REVISTA
TECNOLOGICA

ITCA FEPADE
TÉCNICOS E INGENIEROS

ISSN 2070-0458 / ISSN 2072-568X

N° 14 / ENERO - DICIEMBRE 2021. PUBLICACIÓN ANUAL.

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA EDUCACIÓN TÉCNICA EN ITCA-FEPADE Y SUS RETOS EN EL FUTURO

SISTEMA MULTIPLATAFORMA PARA EL CONTROL DE EMERGENCIAS, INVENTARIO Y RECURSO HUMANO DE LA CRUZ ROJA SALVADOREÑA

DISEÑO DE UN SIMULADOR DE CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES DE TEMPERATURA APLICANDO UN CONTROLADOR PID

SISTEMA TELEMÁTICO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE VARIABLES MICROAMBIENTALES UTILIZANDO LoRaWAN EN EL MARCO DE LA E-AGRICULTURA: PROPUESTA PARA LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA ENA

DISEÑO DE HARDWARE PARA EL ANÁLISIS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO APLICANDO TECNOLOGÍA IoT EN EL MARCO DE LA INDUSTRIA 4.0

ITCA EDITORES

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América.
www.itca.edu.sv

CdA Comisión de Acreditación de la Calidad Académica
INSTITUCION ACREDITADA 2015-2020

REVISTA TECNOLÓGICA
No. 14. Enero – Diciembre 2021

MEd. Licda. Elsy Escolar SantoDomingo
Rectora

Ing. Carlos Alberto Arriola
Vicerrector Académico

Inga. Frineé Violeta Castillo
Vicerrectora Técnica Administrativa

Ing. Mario W. Montes Arias
Director de Investigación y Proyección Social
Coordinador Equipo Editorial

Equipo Editorial Afiliación ITCA-FEPADE
Lic. Ernesto Israel Girón
Ing. Jorge Agustín Alfaro
Licda. María Rosa de Benítez
Licda. Vilma Cornejo de Ayala
Ing. David Emmanuel Ágreda

Licda. María Auxiliadora Yanme de Heymans
Diagramación

Téc. Krissia Edith Jacobo Orellana
Traducción

607.3
R485
Revista Tecnológica
No. 14, Enero – Diciembre 2021. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. - Santa Tecla, El Salvador: ITCA Editores, 2021.

60p.:il.; 28 cm.
Anual
ISSN Impreso: 2070-0458
ISSN Digital: 2072-568X

1. Tecnologías de información. 2. Desarrollo científico y tecnológico.
3. Turismo. 4. Enseñanza técnica.
5. Innovaciones tecnológicas, Internet de las Cosas.
6. Publicaciones seriadas

Publicación Anual
Tiraje: 90 ejemplares

Revista Indizada en LATINDEX

La Revista Tecnológica es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La Revista publica artículos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, eléctrica, computación, electrónica, logística, acuicultura y otros temas de interés relacionados con el quehacer institucional. Esta Revista ha sido concebida para difundirla con la comunidad académica, instituciones de educación superior y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. Los artículos que se publican cumplen criterios de originalidad, pertinencia y novedad. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Atribución - No comercial
Compartir igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América
Correo electrónico: revistatecnologica@itca.edu.sv
Sitio Web: www.itca.edu.sv
PBX: (503)2132-7423
Apartado Postal N° 133, Santa Tecla.

IDENTIDAD INSTITUCIONAL

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

EXCELENCIA: Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.

INTEGRIDAD: Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.

ESPIRITUALIDAD: Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.

COOPERACIÓN: Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.

COMUNICACIÓN: Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.

ÍNDICE

01 **Historia y evolución de la educación técnica en ITCA-FEPADE y sus retos en el futuro**
Ing. Alejandro Aguilar Valencia
Pág. 6

02 **Sistema multiplataforma para el control de emergencias, inventario y recurso humano de la Cruz Roja Salvadoreña**
Luis Humberto Rivas Rodríguez
Raúl Moisés Márquez Aparicio
Pág. 10

03 **Diseño de un Simulador de control de procesos industriales de temperatura aplicando un controlador PID**
Juan José Guevara Vásquez
Juan José Cáceres Chiquillo
Pág. 14

04 **Sistema telemático para el monitoreo y control de variables micro ambientales utilizando LoRaWAN en el marco de la e-Agricultura. Propuesta para la Escuela Nacional de Agricultura ENA**
Elvis Moisés Martínez Pérez
Rina Elizabeth López de Jiménez
Pág. 19

05 **Diseño de hardware para el análisis de redes de distribución de aire comprimido aplicando tecnología IoT en el marco de la Industria 4.0**
Carlos Levi Cartagena Lobos
Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla
Pág. 24

06 **Propuesta de sistema de comunicación IoT para equipo biomédico de monitoreo de signos vitales**
Manuel de Jesús Gámez López
Oscar Armando Sánchez Santos
Pág. 29

07 **Diseño de productos y servicios turísticos como estrategia para el desarrollo local y turístico del municipio de Conchagua, departamento de La Unión**
Isis Carolina Quintanilla de Velásquez
Silvia Magaly Umaña Viera
Pág. 33

08 **Diseño de control inalámbrico de dispositivos eléctricos y electrónicos del automóvil aplicando tecnología Bluetooth y Arduino**
Francisco Ernesto Cortez Reinosa
Eduardo Antonio Amaya Garcia
Pág. 38

09 **Cultura digital en la enseñanza técnica: desafíos para el docente, el estudiante y la institución educativa de nivel superior**
Luis Humberto Rivas Rodríguez
Claudia Guadalupe Romero Segovia
Pág. 42

10 **WorldSkills Americas y su influencia en el desarrollo tecnológico**
Keops Andrés Castro Castaneda
Pág. 46

11 **Formación profesional y el impacto de la Industria 4.0**
Manuel de Jesús Gámez López
Pág. 51

Instrucciones a los autores
Pág. 57

Presentación

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE se complace en presentar a la comunidad académica, al sector productivo y a la sociedad salvadoreña, la Revista Tecnológica No. 14, Año 2021, la cual tiene el propósito de divulgar los resultados de proyectos de investigación aplicada, así como aportes institucionales en el campo de la educación y formación técnica.

La Revista Tecnológica publica artículos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del país. En este número se destacan artículos asociados a las temáticas de las carreras técnicas y de ingeniería que se imparten, tales como mecatrónica, desarrollo de software, electrónica, mecánica automotriz y turismo, así como artículos relacionados con la formación técnica profesional.

En este número se incluyen artículos de proyectos de investigación vinculados con la proyección social institucional, relacionados con el desarrollo de un software para el control de emergencias, inventario y recurso humano de la Cruz Roja Salvadoreña; el diseño de un sistema telemático de e-Agricultura para el monitoreo y control de variables micro ambientales en un invernadero y una estación acuícola, como propuesta para la Escuela Nacional de Agricultura ENA; así como un artículo sobre el diseño de nuevos productos y servicios turísticos del municipio de Conchagua en La Unión, los cuales buscan potenciar el desarrollo local de la región.

En el área de la electrónica y automatización se incluyen artículos relacionados con el diseño de un simulador de control de procesos industriales de temperatura aplicando un controlador Proporcional Integral Derivativo PID, el cual servirá para prácticas virtuales de laboratorio y el diseño de un hardware para el análisis de redes de distribución de aire comprimido en instalaciones industriales, aplicando tecnología IoT.

En el área de la Tecnología de la Información y la Comunicación TIC, se presenta un artículo relacionado con la propuesta de un sistema de comunicación IoT para equipo biomédico de monitoreo de signos vitales utilizando dispositivos móviles en tiempo real. En el área de Ingeniería Automotriz se presenta el diseño de un sistema inalámbrico de control de dispositivos eléctricos y electrónicos del automóvil aplicando tecnología Bluetooth.

Se presentan interesantes artículos académicos de opinión, uno documenta la historia y evolución de la educación técnica en ITCA-FEPADE y sus retos en el futuro de cara a la Cuarta Revolución Industrial; se presentan artículos sobre la cultura digital en la enseñanza técnica; la influencia de WorlSkills Americas en el desarrollo tecnológico; así como la formación profesional y el impacto de la Industria 4.0.

El equipo ITCA-Editores reconoce y agradece el valioso aporte de todos los autores, docentes, docentes investigadores y personal administrativo, quienes han contribuido con sus artículos para editar y publicar esta Revista académica de Ciencia, Tecnología e Innovación CTI.

ITCA-EDITORES

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA EDUCACIÓN TÉCNICA EN ITCA-FEPADE Y SUS RETOS EN EL FUTURO

Ing. Alejandro Aguilar Valencia
Ingeniero Electricista. Técnico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Especializado en Electromecánica. Director de Planeamiento Curricular. Asesor Académico de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central, Santa Tecla. Correo electrónico: aaguilar@itca.edu.sv

Recibido: 12/05/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

La educación técnica en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE ha constituido por más de cincuenta años un aporte significativo para el desarrollo socioeconómico de El Salvador y de la región centroamericana, lo que ha permitido que los sectores productivos y de servicios hayan logrado ser más eficientes y eficaces en sus procesos, debido principalmente a la sólida formación teórico-práctica que se ha provisto a los profesionales técnicos de las diferentes áreas. El modelo educativo implementado se ha caracterizado por mantener un adecuado equilibrio entre teoría y práctica, siendo este uno de los principales factores que ha hecho que a través de estos años haya sido una opción de formación de los estudiantes y que éstos, al graduarse como técnicos sean demandados por las empresas del sector productivo. No obstante, con el éxito alcanzado, la institución tiene retos importantes de cara al futuro, ya que debe realizar los cambios curriculares acordes a los cambios tecnológicos que impone la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0.

Palabras clave

Sector de empresas productivas, educación superior técnica, cambios curriculares, formación por competencias, modelos de enseñanza, industria 4.0.

HISTORY AND EVOLUTION OF TECHNICAL EDUCATION AT ITCA-FEPADE AND IT IS CHALLENGES IN THE FUTURE

Abstract

Technical education at the Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE has constituted, for more than fifty years, a significant contribution to the socioeconomic development of El Salvador and the Central American region. This has allowed more efficient and effective processes in the productive and service sectors of due to the solid theoretical-practical training that has provided for technical professionals in different areas. The educational model implemented has characterized by maintaining an adequate balance between theory and practice, being one of the main factors that has made ITCA through the years a training option for the students and these, upon graduating as technicians, are demanded by companies in the productive sector. However, with the success achieved, the institution faces important challenges for the future, since it must carry out curricular changes according to the technological changes imposed by the Fourth Industrial Revolution or the Industry 4.0.

Keyword

Productive sector enterprises, technical higher education, curricular changes, skills training, teaching models, industry 4.0.

Introducción

La educación técnica en el Instituto Tecnológico Centroamericano ITCA, actualmente Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE se remonta al año 1970 cuando se inició la formación de técnicos en las áreas de Electricidad, Mecánica General y Civil y Construcción mediante las carreras de Técnico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la de Técnico en Ingeniería Civil y Construcción, estas carreras iniciaron con una matrícula de 72 estudiantes cada una, es decir una matrícula inicial total de 144 estudiantes.

Los estudiantes que ingresaron a cursar las carreras antes mencionadas eran bachilleres en Ciencias, Letras, Matemáticas y bachilleres Industriales procedentes de El Salvador y de algunos países de Centroamérica, dado que el ITCA fue una iniciativa del Gobierno de El Salvador, se concibió como una estrategia para contribuir a la tecnificación de la región centroamericana; los estudiantes que vinieron de los países de Centroamérica a formarse a El Salvador, lo hicieron con becas para gastos de viaje y de sostenimiento otorgadas por sus respectivos países, puesto que todos los que lograban su ingreso lo hacían a través de exigentes pruebas de rendimiento en las áreas de matemáticas, física y química; haciéndose acreedores a una beca de estudios, sufragada por el Gobierno de El Salvador. ITCA contó desde un inicio con el apoyo del Gobierno del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, quien tuvo a su cargo el equipamiento necesario para la implementación de las carreras, así como la delegación de expertos técnicos, consejeros, maestros y administrativos; todo esto bajo un Convenio de Cooperación suscrito entre ambos gobiernos.

Es importante destacar que la formación de Técnicos en Ingeniería a nivel posterior a la educación media en las ramas ya mencionadas, constituyó un hito muy importante hasta ese momento, pues la formación técnica se había limitado hasta el nivel de educación media, siendo reconocidos como bachilleres industriales en diferentes áreas. Esta formación estaba a cargo de diferentes instituciones entre públicas y privadas; los bachilleres industriales se formaban para ser personal operativo en sus respectivas áreas, pero no estaban preparados para asumir funciones de coordinación en equipos de trabajo, existiendo así un vacío entre los profesionales de nivel superior como ingenieros y arquitectos, trabajadores operativos, entre otros ; es por ello que con la experiencia de los expertos del Reino Unido de Gran Bretaña se inicia la formación de estos mandos medios en El Salvador y Centroamérica.

La visión de proyecto centroamericano se mantuvo por alrededor de una década, durante ese periodo y bajo la visión que los expertos británicos en conjunto con los administrativos nacionales tenían, se implementaron otras carreras técnicas orientadas a fortalecer algunos sectores relacionados con las áreas agrícola, medioambiente y el sector gastronómico; esto quedó evidenciado por las carreras que se implementaron en adición a las ya mencionadas, siendo estas las carreras de Mantenimiento de Maquinaria Agrícola, Conservación de Suelo y Agua, y Preparación y Servicio de Alimentos.

Es fundamental mencionar que los técnicos que se formaron en esa época, contribuyeron de manera significativa para el surgimiento de la educación técnica a nivel post secundario en algunos países de Centroamérica, como fue el caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica, conocido como ITCR. La formación de técnicos en el área electromecánica fue un incentivo para que empresas de gran prestigio y adelanto tecnológico de la época, decidieran instalar sus plantas manufactureras en El Salvador, entre ellas se pueden mencionar a la Texas Instruments y AVX Ceramix Corporation, entre otras.

La cooperación del Gobierno de Gran Bretaña duró alrededor de una década, a pesar de que el Convenio de Cooperación era por tiempo indefinido, las condiciones socioeconómicas de finales de los años setenta que se presentaron en el país desembocaron en una guerra civil, provocando que el Gobierno del Reino Unido tomara la decisión de retirarse como cooperante, dejando al ITCA bajo la administración del Ministerio de Educación del Gobierno de El Salvador.

Desarrollo

Un aspecto muy importante de destacar acerca de la educación técnica en ITCA-FEPADE, es el modelo educativo que se implementó desde sus inicios, siendo este el que se conoce hoy en día como metodología centrada en el estudiante, el cual se fundamenta en un adecuado equilibrio entre teoría y práctica, de tal manera que los grupos de estudiantes para el abordaje de aspectos teóricos no debían exceder los 32 estudiantes, subdividiéndose en dos grupos de 16 para la realización de las actividades prácticas de laboratorio, campo o taller; los puestos de trabajo se organizaban de tal manera que por cada uno de ellos pudieran trabajar dos estudiantes. Todo esto garantizaba el adecuado aprendizaje de la teoría y la práctica; para complementar la formación se organizaban visitas técnicas de campo a industrias y/o empresas relacionadas con las áreas de estudio; posteriormente los estudiantes debían entregar un reporte individual describiendo los procesos observados; adicionalmente se asignaba a los estudiantes organizados en parejas, la realización de un proyecto final consistente en el levantamiento de las instalaciones electromecánicas con sus

respectivos planos y cálculos correspondientes, descripción de los procesos productivos y/o constructivos, entre otros.

