



Instituto Superior
Tecnológico Simón Bolívar

CONTECDES

CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO

Está dirigida al personal académico de universidades e institutos tecnológicos, investigadores y profesionales

Junio de 2021

Guayaquil - Ecuador

CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO

REVISTA DIGITAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Volumen 6

junio - diciembre 2021

MSc. Ruth Rivera España

Rectora ISTSB

MSc. Joaquín Noroña Medina Vicerrector

académico ISTSB DIRECTOR

COMITÉ EDITORIAL

COORDINADOR

Lcdo. Moisés David Saeteros G.

SECRETARIA

Ing. Yinis Salmerón Moreira

MIEMBROS DEL COMITÉ (EXTERNOS)

MSc. Héctor Álvarez

Unidad Educativa del Milenio Ileana Espinel Cedeño

MSc. Ninoska Yelitza Avendaño Hernández (venezolana)

Colegio Alemán Humboldt

Lcda. Karin María Del Cioppo Moorstadith

Investigadora – Misionera

Msg. Jacqueline Bermúdez Johnson

Vicerrectora Académica Jornada Vespertina de la UEM Directora de

Investigación de la ULVR

Dr. Berlín España (venezolano)

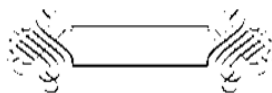
Investigador especialidad en Ingeniería Ambiental

COMITÉ CIENTÍFICO

MSc. Heriberto Luna Álvarez-ISTSB
MSc. Richard Astudillo Sarmiento – UEIEC
Lcdo. Edgar Morales – UEIEC
Lcdo. Cristhian Guerrero - UET
Ing. Manuel Flores Maruri - INVESTIGADOR
SC. Cristhian Plaza Carrillo - ISTSB
Ing. Patricia Flores - ISTSB
MSc. Víctor Burbano Preciado - ISTSB

COMITÉ TÉCNICO

Ing. Rafael Franco Reina – ISTSB
Lcdo. Marco Suarez – Diseñador Gráfico



INTRODUCCIÓN

Conocimiento Tecnológico para el Desarrollo CONTECDES, es una revista académica dedicada a la investigación tecnológica con ensayos y artículos científicos producto de la aplicación de diferentes teorías en proyectos de tecnología. Su publicación es semestral, con una edición en abril y otra en noviembre, tiene el respaldo y aval del Instituto Superior Tecnológico “Simón Bolívar” de la ciudad de Guayaquil (Ecuador).

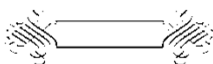
Su contenido incluye principalmente publicaciones originales e inéditas, escritas en español e inglés, por estudiantes y docentes de la institución, así como por investigadores externos que aportan a la mejora continua de la calidad de la revista para optimizar procesos industriales; cuyos autores exponen sus trabajos para la valoración y divulgación científica.

CONTECDES está dirigido a personal académico de universidades e institutos tecnológicos, investigadores y profesionales de diferentes áreas de ingeniería y tecnología como: Electricidad, Electrónica, Mecatrónica, Mecánica Automotriz, Electromecánica, Refrigeración Industrial, entre otras, dándole un espacio especial para proyectos especiales en el área de Logística Portuaria y Desarrollo Integral Infantil.

El contenido científico es responsabilidad exclusiva de los autores, con base en el arbitraje técnico de pares evaluadores (investigadores externos y docentes del ISTSB), con la modalidad de par ciego se garantiza la confidencialidad, anonimato y árbitros, de acuerdo a las normas editoriales. Los pares evaluadores son investigadores nacionales o extranjeros de una notable trayectoria, por su experiencia en el ámbito de la publicación científica. El objetivo de la revista es fortalecer la investigación científica del ISTSB, a partir de la publicación de los ensayos y artículos en la revista e intercambiar experiencias a fin de lograr aprendizaje en la práctica investigativa. El contenido completo está disponible totalmente gratuita en su versión electrónica en la dirección <https://revistasistsb.wixsite.com/contecdes-eiwy>

EDITORIAL

Vol. NO 6, junio 2021



Galardones Nacionales 2017, desde la perspectiva del docente director del proyecto

Desde el punto de vista del autor, el ISTSB, con la llegada del MSc. Joaquín Noroña, febrero 2016, inició su proceso de preparación en Metodología de la Investigación, el objetivo, tener docentes investigadores para desarrollar su función sustantiva de investigación. Este proceso logró un tercer lugar en el V Concurso de Reconocimiento a la Investigación de Universidades, Escuelas Politécnicas e Institutos Técnicos y Tecnológicos Galardones Nacionales 2017, que organizó la Senescyt, con la ponencia “Equipo didáctico artesanal para pruebas: adquirir las competencias en el manejo de dispositivos de presión”. En este concurso participaron por primera vez los Institutos Técnicos y Tecnológicos del país.

¿Qué motivó a participar representado al ISTSB en Galardones Nacionales 2017?, tenía el proyecto de la Casa Abierta, octubre 2016: “equipo didáctico artesanal para pruebas de los presostatos”, el equipo operativo, el equipo de trabajo compuesto por MSc. Luis Maldonado, los estudiantes Lauro Alvarado, Anthony Pozo, Bryan Zambrano y, los docentes de la carrera. Al proyecto había que estructurarlo de acuerdo a las bases para presentación de ponencia. Lista la ponencia; el siguiente paso, entregar la documentación solicitada para participar adjuntando la ponencia y, esperar el resultado. La ponencia fue preseleccionada para participar en el “Evento Académico Zonal”. Dentro del concurso, se preparó a los estudiantes para que defiendan la ponencia. Por la defensa realizada, la ponencia fue preseleccionada como finalista para participar en la Feria Nacional Galardones 2017, donde se obtuvo el tercer lugar en el área de educación. Esta área difiere de las líneas de investigación de la carrera de Tecnología Superior en Refrigeración y Aire Acondicionado. La Universidad de Guayaquil obtuvo el primer lugar. La Pontificia Universidad Católica del Ecuador, el segundo lugar, estas instituciones tienen muchos años de experiencia en investigación.

Ing. Manuel Flores Maruri
COMITÉ CIENTÍFICO DE LA REVISTA

CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO

REVISTA DIGITAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Volumen 6

JUNIO - DICIEMBRE 2021

CONTENIDO

Comité Editorial

ENSAYOS ORIGINALES

TEMA – AUTOR	PÁG.
Promover la técnica de inoculación de estrés para reducir el síndrome de burnout Promote the inoculation of stress technique to reduce the burnout syndrome Autor(es): Tapia Quishpe Rafaela, León Flores María de los Ángeles, Lcdo. Moisés David Saeteros Guzmán Entregado: 2021-02-06 Revisado: 2021-05-23 Publicado: 2021-06-28	8
Elaboración de una aplicación móvil para el control básico de una silla de ruedas Development of a mobile application for basic control of a wheelchair Autor(es): Carlos Chamba Cruz , Segundo Chavez Arias , Jonnathan Chamba Cruz Entregado: 2021-09-10 Revisado: 2021-11-04 Publicado: 2021-11-26	16
Determinación de residuos de antibióticos en carne de res comercializada en la ciudad de Guayaquil Determination of antibiotic residues in beef marketed in the city of Guayaquil Autor(es): Andrea Paola Cárdenas Jarrín, pao85_28@hotmail.com; José Antonio Montalván Salinas, jose.montalvan@hotmail.com Recibido: 2020-12-05 Aceptado: 2021-01-18 Publicado: 2021-04-06	27
Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para prácticas de laboratorio en la Carrera de Tecnología en Electricidad en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar. Design and implementation of a photovoltaic system for laboratory practices in the Electricity Technology Career at the Simón Bolívar Higher Technological Institute. Autor(es): José Miguel Mero Ortiz, Danny Alexis Carpio Peñafiel, Ing. Rafael Franco Reina Entregado: 2021-05-02 Revisado: 2021-06-10 Publicado: 2021-06-28	34

	Diseño de estación climática usando Arduino y My SQL para el laboratorio del ISTSB Weather station design using Arduino and My SQL for the ISTSB laboratory Autor(es): Erick Raul Ortega Gualpa,erickortega-96@hotmail.com , López Merchán Rogger Steven, roggerhvn@hotmail.com. , Ing. Dennise Zambrano Entregado: 2021-05-12 Revisado: 2021-06-04 Publicado: 2021-06-28	43

Promover la técnica de inoculación de estrés para reducir el síndrome de burnout**Promote the inoculation of stress technique to reduce the burnout syndrome**Tapia Quishpe Rafaela¹, León Flores María de los Ángeles², Lcdo. Moisés David Saeteros Guzmán³**Entregado:** 2021-02-06 **Revisado:** 2021-05-23 **Publicado:** 2021-06-28**Resumen**

La presente investigación buscó determinar la presencia de sobrecarga de trabajo en docentes de la ciudad de Guayaquil y la relación que tiene esta con el síndrome de Burnout, con el único objetivo de analizar el indicio por medio de un estudio estadístico comparativo y explicar la técnica de inoculación de estrés para lidiar con él de un modo efectivo. Según los estudios realizados en algunos países de América Latina se ha observado que los índices de Burnout son elevados, lo cual varía dependiendo de los climas sociales a los que los docentes se encuentran expuestos a diario, así como también muchos factores psicosociales, esto incluye factores psicosomáticos, con influencia en las relaciones laborales, sociales y personales. Para llevar a cabo esta investigación se utilizó dos tipos de encuestas, se contó también con la participación de docentes de cuatro unidades educativas. Según los resultados, un cierto porcentaje de docentes sufre de Burnout, algunos mostrando despersonalización, otros, agotamiento laboral. y como conclusión, se trató de justificar la importancia de formar a los futuros docentes en encarar competencias emocionales, con el objetivo no sólo de prevenir el burnout, sino también de lograr el éxito personal en las distintas circunstancias de la vida.

Palabras clave: Síndrome de Burnout, inoculación de estrés, estrategias.

Abstract

The present investigation search to determinate the presence of work overload in teaches of Guayaquil city and the relation of this with the Burnout syndrome, with the sole objective of analyze the evidence by means of comparative statistical study and explaining the inoculation of stress technique to deal with it in an effective way. According to the explanatory studies of research conducted in some Latin American countries, it has been observed that Burnout rates are high, which varies depending on the social climates to which teachers are exposed daily, as well as work experience, and many psychosocial factors influence this also includes psychosomatic factors, with influence on labor, social and personal relationships. To carry out this research, two types of surveys were used, which are scalar and descriptive, with the participation of teachers from four educational units. The data was tabulated and a result was obtained. According to the data obtained from the surveys, a certain percentage suffers from Burnout, some show depersonalization, and others, emotional exhaustion. According to the comparisons made, the factors that influence their appearance are the same, varying with sex, age, the environment in which one works and work experience.

Key words: Burnout syndrome, stress inoculation, strategies.

¹ Estudiante de 3ero Bachillerato.

² Estudiante de 3ero Bachillerato.

³ Director de área de la UESLM-Coordinador de Editores de Revista Digital del ITSSB.

Introducción. –

En la ciudad de Guayaquil, es posible encontrar el bajo rendimiento en los docentes de las diversas unidades educativas, debido a los cuadros de incidencia de estrés en el trabajo, también llamado Burnout o “Síndrome de quemarse por trabajo”, esto se evidencia en el desempeño obtenido por parte de los profesionales. Generalmente el sistema educativo en sus normas y reglamentos orientan una atención al alumnado, un trato profesional pero que hay del docente según Oscar Anadón menciona “En el *«Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI. La educación encierra un tesoro»*, se plantea que, para hacer frente a los nuevos desafíos de este siglo, y es indudable que el afrontamiento del estrés negativo sería uno de ellos, es preciso asignar nuevos objetivos a la educación. La educación debe organizarse en torno a cuatro pilares: *a) aprender a conocer; b) aprender a hacer; c) aprender a vivir juntos; y d) aprender a ser.* (Anadón Revuelta, 2005)

El síndrome de *Burnout*, o síndrome de '*estar quemado*' se puede definir como un estrés interpersonal crónico en el ejercicio laboral. Dicho síndrome puede configurarse a través de tres grandes dimensiones: *agotamiento*, referido a las sensaciones de sobreesfuerzo físico y cansancio emocional como consecuencia de las continuas interacciones que los trabajadores deben mantener entre ellos, así como con los clientes, *despersonalización*, que supone el desarrollo de sentimientos, actitudes y respuestas negativas y distantes hacia compañeros de trabajo, superiores, clientes, etc. Y *baja realización*, que conlleva la pérdida de confianza en la realización personal y la presencia de un negativo autoconcepto como resultado de situaciones problemáticas en el ámbito laboral. En este sentido, los profesionales más afectados, aunque no los únicos, son los que trabajan en profesiones de ayuda, siendo especialmente vulnerables los ámbitos *sanitarios y educativos*. (Fernández Díaz & Rodríguez Mantilla, 2013)

A pesar que el estrés no sea un fenómeno que afecte la salud ocupacional, se puede introducir en la vida cotidiana afectando la armonía de la persona de manera laboral, cosa que expresa la capacidad de funcionamiento del ser humano, complementando la tradición del concepto de salud como un pleno, estado de bienestar físico, mental y social (Toledo, 2004).

En relación a indicadores con el Burnout, se lo evidencia en distintos lugares, entre los cuales tenemos a Santiago de Chile, en donde alrededor de la cuarta parte de los docentes de educación secundaria presenta altos niveles de agotamiento emocional (20%) y sensación de falta de logro (28, 6%). Se presentaron niveles mayores de agotamiento emocional en las mujeres (30,3%) en comparación con los docentes varones (22,3%). A diferencia que en la distancia emocional de hombres (23,9%) y mujeres (16,9%). En cuanto a las faltas de logro no se han identificado diferencias considerables por el género. Los tres indicadores mencionados contribuyen al modelo trifactorial de Burnout de Maslach, el cual se confirma para la población estudiada, con un peso factorial predominante del indicador de agotamiento emocional (30%). (Cornejo Chavez, 2009).

Los expertos en el tema aseguran que la patología se desarrolla en tres etapas. En una primera instancia, el afectado siente un agotamiento emocional al pensar que debe enfrentarse a quien le irrita y piensa cómo hacer para sobrellevar la situación. En un segundo estadio, se produce lo que se conoce como despersonalización que es cuando toma distancia de la persona que lo afecta o incluso comienza a tratarlo de mala manera hasta la etapa tres, la “Reducida realización personal”, según la llaman los psicólogos. En esa última instancia es cuando el afectado se siente incómodo y comienza a cuestionarse que allí no obtiene lo que quiere. En estos

casos, muchos caen en el abandono. (Universia España, 2013)

Se ha constatado que el riesgo de los docentes a desarrollar trastornos psiquiátricos es superior que el de otras profesiones: dos veces mayor que los oficinistas, dos y media que los profesionales de la salud, y tres que los obreros de los servicios públicos (Lodolo, Pecori, Della Torre, Iossa, Vizzi, Fontani et al, 2004). Abraham (2000), en un estudio longitudinal realizado en París, encontró estados depresivos en 35% de docentes y en 20% de no docentes, en consecuencia, considera a ésta, como una población psíquicamente en peligro.

El Burnout ha llegado hasta extremos graves y es alarmante el número de suicidios en docentes franceses, el incremento de los diagnósticos de alteraciones psíquicas en docentes en Japón, y en Italia, se constata que la población docente, en su mayoría femenina y de edad mediana, se encuentra en riesgo por el estrés (Lodolo et al., 2009).

Con esta investigación se tiene la finalidad de promover la técnica de inoculación de estrés, las cuales ayudarán a reducir la incidencia de Burnout en los docentes.

Este procedimiento fue desarrollado por Donald Meichenbaum y Cameron en 1974, cuyo objetivo es enseñar, adecuar a las personas para manejar una gran variedad de situaciones estresantes y otras que puedan causar malestar. Esta técnica puede ser útil para reducir la ansiedad en general y la producida en situaciones sociales, el temor de hablar en público, las fobias, la irritabilidad crónica entre otros.

La peculiaridad de la técnica de inoculación de estrés es que la persona aprende a interpretar su problema de una forma en la que puede verlo como algo que se puede solucionar. La técnica tiene en cuenta los factores ambientales, cognitivos, afectivos, fisiológicos y conductuales. Está compuesta por varias fases, que son La conceptualización, ensayo y adquisición de habilidades, aplicación y consolidación, en donde se expone a la persona tratada a varios escenarios de estrés moderado en situaciones reales, ya que se estarán poniendo en práctica las habilidades adquiridas.

