Componentes internos del sistema de presurización.	63
4.1.2. Componentes externos.....	67
4.1.3. Transductores de presión.	69
4.2. Supervisión autónoma	72
4.2.1. SAD Servidor.....	73
4.2.2. Software Servidor de datos.	75
4.2.3. Cliente SP-700.....	78
4.2.3.1. Descripción de las principales interfaces gráficas de la aplicación.	79
4.2.3.2. Ventana para la visualización del hardware del sistema...	81
4.2.3.3. Ventana de configuración de los elementos topológicos del sistema.	82
4.2.3.4. Ventana para la configuración y visualización de los cables.	84
4.2.3.5. Ventana para la visualización gráfica de la ruta neumática.	88
4.2.3.6. Ventana de alarmas.....	89
4.2.3.7. Gráfica de presión contra distancia.....	91
4.2.3.8. Tabla comparativa.....	92
Capítulo 5: Valoración del costo.	94
5.1. Valoración en cuanto al costo de los componentes para implementar el sistema de presurización.	94
5.2. Utilidades Económicas.	96
Conclusiones.....	97
Recomendaciones.....	98
Referencias bibliográficas.	99
Bibliografía.....	101
Anexos.	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2:

Figura 2. 2: Modelo Agente-Gestor.....	19
Figura 2. 3: Sondeo.	20
Figura 2. 4: Informe de eventos.	20
Figura 2. 5: Áreas funcionales de la gestión de red	21
Figura 2. 6: Arquitectura física de una TMN.....	31

Capítulo 3:

Figura 3. 1: Presurización de un cable.....	40
Figura 3. 2: Esquema general de un sistema de presurización.	44
Figura 3. 3: Arquitectura de un sistema de gestión de presurización..	45
Figura 3. 4: Estructura del sistema de INELCOM.	48
Figura 3. 5: Sistema para la supervisión de la presurización Monitronix	53
Figura 3. 6: Topología del sistema NIDA 2.	54

Capítulo 4:

Figura 4. 1: Sistema de presurización.....	62
Figura 4. 2: Rotámetro.	66
Figura 4. 3: Módulo para válvula de prueba.....	67
Figura 4. 4: Módulo de válvula de alimentación.	68
Figura 4. 5: Válvula de sobrepaso.	69
Figura 4. 6: Transductor de presión y diagrama eléctrico básico.....	70
Figura 4. 7: Colectores o Housing MB para TP 204M.....	71
Figura 4. 8: Estructura para la supervisión automática.	73
Figura 4. 9: Acoplamiento de <i>Hardware</i> externo con la computadora. 74	
Figura 4. 10: Vista del panel principal del <i>Software</i> servidor de datos.76	
Figura 4. 11: Panel de configuración.	76
Figura 4. 12: Panel para cambio de contraseña.	77
Figura 4. 13: Trama por división en tiempo que representa la secuencia de tonos enviados por los TP.....	78
Figura 4. 14: Creación del primer ODBC.	80

Figura 4. 15: Selección del ODBC deseado.....	80
Figura 4. 16: Ventana para configuración de Hardware.....	81
Figura 4. 17: Inserción y edición de transductores.....	82
Figura 4. 18: Configuración de los nodos de la red.....	83
Figura 4. 19: Inserción de nodos.....	83
Figura 4. 20: Edición de los parámetros de un túnel de cable.	84
Figura 4. 21: Configuración de los cables de la red.	84
Figura 4. 22: Uso de la opción Insertar Cable.....	85
Figura 4. 23: Inserción de un nuevo cable.	85
Figura 4. 24: Inserción de un nuevo segmento dentro del cable.....	86
Figura 4. 25: Edición de un segmento.	86
Figura 4. 26: Segmentos insertados sin asociar a ninguna ruta.	87
Figura 4. 27: Edición de una ruta automática.....	87
Figura 4. 28: Ventana para relacionar los segmentos a la ruta neumática.	88
Figura 4. 29: Vista gráfica de la ruta neumática.....	89
Figura 4. 30: Ventana para la visualización de alarmas.....	90
Figura 4. 31: Cambio del estado de atención de una alarma.....	90
Figura 4. 32: Selección de la opción Gráfica Presión/Distancia.....	91
Figura 4. 33: Gráfica presión contra distancia.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Modelo OSI	31
Tabla 2. 2: Modelo TCP/IP	32

Capítulo 3

Tabla 3. 1: Requerimientos de software y hardware del sistema NiDA 2 para el Servidor y los clientes.	60
--	----

Capítulo 4

Tabla 4. 1: Comparación entre el sistema NIDA xx y el SP-700.	93
--	----

Capítulo 5

Tabla 5. 1: Costo de los elementos necesarios para la implementación del sistema de presurización.....	95
Tabla 5. 2: Costo de los elementos del sistema de supervisión y gestión SP-700.....	95
Tabla 5. 3: Relación elementos costo del equipamiento ofertado por NICOTRA para el sistema NIDA xx	96

Capítulo 1: Generalidades del proyecto de intervención.

1.1. Introducción.

La creciente demanda de servicios de telecomunicaciones ha conducido a que las empresas vinculadas a esta rama se sientan con la obligación de brindar cada día servicios con mayor calidad, flexibilidad y velocidad de transmisión. Los pares de cobre constituyen el soporte fundamental de la red telefónica urbana y su empleo, contrariamente a lo que muchos opinaban hasta hace poco tiempo, está previsto para unos cuantos años más, primero porque no resulta económicamente viable desechar toda la costosa inversión que fue realizada en planta exterior en todos los países del mundo y segundo debido al desarrollo de sistemas muy avanzados de transmisión digital, tales como las técnicas conocidas como XDSL, que han permitido utilizar dichos pares como soporte de transmisión en las modernas redes digitales de acceso, con velocidades muy altas, útiles para la prestación de una gran gama de servicios.

El soterramiento de estas redes siempre ha sido una necesidad para su reordenamiento y mejora de la imagen urbana pero presenta como inconveniente que favorece la penetración de humedad del medio y otros agentes al interior de las corazas, degradando la resistencia de aislamiento eléctrica entre los pares lo que puede producir diafonía, ruido, atenuación e interrupción de los servicios.

Una razón fundamental de la baja confiabilidad de los cables está dada en que los defectos en los mismos son virtualmente detectados sólo cuando causan interrupción en su funcionamiento, afectando un gran número de servicios. Generalmente las interrupciones tienen una demora prolongada de restablecimiento.

La presurización es el método de protección de los cables de comunicaciones contra la penetración de humedad más efectivo y de mayor uso en la actualidad. Consiste básicamente en introducir aire en el interior de las corazas, con una presión determinada y con unas

condiciones específicas de humedad, con el objetivo de que ante la rotura de la cubierta la salida del aire por ese punto evite la entrada de agua o aire húmedo a su interior.

Este sistema de protección de las redes de cables permite trabajar por la aplicación del mantenimiento preventivo y disminuir de forma considerable el mantenimiento correctivo, con todos sus costos e inconvenientes.

La utilización de un sistema de supervisión de la presurización permite ubicar con suficiente precisión el punto de fuga y proporciona información sobre la gravedad de la misma, facilitando así las tareas de mantenimiento con la enorme reducción de los tiempos de localización y la consiguiente ayuda a la priorización de los trabajos de reparación.

Por tanto la aplicación de la presurización en redes de telecomunicaciones es una inversión para obtener beneficios a largo plazo de formas sustanciales y la supervisión y gestión de las mismas una necesidad. En la municipalidad de Santiago de Guayaquil se realizan grandes esfuerzos para el soterramiento y reordenamiento de redes aéreas Eléctricas y de Telecomunicaciones para mejorar la imagen urbana y disminuir la contaminación visual.

Dando cumplimiento a la Ordenanza 022 de enero de 2011, la ejecución de las obras de infraestructura a ser instaladas en el subsuelo y de las obras conexas son tareas priorizadas en el plan de intervención 2011-2013 que serán financiadas parcialmente con el aporte que las operadoras realicen para tal concepto.

El municipio gestionará los recursos que sean necesarios para completar durante los tres años de intervención, el financiamiento del programa y presupuesto definitivos.

1.2. Definición del problema

Las redes de telecomunicaciones en la municipalidad de Santiago de Guayaquil serán sometidas a un proceso de soterrado por lo que surge la necesidad de realizar un estudio para la implementación de un sistema de presurización, supervisión y gestión que permitan garantizar la prestación de los servicios con calidad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Proponer criterios para el diseño de un sistema de presurización, supervisión y gestión de las redes de cables soterradas de la municipalidad de Santiago de Guayaquil que permita una adecuada calidad de los servicios prestados.

1.3.2. Objetivos específicos:

- ✓ Realizar un análisis teórico sobre los elementos que componen los sistemas de presurización, supervisión y gestión de redes de telecomunicaciones soterradas en el mundo.
- ✓ Realizar la propuesta de los criterios de diseño a tener en cuenta en la selección de los componentes adecuados para el diseño del sistema de presurización de las redes de telecomunicaciones soterradas del municipio de Santiago de Guayaquil. .
- ✓ Realizar la propuesta de los criterios de diseño a tener en cuenta en la selección de los componentes adecuados para el diseño del sistema de supervisión y gestión que permita un diagnóstico en tiempo real de la red, para ser empleado en los centros de telecomunicaciones del municipio de Santiago de Guayaquil.
- ✓ Valorar los costos de la inversión.

1.4. Hipótesis

Si se realiza un estudio a fondo de las partes que componen los sistemas de presurización, supervisión y gestión de las redes de telecomunicaciones soterradas se podrá realizar una propuesta para la

implementación de un sistema de este tipo en la municipalidad de Santiago de Guayaquil.

1.5. Tareas.

- ✓ Estudiar la problemática relacionada con los sistemas de presurización, supervisión y gestión de redes de telecomunicaciones soterradas.
- ✓ Describir los principales sistemas de presurización, supervisión y gestión de redes de telecomunicaciones que existen en el mundo.
- ✓ Presentar una propuesta de implementación para el municipio de Santiago de Guayaquil.

1.6. Técnicas y métodos empleados en la investigación.

- ✓ Método de observación documental y científica: Se emplea con el objetivo de obtener información y lograr la definición del problema, del marco teórico y el desarrollo de la tesis.
- ✓ Método analítico: Se emplea con objetivo de analizar los elementos de forma separada para ver las relaciones entre ellos.

Capítulo 2: Sistemas de supervisión y gestión de redes.

2.1. Introducción.

La gestión de redes tiene como propósito la utilización y coordinación de los recursos para planificar, organizar, mantener, supervisar, evaluar, y controlar los elementos de las redes de comunicaciones para adaptarse a la calidad de servicio necesaria, a un determinado costo. Su campo de aplicación es amplio y de gran importancia dadas las características tecnológicas que poseen los sistemas de telecomunicaciones y los servicios que ofrecen, mantiene un cierto grado de complejidad al interactuar con sistemas heterogéneos que involucran diversos fabricantes con productos eminentemente propietarios, así como productos apegados a estándares en forma total o parcial.

El estudio del estado de la supervisión y gestión de redes, su necesaria aplicación en las redes de cobre presurizadas, el comportamiento de esta técnica en sí y su desarrollo actual se hace necesario para lograr el objetivo de este trabajo, de ahí la importancia de este capítulo, donde se desarrollaran los aspectos teóricos relacionados con esta temática.

2.2. Características de la gestión de redes.

La gestión de un entorno de telecomunicaciones [1] es una aplicación de procesamiento de información, en la cual intervienen elementos fundamentales como son el gestor, el agente, el protocolo de gestión, y la base de información de gestión (*MIB, Management Information Base*), los cuales interactúan entre sí empleando el modelo gestor-agente [3] mostrado por la figura 2.1.

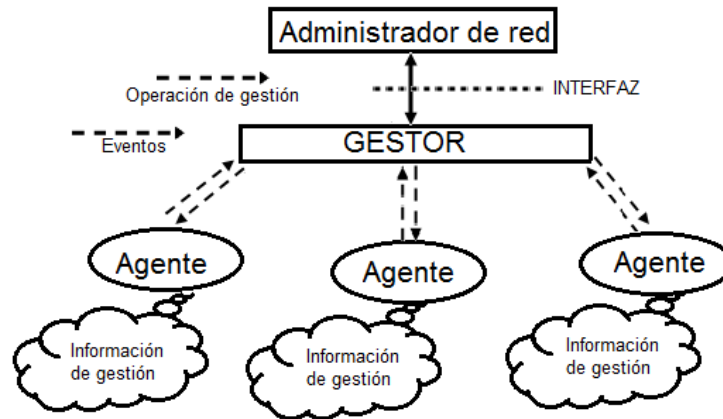


Figura 2. 1: Modelo Agente-Gestor.
Fuente: El autor

La gestión de redes [2] se define como el conjunto de medios y recursos que aseguran el eficaz y eficiente desempeño de un sistema. Para lograr este objetivo todo sistema de gestión de red presenta una interfaz con el operador a través de la cual se realizan las operaciones de control y vigilancia de los recursos bajo su responsabilidad y componentes hardware y software repartidos entre las diferentes partes de la red.

Hace más de una década, el paradigma centralizado Agente-Gestor clásico se convirtió en la arquitectura de gestión de red, lo cual se ve muy ejemplificado en el modelo de referencia OSI, el Protocolo Simple de Gestión de Red (*SNMP, del inglés Simple Network Management Protocol*) y la Red de Gestión de Telecomunicaciones (*TMN, del inglés Telecommunications Management Network*) [3]. Con el aumento de tamaño y complejidad de las redes, además de los requerimientos de servicios de las redes actuales, tal paradigma no se adecua a las exigencias existentes, y tiene que ser sustituido por paradigmas distribuidos de gestión [4].

2.3. Formas de actuación de la gestión de redes.

Existen dos tipos básicos de actuación en la gestión de red:

- 1.- Supervisión.
- 2.- Control.

La Supervisión engloba todas las operaciones de obtención de datos acerca del estado de los recursos cuyo procesamiento posterior va a permitir a los sistemas de gestión utilizar los procesamientos de control para actuar sobre el comportamiento de la red gestionada. Modificando parámetros y/o invocando acciones sobre los recursos gestionados.

2.3.1. Mecanismos de Supervisión

Para el mecanismo de supervisión se deben seguir 3 pasos esenciales que son:

- a) Sondeo o Polling: Acceso periódico del Gestor a la información de monitorización o gestión, tal y como se muestra en la figura 2.2.

Ventaja: Los objetos solo deben estar preparados para responder.



Figura 2. 2: Sondeo.

Fuente: El autor

- b) Informe de eventos o notificaciones: Los propios recursos, a través de los agentes y por su propia iniciativa, envían notificaciones a los gestores bajo ciertas condiciones, tal y como se muestra en la figura 2.3.

Ventaja: se minimiza el tráfico de gestión por la red.

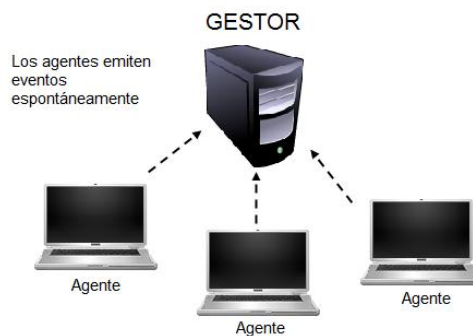


Figura 2. 3: Informe de eventos.

Fuente: El autor

c) Métodos mixtos: Proxys, Sondas, etc.

2.3.2. Control

Es la parte de la gestión de red, que está encargada de modificar parámetros e invocar acciones en los recursos gestionados. A diferencia de la Supervisión, que es pasiva, el control es activo. Las tareas de control son las que más potencia aportan a los Sistemas de Gestión ya que van a permitir, en todo momento y de forma remota, determinar las características del comportamiento de una red. Se emplea principalmente en las áreas funcionales de configuración y seguridad [4].

La interconexión y gestión de sistemas posee un modelo de administración de red muy bien definido, a propósito de los diseños de arquitecturas de gestión de redes actuales. Este modelo separa las funciones de gestión en cinco áreas funcionales [5] como se muestra en la figura 2.4:

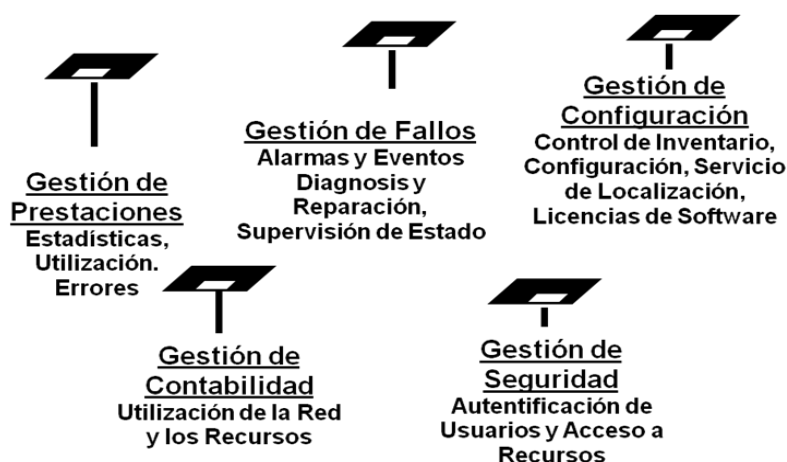


Figura 2. 4: Áreas funcionales de la gestión de red

Fuente: El autor

Tareas fundamentales de la Gestión de Configuración.

1. Recolección de datos sobre el estado de la red.
2. Utilización de esos datos para actuar sobre la configuración de los recursos gestionados.
3. Almacenamiento de los datos sobre la configuración de la red (permite obtener un inventario de la red).

Tareas de la Gestión de Prestaciones.

1. **Recogida de datos:** Es fundamentalmente de monitorización. Recolecta de los recursos aquellos parámetros de funcionamiento relacionados con los indicadores de prestaciones seleccionados.
2. **Análisis de Datos:** Es el procesamiento de los datos recogidos para obtener el valor de los parámetros de prestaciones que se han definido. Normalmente los Sistemas de Gestión de Prestaciones representan gráficamente el procesamiento para facilitar la comprensión.
3. **Establecimiento de umbrales de utilización de recursos:** Cuando estos umbrales se superan, disparan algún tipo de alarma para que se tomen las medidas correctoras oportunas.
4. **Modelado de la red:** Es la tarea más ambiciosa de este tipo de gestión. Se trata de que con los datos recogidos sobre las prestaciones de la red, obtener un modelo teórico de la misma para, mediante simulación, averiguar cuál sería su comportamiento bajo determinadas circunstancias. También es posible obtener un modelo analítico de la red que no se base en datos empíricos sino en suposiciones a priori sobre el comportamiento de los diferentes recursos a gestionar.

Gestión de Fallos.

Su objetivo fundamental es la localización y recuperación de los problemas de la red. Permite, en muchas ocasiones, detectar y subsanar los problemas antes de que se percaten los usuarios. Abarca dos tareas principales:

1. La detección e identificación de los fallos
2. La reparación de los fallos de ser posible

Para la detección e identificación de los fallos, se debe realizar un proceso de diagnóstico cíclico de cuatro pasos los cuales se repetirán hasta conseguir identificar el problema. Estos pasos son:

1. **Observación de síntomas:** Se basa en la recogida de tantos datos acerca del problema como sea posible. Conocer que la calidad del servicio se ha degradado o que no existe este, no es suficiente para saber cuál es el problema.
2. **Elaboración de hipótesis:** Aquí la experiencia del Administrador de la red es fundamental pues debe ser capaz de elaborar un conjunto de hipótesis en base a sus conocimientos técnicos y teniendo en cuenta fallos similares o iguales que hayan ocurrido. Se debe tener presente que: Un mismo problema puede dar lugar a múltiples síntomas y que, al revés, varios problemas pueden dar lugar a un mismo síntoma.
3. **Verificación de la hipótesis:** Antes de tomar ninguna decisión, se deberán realizar un conjunto de pruebas cuyo resultado permita saber cuál de las hipótesis es la aceptada o, al menos, descartar alguna de ellas.
4. **Conclusiones:** Etapa en la que ya se posee una hipótesis válida y se debe decidir qué acciones tomar para aislar el problema y luego corregirlo, o se ha llegado a un resultado sin sentido que obliga a comenzar el ciclo nuevamente.

Gestión de Seguridad

Su objetivo es ofrecer mecanismos que faciliten alcanzar los objetivos marcados en la política de seguridad que se decida en la red de una organización y que va a estar generalmente orientada a proteger los recursos de la red de ataques llevados a cabo por los intrusos.