Para garantizar el éxito en la implementación del modelo, se seleccionaron docentes que fueron becados por periodos de seis meses a un año para capacitarse en Inglaterra, en metodologías de la enseñanza técnica. Posteriormente se organizaban capacitaciones periódicas a cargo de expertos británicos provenientes en su mayoría del Bolton Institute, institución especializada en la formación de profesores de Educación técnica con amplio reconocimiento no solo a nivel de Inglaterra sino a nivel mundial.

Durante los pasados cincuenta años de existencia del ITCA se han implementado una diversidad de carreras técnicas en diferentes áreas, las cuales por lo general fueron identificadas por los responsables de los departamentos académicos, a través de conversaciones con personas representantes de los diferentes sectores interesados en estas áreas o por medio del análisis de la información relacionada con tendencias de desarrollo socioeconómico disponible. No obstante, se pudiera decir que por un buen tiempo el surgimiento de áreas y carreras se realizó de manera empírica e intuitiva.

No fue, sino hasta el inicio de los años noventa, año en el que el ITCA pasa a ser administrado mediante un convenio por la Fundación Empresarial para el Desarrollo Educativo (FEPADE) razón por la que se conoció a partir de esa época como ITCA-FEPADE; el diseño de carreras se realizó de manera más técnica; en esa época y con la decisión del gobierno de El Salvador se modernizó la institución en términos de instalaciones, equipos, capacitación de docentes y aspectos administrativos y curriculares, invirtiéndose una cantidad de dieciséis millones de dólares; todo esto bajo la asesoría de expertos procedentes del Alfred State College de Nueva York de los EE UU. Fue precisamente bajo su dirección y asesoría que se comienzan a utilizar metodologías de identificación de áreas de desarrollo y por ende de necesidad de profesionales técnicos; entre éstas se puede mencionar las comisiones curriculares y los talleres estratégicos con representantes de los sectores productivos; de igual forma se comienzan a utilizar de manera sistemática metodologías de diseño curricular muy conocidas y utilizadas en diferentes partes del mundo para el diseño curricular, como la denominada de talleres DACUM (acrónimo de Developing a Curriculum).

En las últimas dos décadas la institución ha sistematizado la realización de estudios de pertinencia curricular para validar la pertinencia de las carreras de la oferta curricular, así como anticipar cuales deberían ser las áreas, carreras y niveles en los que se necesita formar profesionales técnicos para poder contribuir a la productividad y competitividad de los diferentes sectores productivos y de servicio del país.

Por otra parte, desde las últimas dos décadas se brinda atención de manera sistemática a la formación metodológica de los docentes, incursionando en la metodología de formación basada en competencias, para lo cual se gestionó la cooperación de instituciones con amplia experiencia en la aplicación de esta metodología, como lo es el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA de Colombia y la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica.

Con el propósito de validar la metodología en el diseño curricular de las carreras, se implementó en una carrera seleccionada y se realizó una investigación comparativa a fin de determinar las ventajas de ésta. Los resultados obtenidos fueron favorables a la metodología de formación basada en competencias, pasando a la decisión institucional de migrar todas las carreras a un diseño curricular de formación basado en competencias y a sistematizar la formación metodológica de los docentes. Es importante mencionar que esta metodología, si bien considera aspectos teóricos muy importantes que apuntan a conceder un mayor protagonismo a los estudiantes en su formación, es compatible con la filosofía de "aprender haciendo", que se remonta a los tiempos de teóricos de la educación como John Dewey, siendo consecuente con el modelo educativo original de formación centrado en el estudiante, ya mencionado, que buscaba mantener un adecuado equilibrio entre la teoría y la práctica.

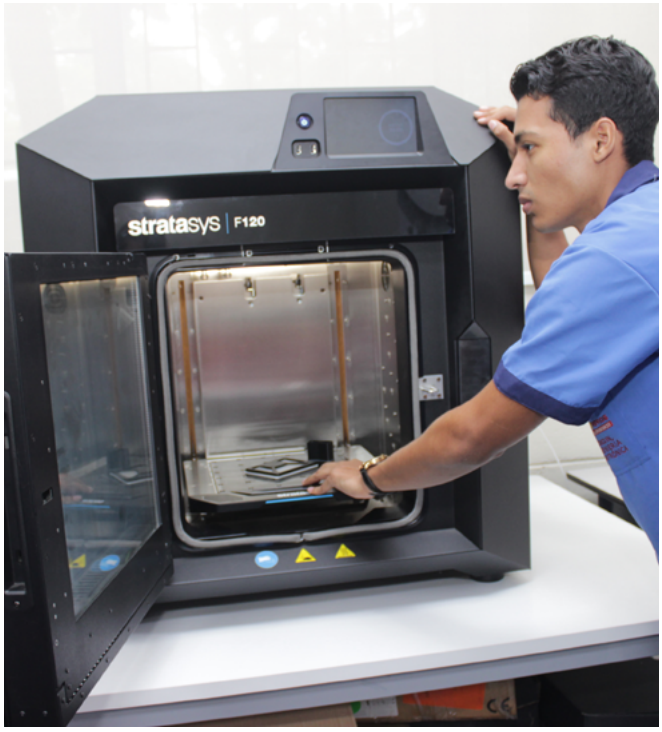
ITCA-FEPADE tiene retos significativos de cara al futuro, esto a raíz del cambio tecnológico disruptivo acaecido en la pasada década conocido como Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, la cual se caracteriza por el uso de tecnologías digitales, Inteligencia Artificial e Internet de las Cosas, así como un uso generalizado de las TIC, capaces de desempeñar actividades de manera autónoma, sin la intervención de seres humanos. Esto permite la creación de productos con mayor eficacia y eficiencia, eliminando las barreras de lo físico y lo digital en los procesos de producción.

Este fenómeno hace necesario evaluar la orientación y enfoque de las carreras técnicas y de ingeniería de la oferta curricular regular de ITCA-FEPADE, a fin de que los diseños curriculares tomen en consideración este hecho, ya que es de esperar que de manera gradual las empresas manufactureras, principalmente las grandes, se vayan reconvirtiendo e implementando las tecnologías asociadas a la Industria 4.0 en sus procesos de producción. Los países del primer mundo son los pioneros en este sentido y avanzan en esta transformación de manera acelerada.

En el caso de El Salvador se debe considerar que probablemente la reconversión no será tan acelerada como está sucediendo en otros países; sin embargo existen condiciones para asegurar que ésta no será muy lenta, una de ellas es la implementación de la Agenda Digital 2020-2030 que impulsa el Gobierno de El Salvador, mediante la cual se pretende implementar un conjunto de acciones que buscan integrar a todos los actores que participan del desarrollo del país a través de la innovación y la aplicación de las TIC.

Esto creará las condiciones para que las empresas e instituciones puedan reconvertirse e implementar en sus procesos productivos y en los servicios que se prestan a la población. Las tecnologías asociadas a la Industria 4.0; no cabe duda que esto obliga a la institución no solo a continuar realizando estudios de pertinencia curricular que validen la oferta, y que al mismo tiempo permitan anticipar los profesionales técnicos que se necesitarán en el corto y mediano plazo, sino también a revisar los diseños curriculares de todas las carreras que se ofrecen a los aspirantes a formarse como técnicos o ingenieros.

Otro reto que debe afrontar la institución, será la gestión de los recursos necesarios y lograr el equipamiento idóneo para la realización de las prácticas de los estudiantes, el cual deberá ser acorde a estas tecnologías y más importante aún, capacitar a los docentes en aspectos técnicos y pedagógicos para formar profesionales técnicos con las competencias necesarias y suficientes, que puedan insertarse sin dificultades a un mundo laboral que exigirá de ellos el dominio de las tecnologías.



Conclusiones

Se puede afirmar que el ITCA-FEPADE ha jugado un papel muy importante en la formación de profesionales técnicos de El Salvador y del resto de países de Centroamérica, quienes han contribuido a mejorar la productividad y competitividad de los sectores productivos y por ende al crecimiento económico de los diferentes países de la región centroamericana.

ITCA-FEPADE ha implementado un modelo educativo durante su existencia, el cual ha demostrado ser exitoso, principalmente por combinar de manera equilibrada la teoría y la práctica, ha experimentado variantes en cuanto a las metodologías de diseño curricular y de aprendizaje por parte de los estudiantes, pero siempre ha conservado la filosofía de ser centrada en el estudiante; por otra parte, se ha logrado sistematizar la identificación de áreas y por consiguiente carreras que se requieren para contribuir al desarrollo socioeconómico del país.

Los retos que ITCA-FEPADE tiene para el futuro próximo son grandes, porque implican acoplarse a los cambios tecnológicos que impone la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, a fin de que su rol como institución formadora de profesionales técnicos continúe siendo significativo y de gran apoyo para el desarrollo y crecimiento socioeconómico del país.

Referencias

1. Secretaría de innovación de Gobierno de El Salvador, “Agenda Digital El Salvador 2020-2030”, 1ª ed., San Salvador, El Salvador, Secretaría de innovación de Gobierno de El Salvador, 2020. Accedido: 22- jun- 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.innovacion.gob.sv/downloads/Agenda%20Digital.pdf

2. E. López-Pérez, “La industria 4.0 y las nuevas formas de trabajar: una perspectiva desde el caso mexicano en tiempos del COVID 19”, Lan Harremanak: revista de relaciones laborales, no. 43, pp. 244-263, 2020, doi: https://doi.org/10.1387/lan-harremanak.21737

SISTEMA MULTIPLATAFORMA PARA EL CONTROL DE EMERGENCIAS, INVENTARIO Y RECURSO HUMANO DE LA CRUZ ROJA SALVADOREÑA

Luis Humberto Rivas Rodríguez
Ingeniero en Sistemas Informáticos, Maestría en Dirección Estratégica de Empresas, Docente Investigador y Coordinador de la Escuela de Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Regional San Miguel. Email: luis.rivas@itca.edu.sv.

Raúl Moisés Márquez Aparicio
Ingeniero en Sistemas Informáticos, Docente Coinvestigador de la Escuela de Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Regional San Miguel. Email: raul.marquez@itca.edu.sv.

Recibido: 11/03/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

Este artículo contiene información referente al proyecto multidisciplinario de investigación aplicada, llevado a cabo por docentes investigadores y estudiantes de la carrera Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Centro Regional San Miguel, el cual contó con la asesoría y apoyo del personal administrativo y operativo de la Cruz Roja Salvadoreña, Seccional Chinameca. La etapa inicial del proyecto consistió en determinar los requerimientos en cada uno de los procesos principales que tendría la solución informática, entre ellos están: el inventario, la gestión de ambulancias, el registro de emergencias y el control de voluntarios, los cuales se validaron con el personal operativo y administrativo de la Cruz Roja. Con estos insumos se diseñó una base de datos relacional y diferentes interfaces de usuario de entrada y salida para el funcionamiento del sistema multiplataforma, que cumple con los objetivos de esta investigación, ya que permite innovar y automatizar los procesos administrativos de la Cruz Roja, facilitando a los responsables tener información oportuna para la toma de decisiones, usando las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC. Este sistema multiplataforma se puede replicar e integrar a un servicio en Internet sin necesidad de hacer grandes cambios en su estructura y permitir así la implementación en otras seccionales y regiones de la Cruz Roja Salvadoreña que tengan acceso a esta tecnología.

Palabras clave

Sistemas multiplataforma, sistemas de almacenamiento y recuperación de información, aplicaciones informáticas, administración de bases de datos, administradores de servicios de salud.

MULTIPLATFORM SYSTEM FOR THE CONTROL OF EMERGENCIES, INVENTORY AND HUMAN RESOURCE OF THE SALVADORAN RED CROSS

Abstract

This article contains information regarding to the applied research multidisciplinary project, carried out by research professors and students of the Computer Systems Engineering Technician career of the Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, San Miguel Regional Center, which counted on the advice and support from the administrative and operational staff of the Salvadoran Red Cross, Chinameca Section. The initial stage of this project consisted on determining the requirements in each of the main processes that the IT solution would have, among them are: inventory, ambulance management, emergency records and volunteer control, which were validated with the administrative and operational staff of the Red Cross. With these inputs, it was designed a relational database and different input and output user interfaces for the operation of the system that meets the objectives of this research, since it allows innovating and automating the administrative processes of the Red Cross. This multiplatform system helps to the responsible to have timely information for decision-making, using ICT Information and Communication Technologies and it can be replicated and integrated into an Internet service without the need to make major changes in its structure, allowing the implementation in other sections and regions of the Salvadoran Red Cross that have access to this technology.

Keyword

Multiplatform systems, information storage and retrieval systems, computer applications, database administration, health services administrators.

Introducción

La transformación digital es el mecanismo para integrar personas, procesos y tecnologías en el trabajo diario de una persona o empresa, con el fin de ser productivos y brindar un servicio de calidad a los usuarios.

Este artículo contiene información referente al proyecto multidisciplinario de investigación aplicada realizado por docentes e investigadores y estudiantes de la carrera Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel, con la asesoría y apoyo del personal operativo y administrativo de la Cruz Roja Salvadoreña Seccional Chinameca. El proyecto se enfocó en diseñar y automatizar los diferentes procesos administrativos y operativos de la Cruz Roja usando las TIC, con el propósito de llevar un control de calidad de sus operaciones. Lo anterior generó como resultado un prototipo funcional de una herramienta para el personal administrativo y operativo, en beneficio de la comunidad que atiende la Cruz Roja Salvadoreña.

Desarrollo

Una de las principales barreras para que una pequeña o mediana empresa adopte como cultura organizacional el uso de las TIC, es el factor económico, pues éste es importante para el equipamiento, también generar en el personal esa cultura al cambio, esto juega un papel primordial en la adopción de las TIC como herramientas de trabajo, a lo que se le puede agregar la necesidad de contar con un software a la medida, que se adapte a las necesidades de la organización. Para la Cruz Roja Salvadoreña se ha realizado un procedimiento que ha garantizado un software adaptado a las necesidades que tienen en cada uno de sus procesos. Para ello se realizaron las siguientes fases.

Fases del proyecto

Fase 1. Levantamiento de requerimientos. Esta fase permitió al equipo investigador determinar los requerimientos mínimos que debe tener el sistema multiplataforma, y cómo orientarlo a la mejora continua de los procesos que realiza la Cruz Roja Salvadoreña.

Se realizaron reuniones de trabajo que dieron como resultado determinar 3 procesos macros: recurso humano, emergencias y control de inventario.

Posteriormente se elaboró una lista de requerimientos con el objetivo de tomarlos en consideración, para las diferentes etapas de diseño, desarrollo, pruebas y depuración del sistema multiplataforma.

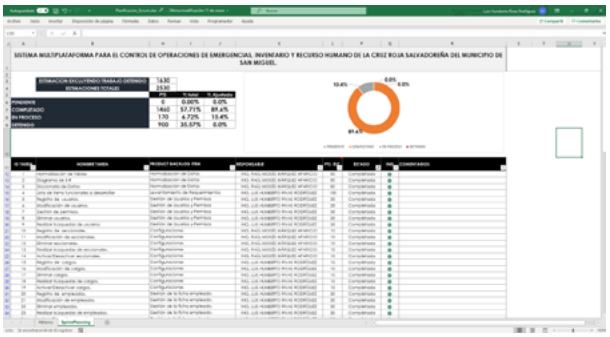


Ilustración 1 - Levantamiento de requerimientos usando la metodología Scrum.