Este síndrome, identificado también como “síndrome de quemarse por trabajo” representa el desgaste emocional, como ya se había mencionado, en países como Ecuador, se desconoce o simplemente no se le toma demasiada importancia, sin percatarse de que esto puede provocar trastornos de conducta, psicosomáticos que afectan a su trabajo y relaciones sociales. Los estudios que se relacionan con los factores psicosociales negativos, indican que el desarrollo de la enfermedad lleva a los trabajadores a renunciar a su trabajo, acarreado a una crisis laboral-personal.

Metodología. –

La investigación es de carácter cualitativo y descriptivo, la presente investigación, buscó identificar los factores que influyen en la aparición de síndrome de Burnout, o los que son más comunes de encontrar en los docentes, la misma que está compuesta por la participación de 210 maestros de distintas unidades educativas públicas de la ciudad de Guayaquil, los cuales son Oscar Salas Bajaña, García Goyena, Provincia de Tungurahua y Réplica de Simón Bolívar y la Unidad Educativa Particular Santa Luisa de Marillac.

Este cuestionario Maslach Burnout Inventory (MBI) está constituido por 22 ítems en forma de afirmaciones, sobre los sentimientos y actitudes del profesional en su trabajo. Su función es medir el desgaste profesional. Este test pretende medir la frecuencia y la intensidad con la que se sufre el Burnout. Subescala de agotamiento o cansancio emocional. Valora la vivencia de estar exhausto emocionalmente por las demandas del trabajo,

Subescala de despersonalización. Valora el grado en que cada uno reconoce actitudes frialdad y distanciamiento y Subescala de realización personal. Evalúa los sentimientos de auto eficiencia y realización personal en el trabajo. (Omint, s.f.). Además, se contó con Psicólogo clínico la Dra., Mercedes Calle, profesional que labora en el Instituto de neurociencia de la Junta de Beneficencia de Guayaquil

Al encuestar a los docentes de los colegios que participaron en el estudio, se pudo corroborar que gran parte de ellos sufre del síndrome o se encuentran proclives a sufrirlo. Este tipo de datos son escasamente estudiados y analizados en el país, por tanto, se tomaron los resultados de suma importancia para poder identificar que tanta incidencia tiene esta enfermedad en el Ecuador.

Según la muestra planteada, se procedió a realizar las encuestas a los docentes de cada una de las unidades educativas. Los resultados obtenidos, se clasificaron dependiendo el colegio y el tipo de encuesta hacia dónde va orientada, se separaron las preguntas para realizar las gráficas, entre positivas, negativas laborales, negativas emotivas. Durante el estudio de los datos de las encuestas cerradas, se pudo verificar que la mayoría de los docentes de las unidades educativas sienten un gran peso por la sobrecarga de trabajo a la que se ven expuestos diariamente, ya que su trabajo no solo consiste en enseñar, sino que también asumen otros roles como son de consejero, administrador, etc.

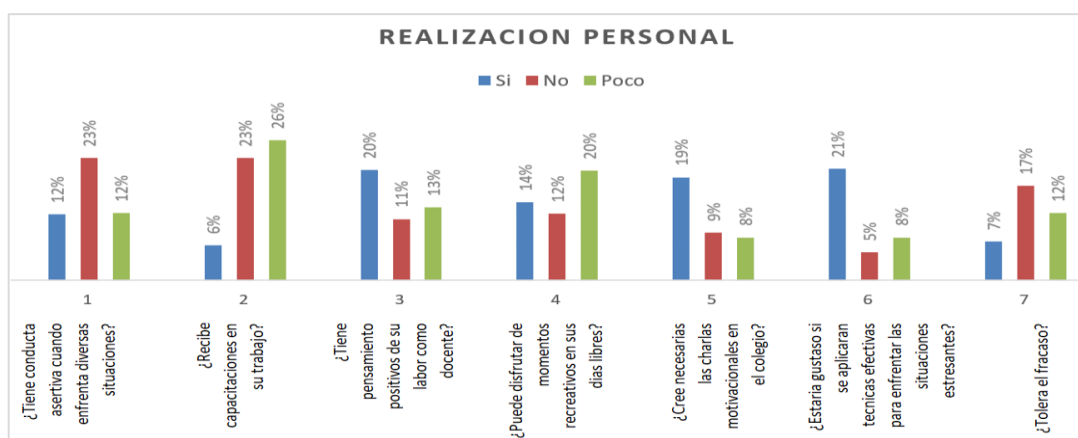
Además, se contó con Psicólogo clínico la Dra., Mercedes Calle, profesional que labora en el Instituto de neurociencia de la Junta de Beneficencia de Guayaquil

Resultados. –

Al elaborar la encuesta

Figura 1

Realización personal a docentes



Nota. Datos estadísticos acerca de preguntas que generan realización personal a Docentes de la ciudad de Guayaquil para detectar el síndrome de Burnout.

De acuerdo a los resultados sobre la Realización Personal, con respecto a la primera pregunta que consiste en la conducta asertiva que los docentes muestran ante diversas situaciones se logró observar un 12% de docentes que las afrontan con una conducta asertiva, mientras que un 23% muestra negatividad ante los escenarios estresantes, y un 12% dice hacerlo en ocasiones o dependiendo del problema.

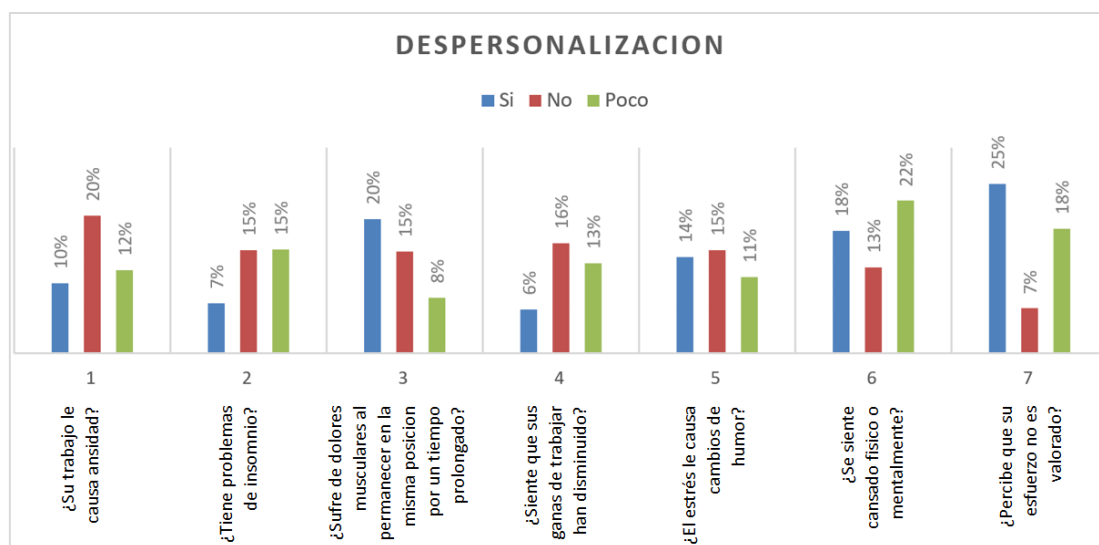
Referente a la tercera pregunta, sobre los pensamientos positivos que tienen los docentes sobre su labor, se logró evidenciar que un 20% de los encuestados se encuentran gustoso de cumplir con su trabajo, también se

identificó la similitud de porcentajes, los cuales fueron 11% en negación y un 13% se sienten neutrales. La quinta pregunta señala la necesidad de charlas emocionales en los colegios, los dos colegios concordaron con la mayoría de respuestas afirmativas. La sexta pregunta referente a que tan gustosos estarían los docentes si se implementaran métodos para enfrentar las situaciones estresantes, se pudo evidenciar respuestas altamente favorables con un 21%, concluyendo que los docentes aspiran a que en sus respectivas unidades educativas se efectúen técnicas para afrontar situaciones estresantes.

La séptima pregunta indica que tanta tolerancia se tiene ante el fracaso, se obtuvo resultados de un 12% considerándole con muy poca tolerancia y un 17% rotundamente negativa a la tolerancia al fracaso, con el mínimo porcentaje de 7% de docentes que presentan una actitud deseable.

Figura 2

Despersonalización a docentes



Nota. Datos estadísticos acerca de preguntas que generan despersonalización a los Docentes de la ciudad de Guayaquil para detectar el síndrome de Burnout.

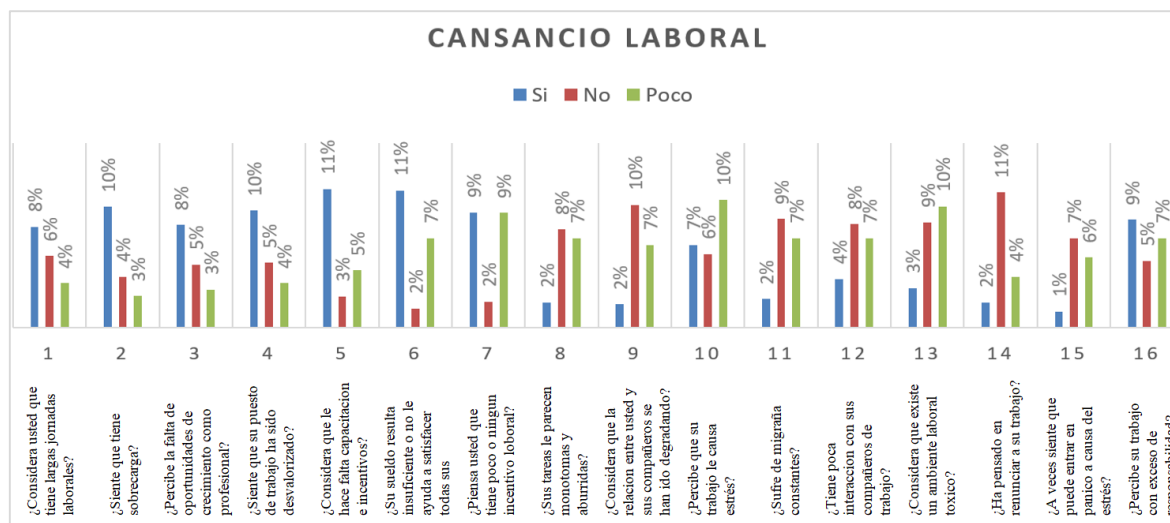
Los resultados presentados a la despersonalización, con relación a la ansiedad que causa el trabajo en los colaboradores, se evidenció la afirmación del 10% de docentes, seguido de una respuesta en negación con mayor frecuencia de 20%, y 12% que sufren de ansiedad.

De acuerdo con la cuarta pregunta que indica el descenso de las ganas de trabajar como docente, los colegios concordaron con respuestas negativas, obteniendo un 16% como resultado, lo cual dio a entender que su trabajo les sigue provocando satisfacción, solo 6% cuentan con ese descenso de ganas de trabajar. Según la quinta pregunta, acerca de los cambios de humor que puede llegar a causar el estrés, según detallan las gráficas, los docentes llegan a sufrir fuertes cambios de humor a causa del estrés producido en el trabajo o en su entorno social con un 15%, mientras que 14% de ellos no presentan cambios de humor, mientras que un 11% se ve afectado muy poco. En cuanto a la sexta pregunta sobre el cansancio físico y mental, se representa un 22% de docentes con leve cansancio mental y físico, las respuestas positivas con un 18% de docentes que se ven afectados y 15% que no lo está.

En cuanto a la percepción de sentir que su trabajo no es valorado, perteneciente a la séptima pregunta, concordaron con 25% de docentes perciben que su trabajo no es valorado por parte de alumnos y autoridades, mientras que otro 18% lo percibe levemente.

Figura 3

Cansancio laboral emocional de los docentes



Nota. Datos estadísticos acerca de preguntas que generan cansancio emocional a Docentes de la ciudad de Guayaquil para detectar el síndrome de Burnout.

Al analizar los resultados obtenidos sobre el Cansancio Laboral, se obtuvieron resultados con un 8% afirmativo en lo que corresponde a la primera pregunta concerniente a las largas jornadas laborales. En la segunda pregunta de sobre carga laboral el 10% de los docentes presentaron una respuesta afirmativa a la sobrecarga de trabajo, considerando que deben asumir otros roles, el 4% no presentó anomalías.

Cuando se preguntó a los docentes si percibían una falta de oportunidades de crecimiento como profesional, la cifra más alta fue de 8%, afirmando que distinguen un ambiente laboral en el que se perciben estancados, y solo el 4% afirmó percibir oportunidades que ayudan en su desarrollo como profesional. La cuarta pregunta, referente a que tan desvalorizado siente el docente que es su trabajo, el 10%, siendo este considerado como la mayoría, optaron por escoger una respuesta afirmativa a esta pregunta, el 5% consideró que su trabajo es bien valorado por parte de estudiantes y superiores.

En cuanto se analizó la quinta pregunta, la misma que es relativa a la falta de y capacitaciones laborales, obtuvo un porcentaje de docentes correspondiente al 11%, siendo este la mayoría que afirma no recibir incentivos ni capacitaciones que ayuden en su crecimiento como docentes. La sexta pregunta que menciona el sueldo insuficiente alcanzó un 11% de personas que no se encuentran de acuerdo con el sueldo que reciben ya que este no les ayuda a satisfacer sus necesidades.

La octava pregunta reflejó los resultados de si las tareas resultan ser monótonas y aburridas, se obtuvo un efecto de 8%, estos docentes niegan realizar su trabajo y considerarlo monótono y aburrido, 7% no perciben anomalías en los trabajos que realizan y el 2% se siente cansado y aburrido de realizar siempre las mismas tareas. El trabajo como causa de estrés tomó lugar como la décima pregunta, la cual arrojó resultados del 10% de docentes que se sienten levemente afectados por el estrés a causa del trabajo y 7% que sienten que la causa de su estrés está altamente influenciada en el trabajo.

La mayoría de encuestados respondió una rotunda negación de 11% ante la pregunta número catorce, referente hacia si han pensado en renunciar a su trabajo, mientras que el 2% si lo ha pensado, siendo esta cifra bastante baja. En la pregunta final, 9% de docentes perciben exceso de responsabilidad impuesta en su trabajo.

Discusión. –

El estrés negativo como factor incidente para generar despersonalización en el profesional debe ser tratado de forma muy responsable como lo menciona Oscar Anadón Superar el estrés negativo, requisito imprescindible para superar el «burnout», es posible, aunque no es una tarea fácil. Exige de la persona tiempo y dedicación, pero a medio, largo plazo, merece la pena el esfuerzo. Como muy acertadamente nos indica Bucay: «La humanidad tardará mucho o poco tiempo en saberlo, pero tarde o temprano comprenderá que, así como el hombre aprende a renunciar a ciertos alimentos que lo dañan, debe también aprender a renunciar a ciertas emociones que lo perjudican» [BUCAY, 2005, 38]. (Anadón Revuelta, 2005)

La terapia de Inoculación estrés es que la persona aprende a interpretar su problema de una forma en la que puede verlo como algo que se puede solucionar. La técnica tiene en cuenta los factores ambientales, cognitivos, afectivos, fisiológicos y conductuales, ayuda a enfrentar el estrés como parte de uno superando ciertos hábitos que perjudican directamente al paciente como lo menciona la Dra. Dra. Alvear Psicóloga Clínica del Instituto de Neurociencias de la Junta de Beneficencia de Guayaquil.

Conclusión. –

El presente artículo intenta acercar al lector y autoridades académicas del país en tomar en cuenta el complejo proceso psicológico que es el estrés y cómo éste repercute en el «burnout». Ayudando a los maestros docentes en ser consecuentes con las jornadas laborales preocupándose en realizar terapias, de acuerdo a su nivel de estrés, en caso necesario, sino para favorecer que puedan alcanzar un mayor grado de bienestar subjetivo.

Comparto la dicho por Oscar “Tenemos que asumir el compromiso de explicitar en las aulas que para intentar conseguir ser un poco más felices es esencial encontrar una meta que dé sentido a nuestra vida, es conveniente aprender a disfrutar de las pequeñas cosas que ya poseemos, es primordial transformar las dificultades en desafíos que nos pueden llevar a avanzar, es crucial tener un grupo de amigos en el que podamos apoyarnos y compartir nuestras alegrías y nuestras penas, es importante saber controlar nuestro tiempo, y en definitiva es decisivo aprender que si sembramos sentimientos positivos recogeremos sentimientos positivos y al contrario. (Anadón Revuelta, 2005)

Bibliografía. –

Anadón Revuelta, Ó. (2005). La Formación en Estrés para la Prevención del Síndrome de «Burnout» en el Currículo de Formación Inicial de los Maestros1. *Revista Interuniversitaria de Formación del profesorado*.

Bustamante González., E. (22 de Abril de 2016). *Scielo*. Obtenido de Scielo:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2016000200003

Cornejo Chavez, R. (1 de agosto de 2009). *uaem redalyc.org*. Obtenido de uaem redalyc.org:

<http://www.redalyc.org/html/873/87313702006/>

Fernández Díaz, M. J., & Rodríguez Mantilla, J. M. (25 de Febrero de 2013). *Fundacion para el conocimiento Madrid*.

