

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

Volumen 3 · Número 1 · Junio 2021 · Publicación semestral



INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

REVISTA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN

ISSN 2600-5565

Volumen 2

Número 2

Diciembre 2020

Publicación Semestral

Dirección:

ISTCT, Av. Isaac Albéniz E4-15 y El Morlán, Sector el Inca, Quito - Ecuador

Contactos:

www.istct.edu.ec

www.investigacionistct.ec

email: investigacionistct20@gmail.com

Tel.: 099 924 1151

Director General

MBA. José Luis Flores, Rector
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico
Quito, Ecuador.

Editor en Jefe

MSc. Daniel Isaías Barzallo Núñez
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Editor Asociado

Vanessa Cristina Erazo
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

Ricardo Patricio Arciniega
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

Vicente Quishpe
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Edgar Valdemar Guamán Tenezaca
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Roberto David Lanás Pérez
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Javier Alejandro Núñez Salgado
Investigador independiente

Directora Comité Científico

MSc. Katalina Sarmiento, Vicerrectora
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico Quito,
Ecuador.

Expertos

Néstor Xavier Maya Izurieta
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

Paúl David Rosero Montalvo
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

Pamela Estefanía Godoy Trujillo
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

Carlos Paúl Caza García
Instituto Superior Tecnológico Nueva Vida

Bolívar Alejandro Cuaical Angulo
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Equipo Técnico

Luis Armando Caiza Quishpe
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

Rodrigo Andrés Cárdenas Yáñez
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Edwin Fernando Díaz Poma
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Edwin Alfonso Chamba Monar
Investigador independiente

Gissele Estefanía Mosquera Campaña
Investigador independiente

Pedro Jijón Cando
Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi

Rina Iliana Rosa Sanabria
Investigador independiente - Honduras

Christian Arturo Calderón Gavilanes
Investigador independiente

Luis Enríquez Pinzón Barriga
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio

Katuska Espinoza Pérez
Instituto Técnico San Antonio

Renato Rafael Amores Valiecilia
Investigador independiente

Diego Guacho
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Diseño y Diagramación

Ing. Hilda Jacqueline Montesdeoca Orozco Instituto
Superior Tecnológico Central Técnico

Traductora

MSc. Joyce Shirley Narváez Sarango
Instituto Superior Tecnológico Central Técnico

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

La aventura de descubrir



Primer Instituto Superior Universitario Público del Ecuador.

Junio 2021

Prólogo



La revista científica Central Técnico, en su quinta edición presenta investigaciones en las diferentes áreas del conocimiento y líneas de investigación con un carácter didáctico y multidisciplinario.

Por el rigor científico exigido por la revista, los trabajos que se presentan en este volumen a la comunidad educativa, tienen la virtud de contribuir y fortalecer el conocimiento en las áreas de Electrónica y Mecánica Industrial.

Hoy más que nunca, al estar viviendo en una sociedad del conocimiento y la información caracterizada por la globalización, la competitividad, el constante cambio climático, económico, social, la industria 4.0 entre otros factores, es necesario que existan espacios de apropiación, generación y divulgación del conocimiento y esta revista brinda esa oportunidad a todos los docentes investigadores comprometidos con la investigación científica, permitiendo así construir un mejor mundo para la sociedad.

Al término de esta quinta edición, deseo expresar mi agradecimiento a todos los docentes investigadores que contribuyeron con sus trabajos y especialmente a la Comisión de Investigación del Instituto Superior Universitario Central Técnico por la excelente labor que vienen desarrollando en beneficio de la investigación científica, actividad que es fundamental en la vida de las instituciones de educación superior.

Ing. José Luis Flores Flores, MBA

Rector ISU Central Técnico
Director General

Nota Editorial

Los proyectos realizados por docentes y estudiantes de los institutos de educación superior, centro de investigación y universidades nacionales e internacionales aportan al desarrollo del conocimiento de las futuras generaciones de profesionales y de la misma manera en los sectores sociales, industriales, ambientales, económicos, a los que van dirigidos sus trabajos. Por tal motivo es indispensable hacer público los resultados que se han generado alrededor de estos proyectos que se presentan en el quinto número de la revista de divulgación científica "Investigación Tecnológica IST Central Técnico".

La revista incluye áreas del conocimiento como mecánica automotriz, mecánica industrial, electrónica y electricidad. Los artículos publicados en esta edición corresponden a proyectos de investigación desarrollados entorno a las temáticas anteriormente presentadas.

Queremos expresar un especial reconocimiento a quienes conforman el órgano editorial de la revista de divulgación científica, a los integrantes de la coordinación de I+D+i y a las autoridades del Instituto Superior Universitario Central Técnico, rector Ing. José Luis Flores Flores MBA, vicerrectora Lcda. Katalina Sarmiento. Mgs, por su arduo trabajo y compromiso para hacer posible la publicación del quinto número de la revista de divulgación científica "Investigación Tecnológica IST Central Técnico".

Ing. Daniel Barzallo Mgs.

Editor General

Revista Investigación Tecnológica ISTCT

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

ÍNDICE

ESTUDIO DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN UN CONTENEDOR DE 55 m ³ PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO MULTIDISCIPLINARIO EN EL ISTSB.	7
FIRMWARE PARA PROGRAMAR GRÁFICAMENTE POR BLOQUES PLACAS NODEMCU CON DISPOSITIVOS ANDROID	19
MONITOREO Y OBTENCIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN DE UN MOTOR DC MEDIANTE EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN LABVIEW PARA PRÁCTICAS DE ESTUDIANTES DE ELECTRÓNICA DEL ISTCT.	31
SISTEMA IOT PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA EN ZONAS PECUARIAS	42

Study of Thermal Insulation in A 55 m³ Container for the Implementation of a Multidisciplinary Laboratory at ISTSB.

Estudio de Aislamiento Térmico en un Contenedor De 55 m³ Para la Implementación de un Laboratorio Multidisciplinario en El ISTSB.

Edwin Enrique Salas Arteaga¹ Yomira Cecibel Palma Quiñonez² Ing. Javier E. Malte (Tutor)³

¹Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador

E-mail: ypalma@istsb.edu.ec

²Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador

E-mail: esalas@istsb.edu.ec

³Docente, Instituto Tecnológico Superior Simón Bolívar, Guayaquil, Ecuador

E-mail: j_malte@istsb.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en la selección de un aislamiento térmico adecuado para un contenedor de 55 m³ de volumen, el cual será utilizado como laboratorio multidisciplinario en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, por medio de este estudio se seleccionará un aislamiento térmico con referencias técnicas, datos específicos, que sea económico y amigable con el medio ambiente, que puede brindar este tipo de materiales obteniendo así el mejor resultado y derivando las fallas que a largo plazo se puedan presentar, teniendo en consideración que el objetivo principal es el aislamiento térmico de una estructura metálica, para que cuando se vaya a climatizar el contenedor de 55 m³ no se tengan ningún tipo de inconvenientes y se brinde un ambiente adecuado a los estudiantes y docentes que vayan a utilizar el laboratorio multidisciplinario. Actualmente los aislamientos térmicos son utilizados en varias aplicaciones un ejemplo es el utilizado

en hospitales y en supermercados permitiendo obtener un clima adecuado para sus usuarios, en este caso el uso de contenedores de estructura metálica se utiliza en el transporte de medicinas y alimentos que necesitan de un ambiente adecuado y por ende utilizan un aislamiento térmico tradicional este tipo no es el más adecuados para el ambiente ya que en la ciudad de Guayaquil sufre cambios climáticos y muchas veces se sujeta a temperaturas tan elevadas que sobrepasan los 33°C y estos cambios bruscos pueden afectar en gran manera el rendimiento del equipo de climatización que esté instalado en el contenedor, así como también los equipos y a los usuarios como estudiantes y docentes en general.

Palabras clave-- Medio ambiente; Transferencia de Calor; Aislamiento Térmico; Climatización; Selección de Materiales.

ABSTRACT

This work focuses on the selection of a suitable thermal insulation for a container of 55 m³

volume, which will be used as a multidisciplinary laboratory at the Higher Institute of Technology Simón Bolívar, through this study will be selected a thermal insulation with technical references, specific data, which is economical and environmentally friendly, The main objective is the thermal insulation of a metallic structure, so that when the 55 m³ container is going to be air-conditioned, there will be no inconveniences and an adequate environment will be provided for the students and teachers who will use the multidisciplinary laboratory. Currently the thermal insulation is used in various applications, an example is the one used in hospitals and supermarkets allowing to obtain an adequate climate for its users, In this case the use of metal structure containers is used in the transport of medicines and food that need a suitable environment and therefore use a traditional thermal insulation this type is not the most suitable for the environment because in the city of Guayaquil suffers climatic changes and often subject to temperatures so high that exceed 33 °C and these sudden changes can greatly affect the performance of air conditioning equipment that is installed in the container, as well as equipment and users such as students and teachers in general.

Index terms— Environment; Heat Transfer; Thermal Insulation; Air Conditioning; Material Selection.

1. INTRODUCCIÓN.

Los proyectos finales de titulación han sido considerados uno de los pilares más importantes del Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, es necesario crear

un escenario donde participe el estudiante junto con su tutor encargado del proyecto con el fin de llevar a cabo un trabajo técnico basado en implementaciones, el tutor encargado debe promover conocimientos teóricos, prácticos e innovadores de tecnología para que los proyectos finales beneficien aumenten a la institución y a la sociedad en general.

Este proyecto es basado en conocimiento e investigación sobre técnicas de confort ambiental interno mismo que será realizado en Ecuador, en la provincia del Guayas del cantón Guayaquil precisamente en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, nos enfocaremos en el estudio técnico, selección del aislamiento térmico más adecuado, para el contenedor de estructura metálica que servirá como laboratorio multidisciplinario donde se realizarán prácticas técnicas.

Este proceso de aislamiento térmico se aplicará en un contenedor de estructura metálica su selección pasara por una calificación previa, este procedimiento está al margen de la investigación sobre los tipos de aislamientos térmico esto nos llevó a tomar en consideración características fundamentales tal como su valor económico, su disponibilidad en el mercado nacional y que sea amigable con el medio ambiente, además tienen ventajas y desventajas por ende nos ofrecen ciertas características específicas que nos llevan a tomar una decisión importante al momento de seleccionar el más adecuado.

El aislamiento térmico brinda muchas ventajas que nos hace acreedores del ahorro de recursos a largo plazo, al hablar de un laboratorio nos enfocamos en las personas que utilizarán tales como estudiantes y docentes, brindando un ambiente confortable. La ubicación contendor metálico con aislamiento térmico de 55m³ de volumen, estará en la parte lateral izquierda de la institución y será utilizado por los estudiantes y

docentes, específicamente para realizar clases prácticas – talleres, el trabajo que se realizará será de alto nivel e importancia para la institución y la sociedad en general.

2. METODOLOGÍA

El presente documento de investigación es elaborado por los estudiantes de titulación que cuentan con experiencias y capacidades tanto teóricas como técnicas, además de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante su proceso de formación profesional, la metodología que se va a utilizar es Analítico-sintético, Sistémico-Estructural e Inductivo-Deductivo basado en una investigación teórica los métodos que se utiliza en esta investigación son: Estudio bibliográfico y documental, Análisis teórico del fenómeno.

Para la instalación del aislamiento térmico se realiza por el método técnico estructural que es un trabajo de forma física y presencial. El principal material de estudio seleccionado para el aislamiento térmico en esta investigación es la lana de vidrio reciclable que presta excelentes propiedades es económico, fácil de adquirir y amigable con el ambiente. Por razones de investigación se realiza un bosquejo del contenedor con sus respectivas dimensiones esto mediante el uso del software de diseño AutoCAD, con lo cual se tiene medidas precisas del contenedor de estructura metálica.

3. DESARROLLO

La presente investigación de los estudiantes se realiza de forma teórica debido a la actual situación de pandemia que afecta nuestro país, los datos son tomados de las hojas técnicas de los materiales a ser utilizados para la elaboración del Aislamiento Térmico,

además se utilizara varias fórmulas para el estudio de transferencia de calor, que fueron obtenidas en los libros de los autores Yanus Cengel y Frank Incropera.

3.1. Ley de la Termodinámica

La termodinámica se basa en el comportamiento de tres magnitudes físicas que son: temperatura, energía interna y la entropía ya que, gracias a sus características caloríficas estas tres magnitudes van en conjunto con los sistemas termodinámicos. El término (termodinámica) proviene del griego *thermos*, que significa “calor”, y *dinamos*, que significa “fuerza” (López Tome, 2017). No obstante, la termodinámica no determina la velocidad en la cual sucede el proceso de transferencia de calor.

El concepto de temperatura se define como una medida de calor y frío, su concepto no es exacto ya que se puede expresar “de modo cualitativo con palabras como frío helador, frío, tibio, caliente y al rojo vivo; sin embargo, no es posible asignar valores numéricos a temperaturas basándose únicamente en las sensaciones” (Termodinámica, Yanus Cengel, pag. 17).

La energía interna de un sistema “es una representación del contenido energético a escala microscópica. Se debe a la suma de las energías cinética y potencial interior, fruto de la disposición e interacción entre las partículas o subsistemas que lo componen.” (Fundamentos de transmisión de calor pag. 10)

Una vez que hemos revisado conceptos básicos de termodinámica procedemos a un punto muy importante y es analizar el proceso de transferencia de calor, derivando así en nuestra investigación como el principio de Transferencia de Calor.

3.2. Teoría de la transmisión de calor

Se le llama transferencia de calor, a la transmisión térmica o al calor emitido que consiste en el traslado de energía calorífica de un cuerpo a otro.

Este fenómeno sucede cuando dos cuerpos que tienen diferentes temperaturas se ponen en contacto uno con el otro, provocado así el flujo de energía entre ellos llegando a un punto de equilibrio hasta alcanzar una temperatura equivalente.

El desarrollo de la transferencia de calor es inevitable, ya que es un sistema básico de la termodinámica, se puede desacelerar el proceso mediante el uso de Materiales aislantes a cualquiera de los dos cuerpos, pero siempre y cuando exista una diferencia de calor. La transferencia de calor puede realizarse por tres métodos que son: conducción, convección y radiación

3.3. Transferencia de Calor por Conducción

Este método es el más sencillo de comprender, este se basa en la transferencia de calor entre dos puntos de un cuerpo que se hallan a diferentes temperaturas sin que se provoque un traslado de materia entre los dos puntos de calor.

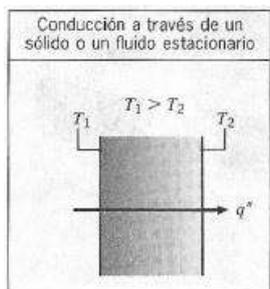


Figura 1: Transferencia de calor por conducción
Fuente:(Frank Incropera, 2000)

Para la conducción de calor se utiliza la siguiente ecuación que se conoce como Ley de

Fourier:

$$q_x'' = k \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (1)$$

Donde:

q_x'' = El Flujo de Calor

K = La conductividad térmica

T_1 = La temperatura externa

T_2 = La temperatura interna

L = El área de la pared

3.4. Transferencia de Calor por Radiación

Se conoce como radiación a la energía calorífica emitida por un cuerpo, sin necesidad de existir contacto entre un elemento de menor temperatura y uno con energía calorífica la emisión de temperatura se dará de forma directa al objeto receptor.

Para que este fenómeno se perciba es necesario que uno de los cuerpos tenga una elevada temperatura ya que la transferencia térmica en este caso depende de la diferencia de temperaturas que tienen cada uno de los cuerpos.

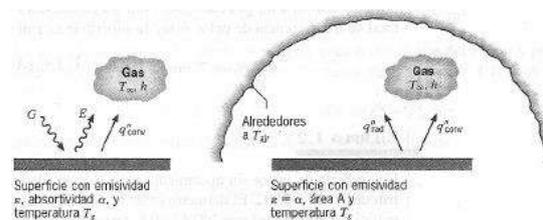


Figura 2: Radiación en la superficie. Radiación entre una superficie y sus alrededores.
Fuente:(Frank Incropera, 2000)

Para el intercambio de calor por radiación se utiliza la siguiente ecuación:

$$q_{rad} = h_r * A(T_s - T_{atr}) \quad (2)$$

Donde:

q_{rad} = Es el Flujo de calor por radiación

h_r = El coeficiente de transferencia de calor por radiación

T_s = La temperatura superficial

T_{air} = La temperatura ambiente

A = El área del elemento

3.5. Transferencia de Calor por Convección

Es un fenómeno en el cual interviene un fluido (gas o líquido) en movimiento que transporta la energía o temperatura entre dos zonas.

3.5.1. Convección Forzada: Cuando se produce el fenómeno en un sistema o aplicación a través de otros elementos como un ventilador, bomba, o movimientos mecánicos que produzcan una circulación artificial de los fluidos.

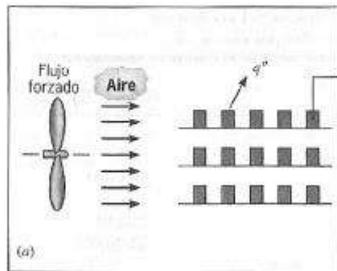


Figura 3: Convección Forzada.
Fuente: (Frank Incropera, 2000)

3.5.2. Convección Natural: El propio fluido realiza la convección a través del intercambio de moléculas que extraen calor de una zona cambiando su densidad y haciendo que se desplace hacia la zona más fría.

