

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TEMA:

**Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y
luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la
empresa BLANCO S.A.**

AUTOR:

García Pacheco, María Del Carmen

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de

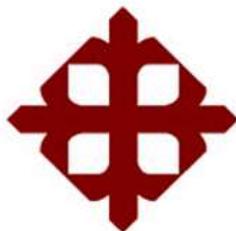
**INGENIERA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TUTOR:

Ing. Suárez Murillo Efraín Oswaldo

Guayaquil, Ecuador

16 de septiembre del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **García Pacheco María Del Carmen**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**.

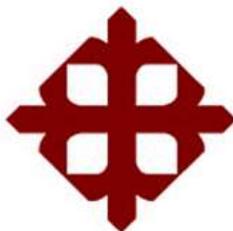
TUTOR

M. Sc. Suárez Murillo Efraín Oswaldo

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Bohórquez Escobar Celso Bayardo.

Guayaquil, 16 de septiembre del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, García Pacheco María Del Carmen

DECLARO QUE:

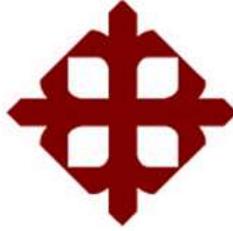
El trabajo de titulación **Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la empresa BLANCO S.A.**, previo a la obtención del Título de **Ingeniera Electrónica en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre de 2022

EL AUTOR

García Pacheco María del Carmen



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, García Pacheco María del Carmen

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la empresa BLANCO S.A.**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 16 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

García Pacheco María del Carmen

REPORTE DE URKUND

REVISIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN CON PROGRAMA URKUND

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TÍTULO: Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la empresa BLANCO S.A.

AUTOR: María Del Carmen Garcia Pacheco



The screenshot displays the URKUND software interface. At the top, the URKUND logo is visible. Below it, a table lists document details:

Documento	Tesis-UCSG-MARIA GARCIA P.docx (D143358776)
Presentado	2022-08-29 08:17 (-05:00)
Presentado por	efrain_suarez@hotmail.com
Recibido	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	FW: Avance titulacion - Maria Garcia Pacheco Mostrar el mensaje completo

Below the table, a yellow highlight indicates that 1% of the 22 pages of the document consist of text present in 4 sources. At the bottom of the interface, there is a toolbar with various icons for document navigation and analysis.

Después de analizar el resultado enviado por el programa Urkund, se determinó que el trabajo de titulación de la estudiante: **García Pacheco María Del Carmen**, observa un porcentaje inferior al 1% de coincidencias con otros documentos encontrados en el internet.

TUTOR



M. Sc. Suárez Murillo Efraín Oswaldo

DEDICATORIA

*A mi madre quien ha sido
excepcional conmigo y merece ser
partícipe de todos mis éxitos y logros, no
me alcanzarían palabras para demostrar
mi amor y admiración por ella y a mi
padre quien a pesar de no estar presente
en este mundo sé que se sentiría
orgullosa de lo que he logrado.*

EL AUTOR

GARCIA PACHECO, MARÍA DEL CARMEN

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por permitirme completar esta etapa de mi vida, me ha dado las fuerzas y sabiduría necesaria para seguir día tras día guiando mi camino.

A mi querida familia, padres, hermanos, tíos y primos quienes me han brindado ese ánimo a lo largo de este camino, han sido motivación y apoyo durante todos los años de mi vida; en especial a mi mamá Carmen Pacheco que me enseñó a nunca darme por vencida, dar lo mejor de mí, sentirme suficiente y agradecer en todo momento.

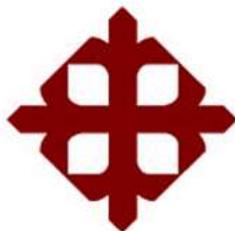
A mi enamorado Víctor E. quien estuvo en los momentos más duros de mi vida universitaria, agradezco su apoyo, paciencia y cariño en este camino para llegar a ser profesionales.

Gracias a mis amigos y compañeros por siempre brindarme su amistad sin esperar nada a cambio y por hacer más ameno este periodo universitario y definitivamente un grande agradecimiento a cada uno de los docentes de mi Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, gracias por las horas de enseñanza dedicadas, los consejos y la paciencia con la que realizan su labor día a día con el fin de crear profesionales de bien.

Gracias a cada uno, porque de alguna u otra forma han sido partícipes de este logro y parte esencial de esta maravillosa etapa.

EL AUTOR

GARCIA PACHECO, MARÍA DEL CARMEN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

M. Sc. VÉLEZ TACURI, EFRAÍN OLIVERIO

COORDINADOR DE TITULACIÓN

M. Sc. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. BASTIDAS CABRERA, TOMAS GASPAS

OPONENTE

Índice General

Índice de tablas	XII
Índice de figuras	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO 1: Descripción General Del Trabajo De Titulación	4
1.1. Problema de la investigación	4
1.2. Justificación	5
1.3. Delimitación	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Metodología	6
1.6. Hipótesis	6
CAPÍTULO 2: Marco Teórico	7
2.1. Estado de arte	7
2.2. Sistemas de control	9
2.2.1. Sistema de Lazo Abierto	10
2.2.2 Sistema de Lazo Cerrado	11
2.2.3. Diferencias entre sistemas de lazo abierto y cerrado	12
2.2.4. Instrumentación en los sistemas de control	12

2.3.	Tipos de sistema de control	14
2.3.1.	Control todo-nada (ON-OFF)	14
2.3.2.	Control proporcional	14
2.3.3.	Control proporcional integral	15
2.4.	Automatización	15
2.5.	Sistema de comunicación industrial	17
2.6.	Cambios de temperatura en la región	17
2.7.	Sistemas de Control Meteorológico	21
2.7.1	Parámetros Meteorológicos	22
2.7.2.	Tipos de estaciones meteorológicas	23
2.8.	Almacenamiento de equipos médicos	24
2.8.1.	Dispositivos electrónicos médicos	24
2.8.2.	Buenas Prácticas de Almacenamiento	25
2.9.	Telemetría	26
2.9.1	Internet de las cosas	27
2.9.2.	Redes de sensores Inalámbricos	28
2.9.3.	Sensores	29
CAPÍTULO 3: Diseño del Sistema de Control		31
3.1.	Diseño del experimento	31
3.2.	Desarrollo del sistema	31
3.3.	Componentes del sistema	34
3.4.	Ubidots	42

3.5.	Indicaciones para implementación	43
3.6.	Presupuesto	45
	CONCLUSIONES	46
	RECOMENDACIONES	47
	Bibliografía	48

Índice de tablas

Tabla 1 Comparación entre lazo abierto vs cerrado	19
Tabla 2 Indicadores del Índice de vulnerabilidad en el cambio climático	26
Tabla 3 Clasificación de estaciones meteorológicas	29
Tabla 4 Parámetros determinados para la implementación del sistema	51
Tabla 5 Presupuesto estimado para la compra de materiales necesarios	52

Índice de figuras

Figura 1.- Pirámide normativa de trazabilidad	9
Figura 2.- Sistema de control de lazo abierto	11
Figura 3.- Sistema de control de lazo cerrado	12
Figura 4.- Control todo o nada	15
Figura 5.- Automatización de un proceso	18
Figura 6.- Vulnerabilidad ambiental de la ciudad	21
Figura 7.- Parámetros meteorológicos	24
Figura 8.- Buenas prácticas de almacenamiento	27
Figura 9.- Capas de la Arquitectura IoT	29
Figura 10.- Esquema general del sistema	33
Figura 11.- Circuito esquemático del sistema	34
Figura 12.- Circuito de energización con Bypass	35
Figura 13.- Placa Arduino NANO	36
Figura 14.- Sensor ESP-8266	36
Figura 15.- Sensor DTH22 Temperatura y Humedad Relativa	37
Figura 16.- Módulo I2C	37
Figura 17.- Sensor LDR	39
Figura 18.- Módulo RTC	39
Figura 19.- Módulo GSM – SIM900	40
Figura 20.- Elementos electrónicos	41
Figura 21.- Interfaz de programación	42
Figura 22.- Circuito esquemático del sistema	43
Figura 23.- Pantalla del Sistema para monitoreo en Ubidots	44

RESUMEN

El presente trabajo de titulación está basado en el diseño de un sistema de control inteligente para la medición, control y monitoreo de las condiciones ambientales dentro de una bodega para el almacenamiento de equipos médicos, su aplicación está basado en la tecnología “IoT” o el Internet de las Cosas por lo que se creó el acceso por medio de una aplicación web que permie el monitoreo y verificación y notificación al usuario final en caso de la activación de una alarma por alguna variables fuera del rango establecido.

Se lo elaboró con el objetivo de contribuir con la empresa y poder generar un registro a través de sistemas de telemetría y IoT, el cual se configura junto con diversidad de sensores y módulos electrónicos que permiten medir variables de temperatura, humedad relativa e intensidad de luz.

Se realizó el análisis meteorológico del entorno donde se desarrollaría el sistema, con el fin de establecer una base teórica que pueda sustentar la parte técnica de este proyecto y su necesidad. En conclusión, se puede establecer que diseño planteado se basa en su arquitectura de una manera orientada al servicio, tales como: interoperabilidad, estandarización y trazabilidad como meta para cumplir las necesidades de los usuarios y brindar servicios más convenientes y seguros en el establecimiento.

Palabras claves: Telemetría, IoT, meteorología, variables físicas, control inteligente, condiciones ambientales, sensores, equipos médicos, bodega, sistema de monitoreo.

ABSTRACT

This project is based on the design of an intelligent control system for the measuring, control and monitoring of environmental conditions within a warehouse for the storage of medical equipment, its application is based on the "IoT" technology or the Internet of Things so access was created through a web application that allows monitoring and verification and notification to the end user in case of activation of an alarm for any variable outside the established range.

It was developed with the aim of contributing to the company and to generate a record through telemetry and IoT systems, which is configured along with a variety of sensors and electronic modules that allow measuring variables such as temperature, relative humidity and light intensity.

The meteorological analysis of the environment where the system would be developed was carried out, in order to establish a theoretical basis that can support the technical part of this project and its need. In conclusion, it can be established that the proposed design is based on its architecture in a service-oriented manner, such as: interoperability, standardization and traceability as a goal to meet the needs of users and provide more convenient and secure services in the establishment.

Keywords: Telemetry, IoT, meteorology, physical variables, intelligent control, environmental conditions, sensors, medical equipment, warehouse, monitoring system.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad el diseño de un sistema de control de monitoreo para central de A/C y luminarias de una bodega destinada al almacenamiento de equipos y componentes electrónicos médicos basado en la tecnología de Internet de las cosas.

El almacenamiento de estos productos debe ser realizado en condiciones adecuadas de temperatura, humedad e iluminación de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de manera de no afectar la calidad de los mismos según lo indica la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), por lo que es importante disponer de dispositivos controladores de dichas condiciones, que deberán hacer una verificación y registro periódico de los resultados. Como requerimiento técnico la temperatura en el interior de la bodega debe ser entre 20 a 30°C. Mediante el diseño de un sistema de control se tiene como objetivo optimizar el uso del sistema de enfriamiento y el uso de las luminarias dentro de la bodega en mención.

El lugar destinado para la aplicación de este sistema de control será en la bodega de la empresa BLANCO S.A. ubicadas en el cantón Durán de la provincia del Guayas, este sistema se puede ver como una opción para el monitoreo digital y así mismo una reducción casi al mínimo de la mediación humana para su control.

Para este diseño se implementará sistemas de telemetría y IoT (Internet de las cosas), el cual se configura junto con diversidad de sensores que permiten medir variables de temperatura, humedad relativa e intensidad de luz mostrados en un display del dispositivo y a través de un software de monitoreo, la idea fundamental es que dichos datos y pueden ser exportados en una hoja de cálculo para su análisis.

En el cuarto capítulo será destinado a la automatización del uso de luminarias, las mismas que serán controladas por medio de sensores de presencia ubicados estratégicamente en el área, esto con la finalidad de economizar el uso de la energía eléctrica y discusión de resultados sobre este trabajo tomando en consideración si el sistema inteligente propuesto es útil para la empresa y cuanto sería el valor del presupuesto para su puesta en marcha.