Obtenido de Fundacion para el conocimiento Madrid:

<http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=55925>

Omint. (s.f.). *CUESTIONARIO-BURNOUT-INTERACTIVO*. Obtenido de CUESTIONARIO-BURNOUT-INTERACTIVO:

<file:///C:/Users/Mirella/Downloads/CUESTIONARIO-BURNOUT-INTERACTIVO.PDF.pdf>

Universia España. (12 de Julio de 2013). *Universia España*. Obtenido de Universia España:

<http://noticias.universia.es/en-portada/noticia/2013/07/12/1036093/burnout-sindrome-afecta-65-profesores.html>

Universia Mexico. (17 de julio de 2014). *Universia Mexico*. Obtenido de Universia Mexico:

<http://noticias.universia.net.mx/empleo/noticia/2014/07/17/1100761/40-trabajadores-mexicanos-padece-sindrome-burnout.html>

Elaboración de una aplicación móvil para el control básico de una silla de ruedas

Development of a mobile application for basic control of a wheelchair

Carlos Chamba Cruz¹, Segundo Chavez Arias², Jonnathan Chamba Cruz³

Entregado:2021-09-10 **Revisado:** 2021-11-04 **Publicado:** 2021-11-26

Resumen. –

Este proyecto tuvo como fin el Desarrollo e Implementación de una aplicación móvil para el control de movimiento básico de una silla de ruedas, fue desarrollado en Android. El diseño de la Implementación y aplicación para el control de la silla de ruedas parte de la identificación de las necesidades de las personas que las usan, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica, una vez identificadas las necesidades se propone un prototipo de silla de ruedas eléctrica controlada mediante botones, voz y acelerómetro. Para el efecto se utilizó hardware y software libre; el hardware tiene como elemento central una silla de ruedas reciclada, a la cual primero se debió dar un mantenimiento general, sobre el espaldar se ubica un contenedor impreso en 3D que contiene el sistema de control que está conformado por: una placa Arduino la cual se comunica con un dispositivo bluetooth Hc-05 que permite la comunicación con el smartphone, un puente H para el control de los motores acoplados a las ruedas; la programación del sistema de control se desarrolló mediante el uso de la interfaz IDE propia de Arduino. Una vez finalizada la estructura del prototipo, se desarrolló la aplicación para lo cual fue necesario el uso de App Inventor 2, en donde se crearon todas las interfaces de los diferentes tipos de control. Finalmente se aplicaron pruebas, alcanzando los resultados requeridos de funcionalidad y operatividad. Los resultados obtenidos con el diseño de la aplicación móvil fueron: un prototipo 100% funcional, reporte de nivel de batería y distancia de conexión. Con lo que se logra una mejor gestión de la batería ya que el usuario pueda visualizar en todo momento el porcentaje de carga, optimización del tiempo de movilización, aprovechamiento de los recursos existentes en los Smartphones para garantizar una conexión correcta con el prototipo.

Palabra clave: Automatización, AppInventor2, interfaz, silla de ruedas, Arduino.

Abstract. -

In the research work entitled Development and Implementation of a mobile application for the control of basic movement of a wheelchair, it was developed on Android, during the period 2021. The design of the Implementation and application for the control of the wheelchair Part of the identification of the needs of the people who use them, for which a bibliographic review was carried out. Once the needs were identified, a prototype of an electric wheelchair controlled by buttons, voice and accelerometer was proposed. For this purpose, free hardware and software were used; The hardware has as a central element a recycled wheelchair, which first had to be given general maintenance, on the back there is a 3D printed container that contains the control system that is made up of: an Arduino board which is communicates with a Bluetooth device Hc-05 that allows communication with the smartphone, an H bridge to control the motors attached to the wheels; Control system programming was developed using Arduino's own IDE interface. Once the prototype structure was finalized, the application was developed for which the use of AppInventor 2 was necessary, where all the interfaces of the different types of control were created. Finally, functionality tests were applied, reaching the required results of functionality and operability. The results obtained with the design of the mobile application were: a 100% functional prototype, battery level report and connection distance. With which a better management of the battery is achieved since the user can visualize the charge percentage at all times, optimization of the mobilization time, use of the existing resources in the Smartphones to guarantee a correct connection with the prototype.

Key Works: Automation, AppInventor2, interface, wheelchair, Arduino

¹ Tecnólogo en Sistemas Informáticos

² Ingeniero en Informática

³ Ingeniero en Electrónica mención Control y Redes Industriales

Introducción. –

El presente trabajo de investigación surge de la dificultad que presenta una persona con capacidad de movilidad reducida debido a una discapacidad física (parálisis de medio cuerpo), lo que repercute en el normal desenvolvimiento o en la manera de realizar determinadas actividades (OMS, 2021). La discapacidad en esta persona es parte de su condición humana, este problema se agudiza a medida que cambian las características demográficas de la población, así como también se incrementa el número de personas con mayor grado de discapacidad, requiriendo de una silla de ruedas mecánica que le permita la movilidad, sin embargo, existen otros problemas como la dependencia de terceras personas para poder operar la silla de ruedas; esto involucra realizar un esfuerzo extraordinario para movilizarse por diferentes tipos de superficies (OPS, 2020).

La relevancia del desarrollo de un sistema para mejorar la movilidad de personas que utilizan las sillas de ruedas manuales se fundamenta en la necesidad que estos tienen para integrarse al medio en el cual vivimos como acudir al trabajo, a un supermercado, realizar pagos de servicios básicos, citas médicas, etc. (Bedón, 2017), lo cual crea la necesidad de diseñar prototipos electrónicos en software y hardware libre que facilite su transporte y sea accesible económicamente permitiendo una gran accesibilidad de las partes y piezas del sistema, de modo que este proyecto pueda ser reproducible por otros especialistas generando de esta manera un aporte a la sociedad.

Con el propósito de superar los problemas expuestos en el uso de una silla de ruedas mecánicas (García, 2013), se propone mediante este trabajo de investigación, desarrollar e implementar una aplicación móvil para el control de movimiento básico de una silla de ruedas desarrollado en Android, permitiendo que sea mucho más fácil para las personas con discapacidad física y que usan una silla de ruedas mecánica movilizarse por sí mismas, esto gracias al control de la misma mediante botones en un dispositivo móvil, además para superar falencias en los sistemas existentes se incluye una función avanzada de control con voz y acelerómetro, permitiendo que cualquier persona con amputación de mano pueda operar este prototipo sin ningún esfuerzo. Para alcanzar lo propuesto, se plantea como objetivo general el desarrollo e implementación de una aplicación móvil para el control de movimiento básico de una silla de ruedas desarrollado en Android.

Materiales y métodos. –

Para determinar los requerimientos que permitieron definir las funciones que debe cumplir el prototipo, así como la aplicación, se utilizó un conjunto de técnicas y procedimientos además permitió determinar las posibles restricciones que se debe cumplir.

Requerimientos Funcionales (RF)

Estos requerimientos permiten definir que función debe realizar el prototipo y aplicación, como y cuando lo hará, y las restricciones que tendrá, a continuación, se detallan los RF de la aplicación en la tabla 1, y los del prototipo en la tabla 2:

Tabla 1

Requerimientos Funcionales Aplicación

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
RF_1	Enlace	La APK debe enlazar el celular con el bluetooth de la placa Arduino.	Alta
RF_2	Selección Control	El usuario debe seleccionar el método de control de la silla de ruedas en la APK, pudiendo ser estas: botones, voz, acelerómetro	Alta
RF_3	Desconexión	La APK debe realizar la desconexión de forma manual o automática del bluetooth del celular, para evitar errores de comunicación.	Media

Tabla 2

Requerimientos funcionales prototipo

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
RF_1	Enlace	El prototipo debe enlazar el bluetooth con el celular	Alta
RF_2	Recepción de datos	La placa Arduino recibe los datos y los decodifica	Alta
RF_3	Movimientos	Según la decodificación realizada se producen los movimientos para adelante, atrás, derecha, izquierda y detener la silla de ruedas.	Alta
RF_4	Batería	El prototipo garantiza el nivel de batería necesario para el desarrollo de los movimientos	Alta

Requerimientos No Funcionales (RNF)

Estos requerimientos no son obligatorios para el funcionamiento de la aplicación, sin embargo, permiten una operatividad con los usuarios; estos requerimientos de la aplicación se detallan en la tabla 3, mientras que en la tabla 4 se detallan los requerimientos del prototipo:

Tabla 3

Requerimientos no funcionales de la aplicación

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
RNF_1	Autenticación	La APK debe permitir el ingreso solo a los usuarios que dispongan de la contraseña.	Alta

RNF_2	Lógica de datos	La aplicación garantiza que los datos solo pueden ser enviados por el usuario de control, así como un único método de control	Alta
RNF_3	Uso	El sistema de la APK proporciona mensajes de error informativos que orienten al usuario sobre posibles soluciones.	Alta
RNF_4	Eficiencia	La aplicación debe responder o enviar los datos en menos de 10 segundos.	Alta
RNF_5	Escalabilidad	La APK debe ser capaz de permitir en un futuro el desarrollo de nuevas funcionalidades	Media

Tabla 4

Requerimientos no funcionales prototipo

CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD
RNF_1	Seguridad	El prototipo solo garantiza el movimiento con datos desde la APK	Alta
RNF_2	Lógica de datos	El prototipo garantiza que los datos no están llenos de inconsistencias	Alta
RNF_3	Uso	El prototipo muestra mensajes informativos que orienten al usuario sobre el estado del prototipo	Alta
RNF_4	Eficiencia	El prototipo debe responder o enviar los datos en menos de 10 segundos.	Alta
RNF_5	Escalabilidad	El prototipo debe ser capaz de permitir en un futuro el desarrollo de nuevas funcionalidades	Media

Diseño Conceptual

En la figura 1 se puede observar la conectividad entre la aplicación móvil con la tarjeta Arduino mediante un módulo de control bluetooth el cual es el encargado de recibir las diferentes instrucciones pedidas por el usuario, esta a su vez es transmitida hacia los módulos de control de automatización para girar los motores que darán movilidad a la silla de ruedas. El sistema cuenta con un módulo de alimentación independiente de 24VA el cuál alimenta todo el sistema incluyendo las tarjetas embebidas y motores.

Figura 4

Diagrama Conceptual

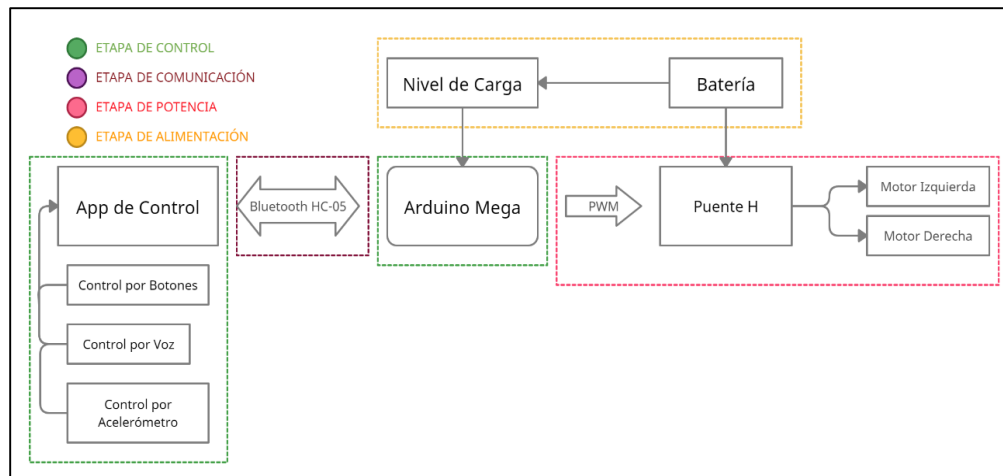
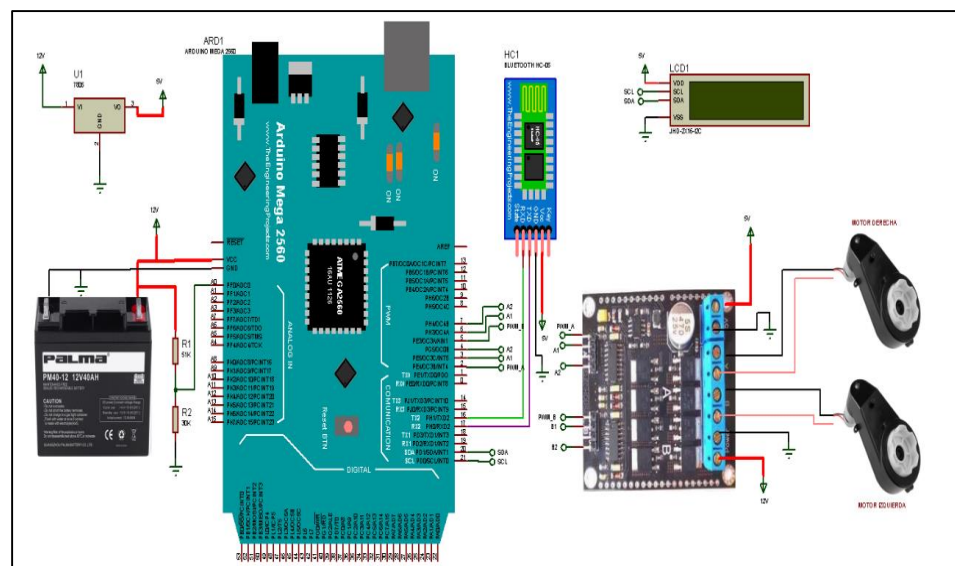


Diagrama de conexiones

En la figura 2 se puede observar las conexiones que se implementaron en la sección de control del prototipo, el mismo que está compuesto por todos los elementos descritos en el diagrama conceptual.

Figura 5

Diagrama de conexiones

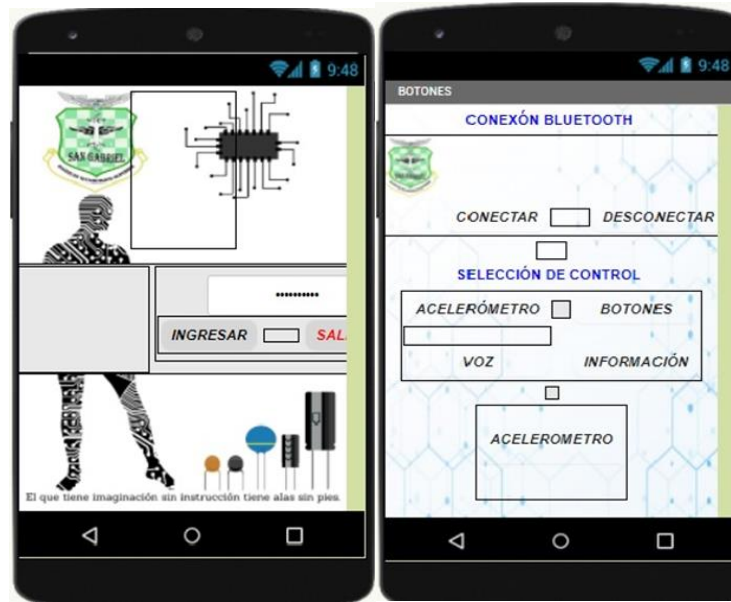


Implementación del sistema

El diseño de la interfaz con la cual interactuará el usuario fue desarrollado mediante el uso del software App Inventor 2 (Programo, 2020), a continuación, se muestra las principales pantallas del desarrollo de la interfaz, así como el detalle del funcionamiento de cada una de ellas.

Figura 6

Pantalla de autenticación y pantalla principal



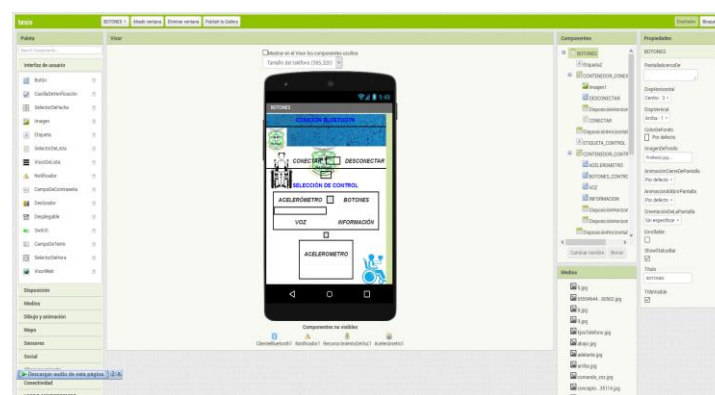
Nota. Las pantallas fueron capturadas de la interfaz de programación App Inventor 2

La aplicación App Inventor 2 es de acceso libre (Anastacio, 2020), es decir es una plataforma open Source, como primera pantalla de la aplicación se tiene un control de acceso para que únicamente las personas autorizadas puedan controlar la silla de ruedas; en esta pantalla de autenticación se colocó un recuadro llamado campo de contraseña, en el cual el usuario ingresa la contraseña proporcionada, este campo se configuro para que permita el ingreso de letras y números; también se encuentran dos botones, el botón de ingresar el cual permite comparar la contraseña ingresada con la almacenada y permite el ingreso a la pantalla principal de la aplicación, caso contrario emite un mensaje de contraseña incorrecta; el botón de salir permite cerrar la aplicación en el celular.