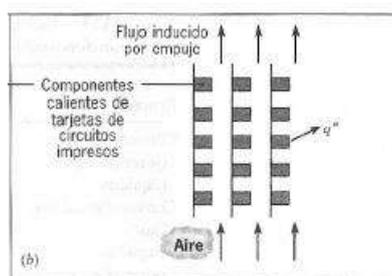


Figura 4: Convección Natural.
Fuente: (Frank Incropera, 2000)

3.6. El flujo de calor por convección esta expresada mediante la siguiente ecuación

Es un fenómeno en el cual interviene un fluido (gas o líquido) en movimiento que transporta la energía o temperatura entre dos zonas.

$$q'' = h(T_s - T_\infty) \quad (3)$$

Donde:

q'' = El Flujo de calor por convección

h = El coeficiente de transferencia de calor por convección.

T_s = La temperatura de la superficie.

T_∞ = La temperatura del ambiente.

3.7. Resistencia Térmica

Es un concepto muy importante, existe una analogía entre la difusión de calor y la carga eléctrica de igual manera se asocia una resistencia térmica con la conducción de calor. "Al definir la resistencia como la razón de un potencial de transmisión a la transferencia de calor correspondiente se obtiene la siguiente ecuación que representa la resistencia térmica para la conducción" (Frank Incropera, pag 76)

$$R_{t,cond} = \frac{T_{s,1} - T_{s,2}}{q} = \frac{L}{kA} \quad (4)$$

Donde:

$R_{t,cond}$ = Resistencia térmica por conducción

$T_{s,1}$ = Temperatura superficial fluido caliente

$T_{s,2}$ = Temperatura superficial fluido frio

L = espesor de la pared plana

K = coeficiente de transferencia de calor

A = Área

$$R_{t,conv} = \frac{T_s - T_\infty}{q} = \frac{1}{hA} \quad (5)$$

Donde:

$R_{t,conv}$ = Resistencia térmica por conducción

T_s = Temperatura superficial

T_∞ = Temperatura del medio ambiente

h = Coeficiente de transferencia de calor

A = Área

3.8. Pared compuesta

Los circuitos térmicos también se aplican en sistemas compuestos por varios materiales como lo es en nuestro caso, donde “las resistencias térmicas de conducción y convección en serie pueden sumarse mediante la siguiente ecuación” (Frank Incropera, pag. 77)

$$R_{tot} = \frac{1}{h_s A} + \frac{1}{kA} + \frac{1}{h_\infty A} \quad (6)$$

3.9. Ventajas y Desventajas de los Aislamientos Térmicos

Como punto importante antes de realizar los cálculos necesarios se debe comparar tipos de aislantes térmicos.

Tabla 1:
Comparación de los tipos de aislantes

AISLANTES TÉRMICOS PARA CONTENEDORES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EMBATUFF: Tipo de Aislante isotérmico estándar que protege los cambios de temperatura, protegiendo del calor por radiación(www.embalex.com/aislantes-isotermicos)	Excelente en transporte de productos químicos, farmacéuticos, alimentos etc.	Su costo es elevado y no se encuentra en el mercado local.
AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO Material de fibras de lana mineral y aglutinada. (www.calorcol.c	Poseen alta resistencia y se adaptan a diversas condiciones climáticas y	Su costo es variable y no se encuentra en el mercado local

om/aislantes-termicos)	ambientales	
LANA DE VIDRIO: Material aislante compuesto por arena y vidrio reciclado. (www.cir62.com/blog/35)	Es 100% reciclable, más económico muy resistente, se adapta a cualquier superficie	Requiere de un recubrimiento o adicional para encapsular el material.

Fuente: Propia

3.10. Selección de la Alternativa Adecuada

Se realiza en base al criterio técnico en donde se pondera cada de las alternativas, para lo cual se menciona los siguientes factores: Facilidad de instalación, Factor económico, vida útil, Facilidad de montaje y desmontaje. Para realizar este análisis se presenta el siguiente cuadro.

Tabla 2
Selección de alternativa.

FACTORES	EMBATUFF	AISLAMIENTO TERMOACUSTICO	LANA DE VIDRIO
Facilidad de instalación	OK	OK	OK
Factor económico	NEGATIVO	NEGATIVO	OK
Facilidad de montaje y desmontaje	OK	OK	OK
Vida Útil	NEGATIVO	OK	OK
Disponibilidad en el mercado nacional	NEGATIVO	NEGATIVO	OK

Fuente: Propia

Del cuadro anterior se llega a la conclusión que el material más adecuado es la lana de vidrio la cual cumple con todos los factores de selección.

3.11. Condiciones climáticas y temperatura de la

ciudad de Guayaquil

De acuerdo con los datos obtenidos con fecha 18/01/2021 de la página Weather Spark tiene las siguientes variaciones de temperatura:

- Humedad relativa: 60%
- Temperatura de bulbo seco: 33°C
- Temperatura de bulbo húmedo: 24°C
- Medidas y diseño del contenedor

Tabla 3
Condiciones

ITEM	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m2 K)
Pared frontal		2,99	2,64	0,46
Pared Lateral	6,94		2,64	0,46
Pared Techo	6,94	2,99		0,26
Piso	6,94	2,99		1,24

Fuente: Propia

4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

Este proyecto se realiza de acuerdo a la temperatura máxima en verano en la ciudad de Guayaquil, específicamente el mes de diciembre donde se obtiene los siguientes valores:

- Temperatura máxima: 35°C
- Temperatura mínima: 15°C
- Temperatura de punto de rocío: 19°C
- Velocidad del viento: 14 km/h
- Humedad Máxima: 78%
- Humedad promedio: 61%
- Humedad mínima: 37%

4.1. Estructura del contenedor

Las paredes, techo y el piso se componen de planchas de gypsum de 20 mm en espesor, lana de vidrio de 40mm y chapa metálica A36 de 2mm en espesor. Las dimensiones generales de cada elemento para el cálculo de

su área correspondiente se muestran a continuación:

Datos:

Medidas de techo:

- L= 6.94 m
- Ancho: 2.99m
- Espesor de pared: 14mm
- Conductividad: 0,26 w/m2k

Medidas de paredes:

Pared frontal:

- AL: 2.64m
- L: 6.94m
- Espesor de pared = 14 mm
- Conductividad = 0,46 w/m²k
- Estructura como está constituido el sistema de aislamiento del contenedor

Parte del piso

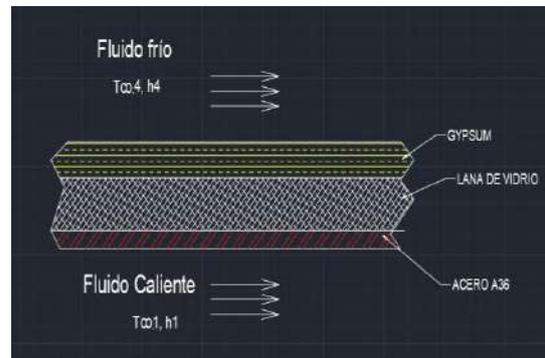


Figura 5. Esquema del circuito de Resistencia Térmica para inferior

Fuente: Propia, 2021.

Parte del techo

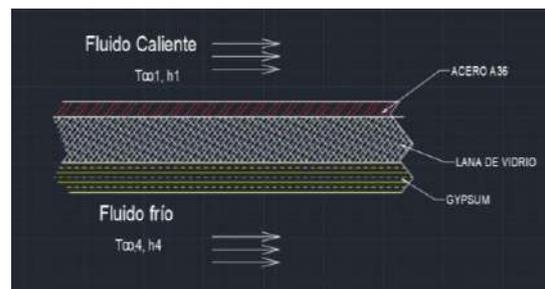


Figura 6. Esquema del Circuito de Resistencia Térmica parte superior.

Fuente: Propia, 2021.

Paredes

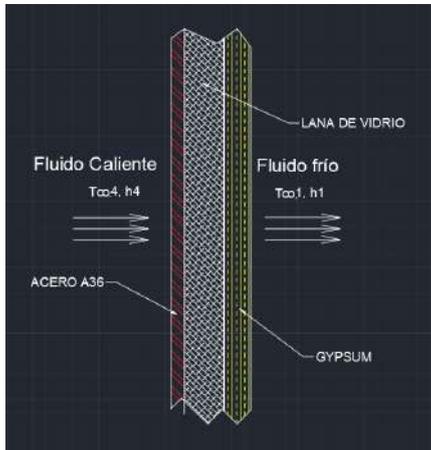


Figura 7. Esquema del Circuito de Resistencia Térmica para Lateral.
Fuente: Propia, 2021.

4.2. Calculo de Coeficiente Global de Transferencia de Calor

La cantidad de calor transferido a través de cualquier pared, techo de un contenedor se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = U * A * (T_i - T_o) \quad (7)$$

Donde:

Ti= temperatura interna

To= Temperatura externa

U= coeficiente global de trasferencia

A= área transversal de flujo de calor

4.3. Calculo del Coeficiente de Transferencia de Calor por Convección

La convección es un mecanismo de transferencia de calor en el cual fluye a través de un fluido cuando existe movimiento masivo, este fenómeno se clasifica en convección libre o natural y convección forzada.

4.3.1. Condiciones Climáticas

Tabla 4

Condiciones Climáticas de la ciudad de Guayaquil

Estación	Condiciones externas	Rangos medios diarios
Invierno (diciembre)	T(min)= 15[°C] (59[°F]) HR= 76[%] V= 14 [km/h]	T(min)=12.5[°C] 54.5[°F])
Verano (Junio)	T(max)= 35[°C] (95[°F]) HR= 62[%] V= 16[km/h]	T(max)=36.5[°C] (97.7[°F])

Fuente: Propia

4.3.2. Condiciones de Temperatura y Humedad

Tabla 5

Condiciones de Temperatura y Humedad

Condiciones fuera de la cámara	Condiciones internas de la cámara
Temperatura máxima T= 25[oC] (77[oF]) HR= 30[%] V=0.30[m/s]	T=22[oC] (71.60[oF]) HR=60[%]
Temperatura mínima T=20[0C] (68[oF]) HR= 30[%] V=0.30[m/s]	

Fuente: Propia

4.4. Cálculo de Cargas Térmicas

El cálculo de cargas térmicas se realizará de manera individual para verano e invierno, ya que para cada época la temperatura y la humedad varían y para este caso se tomaron valores aproximados para lograr calcular. Las cargas térmicas en verano se calcularon mediante los valores arrojados en las tablas.

884
APÉNDICE 1

TABLA A-15
Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp. T, °C	Densidad, ρ, kg/m ³	Calor específico, c _p , J/kg · K	Conductividad térmica, k, W/m · K	Difusividad térmica, α, m ² /s	Viscosidad dinámica, μ, kg/m · s	Viscosidad cinemática, ν, m ² /s	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158 × 10 ⁻⁴	8.636 × 10 ⁻⁵	3.013 × 10 ⁻⁴	0.7241
-100	2.038	966	0.01582	8.036 × 10 ⁻⁴	1.189 × 10 ⁻⁴	5.837 × 10 ⁻⁴	0.7251
-50	1.582	999	0.01979	1.252 × 10 ⁻³	1.474 × 10 ⁻⁴	9.319 × 10 ⁻⁴	0.7441
-40	1.514	1.002	0.02057	1.356 × 10 ⁻³	1.527 × 10 ⁻⁴	1.008 × 10 ⁻³	0.7431
-30	1.461	1.004	0.02134	1.465 × 10 ⁻³	1.579 × 10 ⁻⁴	1.087 × 10 ⁻³	0.7421
-20	1.394	1.005	0.02211	1.578 × 10 ⁻³	1.630 × 10 ⁻⁴	1.169 × 10 ⁻³	0.7406
-10	1.341	1.006	0.02288	1.696 × 10 ⁻³	1.680 × 10 ⁻⁴	1.252 × 10 ⁻³	0.7387
0	1.292	1.006	0.02364	1.818 × 10 ⁻³	1.729 × 10 ⁻⁴	1.338 × 10 ⁻³	0.7367
5	1.269	1.006	0.02401	1.880 × 10 ⁻³	1.754 × 10 ⁻⁴	1.382 × 10 ⁻³	0.7351
10	1.246	1.006	0.02439	1.944 × 10 ⁻³	1.778 × 10 ⁻⁴	1.426 × 10 ⁻³	0.7334
15	1.225	1.007	0.02476	2.009 × 10 ⁻³	1.802 × 10 ⁻⁴	1.470 × 10 ⁻³	0.7321
20	1.204	1.007	0.02514	2.074 × 10 ⁻³	1.825 × 10 ⁻⁴	1.516 × 10 ⁻³	0.7306
25	1.184	1.007	0.02551	2.141 × 10 ⁻³	1.849 × 10 ⁻⁴	1.562 × 10 ⁻³	0.7294
30	1.164	1.007	0.02588	2.208 × 10 ⁻³	1.872 × 10 ⁻⁴	1.608 × 10 ⁻³	0.7281
35	1.145	1.007	0.02625	2.277 × 10 ⁻³	1.895 × 10 ⁻⁴	1.655 × 10 ⁻³	0.7268
40	1.127	1.007	0.02662	2.346 × 10 ⁻³	1.918 × 10 ⁻⁴	1.702 × 10 ⁻³	0.7255
45	1.109	1.007	0.02699	2.416 × 10 ⁻³	1.941 × 10 ⁻⁴	1.750 × 10 ⁻³	0.7241
50	1.092	1.007	0.02735	2.487 × 10 ⁻³	1.963 × 10 ⁻⁴	1.798 × 10 ⁻³	0.7228
60	1.069	1.007	0.02808	2.632 × 10 ⁻³	2.008 × 10 ⁻⁴	1.896 × 10 ⁻³	0.7202
70	1.028	1.007	0.02881	2.780 × 10 ⁻³	2.052 × 10 ⁻⁴	1.995 × 10 ⁻³	0.7177
80	0.9994	1.008	0.02953	2.931 × 10 ⁻³	2.096 × 10 ⁻⁴	2.097 × 10 ⁻³	0.7154
90	0.9718	1.008	0.03024	3.086 × 10 ⁻³	2.139 × 10 ⁻⁴	2.201 × 10 ⁻³	0.7131
100	0.9458	1.009	0.03095	3.243 × 10 ⁻³	2.181 × 10 ⁻⁴	2.306 × 10 ⁻³	0.7111

Figura 8. Tabla de propiedades del Aire para distintas temperaturas
Fuente: Propia, 2021.

4.5. Carga Térmica de Todo el Contorno del Contenedor.

El cálculo de esta carga se determinó con el coeficiente global de transferencia de calor para el techo y el coeficiente de transferencia de calor por convección.

Es muy importante calcular el área del techo, para esta investigación se tomó como valores de temperaturas máxima y mínima.

4.5.1. Cálculo del coeficiente de transferencia de calor por convección.

Para el cálculo de la transferencia de calor por convección utilizaremos la siguiente formula:

$$q_x = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{\sum R_t} \quad (8)$$

q_x = Coeficiente global de transferencia de calor

R_t = Resistencia térmica total

$T_{\infty,1}$ = Temperatura fluido caliente

$T_{\infty,2}$ = Temperatura fluido frio

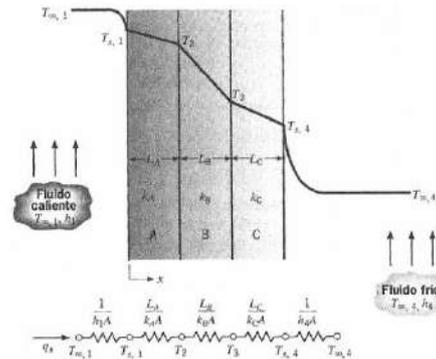


Figura 9. Circuito térmico equivalente para una pared compuesta en serie.
Fuente: (Frank Incropera, 2000)

Procedemos a calcular cada característica que requiere dicha fórmula:

Verano

Tabla 6
Condiciones iniciales de estudio

Propiedades y condiciones iniciales
T= 308o k – 35 oC Propiedades de aires a 308 ok
$p = 1.145 \frac{kg}{m^3}$ $u = 1.895 \times 10 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ Pr=0,7268 K = 0,02625
Velocidad del viento: 14 km/h= 3.8 m/s
Longitud característica
$C = \frac{A}{P} = \frac{46.96m^2}{50.28m^2} = 0.933$

Fuente: Propia

Tabla 7
Cálculo del número de Reynold

Número de Reynolds y número de Nusselt
Número de Reynolds
$Re = \frac{p * U * c}{u} = \frac{1.145 * 3.8 * 0.933}{1.895 * 10^{-5}} = 213531.93$
Número de nusselt

$Nu = 0.664 * Re^{1/2} * Pr^{1/3}$ $= 0.664 * (213531.93)^{1/2} * (0.7268)^{1/3}$ $Nu = 17147.91$
Coefficiente de transferencia de calor por convección
$h = \frac{Nu * K}{L} = \frac{17147.91 * 0.02625}{0.933}$ $= 484.78 \text{ W/mk}$
$R_1 = \frac{1}{h} = \frac{1}{484.78} = 0.0020 \text{ W/mk}$

Fuente: Propia

Invierno

Tabla 8
Cálculos de variables para invierno

Propiedades y condiciones iniciales
<p>T (min) = 15 °C P = 1.225 kg/m³ u = 1.802 x 10⁻⁵ kg.m/s Pr = 0,7323 K (10³) = 0.02476 w/mk K (x10³) = 0.02476 w/mk velocidad del viento = 3.8 m/s</p> $Q = U * A * (T_i - T_0)$ $\rightarrow Q = 0.02 * 20.75 * (35 - 15) = 8.30$ $R = \frac{L}{k} \rightarrow R = \frac{14 \text{ mm}}{0.26 \text{ w/m } 2k} = 53.85$ $U = \frac{1}{R} \rightarrow U = \frac{1}{53.85} = 0.02$
Longitud característica
L _c = 0.933
Numero de Reynolds y numero de nusselt
<p>Numero de Reynolds</p> $Re = \frac{\rho * U * L_c}{\mu} = \frac{1.225 * 3.8 * 0.933}{1.802 \times 10^{-5}} = 241016.37$ <p>Numero de nusselt</p> $Nu = 0.664 * Re^{1/2} * Pr^{1/3} = 0.664 * (241016.37)^{1/2} * (0.7323)^{1/3} = 269659.50$

Coefficiente de transferencia de calor por convección
$h = \frac{Nu * K}{L} = \frac{269659.50 * 0.2476}{0.933}$ $= 71562.3$
$R_4 = \frac{1}{h} = \frac{1}{71562.3} = 0.000013$

Fuente: Propia

4.5.2. Cálculo de la Resistencia total del Circuito.

$$R_{total} = \frac{1}{A} \left[\frac{1}{h_1} + \frac{L_g}{K_g} + \frac{L_t}{K_t} + \frac{L_{lv}}{L_{lv}} + \frac{1}{h_4} \right]$$

$$R_{total} = \frac{1}{46.96 \text{ m}^2} \left[\frac{1}{484.78 \text{ W/m}^2\text{k}} + \frac{0.02 \text{ m}}{0.25 \text{ W/mk}} + \frac{0.002 \text{ m}}{47 \text{ W/mk}} + \frac{0.04 \text{ m}}{0.035 \text{ W/mk}} + \frac{1}{71562.3 \text{ W/mk}} \right]$$

$$R_{total} = 0.026085 \text{ k/W}$$

4.5.3. Cálculo de Transferencia de Calor.

$$Qx(t_1) = \frac{t_i - t_o}{R_{total}} = \frac{35 - 15}{0.026085} = 744.87 \text{ W}$$

$$Qx(t_2) = \frac{t_i - t_o}{R_{total}} = \frac{32 - 20}{0.026085} = 446.92 \text{ W}$$

5. RESULTADOS ESPERADOS

Según los objetivos planteados en la presente investigación los resultados antes expuestos para dos distintas condiciones muestran que los valores obtenidos de la transferencia de calor varían en función de la temperatura tal es el caso de la ciudad de Guayaquil la cual cambia constantemente debido a los cambios climáticos.