Fase 2. Diseño lógico. Se realizaron procesos, entre ellos la normalización y abstracción de datos. La normalización de datos dio como resultado un diccionario de datos y un diagrama entidad de relación. Estos elementos fueron indispensables para el diseño, desarrollo y funcionamiento de una herramienta automatizada, capaz de llevar un procedimiento en papel a un proceso informático que facilite el registro de datos, consulta y generación de informes. El proceso de abstracción es una metodología que permite al analista de sistemas y al administrador de base de datos, determinar cómo va a fluir la información desde la apreciación del usuario, a partir de los formularios hasta su procesamiento y almacenamiento respectivo en un motor de base de datos MariaDB.

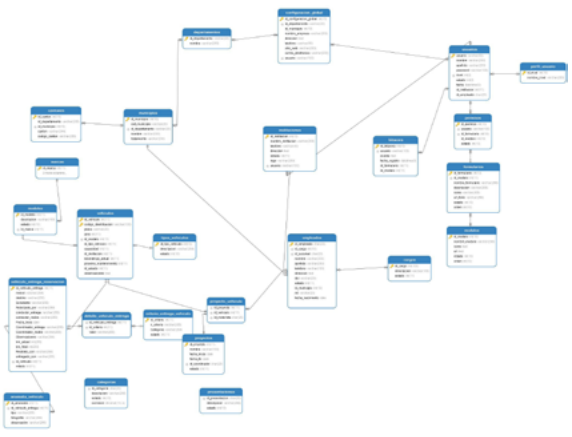


Ilustración 2 - Diagrama de Entidad-Relación del sistema multiplataforma.

Fase 3. Automatización del Sistema Multiplataforma. El sistema multiplataforma es un paradigma de desarrollo de software orientado a la web. Para los propósitos de la investigación se desarrolló un sistema web basado en las siguientes tecnologías: Servidor Web Apache [1], Servidor de Base de Datos MariaDB y Lenguaje de Programación PHP 7.

Con estas tecnologías y usando otras como Bootstrap, se diseñó y se construyó una plataforma bajo las prácticas de diseño responsivo; ésta es capaz de adaptarse a cualquier dispositivo, tablet, laptop, computadora de escritorio y cualquier smartphone Android o IOS.

Ilustración 3 - Diseño Responsivo Sistema Multiplataforma.

El sistema multiplataforma ofrece una variedad de opciones que permiten a los usuarios poder registrar, controlar y generar reportes de forma rápida. Entre las opciones desarrolladas están las siguientes:

A. Módulo de Registro

- Administrar voluntarios. Permite al administrador del sistema llevar el registro y seguimiento de la información de cada uno de los voluntarios de la Cruz Roja Salvadoreña.
- Administrar ambulancias. El administrador es capaz de gestionar la información de las diferentes unidades de transporte con las que cuenta la Cruz Roja Salvadoreña, los fondos con los que se obtuvo y las características como tipo de transporte, marca y modelo.
- Administrar inventario. El administrador puede revisar toda la información de los diferentes insumos con los que cuenta la Cruz Roja Salvadoreña.
- Administrar emergencias. Permite al administrador registrar todas las llamadas que recibe la Cruz Roja Salvadoreña.

B. Módulo de Configuraciones

- Configuración global. Se puede establecer los parámetros globales del sistema, sitio web, teléfonos, entre otros.
- Instituciones. Es posible crear tantas instituciones como se requiera, esto con el objetivo de brindarle a los usuarios del sistema, autonomía sobre los procesos de inventario, control de voluntarios, ambulancias y llamadas recibidas.
- Departamentos/Municipios. Esta opción le permite al administrador realizar un mapeo de los departamentos y municipios.

C. Módulo de Seguridad

- → Usuarios. Facilita la creación de usuarios administrativos y operativos. Aquí se establece los permisos que tendrá cada tipo de usuario.
- → Bitácora. Se puede monitorear todo lo que se hace dentro del sistema, saber qué usuario entró, qué hizo, qué modificó, en qué hora y en qué fecha.

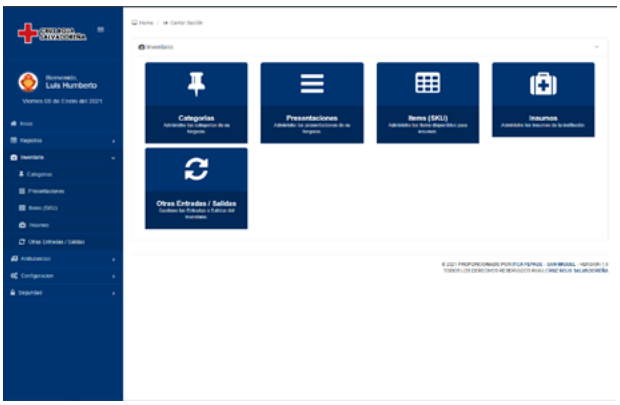


Ilustración 4 - Módulos principales del Sistema Multiplataforma.

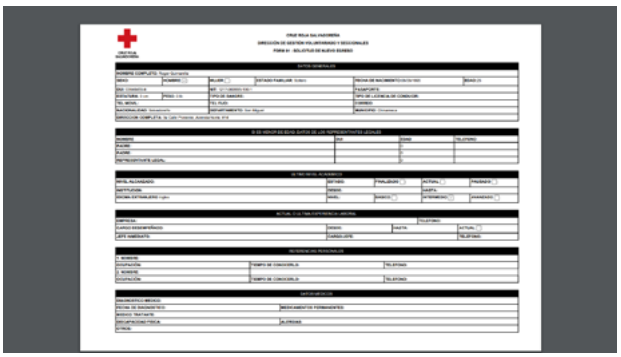


Ilustración 5 - Generación de Reporte de Voluntario.

Fase 4. Testeo de software y validación de resultado. En esta última fase se desarrolló conjuntamente con estudiantes pruebas de estrés del software, implementándolo en la nube y a la vez validando los resultados con datos reales.

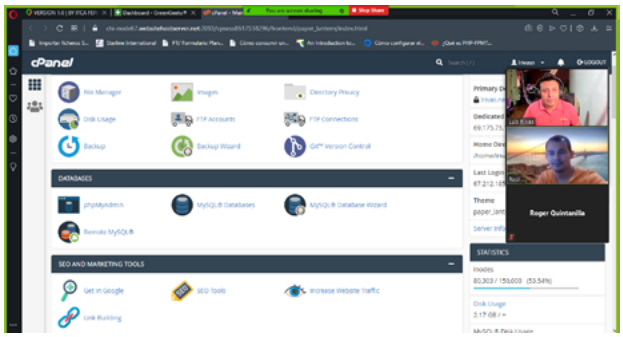


Ilustración 6 - Reunión de trabajo sobre la plataforma en la nube a través de CPanel.

Resultados

1. Se diseñaron cuatro módulos principales para llevar el control de los inventarios, voluntarios, ambulancias y llamadas que recibe la Cruz Roja.

2. Se realizaron pruebas de validación en cada uno de los procesos con el propósito de garantizar la calidad del sistema.

3. Se implementó un modelo de base de datos relacional, para el sistema multiplataforma utilizando un servicio en la nube CPANEL. [2]

4. Se desarrolló un sistema multiplataforma compatible con diferentes dispositivos móviles.

5. Se elaboraron manuales de usuario, para el uso del software, permitiendo documentar la aplicación dirigida a los usuarios finales.

Conclusiones y recomendaciones

1. El desarrollo del sistema multiplataforma permite automatizar los procesos administrativos y operativos, de aquellas instituciones de la Cruz Roja que requieran utilizarlo, lo que hace más oportuno identificar los recursos con que se cuenta y mejorar la calidad del servicio a la comunidad.

2. El diseño del modelo de datos relacional del sistema multiplataforma, se adapta a los cambios gracias al funcionamiento lógico del software, para utilizarse al mismo tiempo en otras instituciones, con diferente capacidad de personal y usuarios, sin afectar su rendimiento

3. La capacitación adecuada y la apropiación del sistema multiplataforma permite al personal administrativo y operativo aumentar la productividad y mejorar la calidad del servicio.

4. Usar los módulos de inventario para medir los resultados a través de los informes y diferenciarlo con lo que se tiene físicamente; así como dar un seguimiento al recurso humano a través del uso del sistema y medir la capacidad de atención de emergencias con los informes que genere el sistema multiplataforma.

5. El sistema multiplataforma permite instalarse de forma local en cualquier computadora o red local, adicionalmente puede implementarse el sistema en una infraestructura en la nube para tener un mejor aprovechamiento.

6. La eficiencia del sistema multiplataforma depende del uso apropiado que le dé el personal. Se recomienda reuniones del equipo para determinar nuevos requerimientos y la generación de nuevas versiones de software.

Referencias

[1] The Apache Software Foundation., “ab – Apache HTTP server benchmarking tool” [Online] Available:https://httpd.apache.org/docs/2.4/programs/ab.html. [Accessed: Dic,11, 2020]

[2] cPanel, L.L.C., “Create an exceptional hosting experience CPANEL,”[Online]. Available: https://cpanel.net. [Accessed: Ene,15,-2021]

DISEÑO DE UN SIMULADOR DE CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES DE TEMPERATURA APLICANDO UN CONTROLADOR PID

Juan José Guevara Vásquez
Técnico en Ingeniería Electrónica, Docente Investigador de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Correo electrónico: juan.guevara@itca.edu.sv

Juan José Cáceres Chiquillo
Ingeniero en Electrónica, Docente Coinvestigador de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Correo electrónico: jcaceres@itca.edu.sv

Recibido: 02/02/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

La Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Especiada en Ingeniería ITCA-FEPADE, desarrolló el proyecto del diseño de un simulador de procesos industriales de temperatura aplicando un Controlador Proporcional Integral Derivativo (PID). Este artículo describe el procedimiento de análisis de las características físicas y modelado matemático de un "Entrenador de Control de Procesos de Fluidos para Temperatura", que fue realizado con la finalidad de crear un software simulador, el cual permite predecir su comportamiento a partir de parámetros físicos como volumen, flujo volumétrico, temperatura ambiente y además, aplicar un control PID para ajustar y mantener constante la temperatura del fluido. Como resultado, se dispone de una herramienta para que docentes y estudiantes de la asignatura de "Control de Procesos" puedan utilizarla para realizar simulaciones y ajustes en un ambiente controlado, con la seguridad que los resultados obtenidos puedan ser aplicados en un entrenador real con resultados satisfactorios.

Palabras clave

Controlador Proporcional Integral Derivativo (PID), control de procesos industriales, control de temperatura, ecuaciones diferenciales, método de Euler.

DESIGN OF A SIMULATOR FOR THE CONTROL OF INDUSTRIAL TEMPERATURE PROCESSES APPLYING A PID CONTROLLER

Abstract

The Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica of the Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, has developed the project for the design of a simulator of industrial temperature processes applying a Proportional-Integral-Derivative (PID) controller. This article describes the analysis procedure for the physical characteristics and mathematical modeling of a "Fluid Process Control Trainer for Temperature", which was carried out in order to create a simulator software that allows to predict its behavior from physical parameters such as volume, volumetric flow, ambient temperature and in addition, apply a PID control to adjust and keep constant the fluid temperature. As a result, a tool is made available for the teachers and students of the "Process Control" subject can use it to carry out simulations and adjustments in a controlled environment, with the certainty that the results obtained can be successfully applied in a real trainer.

Keyword

Proportional-Integral-Derivative (PID) controller, industrial process control, temperature control, differential equations, Euler method.

Introducción

Los simuladores son ampliamente utilizados en entornos científicos y educativos para poner a prueba sistemas, circuitos y maquinaria dentro de ambientes controlados, permitiendo reducir riesgos y daños en ellos y proporcionando, además, un mecanismo rápido y eficaz para hacer ajustes en el menor tiempo posible. En el estudio de los sistemas de control de procesos, los simuladores permiten a investigadores, docentes y estudiantes, evaluar un sistema a partir de los parámetros de control y predecir su comportamiento a fin de reducir el tiempo de ajuste en sistemas reales [1]. Durante el desarrollo de este proyecto, se analizó el funcionamiento teórico de un entrenador de control de procesos de fluidos para temperatura a partir de sus características, con lo cual se obtuvo un modelo matemático que permitió predecir su comportamiento bajo diversas técnicas de control. Con base en los resultados obtenidos, se diseñó un simulador del entrenador con un controlador Proporcional-Integral-Derivativo (PID), con el cual se puede experimentar y simular el comportamiento y funcionamiento del entrenador desde hogares, oficinas u otros espacios, de manera que se pueda comprender de una forma más sencilla su funcionamiento, reduciendo el tiempo de ajustes en las prácticas presenciales de laboratorio.

Metodología de la Investigación

Parte del proceso de investigación involucró la aplicación de principios teóricos físico-matemáticos y experimentación continua, por lo que se puede determinar que se efectuó una investigación aplicada de tipo científico y experimental [2], la cual se desarrolló secuencialmente en las siguientes etapas:

A. Obtención del Modelo Matemático de la Planta

En la Fig. 1 se muestran los componentes del entrenador de control de procesos de temperatura, en cual pueden apreciarse el sentido del flujo del fluido (H_2O) y las válvulas del control de paso.

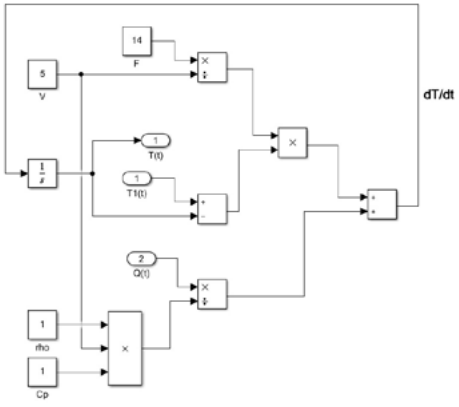


Fig. 1. Diagrama de bloques del Entrenador de Control de Procesos de Temperatura.

Cuando el fluido se dirige desde el tanque 1 hacia el tanque 2, se requiere de una bomba, ya que existe una diferencia de altura entre ambos; mientras que, cuando el fluido pasa del tanque 2 al tanque 1, el flujo se realiza gracias a la fuerza de la gravedad. Para efectos prácticos, se ajusta el flujo de la bomba para que coincida con el que se produce por gravedad. En el tanque 2, un calefactor industrial de 600 W tiene como función elevar la temperatura del fluido hasta un valor establecido en el set point.

Para la obtención del modelo matemático de la planta o entrenador, se utilizaron los parámetros de prueba que se muestran en la tabla 1, a partir de los cuales se obtuvo la fórmula (1), que corresponde a una ecuación diferencial ordinaria [3].

$$\frac{dT}{dt} = \frac{F}{V}(T_1 - T) + \frac{Q}{\rho V C_p} \quad (1)$$

Tabla 1. Parámetros de prueba del entrenador.