En la pantalla denominada “BOTONES”, se encuentran los métodos de control de la silla de ruedas, los mismos que son: control por botones, control por comandos de voz y control mediante el uso de un sensor acelerómetro del smartphone; al igual que la pantalla anterior, lo primero que se debe realizar es el diseño de la pantalla, la misma que se puede observar en la figura 4, esta pantalla está dividida en dos secciones: sección de Conexión Bluetooth, y selección de control.

Figura 7

Programación de pantalla Principal.



Cuando el usuario seleccione el control por medio de botones, se mostrará en la parte inferior de la pantalla del Smartphone cuatro botones en forma de flecha; para el control de la silla de ruedas mediante comandos

de voz, se debe seleccionar el botón voz, cuando este botón es seleccionado automáticamente va a aparecer el icono de un micrófono en la parte inferior de la pantalla del smartphone, para comenzar a usar los comandos de voz es necesario presionar sobre la imagen del micrófono de la aplicación, luego se debe configurar las palabras con las cuales se realizará el movimiento, las mismas que son: adelante, atrás, izquierda, derecha y detener; para el control del movimiento de la silla de ruedas por el uso del acelerómetro del smartphone, se debe seleccionar el botón de acelerómetro, cuando el mismo es seleccionado se muestra en la parte inferior del celular la coordenada y el movimiento producido por la inclinación del Smartphone.

Todos estos métodos de control poseen una programación similar, para el control del movimiento hacia adelante se envía una letra “A”, para el movimiento atrás se envía la letra “B”, para la izquierda “I”, para la derecha “D” finalmente para detener el movimiento de la silla siempre se envía la letra “S”, tal como se puede apreciar en la figura 5.

Figura 8

Programación de sistemas de control



Diseño de la silla del prototipo

Para realizar el diseño del prototipo se tomó en cuenta un modelo de silla estándar, que sea utilizado por la mayoría de personas con discapacidad (Medical, 2015), con la finalidad que las modificaciones propuestas puedan ser aplicadas de manera sencilla, este modelo se digitalizó mediante el uso de un software CAD, específicamente hablando SolidWorks, para poder realizar las modificaciones necesarias sin necesidad de incurrir en gastos extras, El modelo se puede observar en la figura 6.

Figura 9

Diseño de silla de ruedas



Nota. En la figura de la izquierda se encuentra el diseño en 3D, mientras que en la figura de la derecha se encuentra el prototipo físico.

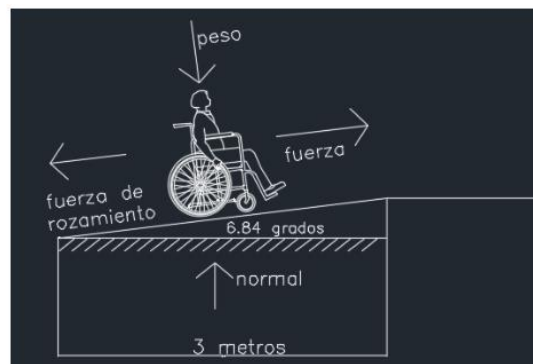
Pruebas del sistema

Debido a las características que poseen los motores, se realizó un cálculo para determinar el peso máximo que el prototipo puede soportar; para este cálculo se utilizó las fórmulas de las leyes de Newton.

Se debe tomar en cuenta que las personas que usan la silla de ruedas deben realizar su movilidad a través de una rampa, en el Ecuador el valor de inclinación está determinado por la normativa INEN 2 245:200 (Sayago & Chango, 2019), lo que provoca que el diagrama de cuerpo libre cambie, tal como se puede observar en la figura 7.

Figura 10

Diagrama de cuerpo libre con inclinación.



Nota: se considera una pendiente de 6.84 grados de acuerdo a las normativas establecidas en el Ecuador.

El peso máximo que puede soportar la silla con el operario es de 88.05 Kg para una batería de 12Vdc, si se desea aumentar el peso es necesario aumentar la capacidad de la potencia de los motores.

Definido el peso que soporta el prototipo se realizó las siguientes pruebas: revisión del dispositivo electrónico, verificación del sistema de control por botones, verificación del sistema de control por voz, verificación del sistema de control por acelerómetro, los resultados se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 5

Prueba de revisión de dispositivo de control

PRUEBA:	REVISIÓN DE DISPOSITIVO DE CONTROL
Descripción	Se realizó la verificación de los componentes electrónicos para su correcto funcionamiento
Precondiciones	Conexión correcta de los componentes electrónicos con la placa electrónica
Estado de caso de prueba	Exitoso
Resultado obtenido	El sistema de control enciende, procesa las señales enviadas desde el smartphone

Tabla 6

Prueba de control por botones

NOMBRE DE LA PRUEBA:	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL POR BOTONES
Descripción	El operario presiona los botones de control de la aplicación

Precondiciones	Establecer la conexión del bluetooth, caso contrario no se podrá ejecutar la acción de control
Estado de caso de prueba	Exitoso
Resultado obtenido	El prototipo se mueve en la dirección presionada

Tabla 7

Prueba de control por voz

NOMBRE DE LA PRUEBA:	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL POR VOZ
Descripción	El operario presiona en el icono del micrófono y pronuncia la palabra del movimiento
Precondiciones	Establecer la conexión del bluetooth, caso contrario no se podrá ejecutar la acción de control
Estado de caso de prueba	Exitoso
Resultado obtenido	El prototipo se mueve en la dirección que el usuario dispuso

Tabla 8

Prueba de control por acelerómetro

Nombre de la prueba:	Verificación del sistema de control por acelerómetro
Descripción	El operario presiona en el botón iniciar acelerómetro y empieza a inclinar el smartphone para el movimiento
Precondiciones	Establecer la conexión del bluetooth, caso contrario no se podrá ejecutar la acción de control
Estado de caso de prueba	Exitoso
Resultado obtenido	El prototipo se mueve en la dirección de inclinación del celular
Fuente: Autor	

Tabla 9

Tabla comparativa prototipo vs silla eléctrica comercial

<u>Nombre (modelo)</u>	<u>JHB D09</u>	<u>Prototipo silla</u>
Peso Max. soportado	120 kg	88 kg
Plegable	Si	No
Ruedas	Traseras 12'' Delanteras 8''	Traseras 24'' Delanteras 6''
Control	Joystick	Smartphone
Baterías	2x24V 6Ah	1x12V 7Ah
Velocidad máxima	6 km/h	4 km/h
Precio	1350.00	552.00

La última prueba se trata de la autonomía del prototipo, para esta prueba se tiene varios puntos de vista que permite determinar el nivel de autonomía de un vehículo eléctrico para esta investigación en específico una silla de ruedas.

Se tomó como punto de inicio el consumo de corriente del prototipo, para esto se lo ubico en un terreno totalmente plano y luego sobre un terreno con un grado de inclinación de 8°, con estos datos se busca garantizar un funcionamiento lo más sujeto a las realidades que atraviesan las personas con discapacidad, el consumo se lo midió con tres operarios diferentes y tomando en cuenta que la cantidad de horas de funcionamiento del prototipo es de 8 horas al día.

Conclusión. –

Mediante el estudio del problema de movilización que poseen las personas con capacidades especiales de motricidad gruesa, se pudo determinar los diferentes diseños: electrónico, eléctrico y mecánico para automatizar y construir un prototipo de silla de ruedas que sea estable y asequible.

El acople mecánico utilizado para automatizar la silla de ruedas permite concluir que es capaz de adaptarse a una gran variedad de sillas de ruedas convencionales, debido a que su ubicación y fijación esta dado en un lugar estratégico de la estructura, la misma que se adapta fácilmente ya que no cambia en los diferentes modelos de silla.

Los métodos para el control de movimientos programados tanto en la placa Arduino, así como también en la aplicación móvil permiten que el prototipo tenga un control de procesamiento y transmisión de datos para la movilidad en la silla de ruedas en tiempo real, permitiendo además que el usuario tenga varias formas de manejar el prototipo adaptándose a los diferentes tipos de discapacidad física.

Mediante la realización de las pruebas de funcionamiento se pudo concluir que el prototipo es totalmente funcional, ya que al realizar la comparación con una silla de ruedas eléctrica comercial, el desempeño fue el mismo, sin embargo, posee limitaciones referentes al peso debido a los motores utilizados.

Bibliografía. –

- Anastacio, D. (2020). Diseño de una Aplicación Móvil Usando el sistema operativo Android Para el control de dispositivos de movilidad reducida. *Universidad de Guayaquil*.
- Bedón, L. (2017). Sistema de control para la movilidad y extension de una silla de ruedas electrica de bipedestación. *Facultad de Ingenieria En Sistemas Electronica e Insdustrial*.
- García, A. (2013). Automatización de una silla de ruedas controlada por comandos de voz. *Revista Colombiana de Tecnologia de Avanzada*, 60.
- Medical, L. (2015). *LOH Medical*. <http://www.lohmedical.com/es/noticias/tu-país-cumple-con-los-pasosbásicos-para-suministro-de-sillas-de-ruedas-de-la-oms>
- OMS. (2021). *Discapacidades*. <https://www.who.int/topics/disabilities/es/>
- OPS. (2020). *Discapacidad - Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/discapacidad>
- Programo, E. S. (2020). *Programo Ergo Sum*. <https://www.programoergosum.com/cursos-online/appinventor/27-curso-de-programacion-con-app-inventor/primeros-pasos>

Sayago, J., & Chango, W. (2019). Tecnología Asistiva para la comunicación y movilidad de personas con discapacidad motriz. *Informática y Sistemas, Revista de Tecnologías de La Informática y Las Telecomunicaciones*.

Determinación de residuos de antibióticos en carne de res comercializada en la ciudad de Guayaquil**Determination of antibiotic residues in beef marketed in the city of Guayaquil**

Autor(es): Andrea Paola Cárdenas Jarrín, pao85_28@hotmail.com; José Antonio Montalván Salinas, jose.montalvan@hotmail.com

Recibido: 2020-12-05 / **Revisado:** 2020-12-20/ **Aceptado:** 2021-01-18 / **Publicado:** 2021-04-06

Resumen. –

La carne de res es una de las principales proteínas que forma parte de la dieta común en el Ecuador, debido a la variabilidad gastronómica que tiene su uso. La aplicación de antibióticos al ganado ha contribuido en el control de enfermedades infecciosas de origen bacteriano, sin embargo, la falta de controles rigurosos previo al faenamiento puede tener implicaciones en salud del consumidor. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue determinar la presencia de residuos de antibióticos en un total de 100 muestras de carne de res, comercializadas en diferentes supermercados de la ciudad de Guayaquil. Las muestras fueron adquiridas en diferentes sucursales de cinco supermercados, luego de un mes, se realizó una repetición de la compra. Una vez adquiridas las muestras, éstas fueron llevadas al laboratorio de la empresa Transmar Ecuador, manteniendo la cadena de frío, para luego ser analizadas. Para las pruebas se utilizó el método cualitativo de sensibilidad bacteriana empleando discos de papel impregnados con antibióticos. Se determinaron tres antibióticos para cada muestra: Penicilina (B-lactámicos), Trimetopim- Sulfametoxazol (sulfonamidas) y Estreptomicina (aminoglucósidos), siendo estos fármacos utilizados frecuentemente en la terapéutica de los bovinos. De los tres antibióticos estudiados, dos de ellos estuvieron presentes, Penicilina en un 6% y Trimetopim-Sulfametoxazol en un 3%. Estreptomicina fue el único antibiótico que no se encontró en las muestras analizadas.

Palabras claves: Antibióticos, carne de res, penicilina, trimetopim-sulfametoxazol, estreptomicina.

Abstract. -

Beef is one of the main proteins that is part of the common diet in Ecuador, due to the gastronomic variability that has its use. The application of antibiotics to cattle has contributed to the control of infectious diseases of bacterial origin, however the lack of rigorous pre-infection controls can have implications for consumer health. For this reason, the objective of this study was to determine the presence of antibiotic residues in a total of 100 beef samples, marketed in different supermarkets in the city of Guayaquil. The samples were purchased at different branches of five supermarkets, after one month, a repeat of the purchase was made. Once the samples were acquired, they were taken to the laboratory of the company Transmar Ecuador, maintaining the cold chain, and then analyzed. For the tests, the qualitative method of bacterial sensitivity was used, using paper discs impregnated with antibiotics. Three antibiotics were determined for each sample: Penicillin (B-lactams), Trimethopim-Sulfamethoxazole (sulfonamides) and Streptomycin (aminoglucosides), these drugs being frequently used in the therapeutics of cattle. Of the three antibiotics studied, two of them were present, Penicillin in 6% and Trimethopim- Sulfamethoxazole in 3%. Streptomycin was the only antibiotic that was not found in the samples tested.

Key words: Antibiotics, beef, penicillin, trimethopim-sulfamethoxazole, streptomycin.

Introducción

La carne es un alimento importante para la nutrición de las personas, debido a su considerable contenido proteico (19%). La mayor parte de la carne consumida proviene de pollos, vacas, cerdos y otros tejidos comestibles. En cuanto a la existencia de cabezas de ganado, a nivel nacional, en el periodo 2017 se registró 4,306 millones de cabezas de ganado vacuno (INEC, 2019). Se estima que en 2015 se sacrificaron alrededor de 0.9 millones de cabezas que produjeron 182 mil TM de peso equivalente a la canal la mayor parte del ganado destinado a faenamiento corresponde a hembras mayores a 2 años (42%), seguido por toretes de 1 a 2 años (28%) (BCE, 2015)

Los antibióticos son sustancias que se obtienen por síntesis o naturalmente a partir de cultivos de microorganismos. En medicina veterinaria, el uso de antibióticos es una práctica frecuente para el control y prevención de enfermedades infecciosas en el ganado, así mismo como promotor de crecimiento en animales jóvenes (Avendaño y Silva, 2013). Por otro lado, el principal factor incidente en la aparición de cepas resistentes es el empleo excesivo de antimicrobianos (FAO, 2005).

La intensificación de los sistemas de producción agropecuarios, en particular la producción ganadera, ha ido en aumento por la demanda de consumo de la población. Con lo cual los animales se han visto más expuestos a enfermedades de diversa índole y por ende a la aplicación de medicamentos veterinarios como los antimicrobianos, los pesticidas y los antiparasitarios, cuyos principios activos pueden dejar residuos en los alimentos de origen agrícola o pecuario. (Márquez, 2008).

La presencia de residuos de antibióticos de uso veterinario en alimentos de origen animal es uno de los problemas más importantes relacionados con la inocuidad alimentaria (Mastovska, 2011). Y según los niveles de antibióticos que puedan llegar al consumidos, al ingerir estos alimentos, pueden causar reacciones alérgicas, toxicidad, teratogenicidad (Blasco y col, 2007) o problemas microbiológicos (Hussein, 2016), como lo es la adquisición de resistencia por parte de las bacterias a los antibióticos que se utilizan comúnmente en la terapéutica humana.

Tomando en cuenta estos aspecto es importante realizar un estudio sobre la presencia de residuos de antibióticos que se pueden encontrar en la carne de res que se consume en la Ciudad de Guayaquil, ya que no solamente interfiere con los procesos tecnológicos, en la elaboración de productos fermentados como demoras en la acidificación, sino que existe el riesgo de que los residuos de medicamentos o sus metabolitos persistan en el animal y en los alimentos obtenidos a partir de él, llegando a la cadena de alimentación humana. Esto tiene importantes repercusiones en la calidad de los alimentos y sobre todo en el campo de la salud pública.

Material y métodos

Un total de 100 muestras de carne de res, de diferentes cortes, fueron compradas y analizadas. En el primer muestreo fueron adquiridas 50 muestras y después de un mes se adquirieron las otras 50 muestras restantes.

Las muestras fueron obtenidas en diferentes sucursales de 5 supermercados de la ciudad de Guayaquil, y llevadas al laboratorio de la empresa Transmar Ecuador, manteniendo la cadena de frío. Aquellas muestras que no se analizaron inmediatamente, fueron colocadas en fundas estériles, rotuladas y conservadas en congelación.