De acuerdo con el estudio se estima que los lectores obtengan información clara y puntual,

momento de seleccionar el tipo de aislante térmico ideal para determinado proyecto.

Los objetivos alcanzados a través de esta propuesta son:

- Dar a conocer a los lectores, que nuestros estudiantes del ISTSB en conjunto con nuestro equipo de docentes y con la ayuda de nuestras autoridades que nos permiten trabajar en conjunto para lograr los objetivos, mediante la utilización materiales reciclables como un contenedor, conocimiento necesario para seleccionar un aislante térmico adecuado.
- Ayudar en el proceso que se realizara cuando estructuren el laboratorio multidisciplinario de manera física y presencial.
- Crear un ambiente de trabajo en la institución que sea agradable y confortable para los estudiantes, docentes que estén realizando prácticas técnicas en el laboratorio multidisciplinario.
- Promover a que este estudio de aislamiento térmico de un contenedor metálico de 55 m³ sea un ejemplo para que la institución realice proyectos innovadores y se utilicé material reciclable de manera estamos aportando con la contaminación ambiental este, con el fin de beneficiar a los estudiantes y docentes a futuro.

6. DISCUSIÓN

El presente estudio se lo ha hecho con la finalidad de promover el desarrollo de los conocimientos de los estudiantes formar una cultura investigativa, con el único fin fortalecer proyectos innovadores y con tecnología de punta, para suplir la falta de infraestructura de la institución, mediante la

reutilización de contenedores los cuales existen en gran cantidad en el puerto marítimo de la ciudad de Guayaquil, muchos de estos contenedores se encuentran actualmente en pésimas condiciones debido a las condiciones climáticas las cuales deterioran estas estructuras metálicas, ya se encuentran afectadas por la corrosión y la falta de un lugar adecuado donde se puedan almacenar.

La reutilización de estos contenedores es aprovechada por algunas empresas constructoras en el sector petrolero ya que equipan estas estructuras metálicas con lo necesario para que sirvan como oficinas y dormitorios del personal operativo en campo.

7. CONCLUSIONES

Mediante el trabajo elaborado en este estudio sin duda alguna aportara a otras instituciones, no solo publicas sino también de la empresa privada que, por falta de infraestructura costosas no desarrollan todo su potencial en cuanto al conocimiento y destreza de sus trabajadores, de las cuales pueden ser utilizadas en diferentes áreas de trabajo.

Aquellos Institutos públicos que tengan falta de infraestructura por medio de la reutilización de contenedores metálicos pueden ser económicos al momento de ser acondicionados para ser utilizados como aulas o laboratorios que brindan un ambiente adecuado donde se puedan desarrollar las actividades académicas de los estudiantes y docentes.

Ayudará en parte al medio ambiente mediante el reciclaje de estas estructuras metálicas que resultan ser económicas al momento de ser acondicionadas, es primordial conocer los materiales que conforman el contenedor, sus dimensiones exactas tanta de la parte superior e

inferior de la misma ya que sin estos datos no se podría calcular las cargas térmicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Yunus A. Cengel, Afshin J, Transferencia de Calor y Masa; Cuarta Edición; Editorial Mc Graw Hill; México 2011.

Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Fundamentos de Transferencia de Calor; Cuarta Edición; Editorial Prentice Hall; México 2000.

Carlos F. Ayala, Edgar V. Montenegro, Diseño del sistema de Aire Acondicionado para un Bus Tipo Turismo; Facultad de Ingeniería Mecánica E.P.N; Quito – Ecuador, 2010.

Firmware for graphical block programming of NodeMCU boards with Android devices

Firmware para programar gráficamente por bloques placas NodeMCU con dispositivos Android

Jhonny Dávila Ramírez¹ Darío Fernando Yépez Ponce² Héctor Mauricio Yépez Ponce³

¹*Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas Ecuador
E-mail: jhonyjdvla@gmail.com*

²*Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador
E-mail: dfyp1991@gmail.com*

³*CEO Arduelectronics, Otavalo, Ecuador
E-mail: mauroyeppez32@gmail.com*

RESUMEN

Actualmente, la programación es una de las asignaturas que debe estar presente en todo nivel educativo para innovar los procesos de enseñanza – aprendizaje. La programación de placas microcontroladas es una temática que se estudia generalmente en educación superior, para mitigar este inconveniente se han desarrollado varios softwares que permiten programar ciertas placas microcontroladas gráficamente. Teniendo esto en mente se desarrolló un Firmware en AppInventor2 y el IDE Arduino que permite programar las entradas/salidas digitales y la entrada analógica de las placas NodeMCU ESP8266 por medio de dispositivos inteligentes con sistema operativo Android. Para el desarrollo del Firmware se utilizó el modelo de desarrollo evolutivo (espiral) basado en la metodología STEAM, este modelo permitió tener un Firmware robusto debido a los ciclos repetitivos. El Firmware le permite al usuario programar la placa NodeMCU ESP8266 sin la necesidad de que tenga conocimientos de programación, debido a que utiliza la programación gráfica de bloques.

Además, la placa es programada en tiempo real y de forma inalámbricamente desde el dispositivo inteligente, contribuyendo así al movimiento de los proyectos DIY (hágalo usted mismo) para que pueda ser incorporado en los procesos educativos desde tempranas edades. Conjuntamente con el Firmware se implementó una placa de desarrollo para que los usuarios no necesiten tener conocimientos de electrónica para el armado, sin embargo; la placa de desarrollo cuenta con pines de conexión para que el usuario pueda conectar elementos electrónicos adicionales. El Firmware le permite al usuario ver las líneas de código que se van generando en función de los bloques que va usando para que vaya aprendiendo el lenguaje de programación escrito, para que en el futuro desarrolle proyectos más sofisticados. Finalmente, el Firmware y la placa de desarrollo fueron valorados por tres expertos en el área de docencia y programación.

Palabras clave-- APP para NodeMCU; Firmware para NodeMCU; Programación

interactiva; Robótica educativa; Metodología STEAM.

ABSTRACT

Currently, programming is one of the subjects that must be present at all educational levels to innovate the teaching-learning processes. The programming of microcontroller boards is a subject that is generally studied in higher education, to mitigate this drawback have been developed several software that allow programming certain microcontroller boards graphically. With this in mind a Firmware was developed in AppInventor2 and the Arduino IDE that allows programming the digital inputs/outputs and analog input of the NodeMCU ESP8266 boards by means of smart devices with Android operating system. For the development of the Firmware, we used the evolutionary development model (spiral) based on the STEAM methodology, this model allowed to have a robust Firmware due to the repetitive cycles. The Firmware allows the user to program the ESP8266 NodeMCU board without the need for programming knowledge, since it uses graphical block programming. In addition, the board is programmed in real time and wirelessly from the smart device, thus contributing to the DIY (do-it-yourself) project movement so that it can be incorporated into educational processes from an early age. In conjunction with the Firmware, a development board was implemented so that users do not need to have knowledge of electronics for assembly, however; the development board has connection pins so that the user can connect additional electronics. The Firmware allows the user to see the lines of code that are generated based on the blocks that are used to learn the written programming language, so

that in the future the user can develop more sophisticated projects. Finally, the Firmware and the development board were evaluated by three experts in the area of teaching and programming.

Index terms-- APP for NodeMCU; Firmware for NodeMCU; Interactive programming; Educational robotics; STEAM Methodology.

1. INTRODUCCIÓN.

Para Granados (2016), hoy en día la sociedad emplea gran parte del tiempo en entornos digitales, donde se facilita el acceso al intercambio de información, productividad y entretenimiento. Las áreas de programación se vuelven cada vez más indispensables para las empresas, solo en los Estados Unidos, se calcula que más de un millón de empleos de programación quedarán vacantes para el año 2020 (El diario de la república, 2018). Pujades (2017), menciona que en Latinoamérica se dio un crecimiento notable en el uso de tecnología, sin embargo; carece de un desarrollo tecnológico propio.

En España, en la Universidad de Valladolid se desarrolló un proyecto que crea una red WiFi estándar que los usuarios sin conocimientos avanzados de programación pueden adaptar a sus propios proyectos de domótica de una forma rápida y sencilla desde una aplicación para dispositivos móviles (Castrillejo, 2020).

En Rusia, (Chursin & Semenov, 2020) desarrollaron un juego de aprendizaje con la placa ESP8266. El juego desarrollado enseña y desarrolla las habilidades en las áreas de matemáticas, física, programación y los fundamentos de la robótica de los estudiantes. En este trabajo realizaron además la comparativa entre la programación por USB y por WiFi, la cual arrojó como resultado que la forma inalámbrica tardaba aproximadamente dos segundos más que la cableada.

En Taiwan, (Hsieh, 2021) desarrolló un robot barato, interactivo y programable para ayudar a los estudiantes a aprender Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés), de forma efectiva y amigable. El robot fue desarrollado en el código abierto Ottobot, la estructura externa fue impresora en

3D para que su forma puede ser personalizada por los usuarios. Para el control empleó una placa Arduino Nano integrada con un módulo bluetooth HC-06 y una placa ESP8266 para que el robot pueda ser controlado de forma remota a través de Bluetooth o WiFi.

En Ecuador, en la Universidad Técnica de Manabí, realizaron un proyecto para la orientación de personas con discapacidad visual mediante una APP que usa los sensores propios (GPS y acelerómetro) del dispositivo móvil (Zambrano et al., 2019).

En Esmeraldas, en el Instituto Superior Tecnológico Eloy Alfaro implementaron un robot móvil basado en la metodología STEAM. El robot utiliza una placa NodeMCU y por medio de una APP amigable e intuitiva le permite al usuario aprender los fundamentos de matemática y orientación espacial siguiendo el eslogan “aprender jugando” (Bastidas, Yépez & Mosquera, 2020).

En la revisión literaria, la mayor parte de aplicaciones en las que se utiliza la placa NodeMCU son para aplicaciones orientadas al IoT, domótica, inmótica, puntos de acceso en redes, otras (Ingeniería e Investigación, 2011).

En los últimos años, se ha popularizado la creación de dispositivos que transformen la enseñanza tradicional, con estos antecedentes nació la idea de desarrollar un Firmware y una APP con comunicación inalámbrica para programar placas NodeMCU ESP8266 de manera sencilla contribuyendo a las filosofías DIY y STEAM.

La creación del Firmware para programar placas NodeMCU con dispositivos Android que se presenta en este artículo consta de una placa de desarrollo y un Firmware que permite programar la las entradas/salidas digitales y la

entrada analógica de la placa. La APP desarrollada en APPinventor2 se vincula con el Firmware desarrollado en el IDE Arduino para que el usuario por medio de una programación gráfica por bloques pueda programar la placa de desarrollo de forma fácil e intuitiva. La placa de desarrollo está constituida de 12 led's, un sensor electromagnético, el módulo relé y un buzzer, con la cual se puede enseñar robótica educativa. Además, en la placa de desarrollo se han dejado unos pines para que el usuario pueda añadir tanto elementos electrónicos como sensores y con ello realizar prácticas y/o proyectos de mayor complejidad. Para el desarrollo la APP, se eligió el sistema operativo Android debido a que es el sistema operativo más utilizado en el mundo, en su lista de fabricantes se encuentran Sony, Samsung, HTC, Motorola, ZTE, Huawei, LG, entre otros (Torres, 2020). Otra de las ventajas que brinda el sistema operativo Android es la libertad que ofrece para el desarrollo de aplicaciones y cuenta con una tienda de APP's disponibles para que cualquier usuario pueda instalar y/o subir sus APP's creadas (Android, s.f.).

El presente artículo se encuentra distribuido de la siguiente forma, en la Sección 2 se dan a conocer las metodología y materiales empelados en el desarrollo del Firmware. Los resultados obtenidos, la funcionalidad y validación del proyecto son presentados en la Sección 4, la discusión es realizada en la Sección 5 y finalmente, en la Sección 6 se plasman las conclusiones de la investigación y el desarrollo realizado.

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA.

2.1. Materiales.

2.1.1. Placa NodeMCU ESP8266

En la Tabla 1, se especifican las características

más relevantes de las placas NodeMCU ESP8266 LoLin V3. En la placa NodeMCU se encuentra cargado el Firmware desarrollado por medio del cual se pueden comunicar inalámbricamente la placa de desarrollo y la APP. La placa NodeMCU es una placa de desarrollo "open source" de bajo costo que puede ser programada en diferentes lenguajes de programación.

Tabla 1
Características de la placa NodeMCU LoLin V3.

NodeMCU LoLin V3	
Descripción	Valor
Módulo	ESP8266
Convertor serial	CH340G
Módulo Wi-Fi	2.4 GHz
Memoria FLASH	4MB
Pines GPIO	17
Pines Analógicos	1
VIN	Máximo 5V
Regulador integrado	3.3V

Fuente: (Díaz, 2016).

2.1.2. Módulo MP1584

Para aumentar la robustez de la placa de desarrollo, se empleó el módulo "step down" MP1584 (Ver Figura 1) cuyas principales características de este convertidor DC-DC se presenta en la Tabla 2. Se recomienda utilizar este módulo debido a la sensibilidad de la placa al voltaje de entrada.

Tabla 2
Características de Módulo MP1584.

Step-down MP1584	
Descripción	Valor
Voltaje de entrada	4.5V a 28V DC
Voltaje de salida	0.8V a 18V DC
Corriente de Salida	Máximo 3A
Eficiencia de conversión	92%
Frecuencia de conmutación:	100kHz a 1.5MHz

Fuente: <https://protosupplies.com>.



Figura 1: Módulo MP1584.
Fuente: <https://protosupplies.com>

El resto de componentes electrónicos (led's, resistencias, potenciómetros, buzzer, otros) no se los describe debido a que son de uso común en la electrónica.

2.2. Metodología.

2.2.1. Diagrama de Flujo del Sistema

La lógica con la que fue programado el Firmware y la APP se presenta en la Figura 2. El mismo diagrama sirvió para realizar las pruebas de funcionamiento, detección y corrección de errores.

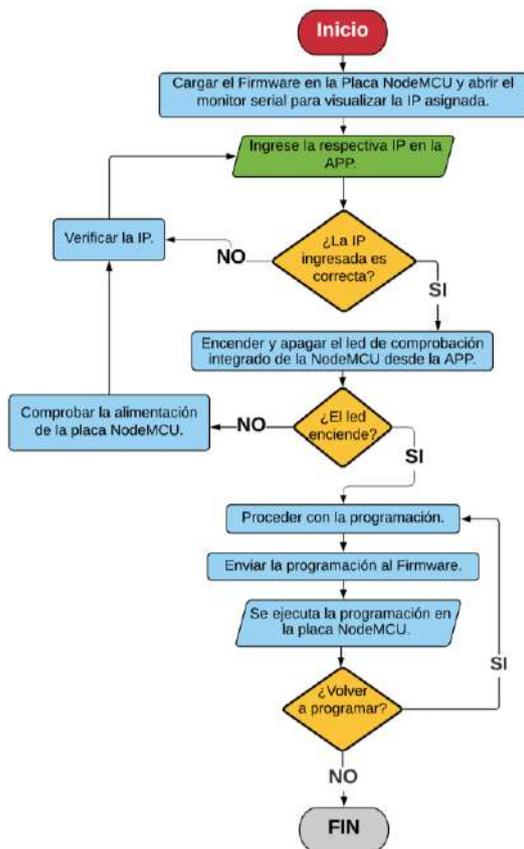


Figura 2: Diagrama de flujo del sistema. Fuente: Propia, 2021.