El Sistema de Gestión puede ser también atacado y debe ser dotado de su propio mecanismo de seguridad pues estos sistemas poseen información muy importante acerca del funcionamiento de los recursos que controla, incluida información sobre los propios sistemas de seguridad como, claves, listas de acceso, etc.

Gestión de Contabilidad

Su misión es recolectar estadísticas para permitir al explotador de la red generar informes de tarificación que reflejen la utilización de los recursos por parte de los usuarios. Permite:

- 1) Cobrar los servicios ofrecidos y amortizar las inversiones realizadas
- 2) Tener elementos de decisión para una asignación de recursos más eficientes

Utiliza mecanismos de monitorización y está muy relacionada con la Gestión de Prestaciones. En el caso específico que nos ocupa dentro de la Supervisión de redes de telecomunicaciones soterradas se utiliza el mecanismo de Gestión de Fallo para lograr evaluar y mantener los parámetros de los pares de cobres dentro de los rangos que permitan el eficiente desempeño del sistema.

2.4. Plataformas de gestión de redes

Existe en el mundo de las telecomunicaciones, una amplia gama de plataformas para la gestión de redes, por lo que a la hora de elegir una, se deben tener en cuenta diferentes aspectos, con la finalidad de aplicar la mejor de acuerdo a la red que se tenga y a las necesidades de gestión [6]. Algunos de estos aspectos son:

1. **Aplicaciones genéricas o propias:** Son aquellas que forman parte del *software* de gestión. Proporcionan la supervisión coherente y eficaz de los elementos a gestionar en la red realizando el inventario de dichos elementos y la gestión de los mapas físicos, además de recoger y presentar en tiempo real todos los acontecimientos. También, deben proporcionar todos los servicios relativos al manejo de alarmas (registro de incidencias, historia de las alarmas, etc.) de un sistema de gestión registrando todas las alarmas que ocurren y manejando las activas.
2. **Interfaz para el Programador de Aplicaciones (*API*, del inglés *Application Program Interface*) para la integración de otras aplicaciones de gestión:** El *software* de gestión debe

proporcionar facilidad para la integración de aplicaciones de gestión ya sean del proveedor de dicho software de gestión o de terceros. Las APIs garantizan la apertura del software y se recomienda estén basadas en estándares internacionales como por ejemplo la X/Open, la Interfaz de Gestión Java para el Programador de Aplicaciones (*JMAPI, del inglés Java Management API*), etc. También pueden poseer herramientas para el desarrollo de agentes y aplicaciones de gestión.

3. **Seguridad que posee:** La interfaz de usuario, o consola de gestión del software de gestión se debe proteger. Por esto se emplean nombres de usuario, contraseñas y perfiles de usuario. Además, el intercambio de la información de gestión entre agentes y gestor debe estar protegido a través de la autenticación.
4. **Sistemas operativos sobre los que se soporta:** El software de gestión debe estar soportado por los sistemas operativos más comunes, o sea Windows de Microsoft, Linux, etc. Cada sistema operativo tiene sus ventajas, pero el Windows es uno de los más usados en el mundo y es muy amigable. Es por ello deseable que el software de gestión seleccionado soporte Windows, garantizando así que el administrador y/o operador domine dicho sistema operativo, y con ello se facilite su instalación y uso.
5. **Interfaz de usuario:** La interfaz de usuario es el punto de contacto de los usuarios de la gestión con el software, por lo que este debe proveer una Interfaz Gráfica de Usuario (*GUI, del inglés Graphical User Interface*) por las ventajas que ofrece la misma, la cual debe integrar a todas las aplicaciones de gestión aun cuando el software de gestión tenga una arquitectura modular donde cada módulo puede funcionar por sí solo con su consola independiente. Se recomienda además, la existencia de una interfaz en modo comando para situaciones de emergencias donde no esté disponible la interfaz gráfica.
6. **Protocolos de gestión que soporta:** Para gestionar las redes TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) el protocolo empleado tradicionalmente es el SNMP (*Simple Network*

Management Protocol), aunque es conveniente que el software de gestión soporte el mayor número posible de estos protocolos.

7. **Base Web:** Se debe analizar si el software de gestión brinda soporte para la gestión basada en web.
8. **Requerimientos del Sistema:** El hardware necesario para el buen funcionamiento del software de gestión debe estar en correspondencia con las posibilidades reales de que exista o se pueda adquirir por la institución y con la arquitectura de gestión a emplear; distribuida o centralizada, con agentes inteligentes, etc.
9. **Precio:** Es otro aspecto a tener en cuenta a la hora de seleccionar entre varias opciones posibles.

En conclusión, los objetivos de los Sistemas de Gestión de Red son: disminuir los costos operacionales y aumentar la calidad de los servicios.

El logro de estos objetivos es compartido por:

- Usuarios
- Operadores de red
- Proveedores de servicios
- Fabricantes de equipamiento de comunicaciones

La operación de un Sistema de Gestión de Red [6] [7] prácticamente significa ejecutar los siguientes pasos esenciales:

- a. Adquirir y recolectar datos característicos acerca de los elementos de la red, acerca de su operación e interrelación en la red (condiciones operacionales, funcionamiento, condiciones de falla y tipos de eventuales malos funcionamientos, relación entre elementos vecinos, parámetros de tráfico y carga, etc.).
- b. Almacenar y evaluar los datos recolectados a través de un centro de procesamiento de datos del sistema.
- c. Controlar la operación de la red (modificando la funcionalidad de algunos elementos en la red si es necesario) como conclusión y resultado de la evaluación. En la medida en que un Sistema de Gestión de Red debe ejecutar tareas de gestión de servicios y /o

negocios, pueden ser necesario pasos adicionales como parte de la operación, tales como:

- Registro de contratos de servicio y gestión de servicios de clientes
- Elaboración de planes de negocios y diseños técnicos
- Modelado y simulación de procesos técnicos y/o financieros

Dado que la tendencia natural de una red cualquiera es a crecer conforme se añaden nuevas aplicaciones y más usuarios hacen uso de la misma, los sistemas de gestión empleados han de ser lo suficientemente flexibles para poder soportar los nuevos elementos que se van añadiendo, sin necesidad de realizar cambios drásticos en la red.

a. Protocolo de red para la gestión de redes de Telecomunicaciones.

Se le llama protocolo de red o protocolo de comunicación al conjunto de reglas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red. En este contexto, las entidades de las cuales se habla son programas de computadora o automatismos de otro tipo [8], [9].

La gestión de red centralizada [10] es una tarea estratégica para todas las operadoras. Dicha gestión ha cambiado mucho durante los últimos años, debido principalmente al enorme crecimiento que han experimentado las redes de telecomunicaciones en cuanto a fabricantes, dispositivos y tecnologías.

Durante los años del monopolio, con la gestión de red se buscaba, además de encontrar y solucionar problemas, automatizar de forma remota y centralizada aquellas tareas que suponían para los operadores la dedicación de mucho tiempo y el desplazamiento físico del personal técnico, como efectuar cambios en la configuración de los equipos o gestionar su rendimiento.

La liberalización de los antiguos monopolios de telecomunicaciones, a finales de los años 90, introdujo grandes cambios en la gestión de red, haciéndose necesario, entre otras cuestiones, controlar un número creciente de equipos y tecnologías de diferentes suministradores, e introducir nuevos servicios de forma gradual. Por otro lado, la necesidad de una mayor agilidad en la prestación de los servicios hace ahora que cada vez se valore más que los sistemas permitan conocer no sólo los fallos que se pueden estar produciendo en la red en un momento determinado, sino también poder anticiparse a su aparición y saber cómo reaccionar en caso de que se produzcan.

Es muy importante además que el sistema de gestión proporcione la información adecuada, pues es tan mala la falta de información como el exceso. La heterogeneidad de los equipos involucrados dentro de una misma red, así como el lento proceso de estandarización, ha supuesto que cada suministrador haya ido desarrollando su propio software de gestión, con formatos de bases de datos incompatibles en muchos aspectos. El crecimiento de las redes ha supuesto también que las bases de datos, que antes estaban centralizadas en un único servidor de gestión, sean distribuidas a lo largo de varios servidores. De hecho, muchas de esas bases de datos son redundantes, con el fin de aumentar la robustez del sistema ante fallos habituales (fallos hardware, fallos de sistemas operativos, ataques de virus, etc).

La norma TMN fue introducida por la ITU-T (*International Telecommunications Union – Telecommunication sector*) en 1988 para facilitar el desarrollo de entornos de gestión distribuidos y heterogéneos. Para ello, proporciona una arquitectura en capas para todas las funciones de las aplicaciones de gestión, además de los protocolos de comunicación entre los elementos de red y el gestor centralizado, entre distintos gestores de red, y entre estos gestores y los operadores humanos.

La arquitectura física de TMN [11] describe los bloques de construcción física (elementos físicos) de un sistema de gestión de red TMN y contiene reglas exactas para sus relaciones. El estándar relacionado, es la recomendación CCITT/UIT-T M.3010. Este define los elementos físicos de TMN como sigue:

- ✓ Sistema de operaciones (*OS, del inglés Operations System*)
- ✓ Estación de trabajo (*WS, del inglés Workstation*)
- ✓ Elemento de red (*NE, del inglés Network Element*)
- ✓ Red de comunicación de datos (*DCN, del inglés Data Communication Network*)
- ✓ Dispositivo de mediación (*MD, del inglés Mediation Device*)
- ✓ Adaptador Q (*QA, del inglés Adaptor QA*)

El OS ejecuta funciones del sistema de operaciones. Es prácticamente el corazón, responsable por la gestión de la red controlando la operación de sus elementos, está básicamente constituido por uno ó más centros de procesamiento, ejecutando la tarea de juntar información desde los elementos de red y procesarla de acuerdo a las funciones del Sistema de Gestión de Red. (Apropiadamente, el sistema de operaciones cumple los requerimientos de los sistemas abiertos).

Basado sobre el principio de división de tareas, ellos pueden ejecutar un set predefinido de tareas y estar interconectados a través de la red de comunicación de datos. Las WS son la representación física de las interfaces hombre-máquina necesarias por medio de las cuales los operadores pueden comunicarse con la TMN. Las *workstations* son computadoras, equipadas con capacidades gráficas eficientes a efectos de ser capaces de satisfacer los requerimientos de los operadores.

Los NE son básicamente, dispositivos de telecomunicaciones gestionables (*switches, multiplexores, cross-connects*) ubicados en los nodos de la red a ser gestionada. Ellos proveen las funciones adecuadas en la operación de red, y usualmente pueden ser identificados con una dirección simple por el sistema de operaciones de la TMN.

La DCN es una red que ejecuta la función de comunicación de datos. Esta transmite los mensajes requeridos para ejecutar funciones de gestión entre el OS y los NE. La información es intercambiada, usando protocolos estándares según lo establecido por las interfaces estándares. La recomendación M.3010 de CCITT/UIT-T define la red de comunicación de datos de un Sistema de Gestión de Red TMN en términos abstractos.

En la práctica, esta red puede ser implementada separadamente de la red de telecomunicaciones gestionada (puede ser implementada con líneas arrendadas, utilizar la red pública de datos, etc), ó aun, (parcial ó completamente) por la propia red gestionada.

Si la DCN utilizada para propósitos de gestión es implementada independientemente de la red gestionada, tendrá la ventaja de que los problemas en la red de telecomunicaciones gestionada no afectarán la funcionalidad del sistema de gestión. Una desventaja obvia de este método comparado con el segundo es la inversión más alta y mayores costos de mantenimiento y un sistema global más complejo. Una forma práctica de realización debe siempre establecerse en concordancia con los requerimientos, en el más alto grado posible.

Los dispositivos de mediación (MD) pueden adaptar la información transferida entre el OS ó el DCN y aquellos elementos TMN compatibles ubicados en la red, la cual aún requiere operaciones apropiadas (almacenamiento, adaptación, filtrado, etc).

Las QA por su parte ejecutan funciones de adaptador Q, logran el intercambio de información entre el OS ó la DCN, aplicando protocolos estándares, y los eventuales NE no-estándares ubicados en la red. Un número de recomendaciones CCITT/ITU-T tratan la especificación de protocolos TMN (M.3020, M.3300, Q.811, Q.812, etc). Un ejemplo de una arquitectura física simplificada para una TMN como se presenta en la recomendación M.3010, se muestra en la figura 2.5.

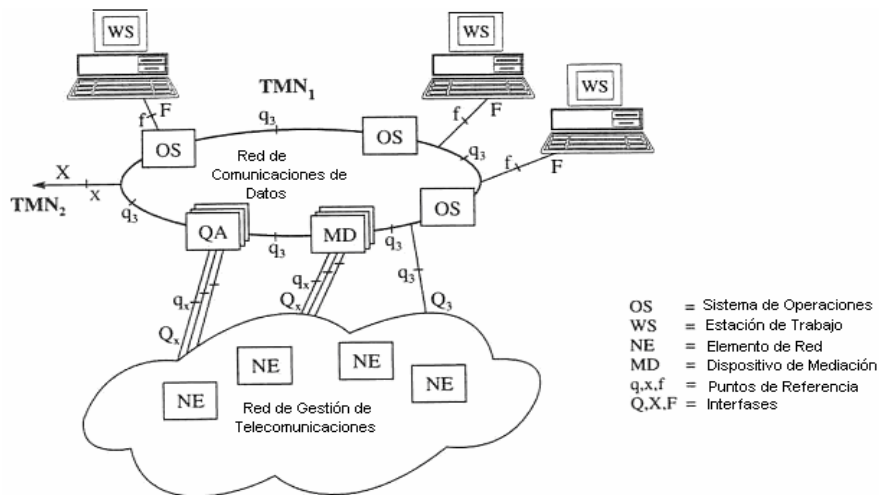


Figura 2. 5: Arquitectura física de una TMN

Fuente: El autor

En el campo de las redes informáticas, los protocolos se pueden dividir en varias categorías, una de las clasificaciones más estudiadas es la OSI (*open system interconnection*). Según la clasificación OSI, la comunicación de varios dispositivos se puede estudiar dividiéndola en 7 niveles, en la tabla 2.1 se muestran desde su nivel más alto hasta el más bajo.

Nivel	Nombre	Categoría
Capa 7	Nivel de aplicación	Aplicación
Capa 6	Nivel de presentación	
Capa 5	Nivel de sesión	
Capa 4	Nivel de transporte	
Capa 3	Nivel de red	Transporte de Datos
Capa 2	Nivel de enlace de datos	
Capa 1	Nivel físico	

Tabla 2. 1: Modelo OSI

A su vez, esos 7 niveles se pueden subdividir en dos categorías, las capas superiores y las capas inferiores. Las 4 capas superiores trabajan con problemas particulares a las aplicaciones, y las 3 capas inferiores se encargan de los problemas pertinentes al transporte de los datos. Otra clasificación, más práctica y la apropiada para TCP IP es la que se muestra en la tabla 2.2.

Nivel
Capa de Aplicación
Capa de transporte
Capa de red
Capa de Enlace de Datos
Capa Física

Tabla 2. 2: Modelo TCP/IP

Los protocolos de cada capa tienen una interfaz bien definida. Una capa generalmente se comunica con la capa inmediata inferior, la inmediata superior, y la capa del mismo nivel en otros computadores de la red. Esta división de los protocolos ofrece abstracción en la comunicación.

Una aplicación (capa nivel 7) por ejemplo, solo necesita conocer como comunicarse con la capa 6 que le sigue, y con otra aplicación en otro computador (capa 7). No necesita conocer nada entre las capas de la 1 y la 5. Así, un navegador web (HTTP, capa 7) puede utilizar una conexión Ethernet o PPP (capa 2) para acceder a la Internet, sin que sea necesario cualquier tratamiento para los protocolos de este nivel más bajo.

De la misma forma, un *router* sólo necesita de las informaciones del nivel de red para enrutar paquetes, sin que importe si los datos en tránsito pertenecen a una imagen para un navegador web, un archivo transferido vía FTP o un mensaje de correo electrónico.

Ejemplos de protocolos de red

Capa 1: Nivel físico

Cable coaxial o UTP categoría 5, Cable de fibra óptica, Cable de par trenzado, Microondas, Radio, RS-232.

Capa 2: Nivel de enlace de datos

Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM, HDLC.,cdp

Capa 3: Nivel de red

ARP, RARP, IP (IPv4, IPv6), X.25, ICMP, IGMP, NetBEUI, IPX, Appletalk.

Capa 4: Nivel de transporte

TCP, UDP, SPX.

Capa 5: Nivel de sesión

NetBIOS, RPC, SSL.

Capa 6: Nivel de presentación

ASN.1.

Capa 7: Nivel de aplicación

SNMP, SMTP, NNTP, FTP, SSH, HTTP, SMB/CIFS, NFS, Telnet, IRC, ICQ, POP3, IMAP.

b. Gestión basada en SNMP o CMIP.

TMN describe el paradigma gestor-agente, utilizado también por los principales modelos de gestión de red de nuestros días, como SNMP o CMIP. [12] El software gestor, encargado de sondear a los agentes, se instala generalmente sobre una plataforma Unix, debido a sus altas prestaciones, robustez y fiabilidad; no obstante, actualmente se están incrementando las aplicaciones desarrolladas para sistemas operativos Linux, debido a su combinación de altas prestaciones y bajo precio. La parte cliente se instala sobre cada uno de los elementos de red a gestionar y consiste en un software agente, encargado de la comunicación con el gestor, y una base de datos con información de gestión o MIB.

TMN define también una serie de funciones de gestión, distinguiendo claramente las que se encuentran en el gestor local y las que lo hacen en el gestor de red. El gestor local es el software encargado de la configuración de los elementos de red, y puede ser utilizado en las dependencias locales o en remoto cuando hay que cambiar algún

parámetro de su configuración. El gestor de elemento es el software utilizado en el centro de supervisión remoto para realizar la gestión de fallos, configuración, contabilidad, rendimiento y seguridad (conocida como FCAPS en terminología TMN), sin considerar la topología de la red (enlaces, circuitos, etc.). El gestor de subred, integrado en muchas ocasiones en la misma plataforma que el gestor de elemento, es utilizado para manejar todas las áreas funcionales definidas en FCAPS, incluyendo la provisión de circuitos y la representación de la topología de la red.

Los gestores de subred actuales suelen estar programados sobre Java, pues presenta las mismas ventajas que otros lenguajes orientados a objetos empleados tradicionalmente en este tipo de desarrollos (principalmente C++), destacando, entre otras, la facilidad con que es posible reutilizar el software.

Además, Java aporta ventajas añadidas, como una programación más sencilla e independencia del software desarrollado respecto de plataformas. Esto permite crear más rápidamente y a menor coste sistemas de gestión de red, lo cual redundará en un precio final más bajo. Además, el hecho de que el gestor desarrollado sea independiente de la plataforma, es algo muy atractivo, porque el usuario final puede elegir la que desee para instalar el sistema (Unix, Linux, Windows), dependiendo, principalmente, del número de usuarios y elementos de red a soportar.

Durante estos años se ha producido también un intenso debate acerca de qué protocolo de gestión de red acabará imponiéndose al resto. La utilización de distintos protocolos aumenta la complejidad y heterogeneidad de las redes, algo que no es en absoluto deseable. Los protocolos de gestión de red más importantes en estos momentos son SNMP y CMIP. SNMP es un protocolo de la capa de aplicación que forma parte del conjunto de protocolos TCP/IP de Internet y, por su amplia utilización en redes empresariales, es considerado el estándar de facto en detrimento del protocolo CMIP de la familia de protocolos OSI, más utilizado en las grandes redes de las operadoras de telecomunicación.

El primer protocolo que se usó fue SNMP en 1988. Se diseñó como algo provisional para hasta que se desarrollara otro protocolo más elaborado. CMIP fue diseñado teniendo en cuenta SNMP, solucionando sus errores y fallos, convirtiéndose así en un gestor de red mucho más potente. No obstante, su gran complejidad desestimó su uso, sobre todo en las redes empresariales.

SNMP siguió evolucionando, dando lugar en 1993 a SNMPv2, que define un mayor número de operaciones de protocolos, un conjunto mayor de códigos de error y más colecciones de datos. En 1995, apareció SNMPv2c, que añade como mejoras una configuración más sencilla y una mayor modularidad: La última versión, SNMPv3, surgió en 1997 para reforzar las prestaciones de seguridad (incluyendo autenticación, privacidad y control de acceso) y de administración de protocolo (con una mayor modularidad y la posibilidad de configuración remota).