Para las pruebas se utilizó el método cualitativo de sensibilidad bacteriana empleando discos de

sensibilidad, es decir discos de papel impregnados con antibióticos, cuyo fundamento se basa en poner de manifiesto los halos de inhibición que se forma alrededor de las muestras de carne, al colocarse e incubarse en la superficie de un medio de cultivo sólido en caja petri, el cual previamente ha sido inoculado con una suspensión de esporas de *Bacillus subtilis*, a determinado pH según el antibiótico que se emplee.

La preparación del medio consistió en emplear 500 mL de un caldo de peptona, al cual se le inoculó 0.5 mL de una suspensión de esporas de la cepa bacteriana *Bacillus subtilis*, en una concentración de 10^7 esporas/mL. Se ajustó el pH y se agregó 0,5 mL de una solución de trimetopim con una concentración de 50ug/mL. La mezcla se depositó en cajas Petri de modo que al solidificar tengan una capa de 2mm de altura, luego se guardaron en refrigeración hasta su uso. La siembra se la realizó en una cámara de flujo laminar. Se procedió descongelar la muestra, y con ayuda de un equipo de disección se obtuvieron pequeños trozos de carnes, los cuales fueron colocados sobre el medio de cultivo a pH 6; pH 7,2 y pH 8, según el sensidisco que se estaba utilizando.

En el medio con pH 6 se colocaron los discos de Penicilina, en el de pH 7,2 los discos de trimetopin-sufametoxazol y en los de pH 8 los discos de estreptomicina. Las placas se incubaron a 37°C por 24 a 48 horas, luego de ese tiempo se procedió a realizar la inspección de las mismas y obtener los resultados. Aquellas placas que presentaban el halo de inhibición alrededor de la carne resultaron positivas al antibiótico estudiado.

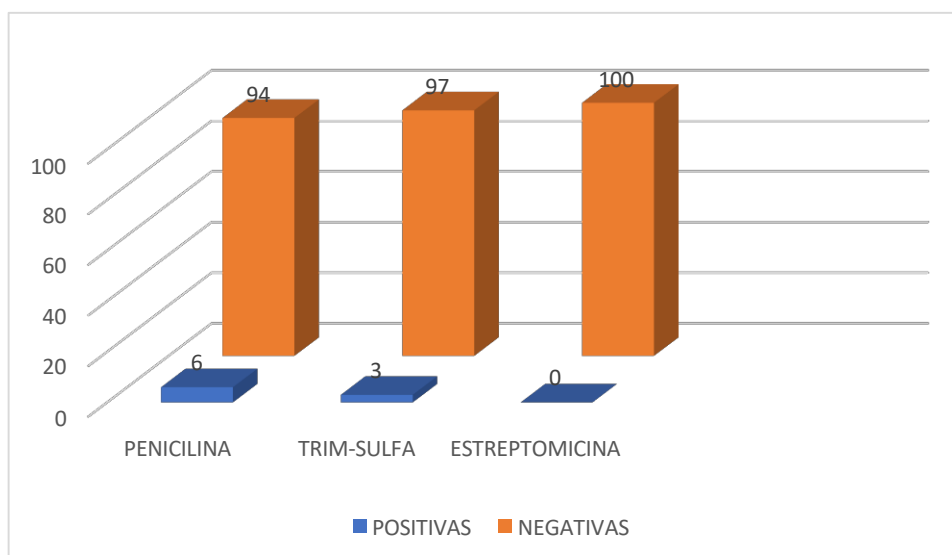
Resultados

Presencia general de antibióticos

De las 100 muestras analizadas, obtenidas en los 5 supermercados, 9 muestras resultaron positivas, encontrándose dos de los tres antibióticos estudiados. Penicilina fue el antibiótico que se encontró en un mayor número de muestras, trimetropim- sulfametoxazol, estuvo presente en menor incidencia y esrteptomicina no fue detectado.

Figura 11

Penicilina, trimetropim - sulfametoxazol y estreptomicina en muestras de carne de res

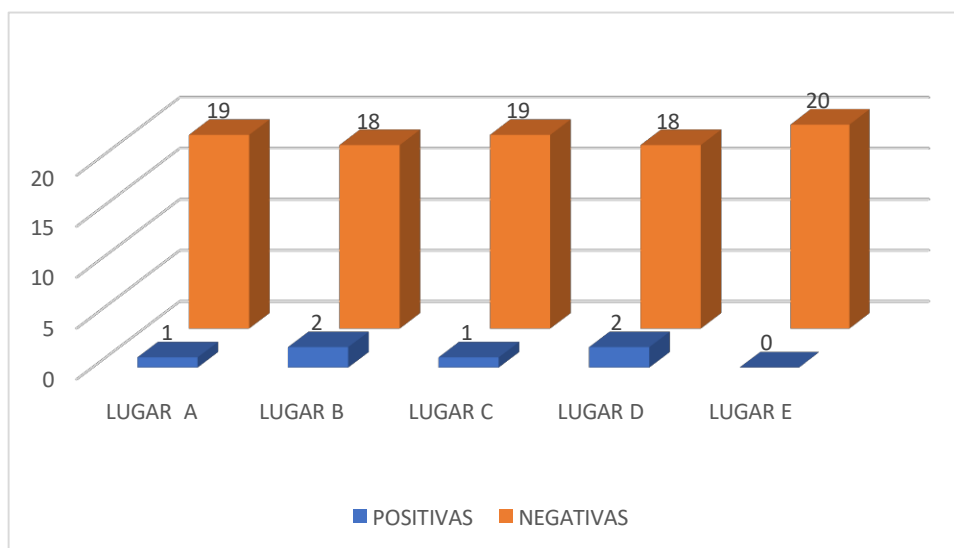


Presencia Penicilina en las muestras de carnes

Tomando en consideración los lugares de donde se obtuvieron las muestras de carne, y por precautelar los nombres de estos, se colocaron letras para ser identificados, y así evitar inconvenientes en estos lugares de expendio.

Figura 12

Presencia de Penicilina en muestras de carne de res según el lugar de muestreo

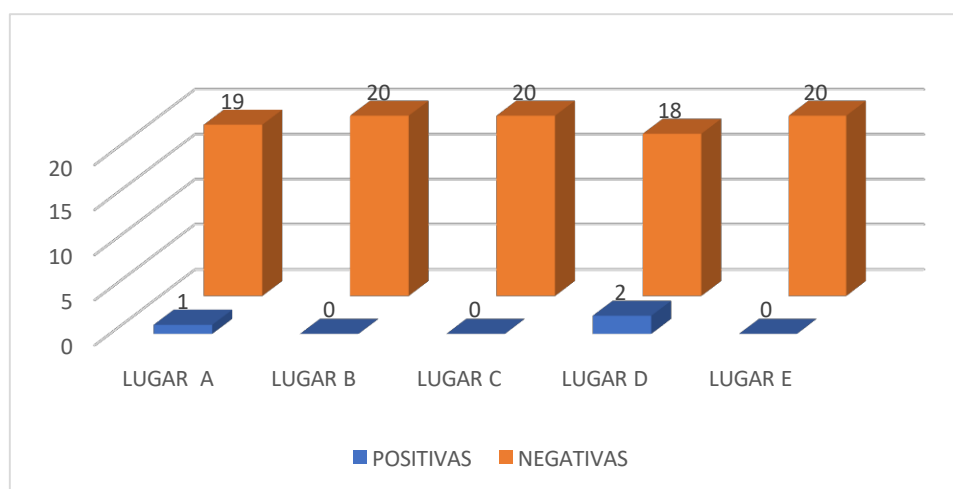


En la figura 2 se observa que la incidencia de muestras positivas con presencia de penicilina es baja. Los supermercados A y C, tuvieron 1/20 (5%) muestra positiva cada una, mientras que los supermercados B y D tuvieron 2/20 (10%) muestras positivas respectivamente, sin embargo, en el supermercado E, no fue detectado este antibiótico.

Presencia Trimetopim-Sulfametoxasol en las muestras de carnes

Figura 13

Presencia de Trimetopim-Sulfametoxasol en muestras de carne de res según el lugar de muestreo



En la figura 3 se observa que la incidencia de muestras positivas con presencia de trimetopim-sulfametoxasol es baja. El supermercado A, tuvo 1/20 (5%) muestra positiva, mientras que el supermercado D tuvo 2/20 (10%) muestras positivas. Los supermercados B, C y E, fueron aquellos en los que sus muestras no tuvieron la presencia de este antibiótico.

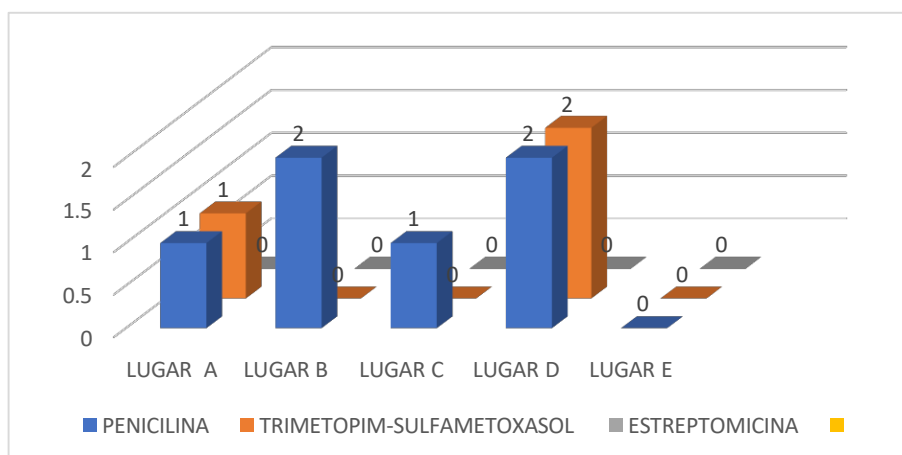
Presencia Estreptomicina en las muestras de carnes

De los tres antibióticos estudiados, Estreptomicina, fue el único que no fue detectado en ninguna de las muestras analizadas.

Presencia de antibióticos según el lugar de muestreo

Figura 14

Presencia de Penicilina, trimetropim-sulfametoxazol y estreptomicina en muestras de carne de res según el lugar de muestreo.



En la figura 4 se ha discriminado la incidencia total de antibióticos según el lugar de expendio de las muestras de carne de res.

El supermercado D, fue el que tuvo mayor incidencia con un total de 4/20 (20%) muestras positivas.

Los supermercados A y B, tuvieron 2/20 (10%) muestras positivas; el supermercado C, solamente 1/20 (5%) muestra resultó con presencia de antibiótico y el supermercado E, no tuvo ninguna muestra positiva.

Discusión

La presencia de antibióticos en alimentos es preocupante para el consumidor, sobre todo en carnes, ya que es una de las principales proteínas que se consume mundialmente. El simple hecho de detectar residuos en esta, nos da el alerta que los controles de las canales, previo al faenamiento, no son los más idóneos.

La trazabilidad es fundamental en especial con todo lo relacionado con la seguridad de los alimentos sobre los consumidores, ya que esta nos ayuda a reducir el riesgo y la incertidumbre a lo largo de la cadena de alimentaria. (Araoz, 2004)

En Ecuador existen normativas que acogen valores determinados por el Codex Alimentarios para residuos de antibióticos en músculo y otros órganos comestibles de la canal, (INEN 2346, 2016) sin embargo, existen dificultades técnicas que implican su detección.

Existen pocos estudios en nuestro país, sobre la detección de residuos de antibióticos en carne de res. Un estudio realizado por Granda (2015), encontró un 37% muestras positivas a antibióticos como penicilina, gentamicina y estreptomicina, en carne obtenida de terneras en la ciudad de Quito.

Otro estudio realizado por Villa y col. (2017), en el camal Municipal de Azogues, donde se realizó una prueba microbiana cualitativa a 189 vacas para la determinación de residuos de antibióticos en la carne bovina, dio como resultado 155 muestras positivas, es decir un 82% del total de la población muestreada.

Aguilar y col. (2018), realizaron un estudio en el camal municipal de Santa Rosa sobre residuos de tetraciclinas en carne de res, antibiótico que no fue analizado en nuestro estudio, el cual tuvo como resultado 24 muestras positivas, lo que representa un 32.4%, siendo 74 el total de muestras analizadas en este estudio.

Como podemos observar los resultados expuestos en diversos estudios realizados en diferentes provincias de nuestro país son variables. En nuestros resultados, de las 100 muestras analizadas, solamente 9 de ellas resultaron positivas, es decir el 9% del total muestreado. Podríamos inferir que la diferencia de resultados de todos estos estudios con los nuestros se debe al tipo de análisis empleado, cada uno de ellos fue realizado con una técnica de detección diferente.

Es relevante destacar que las técnicas destinadas para este fin deben ser de fácil manipulación, económicas y con las cuales se obtengan resultados en poco tiempo; además deben ser reproducibles, sensibles y específicas (Toldrá y Reig, 2006). Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la preparación de las muestras, en especial las correspondientes a los alimentos sólidos, ya que son pocos los kits comerciales existentes que están diseñados para este tipo de muestras. Por lo tanto, se hace necesario utilizar técnicas de extracción adecuadas que puedan asegurar mayor sensibilidad durante el análisis (Stolker y Brinkman, 2005).

De aquí la importancia de normar los métodos y técnicas empleadas para la detección de residuos de antibióticos, y así poder exigir al mercado su empleo y detección para la tranquilidad del consumidor.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que la carne de res que se consume en la ciudad de Guayaquil, presentó un 9% de muestras positivas a residuos de antibióticos.

Penicilina fue el antibiótico que se encontró en mayor porcentaje, un 6%, luego Trimetopin - Sulfametoxazol en un 3%. Estreptomina, no fue detectada.

Es importante destacar que, aunque el porcentaje obtenido de muestras positivas fue relativamente bajo, comparado a otros trabajos realizados en Ecuador, la técnica de detección utilizada fue distinta en cada uno de estos estudios.

La presencia de residuos de antibióticos en carnes es responsabilidad de quien maneja el ganado. Es probable que estos proveedores entreguen su canal con antibióticos como consecuencia de un mal manejo en la finca, quizás por no respetar los tiempos de retiro de los medicamentos, uso de medicamentos no aprobados, carencia de registros de medicación, sobredosificación de medicamentos, aplicación de medicamentos sin recomendación del médico veterinario, entre otros.

Por otro lado, se debería mejorar los controles municipales y nacionales, es decir, se debe fortalecer la implementación de buenas prácticas ganaderas, un sistema de vigilancia epidemiológica y programas de entrenamiento para profesionales, ganaderos y personal responsable de los animales, a fin de garantizar un alimento inocuo al consumidor.