2.2.2. Estructura General del Sistema

En la Figura 3, se muestra como está estructurado el sistema para el funcionamiento del Firmware para programar placas NodeMCU ESP8266 desde dispositivos Android. El

Firmware fue desarrollado en el IDE Arduino y grabado en la placa desarrollo NodeMCU, la misma crea una red WiFi para comunicarse inalámbricamente con la APP. La APP fue creada en APPInventor2, desde esta aplicación se envían los datos al Firmware, el cual decodifica las instrucciones y las ejecuta las mismas en la placa de desarrollo.

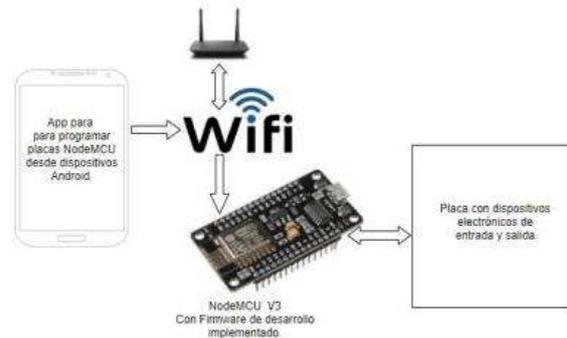


Figura 3: Estructura general del sistema Fuente: Propia, 2021.

2.2.3. Interconexión de los Componentes Electrónicos del Sistema

La interconexión de los distintos componentes electrónicos que conforman la placa de desarrollo se muestra en la Figura 4. Para las salidas digitales se ocuparon los pines desde el D0 hasta el D7, el pin D8 es usado como entrada digital y el A0 como entrada analógica. Debido a que las placas NodeMCU no toleran tensiones superiores a 5V, al sistema se le agregó un módulo "step-down" para tener una tensión constante de 5V.

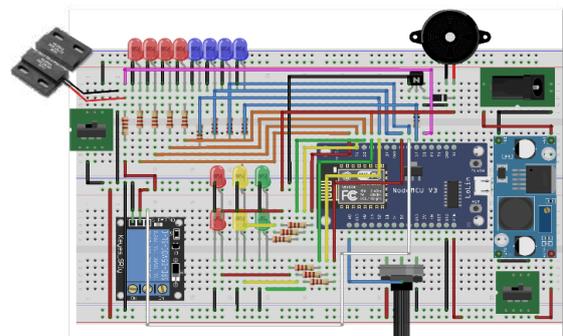


Figura 4: Interconexión de los componentes electrónicos. Fuente: Propia, 2021.

2.2.4. Modelo de Desarrollo Evolutivo (espiral)

El modelo fue propuesto por Barry Boehm en 2010. Este modelo conjuga una naturaleza iterativa en la construcción de prototipos con aspectos controlados y sistemáticos del modelo en cascada. Al emplear el modelo en espiral, el software va ganando robustez en cada ciclo repetitivo. (Zumba & León, 2018).

La Figura 5, muestra las actividades del marco de trabajo las mismas que representan un segmento de la ruta de la espiral.



Figura 5: Modelo en espiral.

Fuente: <https://www.tutorialspoint.com>

2.2.5. Prueba de Jueces

Se utilizó esta técnica para validar el desarrollo del Firmware, APP y placa de desarrollo.

Para Ramírez (2010), la mejor forma de evaluar un proyecto experimental es aplicando la prueba de jueces. Para tal fin, el instrumento debe tener un formato estructurado que recolecte información relevante del proyecto, los ítems del instrumento no deben surgir por inspiración del investigador sino mediante un proceso previo de la operacionalización de las variables.

Los jueces o expertos evaluaron y/o validaron el

proyecto dando una ponderación numérica según la siguiente escala: 1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy Bueno y 5=Excelente.

La técnica empleada es un método cuantitativo el mismo que valida una de las dos hipótesis de acuerdo al coeficiente de proporción de rango (CPR) obtenido.

- a) Si el $CPR > 0.75$ se acepta como válido el proyecto experimental.
- b) Si el $CPR \leq 0.75$ el proyecto experimental necesita ser modificado.

En la Tabla 3, se puede ver el instrumento que se empleó para la validación del proyecto experimental.

Tabla 3
Instrumento para la valoración de los jueces.

Ítem	Descripción
1	La interfaz de la APP es agradable e interactiva para el usuario.
2	El firmware desarrollado permite programar placas NodeMCU.
3	La APP permite visualizar el código de programación que genera el Firmware según las opciones elegidas.
4	La APP muestra alertas de error y consejos de programación al usuario.
5	El Firmware desarrollado no presenta fallos en su ejecución.

Fuente: Propia, 2021.

3. RESULTADOS.

Los códigos fuente del Firmware y la APP se encuentran subidos en el siguiente repositorio:

- <https://www.dropbox.com/sh/2tb89efjyv7dk59/AAQ6Wpoid9oPzeWtDqXcTyGa?dl=0>

3.1. Diseño del Esquemático y PCB en 2D y 3D.

El diseño del esquemático de la Tarjeta de

Circuito Impreso (PCB, por sus siglas en inglés) de la placa de desarrollo para programar las placas NodeMCU se lo realizó en el software EAGLE. En la Figura 6, se muestra el esquemático del sistema desarrollado.

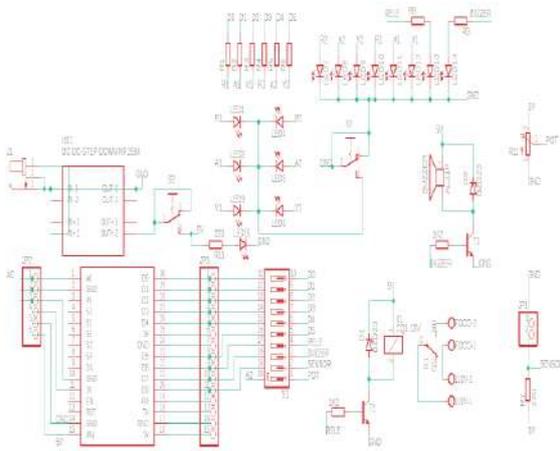


Figura 6: Esquemático del sistema.
Fuente: Propia, 2021.

El diseño de la PCB implementada se presenta en la Figura 7, las líneas azules representan las pistas y los puntos de color ver los orificios en los que se soldarán los elementos electrónicos.

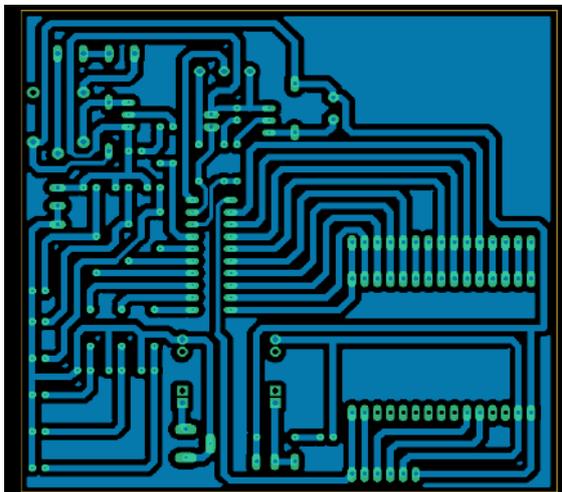


Figura 7: Diseño de la PCB del sistema en 2D.
Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 8, se presenta el diseño del sistema en 3D, el cual permite tener una visión del sistema en la vida real sin ser implementado físicamente.

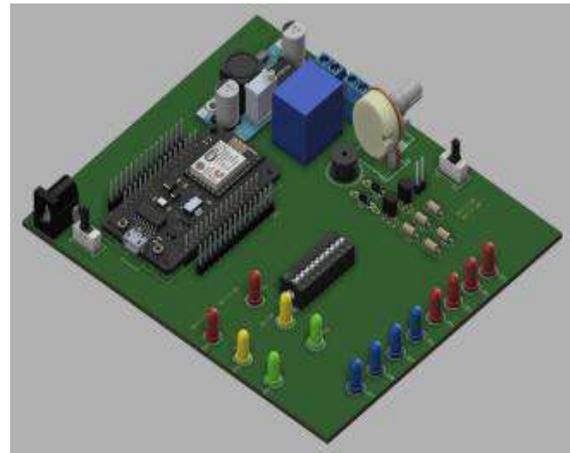


Figura 8: Diseño de la PCB del sistema en 3D.
Fuente: Propia, 2021.

3.2. Pruebas de Funcionamiento.

La APP tiene una interfaz ordenada e intuitiva como se muestra en la Figura 9. La interfaz de inicio contiene un campo de texto en el cual se debe ingresar la dirección IP de la placa NodeMCU, una vez ingresada la IP se recomienda revisar que la conexión entre la APP y la placa se realizó satisfactoriamente por medio de los botones ON y OFF que encenderán y apagarán el Led integrado de la placa NodeMCU.

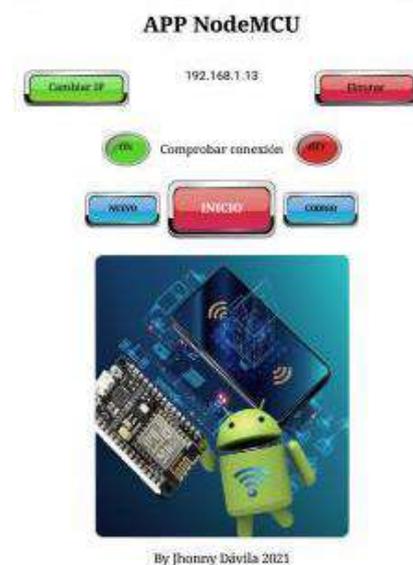


Figura 9: Pantalla principal de la APP.
Fuente: Propia, 2021.

Al presionar el botón de inicio, el usuario puede elegir entre los dos modos de programación (Básico o Manual). La Figura 10 presenta la ventana descrita en la cual en la parte inferior se describe las funcionalidades de cada modo.



Figura 10: Modos de programación.
Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 11, se puede visualizar el entorno de programación en bloques desarrollado en *Modo Básico* en la APP. Para una mejor experiencia el usuario, en cada bloque al usuario le va apareciendo indicaciones y consejos que le facilitan completar los ejercicios de aprendizaje propuestos.



Figura 11: Ventana de programación en Modo Básico.
Fuente: Propia, 2021.

En la parte inferior de la pantalla se va generando el código en lenguaje de texto que cambia según las opciones se van eligiendo. Además, el usuario también la opción de limpiar para volver a iniciar, compilar para comprobar la programación realizada y enviar cuyo botón cambia de color a verde en caso de estar correcta la programación para posteriormente ejecutar los códigos en la placa NodeMCU.

La Figura 12, muestra la interfaz en el *Modo Manual* que se diferencia del *Modo Básico* al no limitar las opciones para programar, en este apartado los bloques de selección se encuentran visibles todo el tiempo para mostrar la estructura completa de la programación. Para programar salidas digitales, se utilizaron los pines desde el D0 hasta el D7, en dichos pines se conectaron seis led's, un relé y un buzzer.



Figura 12: Ventana de programación en Modo Manual.
Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 13, se puede observar la activación de las salidas digitales en las que se encienden los led's.

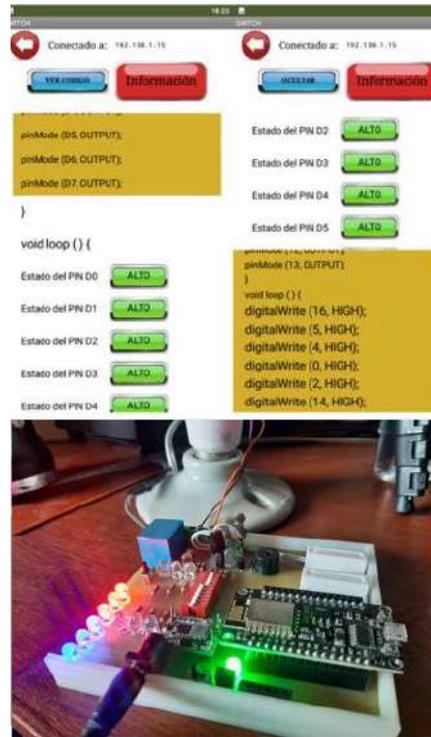


Figura 13: Programación de las salidas digitales.
. Fuente: Propia, 2021.

La Figura 14, muestra la activación de un relé de 5V que enciende un bombillo eléctrico de 110V. La bombilla es controlada con el cambio de estado del sensor electromagnético que está conectado al pin D8 que es la entrada digital del sistema.

3.3. Resultados de la Técnica de los Tres Jueces.

La prueba de la técnica de jueces la realizaron tres ingenieros mecatrónicos con experiencia en el tema de investigación y desarrollo de proyectos, los cuales validaron el trabajo realizado.

En la Tabla 4, se detalla la calificación obtenida por cada uno de los tres jueces en cada ítem y la tabulación de los resultados. Donde r_i representa la sumatoria de los rangos por cada ítem, PR_i el promedio de rango por cada ítem y PpR_i es la proporción de rango por cada ítem.



Figura 14: Programación de una salida digital y una entrada digital.
Fuente: Propia, 2021.

4. DISCUSIÓN

Al trabajar con dispositivos móviles inteligentes, las mejores formas de establecer una conexión inalámbrica estable es el uso de datos móviles, conexión bluetooth o redes Wi-Fi, en base a la experiencia obtenida por Castrillejo (2020). El Firmware desarrollado usa la conectividad WiFi que incorporan las placas NodeMCU, reduciendo de esta manera los costos al no adquirir un módulo bluetooth o los gastos generados por los datos móviles.

Para crear APP con mayor calidad y agregar funciones avanzadas que aprovechan al máximo los recursos que poseen actualmente los dispositivos móviles inteligentes, existe software dedicado al desarrollo de estas APP's por lo que Zambrano (2019), para lograr un sistema confiable en su APP para personas con discapacidad visual hizo uso del software Android Estudio. Así mismo, para la creación de APP menos exigentes existe software gratuito como MIT APPInventor2, donde fue desarrollada la APP creada en este proyecto la cual tiene funciones menos exigentes.

El Firmware desarrollado para programar placas NodeMCU con dispositivos Android requiere de una APP con interfaz gráfica amigable e intuitiva para el usuario. Es por eso que, en el proyecto desarrollado por Bastidas, Yépez & Mosquera (2020), optaron por el uso de imágenes y botones para diseñar la interfaz gráfica que enseña matemática básica y orientación espacial. Por tal motivo, la interfaz desarrollada usa bloques con el fin de lograr una APP agradable e interactiva para el usuario.

En cuanto al Firmware desarrollado en comparación con los realizados por otros investigadores, permite programar placas NodeMCU de forma inalámbrica con bloques y además, muestra el código que representa a la

Tabla 4

Resultados de la Técnica de los tres jueces.

Validez de contenido por el método del coeficiente de proporción de rango.						
Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	r_i	PR_i	PpR_i
1	5	5	4	14	4.67	0.93
2	4	5	5	14	4.67	0.93
3	5	4	4	13	4.33	0.87
4	4	4	4	12	4.00	0.80
5	4	4	5	13	4.33	0.87
					CPR	0.88

Fuente: Propia.

En vista que el coeficiente de proporción de rango obtenido es mayor a 0.75 se cumple la primera hipótesis, dando como resultado la validación del trabajo experimental.

instrucción del bloque y si el usuario cometió un error es alertado para que lo corrija y pueda enviarse al instrucciones de la APP a la placa microcontrolada NodeMCU.

5. CONCLUSIONES

La investigación realizada en los diferentes motores de búsqueda permitió comprender el funcionamiento, características y requerimientos necesarios para desarrollar un Firmware que permita programar placas NodeMCU desde dispositivos móviles Android. Se utilizó el software Fritzing para esquematizar las conexiones de todos los elementos electrónicos que formaron parte de la placa de desarrollo, además; el mismo facilitó el armado del sistema en el protoboard y la rápida detección de malos funcionamientos en el hardware. Se usó la librería *ESP8266WiFi.h* para establecer la comunicación inalámbrica entre la APP con la placa NodeMCU, se estableció el puerto de comunicación *80* como servidor para el envío y recepción de datos.

El Firmware desarrollado permite programar placas NodeMCU desde una APP interactiva desarrollada en la plataforma MIT AppInventor2, la cual presenta una interfaz de programación sencilla e interactiva. La APP junto al Firmware desarrollado facilitan la comprensión de las bases de la programación orientada a objetos. La APP usa bloques de selección para la programación por lo que el usuario no necesita escribir código y en la aplicación se despliega el código generado en cada caso para ir familiarizándose con el lenguaje de programación escrito.

Para conseguir el resultado esperado fue necesario realizar un sin número de pruebas de funcionamiento en protoboard y luego en la PCB, la validación de la funcionalidad de la APP y el Firmware se lo realizó mediante la técnica

de los tres jueces expertos. La tabulación de las calificaciones obtenidas arrojó un valor de CPR de 0.88 con lo cual se afirmó la primera hipótesis de la técnica que indica que el sistema desarrollado es válido.