Para los programadores de herramientas de gestión de red, la principal ventaja de SNMP respecto a CMIP es su sencillez, lo cual reduce mucho los costes y tiempo de desarrollo de las aplicaciones, así como de su posterior actualización. Existe tal cantidad de variables en CMIP que sólo los programadores más habilidosos son capaces de sacarlas todo su potencial. No obstante, mediante CMIP es posible desarrollar tareas que serían imposibles bajo SNMP.

Ventajas para el usuario

Para el usuario de las herramientas de gestión, CMIP tiene como principal desventaja requerir unas diez veces más recursos de red (capacidad de memoria y de procesador de los *routers* y de los servidores del centro de gestión) que SNMP. Por otro lado, la implementación de los protocolos OSI sobre *routers* y plataformas de gestión es muy cara. En otras palabras, muy pocas redes empresariales son capaces de soportar una implementación completa de CMIP. SNMP, además, opera sobre varios protocolos de transporte, originalmente y habitualmente sobre UDP,

aunque actualmente también soporta, entre otros, OSI CLNS, AppleTalk DDP y Novell IPX.

Otra ventaja significativa de SNMP respecto a CMIP es que cuenta con el soporte de varias plataformas comerciales de gestión de red multifabricantes, como OpenView de HP (con más de un 40% de cuota de mercado), SunNet de Sun Microsystems o NetView de IBM. Para integrar los productos de un determinado fabricante sobre la misma plataforma e interfaz gráfica sólo es necesario compilar la MIB concreta proporcionada por dicho fabricante.

Muchas veces, estas herramientas de gestión de red multimarca suelen convivir con otras de un solo fabricante, con el fin de aprovechar al máximo los desarrollos propios y particulares de cada proveedor. No obstante, cada vez es más habitual que tanto los gestores de red basados en SNMP como los basados en CMIP incorporen la interfaz CORBA para facilitar su integración con otros sistemas de gestión de alto nivel.

CORBA es, básicamente, una arquitectura de programación distribuida diseñada para soportar objetos independientemente de su ubicación dentro de una red o máquina. En este caso, será la empresa que adquiera dichos gestores la encargada de realizar la integración de los productos de varios suministradores sobre una única plataforma, una tarea sumamente compleja.

Algunas limitaciones:

En SNMP no todo son ventajas. En primer lugar, consume más ancho de banda que CMIP en entornos de red extendidos, ya que trabaja mediante sondeo secuencial en vez de modo conectado, lo cual impide optimizar el tráfico. Además, en su versión original, tampoco permite transferir eficientemente grandes cantidades de datos. Sin embargo, la limitación más importante de SNMP es su altísima vulnerabilidad a varias cuestiones de seguridad, como, por ejemplo, modificación de información,

alteración de la secuencia de mensajes o enmascaramiento de la entidad emisora, entre otras.

En su versión original, cada gestor y agente es configurado con un nombre de comunidad, que es una cadena de texto plano. Estos nombres de comunidad, enviados junto a cada comando lanzado por el gestor, representan un débil mecanismo de autenticación, ya que, como el mensaje no está cifrado, es muy sencillo para un intruso determinar dicho nombre capturando los mensajes enviados a través de la red.

Esta limitación, sin embargo, ha sido solventada por SNMPv3. CMIP, por trabajar en modo conectado, ofrece una mayor seguridad que SNMP. Con todo, SNMP es en la actualidad el protocolo de gestión de red más extendido y conocido. Además, la continua introducción de mejoras ha ido corrigiendo sus deficiencias e incrementado su funcionalidad.

Por todo esto, la mayoría de los expertos opinan que SNMP irá desplazando a CMIP en las grandes redes de gestión de las operadoras. TMN, que puede ser considerado una extensión del modelo CMIP, será utilizado como un marco de referencia a partir del cual desarrollar aplicaciones de gestión sobre SNMP.

Interfaz Web

En una situación como la actual, en que muchos operadores comparten la infraestructura de red y en que los grandes clientes quieren tener un cierto control sobre la red que alquilan, la interfaz Web resulta un medio muy atractivo para que dichos usuarios tengan una cierta capacidad de control (alarmas, rendimiento, inventario, etc.) sobre sus redes virtuales, conectándose al sistema de gestión de red del operador a través de Internet.

Esta interfaz, además, está siendo cada vez más utilizada en el desarrollo de gestores locales. Es decir, el agente ubicado en el elemento de red remoto implementa un servidor Web. Los usuarios se conectan a dicho

servidor desde sus PC (*personal computer*) mediante un navegador Web, accediendo al menú de todas las operaciones que se pueden lanzar sobre el nodo. La ventaja de utilizar este mecanismo es que la aplicación de gestión puede ser lanzada desde cualquier tipo de sistema operativo.

Capítulo 3: Generalidades de los sistemas de presurización, supervisión y gestión de las redes de Telecomunicaciones.

3.1. Introducción.

Hasta finales de la década de los 70 del siglo XX, la mayoría de los cables presurizados eran supervisados por medios de llaves de presión instaladas a lo largo del cable a intervalos prefijados de forma que cuando la presión descendía por debajo de un umbral establecido se enviaba una alarma a la central telefónica [2]. Al detectarse la alarma, el personal de mantenimiento debía afrontar las siguientes situaciones:

- Se suponía que la fuga debía encontrarse aproximadamente a la mitad de la distancia entre las llaves de presión anterior y posterior a la que resultase la alarma.
- Sin importar el tiempo (noche o vacaciones) el personal de mantenimiento debía partir a solucionar la falla.
- Se requerían de 3 a 4 días para reparar la avería con el correspondiente aumento de los costos asociados.

A partir de 1990 surgen los llamados sistemas de monitorización y gestión de la presurización, sistemas con un método de localización automatizado de fugas los cuales basan su funcionamiento en la información ofrecida por los transductores de presión instalados en el interior de las corazas, esta información es obtenida por unidades de adquisición y posteriormente procesada por un software de alta confiabilidad, de esta forma se reducen los tiempos de localización de fugas, se facilitan las tareas de mantenimiento preventivo y el establecimiento de prioridades en los trabajos de reparación.

En este capítulo se estudian las principales características de la presurización, supervisión y gestión de redes de telecomunicaciones así como los sistemas más usados en la actualidad para estos fines lo que permitirá posteriormente definir una propuesta del mismo para la municipalidad de Santiago de Guayaquil.

3.2. Presurización en redes de Telecomunicaciones.

La presurización de cables soterrados es un método que ha probado su efectividad en la protección de las redes de telecomunicaciones a lo largo de los años. La diferencia de presión entre el interior del cable y el ambiente externo lo protegen de agentes corrosivos y de la penetración del agua, elementos que de entrar en contacto con los pares de cobre dañan severamente las características físicas de los mismos traduciéndose esto en una interrupción del servicio, y muchas veces provocando la sustitución del cable. Aparejado a la utilización de la presurización se encuentra la necesidad de la supervisión de los niveles de presión en diferentes puntos de la red. [16]

La presurización consiste en introducir y mantener dentro del cable un gas a una presión mayor a la atmosférica o hidráulica a la que está sometido el mismo, en el lugar donde se encuentre, con el propósito de evitar la penetración de agua o humedad. Para ello se crea una cámara neumática sellando con tapones los extremos del cable, en las secciones a proteger, e inyectando aire seco hasta lograr la presión interna adecuada. Si la cubierta del cable o las mangas de empalme tuvieran alguna grieta o perforación, el gas a presión escaparía y evitaría la entrada del agua dentro del cable tal como muestra la figura 2.1.

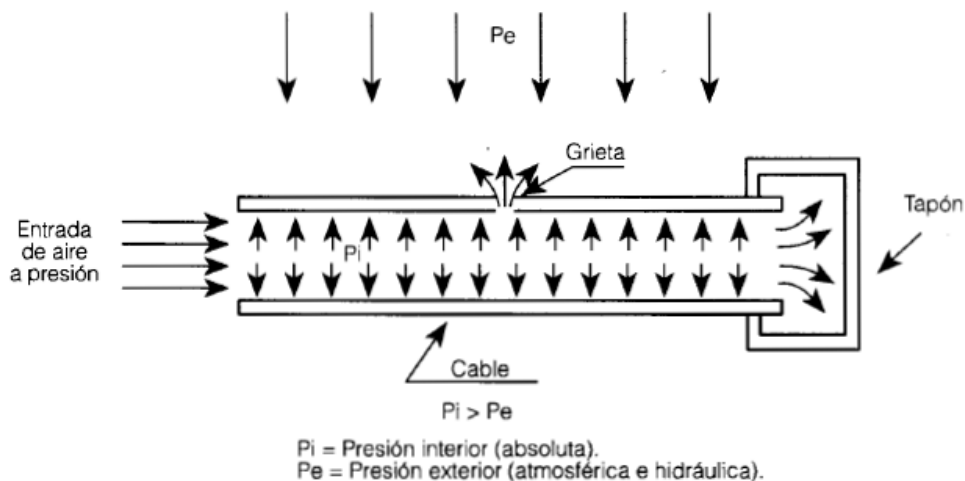


Figura 3. 1: Presurización de un cable.

Fuente: Referencia [16]

La presurización ideal consiste en mantener a lo largo de cada cable una presión constante y el flujo de gas sea cero [5].

Ventajas de una adecuada presurización.

1. Protege el cable contra la entrada de humedad.

La presión positiva que se mantiene en el interior de los cables cuando se producen roturas de cubiertas o fallas en la hermeticidad de los empates no permite la entrada de humedad.

2. Permite conservar las características eléctricas de los cables.

El equipo da alarmas por fallas neumáticas y las facilidades que ofrece el sistema para localizar prontamente dichas fallas, permiten una mayor protección de los cables.

3. Menores costos de mantenimiento.

Las reparaciones pueden ser efectuadas dentro de las jornadas normales de trabajo. Muchas fallas pequeñas pueden ser ignoradas. La cantidad de cables que se consumen por mantenimiento, se reduce considerablemente.

4. Mejor organización del mantenimiento.

Permite considerar una organización del trabajo mediata, previsor en tiempo y alcance, aprovechando mejor las jornadas de trabajo, recursos humanos y materiales. La localización de la falla resulta fácil, mediante sensores de presión ubicado a lo largo del cable.

5. Aislamiento libre de humedad.

La circulación continua de gas seco mantiene el aislamiento. Esto reduce los problemas de atenuaciones, diafonía, ruido etc.

3.2.1. Magnitudes, Unidades y Definiciones.

Para el estudio de los sistemas de presurización se hace necesario conocer algunos conceptos básicos que permiten una mejor comprensión del tema en cuestión.

Presión: es la fuerza que recae o se ejerce por unidad de superficie, en un punto del seno de una masa líquida en reposo depende únicamente de la altura del nivel del líquido a dicho punto: $P = P_e * h$ donde para el sistema métrico decimal:

$P =$ presión (g/cm^2).

$P_e =$ peso específico (g/cm^2).

$h =$ altura (cm).

A cada centímetro de columna de agua sobre un cable sumergido, instalado en una cámara de registro anegada le corresponde un incremento de presión de $1\text{g}/\text{cm}^2$. Por ejemplo, si un cable en una cámara de registro está sumergido a una profundidad de 200 cm, este estará sometido a una presión de $200\text{g}/\text{cm}^2$.

Presión neumática relativa: la fuerza que ejerce un gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene recibe el nombre de presión neumática. La presión relativa es la diferencia entre la presión interna en el cable y la exterior en ese punto.

En unidades decimales se expresa en g/cm^2 M (manométrica).

En unidades inglesas se expresa en libras por pulgadas cuadradas (psi).

Presión absoluta: es la presión relativa más 14,7 libras. Esta presión de 14,7 libras es la fuerza que ejerce la atmósfera sobre cada pulgada cuadrada de superficie a nivel del mar, se expresa en libras por pulgadas cuadradas absolutas (psia).

Capacidad neumática: es el volumen total del espacio libre dado por la diferencia entre el volumen interior a la cubierta y el espacio ocupado por los conductores, materiales aislantes, etc. La capacidad neumática varía en relación directa con la cantidad de pares y el calibre de los conductores del cable.

En unidades decimales se expresa en litros o metros cúbicos (m^3).

En unidades inglesas se expresa en pies cúbicos (ft^3).

Capacidad neumática específica de un cable: es la masa o volumen de gas que se puede inyectar en una cierta longitud del cable, aumentando en una unidad la presión aplicada.

En unidades decimales se expresa como la relación (litros/metro).

Flujo gaseoso: es la relación entre el volumen de gas que circula por una coraza presurizada y el tiempo que tarda en hacerlo. También en algunas literaturas se le llama caudal. Para las mediciones y cálculo de flujo son válidas las relaciones entre presión, volumen y temperatura.

Resistencia neumática: es la resistencia opuesta por el cable al paso del gas y es debida principalmente a la fricción del aire en movimiento contra las paredes de los canales del cable.

Para que un sistema de presurización funcione correctamente, es necesario que sus valores de presión conserven ciertas proporciones de los valores mínimo y máximo. Los valores de presión mínima, dependerán de la profundidad máxima probable a la que este sumergido el cable. En los cables soterrados la presión mínima se mantiene en el orden 360 g/cm^2 (6 psig) y en los aéreos, de 180 g/cm^2 (3 psig). Los valores de presión máxima permisible normalmente se fija en el orden de 700 g/cm^2 (10 psig).

3.2.2. Tipos de sistemas de alimentación de aire.

1. **Método de alimentación estático:** Consiste en la inyección de gas seco comprimido proveniente de cilindros neumáticos de nitrógeno. Los cilindros neumáticos de nitrógeno se emplean generalmente en los sistemas de alimentación estática, o en los sistemas de flujo continuo como fuente auxiliar cuando fallan los equipos compresores-secadores de aire o se interrumpa su servicio eléctrico.

En el mercado se pueden encontrar cilindros de aire o nitrógeno comprimido, su capacidad puede estar entre 4 y 8 Kg, con una presión de 150 Kg/cm^2 , estos se instalarán siempre colocándolos de

forma vertical y acompañados de reductores de presión de dos pasos, para de esta forma obtener el valor de presión deseado.

2. **Método clásico de flujo continuo:** Consiste en la inyección permanente y a presión constante de gas seco utilizando equipos compresores – secadores.

3. **Método de flujo continuo por tubería de alimentación (gaseoducto):** inyección permanente de gas seco por tuberías instaladas paralelamente a los cables, utilizando equipos de distribución instalados a intervalos de toda la red.

El sistema de presurización más utilizado es el clásico de flujo continuo, pues no necesita un alto grado de hermeticidad de las corazas, permite ignorar fugas pequeñas y puede mantener la presión de protección mínima requerida [5], [6].

Un sistema de presurización, aplicado a una red de cables, está conformado por su fuente de gas seco con medidores del flujo de gas inyectado, panel de distribución, tapones de bloqueo, panel de alarma y dispositivos de registro y alarma (contactores o transductores de presión) distribuidos a lo largo del cable como se muestra en la figura 3.2.

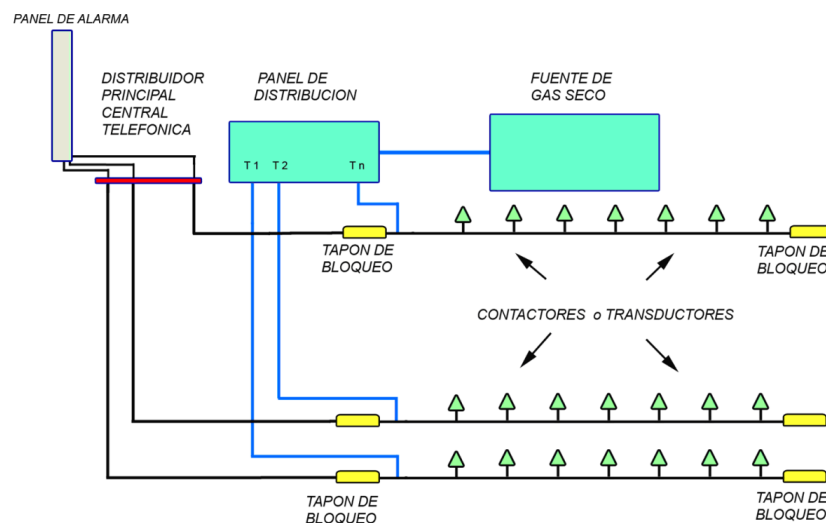


Figura 3. 2: Esquema general de un sistema de presurización.

Fuente: Referencia [5]

3.3. Sistemas de supervisión y gestión de las redes de Telecomunicaciones presurizadas.

La utilización de un sistema de supervisión y gestión de la presurización de forma adecuada permitirá, mediante la aplicación de las leyes de dinámica de fluidos, ubicar con suficiente precisión el punto de fuga y proporcionar información sobre la gravedad de la misma, facilitando de esta forma realizar las tareas de mantenimiento en el menor tiempo posible. La experiencia ha demostrado que la inversión de cualquier tipo de sistema de monitorización tendrá un valor inicial alto, pero sus resultados serán sustanciales a mediano plazo, por lo que el mantenimiento predictivo puede rendir beneficios a muchos niveles.

Estudios realizados prueban que el costo de mantenimiento predictivo, como promedio, es de un tercio del costo de mantenimiento reactivo, de ahí la necesidad de su implementación. Los sistemas de monitorización basan su funcionamiento en tres niveles fundamentales, como se muestra en la figura 3.3 [7].

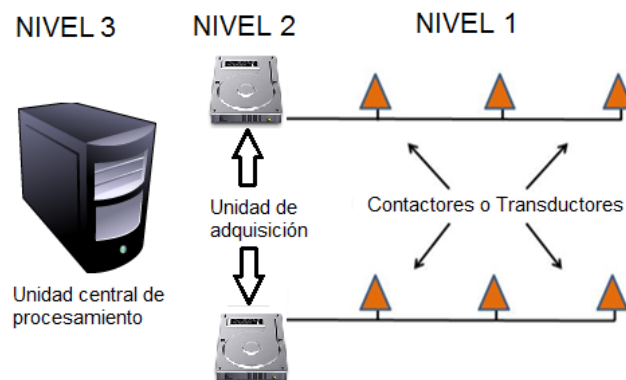


Figura 3. 3: Arquitectura de un sistema de gestión de presurización.

Fuente: El autor

Primer nivel: Este nivel está constituido por los transductores que se ubican en el interior de las corazas o empalmes, los cuales tienen la función de tomar los valores de presión en esos puntos, por lo que se denominan transductores de presión. Estos obtienen los valores de presión que se inyecta a las corazas y los convierten en tonos de frecuencia de 800 a 2000 Hz. Los transductores representan la columna vertebral de un sistema de monitorización. Deben ser altamente precisos,

de fina resolución, y de alta confiabilidad. Otros factores a considerar son: alto rechazo al ruido, estabilidad, bajo consumo de energía, larga vida y tamaño relativamente pequeño, como para poder ser introducido dentro de un módulo de empalme de cable o en el interior de la propia coraza.

Segundo nivel: Está representado por las unidades de adquisición de datos. En los sistemas de supervisión de la presurización son encargadas, además de alimentar a los transductores, de interrogarlos cíclicamente y obtener información de manera que pueda ser almacenada. En caso de detectar valores fuera de los umbrales preestablecidos generan alarmas que serán enviadas a una Unidad Central de Procesamiento, además interactúan con estas, para recepcionar los parámetros programados en ella.

Tercer nivel: Es una estación de trabajo con un software capaz de realizar las funciones de programación y visualización de la arquitectura del sistema, de la red de cables presurizados, localización de puntos de fuga y almacenamiento de eventos para análisis estadísticos.

3.3.1. Sistemas para la supervisión y gestión de las redes de Telecomunicaciones presurizadas en el mundo.

Después de un detallado análisis de la bibliografía consultada se pudo concluir que entre los sistemas de supervisión y gestión de la presurización, más utilizados se encuentran:

El *Unified Monitoring System* de LANCIER, el sistema elaborado y comercializado por INELCOM, el *Pressure MAP (Management Analysis Program)*, el sistema de supervisión de la presurización de cables (CPMS) desarrollado por Monitronix Europa, así como el Sistema de Adquisición de Datos Nicotra (NiDA, del inglés *Nicotra Data Acquisition*) fabricado por la firma Italiana *Nicotra Sistemi Spa* y comercializado por *Canadian Puregas Equipment Limited*.