Bibliografía

Aguilar, F., Flores, M., Sánchez, A., Zapata, M. (2018). Determinación de residuos de tetraciclinas en

- muestras de carne bovina destinadas al consumo humano. *La Técnica, Revista de Agrociencias*. 20:67-78
- Aráoz, L. F. (2004). Trazabilidad de la carne bovina en la Argentina. Proyecto FAO – Países del MERCOSUR ampliado, “Apoyo a la Integración del Sector Agropecuario del Cono Sur para Contribuir a las Políticas de Seguridad Alimentaria” (TCP/RLA/2910), FAO.
- Avendaño, V., Silva, J. (2013). Estudio del efecto de la presencia de antibióticos en carne y leche destinados al consumo humano. Recuperado de <http://www.tesislatinoamericanas.info/index.php/record/view/288357>.
- Banco Central del Ecuador (2015). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario. No. 88 - II- 15; Septiembre 2015.
- Blasco, C., Picó, Y., Torres, C. (2007). Progress in analysis of residual antibacterials in food. *Trends Analyt Chem*. 26(9):895-913.
- Food and Agriculture Organization (2005). Working principles for risk analysis for application in the framework of the Codex Alimentarius [Internet]. Codex Alimentarius Commission. Procedural Manual. 15th Edition. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome. Pp 101-107. Recuperado de http://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_15e.pdf.
- Granda, A. (2015). Determinación de residuos de antibióticos en carne y vísceras de origen bovino que se expenden en la ciudad de Quito. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7990/1/UPS-CT004859.pdf>
- Hussein M., Ahmed M. y Morshedy A. (2016). Effect of cooking methods on tetracycline residues in chicken meat. *Jpn J Vet Res*. 15;7(22):1448–54.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>.
- Márquez, D. (2008). Residuos químicos en alimentos de origen animal: problemas y desafíos para la inocuidad alimentaria en Colombia. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 9(1): 124-135.
- Mastovska, K. (2011). Multiresidue analysis of antibiotics in food of animal origin using liquid chromatography: mass spectrometry. In: Zweigenbaum J, editor. *Mass spectrometry in food safety: methods and protocols*. Totowa: Humana Press; p. 267-307.
- Stolker, A., Brinkman, U. (2005). Analytical strategies for residue analysis of veterinary drugs and growth-promoting agents in food-producing animals. A review. *J Chromatogr A* 2005, 1067:15-53.
- Toldrá, F., Reig, M. (2006). Methods for rapid detection of chemical and veterinary drug residues in animal foods. *Trends Food Sci Technol* 2006; 17:482-489.
- Villa, M., Vintimilla, A., López, G., Andrade, O., Narváez, J. (2017). Detección de la presencia de antibióticos en canales bovinas faenadas en el camal Municipal del cantón Azogues, Ecuador. *MASKANA, Producción Animal*-2017; 8: 137-139

Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para prácticas de laboratorio en la Carrera de Tecnología en Electricidad en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar.**Design and implementation of a photovoltaic system for laboratory practices in the Electricity Technology Career at the Simón Bolívar Higher Technological Institute.**Jose Miguel Mero Ortiz,¹ Danny Alexis Carpio Peñañafiel,² Ing. Rafael Franco Reina³**Entregado:**2021-05-02 **Revisado:** 2021-06-10 **Publicado:** 2021-06-28

Resumen. –

Este proyecto tuvo como objetivo el diseñar e implementar un sistema fotovoltaico para estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar en la Carrera de Electricidad, debido a que se encontró la falta de conocimiento científico y de un módulo de pruebas para nuevas fuentes de energías renovables que es indispensable en los estudiantes que empiezan en la Carrera de Electricidad, el Instituto no cuenta con las adecuaciones ni la infraestructura donde hacer pruebas para dimensionamientos fotovoltaicos. Por tanto, se propuso una solución innovadora a este problema mediante el diseño e implementación de un sistema para pruebas fotovoltaicas, de esta manera la Institución podrá impulsar a los estudiantes a que implementen este tipo de energía limpia, renovable; así puedan desarrollar su entendimiento e inteligencia científica, comprobando si las instalaciones fotovoltaicas estén bien dimensionadas, así el Instituto tenga un instrumento para impulsar el laboratorio de energías renovables y cuente con módulos más completos para efectuar estas pruebas, promoviendo la parte práctica. Debido a las encuestas realizadas como parte de la justificación de este proyecto, se tuvo una aceptación favorable para las personas más indicadas que en este caso los estudiantes, a los que les llame la atención y quieran aprender del tema, ya que las energías renovables son la fuente de energía del futuro, se analizó los diferentes sistemas y conexiones fotovoltaicas, la implementación de este módulo pretendió comprobar conceptos de arreglos de paneles y baterías, convertir un voltaje continuo a un voltaje senoidal, además el diseño del panel permitió las conexiones mediante borneras tipo banana y cables de conexión con pines tipo banana, el modulo fotovoltaico se construyó para que entregara una potencia de 200W y funcionara a 12V con una autonomía de 4 horas al día durante 7 días, con una estructura para que los estudiantes realicen circuitos de paneles y baterías en serie y paralelo, para demostrar y comprobar los resultados tanto teóricos como prácticos, realizar mediciones de voltaje y corriente que circulan a través del circuito para dimensionar las respectivas protecciones acordes al circuito. Concluyendo que una vez implementado el módulo fotovoltaico, este constituyó una adquisición de equipos de pruebas importantes en materia de energía renovables, con conexiones para prácticas científica de forma rápida y traslado de los dispositivos de manera fácil

Palabra clave: Diseño, paneles solares, modulo fotovoltaico, sistemas, circuitos.**Abstract. -**

This degree project aimed to design and implement a photovoltaic system for students of the Instituto Tecnológico Superior Simón Bolívar in the electricity career since we have detected the lack of knowledge about new sources of renewable energy that is essential in students who start in the electricity career, since the institute does not have the adaptations or the infrastructure to carry out photovoltaic tests. The proposal to solve this problem is the design of a photovoltaic test module, so that in this way the institution can encourage students to implement this type of clean, renewable energy; so they can develop their understanding and intelligence, checking if the facilities are well dimensioned and thus the institute has an instrument to promote the most complete laboratory to carry out these tests promoting the practical part. We believe that the project will be very successful and will be favorable for the most suitable people, which in this case are the students who are struck by and want to learn about the subject since renewable energies are the energy source of the future, it was analyzed different photovoltaic systems and connections, the implementation of this module aimed to verify concepts of panel and battery arrangements, in addition to converting a continuous voltage to a sinusoidal voltage, in addition the panel design facilitated the connections through banana terminals and connection cables with banana pins, the photovoltaic module was built to deliver a power of 200w and work at 12v with an autonomy of 4 hours a day for 7 days, with a structure for students to make circuit panels and batteries in series and parallel, to demonstrate and check the theoretical and practical results, make measurements of voltage and current that circulate through the circuit to size the respective protections according to the circuit.

Key Works: Design, solar panels, photovoltaic module, systems, circuits.¹ Tecnólogo Superior en Electricidad, Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar² Tecnólogo Superior en Electricidad, Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar³ Ingeniero Electrónico, docente Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar

Introducción. –

La producción de energía eléctrica a través de energía solar fotovoltaica a nivel mundial, se ha convertido en la tercera energía renovable más importante del mundo, por detrás de la hidroeléctrica y la eólica, Europa es el líder mundial, con 51 GW de capacidad instalada debido a la necesidad de frenar el cambio climático y aprovechar los recursos renovables, este tipo de electrificación representa una gran inversión de capital. Por esta razón los países del primer nivel pueden invertir gran cantidad de recursos en el desarrollo de estas tecnologías (Kristin Seyboth, 2011).

En Latinoamérica existen países con recursos renovables (Colombia, Brasil Ecuador) donde los índices de insolación (radiación solar) están entre los más altos del mundo, que permiten instalar plantas fotovoltaicas (paneles solares) de alto rendimiento fomentando la eficiencia, económica y contaminación ambiental, actualmente la (DNER) Dirección Nacional de Energía Renovable, tiene como objetivo principal el fomentar el desarrollo de dichas tecnologías de generación eléctrica a través del estudio de la energía fotovoltaica evidenciando el compromiso con la sustentabilidad y sostenibilidad de los recursos (Terán, 2014).

La Universidad Técnica de Cotopaxi es pionera en el desarrollo del estudio en base al aprovechamiento de energías renovables, por tal razón el presente trabajo tiene como objetivo principal la construcción e implementación de un banco de pruebas de energía solar fotovoltaica, para análisis de curvas de eficiencia de generación eléctrica mediante un sistema de comunicación entre el software labview y una tarjeta de adquisición de datos lo cual contribuirá a la repotenciación del laboratorio a nivel tecnológico y emprendiendo proyectos en pro del estilo de vida de las personas que no gozan del recurso eléctrico especialmente las zonas excéntricas de la ciudad, generando nuevas experiencias en la producción de energía eléctrica por medio del uso de células solares (Erazo, 2017).

Debido a los distintos fenómenos que afectan al planeta generando un calentamiento global por el uso y la generación de recursos no renovables, se necesita encontrar nuevas alternativas por lo que es imprescindible que se desarrollen proyectos o implementen planes para que se disminuya el consumo de estos recursos, cabe indicar que países reconocidos como las grandes potencias mundiales, están actualmente reconocidos como mejores países en aprovechar este tipo de energía renovable, por lo que es primordial que nos sumemos a esta colaboración para disminuir el calentamiento global, una manera de empezar a hacerlo es enseñar a los futuros tecnólogos a implementar y aprovechar la energía fotovoltaica mediante paneles solares, además Ecuador es un país latinoamericano que es rico en recibir radiación solar perpendicular durante todo el año lo que es idóneo para generar grandes cantidades de energía, otra razón por la que se debe impulsar esta energía renovable.

Actualmente Ecuador es un país que para obtener energía eléctrica generada mediante las hidroeléctricas y la energía fotovoltaica la utiliza muy poco, por tal motivo se realizara la construcción del proyecto de banco de pruebas de instalaciones fotovoltaicas en el Instituto Tecnológico Superior Simón Bolívar en la Carrera de Tecnología Superior en Electricidad en la ciudad de Guayaquil, ya que el instituto no cuenta con banco de pruebas para instalaciones fotovoltaicas, a su vez con este proyecto se pretende que los estudiantes comprendan los elementos que componen un sistema fotovoltaico, también que comprenda los conceptos a tomar en cuenta para las instalaciones de paneles fotovoltaicos como: cálculos a realizar y comparar dichos cálculos con la práctica, y más a fondo sobre las energías renovables, y así puedan realizar las pruebas correspondientes sobre

la energía fotovoltaica. En este proyecto se usará una instalación solar fotovoltaica no conectada a la red o usualmente llamada aislada, debido a que se necesita la instalación de baterías, tiene un coste razonable de inversión y de mantenimiento debido a que se puede cubrir ciertas necesidades primordiales o pequeñas de usuarios que consumen poca energía eléctrica.

El diseño de este sistema nos ayudó a entender las conexiones de paneles solares tanto como en serie y paralelo, además saber que potencia se requirió para alimentar los vatios horas que demandaba nuestro sistema fotovoltaico diseñado, también nos ayudó a saber que corrientes circulan desde él o los paneles solares hacia el regulador de carga para poder dimensionar la correcta protección que requirió nuestro sistema fotovoltaico, así mismo nos ayudó a realizar el dimensionamiento y la perfecta conexión de baterías para poder saber qué capacidad necesitábamos para suplir las amperios horas que se requería para el sistema.

Para la propuesta se analizó los diferentes sistemas y conexiones fotovoltaicas, la implementación de este módulo pretendió comprobar conceptos de arreglos de paneles y baterías, además de convertir un voltaje continuo a un voltaje senoidal, además el diseño del panel facilitó las conexiones mediante borneras tipo banana y cables de conexión con pines tipo banana, con esto se pudo implementar las distintas prácticas.

En comparación con trabajos de grado como estos comprendemos que los sistemas solares fotovoltaicos en este país es una opción recomendable, eficaz y conveniente debido que la energía solar es inagotable y su utilización no produce ningún inconveniente ambiental a diferencia de distintos tipos de generación eléctrica normalmente utilizados a la actualidad en Ecuador, los cuales llegan a un 45% de generación con índices de contaminación altos ecológicamente hablando, mediante el uso e instalación de paneles solares poli cristalinos de marca EXMORK el sistema obtuvo una eficiencia total, aproximadamente del 80% considerando el rendimiento de cada uno de los componentes, la incidencia de la temperatura y radiación incidente sobre el panel (Zhumi, 2012).

Sistema como estos concluyen que la utilización del sistema fotovoltaico es una aplicación, válida técnicamente, de la energía solar fotovoltaica para el uso doméstico tanto en zonas rurales como urbanas para aprovisionamiento de agua y sistemas de riego, en el sistema diseñado 2 obtuvieron una eficiencia eléctrica promedio del 61% en condiciones óptimas de funcionamiento (Zhumi, 2012).

Materiales y métodos

Se realizó una investigación de campo en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, donde se pudo evidenciar falta de conocimiento en la materia de energías renovables por lo que este módulo de pruebas será un aporte a la falta de conocimientos para los estudiantes que quieran adquirir los conocimientos de esta materia que impulsa hacia el futuro, además el banco de pruebas es aporte para la sociedad dado a que los futuros estudiantes puedan saber de qué la institución ya cuenta con tecnología fotovoltaica implementada, para afianzar sus conocimientos, de esta manera resultan beneficiados los estudiantes, docentes y administradores del área de prácticas.

La encuesta de tipo descriptiva es un material cuantitativo que utilizamos con un total de 11 de preguntas, el manejo de tres dimensiones como el grado de aceptación, la energía fotovoltaica en la economía, el impacto ambiental y la sociedad, y el interés de aprender por parte de los estudiantes acerca de las energías renovables; de las cuales 5 preguntas fueron enfocadas para medir el grado de aceptación que tendría la implementación

de un sistema para prácticas de laboratorio de energía fotovoltaica, y 4 preguntas responderían si los encuestados ven a la energía fotovoltaica como solución económica, ambiental y social, y las 2 últimas preguntas fueron dirigidas para saber si los encuestados están interesados en aprender sobre la energía fotovoltaica, para en este caso poder demostrar el porcentaje de resultado de aceptación que tendría el proyecto en cuestión, dicha encuesta fue realizada por 56 estudiantes de la Carrera de Electricidad y carreras afines en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar con el fin de demostrar con tablas de porcentaje y gráficos de pasteles la aceptación del proyecto.

Tabla 5

Fórmulas generales para el cálculos de cargas y de potencia para la demanda en el dimensionamiento.

ITEM	CANTIDAD
	$ET = Ep * R$
Ecuación 1. Energía total o real generada por los paneles teniendo presente el rendimiento	$Ep = \text{Energía teórica de los paneles}$ $R = \text{Rendimiento de almacenamiento}$
Ecuación 2. Energía teórica de los paneles	$Ep = \text{energía total} * \# \text{ de paneles}$
Ecuación 3. Capacidad útil de la batería (Cu)	$ET * N$ $Cu = V * Pd$
Ecuación 4. Cálculo de la potencia máxima de inversor teniendo en cuenta el factor de seguridad	$Pmax = 200W * 1.25$
Ecuación 5. Corriente de a corto circuito máxima teniendo en cuenta factor de seguridad	$Fs = \text{factor de seguridad}$ $Fs = 30 \%$ $Isc max = Isc * Fs$
Ecuación 6. Potencia eléctrica	$P = V * I$
Ecuación 7. Corriente eléctrica en base a la potencia eléctrica	$I = P/V$

Nota : Para llevar a cabo con la potencia solicitada por el sistema (200 W), se instalaron 2 paneles solares de 100 W cada uno

Método de investigación para las teorías que implicaba o que están relacionados con las energías fotovoltaicas, además de cómo elegir el correcto dimensionamiento y calcular la capacidad de las baterías, también del

regulador de carga, inversor y panel solar, se analizó la forma de conectar los implementos de manera que se pueda conectar y desconectar rápidamente, así la manera más eficiente que pudimos aplicar son con conectores tipo banana y bornes tipo banana.

Para el proceso de armado empleamos materiales metálicos para la estructura las cuales pudimos encontrarlas de manera económica en depósitos de materiales de venta libre por peso, luego se comenzó el corte y confección de las piezas metálicas acorde a las medidas planificadas, ya teniendo la estructura firme empezamos a colocar los implementos en la lata a fin de dejar listo cada uno en su lugar planeado para así pasar a la parte de las conexiones con cable conectados a los bornes dependiendo de la práctica realizada.

Investigamos también de las diferentes conexiones que se podrían realizar con el banco de pruebas fotovoltaicas y diseñamos circuitos que podemos aplicar con los dispositivos que hemos escogido para el panel de pruebas, luego de esto realizamos tablas para comparar valores teóricos con valores prácticos además de comprobar si los diseños estaban acordes a los implementos escogidos.

En este momento ya tenemos el tablero didáctico estructurado y con todos sus implementos correctamente acomodados por lo que empezamos a realizar las prácticas ya planeadas y realizadas teóricamente con el fin de comprobar los resultados de una manera práctica así comparamos las deficiencias y diferencias entre ambos ámbitos demostrando que la realidad ahí componentes que alteran los resultados por lo que se recomienda escoger componentes correctos en el rango indicado así aprovechar la mejor efectividad del circuito que vallamos a probar en el módulo de pruebas solar fotovoltaicas.

Resultados

Para elegir los paneles solares se tubo realizar un cálculo de carga, que es el que se muestra en la tabla 1, donde se obtuvo los Wh/día (vatios por día consumidos), donde se verifica la potencia de cada artefacto que se va a conectar y se multiplica por las horas que se vaya a utilizar en el día, una vez realizada la sumatoria de los vatios hora día de todos los artefactos que en este caso es de 306 Wh/día, los vatios hora día se lo divide por un factor de seguridad de 0,6 que representa el 60%, como resultado obtiene la eficiencia que para el proyecto es de 510Wh/día, luego de esto se divide la eficiencia para el número de horas de sol de nuestra localidad geográfica (Las horas picos solares o también llamadas horas efectivas de sol, que recibirá el módulo fotovoltaico durante el transcurso del día, tomando como dato el de Atlas Solar del Ecuador, y como referencia se tomó de la página: ccee.co/solar la cual dio como resultado de 4 horas pico diarias en Ecuador - Guayaquil) se obtuvo como resultado final la cantidad de 127,5W, que es la potencia de diseño para el módulo de panel fotovoltaico, debido a esto se eligió potencia total de dos paneles de 100W cada uno.

Tabla 6

Cálculos de cargas y de potencia para la demanda para dimensionar un sistema.