Finalmente se realiza la evaluación de conclusiones y posibles recomendaciones del sistema propuesto, garantizando el correcto funcionamiento y así mismo el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

CAPITULO 1: Descripción General Del Trabajo De Titulación

1.1. Problema de la investigación

Hoy en día existen organizaciones reglamentarias que trabajan bajo normativas estrictas de la gestión de calidad y normas de buenas prácticas de almacenamiento, distribución y transporte de dispositivos médicos ofertados tanto a entidades públicas como privadas, esto con la finalidad de precautelar las propiedades y mantener la calidad y características de los productos.

Dentro de los requisitos que dicta la norma se encuentra la verificación de indicadores de control de temperatura y humedad e incluso la correcta iluminación del lugar. Los dispositivos médicos no solo son sensibles a la contaminación externa con bacterias o posibles químicos, un factor importante también es los cambios de temperatura por los que puedan pasar, estos cambios bruscos pueden provocar condensación lo que lleva a que se produzca dentro de los equipos o dispositivos médicos afectando a sus componentes internos más importantes como las placas de circuitos impresos (PCB), pantallas táctiles o incluso a equipos que vienen con una calibración previa desde su fábrica, por lo que es necesario tener clima controlado en el almacén.

Otra novedad presentada es el uso indebido de las luminarias, las mismas permanecen encendidas durante todo el día, incluso cuando no hay necesidad de mantenerlas encendidas lo que provoca que influya directamente en la temperatura dentro de la bodega por la carga térmica que produce. Por otro lado, el alto costo en las planillas de consumo que se genera por mantenerla encendidas.

1.2. Justificación

Los beneficios de la automatización son muchos, esto incluye predecir cuándo ocurrirán los problemas, ahorrar dinero a través de la eficiencia energética y mejorar la productividad. Es necesario poder presentar reportes periódicos a los entes regulatorios para confirmar el cumplimiento de las normas de buen almacenamiento según lo indica la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA).

Ahorrar dinero y cuidar el medio ambiente controlando automáticamente la iluminación y monitoreando las condiciones ambientales el objetivo del presente trabajo, para ello utilizamos detectores de movimiento o presencia o sensores que incluyen sensores de luz y temperatura.

1.3. Delimitación

El presente trabajo se encuentra orientado al Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la empresa BLANCO S.A, la misma que busca optimizar el uso y consumo de la energía eléctrica dentro de su almacén, así mismo dar un seguimiento y registro de la temperatura controlada.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos que puedan captar las variaciones de temperatura en el área para optimizar el consumo de energía eléctrica de la organización.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar el estado del arte de sistemas de control de variables ambientales y los sistemas IoT con el propósito de refrescar las bases conceptuales y metodológicas.

- Diseñar un sistema de control automatizado orientado al registro y monitoreo de las variaciones de temperatura para que el mismo sea evidenciado y pueda ser exportado a hojas de trabajo.
- Verificar los requerimientos necesarios para la implementación de un módulo con microelectrónica de sistema programable para la adquisición de variables y control de las mismas.

1.5. Metodología

El enfoque de este estudio es mixto, ya que los datos cuantitativos y cualitativos en el análisis están relacionados con la etapa evolutiva, mientras que el tipo de estudio utilizado es descriptivo, porque es con el propósito de detallar la propuesta de este estudio.

De la misma manera es de tipo correlacional, por lo que durante la realización del trabajo intervendrán diversas variables que surgen del diseño propuesto, Estas variables tendrán que ser almacenadas en la base de datos, para ser analizada posteriormente, y luego descritas en la tabla de registro.

1.6. Hipótesis

La propuesta del diseño de un sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos brindar trazabilidad para la verificación del cumplimiento según la normativa y optimiza el ahorro de energía.

CAPÍTULO 2: Marco Teórico

2.1. Estado de arte

En este acápite se analizan los aspectos teóricos que se ven involucrados en el desarrollo de la presente investigación. Es decir, se analizan tanto la variable dependiente como independiente desde un punto netamente bibliográfico.

Como parte de las recomendaciones de un hospital o centro de atención médica, considera almacenar componentes, módulos y piezas que estén bien administrados y accesibles en las cantidades necesarias de acuerdo con los programas de mantenimiento del equipo. Condiciones de almacenamiento apropiadas tales como: Ventilación, iluminación, espacio, fácil acceso para carga y descarga, seguridad contra robos y accidentes, etc. Recalca que el almacenamiento de elementos como tubos de rayos X, materiales fotosensibles, tubos láser y algunos componentes puede requerir un control ambiental de la temperatura y la humedad permanente. La eficacia del mantenimiento preventivo y correctivo depende en gran medida de la disponibilidad inmediata de piezas y componentes de repuesto. Esto requiere una organización de almacén eficiente con un sistema de gestión de inventario cuidadosamente actualizado (Rodríguez, A, & Sanchez, 2001).

La trazabilidad metrológica incluye varios niveles de estándares, algunos de los cuales especifican los requisitos administrativos o técnicos que debe seguir una organización y otros contienen requisitos específicos para equipos o dispositivos de nivel administrativo.

El equipo también tiene algunas reglas intermedias. Estas normas, que intervienen a todos los niveles y definen procedimientos para la trazabilidad metrológica de las medidas, se pueden dividir en requisitos generales y específicos. Esto se puede entender

en forma de una pirámide jerárquica, como se muestra en la imagen a continuación. En la parte superior están los criterios que definen los sistemas de gestión orientados en la calidad, criterios para grupos de servicios, áreas o cuidados, dejando a sus pies un conjunto de criterios que tratan aspectos específicos de un dispositivo médico o requisitos sanitarios dependiendo del equipo y su tamaño. (Fernández, López, & Jiménez, 2016)



Figura 1.-: Pirámide normativa de trazabilidad

Fuente: (Fernández, López, & Jiménez, 2016)

En los últimos años se han celebrado numerosos congresos internacionales para codesarrollar actividades e iniciativas relacionadas intercambio y disponibilidad de datos meteorológicos a escala global. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) es la responsable de promover la cooperación internacional en el campo de los servicios meteorológicos, el intercambio de información y la estandarización. Actividades de la OMM que contribuyen a la seguridad de la vida y la propiedad, desarrollo socioeconómico nacional y protección del medio ambiente.

A pesar de todos estos esfuerzos de la OMM para el intercambio o disponibilidad de estos datos meteorológicos en los últimos años existe un crecimiento del proceso de comercialización que sufre la Meteorología por parte de los diferentes organismos

nacionales, lo cual está produciendo una restricción en el intercambio nacional e internacional de la información climática. (Gualda, 2008).

2.2. Sistemas de control

El sistema se puede considerar como un todo unificado, aunque es capaz de contener estructuras diferentes, que interactúan y difieren unas de otras. Cada sistema tiene un conjunto de objetivos, y la ponderación de cada objetivo puede variar mucho de un sistema a otro. Un sistema realiza una tarea que no puede ser realizada, por una parte, lo que significa que la complejidad de la combinación está implícita (IEEE, 2008).

También puede referirse a cualquier colección o combinación de programas, procedimientos, datos y herramientas utilizadas en el procesamiento de información: un sistema de contabilidad, un sistema de facturación, un proceso y un sistema de gestión de bases de datos (ENCICLOPEDIA ILUSTRADA INFORMÁTICA, 2010). Estas definiciones establecen que un sistema se basa en procedimientos que se pueden vincular para consultar, modificar e insertar archivos, brindando al usuario una mejor manera de realizar su trabajo.

Los sistemas automatizados y los robots pueden iniciar y detener procesos sin la intervención manual del usuario. Para ello, deben recibir información del exterior, procesarla y retroalimentarla. En un sistema automatizado la respuesta siempre será la misma, pero en un robot se puede establecer ciertas clases de comportamientos con base en las circunstancias. A esto se le conoce como sistema de control. Es decir, este se conoce como un modelo previamente definido que permite gobernar un sistema. La información que el sistema recibe del exterior se denomina generalmente de entrada (input). Las condiciones que existen en el exterior después de la acción (o no acción) del robot normalmente se denominan salidas (output).

2.2.1. Sistema de Lazo Abierto

Cuando un sistema de procesamiento implica la regulación de cantidades de salida (como posición, velocidad, temperatura, etc.) en función de una señal de comando en la entrada, este concepto se lo denomina sistema de control. Y si la relación entre la respuesta de salida y la señal de control es fija y no retroalimentada, se define como un sistema de control de lazo abierto.

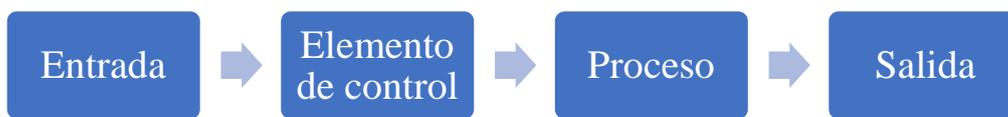


Figura 2.- Sistema de control de lazo abierto

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se muestran los detalles de un protocolo basado en un proceso de no retroalimentación, donde se explicita un sistema de control, y, además, de la suma del elemento de control con el elemento de corrección, nace el controlador. El elemento de control determina qué acción tomar cuando el sistema recibe una entrada y el elemento de corrección es el que hace que la variable controlada cambie al valor ideal. Con lazo abierto, la salida no se cuantifica ni se retroalimenta para compararla con la entrada. En tal sistema, la salida no se compara con la entrada de referencia y cada entrada de referencia tiene un estado operativo fijo. En consecuencia, la precisión del sistema depende de la calibración. En presencia de perturbaciones, un sistema de control abierto no realizará la función deseada. En la práctica, el control se usa solo cuando se conoce la relación entre entradas y salidas y no hay perturbaciones o efectos internos o externos. Está claro que estos sistemas no son sistemas de control de retroalimentación (Tony & Dwyer , 2002).

Según Choudhary (2017), un sistema de control abierto se caracteriza por una precisión moderada, una respuesta lenta a los cambios en las señales de control de entrada y sensibilidad a las condiciones ambientales, como temperatura, vibración, ruido, fluctuaciones de voltaje de línea, golpes, envejecimiento y cargas. En contraste, la simplicidad y el bajo costo del sistema hablan por sí mismos, especialmente en aplicaciones de menor precisión.

2.2.2 Sistema de Lazo Cerrado

Un sistema de lazo cerrado o también llamado de retroalimentación se basa en observar y comparar la señal de salida con la señal de entrada, donde las diferencias representan errores. Un sistema de control de índole cerrada se ajusta automáticamente con base en la retroalimentación de salida para minimizar las falencias durante el proceso. Está claro que la retroalimentación dentro de un sistema genera alta precisión, flexibilidad, respuesta rápida y relativa independencia de las condiciones de operación (Vazquez, 2008).

Los elementos que componen este tipo de sistema son; dispositivos de medición, dispositivos de puntos de referencia, comparadores, controladores e inclusive actuadores. Cada uno de estos elementos posee ciertas características. Algunas de ellas son; son sistemas sumamente complejos y para su consecución necesitan que se definan varios parámetros. El hecho que la salida se compare con la entrada implica que se produzcan una gran cantidad de errores (Cegelsk, 2019).

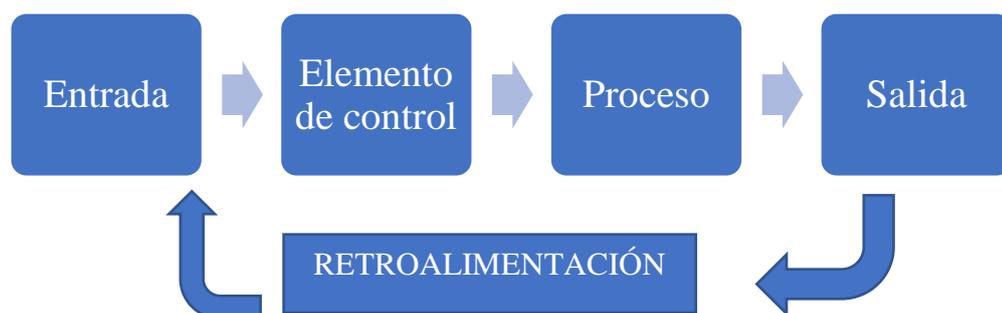


Figura 3.- Sistema de control de lazo cerrado

Fuente: Autor

2.2.3. Diferencias entre sistemas de lazo abierto y cerrado

Al momento de comparar ambos sistemas se presentan las siguientes características.