Símbolo	Parámetro
F	Flujo volumétrico
V	Volumen del fluido
T_1	Temperatura ambiente
ρ	Densidad de H_2O
C_p	Calor específico de H_2O
Q	Flujo de calor
T	Temperatura deseada

Una vez obtenida la ecuación diferencial, resultó indispensable determinar el comportamiento del sistema, a partir de los parámetros de prueba establecidos en la tabla 1 y posteriormente con otros elegidos al azar.

Para comprobar la estabilidad del modelo de la planta descrito por la ecuación (1), se utilizó el método numérico de Euler [4], ya que puede ser fácilmente implementado en una computadora [5] y con el que se obtuvo el resultado de la gráfica de la Fig. 2, en la cual puede apreciarse que el sistema se estabiliza exactamente a 35 °C; queda comprobada su estabilidad.

B. Simulación del Modelo de la Planta

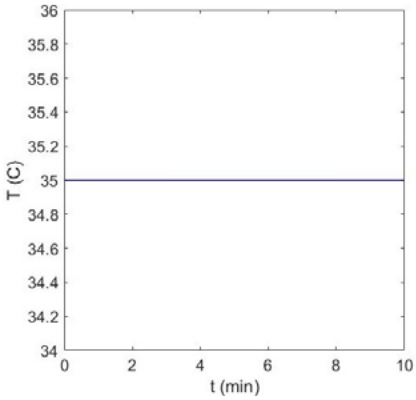


Fig. 2. La gráfica resultado de la ecuación diferencial muestra como el sistema se estabiliza a 35 °C.

Para una simulación dinámica del sistema, se crearon con ayuda del software Simulink dos modelos: un modelo diferencial que se muestra en la Fig. 3, que constituye una representación fiel de la ecuación (1) y otro basado en su función de transferencia.

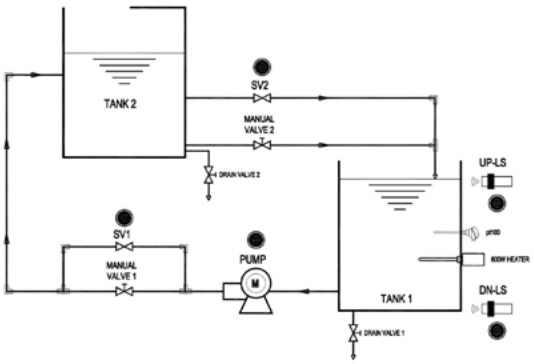


Fig. 3. Modelo diferencial de la ecuación (1).

En la Fig. 4, se muestra la función de transferencia para T_1 que representa la temperatura ambiente del fluido y por lo tanto inicial. En caso de que esta temperatura no se establezca, el sistema toma como temperatura inicial 0°C. Por otra parte, Q_s representa el flujo de calor que es proporcional a la energía que se aplica al calefactor de 600 W y que se regula de acuerdo con la temperatura medida por el sensor PT100 y los parámetros de sintonización definidos en el controlador PID.

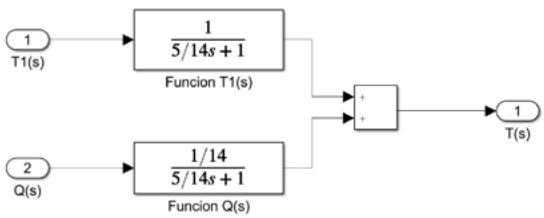


Fig. 4. Modelo de la función de transferencia de la ecuación (1).

El controlador Proporcional Integral Derivativo (PID) es una de las técnicas de control más utilizadas en la industria, sobre todo por la relativa sencillez de su sintonización, dado que existen diversas técnicas y métodos para lograr dicho propósito [6]. El entrenador a partir del cual se diseñó este simulador cuenta con un controlador PID, por lo que fue necesario dotar a los modelos anteriormente creados de un controlador PID para evaluar su comportamiento ante diversos parámetros de entrada y perturbaciones. En la fórmula (2), se muestra la ecuación del controlador PID y los parámetros de sintonización en la tabla 2.

$$P + I\frac{1}{s} + D\frac{N}{1 + N\frac{1}{s}} \qquad (2)$$

Tabla 2
Parámetros de sintonización del controlador PID

Símbolo	Parámetro	Valor
P	Proporcional	5
I	Integral	12.5
D	Derivativo	0.1
N	Coeficiente de compensación	100

Los valores de la tabla 2 se obtuvieron mediante la implementación de la regla Ziegler-Nichols para la sintonía de controladores PID y se implementaron en Matlab y Simulink [7] [8]. En la Fig. 5, se muestra el modelo completo.

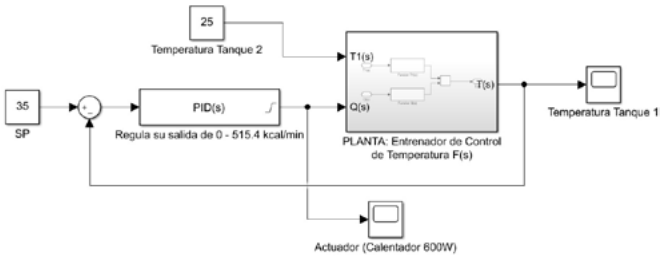


Fig. 5. Modelo completo de la planta y controlador en Simulink.

Resultados

A. Elaboración del Simulador

Finalizada la etapa de modelado y de evaluación del comportamiento, se procedió a la elaboración del simulador utilizando el software demostrativo LabView 2020, el cual

permite al diseñador abstraerse en gran medida del proceso de programación, enfocándose principalmente en un modelo funcional por medio de su entorno de programación G.

El principal objetivo fue diseñar una interface de usuario similar al presentado por el entrenador real que puede apreciarse en la Fig. 6. El simulador cuenta con gráficos que permiten observar el comportamiento de la planta, bajo diversos parámetros de sintonización y de temperatura, también permite la modificación en tiempo real de cada uno de ellos.

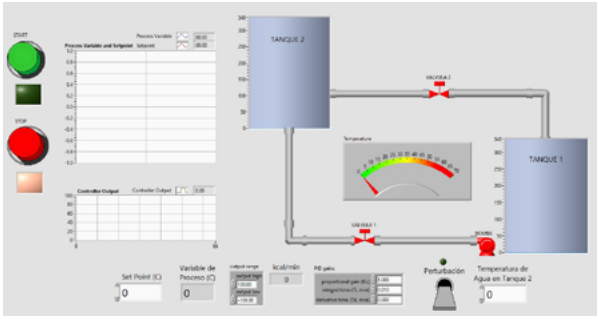


Fig. 6. Interface de usuario del simulador creado.

B. Análisis de los resultados

En primera instancia, fue evaluado el comportamiento de la función de transferencia de la planta junto al controlador PID, mediante un proceso de simulación que incluyó variaciones en los tiempos de simulación y parámetros de sintonización, obteniendo para todos los casos de ajuste óptimo, una gráfica típica del controlador PID correctamente sintonizado, la cual se muestra en la Fig. 7.

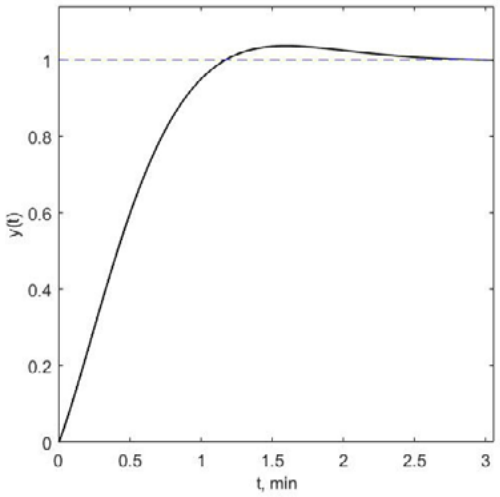


Fig. 7. Gráfica del comportamiento de la función de transferencia de la planta con el controlador PID activado.

Posteriormente, se evaluó el comportamiento del modelo completo de la planta junto al controlador PID mostrado en la Fig. 5, sintonizado con los valores indicados en la tabla 2, obteniendo el comportamiento mostrado en la gráfica de la Fig. 8.

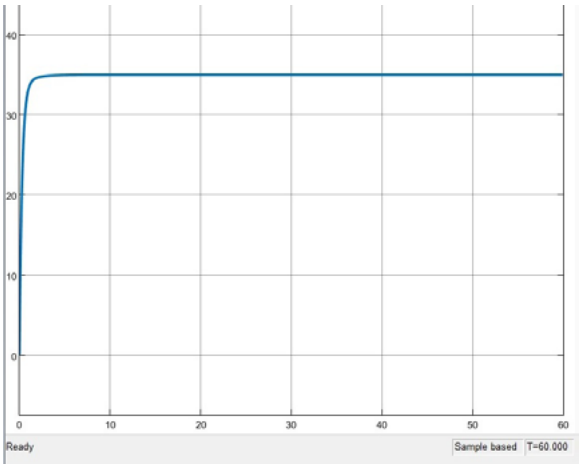


Fig. 8. Gráfica del comportamiento del modelo de la planta con un controlador PID sintonizado correctamente.

Finalmente, en la gráfica de la Fig. 9, se observa el comportamiento del simulador desarrollado; puede apreciarse que el sistema realiza el proceso de ajuste automático ante las perturbaciones producidas.

Como los resultados obtenidos fueron los esperados, se dio por finalizado el proceso de diseño del simulador.

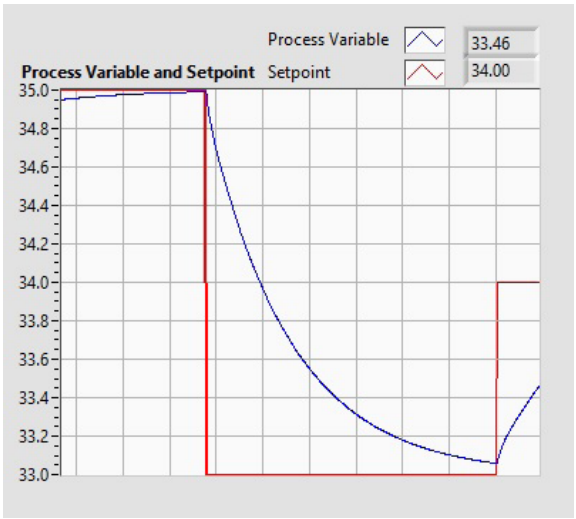


Fig. 9. Gráfica del comportamiento del simulador con un controlador PID correctamente sintonizado.

Conclusiones

1. Es posible modelar matemáticamente un proceso industrial para predecir su comportamiento y sobre la base de este modelo, crear un controlador proporcional, integral y derivativo que lo mantenga controlado a pesar de las variaciones a las que estaría sujeto en la realidad.

2. Se pueden desarrollar simuladores por software que permitan a docentes, estudiantes e investigadores evaluar el comportamiento de un sistema controlado, efectuar ajustes y corregir errores sin necesidad de arriesgar un equipo de alto costo y reducir tiempos de desarrollo de soluciones.

3. Se pueden utilizar los simuladores de control de procesos industriales de temperatura en la enseñanza aprendizaje de estudiantes, y desarrollar guías de práctica para niveles de carreras técnicas y de ingeniería.

4. Mediante el uso de simuladores como el desarrollado e implementado durante esta investigación, se mejora el aprendizaje de los estudiantes en el área de control de procesos y control automático, ya que pueden realizar cálculos y experimentar con la seguridad que los resultados obtenidos serán similares a los producidos en los entrenadores reales.

Recomendaciones

1. Como todo programa, el simulador diseñado está sujeto a mejoras con el objetivo de corregir errores y mejorar la experiencia del usuario.

2. Utilizar el simulador en los módulos relacionados con el control de procesos y documentar las observaciones de docentes y estudiantes con el fin de mejorar el programa.

3. En la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica se cuenta con dos entrenadores adicionales para el control de procesos industriales, los cuales deben ser también simulados a través de un programa informático.

4. Es importante que las instituciones educativas de educación superior cuenten con herramientas informáticas avanzadas para desarrollar e implementar simuladores.

5. El simulador facilita la realización de pruebas y ajustes por parte de estudiantes y docentes, sin embargo, será necesario acceder al entrenador real para comprobar los parámetros de control.

6. Es importante el reacondicionamiento y diseño de los entrenadores para que éstos puedan ser utilizados por estudiantes y docentes de forma remota.

Referencias

[1] J. L. A. Bedoya y J. A. Giraldo, "Los simuladores: estrategia didáctica en la inclusión de los conceptos matemáticos en la Física", Rev. Científica, pp. 110–120, feb. 2019.

[2] Z. R. Vargas-Cordero, "La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica", Rev. Educ., vol. 33, núm. 1, p. 155, jul. 2009, doi: 10.15517/revedu.v33i1.538

[3] D. G. ZILL, Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado. 9a ed., vol. 1. México, D.F.: Brooks & Cole /Cengage Learning, 2009.

[4] M. R. Spiegel, Ecuaciones diferenciales aplicadas, 3a ed. Mexico, D.F. : Prentice Hall, 1983.

[5] "Euler Method" [Online]. Available: https://la.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/72522-euler-method. Accessed: Ene 25, 2021

[6] K. Ogata, Ingeniería de control moderna, 5a ed. Madrid: Pearson Educación, 2010.

[7] "Create PID controller in parallel form, convert to parallel-form PID controller - MATLAB pid - MathWorks América Latina" [Online]. Available: https://la.mathworks.com/help/control/ref/pid.html. Accessed: Mar 12, 2021

[8] "Continuous-time or discrete-time PID controller - Simulink - MathWorks América Latina" [Online]. Available: https://la.mathworks.com/help/simulink/slref/pidcontroller.html. Accessed: Mar 12, 2021

SISTEMA TELEMÁTICO PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE VARIABLES MICROAMBIENTALES UTILIZANDO LoRaWAN EN EL MARCO DE LA e-AGRICULTURA. PROPUESTA PARA LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA ENA

Elvis Moisés Martínez Pérez
Ingeniero en Sistemas Informáticos, Docente Investigador de la Escuela de Ingeniera en Computación. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central, Santa Tecla. Correo electrónico: emmartinez@itca.edu.sv

Rina Elizabeth López de Jiménez
Ingeniera en Sistemas Informáticos, Docente Coinvestigadora de la Escuela de Ingeniera en Computación. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central, Santa Tecla. Correo electrónico: rina.lopez@itca.edu.sv

Recibido: 14/04/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

La Escuela de Ingeniería en Computación de ITCA-FEPADE en asocio con la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez" ENA, diseñó un sistema telemático que permitirá el monitoreo y control de variables microambientales en un invernadero y una estación acuícola utilizando tecnología LoRaWAN, en el marco de la e-Agricultura. La e-Agricultura permite mejorar los procesos tradicionales con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación; el Internet de las Cosas es el potenciador de muchas innovaciones aplicadas a la agricultura. Este proyecto consta de dos etapas, la primera es la construcción de una herramienta de software que controlará las variables micro ambientales de un invernadero, temperatura, radiación solar y humedad de una estación de acuicultura, temperatura del agua, nivel de PH y nivel de oxígeno disuelto. El sistema almacenará los datos utilizando tecnología Big Data y para su análisis e interpretación de datos será a través de Business Intelligence. En la segunda etapa se incluirá la construcción de las estaciones de monitoreo, que se instalarán dentro de un invernadero y una estación de acuicultura en el campus de la ENA, utilizando la tecnología LoraWan como medio de transmisión y comunicación, siendo un proyecto innovador en el área de agricultura en El Salvador.