ITEM	CANTIDAD	CORRIENTE (A)	POTENCIA (W)	TIEMPO (H)	CONSUMO DIARIO (WH/DIA)	DEMANDA MAXIMA (WATTS)
REFLECTOR	1	2,5	30	1	30	30
OJO DE WEY	3	0,5	18	2	36	18

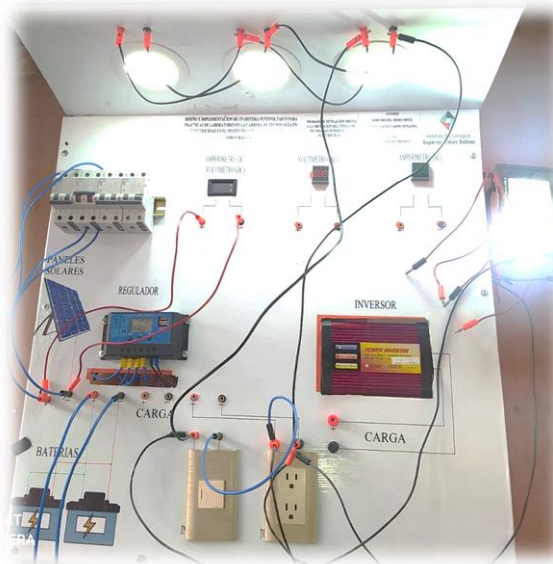
TELEVISOR	1	0,27	120	2	240	120
				TOTAL	306	168
EFICIENCIA	60%	0.6				
	HSP				510	
PANEL						
HORAS DE	4H	FOTOVOLTAICO	127.5			
SOL		DE:				

Nota. Como resultado tenemos 127.5 W la potencia que necesita tener nuestro panel o paneles para suplir las cargas conectadas, este resultado nos sirve como referencia para elegir el panel fotovoltaico o paneles.

En el transcurso del proceso de investigación se logró diseñar e implementar el modulo didáctico para pruebas fotovoltaicas autónomo con el fin de que facilite la conexiones y comprensión de los estudiantes del ISTSB, el cual se conformó de 2 paneles solares de 100W cada uno, de un regulador PWM de 30A, de 2 baterías de 33amph/12V cada una, el inversor de 500W/12V, además de sus debidas protecciones para los diferentes circuitos que se puedan emplear con los dispositivos elegidos, a su vez de las cargas que constan de 3 ojos de buey tipo led de 110V/6W cada uno, el reflector de 110V/20W, también se colocó un interruptor y un toma corriente para facilitar la conexión y prueba de las cargas a conectar y nos quedó como resultado la siguiente implementación:

Figura 15

Diseño e implementación de un módulo fotovoltaico para pruebas de laboratorio.



Nota. El gráfico representa la implementación del módulo fotovoltaico para el taller de la Carrera de Electricidad del ISTSB, donde se puede observar cada uno de los elementos eléctricos y electrónicos, por los autores.

El diseño del módulo de pruebas fotovoltaica tuvo un resultado favorable y cumplió con las características que se quería alcanzar, que son las de realizar conexiones de paneles solares en serie y paralelo, así mismo con las baterías se pudo lograr realizar conexiones en serie y paralelo donde se pudo comprobar mediante el módulo didáctico que en conexiones serie de (batería o paneles) se suman los voltajes y en conexiones de (baterías o paneles) en paralelo se suman las corrientes, además se pudo lograr mediante el inversor la conversión del voltaje continuo DC a un voltaje senoidal AC permitiendo conectar los dispositivos los cuales se querían alimentar y del cual se realizó el cálculo de carga teórico planteado en la memoria técnica, además se pudo realizar mediciones de voltajes y corrientes con los equipos de medición.

Los resultados obtenidos en la prácticas del módulo de pruebas fotovoltaicos tanto de Voltaje y Corriente que

proporcionan los paneles solares que son transformadas de la radiación que proporcionaba el sol, y del voltaje entregado por baterías hacia el inversor, a su vez los voltajes entregados de baterías y corrientes consumidas por las cargas conectadas en el inversor de los diferentes circuitos que fueron empleados en las prácticas.

Discusión. –

A medida que ha evolucionado y mejorado la tecnología, los métodos de enseñanza se han convertido en un instrumento primordial para el estudio de las teorías en las instituciones superiores tecnológicas para nuestro caso los paneles solares, a partir de los resultados de nuestra memoria técnica aceptamos los hallazgos encontrados por UIS Ingenierías de la Universidad Industrial de Santander la cual implemento un banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición de rendimiento con paneles solares fotovoltaico (Rúa-Ramírez, 2020), con el fin lograr medir parámetros de paneles solares fotovoltaicos en condiciones de trabajos para que de esa forma pueda obtener información antes de la elección de sus paneles solares fotovoltaicos, en el proyecto antes mencionado, construyeron un módulo didáctico fijo a los paneles solares y el proyecto contiene tecnología antigua ya que sus implementos tienen forma robusta y son de gran medida además de estar enfocado específicamente a las mediciones de rendimiento para paneles solares por otro lado nuestro proyecto está enfocado al diseño y la implementación de un módulo solar fotovoltaico para prácticas de laboratorio, donde nuestro proyecto está diseñado para poder movilizar los paneles solares fotovoltaicos a una parte situada diferente al módulo didáctico conectadas con cables, así logramos aprovechar mejor la obtención de los fotones que caen en las placas solares del panel y ser transportados hasta un laboratorio donde se encuentra el modulo didáctico , cabe recalcar que los implementos utilizados en este nuestro proyecto cuentan con la calidad y tecnología actual que se hace visualizar de una manera tal que se vean con una forma pequeña y maniobrable lo cual consideramos un aspecto novedoso e importante.

Nuestros cálculos están relacionados con los de (Rúa-Ramírez, 2020), además en el proyecto de (Solano, 2019) discrepamos en aspectos tales como su estructura para el soporte de los paneles solares ya que tiene una forma peculiar porque según nuestra investigación concluimos que los paneles solares se encuentran en una posición tal que no aprovecha la irradiación al 100% debido a que su ángulo de inclinación no lo permite ya que cada panel no recibirá la misma cantidad de irradiación, sino que uno recibirá más que el otro, en los proyectos antes mencionados se refleja la similitud entre ellos y su aporte al desarrollo de nuevas teorías que refuten los resultados expuestos en los mismos trabajos de grado, concluimos que nuestro trabajo contiene un diseño y método sencillo para el análisis de teorías básicas además de la comprensión de una forma más acotada y práctica.

Conclusión. –

En este trabajo se diseñó e implementó un sistema fotovoltaico para prácticas de los estudiantes en el Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar a fin que obtengamos mejores conocimientos de la carrera de electricidad, lo más importante de todo el proyecto fue construir un banco de pruebas que permita hacer prácticas de instalaciones de paneles solares porque se tenía que poder comprobar las teorías y verificar si se realizaría un correcto dimensionamiento de paneles solares mediante un panel didáctico, además de ser un modelo a seguir para que sea replicado o mejorado dentro de la institución o en cualquier otro lugar, lo que nos ayudó a realizar este proyecto fue analizar proyectos que ya se habían publicado con anterioridad, porque nos permitió reforzar los conocimientos que ya habíamos adquiridos específicamente en los cálculos, los más

difícil en la implementación del proyecto fue la obtención de los equipos de medición como medidor de panel de voltaje y amperímetro de 100V y 100A para DC más una resistencia shunt marca Innovatech modelo X30559, ya que en tiendas de electrónica ni electricidad disponían de este tipo de equipos y se tuvo que conseguir mediante pedido por encomiendas o servicios de entrega, además de la pandemia que no nos permitía desplazarnos y también de la situación económica que afectó mundialmente.

Además se pudo comprobar conceptos teóricos sobre arreglos de paneles y baterías, teniendo como resultado las cantidades de corrientes que circulan en diferentes arreglos o circuitos, también se identificó el correcto dimensionamiento de paneles solares tanto teóricamente y práctico, así mismo se pudo realizar los cálculos para un correcto dimensionamiento de una instalación, también se pudo conocer el orden de conexión de regulador PWM y verificar su correcta configuración mediante el datasheet de equipo.

Lo más importante de la elaboración de esta metodología fue la aprobación de los encuestados porque queríamos un porcentaje favorable de aceptación para realizar el proyecto propuesto, lo más difícil en la elaboración de la metodología fue medir el nivel de conocimientos de energía fotovoltaica de los estudiantes porque se quería saber si a los encuestados les gustaría aprender a realizar de una manera profesional de conexiones y dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos, además.

Bibliografía. –

- Erazo, C. (noviembre de 2017). Diseño e implementación de un sistema de energía solar en el laboratorio de energía renovable de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para el estudio de los regímenes de captación y almacenamiento de energía renovable. *Biblioteca General*, 55. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4468>
- Kristin Seyboth. (2011). Informe Especial del GRUPO Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. *ipcc*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf
- Rúa-Ramírez, E. (13 de mayo de 2020). Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. *Revista UIS Ingenierías*. Obtenido de [file:///C:/Users/MTPC/Downloads/Banco+de+pruebas+did%C3%A1ctico+para+aprendizaje+y+medici%C3%B3n+del+rendimiento+de+paneles+solares+fotovoltaicos%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MTPC/Downloads/Banco+de+pruebas+did%C3%A1ctico+para+aprendizaje+y+medici%C3%B3n+del+rendimiento+de+paneles+solares+fotovoltaicos%20(1).pdf)
- Solano, E. J. (10 de ABRIL de 2019). Banco de pruebas de energía solar fotovoltaica con el fin de generar energía eléctrica para las luminarias de la plaza de la vida de la universidad francisco de paula santander ocaña. *Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña*. Obtenido de <file:///C:/Users/MTPC/Downloads/UNIVERSIDAD%20FRANCISCO%20DE%20PAULA%20SANTANDER%20OCA%C3%91A%20Documento%20FORMATO%20HOJA%20DE%20RESUMEN%20PARA%20TRABAJO%20DE%20GRADO%20RESUMEN%20-%20TESIS%20DE%20GRADO.pdf>
- Terán, D. G. (2014). construcción e implementación de un banco de pruebas de energía solar fotovoltaica para análisis de curvas de eficiencia de generación, que servirá para el laboratorio de ingeniería electromecánica de la universidad técnica de cotopaxi en el periodo 2014. *Universidad Técnica De Cotopaxi*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2971>

Zhumi, L. G. (Junio de 2012). diagnóstico de la implementación de los sistemas fotovoltaicos correspondientes a la primera etapa del proyecto yantsa ii etsari . *UTC*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/689/1/te321.pdf>

Diseño de estación climática usando Arduino y My SQL para el laboratorio del ISTSB**Weather station design using Arduino and My SQL for the ISTSB laboratory**

Erick Raul Ortega Gualpa,erickortega-96@hotmail.com¹, López Merchán Rogger Steven, roggerhvn@hotmail.com.
², Zambrano Rosado Dennys³

Entregado:2021-05-12 **Revisado:** 2021-06-04**Publicado:** 2021-06-28

Resumen. –

El presente proyecto se focaliza en la adquisición de datos, su objetivo es diseñar una estación meteorológica asociada a una base de datos en My SQL, utilizando hardware y software libre acompañado de varios sensores electrónicos digitales. los cuales captarán las diferentes variables a conocer tales como: temperatura, humedad, vibración, radiación UV, CO2, precipitación (lluvia). Este equipo será instalado en el laboratorio de electrónica del Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar de la ciudad de Guayaquil, cuya función es captar una señal del ambiente y enviar información a través de una shield Ethernet hasta la base de datos que está en el área de trabajo y presentados en una pantalla de matrices led, donde el usuario conocerá de los cambios meteorológicos en tiempo real, y en consecuencia tome las precauciones según el caso. La metodología utilizada en este estudio es la bibliográfica y de campo, se empleó la técnica de la encuesta para presentar el proyecto a los alumnos del ISTSB y a su vez conocer. El dispositivo será muy beneficioso para toda la comunidad del tecnológico, debido a que son pocos los centros de educación que cuentan con una estación climática profesional propia, por los altos costos. Consideramos que este dispositivo es económico y accesible al público, y podrá prevenir malestares asociados al mal clima en todo lugar donde sea instalado. Además, se verificaron los datos obtenidos con mediciones otorgadas por el INAMHI donde se comprobó una alta similitud de los mismos.

Palabra clave: Sistema climático, Sensores digitales, My SQL, Arduino.

Abstract. –

The present project focuses on data acquisition, with the objective of designing a meteorological station associated with a My SQL database using hardware and free software together with various digital electronic sensors, which they will capture the different variables to know, such as: temperature, humidity, vibration, UV radiation, CO2, precipitation of the atmosphere. This prototype will be installed in the electronics laboratory of the Simón Bolívar Technological Institute in the city of Guayaquil, whose function is to capture a signal from the environment and send information through the Ethernet network to the central database. The information is presented on a led matrix screen where the user will observe climate changes in real time and can take preventive measures. The methodology used in this study is bibliographic and field-based, considering the survey technique to present the project to ISTSB students and so get ideas. The device will be very beneficial for the entire technology community, as few schools have their own professional weather station, due to high costs. Therefore we consider this device to be inexpensive and accessible to the public, and you can avoid the discomfort associated with bad weather wherever it is installed. Furthermore, the data obtained were verified with measurements provided by INAMHI, where a high similarity was verified.

Key Words: Weather System, Digital Sensors, My SQL, Arduino.

¹ Tecnólogo Superior en Electrónica

² Tecnólogo Superior en Electrónica

³ Docente – Tutora - ISTSB

Introducción

En el transcurrir del tiempo el ser humano se dio cuenta de las diferentes variaciones del clima por lo que se vio obligado a construir dispositivos para llevar a cabo las respectivas mediciones y crear registros para guardar toda esa información que sirva de referente a las futuras generaciones sobre los cambios en el medio ambiente. La estación meteorológica digital es una instalación de dispositivos electrónicos que captan las variaciones climáticas del medio ambiente, dicha estación está destinada para medir y enviar con frecuencia esta información. El presente trabajo de investigación está pensado en la integración de dos campos de medición de las variables físicas climáticas, y la transmisión de las mismas a través de una red LAN hacia un servidor web para poder almacenarlas y gestionarlas de modo que nos resulte útil para nuestros fines académicos, con la ayuda de la tecnología la realización de esta tarea se efectúa con mayor rapidez y veracidad.

Un sensor puede ser cualquier dispositivo o instrumento capaz de detectar los cambios que se generan en el entorno. Desde la misma creación del hombre han existido los sensores, ya que sus propios sentidos son capaces de reaccionar ante diversos estímulos dados por factores externos, tales como: la luz, el calor, la presión, el aire, los sabores, los olores, las texturas, los sonidos y otros más. Todo esto es captado y se envía información en forma de señales eléctricas al cerebro por medio de neurotransmisores, obteniendo así una respuesta para realizar una acción correspondiente. Lo mismo acontece con los dispositivos de medición que se han creado. El uso de algunos de estos sensores, algunos de los que realizan el papel de transductores, convierten magnitudes físicas en magnitudes eléctricas, son muy importantes, ya que permiten realizar pronósticos y obtener estadísticas sobre lo que puede llegar a acontecer en un futuro cercano. (Arango Parrado, 2010)

Nuestro país, Ecuador, cuenta con una institución encargada de proveer la información sobre el estado climatológico a nivel nacional conocida como el INAMHI, que a su haber posee un gran número de estaciones meteorológicas en las principales ciudades ubicadas en puntos centrales de la urbe, estas entregan una información de forma general a los usuarios, por lo que se hace necesario disponer de una estación que nos brinde información lo más apegada a nuestra realidad y situación geográfica en nuestro lugar de interés y que esa información sea visible al personal docente y estudiantil. Estos datos procesados y captados ayudarían a llevar un registro, respaldado en una base de datos, con los cambios climáticos acontecidos en nuestro espacio de trabajo.

Utilizando el entorno de desarrollo Arduino y Proteus para su respectiva simulación, que son softwares libres, se contribuye en la reducción de costos y a la accesibilidad a este diseño de prototipo para una estación climática, y a su vez se fomenta la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en el Instituto Tecnológico “Simón Bolívar”. Según la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES, 2010, pág. 5) Art.350.- El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

En varios trabajos investigativos relacionados con la captación de magnitudes físicas del medio ambiente se realiza la transmisión de datos por medio de redes alámbricas LAN y también por redes inalámbricas como el Wi-Fi. Todo esto hacia un servidor, con la posibilidad de crear alarmas en caso de ser necesario de sobrepasar

los parámetros establecidos como aceptables en las diferentes variables climáticas sensadas. Lo que nos permitirá ser más analíticos en cuanto a las diferentes manifestaciones del clima que sucedan en nuestro entorno.