Tabla 1.- Comparación entre lazo abierto vs cerrado

Sistema de lazo abierto	Sistema de lazo Cerrado
Muestra una acción de bucle cerrado (bucle de control cerrado)	Muestra una acción en bucle abierto (cadena controlada)
Puede contrarrestar las perturbaciones (retroalimentación negativa)	Sólo puede contrarrestar las perturbaciones para las que ha sido diseñado; no se pueden eliminar otras perturbaciones
Puede volverse inestable, es decir, la variable controlada no desaparece, sino que crece (teóricamente) hasta un valor infinito.	No puede volverse inestable mientras el objeto controlado sea estable

Fuente: (Kahraman, 2018).

2.2.4. Instrumentación en los sistemas de control

Elementos de Control

Un elemento esencial en cualquier tipo de sistema de control. Procesa las señales de entrada y decide si se deben enviar o no al elemento de rectificación. Tiene la función de regular tanto las variables de entrada como las respuestas comparativas. Algunos ejemplos de controles son: el potenciómetro, controlador PID, válvula de alivio entre otros.

Elementos de corrección

Esto requiere un actuador capaz de realizar cambios físicos en el proceso; como por ejemplo levantar, empujar o sostener mediante la transmisión mecánica de la energía un elemento dado. Es importante señalar que, con los actuadores compuestos, esto equivale a que los músculos del cuerpo realicen la misma cantidad de trabajo. Un actuador puede ser lineal (generalmente cilindro de vástago de acción simple o doble) o giratorio (Filgueira & Permuy , 2018).

Proceso

Según Ocando & Ordoñez (2019), el proceso es conocido como la planta o proceso de producción y las características del proceso, tales como duración, repetición requerida del proceso, etc. Es la tarea o meta a la que se realiza una actividad característica. El proceso es fundamental tanto en lazo abierto como en lazo cerrado y depende de los diversos elementos utilizados.

Elemento de comparación

Recibe la información de retroalimentación requerida en el proceso y genera una señal de error del estado actual de la variable con respecto al set point para ser enviada de vuelta al controlador para tomar otra decisión con la finalidad de mejora (Taco, 2018).

Elemento de medición

Son elementos típicos de lazo cerrado; ellos son los que miden la información del sistema y la retroalimentan al momento de comparar el proceso. Son indicadores en fase de post-procesamiento, que consiste en analizar las variables de salida del sistema. Los más comunes son: termómetro, transductor, tensiómetro, caudalímetro, sensor (proximidad, presión, nivel) (Ayala Mejía, 2020).

2.3. Tipos de sistema de control

2.3.1. Control todo-nada (ON-OFF)

Este modo de control se caracteriza por dos condiciones fijas. Si $u(t)$ es la salida de control y $e(t)$ es la señal de error. La función de control todo o nada es de naturaleza no lineal, por lo que los sistemas a los que se aplica esta estrategia no se pueden analizar mediante funciones de transferencia. No obstante, el alcance de su uso en aplicaciones industriales es tan amplio que prácticamente puede ser empleado para cada todo proceso (Villajulca, 2019).

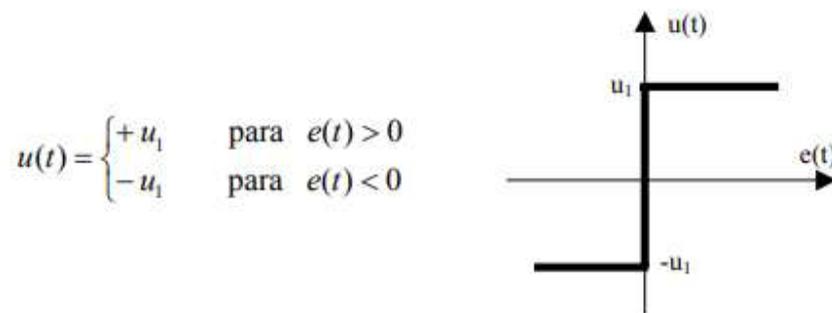


Figura 4.- Control todo o nada

Fuente: (Villajulca, 2019).

2.3.2. Control proporcional

En este tipo de control que expresa la relación entre la salida del controlador $u(t)$ y la señal de error sin retroalimentación en un sistema de lazo cerrado.

$e(t)$ es:

$$u(t) = K_p e(t)$$

En otras palabras, puede ser comprendido como la acción de control con una base directamente proporcional a la señal de error. Todo esto con base en una constante.

$$U(s) = K$$
$$E(s) \quad p$$

Donde

K_p : ganancia proporcional.

Independientemente del mecanismo real y de cómo se aplica la potencia al variador, el regulador proporcional es esencialmente un amplificador de ganancia ajustable, ya que existe una relación lineal constante entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento (Villajulca, 2019).

2.3.3. Control proporcional integral

La característica más importante de este tipo de control es que las acciones correctivas se realizan a través de la parte integral del error. El control integral proporciona una señal que depende de la evolución de la propia señal de error (la integral es una operación acumulativa en el tiempo), por lo que se puede obtener una señal de control distinta de cero incluso si la señal de error es cero (es decir, esto es no es el caso de los controladores proporcionales donde, con una señal de error cero, el efecto de control también es cero) (Torres, 2016).

2.4. Automatización

La tecnología ha sido parte de la vida humana durante muchos años, la humanidad ha dado vida a generaciones de diversos inventos, el uso de máquinas y robots comenzó hace mucho tiempo. El trabajo ha cambiado, hay muchos trabajos nuevos relacionados con la tecnología, la gente está más conectada que nunca, tenemos coches sin conductor, trenes y muchas otras tecnologías nuevas. Pero el punto es describir precisamente a través de qué aspectos se podrían lograr avances tecnológicos tan importantes. Una de las ramas que influyó directamente en este avance fue la automatización.

La automatización es otra forma de sistemas de control utilizados para operar maquinaria, estabilizar barcos y aviones, conmutar redes telefónicas y otras aplicaciones

que pueden prescindir de la intervención humana. La empresa IBM define la automatización como un proceso de realizar tareas tediosas o innecesarias para limpiar la superficie. Estas máquinas son capaces de tomar decisiones que liberan el tiempo de los trabajadores.

La automatización industrial significa el uso de sistemas de control como computadoras, tecnología de la información y robots. Este tipo de elementos operan en diferentes procesos y máquinas en una industria en lugar de personas. Es el segundo paso después de la mecanización en el campo de la industrialización. El principal objetivo de la automatización industrial fue aumentar la productividad, ya que estas máquinas pueden trabajar las 24 horas del día, los 7 días de la semana sin interrupción, y reducir el costo de los salarios y beneficios en que incurren las personas (Cevallos Rodriguez & Gualacio Padilla, 2017).

Pero hoy el objetivo ha cambiado, la automatización industrial se centra en aumentar la calidad y la flexibilidad en el proceso por más simples que estos sean. Cuando se trata de cómo se colocan los pistones en el motor, antes se hacía a mano, lo que resultaba en un error del 1,5 %, y ahora se hace a máquina, con un error del 0,0001 %. Un ejemplo mucho más característico se muestra a continuación en la siguiente imagen:

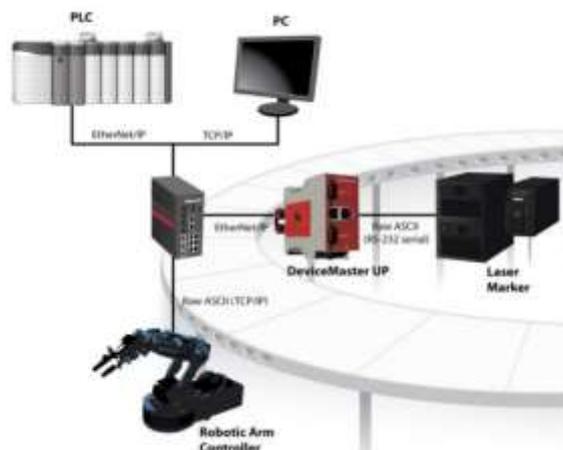


Figura 5.- Automatización de un proceso

Fuente: (Cevallos Rodriguez & Gualacio Padilla, 2017)

2.5. Sistema de comunicación industrial

Se puede afirmar que existen diferentes niveles de automatización industrial; el nivel 0 es un sensor y un actor que interactúan directamente con el proceso de la máquina. El nivel 1 es control automático y el nivel 2 es control maestro. El nivel 3 es el control de producción, que se encarga del mantenimiento, la producción, la calidad, el inventario, etc. El nivel 4 de la empresa se ocupa principalmente de las funciones de gestión, ventas, marketing, etc (Patiño Velasco & Racedo Niebles, 2021).

Es por medio de estas aseveraciones que surge la pregunta de por qué estas funcionalidades son necesarias hoy en día para la gestión integral de una empresa. Sin embargo, no todos estos niveles están perfectamente automatizados. A partir del nivel 2 ya no se da el caso de que el funcionamiento de este nivel sea automatizado asistido por ordenador. Algunas funciones pueden ser realizadas por humanos. En una planta de energía en la sala de producción hay una sala de control que probablemente tiene grandes monitores de computadora con un grupo de personas sentadas mirando estos monitores todo el tiempo. Sin embargo, algunas funciones pueden automatizarse mientras que otras se operan manualmente. En el nivel de control de producción, la mayoría de las operaciones son realizadas por humanos utilizando herramientas que ayudan a los humanos a realizar funciones de control de producción. En el Nivel 4 hay líderes que utilizan herramientas para realizar sus tareas. (Cevallos Rodriguez & Gualacio Padilla, 2017).

2.6. Cambios de temperatura en la región

Actualmente se ha presentado un gran impacto ambiental que influye en el cambio climático, lo cual a su vez genera cambios en la naturaleza y sociedad, es así que se ha

venido presentando un gran cambio en el clima a nivel mundial que son influenciadas por la industrialización y los hábitos de consumo de las personas. Por esta razón, se han generado varios esfuerzos y programas enfocados en reducir el impacto ambiental, ya que generan graves pérdidas en sectores de desarrollo como el agrícola, ganadero e industrial.

Por otra parte, el clima en Ecuador se ve influenciados por varios factores atmosféricos, por la geografía de las diversas regiones y por la cordillera de los Andes la cual influye en la humedad y puede provocar el ascenso y enfriamiento del aire que se origina sobre todo en la región costera y amazónica; por otro lado, en la sierra se originan fuertes lluvias. Es así que se reconoce al Ecuador como un país de diferentes alturas adoptando una diversidad climatológica entre las regiones. En la región costa se destaca el clima húmedo que n es uniforme ya que se presenta el dominio de dos corrientes marinas principales: la corriente del Niño y la corriente de Humboldt (Vintimilla, 2014).

Guayaquil, Durán y Samborondón se ubican en la costa ecuatoriana en la provincia del Guayas, se asienta sobre el margen del río del mismo nombre, presenta un acceso fácil al océano Pacífico, el desarrollo de la ciudad se centra de forma principal en planicies, llanuras de inundación y áreas de manglar del estero salado. Las mismas se encuentra sometida a las alteraciones relacionadas con los cambios de clima y sus efectos estableciéndose como una problemática de gran importancia en la ciudad. Es necesario obtener un diagnóstico y proyección de las diferentes vulnerabilidades de la ciudad frente al cambio climático que se presenta que es la base para el planteamiento e implementación de políticas y programas enfocados en la reducción de dichas vulnerabilidades y evitando problemas a futuro (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018). A continuación, se muestra una tabla con los principales indicadores usados en la construcción del índice de vulnerabilidad frente al cambio climático.