A continuación se exponen algunas de las principales características y funciones de estos sistemas.

3.3.1.1. Sistema de supervisión y gestión de LANCIER.

Este es un sistema de supervisión desarrollado para cables y equipos, ofrece la integración de las distintas tareas de monitorización para asegurar la calidad y el control del servicio en la infraestructura de las comunicaciones y la transmisión de un tráfico de datos cada vez más sensible, el mismo proporciona una rutina flexible de reportes y la conexión a una interfaz TMN [8].

El sistema consta de los siguientes componentes:

La RTU *Test Remote Unit* (Unidad Remota de Pruebas): Constituyen la plataforma universal de telesupervisión para toda la red y el sistema de monitorización de la planta externa. Estas unidades registran los parámetros de medición analizando y evaluando las condiciones de operación según los umbrales programados. Las alarmas y los valores actuales son requeridos permanentemente por el servidor central y transmitidos sobre intranet con el protocolo SNMP.

El servidor: Contiene la base de datos central ORACLE TM para todas las RTU y provee los datos y la información para los clientes mediante página web, permite el acceso universal de los clientes y el simple manejo del sistema por el usuario, permite la conexión de los clientes vía intranet con el servidor.

El cliente: dispone de los datos de medición y el estado de la red. La visualización gráfica de la posición de la falla es factible a través de las coordenadas GIS (*Geographic Information System*) y el mapeo correspondiente.

Características del sistema:

- Base de datos: Oracle TM
- Se puede acceder a la base de datos desde cualquier punto mediante página web.
- Sistema Operativo: Windows 2000
- Comunicación entre RTU y servidores: intranet LAN/WAN y PSTN.

- Protocolo empleado: SNMP.
- Interfaz Agente TMN: Habilitado permitiendo la integrabilidad con otros sistemas de gestión.
- Envío automático de Alarmas: RTU, Paginador, SMS, correo electrónico.
- Habilitación del Sistema de información geográfica (GIS) y mapeo: Habilitado para representar el punto de fuga.
- Configuración: Cliente Servidor.

Las operadoras Deutsche Telecom, Telecom Argentina y Telefónica de Brasil hacen uso de este sistema.

3.3.1.2. Sistema de supervisión y gestión de INELCOM.

El sistema de INELCOM es de procedencia española. La estructura general se puede apreciar en la figura 3.4. Al igual que en otros sistemas los transductores de presión envían su información a la MPR (Módulo de medidas de presión), la que la almacena y teniendo en cuenta los umbrales predeterminados envían las alarmas correspondientes, en caso de sobrepasar los mismos. A través de la red este módulo se comunica con el centro de control [9], [10].

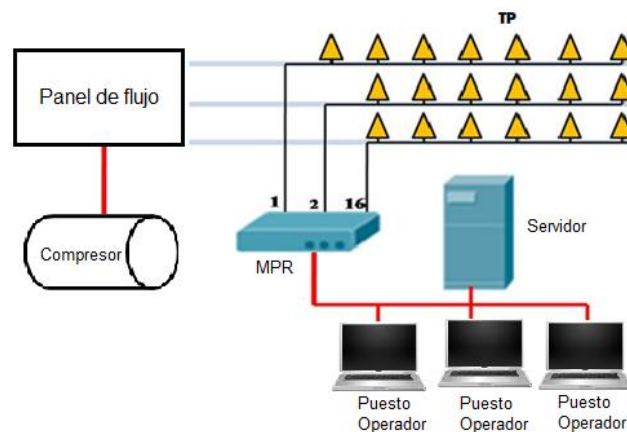


Figura 3. 4: Estructura del sistema de INELCOM.

Fuente: El autor

Los transductores de presión (TP) miden la presión absoluta de su entorno y envían esta medida al MPR, este incorpora 16 canales para la conexión de transductores de presión con un máximo de 128 por cada

canal, lo que implica la supervisión de hasta 2048 puntos de medida de presión por cada módulo.

El sistema está equipado con una interfaz Ethernet y se comunica por IP directamente con el Centro de Control. En este centro se recoge y analiza la información de los diferentes elementos y realiza además la recepción de información de los siguientes elementos:

- ✓ Caudal de aire proporcionado a cada uno de los cables presurizados.
- ✓ Medidas de aislamiento en pares pilotos.
- ✓ Recogida de alarmas del tipo on/off.
- ✓ Parámetros de funcionamiento de los compresores-desecadores y de los botellones de aire de respaldo.
- ✓ Medida de altura de agua en cámaras de registro.
- ✓ Detección de apertura de tapa en cámaras de registro.

Características del sistema:

- ✓ La supervisión de Cables Presurizados se integra dentro del Sistema de Supervisión de Planta Exterior.
- ✓ Gestor de Elementos sobre un servidor que permite su utilización desde múltiples puestos de operador, conectados por red IP.
- ✓ Base de datos para registro de alarmas y medidas.
- ✓ Permite la distribución de los equipos según criterios geográficos y funcionales, para facilitar su localización. Presenta, mediante iconos, la existencia de condiciones de alarma a nivel de equipo o a todos los niveles superiores.
- ✓ La aplicación soporta la definición de perfiles de usuario totalmente flexibles, de forma que se pueda restringir el ámbito de responsabilidad para cada operador o conjunto de operadores.
- ✓ Mediante íconos se representa el tipo de alarma, categoría, estado de actividad, si está o no atendida, fechas de activación, recepción, atención, reposición, etc.
- ✓ Programación de los parámetros que rigen la exploración periódica (automática).

- ✓ Permite la realización de una medida en tiempo real sobre un determinado cable o canal.
- ✓ Informa sobre la existencia de fugas de presión en el cable seleccionado, indicando la posición aproximada de la fuga.

Este software es privado de Telefónica de España y se encuentra en explotación en ese país y sus Filiales desde 1988, aunque también es empleado por Telefónica Argentina y Telefónica Chile.

3.3.1.3. Pressure MAP (Management Analysis Program).

El sistema *Pressure MAP* (Programa de Análisis de Gestión de la presión) ha sido desarrollado por la compañía norteamericana privada *System Studies Incorporated* la cual trabaja para las operadoras de telecomunicaciones en el campo de la presurización de cables [11]. Ofrece la posibilidad de construir y diseñar un método de presurización óptimo empleando el sistema operativo Linux y la base de datos Oracle. El menú del sistema permite el acceso fácil a la localización de eventos remotos y simplifica la selección de rasgos. Un solo sistema de *Pressure MAP* puede supervisar la red de 250 centrales telefónicas.

La adquisición de los datos del programa, análisis y funciones de la distribución tienen lugar continuamente, el software llama cada dos horas a cada oficina, recibe las alarmas de estas, analiza los datos de los dispositivos de vigilancia (monitores LSS 289) y envía los informes de alarma a los centros designados.

Los transductores de presión de alta resolución instalados en los pares de los abonados son encuestados cíclicamente por los monitores o dispositivos de vigilancia. Antes de solicitar la lectura de los sensores, y los monitores verifican el estado del par, de estar libre, reciben una lectura de salida eléctrica desde el transductor la cual se transmite al software donde se convierte en una lectura de presión. Además de proporcionar lecturas durante el ciclo de llamada normal, el LSS 289H alertará a *Pressure MAP* de posibles condiciones de alarma.

El programa proporciona una evaluación de calidad del sistema basada en una fórmula de posicionamiento compleja donde se conjuga la presión de aire y lecturas de flujo en el cable para computar las evaluaciones de calidad de presión de aire. Esta información es esencial para priorizar el mantenimiento e identificar dónde las intervenciones pueden ser necesarias. Los datos resultantes se pondrán a disposición del usuario ya sea directamente o de forma remota para acceder al sistema de mapas. La información de alarma crítica se distribuye de forma automática minutos después de ser recibida y evaluada.

El servidor del sistema tiene como requisito fundamental ser un servidor de aplicación Web, contiene una página accesible que define: acceso estructurado por niveles para las oficinas y base de datos ORACLE para reportes de usuarios, estos tienen la posibilidad de ver la información importante del sistema así como los informes a través de Internet mediante el navegador Web. Entre las vistas disponibles en *Pressure WEB* se encuentran:

- Reporte del estado de los dispositivos con múltiples opciones de visualización (por dispositivo, por alarma, ubicación, no lectura de dispositivos).
- Sistema de Índice de Calidad (por Oficina y por Ruta)
- Información de dispositivo específico
- Lecturas en tiempo real (para 289H LSS monitores)
- Diagnóstico del par (solamente para 289H LSS monitores solamente). A través de una aplicación simple (supervisor del estado de los sistemas) se controla el estado de un sistema de *Pressure MAP* confirmando que el mismo está continuamente en marcha las 24 horas. Un mensaje del estado del sistema puede generarse para uno, varios, o todos los sistemas de *Pressure MAP*, las máquinas de *Pressure MAP* envían su mensaje de estado del sistema vía Intranet soportando protocolo TCP/IP.

Por medio de los sitios WEB que organiza la aplicación, se puede ver el estado empleando cuatro colores para informar el estado del sistema. Una

célula coloreada verde indica que el sistema no ha enviado su mensaje de identificación en los últimos 44 minutos. El color amarillo indica un tiempo entre 45 y 59 minutos, el color naranja representa que pasó un tiempo entre 59 y 75 minutos. Una célula con un fondo rojo es potencialmente la condición crítica indicando que pasó un tiempo mayor a 75 minutos sin reporte.

El sistema se encuentra instalado en las principales operadoras telefónicas de Estados Unidos y en varias compañías de telecomunicaciones entre las que podemos mencionar: Bell Canadá, SaskTel Telia (Suiza), Korea Telecom, *Columbia Ministry of Communication* (Kuwait), Elisa (Finlandia), entre otras.

3.3.1.4. Sistema de supervisión de la presurización de cables (CPMS) desarrollado por Monitronix Europa.

Este sistema desarrollado por Monitronix Europa, puede implementarse como solución modular o integral. Existen tres partes principales en una solución CPMS habitual que se pueden apreciar en la figura 3.5 [12].

En primer lugar los transductores de presión instalados en los empalmes de cable y los transductores de flujo en los suministros neumáticos de las centrales telefónicas que envían las lecturas a la unidad de monitorización de sondeo en las centrales a través de pares exclusivos de informe.

En segundo lugar, los equipos de recopilación de datos incluyendo la unidad satélite remota (RSU), Unidad desecadora con compresor (CDU) en la central y la unidad de monitoreo central (CMU), que normalmente está instalada en el centro de control de alarmas. La RSU sondea los transductores de forma continua mientras la CMU se configura para sondear la RSU y la CDU a intervalos predeterminados por medio de PSTN o Ethernet, permitiendo que los datos más actualizados de presión-flujo de los transductores y cables se carguen en la CMU.

En tercer lugar, un sistema para cargas de trabajo inteligente que recopila y coteja automáticamente datos de todas las instalaciones, muestra información sobre el estado de los cables y dirige alarmas al personal responsable.

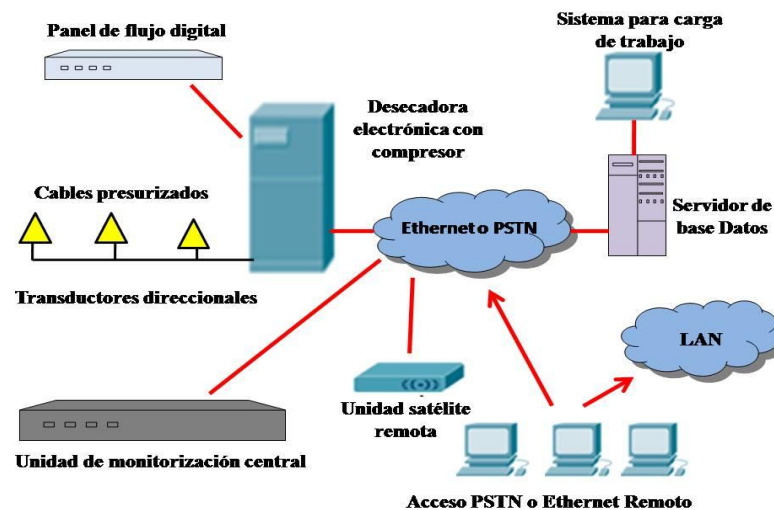


Figura 3. 5: Sistema para la supervisión de la presurización Monitronix
Fuente: Referencia [12]

Algunos de los clientes que utilizan las soluciones de *Monitronix* son: *Telstra, Cable & Gíreles Communications, Telecom, Batelco, Tella, TELIKOM PNG, Eircom y China Telecom.*

3.3.1.5. Sistema de supervisión y gestión NIDA 2.

Este sistema fue desarrollado por *Nicotra Sistemi S.P.A* sobre la base de la primera versión NiDA 1.15q, el mismo cumple con los siguientes objetivos [13], [14]:

- Mantener bajo control la red de cables de cobre presurizados.
- Detectar automáticamente cualquier condición anómala de la red de cables.
- Mantener un registro de todas las alarmas que se activan en la red.
- Identificar con precisión la ubicación de los fallos.
- Proporcionar instrucciones claras y rápidas al personal de servicio.
- Ayudar al personal de servicio en las operaciones de mantenimiento preventivo.
- Mejorar la eficiencia global de la red.

La arquitectura NiDA 2 se divide en cuatro niveles jerárquicos y contiene los siguientes elementos como se puede apreciar en la figura 3.6.

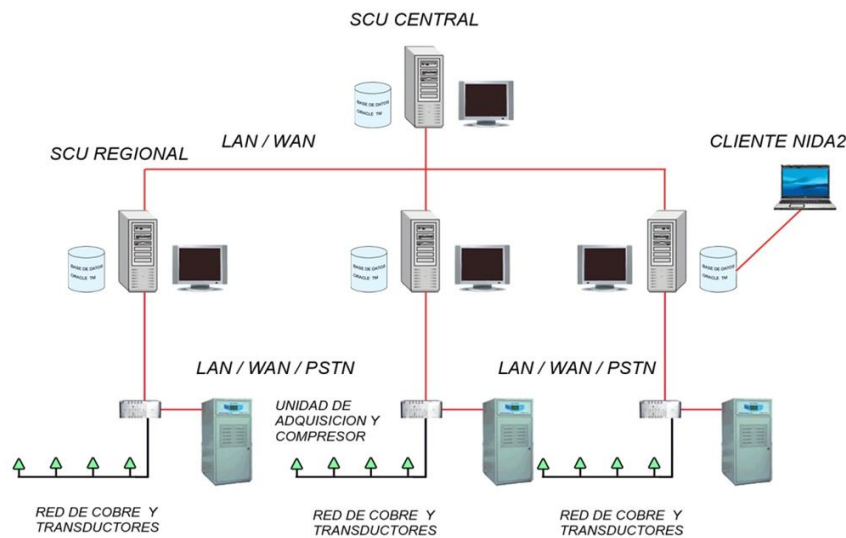


Figura 3. 6: Topología del sistema NIDA 2.
Fuente: Referencia [13]

El primer nivel o nivel de campo está constituido por sensores de monitorización, que son los dispositivos de Acceso Remoto Standard (*RAD*, del inglés *Remote Addressable Device*) de Nicotra Sistemi SpA tales como: transductores de presión (TP 204M), transductores de flujo (*RAD TFL micro*), transductores de humedad (*RAD RHLM micro*, and *RHWM micro*), todos ellos trabajan de acuerdo a una respuesta secuencial y una conversión del valor de la lectura en un valor de frecuencia de 800 Hz a 2000Hz.

En el segundo nivel, la Unidad de Adquisición denominada aquí como RTU, del inglés *Test Remote Unit* (Unidad Remota de Pruebas), estas pueden ser: SEC 800, MiniSEC, DAS800 y MiniDAS 2400, las mismas están diseñadas para detectar las mediciones desde los transductores instalados en la red presurizada. La interfaz de comunicación entre las RTU y la SCU (*Supervisory Control Unit* Unidad de Control de Supervisión) es vía PSTN (*Public Switched Telephone Network*, MODEM 56kbps) o vía intranet soportando protocolo TCP/IP.

El tercer Nivel o Nivel Regional está compuesto por las SCU Regionales que solo gestionan una subred, reciben las mediciones y alarmas de las diferentes Unidades de Adquisición, analizan los datos entrantes, mantienen la alineación entre sus base de datos con la de la estación central y envían las alarmas a los terminales apropiados.

El mecanismo de réplica de la base de datos requiere de un canal de comunicación entre cada SCU Regional y la SCU Central sobre una Intranet por lo tanto se requiere una red TCP/IP. Las estaciones conectadas como Clientes de la SCU, se encuentran normalmente en las oficinas de mantenimiento de cables. Los operadores pueden realizar todas las operaciones sobre el sistema a nivel de Cliente. La conexión entre los Clientes y la Base de Datos del Sistema será igualmente vía PSTN o través de una red LAN/WAN.

El cuarto nivel, centro de gestión o SCU Central está compuesto por una estación de trabajo, instalada generalmente en una oficina de Gerencia donde está disponible toda la información relacionada con el estado de la red monitorizada y el sistema de supervisión. La base de datos a este nivel está constante y automáticamente alineada con las bases de datos regionales y sus componentes de campo.

Un operador trabajando en la estación central tendrá el completo control de todo el sistema. Su arquitectura interna se basa en una base de datos distribuida abierta; se tiene previsto además una interfaz gráfica de usuario (GUI, del inglés *graphic user's interface*) basada en un sistema de información geográfica (GIS, del inglés *Geographic Information System*). La SCU principal contiene todos los datos generados por las SCU del tercer nivel.

La estación de trabajo aloja la Base de Información de Gestión (MIB) TMN, el agente y la pila Q3 para proporcionar acceso TMN a todo el sistema y presenta las siguientes funcionalidades:

Información almacenada en una base de datos abierta (Oracle): la base de información del sistema incluye todas las informaciones que se refieren tanto a la red monitorizada como al propio sistema de monitorización (“Datos de Sistema”); está presente también un conjunto de rutinas incorporadas que permiten todas las operaciones automáticas sobre los datos (“Procedimientos Db”).

Los datos del sistema constituyen una representación virtual de todo el sistema, incluyendo mediciones de presión provenientes de los transductores, mediciones de los Dispositivos de Acceso Remoto (RAD, del inglés *Remote Addressable Device*), estado de los cables, condiciones de funcionamiento de los secadores de aire, estado de las SCU y de las unidades de adquisición, etc.

Toda operación realizada en el sistema, tanto por parte del usuario como en la misma red, está representada en los datos de sistema. Los procedimientos Db proporcionan la propagación automática de los datos y las interacciones con los otros módulos cuando se presenta un suceso específico en el sistema virtual. La distribución de los datos a lo largo de la red es la siguiente:

- ✓ Las SCU del tercer nivel alojan la porción de los datos del sistema que se refieren a las mismas SCU y a las subredes que estas gobiernan directamente, la SCU del cuarto nivel guarda una copia instantánea de solo lectura de cada porción de los datos del sistema, proveniente de cada SCU del tercer nivel; aloja también una base de datos integrada que contiene los datos de todo el sistema.
- ✓ La alineación de la base de datos se realiza automáticamente, proporcionando una función de almacenamiento de datos en por lo menos dos sedes distintas y permitiendo de esta forma procedimientos de recuperación en caso de fallo.
- ✓ El acceso a los datos está previsto tanto con la interfaz GIS como con formatos estándar que pueden ser personalizados según las necesidades del cliente.

- ✓ La base de información ha sido diseñada utilizando Oracle; esto proporciona a los clientes la garantía de mantener sus datos almacenados con una herramienta estándar fiable, potente y bien conocida.
- ✓ El Cliente puede definir, el formato de las alarmas de los informes detallados, las estadísticas y el análisis de datos por sí mismo.

Sistema de información geográfica (GIS), e interfaz de usuario basada en GUI: es una herramienta software que integra las capacidades de la base de datos con una eficiente interfaz de visualización en un mapa geográfico completamente digitalizado. Esta aplicación tiene varias ventajas destacándose una mejor y más simple capacidad de localización de fallos (es decir cable interrumpido o pérdida).

En particular, las pérdidas del cable pueden ser referidas directa e inmediatamente a su ubicación geográfica indicada en un mapa permitiendo de esta manera una rápida y efectiva acción correctiva. Constituye una herramienta de programación flexible, potente y de uso sencillo, para gestión y análisis de la red de cables de cobre. La red y la configuración del sistema se pueden realizar usando objetos gráficos predefinidos o diseñados por el Cliente (cables, transductores, central, Unidades de Adquisición, etc.).