Palabras clave

Tecnología agrícola, Internet de las Cosas (IoT), Bussiness Intelligence, Big Data, LoraWan, control microambiental.

TELEMATIC SYSTEM FOR THE MONITORING AND CONTROL OF MICROENVIRONMENTAL VARIABLES USING LoRaWAN WITHIN THE FRAMEWORK OF e-AGRICULTURE. PROPOSAL FOR THE ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA ENA

Abstract

The Escuela de Ingeniería en Computación de ITCA-FEPADE in association with the Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quiñonez" (ENA), designed a telematic system that will allow the monitoring and control of microenvironmental variables in a greenhouse and an aquaculture station using LoRaWAN technology, within the framework of e-Agriculture. E-Agriculture makes it possible to improve traditional processes with the help of Information and Communication Technologies; the Internet of Things is the enhancer of many innovations applied to agriculture. This project consists in two stages; the first is the construction of a software that controls the microenvironmental variables of a greenhouse, temperature, solar radiation and humidity of an aquaculture station, water temperature, PH level and dissolved oxygen level. The system will store the data using Big Data technology and its analysis and interpretation it will be through Business Intelligence. The second stage will include the construction of the monitoring stations, installed inside a greenhouse and an aquaculture station on the ENA campus, using LoraWan technology as transmission and communication medium, being an innovative project in the agriculture area in El Salvador.

Keyword

Agricultural technology, Internet of Things (IoT), Business Intelligence, Big Data, LoraWan, microenvironmental control.

Introducción

Con el surgimiento de la Industria 4.0 o también llamada Industria Inteligente, aparecen tecnologías tanto de comunicación, inteligencia artificial, almacenamiento en la nube y otras. Las Instituciones de Educación Superior (IES), deben servir de referente para la enseñanza y uso de estas tecnologías.

Este proyecto está dividido en dos etapas, siendo la primera el desarrollo de una aplicación del tipo dashboard o panel de control para el monitoreo de variables microambientales, tales como temperatura, humedad relativa y radiación solar para un invernadero y para la estación acuícola, temperatura del agua, nivel de PH y nivel de Oxígeno Disuelto (OD). Esta herramienta innovadora utilizará tecnología Big Data como medio de almacenamiento, Laravel como framework de desarrollo y Business Intelligence (BI) para la parte de análisis e interpretación de datos.

En esta etapa se desarrollará una herramienta informática para aquellas instituciones que quieran implementar, tecnología en el proceso de producción de invernaderos o estaciones acuícolas.

La segunda etapa consistirá en la construcción de las estaciones de monitoreo, con ayuda de Arduinos y tecnología LoRaWAN o red de largo alcance, como medio de transmisión de datos. Esta es una tecnología innovadora en El Salvador, de la que dúnicamente existen 3 empresas que la han implementado, SVNet, Hackerspace y DISMATEL.

Marco Teórico

A. Escuela Nacional de Agricultura ENA

Nace con la visión de brindar oportunidades a jóvenes de familias de escasos recursos económicos, con vocación agrícola y provenientes de todo el territorio nacional. Así como con el firme objetivo de proveer de profesionales capacitados al agro nacional. Como un tributo al hombre que dedicó tiempo y esfuerzo para que este proyecto se hiciera realidad, la Escuela fue bautizada con el nombre de su fundador Don Roberto Quiñónez.[1]

B. e-Agricultura

Es un campo emergente para mejorar la agricultura sustentable y seguridad alimentaria. Una mayor adopción de servicios de banda ancha inalámbrica potenciaría a la agricultura en el proceso productivo y de comercialización, aumentando su eficacia.

La e-Agricultura busca promover la sostenibilidad y seguridad alimentaria por medio del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Su implementación sería un gran aporte para el sector agrícola de América Latina, dado que mejoraría sus condiciones de producción y comercialización, según se explica en el estudio “e-Agricultura en América Latina”, publicado recientemente por 5G Américas. [2]

C. Estaciones Acuícolas

El cultivo de peces y otros organismos vivos acuáticos requiere de ambientes de fácil manejo, que se puedan secar o llenar con rapidez y con posibilidad de modificar sus condiciones físicas y químicas. A estos ambientes se les denomina estanques. También se pueden cultivar especies vivas acuáticas en espacios limitados por cercos de redes de distintos materiales: sintético, de hierro. A estos recintos se les denomina jaulas y corrales.

D. Business Intelligence

El término Business Intelligence (BI por sus siglas en inglés) Inteligencia de Negocio hace referencia al uso de estrategias y herramientas que sirven para transformar información en conocimiento, con el objetivo de mejorar el proceso de toma de decisiones en una empresa, (blog.signaturit.com).

E. Big Data

Es una disciplina que se ocupa de todas las actividades relacionadas con los sistemas que manipulan grandes conjuntos de datos. Las dificultades más habituales vinculadas a la gestión de estas cantidades de datos se centran en la recolección, almacenamiento, búsqueda, compartición, análisis, y visualización de datos para diferentes análisis de modelos predictivos, (docplayer.es).

F. LoRaWAN

Es una especificación de redes LPWAN (Low Power Wide Area Network). Atendiendo a los niveles OSI, sería el nivel 2 (red). Es lo que se conoce como MAC (Media Access Control). LoRaWAN se encarga de unir diferentes dispositivos LoRa gestionando sus canales y parámetros de conexión: canal, ancho de banda, cifrado de datos, etc. [3]

Esta tecnología es ideal para conexiones a grandes distancias y para redes de IoT que se pueden utilizar en ciudades inteligentes, lugares con poca e-cobertura celular o redes privadas de sensores o actuadores.
LoRaWAN se usa en:

- Conexiones punto a punto (P2P) o máquina a máquina.
- Redes de sensores en ciudades, campo o industria.
- Redes IoT donde no se requiere transferir voz o video.
- Redes privadas que no requieren conectarse a servicios en la nube o donde no hay cobertura celular.

G. Sensores que Miden Parámetros Medioambientales

- Sensor de temperatura y humedad
- Sensor de irradiación total
- Sensor de humedad del suelo o del sustrato
- Sensor de nivel de PH en el agua
- Sensor de Oxígeno disuelto en el agua

Estos sensores miden diversos datos medioambientales, los cuales pueden ser enviados a una base de datos o a una computadora. Basado en los conceptos y tecnologías anteriores, se han encontrado dispositivos que permiten la conexión con sensores en la agricultura, que envían la información vía satélite.

Metodología de la Investigación

Se desarrolló una aplicación de tipo dashboard, empleada para monitorear el estado de las variables ambientales, tanto para un invernadero como para un estanque acuícola de la ENA.

Para tal fin, la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE contó con la ayuda de un grupo de estudiantes previamente seleccionados de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Software, así como la colaboración del personal responsable de los invernaderos y estanques acuícolas de la ENA.

La fase uno del proyecto consistió en la investigación técnica que permitió la recolección de la información necesaria para determinar qué tecnologías simplificarían el desarrollo de la aplicación web y su medio de transmisión idóneo para zonas extensas, en donde el Wifi se vuelve complicado. En esta fase, el equipo de trabajo de ITCA-FEPADE obtuvo todos los requerimientos funcionales del proyecto.

En la fase dos se llevó a cabo el trabajo de análisis y diseño del aplicativo multiplataforma que se realizó al mismo tiempo que la recopilación de datos. En esta parte, el equipo de trabajo estableció las herramientas óptimas para la programación de la App. Para el módulo web se determinó que el más indicado por su facilidad de uso y seguridad era con el framework Laravel complementado con otros lenguajes como JavaScript.

La fase tres se enfocó en el desarrollo y prueba del aplicativo. En esta etapa se realizó la codificación del aplicativo y su respectiva prueba en ambiente simulado. Puesto que no se cuenta con los sensores y la infraestructura de red instalados, se han simulado las lecturas que enviará la estación de monitoreo. Será necesario establecer políticas de seguridad dentro del servidor donde estará alojada la aplicación web.

Para la fase cuatro ITCA-FEPADE podrá brindar la asesoría necesaria para la supervisión e implementación de la infraestructura de comunicación con tecnología LoRaWAN, así como la construcción de las estaciones de monitoreo en el invernadero y en los estanques, esta fase será planificada oportunamente con la ENA y podrá ser ejecutada por ésta o por cooperativas del sector agrícola que dispongan de los fondos en su presupuesto para la adquisición de los equipos y accesorios.

Fig. 1. Personal de la ENA con docentes investigadores de ITCA-FEPADE durante visita técnica para toma de requerimientos en un invernadero.

Dentro de la metodología se preparará, un servidor LAMP, el cual es un acrónimo de Linux, Apache, MongoDB y PHP. En esta pila (stack), Linux sirve como el sistema operativo para la aplicación web. MongoDB se utiliza como base de datos. Apache versión 2.4 se utiliza como servidor web. PHP versión 7.2 se utiliza para procesar contenido dinámico. Para el proyecto se ha utilizado Ubuntu 18.04 como versión del sistema operativo Linux. [4]

Como framework de desarrollo para PHP se utilizó Laravel versión 6.0.

La aplicación multiplataforma fue desarrollada con Laravel como framework principal con PHP. Se utilizó código Javascript con la libreria Highcharts bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial. Para la conexión a la base de datos se utilizaron librerías propias de Laravel para MongoDB.

Resultados

A. Aplicación web para el monitoreo y control de variables microambientales

La aplicación desarrollada, es capaz de ejecutarse en cualquier tipo de pantalla, que van desde teléfonos inteligentes, tabletas y computadoras de escritorio. La descripción de la funcionalidad de las pantallas más importantes del aplicativo son las siguientes:

1. Pantalla de inicio

Después de identificarse en el sistema, se mostrará la pantalla principal en donde se observa el listado de las estaciones activas y la información de la estación seleccionada.

Fig. 2. Pantalla principal la aplicación desarrollada

Fig. 3. Detalle de estación seleccionada con niveles de temperatura y humedad.

2. Notificaciones

Las notificaciones son alertas que se muestran en pantalla al momento que una estación envía un valor fuera de rango de cualquiera de sus variables microambientales que se estén controlando, permitiéndole al responsable de la estación, invernadero o estanque, tomar las medidas necesarias para verificar el problema reportado. Al seleccionar el botón de notificaciones se mostrarán las últimas 3 alertas que se hayan recibido en el sistema, indicando si los datos son válidos o no.

Fig. 4. Alertas recibidas por valores fuera de rango

3. Pantalla de administración

En ésta se muestran las estaciones activas y no activas, así como los respectivos botones para el mantenimiento.

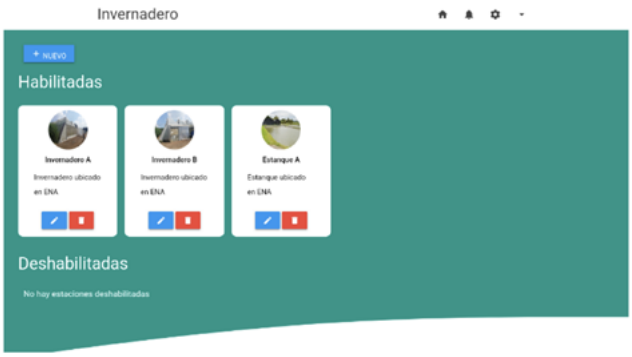


Fig. 5. Catálogo de estaciones registradas para su posterior mantenimiento.

B. Análisis de datos

Basándose en el modelo de bases de datos no relacionales desarrollados en este proyecto, se planteó un diseño de bases de datos multidimensional para realizar un análisis de los datos y poder representarlos de una forma más ordenada y organizada, para lo cual se utilizó el software de inteligencia de negocios llamado Power Bi.

1. Origenes de datos

Se desarrollaron 3 orígenes de datos provenientes de la base de datos no relacional, los cuales se incluyeron en el proyecto de inteligencia de negocios. Para cada uno se crearon nuevas medidas o measures y campos calculados para poder obtener una mejor representación de los datos como : promedios, mínimos, máximos.

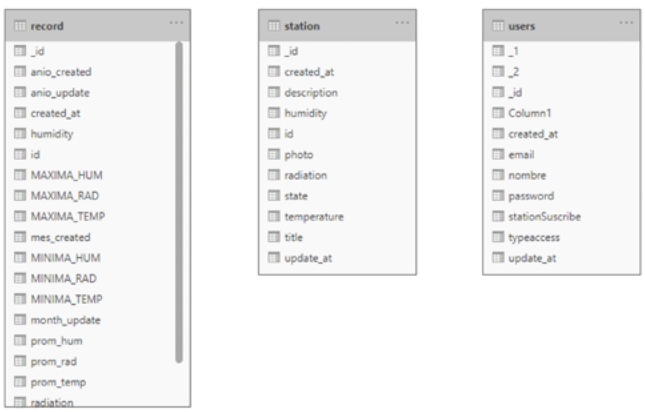


Fig. 6. Modelo de Inteligencia de Negocio utilizado.

Para las pruebas realizadas se ingresaron datos en cada una de las medidas y dimensiones; fueron generados aleatoriamente, simulando un ambiente parecido a las condiciones de un

invernadero o estación acuícola ya que no se cuenta aún con la tecnología de hardware y de red para el envío de datos.

2. Informes y dashboard

Para la creación del informe se utilizaron elementos como tablas, gráficos circulares, gráficos de áreas, indicadores de promedios y otros, mostrado en la siguiente imagen:

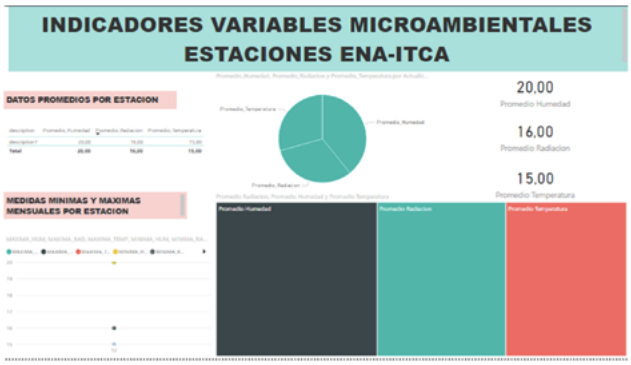


Fig. 7. Dashboard creado para la representación de datos de las estaciones ubicadas en el invernadero de la ENA.

3. Publicación de informes

Una vez finalizado el diseño de los informes y dashboard, estos pueden compartirse a través de la herramienta de publicación de informes de Power BI. Esta herramienta tiene 2 versiones, una para desktop que es gratuita y el Servicio Power BI online que es de paga. Sin embargo, a través de Office 365 de Microsoft se puede acceder a la versión online. Los informes se publicarán en el sitio web desarrollado específicamente para el proyecto en formato PDF.

Fig. 8. Dashboard publicado en el servicio de Power BI.