Tabla 2.- Indicadores del Índice de vulnerabilidad en el cambio climático

Indicadores de Sensibilidad	Indicadores de Exposición	Indicadores de Capacidad de Adaptación
Índice de pobreza	Incremento del nivel del mar	Conocimiento acerca del cambio climático de la población
Dependencia de la agricultura	Evolución de temperaturas en el contexto de cambio climático	Capacitación acerca del cambio climático
Densidad poblacional	Evolución de precipitaciones	Dirección municipal encargada del cambio climático
Porcentaje de población mayor a 65 años y menor de 5 años	Riesgo de inundación	Creación de manuales sobre el cambio climático
Índice de analfabetismo	Peligro de deslizamientos	Planes y programas locales para afrontar el cambio climático
Índice de acceso a los servicios de salud	Incendios forestales	Realización del gasto público en educación
Acceso al abastecimiento del agua	Víctima de eventos climáticos	Gasto público en asistencia social
Sectores con hábitat precario	Pérdidas económicas relacionadas con el cambio climático	Gasto público en salud
Nivel de impermeabilización de suelos	Presencia de alta densidad urbana en zonas de riesgo de inundación	Creación y dotación de unidades que atienden los riesgos

Nota: Esta tabla muestra los diferentes indicadores del índice del cambio climático.

Fuente: (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018)

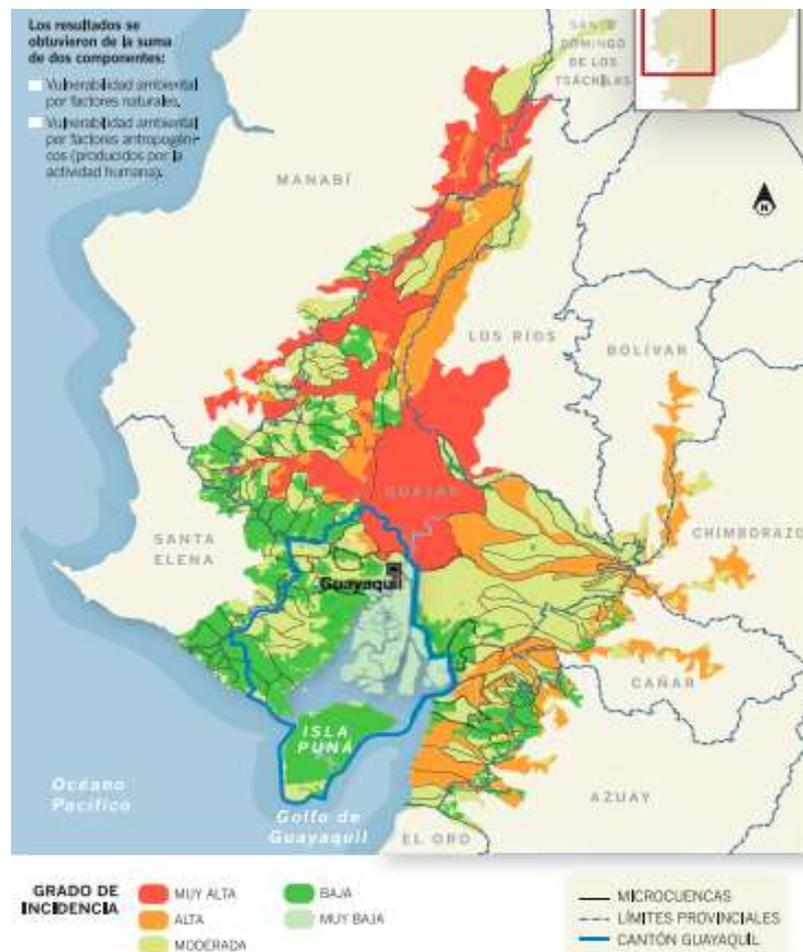
Es importante conocer el cambio de temperatura que se produce en la región en la cual se almacenan los equipos médicos, ya que el cambio de clima de forma abrupta puede incidir en la conservación de estos equipos y sobre todo disminuir su calidad. Esto interfiere en la distribución y comercialización de los mismos. Por esta razón es importante que las empresas y organizaciones conozcan de forma adecuada la variabilidad del clima en la región de modo que tomen las medidas adecuadas para cuidar de sus productos.

Se observa que la ciudad de Guayaquil y las ciudades que lo rodean como Durán y Samborondón puede presentar grandes riesgos en relación a inundaciones y

deslizamientos que afectan a varios habitantes, todo esto debido al cambio climático reciente. No se conoce el dato exacto sobre la subida de la marea, pero se tiene en cuenta que estas ciudades son vulnerables debido a que se encuentran rodeadas del río Guayas y el estero Salado; a lo cual contribuye también la contaminación ambiental que se ha producido a causa del consumo humano descontrolado (El Universo, 2020). A continuación, se muestra una figura sobre la vulnerabilidad ambiental sobre la provincia.

Figura 6.-

Vulnerabilidad ambiental de la ciudad



Nota: esta figura muestra un mapa de vulnerabilidad ambiental de la ciudad de Guayaquil.

Fuente: (El Universo, 2020)

Es necesario conocer el mapa de vulnerabilidad ambiental que tiene la ciudad para conocer adecuadamente los riesgos que se pueden presentar y tomar las debidas

precauciones para evitar consecuencias negativas. De esta forma, pueden prevenirse varios efectos que interfieren en la calidad de vida de las personas y sobre todo en la rentabilidad y crecimiento de las empresas o negocios.

2.7. Sistemas de Control Meteorológico

Una estación meteorológica es una instalación encargada de la medición y registro de forma regular de diferentes variables climáticas, los datos obtenidos se usan para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos para el estudio climático. En estas estaciones se miden algunos parámetros meteorológicos usando instrumentos apropiados para conocer el comportamiento atmosférico de las zonas de un territorio específico (Palaguachi, 2018). A continuación, se muestra una clasificación básica de las estaciones meteorológicas.

Tabla 3.- Clasificación de estaciones meteorológicas

Según su Finalidad	Clasificación
Sinóptica	Climatológica Agrícola Especiales Aeronáuticas Satélites
De acuerdo a la magnitud de las observaciones	Principales Ordinarias Adicionales
Nivel de observación	Superficie Altitud
Lugar de observación	Terrestre Aéreas Marítimas

Nota: Esta tabla muestra la clasificación de las estaciones meteorológicas.

Fuente: (Palaguachi, 2018)

Estas estaciones constituyen un elemento de gran importancia en el área ambiental, puesto que contribuye a predecir el cambio de clima y esto a su vez ayuda a ciertos ámbitos de desarrollo económico y social como la agricultura, industria y ganadería que muchas veces se ven afectadas por los cambios bruscos de clima que perjudican su producción y

también influyen de forma negativa en la rentabilidad y crecimiento de la actividad productiva.

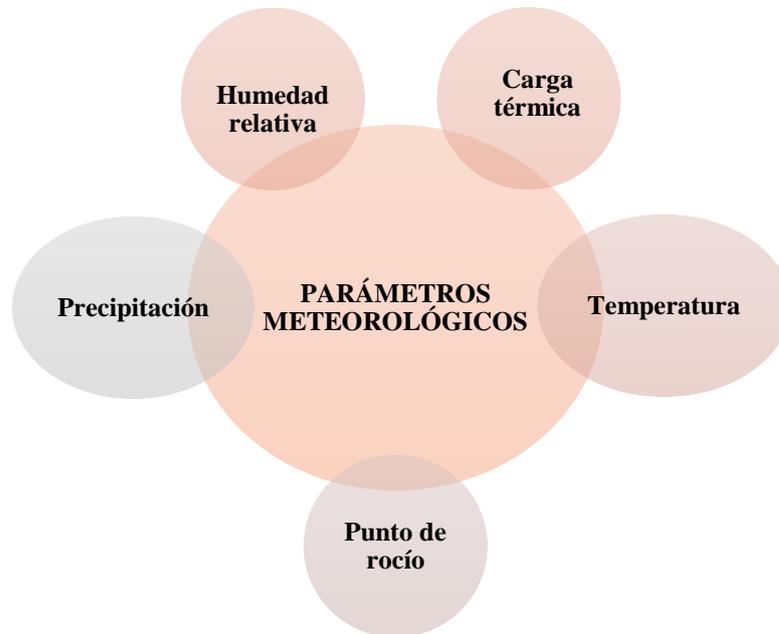
2.7.1 Parámetros Meteorológicos

Los principales parámetros meteorológicos que se toman en cuenta dentro de la estación meteorológica, de acuerdo con (Panata, 2020), son:

- **Temperatura:** es la representación del estado termodinámico de un determinado cuerpo y su valor se calcula en base a la dirección del flujo neto de calor entre dos cuerpos.
- **Humedad relativa:** es la razón que se expresa o determina en porcentaje entre la presión de vapor que se observa y la tensión del vapor saturante en relación al agua en la misma temperatura y presión.
- **Carga térmica:** se refiere a la cantidad de calor que tiene que ser retirada del lugar por refrigerar para disminuir o mantener la temperatura que se desea. Es la cantidad de energía que requiere un lugar para mantener ciertas condiciones de temperatura y humedad.
- **Precipitación:** es el producto líquido o sólido producto de la condensación del vapor de agua que cae desde las nubes hacia el suelo.
- **Punto de rocío:** se refiere a la temperatura en relación a la cual el aire debe enfriarse para que la humedad contenida en este aire se condense.

Figura 7.-

Parámetros meteorológicos



Nota: esta figura muestra los principales parámetros meteorológicos que se miden en las estaciones.

Fuete: *Elaboración propia*

Se deben tomar en cuenta todos los parámetros o elementos meteorológicos que deben ser medidos por la estación, ya que son determinantes de la aparición de posibles riesgos que puedan producir efectos negativos tanto en el bienestar de las personas como en el bienestar colectivo y el desarrollo industrial. Puesto que el cambio climático interviene en el desarrollo personal y colectivo.

2.7.2. Tipos de estaciones meteorológicas

Es fundamental que la información que proporcione la estación meteorológica adecuada y concreta para que se obtengan datos representativos sobre el cambio climático, de acuerdo con Santillán y Zamora (2021), estos son:

- **Estación meteorológica automática:** hacen referencia a las estaciones que tienen un grupo de instrumentos encargados de la medición automática de variables

atmosféricas, es decir, que su aspecto principal se define por el almacenamiento y transmisión de datos de forma continua. Este tipo de estaciones pueden instalarse en sitios donde el acceso es limitado, permitiendo la obtención de datos en intervalos cortos de tiempo e indispensables para la reducción de errores cometidos por el observador.

- **Estación meteorológica convencional:** esta estación es aquella que está ubicada en un parque o sitio abierto sin ningún tipo de obstáculos, en un área de 7m x 10m, la cual debe tener el personal capacitado que se encarga de ejecutar las lecturas y registro de datos de modo horario. Debe contener instrumentos o herramientas como: anemómetro, heliógrafo, termómetros de profundidad, pluviómetro, veleta, tanque de evaporación y una caseta con rendijas que sirven de protección directa de la lluvia y radiación solar.

2.8. Almacenamiento de equipos médicos

2.8.1. Dispositivos electrónicos médicos

Se usan para prevenir, diagnosticar o tratar una determinada enfermedad o para la detección, medición, restablecimiento, corrección o modificación de la estructura o la funcionalidad del organismo con un objetivo sanitario, estos insumos o dispositivos no actúan mediante mecanismos farmacológicos, inmunitarios o metabólicos. Este tipo de herramientas tienen una influencia directa en la tecnología sanitaria que logra que todo dispositivo se cree, manipule y distribuya analizando aspectos de seguridad y eficacia (Espinoza, 2016).

Los dispositivos médicos se utilizan con frecuencia en la detección y tratamiento de enfermedades, según Núñez (2020) en alguno de los siguientes casos:

- Diagnóstico y supervisión de enfermedades.

- Investigación, modificación y soporte estructural anatómico de un proceso fisiológico.
- Diagnóstico y control del embarazo.
- Cuidado del embarazo, nacimiento y cuidado del recién nacido
- Cirugías o procedimientos de intervención a pacientes.
- Productos destinados a la desinfección y esterilización de dispositivos médicos
- Dispositivos médicos no realizan una acción terapéutica como otros medicamentos, pero se usan para la administración de productos farmacéuticos.