Interfaz Q3-TMN hacia el nivel superior de gestión del cliente: El agente TMN ubicado en el Gateway, está formado por 4 módulos:

- ✓ El MIB, una base de datos orientada a objetos que contiene los datos de sistema en un formato compatible con TMN.
- ✓ El mapeador, que mantiene al MIB alineado con los datos de sistema.
- ✓ El Agente, que proporciona el acceso TMN al MIB y trata las notificaciones de sucesos espontáneos.
- ✓ La pila Q3

Puesto que el MIB mantiene mapeados todos los datos del sistema, un gestor externo puede acceder a todo elemento individual de la red, así como también a todos los niveles superiores de información. El agente es personalizado para satisfacer las necesidades del gestor de acuerdo a las de la empresa.

El software agente TMN presenta las siguientes características: interfaz Q3 completa estándar TMN, respeta las recomendaciones ITU-T G.773, ISO 10164 (función gestión objeto, función gestión estado, función gestión alarma, función control recolección, etc.).

Conectividad LAN desde el Nivel 2: la estructura para la interconexión de los elementos de red del Sistema Nicotra se realiza utilizando marcadores de itinerario externos soportados por X.25, *Frame Relay* V35, G703 y otras líneas dedicadas y por último PSTN (configurable también como línea de back-up para DCN).

Principales funciones del sistema NiDA 2:

- El Sistema monitoriza el estado de la red de cables presurizados de telecomunicaciones a través del análisis de los datos de presión adquiridos, obteniendo la localización del punto de fuga que podrá ser representado igualmente en un esquemático o en un mapa a través de la interfaz GIS.
- Está equipado para medir otras condiciones operacionales de la red presurizada (humedad relativa, flujo de aire) y de operación en general como la temperatura del local y la presencia de agua utilizando para ello transductores propios.
- Puede monitorizar condiciones de alarma a través de sensores de contactos on/off. Realiza mediciones a través de transductores instalados a lo largo de la red de cables o en lugares definidos por el cliente y son enviadas a la RTU como señales de frecuencia modulada.

- Puede obtener datos de la operación directamente de los secadores de aire Nicotra. Cada transductor tiene un único código de identificación del 1 al 127.
- Permite la notificación de alarma a distintos terminales tales como: correo electrónico, teléfonos tanto fijos como móviles.
- Al producirse una alarma el sistema prevé la notificación de la misma y la impresión del reporte predefinido por el cliente, además guarda en la SCU los históricos.
- La base de datos central se está alineando constantemente de forma automática con las bases de datos regionales, puede proporcionar total acceso a las alarmas usando un agente SNMP, y ser modificado para interactuar con el nivel más alto del sistema de gestión de acuerdo a los requerimientos de telecomunicaciones.

Entre las características más importantes del sistema NIDA 2xx se encuentra la flexibilidad y escalabilidad. Este sistema permite desplegar dos configuraciones; Configuración Base de Datos Distribuida y Configuración Cliente Servidor. La elección de una u otra arquitectura depende del tipo de red a supervisar, cantidad de clientes y necesidad de las operadoras.

Los requerimientos mínimos de los elementos de software y hardware del sistema para el Servidor y los Clientes se muestran en la tabla 3.1.

Elementos	Para una SCU	Para un Cliente
De software	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Microsoft Windows 2000 o superior. ❖ Oracle 9i ❖ Software NiDA 2.0 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Microsoft Windows 2000 o superior. ❖ Oracle 9i ❖ Software NiDA 2.0
De hardware	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Procesador Pentium IV. ❖ 1 GB de Memoria RAM. ❖ 60 GB de Disco Duro. ❖ Controlador SCSI U2W. ❖ Tarjeta de Red 10Mb/s. Ethernet. ❖ MODEM 56.6 Kb/s ❖ Torre de CD. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Procesador Pentium IV. ❖ 512 MB de Memoria RAM. ❖ 60 GB de Disco Duro. ❖ Tarjeta de Red 10Mb/s. Ethernet. ❖ MODEM 56.6 Kb/seg ❖ Torre de CD.

Tabla 3. 1: Requerimientos de software y hardware del sistema NiDA 2 para el Servidor y los clientes.

El Sistema de Nicotra con NiDA 2 se encuentra instalado en numerosas compañías telefónicas, entre ellas se encuentran: Brasil (CTBC Telecom, Telefónica SP y Telemar-BA); Canadá (Quebec Telecom, New Foundland Telecom, New Brunswick Telecom, Unitel Bell); China (China Telecom, MOR- Railways, CESEC- Military); Alemania (Deutsche Telecom); Italia (TELECOM Italia); Israel (Bezeq); Portugal (Lisboa y Oporto Telecom); Uruguay (ANTel *Country wide system*) y Sudáfrica (Telkom *South Africa Country wide system*).

Capítulo 4. Propuesta del Sistema de Presurización Supervisión y Gestión para la municipalidad de Santiago de Guayaquil.

Una vez analizadas todas las características que deben reunir los sistemas para la presurización supervisión y gestión de redes de telecomunicaciones soterradas, se podrá definir una propuesta preliminar de la misma, que luego de analizada, puede quedar como prototipo definitivo a implementar en la municipalidad de Santiago de Guayaquil.

De la descripción realizada de los sistemas de este tipo más utilizados en el mundo se observa que el sistema NIDAxx de la firma italiana Nicotra Sistemi Spa, comercializado por *Canadian Puregas Equipment Limited* es uno de los más robustos y con mayores prestaciones pero tiene como inconveniente que es muy costoso, cada estación de supervisión regional tendría un costo de 14000 dólares y para una supervisión completa de las redes instaladas se necesitarían varias. A esto se le agrega el costo correspondiente a los mantenimientos y reparaciones.

La empresa cubana ETECSA (Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA) logró desarrollar, conjuntamente con el departamento de Telecomunicaciones de la Universidad de Oriente del mismo país, el sistema SP-700 con similares prestaciones y a más bajo costo, lo que le ha permitido un determinado grado de independencia tecnológica en ese sentido.

Teniendo en cuenta lo anterior y aprovechando las relaciones académicas y de investigación que sostienen la Universidad católica de Santiago de Guayaquil y la Universidad de Oriente, nos basaremos para el planteamiento de la propuesta de implementación.

4.1. Propuesta del Sistema de Presurización. Características.

Como proveedor de componentes para el sistema de presurización, el *Canadian Puregas Equipment Limited* resulta una oferta propicia a evaluar para adquirir los elementos que se relacionarán en este acápite para conformar el Sistema de Presurización que se propone. De forma general se pueden usar dos métodos para la alimentación de aire en el sistema:

- **Método de alimentación estático:** Consiste en la inyección de gas seco comprimido proveniente de cilindros neumáticos de nitrógeno. La utilización de este método resulta inconveniente en la operación de los mismos pues son pesados, voluminosos y de difícil manejo, se deberá tener una reserva de cilindros para asegurar la alimentación en casos de retrasos de suministros para compensar el consumo suplementario de gas debido a las fugas u otros trabajos de emergencias.
- **Método clásico de flujo continuo:** Consiste en la inyección permanente y a presión constante de gas seco utilizando equipos compresores – secadores.

Siendo este último el escogido pues no necesita un alto grado de hermeticidad de las corazas, permite ignorar fugas pequeñas y puede mantener la presión de protección mínima requerida.

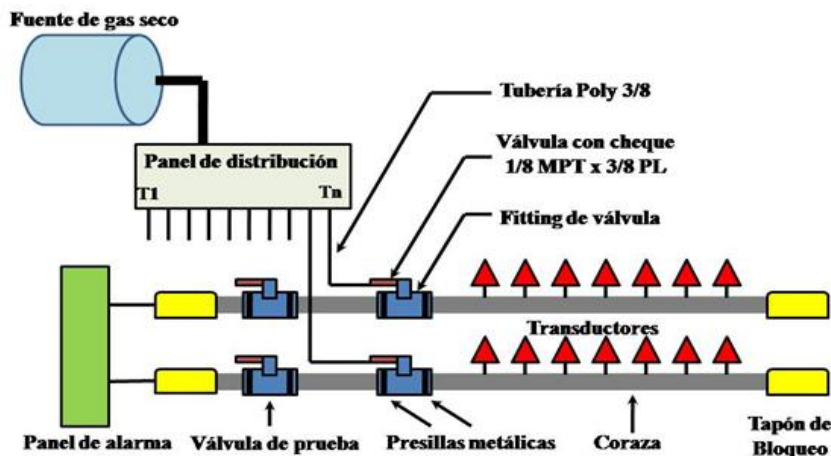


Figura 4. 1: Sistema de presurización.
Fuente: El autor.

En la figura 4.1 se muestra el sistema de presurización de flujo continuo propuesto. El sistema a través del panel de distribución inyecta aire atmosférico comprimido que se filtra y seca a una presión especificada entre 500 – 700 g/cm² a cada uno de los cables que salen de la central a la planta externa. La inyección de gas se realiza en la galería de cables, por medio de una válvula colocada en la cubierta de cada coraza.

El panel de distribución dispone de medidores de caudal que registran el volumen del gas que se inyecta por unidad de tiempo. Para convertir las corazas en cámaras neumáticas, en sus extremos se les provee de sellos a fin de bloquear la salida del gas. La supervisión de la presión dentro de estas se realiza por medio de transductores colocados en diversos puntos a lo largo del cable y conectados respectivamente al panel de transductores y al panel de alarmas.

Cuando la presión disminuye a un nivel mínimo predeterminado el transductor activa un circuito de alarma a través del sistema de detección de fallas, el cual brinda la información de una baja de presión en la coraza correspondiente, implementada en el centro de gestión y supervisión territorial. También las válvulas de prueba distribuidas a lo largo de las corazas posibilitan la toma de presión de forma manual por medio de manómetros digitales de precisión y así aproximar la ubicación de la fuga e impedir el escape de gas en un tramo que se esté interviniendo por reparación o mantenimiento preventivo programado [15].

El sistema consta de dos componentes: Componentes internos y Componentes externos.

4.1.1. Componentes internos del sistema de presurización.

Son los ubicados en la central y forman parte del sistema de suministro de aire, ellos son:

Fuente de gas seco (Compresor).

Están dotados de un motocompresor, una o varias torres de secado, y sensores que monitorean el porcentaje de humedad del aire, la presión en el interior del tanque y el flujo entregado. Es el que suministra el aire seco necesario para mantener la red de cables bajo presión. Básicamente se encarga de comprimir el aire del ambiente, extraerle la humedad e inyectarlo a los cables a presión regulada.

Requerimiento de los compresores:

- ✓ Mantener los valores de presión especificada en todos los cables de la red.
- ✓ Suministrar la cantidad suficiente de gas a una sección cualquiera de la red, de forma tal que en caso de fuga importante la presión garantice protección.
- ✓ Alimentar la red de cable una vez realizadas ampliaciones previstas.

Para seleccionar el compresor adecuado de acuerdo a su capacidad se emplea con éxito la siguiente metodología:

- ✓ Capacidad mínima del equipo= # corazas a presurizar (estas son las existentes más las que se pronostican instalar en un plazo de tiempo determinado) x Flujo promedio diario para cables con fallas medias.
- ✓ El flujo promedio diario para cables con fallas medias es de 90 PCD(pies cúbicos por día) por tanto:
- ✓ Capacidad mínima del equipo= # corazas a presurizar x 90 PCD.
- ✓ Capacidad normal del compresor es del 200% al 300% mayor que el tamaño mínimo calculado.
- ✓ Después de efectuado los cálculos de la capacidad normal del compresor se realiza la elección del mismo.

Los compresores que se comercializan tienen capacidades normales de:

- 1500 PCD

- 2500 PCD
- 3500 PCD
- 5000 PCD
- 10000 PCD

Ubicación del compresor.

Para ubicar el compresor se debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Condiciones ambientales.
- Facilidades de mantenimiento.
- Distancia entre el panel de flujo y los puntos de alimentación del cable.
- Afectación a trabajadores.
- Protección mecánica contra agentes externos.
- Suministro de corriente.

Juego de tuberías de conexión.

Para la interconexión del equipo compresor secador con el panel de distribución se recomienda realizar tubos plásticos de 1/2 pulgada de diámetro, tipo *polycord* (CPE-096), o tubos de cobre en cuyo caso se utilizan de 3/8 de pulgadas de diámetro si la capacidad del compresor es de 5000 PCD o menos y de 1/2 pulgada de diámetro, si es mayor.

Panel de distribución.

Es un equipo para distribución y computo del aire que se inyecta. A este equipo se le denomina panel de flujo o panel de distribución. Cuenta con facilidades para distribuir entre las distintas corazas el aire procedente del compresor, medir la cantidad que se le suministra por hora a cada una de dichas corazas y registrar el volumen total suministrado. Estos dispositivos se comercializan de 5, 10, o 20 salidas, existen varios modelos de paneles de distribución entre los que se pueden mencionar: Con metro contador de gas solamente, sin metro contador de gas, sin metro contador de gas pero con transductor

de flujo y sin metro contador de gas pero con transductor de flujo, manómetro y regulador.

Los instrumentos básicos de los paneles de flujo son:

Contador de volumen: Registra el control de volumen total de aire suministrado por el compresor. La lectura viene dada en pies cúbicos, medidos a la presión de inyección.

Medidor de flujo (rotámetro): Su función es medir constantemente el aire que se suministra a cada coraza. Los rotámetros son las unidades individuales de medición y control del flujo de los cables y cada uno está previsto de una llave de paso de modo que, si se desea, se corta la alimentación de aire a una coraza determinada.



Figura 4. 2: Rotámetro.
Fuente: Cortesía ETECSA.

Se pueden emplear además para medir el flujo de aire inyectado a las corazas los transductores de flujo TFL 600 micro std.

Sistema de alimentación de aire a las corazas.

Se realiza desde el panel de distribución hasta la válvula de alimentación o punto de inyección. Para alimentar el cable desde los paneles se ha normado el uso de:

- Tubos individuales de polietileno de 3/8 pulgadas de diámetro.

- Grupo de 3, 5 y 10 tubos dentro de una coraza externa flexible. Esta combinación ofrece protección a las tuberías y facilita el enrutamiento y la instalación.

La alimentación de las corazas debe realizarse teniendo en cuenta:

- La ubicación de los puntos de inyección de los mismos en las cámaras de cables.
- La cantidad de cables a presurizar.
- Buscar la menor distancia entre el punto de inyección y el Panel de Distribución.

4.1.2. Componentes externos.

Aditamentos de presurización que forman parte del sistema y se encuentran fuera de la central, ellos son:

Válvulas de prueba.

Se instalan en los cierres de los empalmes o directamente sobre las cubiertas de los cables [15]. Sirven como punto fijo para efectuar prueba de presión. En ella se determinan los datos necesarios para trazado de gráficos de gradientes de presión. En algunos casos pueden ser usadas (ver figura 4.3) también para suplir gas durante emergencias, facilitar la localización de fugas, etc.



Figura 4. 3: Módulo para válvula de prueba.
Fuente: Cortesía ETECSA.

Válvulas alimentación.

Válvulas que se instalan en el punto de inyección y permiten la conexión de la tubería de alimentación. Dentro de sus elementos se utiliza una válvula cheque (ver figura 4.4) que en el caso de ruptura entre el punto de inyección y el compresor el aire no escape del cable.

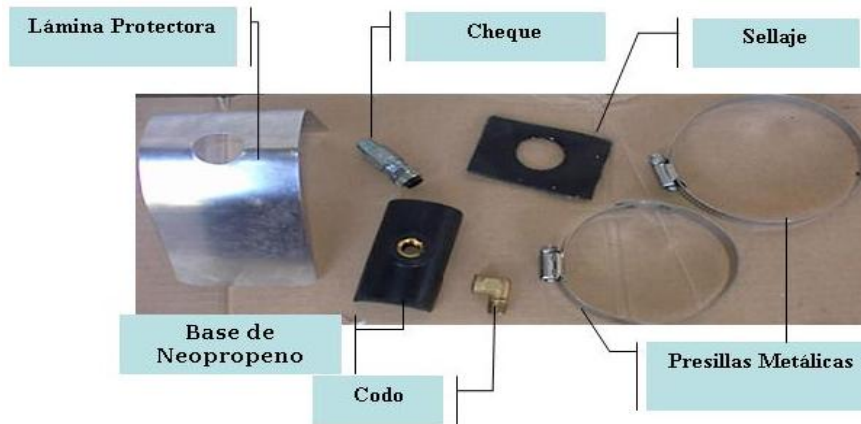


Figura 4. 4: Módulo de válvula de alimentación.
Fuente: Foto en ETECSA.

Tapón de aire.

El tapón de aire se confecciona con una masa constituida por un producto endurecible inyectado en el espacio libre del cable para cerrar el paso del gas. Estos se emplean para evitar que el aire que se encuentra dentro de una coraza se escape. Los tapones de aire en los cables de polietileno existentes se confeccionan inyectando a las corazas resinas epóxicas a presión o poliuretano.

Válvula de sobrepaso.

Consiste en una llave de paso cuya finalidad es, permitir o evitar el paso de aire, de una sección de cable a otra (puede ser de un cable principal o alimentador a un cable secundario o ramal). Se coloca sobre un tapón seccionador como muestra la figura 4.5.

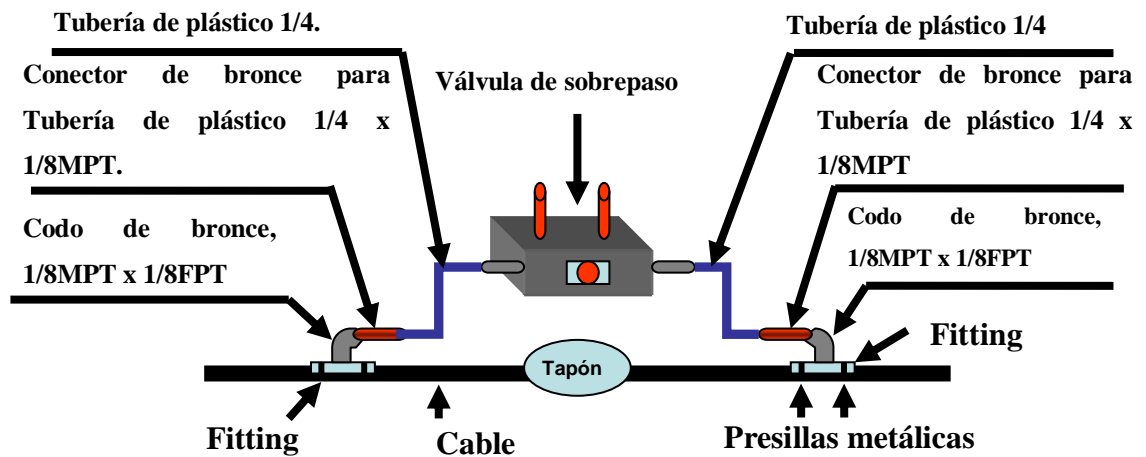


Figura 4. 5: Válvula de sobrepaso.
Fuente: Referencia [16]

Panel de Alarmas.

Los dispositivos de alarma, visuales o sonoras, se ponen en funcionamiento al activarse un circuito de alarma debido a una caída de presión en el cable, el panel de alarmas posee una tarjeta interfaz que interactúa con una computadora en la que corre un software para la detección de fallas que permite visualizar y guardar un historial de los eventos producidos por la técnica en funcionamiento.

4.1.3. Transductores de presión.

Los transductores de presión (ver figura 4.6) se distribuyen a lo largo de las corazas presurizadas que contiene los pares de cobres con el objetivo de tomar el valor de la presión presente en el punto donde se encuentran instalados, estos se insertan en el interior de las corazas o en el interior de pequeños contenedores que permiten que cuando por una vía de registros van varias corazas se pueda emplear un solo par de cobre para instalar los transductores de presión del conjunto [3].

En función del valor de la presión a la que están sometidos estos dispositivos devuelven tonos de frecuencias entre los 800Hz y 2000Hz mediante una trama de división por tiempo.

El transductor de presión permite:

- ✓ El control secuencial y completo del estado neumático del cable a través de la medida de la presión absoluta.
- ✓ La localización aproximada del punto del desperfecto [15].