A pesar de los resultados alcanzados, se sugiere que en base al Firmware y APP desarrollados se implemente el mismo en Android Studio para poder aumentar más funcionalidades y expandir el Firmware para más placas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Adeva, R. (03 de 03 de 2021). Qué es Android: todo sobre el sistema operativo de Google. Obtenido de [www.adslzone.net: https://www.adslzone.net/reportajes/software/que-es-android/](https://www.adslzone.net/reportajes/software/que-es-android/)

aulaPlaneta . (15 de 02 de 2021). STEAM: Una metodología educativa para el futuro. Obtenido de [www.aulaplaneta.com: https://www.aulaplaneta.com/2020/12/01/recursos-tic/steam-una-metodologia-educativa-para-el-futuro/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20STEAM%20apuesta%20por,aprendizaje%20aplicado%20de%20los%20mismos.](https://www.aulaplaneta.com/2020/12/01/recursos-tic/steam-una-metodologia-educativa-para-el-futuro/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20STEAM%20apuesta%20por,aprendizaje%20aplicado%20de%20los%20mismos.)

El Diario de la República. (25 de 01 de 2018). La importancia de formar programadores. Obtenido de [www.eldiariodelarepublica.com: https://www.eldiariodelarepublica.com](https://www.eldiariodelarepublica.com)

Bastidas, Danilo, Yépez, F., & Mosquera, C. (2020). Implementación de un robot móvil con punto de acceso basado en La metodología STEAM. *Investigación Tecnológica*, 99–108. http://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/57/28

Castrillejo, Ó. G. (2020). Red inalámbrica entre dispositivos [Arduino/ModemMCU.](#)

<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/43844>

Chursin, G., & Semenov, M. (2020). Using an ESP8266 Microcontroller to Develop a Learning Game. *Journal of Physics: Conference Series*, 1611(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1611/1/012059>

Granados, E. (10 de 11 de 2016). La importancia de las app. <https://www.develop.net/la-importancia-de-las-app/#:~:text=Las%20aplicaciones%20son%20importantes%20porque,guardar%20nuestras%20experiencias%20e%20informaci%C3%B3n>.

Hsieh, C. T. (2021). Developing programmable robot for K12 STEAM education. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1113(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1113/1/012008>

Ingeniería e Investigación, R. (2011). Ingeniería eléctrica. *Ingeniería e Investigación*; Núm. 51 (2002); 13-15 2248-8723 0120-5609. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/view/21432>

PUCE. (25 de 08 de 2015). ¿Qué es MIT APP Inventor 2? [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13113/Anexo%203%20MIT%20App%20Inventor%202.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=App%20Inventor%20%20\(AI2\)%20es,sencilla%20aplicaciones%20para%20dispositivos%20Android](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13113/Anexo%203%20MIT%20App%20Inventor%202.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=App%20Inventor%20%20(AI2)%20es,sencilla%20aplicaciones%20para%20dispositivos%20Android).

Pujades, N. (15 de 10 de 2017). La importancia de la programación en Latinoamérica. <https://www.scratch.school/aprender/importancia-programacion-latinoamerica/>

Ramírez, T. (2010). *Cómo hacer un proyecto de Investigación* (E. Panapo (ed.); 2016th ed.).

Torres, A. (15 de 07 de 2020). *Sistema Operativo Android: ventajas y desventajas* (2020). <https://psicologiamente.com/miscelanea/sistema-operativo-android-ventajas-desventajas>

Tomala, O. (2016). *Métodos e instrumentos de investigación*. <https://sites.google.com/site/misitioweboswaldotomala2016/home/recoleccion-de-datos-cuantitativos/metodos-e-instrumentos-de-investigacion>

Zambrano, D. M., Daza Álava, Y. D., Pinargote Zambrano, J. D., & Lituma Ramirez, E. D. (2019). Prototipo para orientación de personas con discapacidad Visual mediante una aplicación para móvil. *Revista Científica*, 2(35), 247–257. <https://doi.org/10.14483/23448350.14523>

Zumba, J., & León, C. (2018). Evolución de las Metodologías y Modelos utilizados en el Desarrollo de Software. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 20–33.

Monitoring and obtaining the characterization of a dc motor through the development of a data acquisition system in LabView for practices of ISTCT electronics students

Monitoreo y obtención de la caracterización de un motor dc mediante el desarrollo de un sistema de adquisición de datos en LabView para prácticas de estudiantes de electrónica del ISTCT

Denys Guañuna Chávez¹

Franklin Pilatuña Álvaro²

Israel Molina Santillán³

¹Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: denisrael10@gmail.com

²Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: frank-pol6120@hotmail.com

³Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: imolina@istct.edu.ec

RESUMEN

Este artículo científico contiene fundamentos conceptuales y análisis estadístico de un sistema de adquisición de datos (DAQ) implementado mediante una tarjeta Arduino UNO y el software LabView, que permita de manera automática obtener información de las variables que caracterizan un motor DC como son el voltaje y velocidad. Se describen los componentes electrónicos primordiales requeridos en la adaptación del sistema el cual se ejecuta empleando el software LabVIEW, uno de los más utilizados en sistemas de medidas y control. Adicionalmente el sistema utiliza un Entrenador de Planta de Control (EPC) propiedad del ISTCT, el cual en su instructivo señala desarrollos prácticos y características físicas de cada elemento que conforma el EPC. El presente documento detalla información relevante que asiste al usuario o

estudiante para la ejecución práctica del sistema (DAQ), con el objetivo de que pueda comprender y determinar el funcionamiento de un motor DC. Finalmente, se deducen las conclusiones y recomendaciones a partir del análisis de resultados obtenidos.

Palabras clave— Software LABVIEW; tarjeta NI myDAQ; entrenador EPC; adquisición de datos (DAQ); interfaz.

ABSTRACT

This scientific article contains conceptual foundations and statistical analysis of a data acquisition system (DAQ) implemented by means of an Arduino UNO board and the LabView software, which allows automatically obtaining information on the variables that characterize a DC motor such as voltage and velocity. The essential electronic components required in the adaptation of the system are

described, which is executed using LabVIEW software, one of the most used in measurement and control systems. Additionally, the system uses a Control Plant Trainer (EPC) owned by the ISTCT, which in its instructions indicates practical developments and physical characteristics of each element that makes up the EPC. This document details relevant information that assists the user or student for the practical execution of the system (DAQ), in order to understand and determine the operation of a DC motor. Finally, the conclusions and recommendations are deduced from the analysis of the results obtained.

Index terms— Livestock areas with IoT; Temperature control with IoT; Actuator control with IoT; Temperature monitoring; Temperature system with IoT.

1. INTRODUCCIÓN.

Las máquinas eléctricas son dispositivos sistemáticos cuyo funcionamiento produce energía mecánica, conversión causada por interacciones electromagnéticas que se generan al momento de suministrar energía eléctrica (Jimbo, 2015). Los motores de corriente continua son ocupados en diferentes campos de la industria y/o comercio. También se caracterizan por variables, entre ellas se encuentran el voltaje y la velocidad, las cuales van a ser analizadas en el entorno de programación gráfica LabVIEW, dichos parámetros son obtenidos por medio de una tarjeta DAQ que en inglés significa Data acquisition que significa adquisición de datos, el cual actúa como una interfaz entre un ordenador y las señales físicas.

El estudio de las máquinas eléctricas rotativas busca entender el comportamiento de las variables que caracterizan al motor, obtenidas a través del sistema DAQ, entre ellas el voltaje y la velocidad (RPM) del motor. La figura 1 muestra un cuadro para la implementación del sistema DAQ.

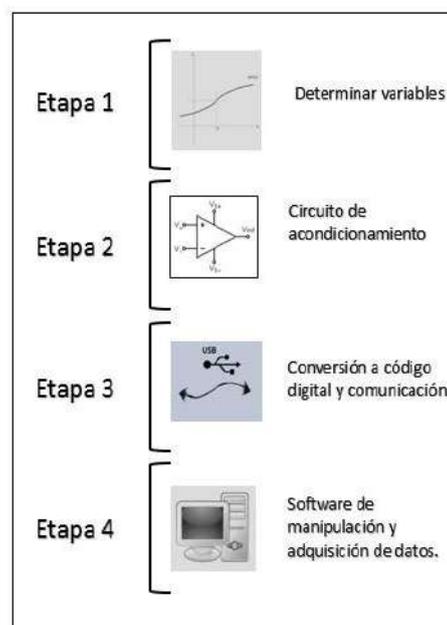


Figura 1: Diagrama para implementación del DAQ
Fuente: Propia

Los sistemas DAQ se componen de cuatro etapas. La primera etapa busca determinar las variables para el caso en mención se verificará el voltaje y velocidad para poder analizar la información registrada, la segunda etapa tiene como fin acondicionar las señales para la lectura correcta e interpretación en el sistema DAQ la tercera etapa tiene como propósito convertir las señales adquiridas en un código digital para enviar a un ordenador mediante la interfaz física USB y la cuarta etapa consiste en la aplicación del software para el caso LabVIEW, con el propósito de interpretar las señales adquiridas en el sistema y obtener los datos requeridos (Osorio, Pérez y Rodríguez, 2010).

La velocidad del motor, el cual es regulada por medio de la variación de la corriente continua que

alimenta al motor y asimismo es regulada por medio del PWM (Modulación por Ancho de Pulso) método que se programa en el IDE (Entorno de desarrollo integrado) de Arduino, sin modificar la frecuencia y solo variando el ciclo de trabajo. Mejía (2013), menciona que con el PWM se determina los parámetros eléctricos adecuados para obtener una correcta regulación del motor, con la ayuda de esta variación se pueden controlar a los motores de manera precisa y utilizarlos en operaciones mecánicas de alta precisión.

Utilizando el motor dc del Entrenador de Planta de Control (EPC) disponible en la Escuela de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico (ISTCT), se realiza la adquisición de datos de las variables de velocidad y voltaje, que posteriormente servirán para que los estudiantes puedan replicar la práctica y analizar los resultados obtenidos.

2. METODOLOGÍA

2.1. Componentes a Utilizar.

Dentro del funcionamiento de un motor DC, se encuentran variables esenciales que se relacionan con la potencia de entrada (eléctrica) y salida (mecánica) del motor, que al pasar por un análisis se puede entender su comportamiento (Rodríguez, 2018). En el motor DC las variables que se relacionan con la potencia son: voltaje y velocidad. Siendo las variables a monitorear, tomando en cuenta la conexión del motor DC, ver figura 2.

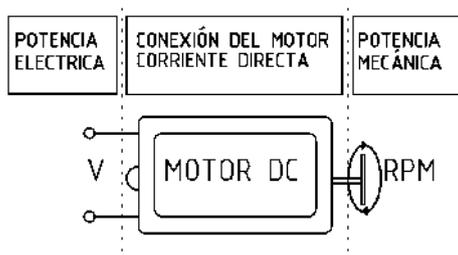


Figura 2: Variable de Voltaje y Velocidad
Fuente: Autor

Los componentes que conforman un típico sistema DAQ son: el sensor (motor encoder), hardware de medida (placa Arduino) para la adquisición de datos, y una PC con software programable (LabVIEW), que a diferencia de las medidas tradicionales es más eficiente en el procesamiento, visualización y habilidad de conexión con la PC (Zambrano, 2016).

- Entrenador de planta de control “EPC”

Es un equipo electrónico que incluye sensores y actuadores, diseñado para conectar a un computador mediante una tarjeta de adquisición de datos (Hardware Arduino). Dentro de este dispositivo se encuentra el motor DC de imán permanente y escobillas con dirección de rotación en ambos sentidos. El voltaje de operación nominal es de 5V. Se desconoce la velocidad de operación del motor, dato que se pretende obtener en la ejecución del proyecto.

- Arduino

Es una empresa de desarrollo de hardware y software de código abierto, que se fundamenta en una placa, que integra un microcontrolador reprogramable, facilitando su utilización en el campo de la electrónica, robótica, computación o en proyectos multidisciplinarios.

Arduino UNO: es una tarjeta electrónica de calidad estándar que vienen ya manufacturados e incluso están conformados de elementos hechos de fábrica cuyas características hacen esencial al Arduino UNO de los cuales son: un microcontrolador Atmega328: trabaja con un voltaje de 5V, se compone de un regulador de voltaje para fuentes externas que operan de 6 a 20V, sin embargo, Torrente (2013) recomienda trabajar solo hasta los 12V con el fin de dar

protección a la placa (p.85). Además, consume una corriente de 40mA, y dispone de 6 entradas analógicas y 14 digitales, memoria flash con capacidad de 32 KB donde reside el programa a ejecutar una vez grabado, y del cual 0.5 KB son usados para el gestor de arranque, conduce a una velocidad de reloj de 16 MHZ, Memoria EEPROM de 1 KB y SRAM de 2KB.

- NI LabVIEW

Julián y Almidón (2018) definen que LabVIEW es un software de programación que posee un entorno de desarrollo gráfico, ofreciendo una sencillez en el despliegue de la interfaz del usuario mediante el uso de elementos gráficos, que reducen la tarea de programación y elaboración de la interfaz Hombre-Máquina. La utilización de este software permitirá simular un instrumento real de medición de las variables de voltaje y velocidad del motor DC apoyados del software y Hardware Arduino que son accesibles por el ordenador.

2.2. Conexión del Sistema.

La conexión de la placa con el EPC no presenta complejidades, solo se tiene que reconocer los pines que corresponden al motor y al sensor encoder tal y como se muestran en la figura 3.

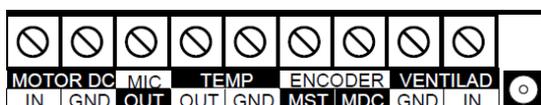


Figura 3: Terminales de conexión del entrenador EPC.

Fuente: MANUAL DE USUARIO Planta Electrónica Para Entrenamiento De Sistemas de Instrumentación y Control (p. 37), por DataLights Cia. Ltda, 2016, Cuenca – Ecuador.

En caso de emplear un motor que opere con un rango que supere los 5V, es recomendable montar un control del motor DC mediante un

transistor NPN, semiconductor que aísla la parte de control del circuito conectada a la base de la parte de la carga entre emisor y colector, dando protección a la placa Arduino, tal y como se muestra en la Figura

Antes de empezar a montar la placa Arduino con el EPC, es importante asegurarse que se instale todos los paquetes del software de aplicación (NI LabVIEW) antes de instalar el software de controlador (NI VISA) en el ordenador.

Realizada la instalación de los softwares, se conecta el cable del puerto USB de alta velocidad del computador al puerto USB de la placa Arduino.

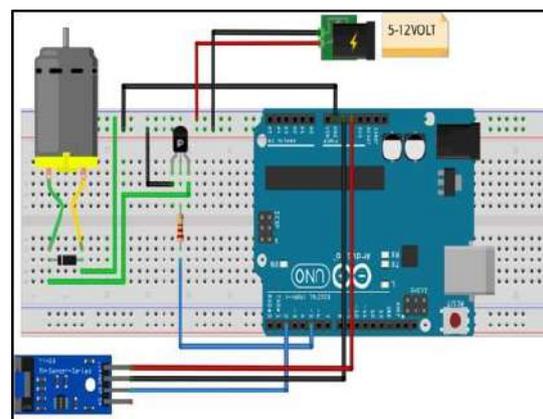


Figura 4: Esquema de conexión del controlador de motor DC y del sensor Encoder.

Fuente: Propia

La placa Arduino cuenta con pines analógicos y digitales, que en el programa se los puede configurar como una señal de entrada y/o señal de salida para la emisión de señales por medio de un puerto USB hacia el ordenador con el propósito de visualizar las señales (voltaje y velocidad) del motor en el ordenador, tomando en cuenta que los cables de señal deben estar bien fijados en las terminales, para asegurar una adecuada conexión. Al ejecutar la conexión de las señales se debe determinar en primer lugar que el conector de alimentación del EPC esté conectado a una fuente de 12V, también revise

que el borne de los pines del EPC estén bien sujetos con los cables que conectan a la placa Arduino, todo para evitar posibles errores en el funcionamiento del sistema.

2.3. Comunicación de la Placa Arduino y PC.

La evolución del microcontrolador ha permitido de una manera más práctica y eficiente la comunicación vía USB con el ordenador. Torrente (2013) explica que la comunicación de la placa Arduino y la PC mediante vía USB, se ejecuta gracias al entorno de desarrollo integrado (IDE) que se encarga de trasladar la información al microcontrolador que es almacenada y procesada, con el objetivo de ejecutar los comandos asignados en la estructura de programación. El software de código (IDE) posee funciones que permite que el microcontrolador de la placa Arduino sea reconocido como un dispositivo personalizado.

En el ordenador se descarga el software que proporciona Arduino en su página web. Instalado el software en la PC se procede a conectar el dispositivo por vía USB cuando el programa lo solicite al momento de compilar.

2.4. Control PWM y Medición de la Velocidad.

El método que proporciona un control en la variable de entrada (voltaje), será la modulación de ancho de pulso (PWM) que intercede cantidades intermedias de voltaje de corriente continua entre el máximo (5V) y apagado (0V). Esta técnica programable envía pulsos al motor con valores que varían entre 0-255, ya que la salida PWM posee un registro de salida analógica de 8 bits.

Dentro del entrenador EPC viene incorporado en el eje del motor DC, un encoder de 36

pulsos de revolución, mecanismo que permitirá medir la velocidad de rotación que se produce con la acción del motor. Yi Sun (2018) define que el encoder es un dispositivo que se compone de un sensor óptico con 1 o 2 señales digitales que se crean a partir de ranuras equidistantes de un disco enclavado en el eje de motor.