2.8.2. Buenas Prácticas de Almacenamiento

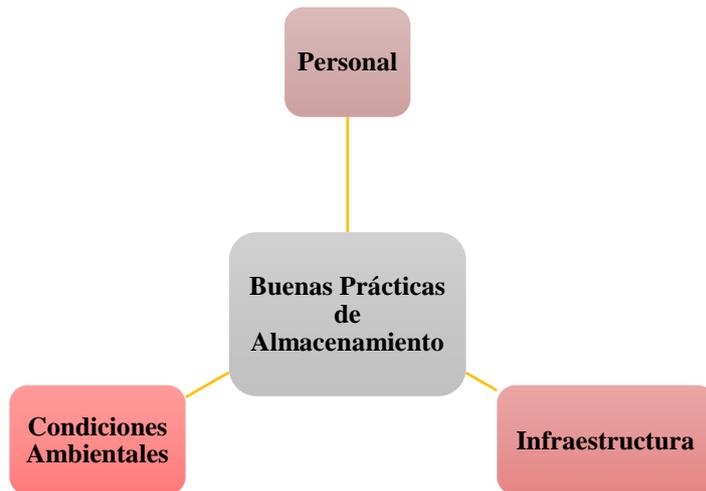
Estas prácticas son un grupo de normas obligatorias que los establecimientos o centros de importación, distribución y almacenamiento de equipos médicos deben cumplir, de acuerdo con Loaiza (2015), son:

- **Personal:** el personal de estos centros debe tener personal completamente capacitado en el tema de almacenamiento de insumos médicos para que garanticen el cumplimiento de las buenas prácticas bajo las normas requeridas y además deben seguir las normativas implementadas en el centro de forma clara y concreta.
- **Infraestructura:** el espacio físico de los establecimientos tiene que estar relacionados de forma directa con la funcionalidad, efectividad y seguridad de cada área de acuerdo al volumen de los productos y criterios de distribución de los mismos. Para estos es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos: ubicación, área de recepción, área de cuarentena, área de productos registrados por almacenar, cámaras frías, área de despacho y área de producto rechazado.
- **Condiciones ambientales:** para garantizar la calidad del producto es necesario determinar y controlar las siguientes condiciones ambientales que pueden influir en su mantenimiento: iluminación, ventilación, humedad relativa, temperatura. De

esta forma, se puede obtener un producto adecuado y sin ningún tipo de daño que garantice y asegure la salud de las personas.

Figura 8.-

Buenas prácticas de almacenamiento



Nota: esta figura representa los principales aspectos de un buen almacenamiento de los equipos médicos.

Fuente: *Elaboración propia*

El almacenamiento de los productos y equipos médicos es un factor importante y fundamental dentro del mantenimiento de los mismos, de modo que se distribuya un material de calidad que presente un impacto positivo y garantice la salud de las personas sin producir efectos negativos en su calidad de vida y bienestar personal. Es así que, es necesario considerar todas las normas y reglamentos de almacenamiento de estos productos para evitar consecuencias negativas.

2.9. Telemetría

Es la tecnología que posibilita el monitoreo en tiempo real de magnitudes físicas y que a través de ella se puede gestionar de forma precisa las métricas relacionadas con un dispositivo y obtener información, realizada por medio de comunicación inalámbrica, técnicamente hablando emplea como dispositivo de entrada un transductor que convierte

los niveles físicos en señales eléctricas y un transmisor que procesa señales, registra datos y los presenta en dispositivos de visualización.

2.9.1 Internet de las cosas

Mejor conocido como “IoT” es una forma de internet que se centra en conseguir que todos los objetos con los que interactúan las personas y que existen en el planeta mantengan una dirección IP para que logren proporcionar información y transferir datos a través de la red sin necesidad de que los humanos intervengan o que lo hagan mediante computadoras, hoy en día se ha aplicado más a campos de la vida cotidiana para brindar soluciones que podamos supervisar desde donde se encuentre el usuario, puesto de trabajo o teléfonos inteligentes sin necesidad de movilizarse (Pineda, 2018)

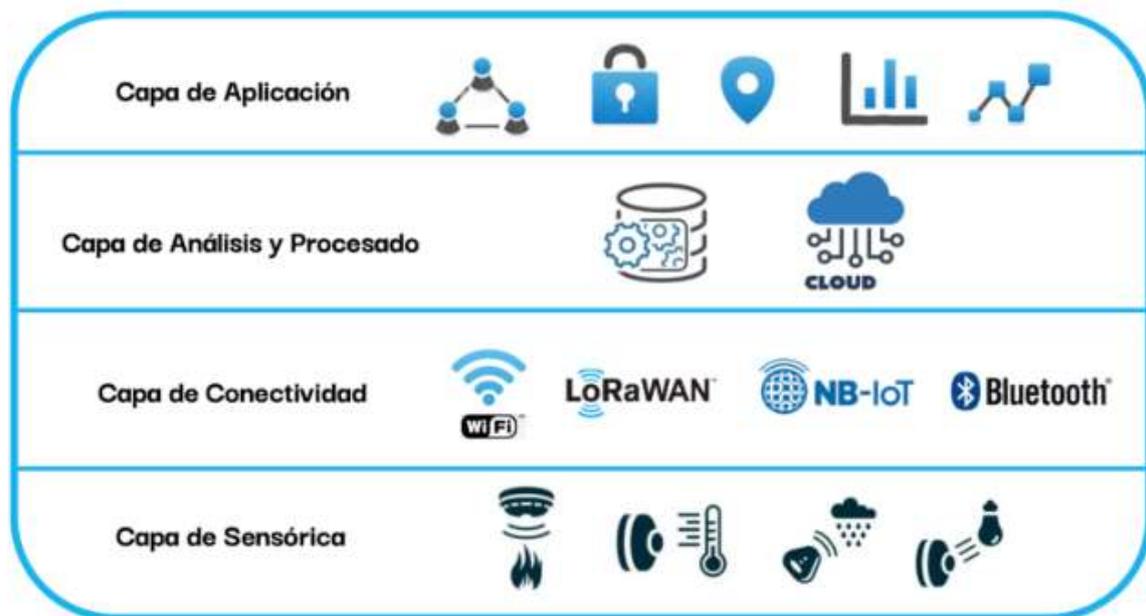


Figura 9.- Capas de la Arquitectura IoT

Fuente: (Pineda, 2018)

En la Figura 9 se puede visualizar la arquitectura IoT de abajo hacia arriba dividida por zonas, la primera comprende la parte sensórica, donde se obtienen las determinadas variables, en segundo la conectividad, en la tercera franja se encuentra el análisis y

procesador de datos y por último la aplicación o interfaz al usuario, a quien se le permite la administración de los dispositivos.

2.9.2. Redes de sensores Inalámbricos

Las redes de sensores inalámbricos o Wireless Sensor Network (WSN) son un tipo de red con sensores inalámbricos que asimilan la información ya sea mecánica, térmica, biológica, magnética, óptica, química la cual es transformada y enviada a un nodo que transfiere la información a una vía de acceso conectada a una red de internet, además tiene un bajo costo en mantenimiento e instauración, recuperación por defectos o fallos físicos, por lo que se utiliza en aplicaciones que necesitan ser monitoreadas constantemente, son un recurso muy requerido debido a la facilidad de su uso y el beneficio que ofrece, además pueden distribuirse en un área específica que es difícil de acceder de manera física (Romero Amondaray, Artigas Fuentes, & Anias Calderón, 2020).

Los (WSN) se caracterizan por un bajo consumo de energía, una gran conexión entre nodos que permite el procesamiento eficaz de la información, memoria limitada, pero que puede ser procesada a un medio con mayor capacidad como el internet y presenta mayor durabilidad que otro tipo de dispositivos.

Este tipo de redes se han vuelto muy útiles en la actualidad y por ende muy utilizados debido a su aplicabilidad y varios usos en ámbitos como la salud, biometría, monitorear estructuras civiles y ambientes. A pesar de ser un implemento sencillo es muy confiable en cuanto a los datos procesados, cuenta con una información verídica, acertada y adaptable a cualquier necesidad (Comas-González, Simancas-García, Vélez-Zapata, & Bernal, 2018).

En la misma línea, Cajas (2022) afirma que, al ser un dispositivo muy versátil, su aplicabilidad se ha vuelto muy estudiada y por ende utilizada en distintas áreas como:

- Salud
- Industria energética y medio ambiente
- Hogares
- Seguridad (ciudades, edificios)
- Monitorización vehicular
- Monitorización de vida silvestre
- Monitorización de industria agrícola y ganadera

2.9.3. Sensores

Bucheli y Velásquez (2014) refieren al sensor como un instrumento que permite realizar mediciones de variables tanto palpables como químicas del ambiente, permite hacer una detección de los cambios que existen en el ambiente, además se puede utilizar dependiendo las especificaciones para las que se vaya a emplear, pueden clasificarse en relación a distintas variables como:

Funcionabilidad: Activos, los cuales necesitan una fuente de alimentación externa y pasivos que no requieren de dicha fuente, pero sí de cambios a nivel climático y ambiental.

Por la señal: Analógicos, los cuales generan una tensión y voltaje con niveles altos y bajos, digitales que crean señales eléctricas con representaciones de 0 o 1.

Naturaleza de funcionalidad: Posición, fotoeléctricos que presentan cambios de acuerdo a la cantidad de luz solar captada, magnéticos, control de temperatura, presión, movimiento y químicos.

Fabricación: inductivos, resistentes, piezoeléctricos, capacitivos, semiconductores, resistentes y mecánicos.

Por la variable física: sensores de proximidad, humedad, angular, temperatura, caudal, presión, luminosidad y táctiles.

CAPÍTULO 3: Diseño del Sistema de Control

En el presente capítulo se destina a detallar el diseño de la implementación para el sistema de control que realizará el monitoreo de las variables físicas y así mismo el control inteligente de las luminarias dentro del lugar de almacenamiento. Los datos recabados se muestran a través de una plataforma digital en tiempo real “Ubidots”.

3.1. Diseño del experimento

El desarrollo del trabajo comprende un diseño de sistema de control para el monitoreo del comportamiento de la unidad central de A/C para una bodega de almacenamiento de equipos médicos, se emplea electrónica de bajo consumo mediante microcontroladores ATmega 2560 para la adquisición de datos que recaban los sensores físicos del sistema, transmisión Wifi por módulo de los datos que se cargarán a la página web vinculada mediante el uso de la tecnología GSM/GPRS.

La toma de variables internas en tiempo real como las siguientes:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Nivel de Luz

Los sensores están vinculados a una PCB de recopilación de datos, en la misma se puede visualizar la pantalla donde se muestran los datos y en la página web, adicional se cuenta con un sistema de módulo GSM como respaldo el cual envía información del sistema si por alguna razón la página web falle.

3.2. Desarrollo del sistema

El sistema de control está conformado por varios sensores, tarjetas electrónicas, módulos y elementos para la comunicación de los componentes. En la siguiente figura se muestra del diagrama general del funcionamiento, está desarrollado en bloques para una

mayor comprensión de cada etapa y su instalación en un área estratégica para la toma de variables.