Para la propuesta del sistema de presurización se recomienda el uso del sensor TP 204M (ver figura 4.7) cuyas características son:

- ✓ Variante estándar hasta 40Km y larga distancia 120Km.
- ✓ Se conectan mediante un par de conductores a la unidad de adquisición de la cual reciben alimentación y hacia la cual envían la medida en forma de frecuencia.
- ✓ El máximo número de TP a conectar en una línea es 127.
- ✓ Alimentación 50V.
- ✓ Elevada Fiabilidad.
- ✓ Corriente stand by 25 microAmperes (efectiva).
- ✓ Corriente de trabajo 5.5 mA (típica).
- ✓ Compensado en temperatura (desde -20 hasta +80grados).
- ✓ Rango de presión 800 a 2000 mbar.
- ✓ Rango de frecuencia 800Hz a 2000 Hz.
- ✓ Codificación Manual.
- ✓ Puede ser instalado dentro de la manga de empate o en contenedores (*Housing*).

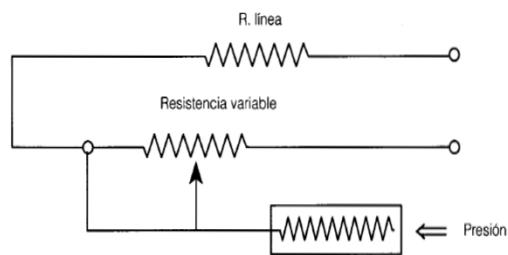


Figura 4. 6: Transductor de presión y diagrama eléctrico básico.
Fuente: Cortesía ETECSA.



Figura 4. 7: Colectores o Housing MB para TP 204M
Fuente: Cortesía ETECSA.

Criterios para la instalación de los transductores de presión:

- a) Los transductores de presión se pueden ubicar en la red de cables presurizada de las siguientes formas:
 - Distribuidos uniformemente a lo largo del cable.
 - En los empates de los cables.
 - Externos usando Colectores o *Housing* en aquellas vías con más de una coraza.
 - En el comienzo y fin del cable.
 - En las bifurcaciones de cada vía neumática.

- b) Para cables sin derivaciones se deben observar los siguientes requisitos:
 - Deben ser instalados a distancias de no menos de 500 m entre ellos.
 - Ubicar como mínimo en ellos 4 transductores de presión para garantizar el cálculo correcto del punto de fuga.
 - El primer transductor de presión, comenzando en la central, se colocará a una distancia aproximada de 150m a 200 m.

- c) Para cables con derivaciones.
 - Deben ser instalados a distancias de aproximadamente 250m a 350 m entre ellos.
 - Se instalarán en los puntos de derivación significativos.
 - Considerar los cambios de capacidad en la vía neumática.

- Número mínimo de 4 transductores de presión por cada cable.
 - El primer transductor de presión, comenzando en la central, se colocará a una distancia aproximada de 150m a 200 m.
- d) Pruebas a realizar a estos pares.
- Medición del aislamiento entre pares y entre cada uno y tierra.(Debe ser mayor de 1000 megaOhm)
 - Medición de los niveles de las señales de ruido presentes en el par (deben ser inferiores a 60 dBm).
 - Verificar que la atenuación medida a 1700 Hz con 600 Ohm entre un extremo del cable y el transductor más alejado, debe ser inferior a 35 dB.

Antes de la instalación de los transductores se realizan operaciones preliminares en las que se encuentran:

1. La codificación de los mismos según lo previsto en el proyecto ejecutivo.
2. La verificación de la medida de presión ejecutada por el transductor de presión con un instrumento de clase 0,5.
3. Verificación de la dispersión de sus parámetros para agrupar los transductores con la misma desviación en una misma ruta neumática.

4.2. Supervisión autónoma

Para dar solución a la supervisión automática se propone implementar una aplicación Cliente Servidor con la estructura que muestra la figura 4.8.

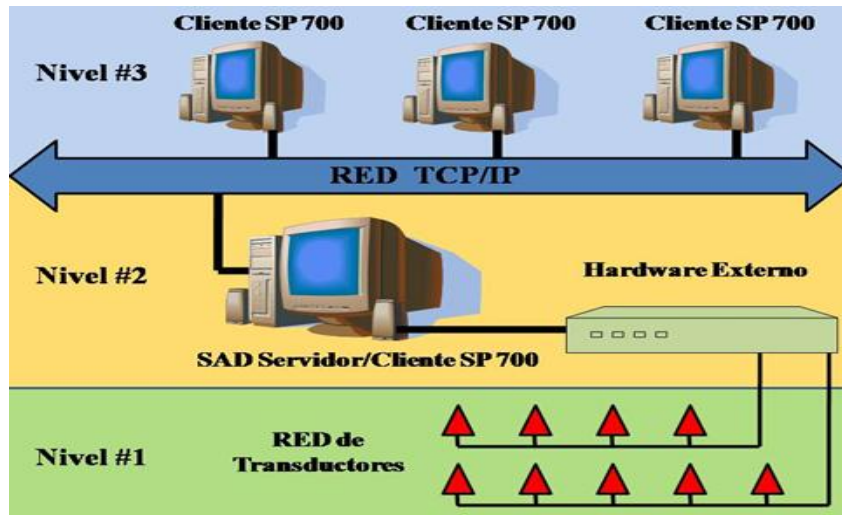


Figura 4. 8: Estructura para la supervisión automática.
Fuente: El autor.

La estructura posee tres niveles.

Nivel 1: Red de transductores de presión, lo concerniente a este nivel ya fue explicado anteriormente.

Nivel 2: SAD Servidor (Sistema de Adquisición de datos Servidor).

Nivel 3: Clientes SP700, *Software* de supervisión que accede al servidor a través de la red con protocolo TCP/IP

4.2.1. SAD Servidor

Está compuesto por un *Hardware* externo encargado de la adquisición de datos y un *Software* Servidor de datos. Puede tener instalado además una aplicación cliente SP-700, posibilitando con esto la doble funcionalidad del sistema. [17]

Al SAD Servidor se le conoce también con las siglas RTU (*Test Remote Unit*).

Hardware Externo.

Acopla a la computadora que actúa como servidor con la red de Planta Exterior donde se encuentran instalados los transductores de presión. Este acoplamiento tiene como problemática que se necesita proteger a la computadora de las descargas eléctricas, altos voltajes de alterna o de directa a los que se encuentra sometida dicha red de Planta

Exterior; por lo que se propone un esquema que cumple con los requisitos de aislamiento eléctrico entre ambas partes y es capaz de telealimentar los transductores de presión con 58Vdc.

La interfaz propuesta consta de dos partes:

- La Rama de señalización.
- La Rama de entrada.

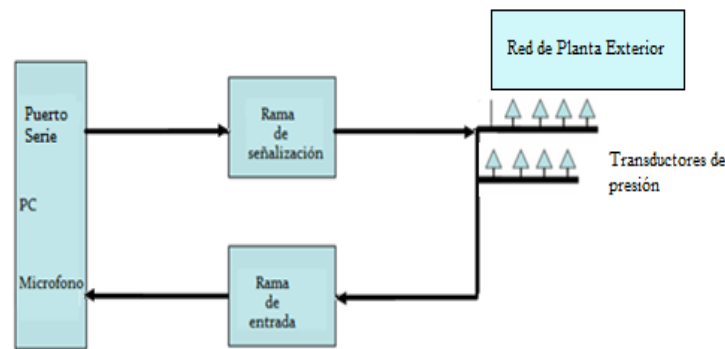


Figura 4. 9: Acoplamiento de *Hardware* externo con la computadora.
Fuente: El autor.

La figura 4.9 muestra un diagrama en bloques del acoplamiento de la red de planta exterior donde se encuentran instalados los transductores de presión con el Hardware externo y este con la computadora donde corre el *software* Servidor de datos.

Rama de señalización: Posee los componentes necesarios para enviar por el par de cobre, la alimentación de 58Vdc de los transductores de presión conectados al mismo permitiendo de esta manera que el *software* asociado controle el inicio y fin de la adquisición de la señal portadora de la información de presión.

Consta de:

- Pin 7 del puerto serie de la computadora personal.
- Un circuito optoacoplador que garantiza el aislamiento eléctrico entre la computadora personal y el circuito de activación de un relevador electromagnético.
- Relevador electromagnético: Garantiza el aislamiento con el par de cobre donde se encuentran instalados los transductores de

presión y suministra a través de sus contactos el voltaje de 58Vdc de telealimentación de los mismos.

Su funcionamiento sería el siguiente: Al activar por software el puerto serie de la computadora personal, en el pin 7 aparecen 12Vdc que serán empleados en alimentar el optoacoplador, este a su vez activará al relevador electromagnético a través de cuyos contactos les llegará los 58Vdc de alimentación a los transductores de presión.

Rama de entrada: Adquiere los tonos portadores de los valores de presión provenientes de los transductores instalados en el par telefónico y los suministra a la computadora que actúa como servidor a través de la entrada de micrófono de la tarjeta de audio para que sean procesados. Consta de un transformador 600:600 que garantiza el aislamiento y acoplamiento de impedancia e impide que los 58Vdc, empleados para telealimentar los transductores de presión, pasen a la computadora permite además adecuar el nivel de la señal proveniente de los transductores al requerido por la entrada de micrófono.

4.2.2. Software Servidor de datos.

Permite controlar al Hardware externo de medición de presión y almacenar los resultados de esta en una computadora personal que actúa como servidor permitiendo que otras computadoras que actúan como clientes se conecten mediante el protocolo TCP/IP. [17]

Desarrollado en *Labwindows* 9.0 es el encargado de iniciar, controlar, finalizar la adquisición y analizar los datos enviados por los transductores de presión, para luego enviarlos a los clientes, ya sea por petición de ellos o cuando el SAD Servidor detecta algún cambio en la red. Este software realiza continuamente las funciones necesarias para establecer un lazo de exploración de cada sensor y anotar el valor actual de cada medición. Cuando se detecten cambios bruscos en los valores de la presión que supervisan se enviarán las alarmas correspondientes.

Cuenta con un panel principal como el que se muestra en la figura 4.10 donde se muestran los siguientes aspectos:

- Clientes que están conectados.
- El número de la línea que se está supervisando.
- El número del transductor de presión encuestado y el valor de presión del mismo.

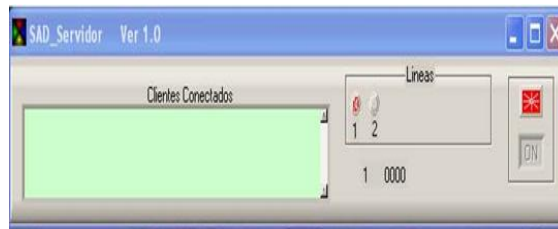


Figura 4. 10: Vista del panel principal del *Software* servidor de datos.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Cuando iniciamos el *Software* SAD Servidor inmediatamente se muestra un ícono en la barra de tareas desde el cual se puede iniciar y detener el ciclo de adquisición, llamar el panel de configuración, ver la ayuda, cerrar la aplicación y ocultar y mostrar el panel principal, todas estas opciones pueden estar protegidas por contraseña en los casos que así se requiera.

La forma de controlar el hardware, el número del puerto de conexión y los transductores de presión instalados en cada línea se especifican a través del panel de configuración como muestra la figura 4.11.

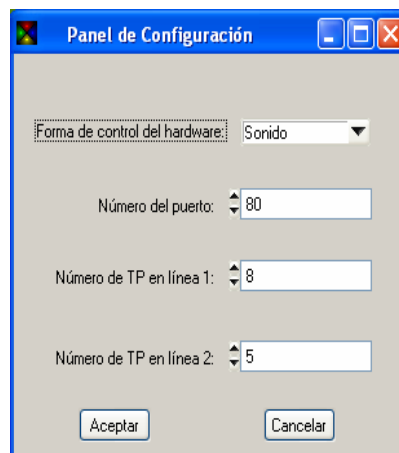


Figura 4. 11: Panel de configuración.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

La figura 4.12 muestra la interfaz para el establecimiento de contraseña.



Figura 4. 12: Panel para cambio de contraseña.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Descripción de la secuencia del programa

Al iniciar el programa se muestra el panel principal y se espera por la ocurrencia de algún evento, al detectarse que ha ocurrido alguno, inmediatamente se determina en cual objeto fue generado y se pasa a ejecutar la acción asociada con el evento. Esta acción pudiera ser, iniciar la adquisición, mostrar la ayuda, mostrar el panel de configuración entre otros.

Cuando ocurre el evento iniciar la adquisición primeramente se activa un reloj que controla por *software* los tiempos de adquisición a través de la tarjeta de sonido, el análisis espectral de la señal adquirida y la habilitación del puerto serie para el envío a los transductores del voltaje de telealimentación.

El *software* está diseñado para que interactúe de forma sincrónica y sencilla con el *hardware*, la interacción se realiza a través de la entrada de la tarjeta de audio y por uno de los puertos serie de la PC, siendo este último por donde se controla el inicio y fin de la medición. Una vez alimentados, los transductores de presión transmiten por el par de cobre un tono portador de la presión en el punto donde están instalados, conformando en conjunto una trama por división en tiempo.

El *software* debe de ir leyendo y procesando lo que se recibe por la entrada de micrófono en sincronismo con la secuencia en que los transductores de presión envían la medición.

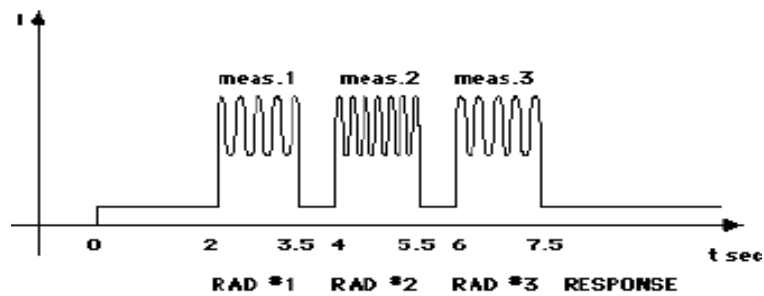


Figura 4. 13: Trama por división en tiempo que representa la secuencia de tonos enviados por los TP.

Fuente: Referencia [16]

Este *Software* posee además una base de datos desarrollada con *Microsoft Access* con toda la información del estado de la supervisión a la que se conectan los *Software* clientes de manera independiente. Cuando el servidor realiza una modificación en la información que esta contiene envía un comando indicando a los clientes que un cambio ha sucedido y estos actualizan la información que están mostrando.

4.2.3. Cliente SP-700.

El *Software* Cliente al igual que el *Servidor* fue diseñado y puesto a punto en conjunto por la dirección de ETECSA de Santiago de Cuba y la Universidad de Oriente. Permite a las computadoras clientes conectarse al servidor para procesar y presentar los datos de las mediciones en una interfaz gráfica amigable al usuario, permitiendo así conocer el valor de presión a lo largo de toda la coraza de redes telefónicas soterradas. La comunicación entre el cliente y el servidor es a través del protocolo TCP/IP permitiendo de esta manera la comunicación desde cualquier lugar, siempre que se conozca una contraseña de acceso. Sus principales características son las siguientes:

- Se diseño sobre plataforma de C y Labwindows.

- En el kit de distribución se instala sin dificultad en cualquier sistema operativo.
- Poco espacio de instalación, menos de 2 MB.
- Crea archivos históricos, en los que se almacenan las informaciones de cada adquisición.
- No presenta conflictos con antivirus Kaspersky, SAV, Norton.
- Presenta ambiente de instrumentación virtual.
- Permite plotear gráficos de gradientes de presión para localización de fugas
- Permite imprimir gráficos.
- Presenta dos niveles de seguridad que lo hace de difícil violación.
- Accede de forma automática al SAD Servidor permitiendo una supervisión ininterrumpida de las redes.
- Permite de forma rápida determinar los puntos de fugas de aire, insertando o eliminando TP de forma virtual.
- Permite la relación con otras aplicaciones Paint, Autocad, Mapinfo, etc.
- Presenta una interfaz agradable y sencilla.
- Se encuentra en explotación en ETECSA.

4.2.3.1. Descripción de las principales interfaces gráficas de la aplicación.

A través de la explicación de las facilidades que ofrecen las interfaces gráficas más importantes, se darán los elementos fundamentales a tener en cuenta para configurar la aplicación. Este software permite que las computadoras clientes accedan a la base de datos del SAD Servidor, por lo que cuenta con los motores de acceso a bases de datos necesarios. Cuando la aplicación es abierta por primera vez, se necesita configurar primeramente el ODBC (estándar para aplicaciones de acceso a bases de datos) de la base de datos a la que se quiere conectar, apareciendo la interfaz mostrada por la figura 4.14.

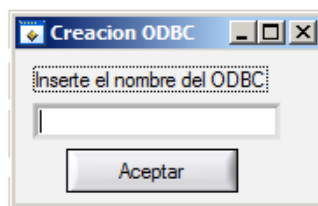


Figura 4. 14: Creación del primer ODBC.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

La figura 4.15 muestra la interfaz de un ODBC configurado de antemano.

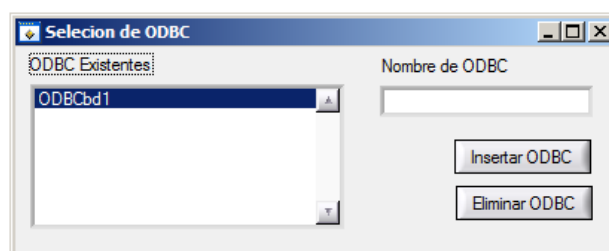


Figura 4. 15: Selección del ODBC deseado.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Esta ventana permite al usuario la selección del ODBC deseado, pudiendo tener configurados más de uno, y a la derecha de la ventana se encuentran los elementos que permiten la inserción de nuevos ODBC y la eliminación de los mismos, mientras que cuando se quiere seleccionar uno se da doble clic sobre él y el sistema conecta con la base de datos indicada, actualizando sus parámetros en dependencia de la información contenida en la misma.

Luego de seleccionar la base de datos del SAD servidor a la que se quiere conectar se muestra la ventana principal del sistema a través de la cual pueden ser supervisados los principales aspectos de la red presurizada. La aplicación cuenta con cuatro posibilidades de visualización del estado del sistema:

- Hardware.
- Topológico.
- Cables.
- Sinóptico

4.2.3.2. Ventana para la visualización del hardware del sistema.

En la figura 4.16 se puede apreciar la interfaz que se presenta para configurar el *hardware* del sistema donde el usuario observará:

- Los sistemas de adquisición configurados (RTU) en ese momento en la base de datos.
- Los canales asociados a cada RTU.
- Transductores asignados a cada canal.

Permitiendo con un menú amigable, la configuración de cada uno de ellos, su inserción y eliminación.

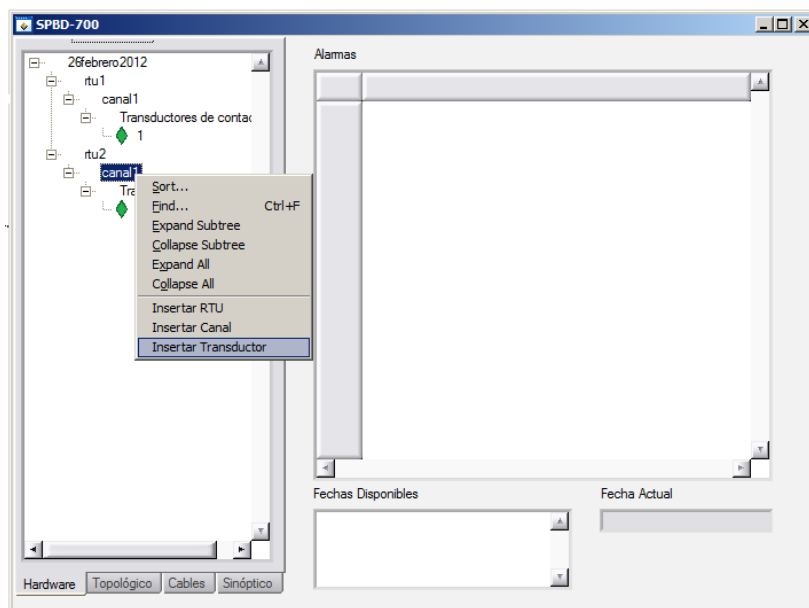


Figura 4. 16: Ventana para configuración de Hardware.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

El bloque de la derecha tiene como función la visualización de alarmas por baja presión en los diferentes puntos del sistema, señalando el elemento que la produce y el tipo de alarma. Además permite la selección de la fecha en que se quiere visualizar el estado del sistema, permitiendo analizar el comportamiento del mismo en el tiempo.