Para conocer la velocidad con la que trabaja el motor es importante conocer las interrupciones de hardware, que responden a hechos que suceden en ciertos pines físicos. Las entradas que ocupan las interrupciones en el hardware Arduino son capaces de detectar flanco de bajada a subida y viceversa (ver figura 5).

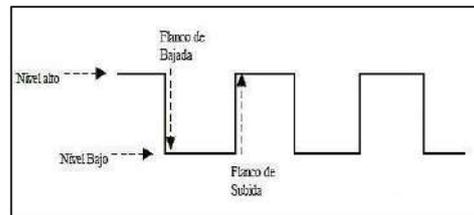


Figura 5: Cadena de pulsos, flanja de subida y bajada
Fuente: Propia

Cuando se inicia el proceso de giro del motor el led del encoder emite una luz que traspasa las ranuras del disco generando una señal de subida y cuando se interrumpe el paso de luz se genera una señal de bajada, las cuales son detectadas por el sensor óptico y para indicarle al procesador que ejecute una subrutina que determinara la velocidad del motor.

Para la medición de velocidad el circuito de la figura 4 se encarga de amplificar la señal generada que se lee del encoder, para obtener el acondicionado de una señal cuadrada de (0-5v), que permite a la tarjeta Arduino leer esta señal con precisión por el pin 2 de entrada. El opto acoplador genera una señal al detectar la interrupción en las ranuras del encoder, esta señal produce una secuencia que es enviada a la entrada de la tarjeta Arduino para ser empleado en la medición de velocidad. Los datos obtenidos

del contador son procesados por el Arduino y convertido a RPM por medio de una fórmula que se lo realiza en el programa IDE de Arduino:

$$\text{RPM} = (\text{Contador} \times 60) / 12 \quad (1)$$

En la cual se multiplica la entrada del contador de pulsos por 60 que son los segundos en un minuto, y se divide por el número de ranuras que posee el encoder y de esa manera se realiza la conversión de frecuencia a RPM.

2.5. Diseño del Software de Adquisición de Labview.

En cuanto al software de adquisición se decide utilizar la herramienta LabVIEW, software que cuenta con funciones adecuadas para la adquisición de datos mediante el manejo de lenguaje gráfico en un amplio entorno de visualización. Para que el software inicie la comunicación y cumpla con las operaciones de lectura, escritura, y manejo de eventos en instrumentación, se emplea el uso de la librería VISA (Virtual Instruments Software Architecture) la cual proporciona un estándar de operación de comunicación transparente para el programador, es decir no se realizaría un cambio en el programa si se usara USB, RS-232, GPIB O TCP/IP (Lajara y Pelegri ,2011). En la Figura 6, se puede apreciar el diagrama de bloques del sistema.

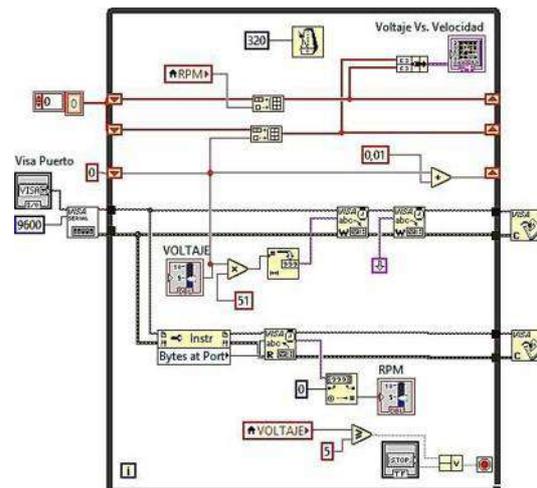


Figura 6: Diagrama de bloque de emisión y recepción de señales
Fuente: Propia

El puerto del sistema consta de dos registros: el primer registro se encarga de escribir los bits para que la electrónica los envíe de forma serie por el cable USB, mientras que en el segundo registro es donde se almacenan los bits que llegan. En el bloque VISA configure Serial port se configura 2 parámetros, el “baud rates (9600)” velocidad con la que trabaja el sistema en baudios y el “VISA resource name” donde se le asigna un control y se selecciona el puerto.

El bloque VISA Write, escribe datos desde el buffer hasta el otro dispositivo, por medio de este bloque se envían los datos que llegarán al Arduino para variar el voltaje con el que trabaja el motor DC.

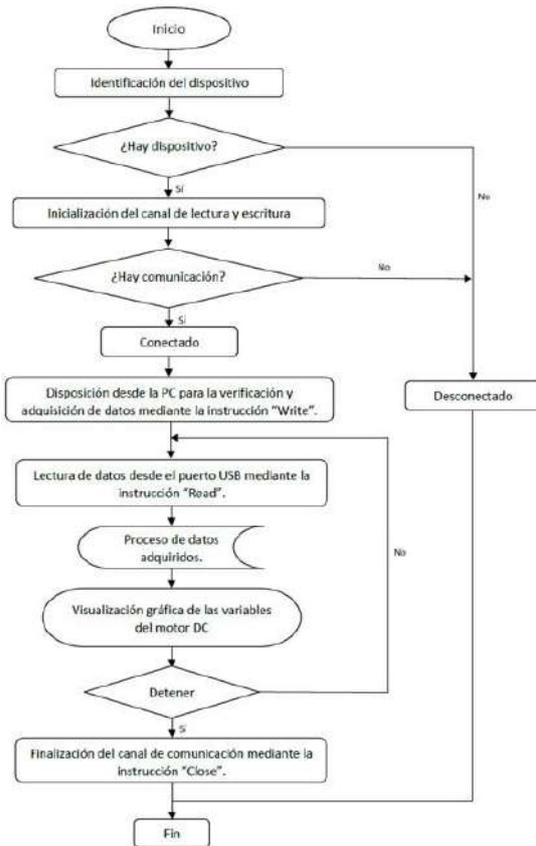


Figura 7: Diagrama de flujo de la comunicación con la tarjeta Arduino y el Software del Ordenador
Fuente: Propia

El bloque VISA Read, se encarga de recibir e interpretar los datos enviados por el otro dispositivo, en esta sección se tiene que indicar el número de bytes que debe leer del buffer a través del bloque VISA Bytes at Serial Port, el cual obtiene los bytes que hay en el buffer del puerto y aguardándolo para ser leídos. Por último, el bloque VISA Close que se encarga de cerrar la sesión VISA.

En la Figura 8, se observa un diagrama de bloques del archivo TDMS (Sistema de gestión de datos técnicos), esta interfaz almacena los datos capturados de medidas o simulación en una hoja de Microsoft Excel, en este caso se registran los datos de velocidad (0 -4500 rpm) que se producen al variar el voltaje (0 -5volts) con el que opera el motor DC.

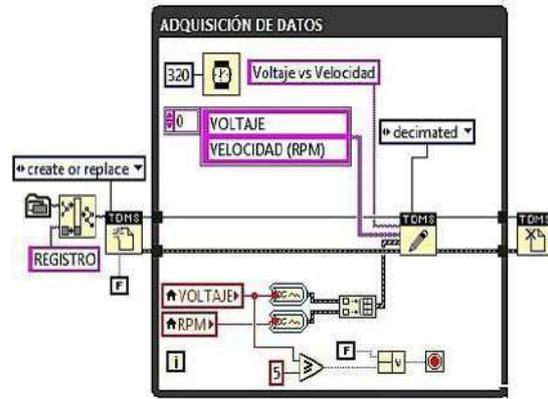


Figura 8: Diagrama de bloques para el registro de datos en Microsoft Excel.
Fuente: Propia

El programa gráfico es sencillo, consiste en crear variables locales de las señales de voltaje y velocidad del motor DC que se conectan en la entrada del bloque de DDT (Convert from Dynamic Data) que se encarga de convertir los datos dinámicos a tipo de datos numéricos para usarlos con otras funciones TDMS que establecen los atributos (nombre, canal) de las señales que se almacenan en el archivo que se crea y abre en Microsoft Excel.

2.6. Programación Arduino Para la Comunicación con Labview.

Para que la placa Arduino pueda enviar y recibir datos del software de aplicación LabVIEW, este necesita una programación estructurada a base de comandos que permitan la comunicación con el ordenador.

Para inicializar el puerto serie se establece la velocidad de conexión dentro de la función setup (). El valor que ejecuta la conexión comúnmente es de 9600 baudios.

```
void setup ()
{Serial.begin(9600) ;// Establece comunicación}
```

Para enviar datos a través del puerto serie y que sean visualizados en el software de aplicación

LabVIEW, se debe usar la instrucción que imprima en pantalla la información.

```
Serial.print(dato, tipo de dato);  
Serial.println(dato, tipo de dato);
```

Esta instrucción permite enviar datos a través del puerto serie, simplemente se indica el dato a enviar y el formato que define dicho dato.

La señal que envía el ordenador a la placa Arduino, para que este permita almacenar y leer el dato entrante del puerto serie se ejecuta la siguiente instrucción.

```
dato=Serial.read() ;// lee y almacena la información  
Serial.println() ;// imprime el valor
```

Las instrucciones dichas anteriormente permiten leer constantemente el puerto serie, pero esto ocasiona errores cuando no hay datos que leer. Existe una instrucción *Serial.available* que evita este problema y optimiza el programa.

```
if (Serial.available)>0;// si hay dato disponible para leer  
{Valor=Serial.read();}
```

Esta instrucción comprueba si hay caracteres disponibles en el puerto serie a leer. *Serial.available* recibe el valor entero con el número de bytes utilizables que se almacena en el buffer del puerto serie. Si no hay dato a tomar el *Serial.available* tendrá un valor de 0, por lo que es sencilla la utilización de esta función junto a la condicional *if*.

Los comandos mencionados anteriormente cumplen un papel importante para la comunicación con el ordenador además de permitir el control del motor DC por medio de la interfaz que utiliza el sistema, para obtener datos de sus características de operación que

en este caso son voltaje y velocidad.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados que el sistema DAQ desarrollado es capaz de entregar, variando las características de operación de la máquina, en este caso el motor.

Los resultados se obtienen con la ayuda del sistema implementado en el software LabVIEW, consiste en enviar una señal, para el control del voltaje el cual irá variando de forma automática con la función numérica *Add*, dicha función calcula la suma de sus entradas, es decir suma valores en el tiempo, configurada con una constante para graduar el aumento de la señal una vez se inicie el programa y poder analizar en tiempo real lo que sucede con la velocidad del motor medida RPM, ver figura 6.

La intención de la interfaz es poder analizar la velocidad del motor en un rango de voltaje de 0 a 5 voltios, esto gracias al método utilizado en el diseño del software LabVIEW el cual logra el control y frenado del motor DC al llegar al máximo rango de trabajo es decir 5V, para ello se colocó una función de comparación *Greater Or Equal?*, esta función se conecta directamente al bloque *stop* del bucle que al detectar una señal mayor o igual a 5 detiene las repeticiones que se ejecutan en el programa, ver figura 5, de acuerdo a los valores configurados la prueba se ejecuta cada 162 segundos, tiempo suficiente para adquirir los datos de forma detallada el cual proporciona suficiente tiempo al procesador de completar la tarea y así poder obtener los datos de la velocidad del motor en función del voltaje.

La obtención de la gráfica de voltaje vs velocidad que envían las señales de voltaje y velocidad a una función *Build Array* esta función adecua las señales en la salida para la conexión en el control *XY Graph*, esta función muestra en el software

LabVIEW una gráfica en el plano XY en tiempo real de la velocidad en función del voltaje (Ver figura 9).

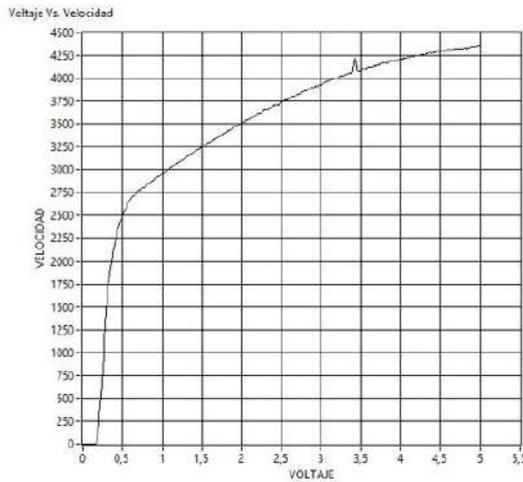


Figura 9: Grafica XY en el software LabVIEW
Fuente: Propia

La gráfica de voltaje vs velocidad obtenida muestra el inicio de la prueba desde 0 vcc hasta aproximadamente 0.25 vcc, en este rango se obtiene una velocidad 0 es decir el motor no inicia el movimiento debido que aun el motor no alcanza el voltaje de ruptura, que representa el valor mínimo para iniciar el movimiento de motor, a partir de los 0,25 vcc aproximadamente el motor inicia el movimiento de forma gradual hasta llegar a los 5V, en este punto se puede observar que la velocidad del motor se estabiliza en su máximo valor (Ver figura 9).

Los datos son enviados y registrados automáticamente a un documento de Microsoft Excel.

Tabla 1
Registro de datos de voltaje y velocidad del motor DC.

VOLTAJE	VELOCIDAD (RPM)
0	0
0,25	1176
0,5	2643
0,75	2818
1	3103
1,25	3132
1,5	3305
1,75	3563
2	3697
2,25	3739
2,5	3937
2,75	4033
3	4012
3,25	4229
3,5	4308
3,75	4380
4	4432
4,25	4486
4,5	4520
4,75	4556
5	4583

Fuente: Propia.

Obtenido los datos en Excel por medio del sistema DAQ, se procede a realizar un análisis con la ayuda de una herramienta designada como línea de regresión o línea de tendencia, el cual brinda la oportunidad de visualizar la relación entre las variables del motor DC y sacar una ecuación aproximada.

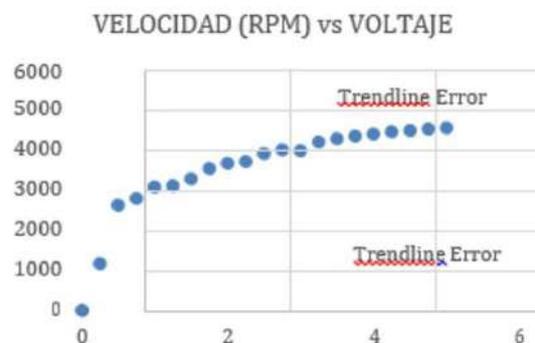


Figura 10: Grafica XY en Excel
Fuente: Propia

La ecuación aproximada de la curva resulta ser la siguiente:

$$Y = 96,881x^3 - 946,77x^2 + 3163,5x + 554,05 \quad (2)$$

Donde “x” representa la variación del voltaje que se aplica al motor y “y” es el valor de la velocidad (RPM) del motor, la ecuación muestra que la velocidad del motor tiene un aumento directamente proporcional al voltaje aplicado.

La gráfica muestra el rango de trabajo del motor de 0 a 5 voltios de corriente continua, el rango de voltaje más aproximado a la curva característica obtenida es de 0,5 a 3,3 voltios de corriente continua, se puede realizar la comprobación de los datos obtenidos en la gráfica, al reemplazar los valores de la variable “x” en la ecuación dada en cualquier punto, como resultado se debe obtener el valor de variable “y”, este valor debe ser muy cercano o igual al valor obtenido en la gráfica.

4. CONCLUSIONES.

o por correo electrónico permitiéndole tomar

Se realizó el diseño de la interfaz hombre máquina (HMI), para este fin se utilizó el software LabVIEW y Arduino, el software Arduino para la programación a utilizar y las funciones de LabVIEW como son la comunicación USB. El sistema DAQ que envía la información a un documento de Excel, se incluye también la gráfica XY para la verificación de la curva característica en tiempo real del voltaje vs la velocidad.

Para la adquisición de datos se utilizó la tarjeta Arduino UNO y el circuito para el arranque entre en el sistema físico y el ordenador por medio del software LabVIEW.

Se realizó el análisis de las variables en la gráfica voltaje vs velocidad del motor DC y se determina que el motor se encuentra detenido durante los primeros 0.25V, debido a que el motor no alcanza el voltaje de ruptura. A partir de los 0.25V el motor inicia con el movimiento el cual sube de forma gradual siguiendo una ecuación donde las revoluciones del motor aumentan directamente proporcional al voltaje aplicado, la gráfica indica que, al valor máximo de voltaje, la velocidad es aproximadamente 4500 RPM, con lo que se puede concluir y determinar que el voltaje es directamente proporcional a la velocidad.

El análisis realizado en el motor de corriente continua en el entrenador EPC puede ser replicado por los estudiantes del ISTCT en forma de práctica, con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos y observar el comportamiento de este tipo de motores.

5. RECOMENDACIONES

Se sugiere al usuario o estudiante tener conocimientos básicos de la programación de Arduino y LabVIEW, para que interprete de manera lógica el funcionamiento del sistema DAQ de un motor DC.

El análisis de la gráfica depende principalmente de la capacidad del procesador del dispositivo donde se ejecuta la interfaz y la obtención de datos, por lo que se recomienda que se realicen pruebas en dispositivos de adquisición de alta eficiencia, para observar de manera adecuada el rendimiento del sistema.