Conclusiones

1. Se realizó un estudio de requerimientos para la selección de las herramientas óptimas del proyecto, estableciendo Laravel como framework de desarrollo, Javascript y PHP.
2. Por los efectos que ha causado la pandemia COVID-19, el proyecto se dividió en dos etapas. La primera es el desarrollo de la herramienta de software y la segunda consistirá en la construcción de las estaciones de monitoreo y la instalación de la infraestructura de red con LoRaWAN.
3. Al considerar los requerimientos de la ENA y del equipo investigador, se diseñó un modelo informático con metodología de e-Agricultura, Big Data y Bussiness Intelligence y un sistema de comunicación LoRaWAN.
4. La configuración del sistema telemático cuenta con un servidor seguro y confiable para el resguardo de los datos, la aplicación y monitoreo de las variables micro ambientales.
5. Al ser implementado este sistema telemático se dispondrá de una herramienta innovadora y de bajo costo para mejorar los procesos productivos de un invernadero o estación acuícola.
6. Es necesario que otras Instituciones de Educación Superior en El Salvador incursionen en la investigación para la aplicación de IoT en la e-Agricultura.

Referencias

[1] Escuela Nacional de Agricultura “Roberto Quiñonez”. “Marco institucional”. ena.edu.sv. https://ena.edu.sv/marco-institucional (Accedido: 31-ene-2020)

[2] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. La E-agricultura, un campo emergente para mejorar la agricultura sustentable y seguridad alimentaria. En Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Jul, 2017. [En línea]. Disponible en: http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1026654/. (Accedido: 31-ene-2020.)

[3] Sabas, “Haciendo IoT con LoRa: Capítulo 1.- ¿Qué es LoRa y LoRaWAN?”, Medium.com. https://medium.com/beelan/haciendo-iot-con-lora-cap%C3%ADtulo-1-qu%C3%A9-es-lora-y-lorawan-8c08d44208e8. (Accedido:05-abr-2021)

[4] M. Drake y E. Heidi. “Cómo instalar en Ubuntu 18.04 la pila LAMP — Linux, Apache, MySQL y PHP”, DigitalOcean.com. https://www.digitalocean.com/community/tutorials/como-instalar-en-ubuntu-18-04-la-pila-lamp-linux-apache-mysql-y-php-es. (Accedido: 24-feb-2020)

DISEÑO DE HARDWARE PARA EL ANÁLISIS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO APLICANDO TECNOLOGÍA IoT EN EL MARCO DE LA INDUSTRIA 4.0

Carlos Levi Cartagena Lobos
Ingeniero Industrial. Docente investigador. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Santa Ana. Correo electrónico: carlos.cartagena@itca.edu.sv

Ricardo Edgardo Quintanilla Padilla
Ingeniero en Ciencias de la Computación. Docente Coinvestigador. Escuela de Ingeniería en Computación. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional Santa Ana. Correo electrónico: repadilla@itca.edu.sv

Recibido: 14/04/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

Este artículo presenta una solución que sirve de herramienta de detección de fugas y de diagnóstico para el estudio de la eficiencia energética en los procesos de producción con aire comprimido. El estudio fue realizado por docentes y estudiantes de las carreras de Técnico en Ingeniería Eléctrica y Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos del Centro Regional Santa Ana, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, como parte del proyecto de investigación aplicada referido al diseño de hardware para el análisis de redes de distribución de aire comprimido aplicando tecnología del Internet de las Cosas IoT. Con este proyecto se diseñó un modelo para la medición de presión y caudal de aire comprimido, empleando tecnologías que se pueden adaptar al modelo de producción de la Industria 4.0. El modelo de medición desarrollado se basa en el Internet de las Cosas, en donde nodos de medición rastrean las lecturas de presión y caudal en puntos estratégicos de una red de distribución de aire comprimido, y las lecturas obtenidas las canalizan hacia un nodo central que se usa como puerta de enlace para transferir los datos hacia un servidor. Esto tiene el propósito de almacenar y analizar grandes cantidades de datos para identificar el comportamiento anormal en una red de aire comprimido. Los elementos principales que componen los nodos de medición son: sensores SPAN-P10R-M5-PN-PNVBA-L1 y el SFAB-50U-HQ6-2SA-M12 ambos de la marca FESTO, la unidad de procesamiento integrada por una tarjeta Teensy 5.0 y el módulo de comunicación RF Xbee. Estos nodos de medición están integrados en una tarjeta PCB, la cual fue diseñada exclusivamente para este proyecto.

Palabras clave

Industria 4.0, Internet de las Cosas, aire comprimido, diseño de hardware, innovaciones tecnológicas, electrónica industrial.

HARDWARE DESING FOR THE ANALYSIS OF COMPRESSED AIR DISTRIBUTION NETWORKS USING IoT TECHNOLOGY WITHIN THE FRAMEWORK OF INDUSTRY 4.0

Abstract

This article presents a solution that works as a tool for leak detection and diagnostic, for the studying of energy efficiency in compressed air production processes. The study was carried out by teachers and students of Electrical Engineering and Computer Systems Engineering technicals careers, Centro Regional Santa Ana, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; as part of the applied research project refered to the design for the analysis of compressed air distribution networks applying Internet of Things IoT. With this project, a model was designed to measure compressed air pressure and flow, using technologies that can be adapted to the Industry 4.0 production model. The measurement model developed is based on the Internet of Things, where measurement nodes track pressure and flow readings at strategic points in a compressed air distribution network, and the readings obtained are channeled to a central node that is used as a gateway to transfer data to the server. This is for the purpose of storing and analyzing large amounts of data to identify abnormal behavior in a compressed air network. The main elements that make up the measurement nodes are: sensors SPAN-P10R-M5-PN-PNVBA-L1 and SFAB-50U-HQ6-2SA-M12, both from the FESTO brand, the processing unit integrated by a Teensy 5.0 card and the RF Xbee communication module. These

measurement nodes are integrated on a PCB, which was designed exclusively for this project.

Keyword

Industry 4.0, Internet of Things, compressed air, hardware design, technological innovations, industrial electronics.

Introducción

En la industria el uso de aire comprimido es esencial para muchos procesos de fabricación, pero para producirlo se requiere del consumo de una gran cantidad de energía eléctrica, por lo que las fugas de aire por diversas causas deben reducirse al mínimo.

Se han realizado estudios de consumo de aire a pie de máquina en diferentes empresas mexicanas [1] y el resultado es que existe un desperdicio promedio del 25 – 30 % del aire comprimido general producido. Por tanto, medir y controlar la energía consumida en los sistemas neumáticos, adquiere relevancia para el sector industrial, ya que con la información obtenida se puede mejorar la eficiencia energética de la red neumática. En la actualidad los sistemas de producción modernos se basan en el enfoque de la Industria 4.0, en donde se hace uso de diferentes recursos tecnológicos, que tienen como base el Internet. Considerando la importancia que representa para la industria, la reducción de pérdidas por fugas en los sistemas de distribución de aire comprimido, se desarrolló un hardware para análisis de redes de aire comprimido, utilizando tecnología IoT en el que, como producto final para el sector industrial, se obtuvo el modelo para analizar las redes y el diseño de una tarjeta electrónica dedicada para la lectura de presión y caudal.

Desarrollo

Aire comprimido

El aire es una mezcla de gases incoloros, insípidos e inodoros. La composición del aire seco es como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.
Gases que componen el aire

Componente	Porcentaje (Volumen)	Porcentaje (Peso)
Nitrógeno	78.08	75.51
Oxígeno	20.95	23.15
Argón	0.93	1.28
Dióxido de Carbono	0.03	0.046
Otros gases	0.01	0.014

El aire comprimido es uno de los energéticos más utilizados en la industria. Es empleado como elemento transportador, activador de herramientas neumáticas y de diversos sistemas de control.

El aire comprimido se usa en forma intensiva en la industria de alimentos, textil, manufactura, ensamble, química, automotriz, entre otros.

Red de distribución de aire comprimido

El objetivo del sistema de distribución es transportar el aire comprimido, desde el depósito de almacenamiento, hasta la herramienta o cualquier otro equipo neumático, con una pérdida de carga limitada.

Al proyectar una red de distribución de aire comprimido es necesario, primero estudiar todas las aplicaciones del aire comprimido y pasarlas a un plano y analizar el máximo consumo de aire pico.

Cuantificación de fugas

En el año 2012 investigadores de la Universidad de Novi Sadde, de la Facultad de Ciencias Técnicas, realizaron un estudio de cuantificación de fugas de aire comprimido, mediante ultrasonido y termografía infrarroja [2] y obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 2.

Tabla 2.
Fuga de aire comprimido (lts/min) a través de orificios en manguera neumática flexible, en función de la presión y el diámetro del orificio [2].

Presión (bar)	Diámetro del orificio (mm)					
	0.5	0.7	1	1.3	1.5	2
4	2.1	4.3	8.4	18.7	39.9	58.6
5	2.6	5.3	10.7	23.3	37	71
6	3.2	6.5	12.3	29.0	45.1	84.0
7	3.7	7.9	14.3	34.8	51.9	98.7
8	4.2	8.8	15.6	40	56.2	101

Medición del flujo

En los experimentos realizados, el flujo fue medido usando el equipo portátil de FESTO Air Box. Con este equipo se puede realizar la medición de presión, temperatura y flujo; y permite al usuario realizar pruebas de calidad del aire para establecer la humedad y el contenido de aceite. El aire comprimido pasa por una superficie que se calienta continuamente, así el aire que fluye absorbe energía calorífica de la superficie cálida. Un sensor térmico cuantifica la variación de temperatura, que representa un flujo de aire específico. La frecuencia de medición fue de 100 Hz, con precisión ± 3% y reproducibilidad ± 0.3% para sensor de bajo flujo; y ± 3% precisión y reproducibilidad de ± 0.8% para sensor de alto flujo.

Los resultados obtenidos indican que el flujo de aire comprimido crece con el aumento del diámetro del orificio y el sistema de presión. Con el propósito de experimentar y medir, el rango de flujo se mantuvo dentro del rango bajo (10–200 Lts / min). Los resultados obtenidos por medición del flujo en los puntos de salida de aire en la manguera neumática flexible perforada se muestran en la tabla 2.

Pérdidas por fugas

Al ser el aire inodoro e invisible se hace muy difícil detectar las fugas de los sistemas de aire comprimido, por lo que las pérdidas suelen ser muy grandes si no se procura el mantenimiento adecuado.

Cuando una fuga es grande, el ruido que causa la hace fácil de detectar, además de que la caída de presión que provoca hace evidente que hay un problema en el sistema y por lo tanto que se inicie la búsqueda.

Por otro lado, las fugas pequeñas suelen pasar inadvertidas al ser más difíciles de detectar en el comportamiento del sistema y en su ubicación física. Pero la suma de todas estas pequeñas fugas sí tiene un impacto en la red total de la empresa, lo que genera una pérdida importante que puede ser fácilmente controlada.

Origen de las fugas

El origen de las fugas puede deberse a la instalación incorrecta de las tuberías, mala alineación, ajuste inadecuado de las juntas, ausencia de ciclos de dilatación y de juntas anti vibración, uso de un sellante inadecuado o mal aplicado; otras causas pueden ser el deterioro por uso normal como oxidación o vibración y el daño por uso anormal como golpes, cargas indebidas y la falta de mantenimiento.

La cantidad de aire que se pierde por las fugas es proporcional al tamaño del orificio y la presión de operación del sistema. La energía asociada es alta. En la tabla 3 se muestran en función del diámetro del orificio y en función de la presión, como varían los flujos perdidos por las fugas y la energía eléctrica asociados a la generación del aire comprimido que se pierde.

Tabla 3.
Pérdidas de energía por fugas en función del diámetro y la presión [3].

Unidad de medida	Diámetro del orificio			
Pulgadas	1/64”	1/16”	1/8”	1/2”
Milímetros	0,40	1,59	3,18	12,70

Presión PSI	Descarga - Flujo (CFM)			
80	0,3	5,3	21,3	341,6
100	0,4	6,5	26,0	413,3
120	0,5	7,6	30,4	485,9

Presión PSI	Consumo energía eléctrica KW			
80	0,07	1,07	4,26	68,32
100	0,08	1,29	5,19	82,67
120	0,10	1,52	6,08	97,19

Las pérdidas por escapes en instalaciones muy antiguas o descuidadas llegan a significar entre un 25% y un 30% de la capacidad del compresor, mientras los valores admisibles se encuentran por debajo de un 5% y en casos muy extremos 10% de pérdidas por fugas [4]. Es importante anotar que el costo de mantener las pérdidas por fugas dentro de estos valores, siempre es mucho menor que lo que se perdería en una red descuidada.

Metodología de la Investigación

En el proyecto de diseño experimental se llevó a cabo las siguientes actividades:

- Diseño y construcción de prototipo para el sistema de medición. El prototipo está compuesto por hardware y software para la captura, procesamiento y visualización de datos.
- Se integraron sensores de presión, caudal y corriente eléctrica. Los sensores tienen conectores rápidos para facilitar su instalación.
- El sistema cuenta con un nodo central para la captura de datos y nodos de sensores distribuidos, conformando una red inalámbrica de sensores, usando las antenas RF Xbee.
- Testeo del equipo en los laboratorios de electrónica de ITCA-FEPADE Santa Ana, a fin de garantizar que el equipo funciona correctamente evaluando diferentes escenarios de aplicación.

Resultados

A. *Modelo para implementar IoT en una instalación con sistemas neumáticos*

El modelo diseñado para implementar IoT en una red de aire comprimido, está formado por un nodo central que captura la información enviada de forma inalámbrica por los sensores de presión y caudal distribuidos a lo largo de la red; por medio de una puerta de enlace los datos se transfieren a un servidor para ser procesados y almacenados. Los usuarios del sistema pueden consultar los datos históricos y visualizar la información de forma gráfica mediante un monitor. El diseño se muestra en la Fig. 1.

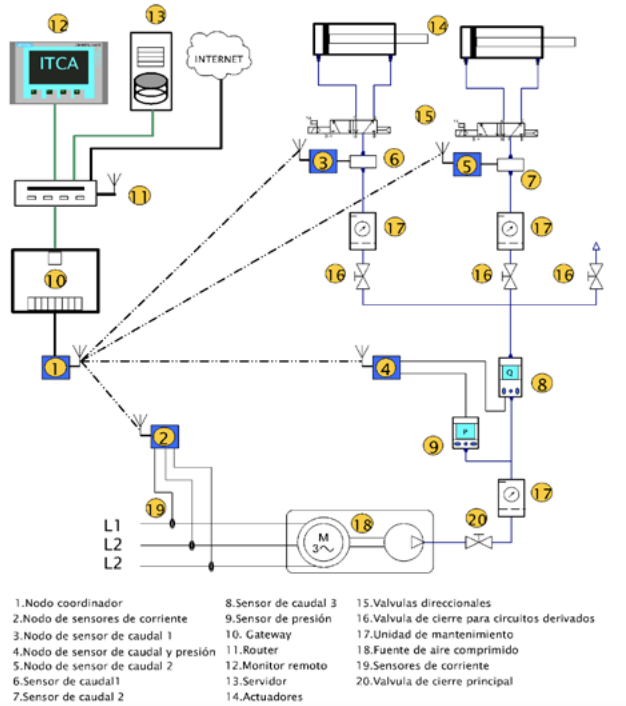


Fig 1: Diseño de modelo para implementar IoT en una red neumática.

B. *Hardware para la lectura de sensores de presión y caudal*

Para la lectura de los sensores, se diseñó una tarjeta electrónica dedicada para leer sensores de presión y caudal, en cuya interfaz se incorporó un circuito acondicionador de señales para convertir lazos de corriente de 4 – 20 miliamperios a señales de voltaje. A la tarjeta electrónica diseñada, se le incorporó un microcontrolador de la familia Teensy y una antena Xbee para transferir las lecturas de forma inalámbrica. El PCB de la tarjeta se puede apreciar en la Fig. 2.