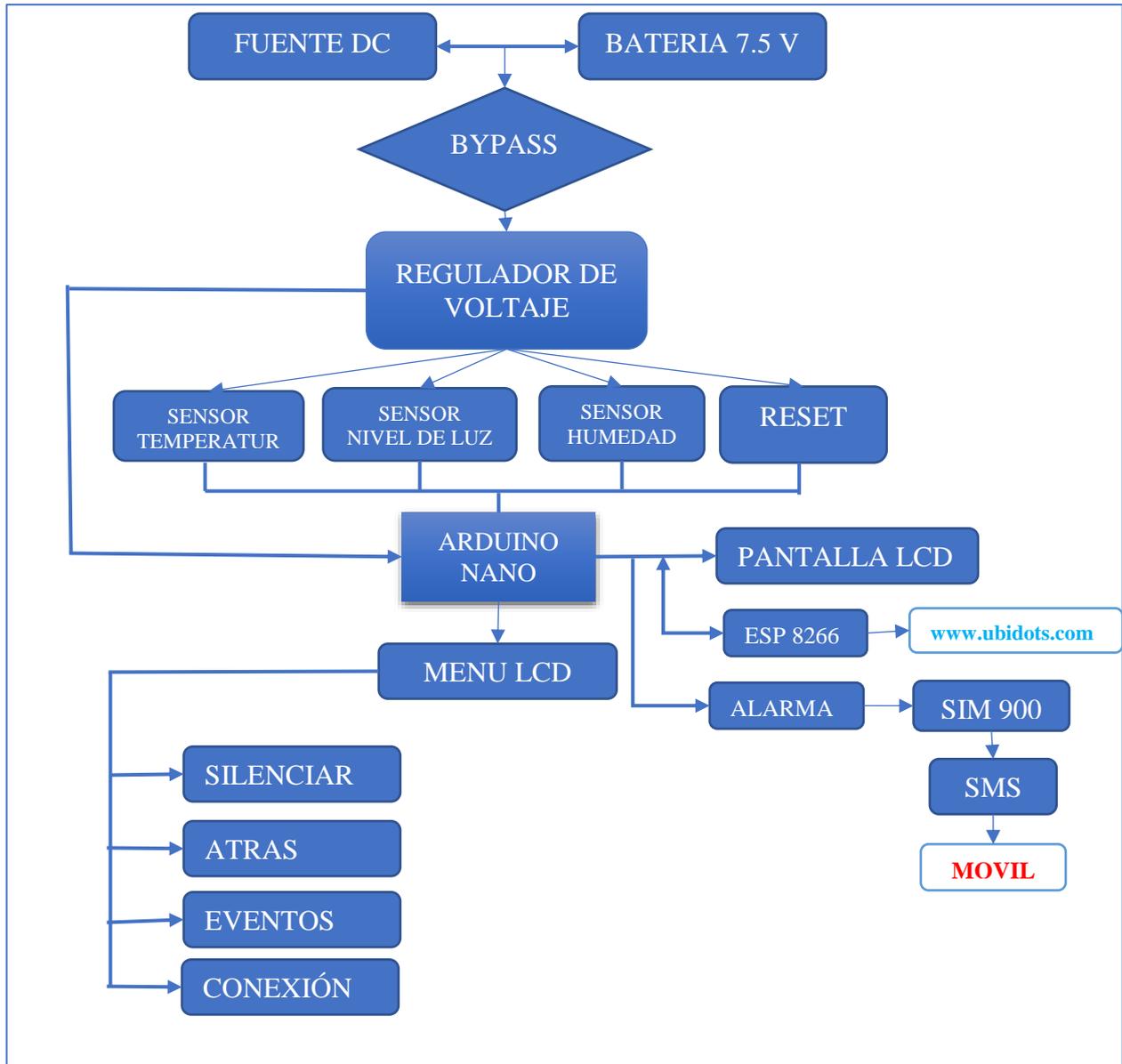


Figura 10.- Esquema general del sistema.

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama se explica que el sistema cuenta con un sistema de Bypass que es capaz de trabajar con Corriente Continua o a batería, es importante que antes de energizar totalmente los circuitos se debe hacer la regulación de voltaje para el correcto funcionamiento de los sensores y módulos, recordando que se emplea un sistema electrónico de bajo consumo por lo que los elementos son susceptibles a daños.

Al ser energizado se mostrará en la pantalla LCD de 4X20 las variables que captan los sensores del sistema y a través del ESP8266 manda los datos recopilados directamente a la página www.ubidots.com.

Si llegan a activarse las alarmas por algún valor fuera del rango establecido, este sistema cuenta con un histórico que registra los eventos más recientes, adicional usando el módulo SIM 900 envía una alerta a la persona responsable de la verificación como un mensaje de texto, de esta manera el personal se acercará al área de bodega.

El diagrama esquemático que se muestra en la figura 11 para el control y monitoreo del proyecto este compuesto de varios elementos y fases que se mencionan a continuación.

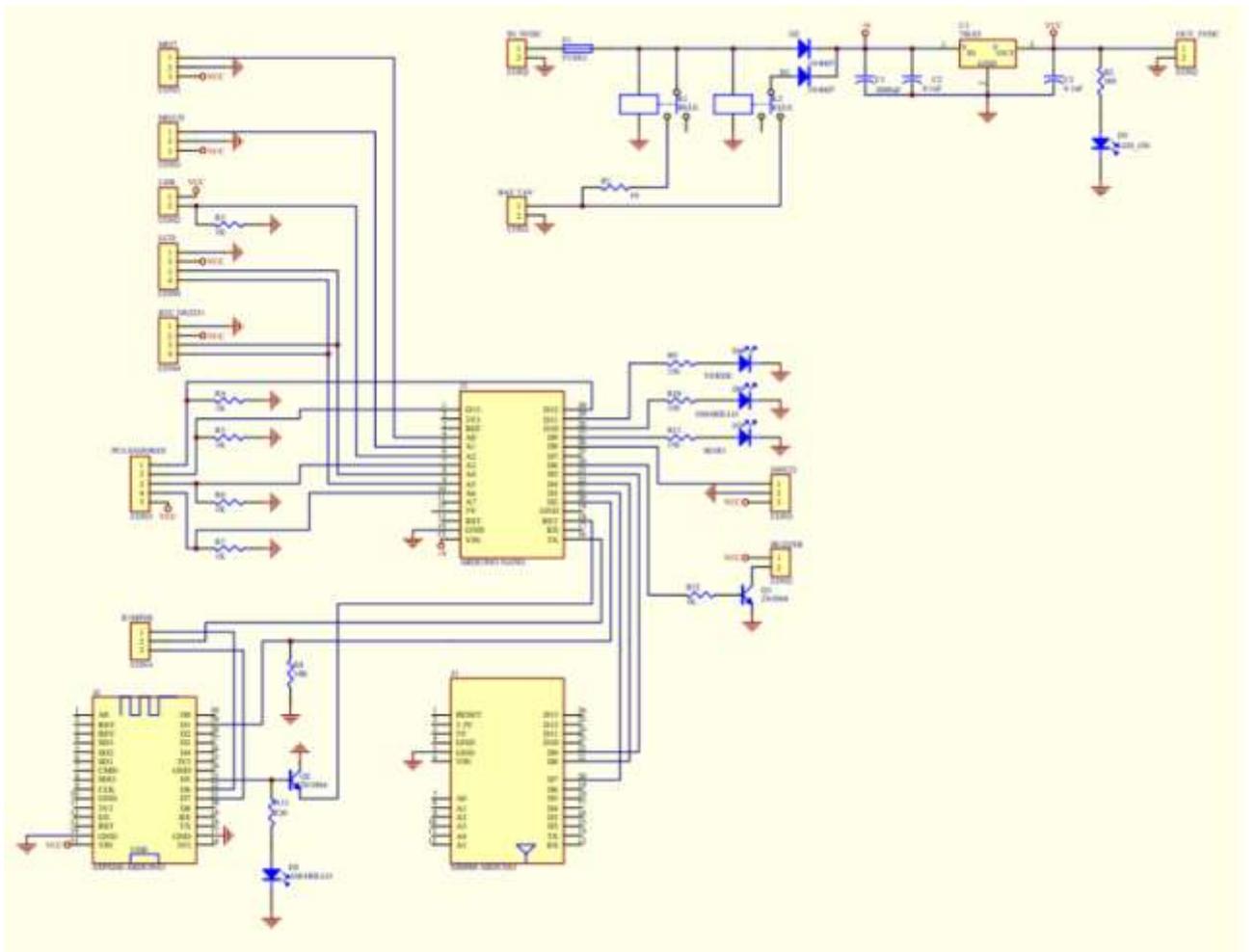


Figura 11.- Circuito esquemático del sistema

Fuente: Elaboración propia

Como se indicó anterior mente el sistema es energizado por medio de un Bypass, puede ser a través de un cargador de 9 voltios, 3 A. dicho sistema está encargado de cambiar la energía entre el adaptador o la batería de respaldo, realizado con relés.

Cuenta con capacitores para así mantener el voltaje y con esto evitar que se cumpla con el bypass, la salida del dispositivo tiene adaptado un regulador de voltaje de tipo 7805 para ajustar nivel de voltaje a lo que se necesita (5 Voltios) con el fin de energizar el sistema y todos sus componentes los cuales se describirán más adelante.

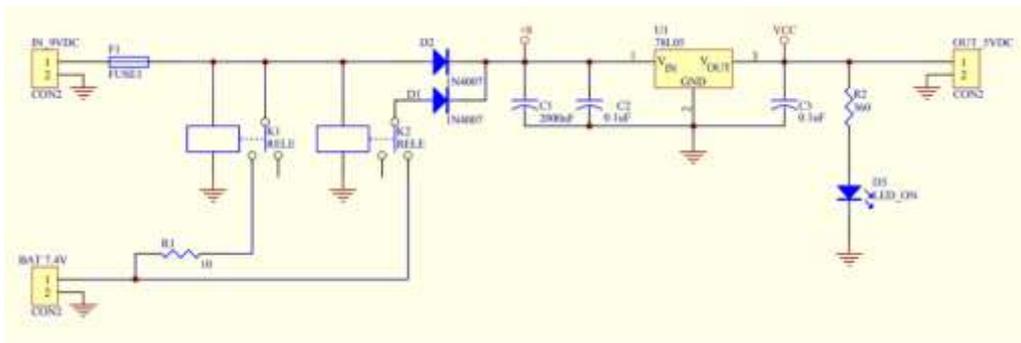


Figura 12.- Circuito de energización con Bypass

Fuente: Elaboración propia

3.3. Componentes del sistema

Arduino Nano

La Tarjeta Nano CH340G es una placa pequeña y completa basada en el microcontrolador ATmega328P. Tiene el mismo microcontrolador que la placa Arduino Uno, con la misma cantidad de pines digitales e incluso las mismas entradas analógicas. La placa Arduino Nano está diseñada para funcionar en una placa protoboard, lo que facilita la creación de prototipos de circuitos.



Figura 13.- Placa Arduino NANO

Fuente: (ARDUINO, 2022)

ESP-8266

Módulo de bajo coste para Arduino que permite conectar la placa en cuestión a una red vía Wi-Fi, por esto viene con una antena incorporada, esto permite que todos los proyectos que requieren una conexión física funcionen de forma remota, controlen todo, desde puertas de garaje hasta alarmas para el hogar, y construyan controladores LED.

Este módulo realiza el envío de datos en un determinado tiempo, el cual programa el usuario, dependerá del tipo de página que se utilice para el registro de las variables para tomar los códigos de verificación y conexión que se asigne a este dispositivo. Será necesario antes empezar por establecer la conexión por medio de Wifi del módulo para así poder tener acceso a la plataforma Ubidots.



Figura 14.- ESP-8266

Fuente: (López, 2019).

Sensor DTH22

El sensor que se muestra a continuación en la Figura 15, dentro del sistema se encarga de obtener los parámetros de temperatura y humedad relativa del ambiente del almacén, el mismo puede trabajar en un rango de -40 a 80 grados Celsius manejando una precisión de +/- 0.5 grados. Para el caso de la humedad su rango es de 0 a 100% y su precisión del +/- 5%. Este elemento se conecta al Pin D8 de la placa Arduino NANO.



Figura 15.- Sensor DTH22 Temperatura y Humedad Relativa

Fuente: (Mechatronics SAC, 2022)

Módulo I2C

El módulo adaptador de LCD a I2C es un expansor de E/S digital controlado por I2C. Debido a su diseño de placa de circuito impreso, este módulo se utiliza para controlar LCD alfanuméricos, así mismo permite la conexión de dos o más módulos en paralelo sin crear interferencia. Es así como desde el Arduino se puede controlar una o más módulos LCD, el I2C sirve especialmente para mostrar caracteres como una gota de agua que se refiera al nivel de humedad, entre otros especiales, los pines SDA y SCL deberán ir conectados al Pin A4 y A5.