Dentro de un proyecto tan práctico como fue éste, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo, por lo tanto, se recomienda a los estudiantes que tengan interés en el proyecto, que implementen nuevos métodos de caracterización de modo que optimicen el

proceso de análisis y de esta forma hacer comparaciones con los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Jimbo, E. (2015). Caracterización del funcionamiento de un motor eléctrico de corriente continua sin escobillas brushless con 1000 watts de potencia (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador, Cuenca.

Osorio, J., Pérez, J., y Rodríguez, M. (2010). Implementación de un sistema de adquisición de datos para monitorear una máquina de corriente directa. *Revista Tecnura*. 14(27), 68-60.

Mejía, C. (2013). Análisis de los parámetros eléctricos para la regulación de velocidad óptima de motores asíncronos mediante control escalar con modulación de ancho de pulso (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Cetro de Perú, Huancayo, Perú.

Rodríguez, M. (2017). Máquinas de corriente continua. Universidad Cantabria. España.

Zambrano, R. (2016). Adquisición, control y monitoreo de parámetros eléctricos y velocidad de un motor trifásico. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*. 5(1), 1-31.

Julián, E., y Almidón, A. (2018). Manual de programación LabVIEW 9.0. Ait Green Energy. 1-80. doi: 10.5281/zenodo.2557815

Lajara, J., y Pelegri, J. (2011). LabVIEW: Entorno gráfico de programación. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.

Yi Sun, W. (2019). Diseño e implementación de un sistema de control de velocidad para

motores de corriente continua basado en microcontrolador (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. España, Valencia.

Torrente, O. (2013). Arduino curso práctico de formación. Madrid, España: RC Libros.

IoT system for temperature control in livestock areas

Sistema IoT para el control de temperatura en zonas pecuarias

Patricia Chinga Olmedo¹ Darío Fernando Yépez Ponce² Héctor Mauricio Yépez Ponce³

¹*Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador
E-mail: chingaolmedo@yahoo.es*

²*Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador
E-mail: dfyp1991@gmail.com*

³*CEO Arduelectronics, Otavalo, Ecuador
E-mail: mauroyopez32@gmail.com*

RESUMEN

El control de temperatura es primordial durante los primeros días de nacidas las aves, debido a que es un periodo en el cual las aves mueren ante cambios bruscos de temperatura. En este contexto se desarrolló e implementó un sistema IoT para el control de temperatura del área pecuaria del Instituto Superior Tecnológico Quinindé. El sistema permite monitorear en tiempo real desde la plataforma Thingier.io la temperatura de esta zona y además controlar el accionamiento de los actuadores (ventilador o calefactor), para la adquisición de la temperatura se empleó el sensor de temperatura DS18B20 que es idóneo para ambientes húmedos puesto que el sensor se encuentra dentro un tubo de acero inoxidable. El dato de la temperatura fue adquirido, procesado y enviado a la plataforma Thingier.io desde la placa microcontrolada NodeMCU ESP8266. Si la temperatura supera el rango máximo y/o mínimo permisible fijados por el usuario, el mismo es alertado mediante una notificación vía correo electrónico para indicarle que existe algún percance que debe ser atendido inmediatamente. Con el sistema

implementado se consiguió reducir la tasa de mortalidad en 25% aproximadamente de las aves durante los primeros días de nacidas.

Palabras claves-- Áreas pecuarias con IoT; Control de temperatura con IoT; Control de actuadores con IoT; Monitoreo de temperatura; Sistema de temperatura con IoT.

ABSTRACT

Temperature control is essential during the first days after the birds are born, because it is a period in which birds die from sudden changes in temperature. In this context, an IoT system was developed and implemented for temperature control in the livestock area of the Instituto Superior Tecnológico Quinindé. The system allows real-time monitoring of the temperature of this area from the Thingier.io platform and also controls the actuators (fan or heater). For temperature acquisition, the DS18B20 temperature sensor was used, which is suitable for humid environments since the sensor is located inside a stainless-steel tube. The temperature data was acquired, processed and sent to the Thingier.io platform from the NodeMCU ESP8266 microcontroller board. If the temperature exceeds the maximum and/or

minimum permissible range set by the user, the user is alerted by an e-mail notification to indicate that there is a problem that must be addressed immediately. With the system implemented, it was possible to reduce the mortality rate by 20% of the birds during the first days after hatching.

Index terms— Livestock areas with IoT; Temperature control with IoT; Actuator control with IoT; Temperature monitoring; Temperature system with IoT.

Marrero (2017), indica que las tres principales ventajas del IoT de acuerdo son: la automatización de procesos, las métricas de profundidad y el análisis de datos optimizados.

En la Universidad Autónoma de Manizales en Colombia, desarrollaron un sistema IoT para monitorear y controlar un regulador de presión (Rodríguez et al., 2017).

En el Salvador, (Padilla et al., 2019) desarrollaron una plataforma IoT para controlar y monitorear la temperatura del interior y exterior de un local, el consumo energético y el accionamiento de dispositivos de forma remota.

En Cartagena de indias, Colombia, se implementó un sistema basado en internet de las cosas (IoT) para la monitorización en tiempo real de variables de temperatura y humedad en un equipo de refrigeración del área de farmacia de un hospital (Soto et al., 2019).

En Guayaquil, (Castro, 2007) diseñó y simuló un sistema de control de temperatura e iluminación para la crianza de pollos en haciendas usando una red de sensores monitoreada y controlada desde un dispositivo móvil. De igual manera en esta ciudad Mancilla & Palma (2019), diseñaron un sistema para el control y monitoreo de temperatura de piscinas de cultivo de tilapias, empleando tecnología GSM.

La plataforma Thingier.io para IoT brinda soporte a las placas Arduino, ESP8266, Raspberry Pi e Intel Edison; provee una infraestructura sencilla e intuitiva de utilizar. En la pantalla inicial se puede incluso geo localizar los dispositivos enlazados a la plataforma, adicionalmente; dispone de librerías en el repositorio oficial de Arduino que facilitan la implementación de proyectos con IoT (Thingier.io, 2017).

Para el control y conexión a la IoT del sistema

1. INTRODUCCIÓN.

En el año 2000 se habló sobre el desarrollo del internet y las oportunidades que esta generaría. Actualmente en cambio se habla de la innovación que el IoT ha proporcionado al poder convertir las cosas tangibles u objetos diarios en “Smart” (inteligentes) estando interconectados por medio de una red de transmisión que pueden monitorearse a distancia a través de un dispositivo móvil u ordenador permitiendo ofrecer enormes cantidades de información en tiempo real y siendo una revolución a la hora de digitalizar el entorno físico que rodea al ser humano. La información obtenida permite mejorar las actividades diarias y la toma de decisiones inmediatas (Fermin & Guerra, 2017) (Tomalá, 2019).

Pisano (2018), manifiesta que en la actualidad hay alrededor de 127 dispositivos nuevos que se conectan a internet cada segundo a nivel mundial, se estima que para el 2025 la IoT podría obtener un impacto económico anual de 11.1 mil millones de dólares aproximadamente a través de los diferentes modelos de negocios.

desarrollado se empleó la placa microcontrolada NodeMCU ESP8266, el mismo que fue implementado en la zona pecuaria del Instituto Superior Tecnológico Quinindé.

Con el sistema implementado se contribuyó a solventar la problemática del Instituto Superior Tecnológico Quinindé, en el cual no podían mantener un control constante debido a que las instalaciones del instituto se encuentran alejadas de la zona pecuaria, por lo que el control lo realizaban de manera manual estudiantes y docentes. En la actualidad, el monitoreo y control de los actuadores lo realizan desde la plataforma consiguiendo reducir la tasa de mortalidad de las aves recién nacidas en un 25% aproximadamente.

El presente artículo está constituido de la siguiente manera: en la Sección 2 se describe los materiales y métodos empleados en el desarrollo del sistema, los resultados alcanzados son presentados en la Sección 3. La Sección 4 detalla la discusión y finalmente, en la Sección 5 se da a conocer las conclusiones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El método empleado para el desarrollo del sistema propuesto fue el hipotético-deductivo propuesto por (See, 2020). El desarrollo del sistema de control de temperatura con IoT fue desarrollado en tres etapas: la primera etapa consistió en fundamentar teóricamente el desarrollo del sistema IoT, la segunda etapa residió en el desarrollo del programa informático para la interfaz de monitoreo de la zona pecuaria y finalmente, la tercera etapa estuvo constituida por la realización de diferentes pruebas de funcionamiento que permitieron validar la funcionalidad y prestaciones del sistema IoT implementado.

2.1. Materiales.

En este apartado se describen los principales materiales electrónicos empleados para el desarrollo del sistema.

2.1.1. Placa NodeMCU ESP8266

La placa NodeMCU es “open source” que puede ser programada desde diferentes lenguajes de programación. Las principales características de esta placa se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1
Características de la placa NodeMCU ESP8266.

NodeMCU ESP8266	
Descripción	Valor
SoC:	ESP8266(Módulo ESP-12)
Memoria Flash	4MB
Módulo Wi-Fi	2.4 GHz
Pines digitales GPIO	17
Voltaje de Alimentación (USB)	5V DC
Voltaje de funcionamiento	3.3 V DC
Chip USB-serial	CH340g

Fuente: (Díaz, 2016).

2.1.2. Sensor de Temperatura DS18B20

Se eligió el sensor DS18b20 debido utiliza la comunicación 1-Wire es decir solo un cable y pueden conectarse hasta 127 dispositivos por ese único cable, además; posee un encapsulado de acero inoxidable por lo que tolera la humedad. Las principales características de este sensor se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2
Características del Sensor DS18B20.

Sensor DS18B20	
Descripción	Valor
Fuente de alimentación	3.0V a 5.5V DC
Medidas de temperatura	-55 a +125 °C
Pin de puerto para comunicación	único de 1 cable
Error (-10°C a 85°C)	±0,5°C
Error (-55°C a 125°C)	±2°C

Fuente: Datasheet DS18B20.

No se detallan los demás elementos electrónicos debido a que son de uso común en la electrónica. Cabe mencionar que para aumentar la robustez del sistema se incorporó al sistema un módulo “step down” ya que la placa NodeMCU es sensible a las tensiones de entrada.

2.2. Metodología.

En este apartado se describe el paso a paso utilizado para implementar el sistema planteado.

2.2.1. Estructura del Sistema IoT Para el Control de Temperatura

En la Figura 1, se indica el diagrama de cómo está estructurado de forma general el funcionamiento del sistema IoT propuesto para el control de temperatura de zonas pecuarias. En el recuadro de la derecha se encuentra la planta la cual está formada por el ventilador, el calefactor, el sensor de temperatura DS18B20 y la placa NodeMCU ESP8266. La placa microcontrolada debe ser conectada a un modem con acceso a internet para que la placa se pueda enlazar a la plataforma IoT Thinger.io. Desde la plataforma el usuario remotamente desde un dispositivo inteligente u ordenador podrá visualizar la temperatura y manipular el

accionamiento de los actuadores.

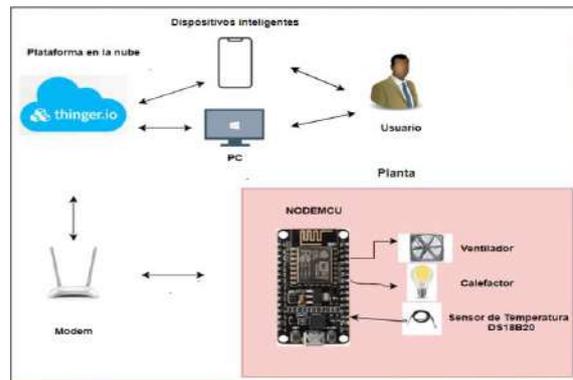


Figura 1: Diagrama de funcionamiento del sistema de temperatura con IoT.
Fuente: Propia, 2021.

2.2.2. Interconexión del Sistema IoT Para el Control de temperatura

La elaboración del esquema electrónico del sistema IoT para el control de temperatura, se lo realizó en el software de código abierto Fritzing como se lo muestra en la Figura 2. El software permite a los usuarios documentar sus prototipos, compartirlos con otros diseñadores e incluso fabricar PCB (Fritzing, n.d.).

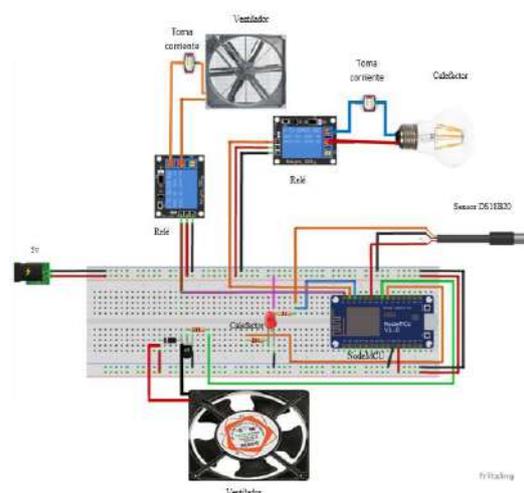


Figura 2: Interconexión del sistema con IoT.
Fuente: Propia, 2021.

2.2.3. Diseño del Esquemático y PCB en 2D

La Figura 3, presenta el diseño del esquemático de la PCB del sistema desarrollado en el software

Eagle.

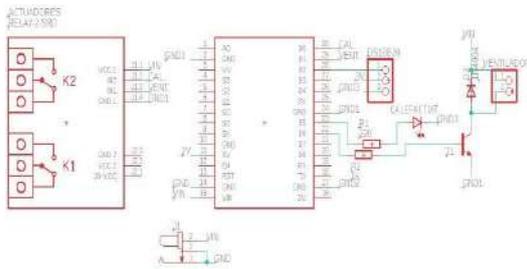


Figura 3: Esquemático de la PCB del sistema IoT.
Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 4, se muestra el diseño de la PCB implementada en el cual las líneas de color azul son las pistas y los puntos verdes donde se soldarán los elementos.

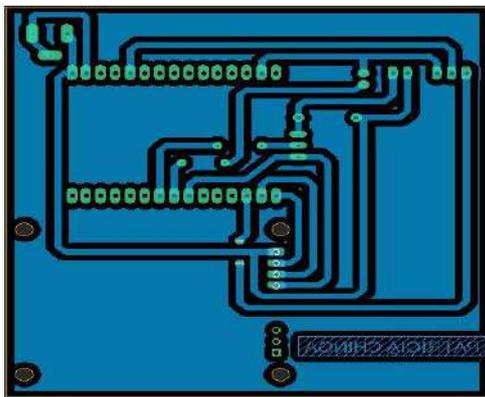


Figura 4: Diseño de la PCB del sistema IoT.
Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 5, se presenta el diagrama de flujo del funcionamiento del sistema de alarma láser con IoT. La lógica del diagrama fue trasladada al software IDE Arduino para programar el funcionamiento del sistema propuesto y se empleó también para comprobar el funcionamiento del sistema.

2.3. Técnica de Prueba de Jueces.

Para Rivas (2020), recomienda que para evaluar un proyecto experimental se debe aplicar la técnica los tres jueces y menciona que el instrumento a emplear debe tener un formato estructurado que recolecte la

información relevante del proyecto y la operacionalización de las variables.

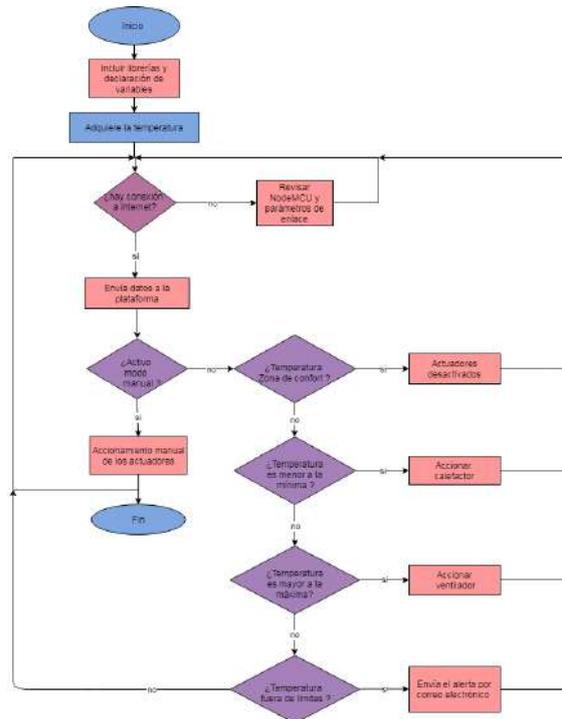


Figura 5: Diagrama de flujo del sistema IoT.
Fuente: Propia, 2021.

La técnica de evaluación planteada emplea un método de evaluación de tipo cuantitativo y se basa en el cálculo del coeficiente de proporción de rango (CPR). Los jueces expertos validaron cada uno de los ítems del proyecto experimental desarrollado con una de las siguientes puntuaciones: 1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy Bueno y 5 = Excelente.

Calculado el valor del CPR, se debe validar una de las dos hipótesis que plantea esta técnica:

- a) Si el $CPR > 0.75$ se acepta el desarrollo experimental.
- b) Si el $CPR \leq 0.75$ el desarrollo experimental debe ser cambiado.

En la Tabla 3, se presenta el instrumento que fue desarrollado tomando en cuenta los objetivos del proyecto y facilitado a los tres jueces para que con su criterio de expertos aportaron

positivamente a la mejora del proyecto presentado. Cabe mencionar que el proyecto presentado en este artículo ya tiene las sugerencias dadas por los expertos.

Tabla 3
Instrumento para la valoración de los jueces.