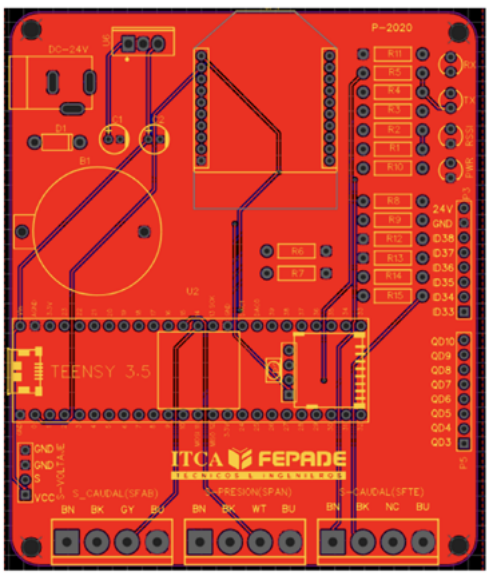


Fig 2: PCB de la tarjeta para la lectura de sensores de presión y caudal.

C. Configuración de la Red de Área Personal PAN

Para la configuración de la red inalámbrica con las antenas Xbee, se eligió la topología tipo estrella como se muestra en la Fig. 3.

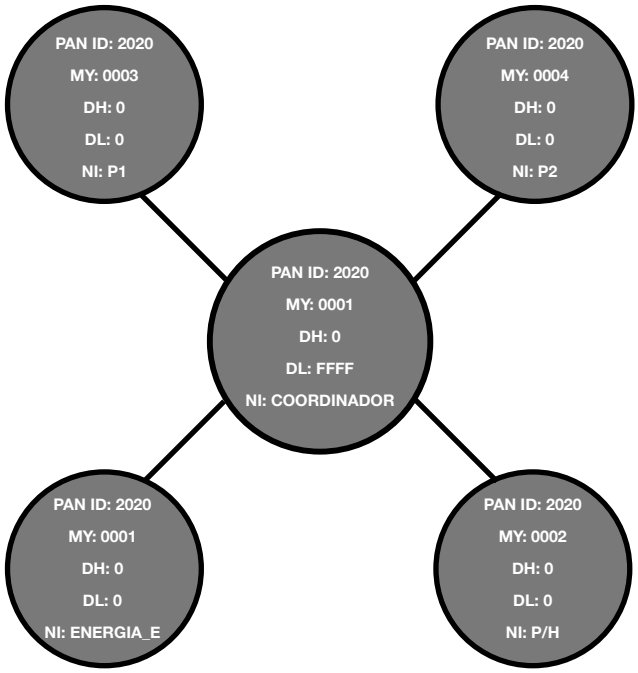


Fig 3: Configuración de la red PAN.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Para que un sistema de medición se pueda acoplar al modelo de producción de la Industria 4.0, deben integrarse al menos cuatro elementos fundamentales:

   - Los sensores.
   - La red de comunicación.
   - El almacenamiento de la información y
   - La visualización gráfica de los datos.

2. En el proceso de medición para evaluar diferentes escenarios, se deben tomar lecturas en una red con carga y repetir el proceso en vacío, es decir cuando todas las unidades que consumen aire comprimido están desconectadas.

3. Con el propósito de alcanzar altos niveles de calidad en el producto terminado, en futuras ampliaciones o mejoras en la tarjeta de adquisición de datos para los sensores de presión y caudal, es recomendable aplicar las normas de la Association Connecting Electronic Industries IPC, en el diseño de Printed Circuit Board PCB.

4. Para mejor al diseño del hardware, es conveniente incluir en la tarjeta dos convertidores de lazo de corriente (4mA -20mA) a un nivel de voltaje de 0 a 3V, a fin de facilitar el procesamiento de los datos con el microcontrolador del Teensy 3.5.

Referencias

[1] H. Corona, Reportes internos de estudios de consumo de aire comprimido para clientes. México: Festo Pneumatic, 2003-2007.

[2] S. Dudić, I. Milenkovic (Ignjatovic), D. Šešlija, V.Blagojevic y M. Stojiljković, Leakage quantification of compressed air on pipes using thermovision. Serbia, 2012. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257261836_Leakage_quantification_of_compressed_air_on_pipes_using_thermovision. [Accessed: Ene 12,2021]

[3] Sistemas de aire Comprimido. Bogotá: D.C, 2018 [En línea]. Disponible en: https://www.colombiaproductiva.com/getattachment/1da39f8c-764c-48c6-957a-9c2f14b81e28/Memorias-sistema-de-aire-comprimido.aspx. [Accedido: 12-ene-2021]

[4] E. Jiménez Solis, Evaluación y Mejora del Sistema de Aire Comprimido de la Planta de Fibrocemento Plycem. Costa Rica, 2014 [En línea]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5821 [Accedido: 12-ene-2021]

5. H. M. Corona Gómez, Ahorro de Energía en los Sistemas Neumáticos Industriales. México, 2007 [En línea]. Disponible en: https://repositorio.tec.mx bitstream/handle/11285/568432/DocsTec_6131 pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Accedido: 12-ene-2021]

6. S. Hesse, Aire comprimido, fuentes de energía: preparación y distribución. Serie Blue Digest on Automation, 2002 [En línea]. Disponible en: https://fdocuments.in/document/manual-festo.html. [Accedido: 12-ene-2021]

PROPUESTA DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN IoT PARA EQUIPO BIOMÉDICO DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES

Manuel de Jesús Gámez López
Docente Investigador y Docente de la Carrera de Sistemas Informáticos. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca. Correo electrónico: manuel.gamez@itca.edu.sv

Oscar Armando Sánchez Santos
Docente Coinvestigador y Docente de la carrera de Sistemas Informáticos. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca. Correo electrónico: oscar.sanchez@itca.edu.sv

Recibido: 23/04/2019 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

El presente artículo describe la propuesta de diseñó de un sistema multiplataforma que busca la integración e interoperabilidad de un sistema de comunicación, entre las diferentes herramientas informáticas de una central hospitalaria de monitoreo de signos vitales, una plataforma informática en ambiente Web y una App Android, propuesta desarrollada por docentes la carrera de Sistemas Informáticos del Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca, de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. El proyecto permitirá una gestión automatizada de toda la data procesada por los diferentes monitores especializados, sin importar la geolocalización, logrando con ello escalar el nivel de monitoreo de los signos vitales de pacientes en tiempo real. Así también, la propuesta incorporará un sistema de notificaciones vía correo electrónico y mensajes de texto SMS ante la detección de una variable o signo vital fuera de los rangos establecidos o seteados por el especialista. En los centros hospitalarios se cuenta con equipo biomédico especializado que carece de dichas funcionalidades, esto implica que el especialista responsable tiene que estar frente al monitor observando las mediciones o lecturas que se presentan en el paciente en ese momento. El proyecto persigue de una forma innovadora y multiplataforma, disponer de lecturas en tiempo real de los signos vitales y alertas oportunas de los pacientes en diferentes dispositivos móviles.

Palabras clave

Tecnología médica, equipos de cuidados de la salud, telemedicina, Internet de las Cosas (IoT), transformación digital, atención de salud.

IoT COMMUNICATION SYSTEM PROPOSAL FOR BIOMEDICAL VITAL SIGNS MONITORING EQUIPMENT

Abstract

This article describes the proposal for the design of a multiplatform system that seeks the integration and interoperability of a communication system, between the different computer tools of a hospital unit for monitoring vital signs, a computer platform in a Web environment and an Android App. This proposal was developed by teachers of the Informatic Systems technical career, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. The project will allow an automated management of all the data processed by the different specialized monitors, regardless of the geolocation, achieving the level of monitoring of the vital signs of patients in real time. On the other hand, the proposal incorporates a notification system via e-mail and SMS when a variable or vital sign is outside of the established or set ranges by the specialist. Hospital centers have specialized biomedical equipment that lacks these functionalities, implying that the responsible specialist has to be in front of the monitor observing the measurements or readings of the patient presented at that moment. The project pursues in an innovative and multiplatform way, to have real-time readings of vital signs and timely alerts from patients on different mobile devices.

Keyword

Medical technology, healthcare equipment, telemedicine, Internet of Things (IoT), digital transformation, healthcare.

Introducción

La presente propuesta de diseño busca la interoperabilidad de datos en salud, por medio de la integración de un sistema de comunicación a equipos biomédicos especializados, utilizando las Tecnologías de la Información e Internet de las Cosas. Estos equipos están siendo utilizados actualmente en los centros hospitalarios públicos a nivel nacional, para la medición de signos vitales con el objetivo de brindar una atención médica a pacientes con padecimientos que necesitan de una constante supervisión y vigilancia. En los centros hospitalarios nacionales se cuenta con equipo biomédico especializado, que carece de comunicación en tiempo real con dispositivos móviles. Por tal motivo, es importante desarrollar un sistema de comunicación innovador a fin de asegurar un constante y responsable proceso de monitoreo y supervisión de los estados o eventos clínicos de pacientes en cualquier instante y desde cualquier geolocalización.

Un sistema de monitoreo, implica la "recolección sistemática de la información de los eventos clínicos que ocurren en pacientes".

La buena atención a los pacientes en los centros hospitalarios y principalmente en cuidados intensivos es esencial, para su recuperación y para garantizar el éxito en los tratamientos y toma de decisiones a emplear los especialistas. En este sentido, los equipos médicos deben cumplir una función esencial, aprovechando que sus características pueden brindar diversas facilidades, tanto para los pacientes, como para los profesionales de la salud.

Tener equipos portátiles que permitan la atención del paciente sin que este deba movilizarse de su cama, o la posibilidad de contar con alta y avanzada tecnología médica para garantizar diagnósticos más confiables y atención oportuna, son importantes para brindar una mejor calidad de vida a los pacientes en unidades de cuidados intensivos.

En tal sentido, el contar con un potente sistema de monitoreo constante de signos vitales en tiempo real y en cualquier lugar, podría proporcionar a los especialistas la información necesaria para atender en forma oportuna a sus pacientes con diagnóstico complicado.

Metodología de la Investigación

El diseño del sistema se desarrolló como una investigación aplicada, partiendo de la problemática antes descrita en los centros hospitalarios públicos de El Salvador, quedando en estudio y validación la fase de implementación en un centro de salud.

El auge de las tecnologías basadas en el concepto del Internet de las Cosas IoT (Internet of Things) [1], ofrece diversidad de uso y uno de estos es el hecho de mejorar el servicio de atención médica, con el objetivo de optimizar el acceso a la información clínica de pacientes y poder prevenir complicaciones y estados críticos de salud y salvar vidas.

Al poder recopilar datos de dispositivos especializados, y con ello consultar información de pacientes y realizar diagnósticos en tiempo real, desde cualquier ubicación por parte de un especialista o un sistema inteligente Big Data [2], puede mejorar la calidad del actual servicio brindado por el sistema de atención de salud en el país.

Las Tecnologías en Salud (TS) son todos los equipos y dispositivos biomédicos y quirúrgicos usados en la atención médica; esto incluye medicamentos, sistemas de soporte de la organización, como los de información y al mismo tiempo procedimientos médico – quirúrgicos.

Los equipos biomédicos se han convertido en una poderosa herramienta para resolver diversos problemas de la salud humana, mejorando las posibilidades de diagnosticar y tratar más enfermedades, sin embargo, la incorporación de estas tecnologías implica una gran responsabilidad por parte de las Instituciones de Salud (IS) debido a los diferentes riesgos que impactan a los pacientes y usuarios, situación que eleva los índices de eventos adversos.

Internet de las Cosas (IoT) es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos utilizando Internet.

IoT es una red de objetos digitalizados y dotados con características particulares de cómputo, comunicación y sensorial, que están interconectados a la nube a través de Internet y entre ellos, realizando una tarea específica en el proceso, proporcionando información de interés al centro de datos, la cual normalmente es enviada y recibida en tiempo real para la toma de decisiones y acciones oportunas por humanos o por un sistema M2M (Machine to Machine).

Resultados

Entre los resultados más destacados de la propuesta del sistema de comunicación están:

- Desarrollo y descripción de los componentes del diseño para el sistema de comunicación y monitoreo, diagrama de bloques.

- Diseño del sistema de comunicación para su integración e interoperabilidad con las herramientas informáticas

de la central de monitoreo y las nuevas herramientas, Plataforma Web y App Android.

♦ Web Service base para las pruebas de comunicación.

Diseño del sistema de interoperabilidad entre plataformas heterogéneas, aplicado a una central de monitoreo de signos vitales

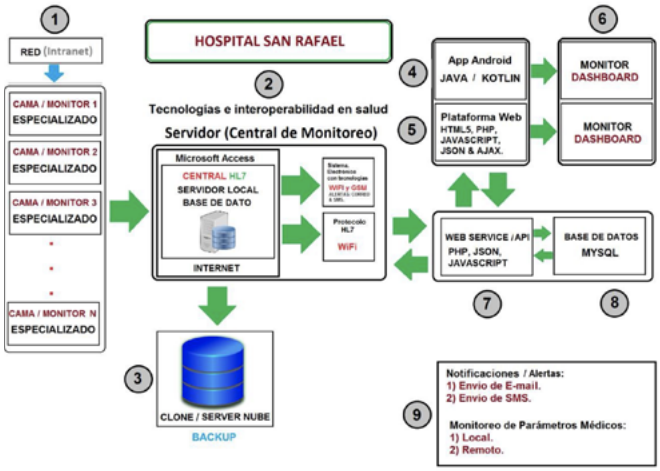


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema, diseño base.

Descripción de los bloques del diseño base del sistema

1. **Red LAN**
   Esta red es la que permitirá a cada estación de monitoreo interconectarse con el servidor para enviar la data procesada de cada paciente a la base de datos en dicho servidor. Este componente ya es parte de la central de monitoreo.

2. **Servidor**
   Este ordenador es el que contiene principalmente dos componentes claves para el monitoreo.

   - La pantalla y dashboard donde se visualiza la información de signos vitales de cada paciente, en definitiva, es la central de monitoreo.

   - La base de datos donde se almacena toda la información de registros clínicos de los pacientes.
     Este componente es parte de la central de monitoreo.

3. **Base de datos de la Central de Monitoreo**
   Esta base de datos será donde se van a interconectar las demás herramientas informáticas, para el monitoreo a distancia de la información contenida en la misma. Es decir, la plataforma Web y App por medio de la API o Web Service, uso de dispositivos inteligentes y conectividad a Internet. Este componente es parte de la central de monitoreo.

4. **Aplicación Android - App**
   Esta aplicación se ejecutará bajo un Smartphone o Tablet con sistema operativo Android, la cual cumplirá con la función de monitorear los datos clínicos de pacientes desde cualquier geo-localización.

5. **Plataforma Web**
   Esta aplicación se ejecutará en un navegador web desde cualquier dispositivo inteligente con acceso a Internet, la cual cumplirá con la función de monitorear los datos clínicos de pacientes desde cualquier geolocalización; su visualización será por medio del uso de dashboard.

6. **Dashboard.**
   El Dashboard es una herramienta de gestión de información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de un conjunto de datos, recopila datos de diferentes fuentes en un solo sitio y los presenta de manera digerible para que lo más importante se visualice. Este componente será diseñado e implementado en la aplicación móvil o App y la aplicación ambiente web para dispositivos inteligentes. Tiene el objetivo de facilitar la interpretación de los datos clínicos de un paciente al usuario final.