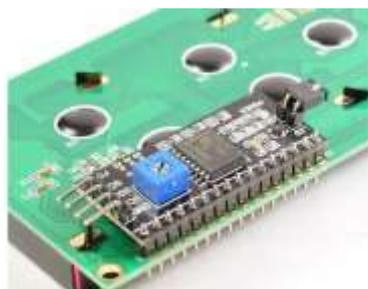


Figura 16.- Módulo I2C

Fuente: (Mechatronics SAC, 2022)

Pantalla LCD

Permiten la creación de textos, imágenes, gráficos al encender y apagarse, cuenta con un integrado para la memoria interna el mismo que almacena los caracteres. Con matrices LED de 4x20 columnas de cátodo común con una conexión entre sí de cada LED y ánodos conectados a la fila y cátodos a la columna. Las pantallas que se muestran por un determinado tiempo y cambian de manera automática, brinda información sobre los parámetros que captan los sensores en tiempo real.

Las pantallas a mostrar a través de la LCD son:

- Nombre de la empresa
- Autor
- Información sobre la Temperatura
- Nivel de Humedad Relativa
- Nivel de Luz
- Fecha y Hora en tiempo real

Todos estos datos enviados a la pantalla de visualización provienen desde el Arduino NANO, pines A4 – SDA y A5- SCL usando el módulo I2C como canal de transmisión.

LDR – Foto-Resistencia

Este sensor (Light Dependent Resistor) por sus siglas en inglés, nos va a permitir medir la intensidad de la luz en el entorno donde tengamos a realizar nuestro montaje, de tal manera que podamos decidir qué acciones a realizar en función de los umbrales de luz

u oscuridad, la resistencia de este componente cambia de acuerdo a la luz que actúa sobre él. El sensor LDR se conecta al pin A2 de la placa Arduino NANO.

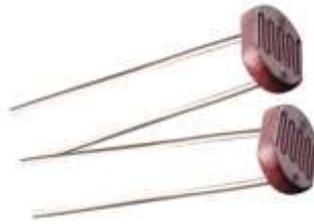


Figura 17.- Sensor LDR

Fuente: (MecatrónicaLATAM, 2021)

Módulo RTC

Los RTC (Real Time Clock) o reloj en Tiempo Real son la solución ideal cuando se requiere integrar mediciones de tiempo a nuestros proyectos. Los RTC son de muy bajo consumo por lo que pueden ser alimentados por batería y de esa forma no pierden la sincronización. Este módulo que se muestra en la figura 18 es el encargado de proporcionar la fecha y hora al sistema, misma que se muestra a través de la pantalla LCD. Se conecta en paralelo a los pines A4 -SDA y A5 - SCL.



Figura 18.- Módulo RTC

Fuente: (MecatrónicaLATAM, 2021)

Módulo SIM-900 GSM/GPRS

Módulo GSM que representa al modo de respaldo del sistema en caso de que el servidor de la página web no se encuentre habilitada para la visualización, adicional el

módulo realiza un envío de mensaje (SMS) al número de la persona registrada y responsable de la verificación constante de estas variables en el caso que se presente alarmas.



Figura 19.- Módulo GSM – SIM900

Fuente: (MecatrónicaLATAM, 2021)

Si las alarmas están en constante activación, el módulo realiza nuevamente la notificación al usuario hasta que este haga los correctivos en el área, adicional se podrá solicitar el status del sistema vía SMS y este devolverá el mensaje con los datos de los parámetros tomados en ese momento. Sus pines de conexión del módulo SIM900 serán:

D3 (Arduino) – D7(SIM900) – D4(Arduino) – D8(SIM900) – D5(Arduino) – D9(SIM900).

Elementos electrónicos varios

El sistema de control planteado lleva integrado varios elementos electrónicos aparte de los mencionados anteriormente, tal como se visualiza en la figura 20 tales como leds de varios colores que trabajaban como indicadores de nivel de alarma, un buzzer para la activación de alarma, así mismo conforma 4 botoneras que tienen diversas funciones en el sistema, tales como registrador de eventos, este muestra en la pantalla LCD el evento que ha tenido lugar recientemente, botonera de estado de conexión que muestra si los

módulos SIM900 y ESP-8266 están activos. El botón para silenciar la alarma y por último botón para regresar a la pantalla principal del sistema.



Figura 20.- Elementos electrónicos

Fuente: (Electrónica Online, 2022)

Se emplean el uso de los elementos como fusibles para protección, espadines y peinetas para el montaje y desmontaje de los elementos en la placa sea más sencillo, capacitores que mantienen el voltaje estable mientras el sistema es energizado. Se detalla a continuación las conexiones de cada elemento con el pin que corresponde del Arduino NANO.

- Led verde – Pin D11
- Led amarillo – Pin D10
- Led rojo – Pin D9
- Botón 1 -Pin A3
- Botón 2 – Pin A6
- Botón 3 – Pin D12
- Botón 4 – Pin D13
- Buzzer – Pin D6

Una vez que se realicen estas conexiones se procede con la conexión para la alimentación de los módulos, sensores y el resto de componentes que conforman al sistema.

A través del monitor serial que es la interfaz de programación del sistema podemos visualizar los datos que son tomados por los sensores y así mismo estos pueden ser comparados con los que muestra la pantalla LCD del dispositivo, es necesario verificar constantemente la conexión a la red Wifi para que los datos obtenidos puedan ser cargados y enviados a la página web para que sean de fácil acceso para el usuario.



Figura 21.- Interfaz de programación

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta en la Figura 22 el sistema esquemático y los módulos empleados para este sistema de control.

Una vez que está conectado el circuito inicia la toma de datos para cada una de las variables planteadas a través de la interfaz en el entorno de programación, los mismos datos serán cargados en la página web, que será mostrado en un tablero inicial en Ubidots.

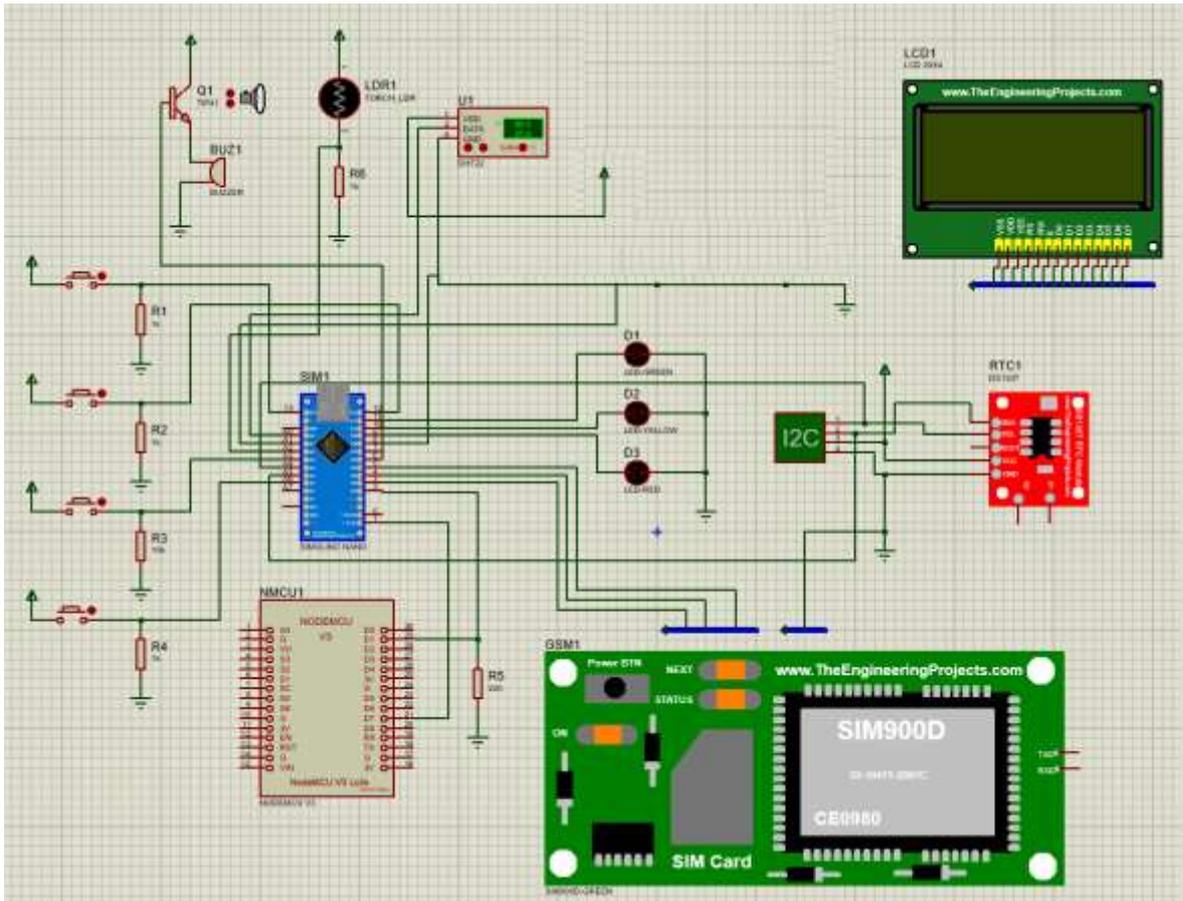


Figura 22.- Circuito esquemático del sistema.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Ubidots

Ubidots es la plataforma de Internet de las cosas (IoT) ideal para el desarrollo del presente proyecto, ya que permite la toma de decisiones para los integradores de sistemas de todo el mundo. Con este producto, puede enviar datos de sensores a la nube, configurar paneles y alertas, conectarse a otras plataformas, usar herramientas de análisis y ver mapas de datos en tiempo real. Esta herramienta puede ser aplicada tanto para el monitoreo de las industrias, servicio de informática y comunicación.



Figura 23.- Pantalla del Sistema para monitoreo en Ubidots

Fuente: Elaboración propia

3.5. Indicaciones para implementación

El dispositivo que llevará a cabo el control de las variables dentro de la bodega de almacenamiento estará ubicado en un área estratégica, estos datos obtenidos ayudarán al personal responsable del control dentro de la empresa a la supervisión y el mantenimiento para la toma de decisiones y al registro del comportamiento de la temperatura interna del almacén.

Para la prueba del correcto funcionamiento del sistema será necesario inducir el cambio de temperatura en el lugar, esta alteración generada dará lugar a que una de las variables sobrepase los rangos límites de tolerancia y emita la respectiva alarma.

Adicional se necesitará realizar comparaciones de la humedad relativa y temperatura donde se encuentre el sistema, la comparación de estas variables podrá llevarse a cabo con un dispositivo termohigrómetro.

Tomando en consideración que el área de bodega es un lugar de tránsito del personal siempre y cuando se requiera realizar un despacho de mercadería u otra actividad que implique la apertura de las puertas principales, esta acción puede provocar la desestabilización de la temperatura interna del lugar, por consiguiente, una probable activación de la alarma. El mismo caso con el uso de las luminarias, estas serán necesarias para el desarrollo de las actividades del personal mientras se encuentren dentro del almacén, por lo que influirá en la variación de temperatura por la carga térmica que producen estas.

A continuación, se muestran los parámetros establecidos para el funcionamiento de las variables según la normativa aplicada para el almacenamiento de equipos médicos.

Tabla 4.- Parámetros determinados para la implementación del sistema.

PARÁMETROS DETERMINADOS PARA FUNCIONAMIENTO			
Variables	Mínimo	Ideal	Máximo
Temperatura	20 °C	25°C	30 °C
Humedad Relativa	62%	65%	68%
Nivel de Luz	700 Ω	-	1020Ω

Nota: Esta tabla muestra los parámetros y rangos de los sensores y la activación de alarmas.

Fuente: Elaboración propia

Estos parámetros con esencialmente planteados para la bodega de almacenamiento de equipos médicos de BLANCO S.A. tomando en consideración su ubicación en el cantón Durán, el cual están dentro de la Zonal Regional 4 la cual comprende una zona de la alta humedad, por lo que la variación de su humedad relativa será entre +/- 2% del valor ideal y de su temperatura podrá jugar un +/- 5°C de lo ideal. En el caso del nivel de luz este estará sujeto al valor de la resistencia que se emplee, por lo que:

Más luz = menor resistencia eléctrica, por tanto, menor valor numérico.

Menos luz = mayor resistencia eléctrica, por tanto, mayor valor numérico.

3.6. Presupuesto

Para su implementación se ha considerado el estudio de un presupuesto el cual incluye, materiales, plataforma de registro y la asesoría técnica constante.