En la actualidad existen diferentes empresas que suministran este tipo de estaciones meteorológicas, pero debido a las tecnologías que utilizan, resultan muy costosas y no están al alcance de presupuesto de instituciones educativas. Además, las organizaciones estatales y privadas que entregan la información del clima, debido a sus ubicaciones geográficas resultan muy generales y alejadas de la realidad del entorno donde tenemos nuestro interés de saber el estado del medio que nos rodea.

El objetivo del presente proyecto es diseñar una estación climática que nos brinde la información adecuada de nuestro entorno de trabajo, para así tomar las debidas precauciones al ingresar y salir del laboratorio debido al choque de temperaturas, que pueda acarrear perjuicios a nuestra salud a corto y largo plazo. Toda esta información estará disponible visualmente a través de una pantalla led formada por matrices de 8x8, unidas entre sí para apreciar los datos de las diferentes variables obtenidas de los sensores implementados.

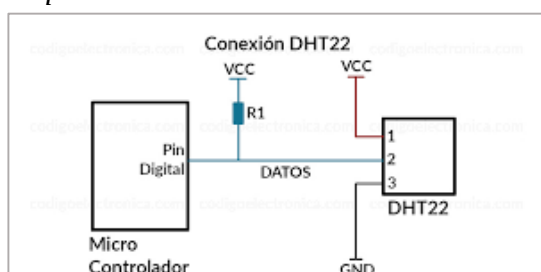
Materiales y métodos

Mediante la investigación bibliográfica, experimental y de campo, se logró la implementación de este proyecto, para lo cual se realizó una encuesta a los estudiantes de la carrera de electrónica del ITSSB, donde se involucra la programación de microcontroladores de la familia Microchip y Arduino de Atmel, además la adecuación de señales eléctricas a través de los sensores electrónicos. En nuestro caso usaremos la tarjeta Arduino Mega que integra un microcontrolador Atmel, que opera con una tensión de 5V, con velocidad de reloj a 16 MHz, con 54 pines de Entrada/Salida suficientes para nuestro proyecto. La ventaja de usar este hardware y los sensores, es que son de licencia libre y bajo costo, por lo cual lo vuelve más atractivo para la investigación y desarrollo de proyectos educativos.

Para la detección de la temperatura y humedad usamos el sensor DHT22, el cual integra las dos funciones en un solo dispositivo, lo que nos ahorra espacio y costo. “El sensor está compuesto por dos partes, un sensor de humedad capacitivo de polímero y un termistor para medir la temperatura. El sensor también dispone de un circuito integrado que hace la conversión analógica-digital y se encarga de enviar los datos digitales por el bus de comunicación”. (Gomez, 2016). Necesita de una alimentación de 3.3 V a 5.5 V DC con un consumo de 2.5mA. El rango de medición de temperatura esta entre -40°C a 125°C. Tiene una gran precisión de temperatura +/- 0.5 °C a +/- 1°C en condiciones adversas, y el rango en la medición de humedad va de 0 %RH a 100% RH con una precisión de +/- 2% a 25°C, consta de 3 o 4 pines según la versión del fabricante, los pines que usaremos son: Vcc, Gnd y Data.

Figura 1

Esquema de conexión sensor DHT22



Para medir la radiación ultravioleta hemos usado el módulo ML8511, que funciona emitiendo una señal

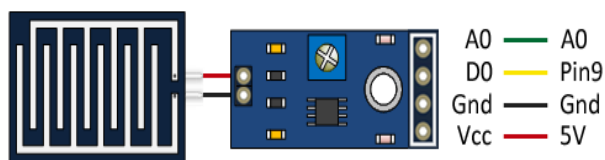
analógica en relación con la cantidad de luz, esto nos resulta muy útil para crear dispositivos que adviertan al usuario sobre las quemaduras solares. Su rango de trabajo más efectivo probado es de 280-390nm. Que abarca el espectro UVB (rayos ardientes) y parte del espectro UVA (rayos bronceadores). Emite una tensión analógica que está relacionada linealmente con la intensidad de UV medida (mW/cm^2). Por lo tanto, se puede conectar de forma directa al microcontrolador que integre convertidor digital/analógico (ADC). (TECNEU, 2020). Su voltaje de operación está entre 3.3V a 5V DC. con un consumo ultra bajo de energía 300uA y en modo de espera 0.1uA.

Aplicaremos el uso del sensor MQ135 para medir la concentración de gas CO₂ en el ambiente, que tiene la sensibilidad ajustable para obtener una lectura adecuada, posee una salida digital a través de un comparador, con umbral ajustable, y una salida analógica que la podemos medir con cualquier microcontrolador que posea ADC. Una de sus principales características es una larga vida y estabilidad fiable. Trabaja con un voltaje de 5V DC. un rango de detección de 10-1000ppm. (partes por millón). Presentando una alta sensibilidad al Amoniaco, Alcohol, Monóxido de Carbono, humo y otros gases nocivos. Para su conexión al microcontrolador sus pines están claramente definidos.

Para realizar la medición de la cantidad de lluvia fuera del laboratorio disponemos del sensor YL83 el cual detecta la presencia de lluvia por la variación de la conductividad del sensor al entrar en contacto con el agua, esta señal se recibe en el comparador LM393, que permite obtener la lectura como valor analógico y de forma digital cuando se supere cierto umbral, que se regula a través de un potenciómetro integrado en la placa del sensor. Los valores analógicos medidos varían desde 0 para una placa totalmente mojada hasta 1023 para una placa totalmente seca. Cabe destacar que la capacidad de este sensor se limita a referir la presencia de lluvia más no la cantidad que se ha precipitado en cierto punto. Como es un sensor que va estar expuesto a la intemperie, es bueno recalcar que se debe realizar un buen aislamiento para no exponer las partes eléctricas del circuito, y así evitar cortocircuitos y dañar los componentes electrónicos.

Figura 2

Esquema de conexión sensor de lluvia



Para medir las vibraciones del entorno hemos optado por el sensor SW420, que consiste en una placa con un elemento flexible implantado en el interior de un cilindro, conectado a potencial diferente cuando se produce una vibración del elemento interior que va a chocar con las paredes del cilindro, generando así una pequeña corriente, esta señal se compara con la referencia fijada por un potenciómetro a través de un amplificador operacional, y si la corriente supera el umbral establecido, se enviara un alto a la señal de salida. Este sensor con la configuración adecuada nos enviara una alerta cuando se produzca un evento sísmico de intensidad moderada.

El Arduino mega 2560 es una placa basada en el microcontrolador ATmega2560. Como características más destacables diremos que tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (de los cuales 14 pueden ser usados como salidas analógicas PWM), 16 entradas analógicas y 4 receptores/transmisores serie TTL-UART. Consta de una memoria Flash de 256 Kilobytes (de los cuales 8 están reservados para el bootloader), una memoria

SRAM de 8 KB y una EEPROM de 4 KB. Su voltaje de trabajo es igual al del modelo UNO: 5 V. (Artero, 2013)

Figura 3

Placa Arduino Mega



Además, también se usa el arduino ethernet shield que pensado para quienes quieran añadir a la placa Arduino UNO la capacidad de conectarse a una red cableada TCP/IP. Aporta la misma funcionalidad que la placa Arduino Ethernet, pero en forma de shield complementario acoplado a la placa Arduino UNO. Solo requiere 5 V para funcionar, el voltaje lo aporta la placa UNO mediante el encaje del pin de alimentación correspondiente entre placa y shield. La comunicación entre el chip W5100 y la placa UNO se establece mediante los pines 10,11,12 y 13 (vía SPI), por lo que estos pines no se pueden utilizar para otro propósito. Esto implica que realmente al usarlo tenemos 4 entradas/salidas digitales menos.

Finalmente, cabe indicar que también dispone de su propio botón de “reset”, el cual reinicia tanto el chip W5100 como la propia placa Arduino, y de una serie de LEDs informativos interesantes de conocer: “PWR” (indica que la placa y el shield reciben alimentación eléctrica), “LINK” (indica la presencia de una conexión de red, y parpadea cuando el shield recibe o transmite datos), “FULLD” (indica que la conexión de red es “full duplex”), “100M” (indica la presencia de una conexión de red de 100 megabits/s –en vez de una de 10 megabits/s–), “RX” (parpadea cuando el shield recibe datos), “TX” (parpadea cuando el shield envía datos) y “COLL” (parpadea cuando se detectan colisiones de paquetes en la red). (Artero, 2013)

Otro dispositivo que vamos a utilizar es la matriz led, la cual nos ayudara a presentar la información obtenida por los sensores conectados a la placa Arduino, gobernada por el controlador MAX7219 que está especialmente diseñado para encender displays de 7 segmentos y matrices led como es nuestro caso, y libera a nuestro procesador(microcontrolador) para hacer otras actividades más valiosas ahorrándonos tiempo y líneas de código.

“La comunicación con el MAX7219 se realiza a través de SPI por lo que sólo se requieren 3 pines de Arduino (SS, MOSI y SCK).” (LLamas, 2016). La facilidad que nos da este módulo es que con el mismo bus de datos podemos controlar múltiples dispositivos que incorporan un puerto de entrada y salida. El esquema eléctrico es sencillo de conectar como lo detallamos a continuación:

Todo el desarrollo del código lo realizamos usando la plataforma IDE de Arduino, agregando todas las librerías necesarias que requieren los diferentes sensores de los distintos fabricantes, la información obtenida de los dispositivos será procesada por el microcontrolador y presentadas en una pantalla de matrices led en un total de 8 módulos dispuestos uno a continuación de otro. El mensaje se desplegará de derecha a izquierda en una velocidad que permita la fácil lectura de las variables presentadas. Adicionalmente todos estos datos son enviados por la red LAN a un servidor para respaldo y mostrarlos en tablas para su respectivo análisis

concerniente al ámbito académico.

Resultados

Para las siguientes medidas de las variables climáticas captadas por nuestro prototipo, hemos acogido la información del “INAMHI” (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) y la página web de “The Weather Channel” para comprobar la similitud de los valores captados por los sensores. Cada una de las ilustraciones y gráficos están respaldadas por capturas de pantalla sobre el momento de su lectura. Para diferenciar los valores de cada entidad y nuestro prototipo se ha designado un color específico para identificarlos respectivamente.

Figura 5

Comparaciones con organismos profesionales

	PROTOTIPO
	THE WEATHER CHANNEL
	INAMHI

La puesta en funcionamiento de la estación climática, se compara contra equipos altamente costosos pertenecientes a organizaciones internacionales en el cual nuestro equipo logro obtener excelentes resultados con una alta similitud en las lecturas tomadas durante 1 semana completa. A continuación, se demuestra mediante una tabla donde se registran los valores con sus respectivos gráficos estadísticos visualizando los resultados anteriormente mencionados.

Figura 5

Estadística de Lecturas de Temperatura

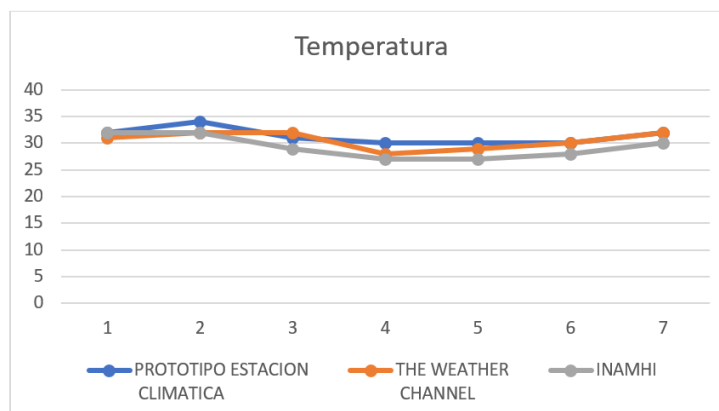
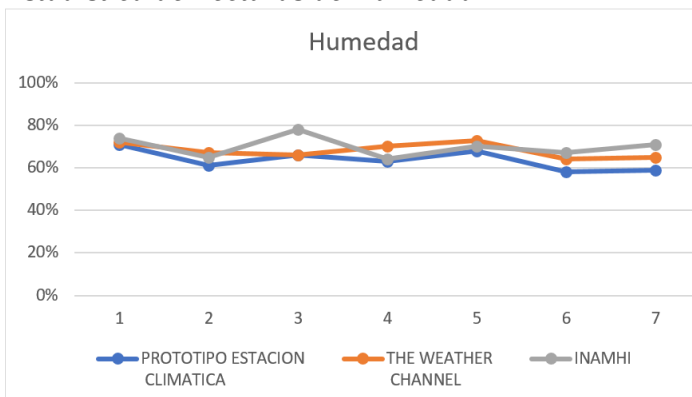


Figura 6

Estadística de Lecturas de Humedad



Como podemos apreciar en las líneas mantienen un estrecho margen de cercanía en los valores captados por el prototipo de estación climática y los datos suministrados por las organizaciones encargadas de prestar servicio meteorológico tales como: INAMHI y THE WEATHER CHANNEL. Diferenciadas cada una con

su color respectivo, el intervalo de la lectura es de 7 días consecutivos.

Discusión

En este trabajo se logró el diseño e implementación del prototipo de la estación meteorológica. Un sistema que permite captar diferentes variables climáticas y presentarlas al usuario final con el fin de que tome las debidas precauciones en torno a su salud y los equipos de trabajo electrónicos con los que se cuenta en el laboratorio.

El dispositivo funcionó como se esperaba inicialmente, con las pruebas realizadas se pudo verificar que la información entregada es la más apegada a la realidad, basándonos en una comparación con otros servicios de climatología reconocidas oficialmente a nivel local y nacional como el INAMHI y The Weather Channel a nivel internacional.

Referente a las actualizaciones de lectura de los sensores electrónicos se estableció que se realicen cada 3 segundos, dando la oportunidad de que el microcontrolador ejecute toda la programación extensa empleada para todos los sensores, tanto los que están dentro del laboratorio y los que están en el exterior del mismo, y por ende realizar la presentación de los datos en la pantalla de matrices led desde la derecha hacia la izquierda, a una velocidad que permita la fácil lectura de los valores por parte de los usuarios.

Los avances de la tecnología en la actualidad nos permiten realizar con mayor precisión proyectos novedosos, innovadores y que sean de beneficio para la sociedad, brindando información más detallada y realista para así aprovechar cada circunstancia que se nos presente día a día en nuestras labores académicas y profesionales, permitiendo ahorrar tiempo que podríamos emplear en otras actividades.

Gracias al uso de hardware y software libre de la plataforma Arduino podemos descubrir y/o crear más posibilidades que involucren proyectos con mayor pertinencia al mercado, debido a sus bajos costos de inversión.

Bibliografía. –

- Alzate, O. F. (20 de 10 de 2019). *codigo electronica*. Obtenido de <http://codigoelectronica.com/blog/dht22-datasheet>
- Arango Parrado, D. A. (2010). Estacion Meteorologica Inalambrica. *Umbral Cientifico*, 66-72.
- Artero, O. T. (2013). *Arduino curso practico de formacion*. Madrid, España: Alfaomega.
- Bytheway. (s.f.). Obtenido de <https://www.bytheway.com.co/sonido-y-vibracion/66-sensor-de-vibracion-tipo-switch-sw-420-con-lm393-arduino.html>
- EcuaRobot. (23 de 12 de 2019). *EcuaRobot.com*. Obtenido de <http://ecuarobot.com/2019/12/23/sensor-uv-ml8511-y-arduino-para-medicion-de-intensidad-de-rayos-uv/>
- ELECTRONICS, G. (s.f.). *GEEKBOT ELECTRONICS*. Obtenido de <http://www.geekbotelectronics.com/producto/mq-135-modulo-sensor-de-calidad-del-aire/>
- Gomez, A. (19 de Julio de 2016). *TFG Alberto Gomez* . Obtenido de <https://sites.google.com/site/tfgalbertogomez/home/proyectos/Sensores/DHT22>

Llamas, I. L. (13 de 02 de 2016). *Ingenieria, informatica y diseño*. Obtenido de
<https://www.luisllamas.es/arduino-lluvia/>

LLamas, I. L. (28 de 02 de 2016). *Ingenieria, informatica y diseño*. Obtenido de
<https://www.luisllamas.es/matriz-led-arduino-max7219/>

LOES. (2010). *Ley Organica de Educacion Superior (LOES)*. Quito.

Prometec. (2018). *www.prometec.net*. Obtenido de <https://www.prometec.net/8x8-max7219/>

TECNEU. (2020). *www.tecneu.com*. Obtenido de <https://www.tecneu.com/products/modulo-sensor-de-luz-uv-ultravioleta-gy-ml8511?variant=20491108450392>

Veloso., C. (2018). *electronrtools*. Obtenido de
<https://www.electronrtools.com/Home/WP/2018/06/19/arduino-mega-2560-caracteristicas/>