Ítem	Descripción
1	Se puede monitorear la temperatura en tiempo real por medio de dispositivos inteligentes y/o una PC.
2	El sistema IoT genera histogramas.
3	El sistema IoT envía alertas al usuario.
4	El sistema IoT permite manipular los actuadores.
5	La interfaz desarrollada en la plataforma IoT, es amigable para el usuario.

Fuente: Propia, 2021.

3. RESULTADOS

3.1. Pruebas de Funcionamiento.

La temperatura adquirida por el sensor DS18B20, puede ser visualizada en tiempo real como se observa en la Figura 6. El eje de las “x” representa el tiempo en el que se adquirió la temperatura y el eje de las “y” muestra el valor de la temperatura sensada en ese instante de tiempo.

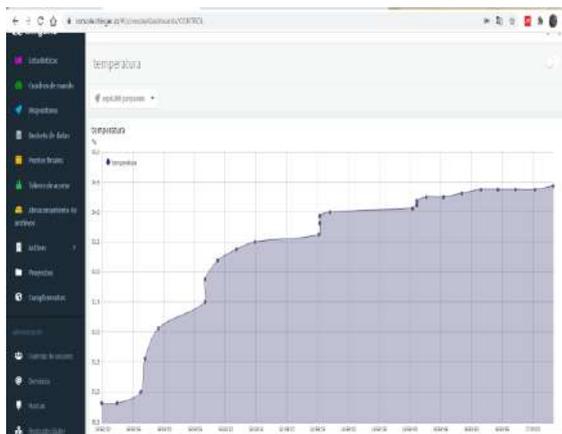


Figura 6: Datos de la temperatura en tiempo real.

Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 7, se da a conocer los datos de

temperatura almacenados en la base de datos y en la Figura 8, se presenta el proceso que se debe seguir para exportar los datos de la base de datos de la plataforma IoT hacia un documento de Excel. Pueden exportarse los datos también a formatos como ARFF y JSON.

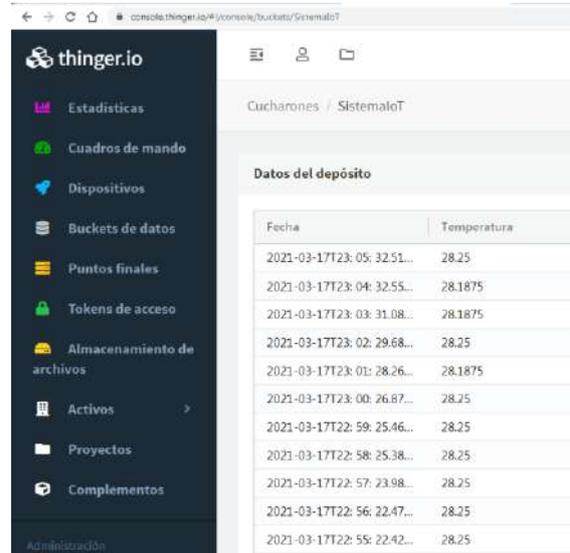


Figura 7: Datos almacenados de la temperatura.

Fuente: Propia, 2021.



Figura 8: Exportación de datos a Excel.

Fuente: Propia, 2021.

Del documento exportado, la primera columna representada por Ts indica el año, día, mes, horas y minutos en la que se realizó la adquisición del dato y la segunda columna indica la temperatura medida en ese instante de tiempo como se puede ver en la Figura 9.

	A	B
1	ts	temperatura
2	2021-01-30T04:37:47.219Z	35.0
3	2021-01-30T04:38:48.525Z	349.375
4	2021-01-30T04:46:03.511Z	33.125
5	2021-01-30T04:47:03.912Z	32.5
6	2021-01-30T04:49:34.420Z	320.625
7	2021-01-30T04:50:36.036Z	335.625
8	2021-01-30T04:51:36.490Z	34.125

Figura 9: Datos de la temperatura en Excel.
Fuente: Propia, 2021.

En el sistema se pueden establecer dos tipos de rango de temperatura. El primer rango es el de confort (28 a 32 °C), en el cual no trabajan los actuadores y el rango de alertas (mínimo 22°C y máximo 36 °C). La plataforma Thinger.io envía una alerta al usuario cuando la temperatura excede los límites fijados por el usuario como se indica en la Figura 10, en la cual el usuario está siendo notificado ante una subida de temperatura excesiva, mientras que; en la Figura 11, se notifica que existe una baja excesiva de la temperatura.

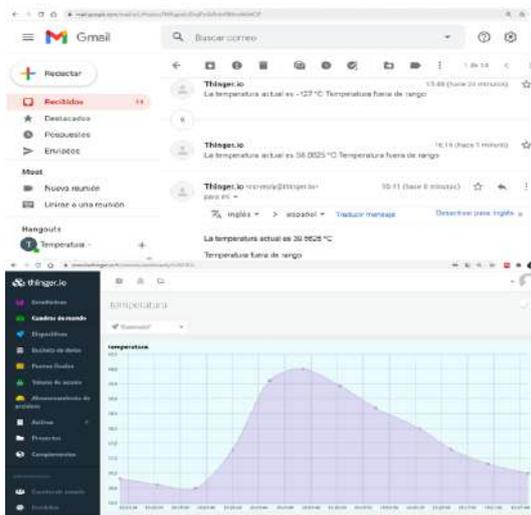


Figura 10: Alerta del sistema vía correo electrónico por superar el límite de temperatura máximo.
Fuente: Propia, 2021.

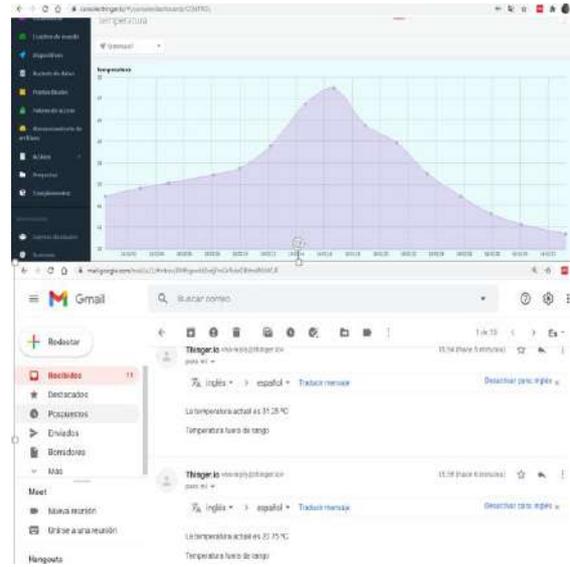


Figura 11: Alerta del sistema vía correo electrónico por sobrepasar el límite de temperatura mínimo.
Fuente: Propia, 2021.

En caso de presentarse algún inconveniente, el usuario puede acceder al modo de funcionamiento manual y manipular desde la plataforma IoT el encendido y/o apagado de los actuadores. En la Figura 12, se visualiza que el modo manual del sistema IoT se encuentra apagado, por lo tanto, el sistema funciona de forma autónoma.

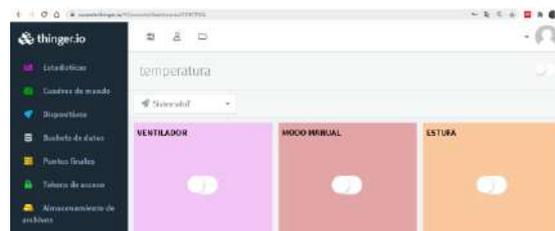


Figura 12: Modo de operación manual apagado.
Fuente: Propia, 2021.

En la Figura 13, en la plataforma el usuario ha presionado el botón ESTUFA, lo cual activa un led a la vez que activa el relé para el Calefactor que funciona a 110 V.

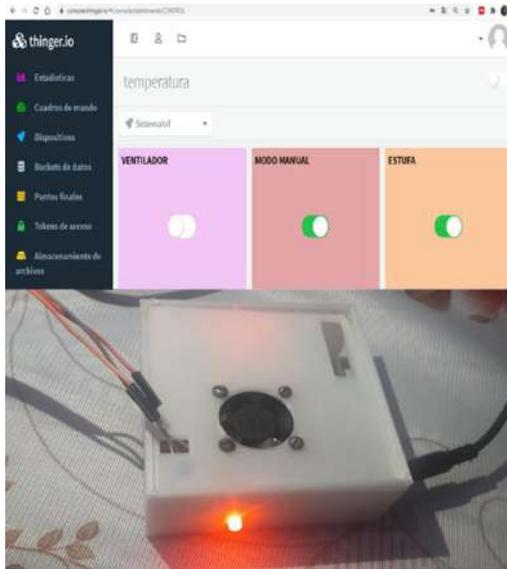


Figura 13: Encendido del calefactor desde la plataforma Thinger.io.
Fuente: Propia, 2021.

Si el usuario en el modo manual presiona el botón VENTILADOR, se encenderá un ventilador de computadora como se visualiza en la Figura 14. Al igual que en el caso anterior se activa un relé para el Ventilador que funciona a 110 V.

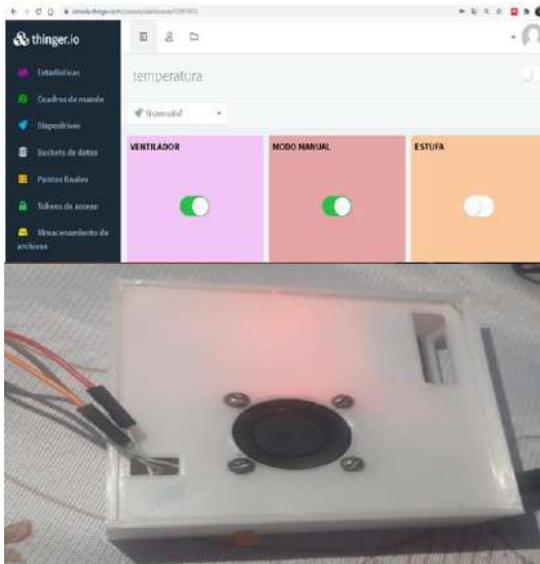


Figura 14: Encendido del ventilador desde la plataforma Thinger.io.
Fuente: Propia, 2021.

3.2. Validación de los Tres Jueces.

La prueba de la técnica de los jueces fue realizada por tres ingenieros mecatrónicas con experiencia en el tema de investigación y desarrollo de proyectos, los cuales validaron el desarrollo experimental realizado.

La calificación obtenida por cada ítem y la tabulación de los resultados de los tres jueces de detalla en la Tabla 4. En la cual r_i representa la sumatoria de los rangos por cada ítem, PR_i el promedio de rango por cada ítem y PpR_i es la proporción de rango por cada ítem.

Tabla 4
Tabulación de resultados obtenidos por la prueba de los tres jueces.

Validez de contenido por el método del coeficiente de proporción de rango						
Ítems	Juez 1	Juez 2	Juez 3	r_i	PR_i	PpR_i
1	5	5	5	15	5.00	1.00
2	5	5	5	15	5.00	1.00
3	5	5	5	15	5.00	1.00
4	5	5	5	15	5.00	1.00
5	4	4	5	13	4.33	0.86
					CPR	0.92

Fuente: Propia, 2021.

Una vez tabulados los resultados obtenidos, dio como resultado un coeficiente de proporción de rango de 0.92. Este valor permite aceptar como válida la primera hipótesis, es decir; el desarrollo experimental queda validado.

4. DISCUSIÓN

Mancilla & Palma (2019), desarrollaron un sistema que permitía controlar la temperatura del agua en piscinas a través de una aplicación Web alojada en una PC y para el monitoreo y control utilizaron una placa Raspberry Pi. El sistema implementado al haber sido realizado en una plataforma IoT de código abierto el sistema no solo puede ser monitoreado y controlado de forma inalámbrica de forma local sino desde

cualquier parte del mundo, adicionalmente; el sistema desarrollado es de bajo costo comparado con el desarrollado por Mancilla & Palma.

Rodríguez et al. (2017), desarrollaron un sistema de monitoreo y control remoto para regular la presión usando los softwares MATLAB y HTML. El sistema fue desarrollado en el software IDE Arduino el cual a diferencia de MATLAB no necesita un equipo de cómputo con características especiales y de igual manera el control es solo local, mientras que la plataforma Thinger.io permite tener un control global.

Padilla et al. (2019), implementaron un sistema de monitorización que permitía obtener el registro continuo de las variables de temperatura y humedad estableciendo alarmas dinámicas con la finalidad de ayudar a identificar y avisar al personal responsable sobre el comportamiento no deseado del equipo de refrigeración. El sistema IoT desarrollado no genera alarmas, sino que le envía alertas al usuario por correo electrónico permitiéndole tomar decisiones aún sin estar físicamente en la planta.

5. CONCLUSIONES

La investigación realizada en diferentes motores de búsqueda permitió entender el funcionamiento y requerimientos necesarios para desarrollar el proyecto de manera satisfactoria. La conexión en el software libre Fritzing facilitó el armado del sistema en protoboard y la rápida solución a los errores presentados. Para la comunicación inalámbrica se usó la librería ESP8266WiFi.h y para vincular la plataforma IoT con la placa NodeMCU se empleó la librería ThingerESP8266.h.

En la plataforma IoT se diseñó la interfaz para que el usuario pueda monitorear la temperatura en tiempo real y se añadió los botones para poder teleoperar los actuadores (ventilador y calefactor) en caso de presentarse algún percance. La plataforma Thinger.io permite añadir hasta cuatro dispositivos de forma gratuita y se vincula con facilidad con la placa NodeMCU por medio del software de código abierto IDE Arduino. Los datos obtenidos en la plataforma son almacenados en una base de datos para que posteriormente puedan ser empleados para realizar algún tipo de control inteligente como Machine Learning.

Se realizaron diversas pruebas de funcionamiento del sistema en protoboard hasta llegar a obtener la funcionalidad deseada, para validar la funcionalidad del sistema desarrollado se lo hizo mediante la técnica de los jueces expertos. La tabulación de las calificaciones obtenidas arrojó un valor de CPR de 0.92, con lo cual queda validado el sistema desarrollado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Castro, A. (2007). Diseño y simulación de un sistema de control de temperatura e iluminación para la crianza de pollos en haciendas usando una red de sensores. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD.

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23721/1/B-CINT-PTG-N.202.Cabrera Castro Andrés Ramón.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23721/1/B-CINT-PTG-N.202.Cabrera%20Castro%20Andr%C3%A9s%20Ram%C3%B3n.pdf)

Estela, M., Torres, R., Elena, C., Álvarez, S., Ofelia, D., Martínez, R., Javier, F., Ortega, R., Fernando, L., & Flores, P. (2021). SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO DE TEMPERATURA EN INCUBADORA DE HUEVO DE AVES Resumen. 42(138).

Fermin, F. & Guerra, J. (2017). Vista de Internet de las Cosas. Internet de Las Cosa IoT, 1–5.

<http://revistas.uigv.edu.pe/index.php/perspectiva/article/view/187/193>

Fritzing. (n.d.). Retrieved April 15, 2021, from <https://fritzing.org/>

García, J. (2003). Como hacer un proyecto de investigación (PANAPO (Ed.)). https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/429/52504/1/Documento.pdf

Julio Tomalá, H. V. (2019). Investigación y Análisis del Ecosistema para el Internet en las Áreas de Smart Cities, Home Automation, Smart Energy , Connected Vehicle, Industria 4.0 y Smart Health. 83.

Mancilla, T. & Palma, E. (2019). Diseño de un sistema para el control de temperatura de las piscinas donde se cultivan tilapias. Tesis Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Marrero P. (2017). Ventajas del IoT, Internet of things, en los negocios | Biplaza. <https://www.biplaza.es/ventajas-del-iot-internet-of-things-los-negocios/>

Padilla, R. E. Q., Lobos, C. L. C., & Tiraje. (2019). INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN PLATAFORMA I o T PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES FÍSICAS CON (Vol. 3).

Piñeros, B., Cristian, B., & Hernández, M. B. (2019). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES APLICADO A UN CULTIVO ACUAPÓNICO A PEQUEÑA ESCALA BASADO EN IOT. In instname:Universidad Santo Tomás.

Pisano, A. (2018). Internet de la Cosas. Gestión de Servicios Tecnológicos y de Telecomunicaciones, 1, 94. https://www.owasp.org/images/3/36/IoT_CyberSecurity.pdf

Rodríguez Sotelo, J., López Londoño, A., Vega Botero, C., & Darío Flórez Hurtado, R. (2017). Sistema de monitoreo y control remoto usando IOT para un regulador de presión. *Scientia et Technica*, 22(4), 391–397. <https://doi.org/10.22517/23447214.13291>

See Rivas. (2020). Tipos de Investigación. p.100.

Soto, B., Banesa, A., Sofía, D., Coral, B., Antonio, P., Parra, A., Julián, Ó., Charry, P., Bernal, A. M., Alejandro, D., Torres, Q., Rojas, J. S., Córdoba Hernández, N. P., Beltrán, A., & Núñez, A. (2019). SISTEMA BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS (IoT) PARA LA MONITORIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE VARIABLES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN UN EQUIPO DE REFRIGERACIÓN DEL ÁREA DE FARMACIA DE UN HOSPITAL DE CUARTO NIVEL.

Thingier.io. (20 C.E.). Open Source IoT Platform. <https://thingier.io/>

INVESTIGACIÓN

TECNOLÓGICA IST CENTRAL TÉCNICO

Dirección:

ISTCT, Av. Isaac Albéniz E4-15 y El Morlán, Sector el Inca
Quito - Ecuador • Telf.: (593) 2403096
www.istct.edu.ec • www.investigacionistct.ec • investigacionistct20@gmail.com