Tabla 5.- Presupuesto estimado para la compra de materiales necesarios.

Elemento /Material	Cantidad	V. Unitario	V. Total
Arduino NANO	1	\$13.75	\$13.75
Sensor ESP-8266	1	\$10.00	\$10.00
Sensor DHT22	1	\$8.00	\$8.00
Módulo I2C	1	\$5.00	\$5.00
Pantalla LCD 4x20	1	\$15.00	\$15.00
LDR – Foto-Resistencia	1	\$2.50	\$2.50
Módulo RTC	1	\$5.80	\$5.80
Módulo SIM-900	1	\$45.00	\$45.00
Cargador 9 Voltios, 3 A.	1	\$8.00	\$8.00
Batería	1	\$3.50	\$3.50
Regulador de Voltaje	1	1.50	1.50
Kit de elementos electrónicos varios (3 Diodos LED, 4 Capacitores, 1 Buzzer, 4 Botoneras, fusibles, espadines)	1	\$8.00	\$8.00
Acceso plataforma Ubidots	1	\$49 / mensual	\$49
		Valor total	\$175.05

Nota: Esta tabla muestra el costo de los elementos y componentes para el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se ha diseñado un sistema de control aplicado a la arquitectura de la tecnología IoT orientada brindar facilidades a los usuarios por medio de un sistema amigable, accesible y de bajo costo, adicional el proyecto propone materiales de electrónica económicos por los que sus elementos se los puede adquirir de forma local y son de fácil reemplazo.
- La aplicación de un sistema de control inteligente y monitoreo le ha permitirá a la empresa BLANCO S.A. contar con la trazabilidad que necesitan en su proceso de almacenamiento y bodega de equipos médicos, con el fin de poder tener respaldo de sus registros de condiciones ambientales ante los entes regulatorios de sanidad Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) que los auditan y así ofrecer a sus clientes la seguridad, calidad y bienestar que demanda.
- Para poder registrar la trazabilidad del sistema y la comprensión del funcionamiento fue imprescindible realizar la conectividad del dispositivo de medición junto con la página web Ubidots permitiendo interactuar en tiempo real con el proceso y el usuario.

RECOMENDACIONES

Para mantener la durabilidad del prototipo propuesto se recomienda lo siguiente:

- Mantenerlo fuera de ubicaciones donde pueda estar expuesto a caídas o golpes.
- Mantener constantemente el registro del cambio de batería para su continuo respaldo.
- Mantenimiento y limpieza de los sensores.

Es necesario que se configuren todas las notificaciones y avisos a más de un usuario para que puedan estar pendientes de las alarmas que emite el sistema y así poder actuar rápidamente ante alguna anomalía.

Se deberá tener en cuenta que al momento de implementar este sistema los dispositivos electrónicos se deben instalar en un lugar libre de humedad o polvo para así poder asegurar su funcionamiento y vida útil.

Implementar nuevas opciones de control que requiera la empresa BLANCO S.A. para así complementar su trabajo, como puede ser verificando otras variables a medir o actuadores para el control de sistemas en otras áreas.

Bibliografía

- Arango Trillos, J., Ramírez Orellano, L., Navarro Pino, D., Pinzón, R., & Miguel. (2021). Prototipo iot para monitorear variables agroambientalesdeterminantesenla productividad de fincas agropecuariasprototipo iot para monitorear variables agroambientalesdeterminantesenla productividad de fincas agropecuarias. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 39.
- Arduino. (julio de 2022). *Arduino Colombia*. Obtenido de <https://arduino.cl/arduino-nano/>
- Ayala Mejía, J. (2020). *Aplicación de la arquitectura orientada a servicios en el diseño de un sistema domótico, para la empresa DINELEC automatización & control*. Guayaquil: ESPOL. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/50401>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Guayaquil*. CAF.
- Bucheli, J., & Velásquez, L. (2014). *Diseño e implementación de un módulo didáctico con sistema HMI para el análisis y estudio de sensores y transductores de proximidad analógicos por medio de la tarjeta de adquisición de datos daq ni y controlada por el SOFTWARE LABVIEW*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6334/6/UPS-ST001076.pdf>
- Cegelsk, C. D. (2019). *Editorial Universitaria - Sistemas De Control*. Misiones, Argentina: Universidad Nacional de Misiones. Obtenido de https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/I_01_Sistemas_de_Control_web.pdf

- Cevallos Rodriguez, H. D., & Gualacio Padilla, J. L. (6 de julio de 2017). *DSPACE ESPOCH*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6992>
- Choudhary, H., Mandawaria, V., & Sharma, M. (2017). *A Comparative Analysis of PID Controller in Closed Loop System and Open Loop System*. Jaipur: Poornima College of Engineering.
- Comas-González, Z., Simancas-García, J., Vélez-Zapata, J., & Bernal, V. (2018). Redes de sensores inalámbricos para la monitorización de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. *Revista Espacios*, 13.
- Edgardo Romero, C., & Elustondo, A. (2022). Analisis de la capacidad de la placa ESP32 para integrar sistemas IoT descentralizados. *Revista elektron*, 41-45.
- El Universo. (2020). *Guayaquil se adapta a los retos del clima*. Obtenido de Informe verde: https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/docs_escribe/3785.pdf
- Electrónica Online. (julio de 2022). *Electrónica Online*. Obtenido de <https://electronicaonline.net/componentes-electronicos/>
- Espinoza, T. (2016). *Implementación de las buenas prácticas de almacenamiento y distribución de insumos médicos en la bodega general del Hospital Provincial General Docente de Riobamba*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6352/1/56T00682.pdf>
- Filgueira, G., & Permuy, F. (2018). *Automatización de una planta industrial*. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação.
- Hernández, D., & Molina, W. (2020). *Monitoreo de un sistema de generación fotovoltaica usando una plataforma de servicios basada en IoT (Internet de las Cosas)*.

Obtenido de Tecnológico Nacional de México- instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez:<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2325/MDRPIEL2019029.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IEEE. (2008). *Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms*. Editorial Grupo Libro. Obtenido de <https://www.worldcat.org/title/ieee-standard-dictionary-of-electrical-and-electronics-terms/oclc/36853808/editions?referer=di&editionsView=true>

Kahraman, H. (2018). *Open-Loop vs. Closed-Loop Control Systems*.

Loaiza, K. (2015). *Propuesta de un manual para la implementación de buenas prácticas de almacenamiento de medicamentos e insumos en el Hospital Pedro Vicente Maldonado*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6359/1/T-UCE-0008-072.pdf>

López, J. (21 de octubre de 2019). *Hard Zone*. Obtenido de <https://hardzone.es/reportajes/tema/esp8266-2n2222-arduino/>

Mecatrónica LATAM. (23 de abril de 2021). Obtenido de <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-luz/ldr/>

Mechatronics SAC. (julio de 2022). *Nay Lamp Mechatronics*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/58-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht22-am2302.html>

Núñez, G. (2020). *Diseño de un protocolo para implementación de buenas prácticas de almacenamiento de dispositivos médicos en la bodega del Hospital General Docente de Calderón*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/14071/1/56T00911.pdf>

- Ochoa, C., & Ortega, I. (2021). *Diseño e implementación de un sistema Fotovoltaico modular aplicado a la uliminación ornamental en ela ciudad de Cuenca*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21222/1/UPS-CT009330.pdf>
- Palaguachi, S. (2018). *Diseño, desarrollo e implementación de una estación meteorológica basada en una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas embebidos para la empresa elecaustro en la minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT y MODBUS*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16056/2/UPS-CT007785.pdf>
- Panata, P. (2020). *Software de control meteorológico para la detección de heladas y emisión de alertas tempranas en el geoportal del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua*. Obtenido de Universidad Tecnica de Ambato: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30692/1/Tesis_t1659si.pdf
- Patiño Velasco, M., & Racedo Niebles, F. (19 de octubre de 2021). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2038563>
- Pineda, M. (2018). La internet de las cosas, el Big Data y los nuevos problemas de la comunicación en el siglo XXI. *Mediaciones sociales*, 11-24.
- Romero Amondaray, L., Artigas Fuentes, F., & Anias Calderón, C. (2020). Redes de Sensores Inalámbricos Definidas por Software: revisión del estado del arte. *Redes de Sensores Inalámbricos Defínid Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 39-50.
- Suárez, M., & Vallejo, J. (2022). *Implementación de un sistema fotovoltaico para sistemas aislados de la red pública, con una carga de 200W*. Obtenido de Universidad

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22507/1/UPS-GT003713.pdf>

Taco, V. (2018). *Aplicación del sistema de control distribuido en la automatización industrial utilizando plantas didácticas con variables típicas*. Universidad Nacional de San Agustín .

Tobar, E., & Silva, R. (2018). *Desarrollo de un sistema para la motorización de variables físicas, basada en telemetría e OIT para instituciones hospitalarias de la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20700/1/UPS-GT003323.pdf>

Tony, K., & Dwyer , A. (2002). *Comparison of open and closed loop process identification techniques in the time domain*. Dublin: Technological University Dublin .

Torres, V. H. (22 de julio de 2016). *Repositorio IPICYT*. Obtenido de <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/116?locale-attribute=es>

Vazquez, A. (2008). *Control de temperatura de un reactor catalítico para la alquilación de hidrocarburos basada en respuesta en frecuencia*. Tecnológico Nacional de México.

Villajulca, J. C. (18 de junio de 2019). *Instrumentación y Control*. Obtenido de <https://instrumentacionycontrol.net/control-on-off-o-todo-nada/>

Villamil, J., & Guarda, T. (2018). App Móvil Desarrollada con Metodología Ágil para IoT Controlada desde una Red LAN/WAN con Placa de Desarrollo de Hardware Libre (Arduino). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 379-392.

Vintimilla, A. (2014). *Análisis de factores climáticos en las diferentes regiones del Ecuador para el diseño de pavimentos*. Obtenido de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1356/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-80.pdf>



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **María del Carmen García Pacheco**, con C.C: # **0929477958** autora del trabajo de titulación: **Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la empresa BLANCO S.A.**, previo a la obtención del título **Ingeniera Electrónica en Control y Automatismo** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2022

Nombre: **García Pacheco, María del Carmen**

C.C: **0929477958**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño de sistema de control inteligente para central de A/C y luminarias en bodega de almacenamiento de equipos médicos de la empresa BLANCO S.A.		
AUTOR(ES)	García Pacheco María del Carmen		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Suárez Murillo, Efraín Oswaldo		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Electrónica en Control Y Automatismo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	53
ÁREAS TEMÁTICAS:	Electrónica, Tecnología, Internet de las Cosas		
PALABRAS CLAVES:	Telemetría, IoT, Meteorología, Variables Físicas, Control Inteligente, Condiciones Ambientales, Sensores, Equipos Médicos, Bodega, Sistema De Monitoreo.		
RESUMEN:	<p>El presente trabajo de titulación está basado en el diseño de un sistema de control inteligente para la medición, control y monitoreo de las condiciones ambientales dentro de una bodega para el almacenamiento de equipos médicos, su aplicación está basado en la tecnología “IoT” o el Internet de las Cosas por lo que se creó el acceso por medio de una aplicación web que permite el monitoreo y verificación y notificación al usuario final en caso de la activación de una alarma por alguna variables fuera del rango establecido.</p> <p>Se lo elaboró con el objetivo de contribuir con la empresa y poder generar un registro a través de sistemas de telemetría y IoT, el cual se configura junto con diversidad de sensores y módulos electrónicos que permiten medir variables de temperatura, humedad relativa e intensidad de luz.</p> <p>Se realizó el análisis meteorológico del entorno donde se desarrollaría el sistema, con el fin de establecer una base teórica que pueda sustentar la parte técnica de este proyecto y su necesidad. En conclusión, se puede establecer que diseño planteado se basa en su arquitectura de una manera orientada al servicio, tales como: interoperabilidad, estandarización y trazabilidad como meta para cumplir las necesidades de los usuarios y brindar servicios más convenientes y seguros en el establecimiento.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593 993901885	E-mail: maría.garcia50@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Vélez Tacuri, Efraín Oliverio		
	Teléfono: +593-9-94084215		
	E-mail: efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			