En el caso que se seleccione la opción de Insertar un transductor, se desplegará la interfaz que aparece en la figura 4.17.

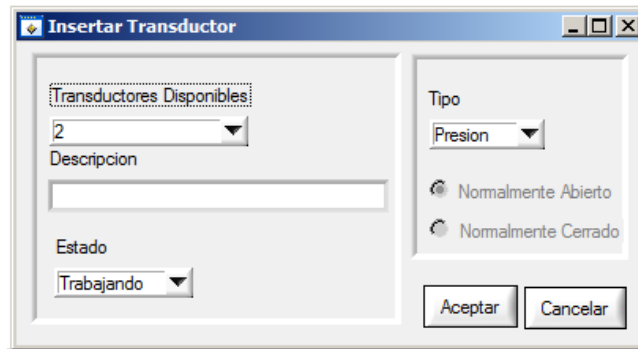


Figura 4. 17: Inserción y edición de transductores.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Como se observa la figura 4.17, permite establecer los parámetros del mismo, como son el código, una descripción, el estado de trabajo, si se encuentra funcionando o fuera de servicio, y el tipo. Si el usuario desea editar los parámetros de un elemento ya insertado, se selecciona el mismo dando doble clic sobre él, y aparece la misma ventana de inserción pero con los datos del elemento seleccionado, para que éstos puedan ser modificados.

4.2.3.3. Ventana de configuración de los elementos topológicos del sistema.

Para configurar los elementos topológicos del sistema que se muestra la figura 4.18 una ventana que permite insertar, eliminar y modificar los nodos del sistema, con los cuales se construye la topología del cable. Estos nodos pueden ser registros, registros de mano, postes, gabinetes y túneles de cable. El túnel de cable es un tipo de nodo especial ya que permite que se le asocie un transductor. Este nodo se encuentra siempre a la salida del panel de flujo, representando un punto por donde pasan todos los cables, de manera que si el transductor asociado al mismo se alarma, todos los cables están alarmados.

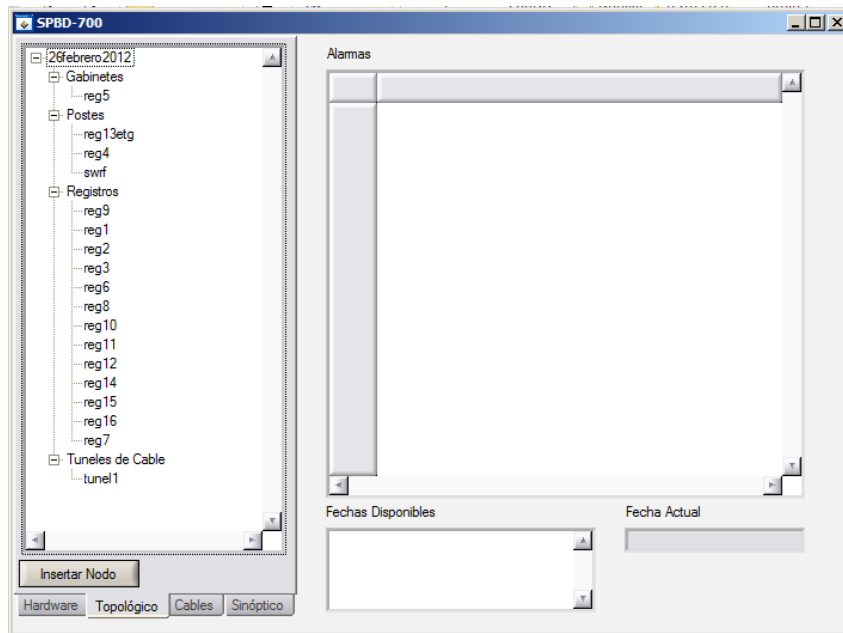


Figura 4. 18: Configuración de los nodos de la red.
 Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Para insertar un nuevo nodo se usa el botón Insertar Nodo, el cual da paso a la ventana mostrada el figura 4.19.

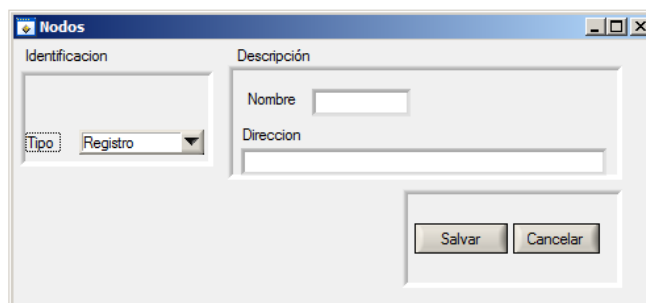


Figura 4. 19: Inserción de nodos.
 Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

En esta ventana se puede seleccionar el nombre, la dirección y el tipo de nodo, después de lo cual este es insertado pulsando el botón aceptar. Otra opción es la de editar elementos ya insertados a través del doble clic, mostrándose entonces esta misma ventana pero con los datos del nodo seleccionado.

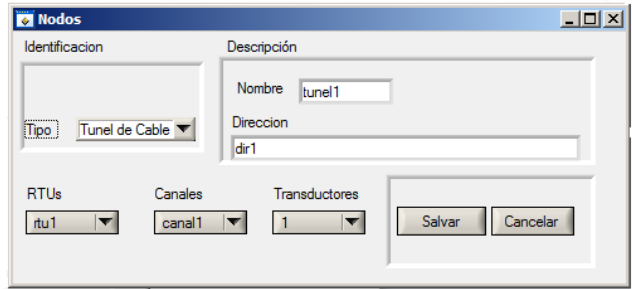


Figura 4. 20: Edición de los parámetros de un túnel de cable.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Cuando el nodo seleccionado es un túnel de cables se insertan además elementos para seleccionar la RTU, el canal y el transductor asociado al mismo.

4.2.3.4. Ventana para la configuración y visualización de los cables.

En esta ventana (ver figura 4.21) se configura el camino a seguir por el cable. Primeramente se insertan los segmentos del cable sin asociar a ninguna ruta, para luego realizar el enlace a la ruta neumática indicada en el orden correcto, de manera que se construye el cable segmento a segmento.

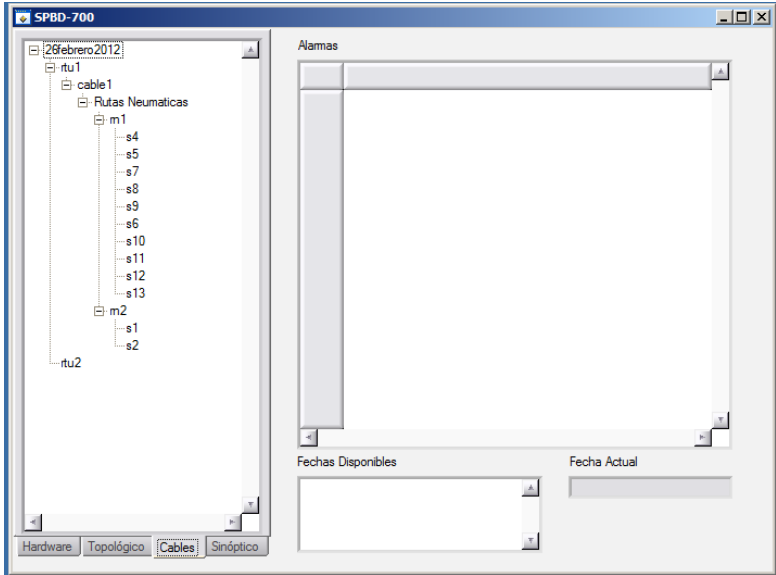


Figura 4. 21: Configuración de los cables de la red.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

En la figura 4.22 se muestra la ventana para Insertar Cable, Insertar Ruta Neumática, Insertar Nuevo Segmento e Insertar Siguiete Segmento.

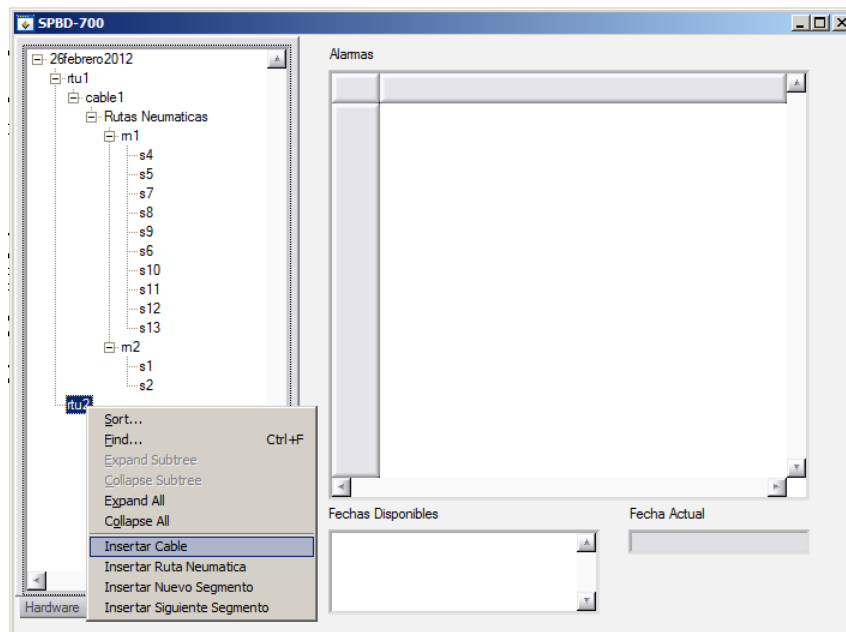


Figura 4. 22: Uso de la opción Insertar Cable.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Al seleccionar la opción de Insertar Cable aparece la ventana que se muestra en la figura 4.23.

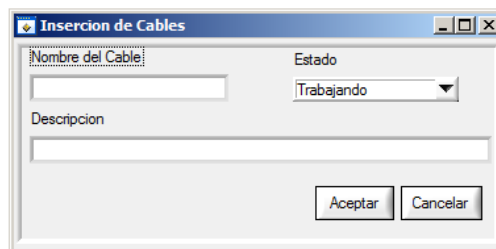


Figura 4. 23: Inserción de un nuevo cable.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

En la ventana mostrada por la figura 4.24 se configura el nombre del cable, el estado y la descripción del mismo. Luego de tener el cable creado se deben insertar los segmentos, escogiendo la opción de Insertar Nuevo Segmento.

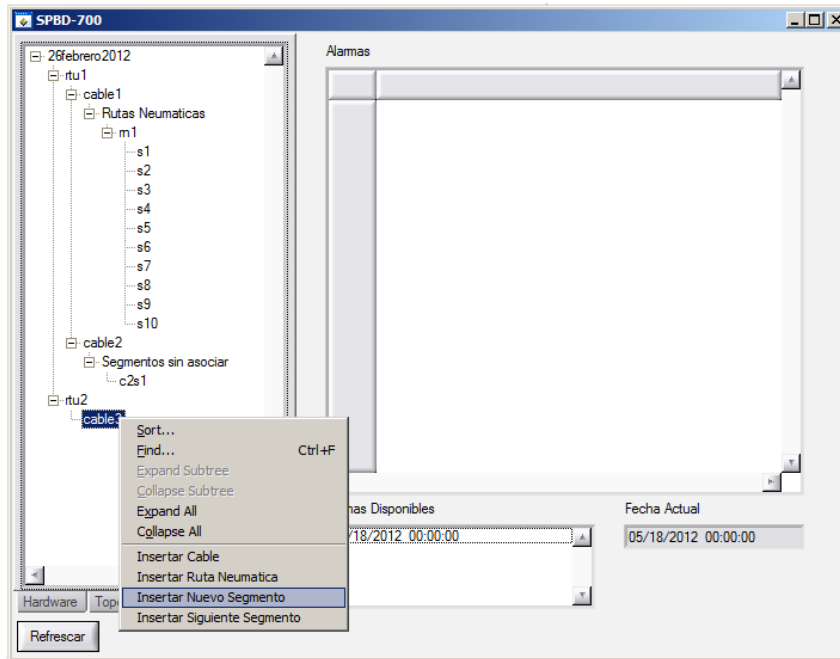


Figura 4. 24: Inserción de un nuevo segmento dentro del cable.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

La selección de esta opción da lugar al panel de configuración y edición de los parámetros del nuevo segmento (ver figura 4.25):

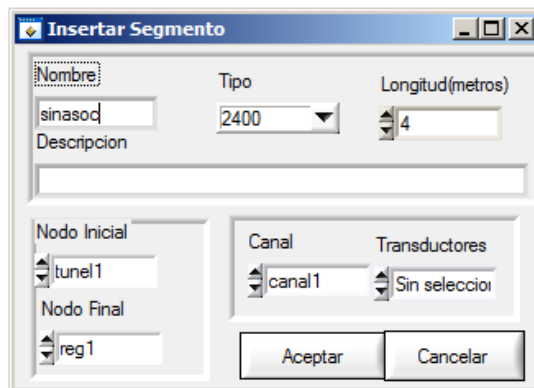


Figura 4. 25: Edición de un segmento.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

En la ventana que se muestra en la figura 4.26 se pueden editar o insertar el nombre del segmento, tipo, la longitud, una breve descripción, los nodos: inicial, final, el canal y el transductor asociado. Cuando se inserta un nuevo segmento aparecen en la interfaz debajo de Segmentos sin asociar.

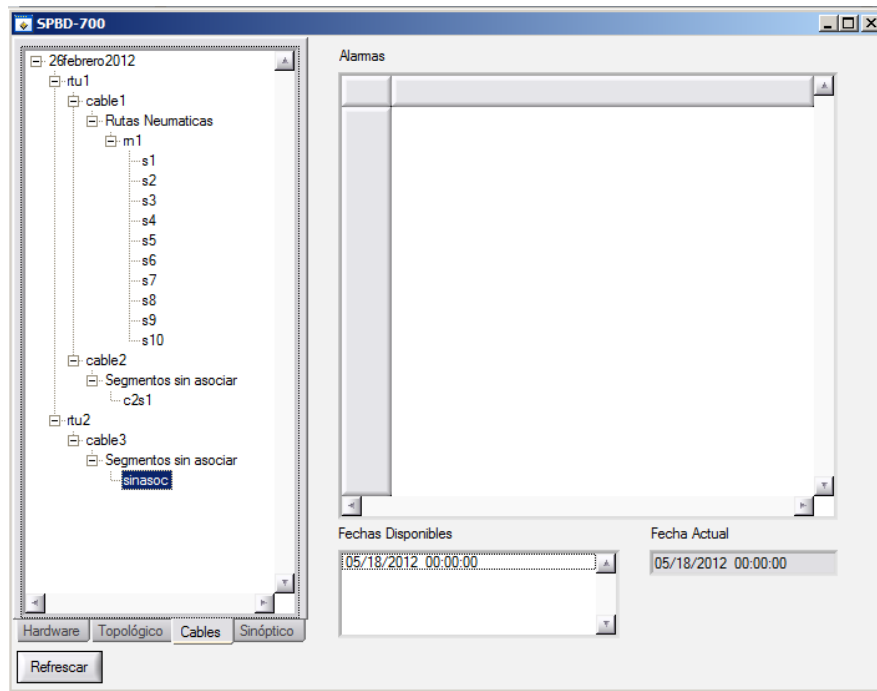


Figura 4. 26: Segmentos insertados sin asociar a ninguna ruta.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Para asociar un segmento a una ruta neumática (ver figura 4.27) se selecciona la misma usando doble clic, lo que trae aparejada la aparición del panel de configuración y edición de los parámetros de la ruta, como son el nombre, el estado, una breve descripción y la opción de configurar la ruta a la cual se accede pulsando el botón Configurar.

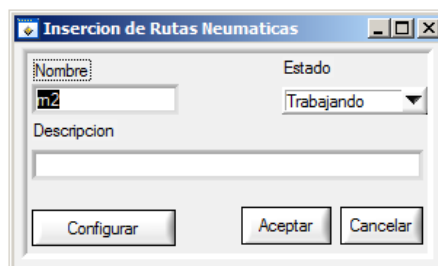


Figura 4. 27: Edición de una ruta automática.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Una vez pulsado aparece la ventana de edición de la ruta neumática mostrada en la figura 4.28, el cual permite la inserción y eliminación de segmentos dentro de la misma.

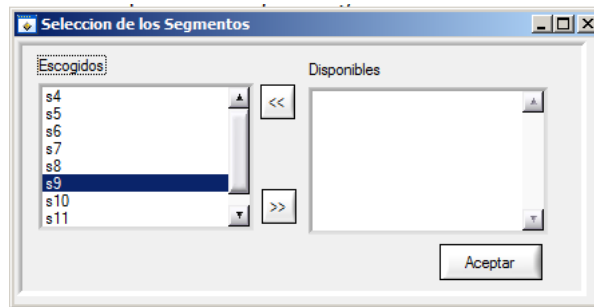


Figura 4. 28: Ventana para relacionar los segmentos a la ruta neumática.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

La figura 4.28 es donde se construye verdaderamente el camino, ya que inicialmente en la parte de disponibles se muestran todos los segmentos creados para ese cable. Cuando el usuario selecciona un segmento y presiona el botón de inserción hacia la izquierda este segmento se asocia con la ruta neumática según el orden en que fue seleccionado, construyéndose así la ruta. Si el usuario comete un error siempre puede deshacer la acción pasando el segmento escogido hacia el lado de disponibles nuevamente. Finalmente presionando el botón Aceptar queda configurada la ruta.

4.2.3.5. Ventana para la visualización gráfica de la ruta neumática.

La última ventana de configuración tiene como función principal que el usuario pueda ver de forma gráfica las rutas de los cables, posibilitando a la vez la edición de los elementos presentes en la misma. En esta ventana no se pueden editar los parámetros del cable, la RTU o las rutas neumáticas, pero los parámetros de los nodos, los transductores asociados a los mismos y los segmentos si es posible modificarlos. Esto se realiza dando doble clic sobre el elemento deseado, apareciendo la ventana de edición correspondiente.

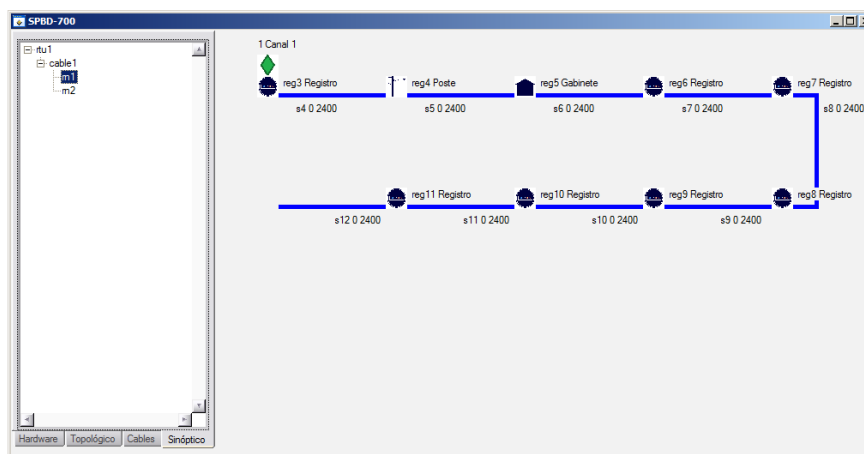


Figura 4. 29: Vista gráfica de la ruta neumática.

Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

4.2.3.6. Ventana de alarmas.

La ventana de alarmas muestra los cables con esta condición y la gravedad de la alarma, dependiendo de los valores de presión detectados en sus transductores. También permite el cambio de una fecha a otra para la visualización del estado del sistema. El tipo de alarma se muestra usando el color rojo para las alarmas urgentes, las cuales tienen lugar cuando al menos un transductor del cable tiene su parámetro medido por debajo de un umbral definido con anterioridad. El color azul identifica las alarmas no urgentes, de forma similar.

La figura 4.30 se muestra la ventana que tiene la posibilidad de modificar la fecha de supervisión del sistema, permitiendo ver el comportamiento del mismo para una fecha distinta a la actual. Esta fecha se selecciona en el listado de fechas disponibles usando doble clic sobre la fecha deseada y la fecha de trabajo actual se muestra en el indicador Fecha Actual.

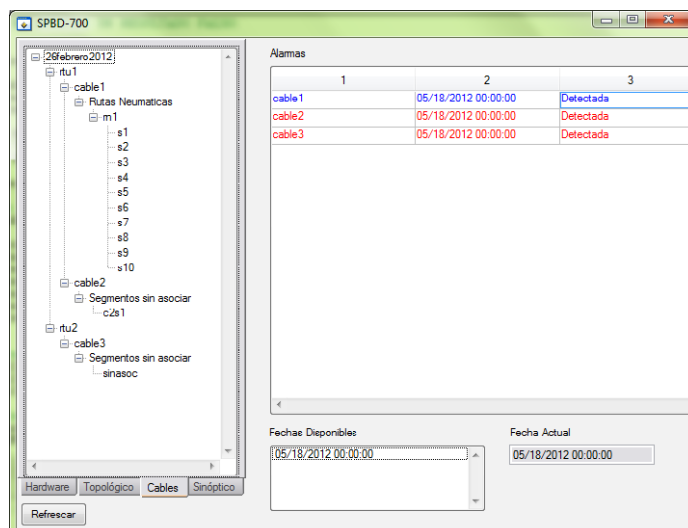


Figura 4. 30: Ventana para la visualización de alarmas.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

La ventana mostrada por la figura 4.31, el usuario puede señalar las alarmas como detectadas o resueltas, ya que estas aparecen inicialmente sin detectar, lo cual permite mantener un control sobre el estado del trabajo realizado. Para acceder a esta opción se selecciona la alarma deseada usando clic derecho sobre la misma y se escoge la opción que corresponda, ya sea marcar como detectada o Marcar como resuelta.

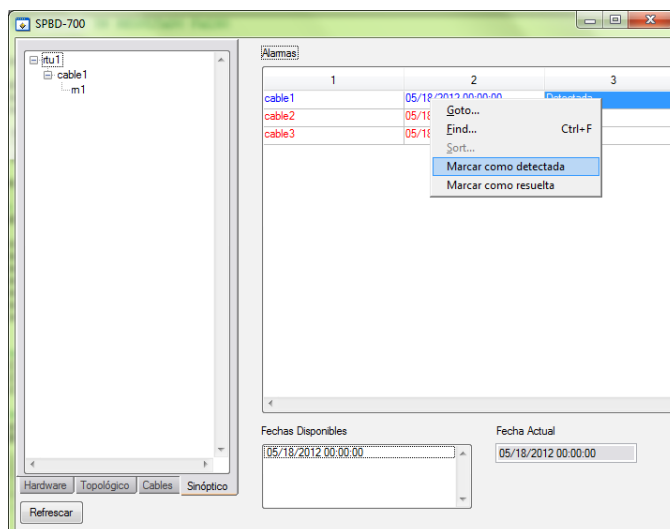


Figura 4. 31: Cambio del estado de atención de una alarma.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

4.2.3.7. Gráfica de presión contra distancia.

El sistema cuenta con la posibilidad de graficar una ruta neumática atendiendo a los valores de presión que poseen sus transductores, permitiendo determinar entre que elementos la fuga es mayor. Para acceder a esta opción se selecciona una ruta neumática en la vista de elementos sinópticos y usando el clic derecho sobre la misma se accede a la opción Gráfica Presión/Tiempo (ver figura 4.32).

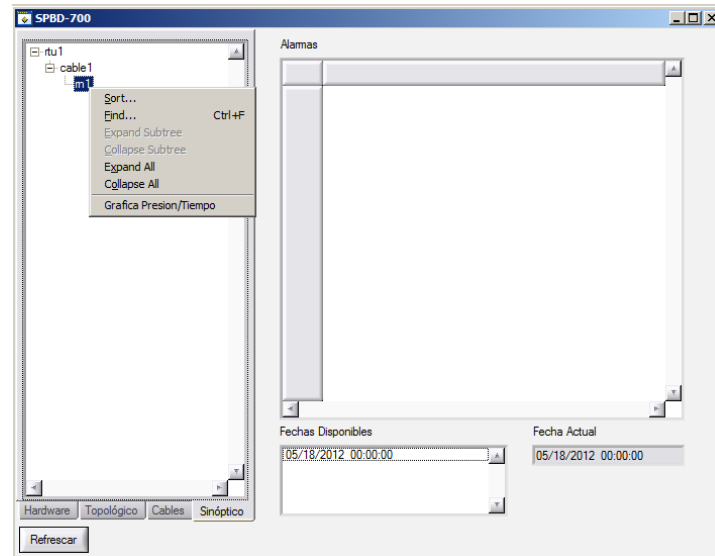


Figura 4. 32: Selección de la opción Gráfica Presión/Distancia.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Cuando se selecciona esta opción se da paso a la figura 4.33:

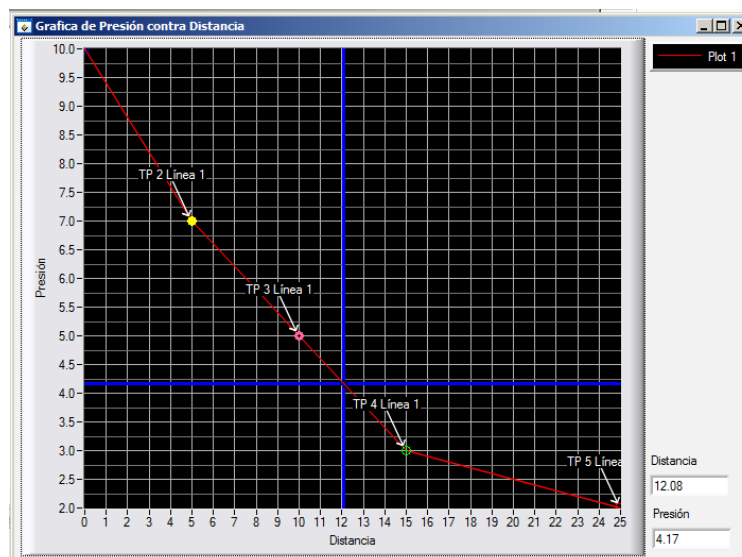


Figura 4. 33: Gráfica presión contra distancia.
Fuente: Tomada por el autor de la operación de la aplicación.

Desplazando el cursor a lo largo de la función se pueden apreciar en los elementos de la derecha del panel los valores de presión y distancia correspondientes al punto seleccionado.

Concluido este capítulo se puede plantear que el Sistema de Gestión desarrollado en Cuba cumple con los patrones de calidad que se establecen para estos sistemas en el mundo y representa una opción más económica a tener en cuenta en la selección para una implementación.

4.2.3.8. Tabla comparativa.

La tabla 4.1 se establece una comparación entre el sistema profesional NIDA2xx y el SP-700 de procedencia cubana donde se aportan algunos datos de interés.

	Descripción	NIDAxx	SP-700
1	Base de Datos	Oracle	Microsoft Access
1.1	Acceso a la Base de Datos.	De acuerdo a los permisos.	Los niveles de seguridad son asignados por la administración de la red en que esté instalado el sistema.
2	Sistema operativo	Windows 2000 ó superior.	Windows compatible.
3	Comunicación:		
3.1	Entre el servidor y las unidades de adquisición.	Conmutado	Conmutado
3.1.1	Red Pública (PSTN)	Habilitado	Habilitado
3.1.2	Intranet LAN WAN	Habilitado solo en unidades de adquisición SEC 800	Habilitado para cualquier dispositivo de adquisición de datos con acceso conmutado.
4	Localización de punto de fuga	Habilitado	Habilitado gráficamente
4.1	Posición geográfica del punto de fuga	Habilitado completamente	Habilitado siempre que el plano esquemático esté introducido en el sistema.

5	Reportes	Habilitado	Habilitado totalmente
5.1	Estadísticas	Habilitado brindando los siguientes datos: Histórico Topológico Alarmas En forma de tabla y gráficos	Habilitado brindando los siguientes datos: Histórico Topológico Alarmas En forma personalizada

Tabla 4. 1: Comparación entre el sistema NIDA xx y el SP-700.

Capítulo 5: Valoración del costo.

5.1. Valoración en cuanto al costo de los componentes para implementar el sistema de presurización.

En la tabla 5.1 se observan los precios en el mercado de los principales componentes que se necesitan para llevar a cabo la propuesta del sistema de presurización. Como se puede observar la inversión más grande la representan los siguientes elementos:

Compresores de aire: De acuerdo a la propuesta se usará el EQ. PRESURIZACION 5000 SCFD STANDARD ofertado por Canadian Puregas Equipment Limited con un costo cada uno de 6941.33 USD.

Paneles de flujo: Se propone el PANEL DE ROTAMETRO PARA PRESURIZACION, también ofertado por el mismo proveedor a un costo cada uno de 1261.90 USD.

Otra parte importante de la inversión a realizar para lograr materializar esta variante, lo llevan los transductores de presión y Housing. En el primer nivel se utilizan los transductores de Presión (TP 204M), en las corazas o empalmes, y las cajuelas o Housing MB 1/P para su instalación externa en aquellas rutas por las que circulen más de dos corazas, los de Flujo (TFL 600 micro std) en todos los paneles de distribución. Estos materiales o recursos son comercializados por Nicotra Sistema Spa con los siguientes precios.

CODIGO	PRESURIZACION	PRECIO USD
2040120011	ABRAZADERA METAL SINFIN 48-127MM	1,00
2040120013	ABRAZADERA METAL SINFIN AJUSTE 46-69MM	1,00
1016412402	ABRAZADERA METAL SINFIN AJUSTE 91-114MM	3,55
4020020018	ABRAZADERA P/MANGUERA 1/2"	0,18
2040121054	ANILLO DE 102MM 77404	2,31
2040121052	ANILLO DE 44,5MM PN 77402	1,75
3040263021	CABLE DRILLS 1/2" PEC-803	57,16
3040263020	CABLE DRILLS 1/4" PEC-801	60,73
3040260406	CHECK VALVE P-1213	32,59

4020020863	CINTA TEFLON EN ROLLO	0,77
3040260424	CODO MACHO CPE-419-6-2	2,34
3040260425	CONECTOR MACHO CPE-420-6-2	2,58
3040260422	CONECTOR MACHO CPE-420-E6-2	2,06
1016410803	CONTENEDOR TRANSDUCTOR HOUSING	88,04
3040263013	FLANGE FITTING PEC-426-A F	2,91
3040263014	FLANGE PLUG PLASTIC PEC-428-C	0,45
3040261004	FLANGES 75481	1,10
3040263018	PEC-505 R VALVE CAP	0,29
3040263016	POLY AIR TUBE 3/8" PEC-430B	0,90
3040263017	PRESSURE TESTING VALVE PEC-501 F	1,25
1016416803	RACK PEC-429B	9,75
3040263011	SEALING CLAMP PEC-405C	3,66
3040263012	SEALING CLAMP PEC-405D	3,40
3040263611	SOPORTE DE 5 PUNTOS NICO05	22,00
3040263805	TAPA DE VALVULA 69144	0,18
3040263905	TUBO DE UNION COMPRESOR PUREGAS	0,28
3040261201	VALVULA C/GUSANO 69149	0,09
2040121058	VALVULA SOBREPASO DOBLE U76820	113,99
3040263810	TRANSDUCTOR D/PRESION NICTP204M	187,00
1016414802	PANEL DE ROTAMETRO PARA PRESURIZACION	1261,90
1016413601	CPE-096 Juego de Instalación, secador, Ref.	368,00
1016410808	EQ. PRESURIZACION 5000 SCFD STANDARD	6941,33

Tabla 5. 1: Costo de los elementos necesarios para la implementación del sistema de presurización

Una aproximación del costo de los elementos necesarios para la implementación del sistema de supervisión y gestión de la presurización correspondiente al segundo y tercer nivel de adquisición y procesamiento de datos con el SP-700 se puede observar en la tabla 5.2.

Elemento	Costo USD
Hardware externo.	1000.00
Software completo	8000.00
Total	9000.00

Tabla 5. 2: Costo de los elementos del sistema de supervisión y gestión SP-700

5.2. Utilidades Económicas.

Haciendo un análisis comparativo en cuanto a costos con relación al sistema profesional NiDAXx con similares prestaciones podemos llegar a las siguientes conclusiones:

El costo necesario para implementar el sistema de presurización es el mismo en ambos casos pero si tomamos en cuenta el costo de los elementos para la implementación de la supervisión y gestión que establece el sistema NIDA xx (tabla 5.3), observamos que la versión de la utilización del sistema SP-700 de procedencia cubana resulta más económica, con mayores argumentos si observamos que para tener una cobertura total se podrían necesitar más de un sistema.

Elemento	Costo en USD
Servidor	2000.00
Software	30000.00
Cada cliente	3000.00
SEC800	4000.00
MiniDAS	3000.00
Total	15000.00

Tabla 5. 3: Relación elementos costo del equipamiento ofertado por NICOTRA para el sistema NIDA xx

Conclusiones.

Con la culminación del trabajo realizado podemos concluir que se logró lo siguiente:

1. A través del estudio de las características de los principales sistemas de supervisión y gestión de las redes de telecomunicaciones soterradas se conoció la evolución y estado actual de esta temática en el mundo y se crearon criterios para la selección de sus elementos e implementación.
2. Se realizó una propuesta preliminar de los elementos necesarios para conformar el sistema de supervisión y gestión de las redes de telecomunicaciones soterradas del municipio de Santiago de Guayaquil.
3. Se evaluaron los costos de los elementos para la alternativa propuesta.

La implementación del sistema de supervisión y gestión de las redes de telecomunicaciones soterradas en Santiago de Guayaquil propuesto permitirá:

- Supervisar la red en tiempo real, agilizando la operación y mantenimiento correctivo sobre la misma.
- Una localización exacta y en menor tiempo de las fugas de aire, agilizando el proceso de restablecimiento de la avería.
- Mostrar el estado de todos los elementos y reportes de averías en interfaces gráficas amigables.
- Mayor estabilidad y confiabilidad de la red.
- Un ahorro en adquisición de equipamiento y por tanto una disminución del costo.

Recomendaciones.

Analizar la factibilidad de implementar la variante propuesta en la práctica.

Que el contenido de este trabajo sirva como una fuente de consulta bibliográfica para la capacitación del personal de planta exterior que se encarga de este proyecto.

Referencias bibliográficas.

- [1] Candia, M., Planta Externa. Gerencia, 2007. Disponible en:
www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?sec=3&num=350
- [2] Boquera, M., ed. Servicios Avanzados de Telecomunicaciones 2003.
- [3] La Importancia de la Gestión de Redes. Disponible en:
<http://www.ucol.mx/interfaces/interfaces2001/mesast/Mt12>.
- [4] MSc. Lídice Romero Amondaray. Conferencias, Introducción a la Gestión de Redes. Departamento de Telecomunicaciones, FIE, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Curso 2011-2012.
- [5] Plath Ingolf (Versión al español J. R. Álvarez) Especificaciones para la presurización en Oficinas Centrales.1997. Conferencia.
- [6] Belleza, E. and O. Szymancyck, eds. Diseño de Planta Externa (IV). Vol. 4. 1995.
- [7] Pascual, R., Propuesta de un Sistema de Monitoreo y Gestión de la Red de Cobre Presurizada en ETECSA. 2007, UCLV Villa Clara.
- [8] *Lancier. UMS Unified Monitoring System.* 2007; Disponible en:
www.lancier-monitoring.de/pdfdocs/doc_UMS_Español.pdf.
- [9] Inelcom. Sistemas de Supervisión de Cables Presurizados. 2011; Disponible en:
www.inelcom.com/productos-y-servicios/catalogo/44.
- [10] Inelcom, Sistemas de supervisión de cables presurizados. 2011: Madrid.
- [11] *Airtalk. System Studies Incorporated Cable Pressure Technologies.*2011; Disponible en: www.airtalk.com.
- [12] Europe-Monitronix. CPMS *Cable Pressure Monitoring Solutions.* 2011; Disonible en: www.monitronix-europe.com/productCPMS.php.
- [13] *Nicotra Sistemi. NiDA - Pressurized Copper Cable Network Monitoring System.* 2011; Disponible en: www.nicotrasistemi.com/.

[14] Lombardini, M., NiDA 2.xx *Pressurized Copper Cable Network Monitoring System*. 2011: Habana.

[15] Rubatto Paolo. Noviembre 2006. NiDA 2xx. Características y Funcionamiento. Conferencia.

[16] Aplicación Cliente Servidor para la supervisión de las redes presurizadas, Ing. Alexis Suáres, Ing. Héctor Tamayo, Ing. Jorge Santos. VI Fórum de Ciencias, ETECSA, 2010, Santiago de Cuba.

[17] Diseño e implementación de un software para la supervisión de la presurización de redes soterradas de ETECSA. Ing. Geraldo Salazar Díaz. Fórum de Ciencias, Universidad de Oriente 2012, Santiago de Cuba.

Bibliografía.

1. Alfonso, V., Conferencia Gestión de Redes de Computadoras. 2010: UCLV.
2. Agvel. Monitoreo para redes de cable y fibra óptica. 2011; Disponible en:
www.agvel.com.ar/Productos_UMS.htm.
3. Cruz, H., Conferencia Redes de Área Local. 2010: UCLV.
4. ETECSA, Lineamientos para el mantenimiento preventivo y tareas de mejoramiento de la red, VPOR; 2011. La Habana.
5. Hegering, H., S. Abeck, and B. Neumair, eds. *Integrated Management of Network Systems*. 1999.
6. Leonard Torres Nora Vivian; "Herramientas para la gestión de Equipos de la red de Transmisión de Datos de ETECSA. Tesis de Maestría", 2004; pp. 23-25.
7. *National_Instrument. What Is Data Acquisition?* 2011; Disponible en:
<http://sine.ni.com/np/app/main/p/ap/daq/lang/en/pg/1/sn/n17:daq/fmid/652>.
8. *Nicotra_Sistemi, OMNIRACK Acquisition Unit Technical description* 2010.
9. *Nicotra_Sistemi, Guía de Usuario del Sistema NiDA 2 Italia*. 2002.
10. Sistema de Supervisión de Cables Presurizados; disponible en el sitio: <http://www.inelcom.com/espana/iscc.htm>.
11. Sistema de Medición y Equipos de Presurización para Cables Telefónicos Presurizados; disponible en el sitio: <http://www.natelco.com>.

Anexos.

Glosario de términos.

API: (*Application Program Interface*) Interfaz para el Programador de Aplicaciones.

DCN: (*Data Communication Network*) Red de Comunicación de Datos.

dB: Unidad relativa, empleada en acústica y telecomunicaciones para expresar la relación entre dos potencias.

dBm: Unidad relativa, empleada en acústica y en telecomunicaciones para expresar la relación entre dos potencias, tomando como referencia un mW.

ETECSA: Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.

GIS: (*Geographic Information System*) Sistema de Información Geográfica.

GUI: (*Graphical User Interface*) Interfaz Gráfica de Usuario.

Gateway: Puerta de enlace, un nodo que sirve de enlace a otro punto de la Red.

ISDN: (*Integrated Services Digital Network*) Red Digital de Servicios Integrados.

ISO: (*International Organization for Standardization*) Organización Internacional para la Estandarización.

LAN: (*Local Area Network*) Red de Área Local.

MIB: (*Management Information Base*) Base de Información de Gestión

NE: (*Network Element*) Elemento de Red.

NiDA: (*Nicotra Data Acquisition*) Adquisición de Datos Nicotra.

ORACLE: Lenguaje de programación para base de datos.

PSI: (*Pound per Square Inch*) Libra por pulgada cuadrada.

PSIG: (*Pound per Square Inch Gauge*) Libra por pulgada cuadrada manométrica.

PSTN: (*Public Switched Telephone Network*) Red Pública de Conmutación Telefónica.

TCP/IP: (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.

TP: Transductor de Presión.

RAD: (*Remote Addressable Device*) Dispositivo de Acceso Remoto.

RAM: (*Random Access Memory Module*) Memoria de Acceso Aleatorio ó Memoria de Acceso Directo.

RTU: (*Remote Test Unit*) Unidad de Pruebas Remota.

RSU: Unidad Satelital Remota.

TMN: (*Telecommunication Management Network*) Gestión de Redes de Telecomunicaciones.

SCU: (*Supervisory Control Unit*) Unidad de Control de Supervisión.

SMS: (*Short Message System*) Servicio de Mensajes Cortos.

SNMP: (*Simple Network Management Protocol*) Protocolo Simple de Gestión de Red.

QA: (*Q Adaptor*) Adaptador Q

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UMS: (*Unified Monitoring System*) Sistema de Monitorización Unificado.

WAN: (*Wide Area Network*) Red de Área Amplia.