7. **Web Servi-ce/API**
   Este componente o bloque del sistema es el que sirve de puente o intermediario en la comunicación que se dará entre las aplicaciones heterogéneas, permitiendo así, la interoperabilidad de los datos. Es en este componente o bloque donde se aplica el estándar HL7 en la comunicación del sistema. Este componente o bloque se puede construir con diversidad de lenguajes de programación, tales como ASP.NET (C# o VB), JAVA JSP, PHP, entre otros.

8. **Base de datos MySQL**
   Esta base de datos se pensó como un respaldo en la nube para el acceso y monitoreo a distancia de la información, que se alberga originalmente en la base de datos con la que trabaja la central de monitoreo. La información de respaldo de la información de la base de datos original, clone, se almacenará en un servidor o hosting en la nube, logrando con ello que las demás herramientas informáticas del sistema se puedan interconectar a esta segunda base de datos, como backup del sistema.

9. **Notificaciones**
   Dentro del marco de las funciones consideradas para integrar al sistema de comunicación, se tiene el tema de

las alertas del sistema. Se han considerado dos tipos de alertas para tal fin, estas son: vía correo electrónico y SMS utilizando la red WiFi y GSM respectivamente.

Las alertas serán generadas o activadas, justo en el instante en que una variable médica está por debajo o por encima de un valor ya establecido previamente por un especialista. Componente a desarrollar para su integración con el sistema.

Conclusiones

» El uso y aplicación del estándar HL7 y los demás componentes considerados como necesarios y descritos anteriormente en este trabajo de diseño, podrá permitir al centro hospitalario contar con un sistema de comunicaciones innovador, novedoso, eficiente y seguro para la supervisión y monitoreo de pacientes, además, de una mejor organización y manejo de toda la información relacionada a la atención médica en la Institución de Salud (IS).

» Actualmente existen distintos sistemas para la medición de signos vitales de manera remota en diferentes países del mundo y la región, pero en los centros hospitalarios públicos de El Salvador no los hay. Por tanto, con esta investigación se busca brindar a la sociedad salvadoreña un sistema automatizado y eficiente para optimizar dichos procesos de monitoreo de signos vitales en pacientes y supervisión en tiempo real.

» Este sistema podría implementarse en un centro hospitalario público y promoverlo a nivel nacional. Mejorando el monitoreo y supervisión de signos vitales sin ser necesaria la presencia física del personal médico especialista.

» Para el manejo y acceso a la información clínica de pacientes con dispositivos especializados, se vuelve necesario utilizar estándares definidos para tales propósitos, brindando mayor seguridad y confianza en el sistema de comunicación. En tal sentido, fue necesario un estudio aplicado sobre el estándar HL7, sus prestaciones, aplicaciones, formas de uso y evoluciones.

» Los avances y adopción de la tecnología en la sociedad en general, permitirán que diversidad de sectores sean transformados, pasando de la forma clásica o cotidiana de realizar o llevar sus operaciones a convertirlos en espacios sofisticados y modernos que permitirán brindar una experiencia novedosa, incursionando al globalizado mundo de la transformación digital.

Recomendaciones

1. De las diferentes evoluciones del estándar HL7 y las nuevas versiones para gestión de los datos clínicos, desde los equipos especializados hacia otros dispositivos, se recomienda experimentar con FHIR Fast Healthcare Interoperability Resources / Recursos Rápidos de Interoperabilidad en Salud, ya que, gracias a sus prestaciones de funcionalidad brinda a desarrolladores, diversidad de alternativas para lograr la interoperabilidad en la comunicación con todos los elementos del sistema.

2. El servidor de la central de monitoreo debe permanecer encendido y con conectividad a Internet 24/7 para garantizar una comunicación óptima del sistema.

3. En un futuro es recomendable integrar sistemas de alta precisión, sin contacto físico, que utiliza una cámara de vídeo para monitorizar los signos vitales de los pacientes con sólo mirar sus rostros. Este tipo de sistemas permitirá a los médicos diagnosticar pacientes a distancia con especial atención a aquellos con bajos recursos económicos.

4. Es importante adoptar las nuevas tecnologías en los procesos cotidianos del sector salud pública para optimizar y hacer eficientes las actividades y el acceso a la información a fin de tomar decisiones oportunas.

Referencias

[1] M. López i Seuba, Internet de las Cosas: la transformación digital de la sociedad. España: Ra-Ma, 2019.

[2] G. Acevedo-García y D. R. Reyes-Ruiz, “Propuesta de un modelo de referencia basado en Internet de Las Cosas para diseñar soluciones utilizando tecnologías de la información y comunicaciones” en XX Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática”, México D.F., 2015, 20 p. [En línea]. Doi: http://132.248.164.227/congreso/docs/xx/docs/14.02.pdf

DISEÑO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS TURÍSTICOS COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO LOCAL Y TURÍSTICO DEL MUNICIPIO DE CONCHAGUA, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN

Isis Carolina Quintanilla de Velásquez
Licenciada en Relaciones Públicas y Comunicaciones, Docente Investigador de la Escuela de Hostelería y Turismo. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC La Unión. Email: isis.quintanilla@itca.edu.sv

Silvia Magaly Umaña Viera
Licenciada en Mercadeo, Docente Coinvestigador de la Escuela de Hostelería y Turismo. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC La Unión. Email: sviera@itca.edu.sv

Recibido: 14/04/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión, a través de la carrera de Técnico en Hostelería y Turismo, realizó la investigación socio territorial descriptiva para ampliar, diseñar y proponer nuevos productos y servicios turísticos, acordes a los recursos con los que cuenta el municipio de Conchagua en La Unión. El proyecto permitió caracterizar cualitativamente al municipio, con los atractivos turísticos, el comportamiento y el número de los visitantes, las distancias entre los lugares atractivos; y se caracterizó cuantitativamente el número de empresas que allí operan, el número de visitantes y las actividades de turismo que se realizan. El resultado obtenido se enmarca en el turismo naranja y el gastronómico, con lo que se busca potenciar el desarrollo local y hacer más atractivo el municipio para los turistas. En este artículo se muestran algunos de los 20 productos y servicios turísticos propuestos, entre ellos cinco rutas: Ruta Mágica, Ruta Gastronómica Local, Ruta Playera, Ruta Aventurera y Ruta Pesquera. Estos productos se describen en un catálogo de turismo diseñado como resultado de esta investigación, denominado "Conchagua Tierra de Encantos Naturales".

Palabras clave

Conchagua (La Unión), productos y servicios turísticos, desarrollo local, mercadeo turístico, hostelería y turismo, investigaciones académicas.

DESIGN OF TOURISM PRODUCTS AND SERVICES AS A STRATEGY FOR THE LOCAL AND TOURISM DEVELOPMENT OF THE CONCHAGUA MUNICIPALITY, LA UNIÓN DEPARTMENT

Abstract

The Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC La Unión, through the Hotels and Tourism technical career, carried out a descriptive and socio-territorial research to expand, design and propose new tourism products and services, according to the resources of the municipality of Conchagua in La Unión. The project allowed characterizing qualitatively to the municipality, with the tourist attractions, the behavior and the number of visitors, the distances between the attractive places; and the number of companies that operate there, the number of visitors and the tourism activities carried out were quantitatively characterized. The result obtained is part of the orange tourism and gastronomic tourism, which seeks to promote local development and to make the municipality more attractive for tourists. This article shows some of the 20 tourism products and services proposed, including five tourist routes: Magic Route, Local Gastronomic Route, Beach Route, Adventure Route and Fishing Route. As result of this research, a tourism catalog called "Conchagua Tierra de Encantos Naturales", was designed and describe these products.

Keyword

Conchagua (La Unión), tourism products and services, local development, tourism marketing, hospitality and tourism, academic research

Introducción

En el oriente de El Salvador, se encuentra el municipio de Conchagua, perteneciente al departamento de La Unión, el cual goza de diversos atractivos turísticos poco conocidos, tales como esplendidas playas de arena volcánica con poco oleaje, una montaña que ofrece maravillosa vista del Golfo de Fonseca, una reserva forestal con agradable clima, lagunas con poco desarrollo turístico, deliciosa gastronomía sobresaliendo los frutos del mar, una iglesia colonial de más de 200 años, historia, tradiciones y no podemos dejar de lado los servicios de hoteles y hostales.

El diseño de productos y servicios turísticos, permitió conocer de primera fuente las necesidades de desarrollo turístico del municipio de Conchagua, así como conocer los recursos con los que cuenta para establecer estrategias de comercialización y potenciar el desarrollo local.

Sobre esta base se creó el catálogo "Conchagua Tierra de Encantos Naturales" que cuenta con 20 productos y 5 rutas turísticas entre otros.

Desarrollo

El muestreo se realizó en tres direcciones, la primera dirigida a las empresas que prestan servicios turísticos y que estuvieran legalmente constituidas, con 2 o 3 años de funcionamiento; la segunda estuvo orientada a los turistas y entre los criterios de selección están: mujeres y hombres que tuvieran conocimiento del sector turismo, mayores de 18 años, nivel educativo básico a universitario y que fuesen turistas locales, nacionales y extranjeros; y la tercera orientación estuvo encaminada a los atractivos turísticos con los que cuenta el municipio.

El tipo de investigación que se realizó fue de tipo descriptivo, debido a que permitió obtener datos precisos del objeto de estudio.

El método científico tuvo un enfoque mixto, dado que se realizó un registro cualitativo de las características de los atractivos turísticos, comportamiento de las personas que visitan el municipio y las distancias entre los atractivos. Además, se realizó el registro cuantitativo del número y clase de empresas que operan en el municipio, el número de visitantes y las actividades que realizan en torno al desarrollo del turismo.

Resultados

Entre los resultados obtenidos se logró identificar que los meses de mayor afluencia de turistas en la zona son enero, abril, agosto y diciembre y, por lo tanto, es el periodo que generan mayor demanda de los servicios en las empresas turísticas.

También se obtuvo información sobre el tipo de empresas y los servicios que se deben fortalecer en el municipio, entre ellos están: venta de productos artesanales, guías turísticas, hoteles, turismo nocturno y tours operadores.

De acuerdo con los empresarios del sector, también se debe fortalecer los atractivos del municipio y dar publicidad y mejorar las calles de acceso; realizar festivales gastronómicos y culturales, crear empresas de camping o deportes acuáticos, mejorar los parques y capacitar al personal de los establecimientos de turismo para mejorar la calidad de estos servicios.

Tabla 1.
Recursos y servicios turísticos a fortalecer en el municipio de Conchagua.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Polideportivo	1	5.3%
Hoteles y turismo nocturno	2	10.5%
Empresas que realizan turismo ambiental	1	5.3%
Operadores turísticos	1	5.3%
Empresas de servicio acuático	1	5.3%
Tour guiado	1	5.3%
Publicidad	1	5.3%
Oferta de productos artesanales	4	21.0%
Apoyo al emprendedor	1	5.3%
Tour operadores	2	10.5%
Parques acuáticos	1	5.3%
Servicios de guías turísticos	3	15.7%
Total	19	100%

La gastronomía resulta ser un factor atrayente para los visitantes, seguido por el turismo de aventura y ecoturismo. De igual forma, el turismo de sol y playa, el cultural y el religioso, son motivo de demanda.

La calidad de los servicios que reciben los turistas en el municipio es calificada como muy buena, creando un estímulo para que los empresarios se motiven y logren elevar a excelente la calidad de los servicios que ofrecen.

Con toda la información recopilada se creó un catálogo sobre los productos y servicios turísticos, el cual se denominó **Conchagua, Tierra de Encantos Naturales.** Está divido en las siguientes secciones: atractivos del municipio, creación de 5 rutas turísticas, un directorio de las empresas turísticas y de entidades gubernamentales, entre otras.

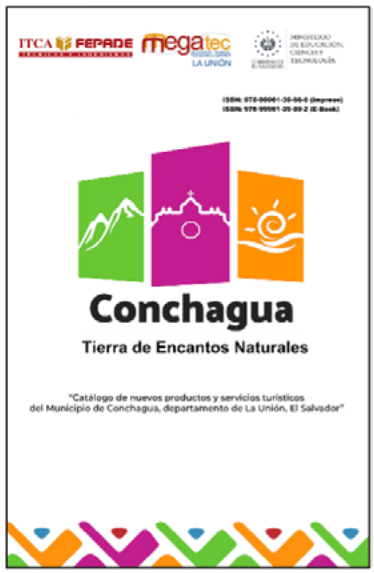


Fig. 1. Catálogo de productos y servicios turísticos.

Productos Turísticos

A continuación, se describen algunos de los nuevos productos turísticos que se diseñaron para el municipio de Conchagua.

A. Caminata a Laguna Los Negritos.
Turismo Naranja - Gastronómico

Cuando se aplica Turismo Naranja en zonas específicas, se está dando apertura al desarrollo económico local, ya que este tipo de turismo tiene el beneficio de involucrar a los actores locales y líderes de la comunidad, quienes velarán para que los habitantes se empoderen y exista un desarrollo igualitario y ventajoso de la zona. En la Laguna Los Negritos se podrán hacer actividades de pesca artesanal, paseos en hidropedal y actividades de baño recreativo y camping.

B. Caminata Volcán de Conchagua. Turismo de Aventura

Este producto será el atractivo para el segmento de los runners, quienes permanentemente buscan nuevos lugares para estar en contacto con la naturaleza, así como sitios que tengan grados de dificultad para lograr hacer trekking o trails, esta actividad potenciará el turismo interno.

La caminata estará cargada de un paisaje único; al llegar a la cima del volcán se tendrá una vista inigualable del Golfo de Fonseca. En el Volcán de Conchagua se encuentra un atractivo privado "El Espíritu de la Montaña", así como un área protegida "Reserva Natural del Volcán de Conchagua". En ambos lugares se encuentran miradores y se puede realizar senderismo y en El Espíritu de la Montaña está la opción de acampar y realizar actividades nocturnas.

C. Bici-Tour – Turismo de Aventura.

- Bici-Tour Conchagua
- Ciclismo de Montaña – Volcán de Conchagua.
- Rutas Ciclistas Conchagua.

Estos tres productos tienen en común el uso de bicicletas de ruta y bicicletas de montaña. Los Bici-Tour Conchagua tienen enfoque familiar, para todo público y servirá para que el visitante pueda recorrer el pueblo en un perímetro corto. El producto de las Rutas Ciclistas es para todo público, con la diferencia que cada ruta tiene niveles de dificultad seguros y el turista debe tener claridad al seleccionar su ruta dentro del municipio. El producto de Ciclismo de Montaña es para un segmento que busca hacer turismo interno en bicicleta; esta opción se ofrece para generar tráfico en el territorio e impulsar el municipio desde otra perspectiva

D. Cuerdas Altas, Mirador Espíritu de la Montaña.
Turismo de Aventura.

Las cuerdas altas siempre se convierten en desarrollo turístico ya que es una actividad para todo público. Este será un atractivo único en la zona, que fomentará la concentración, coordinación, balance y confianza en sí mismo.

E. Pesca Deportiva y Nocturna, Playa Las Tunas.
Turismo Sol y Playa – Turismo Naranja.

La actividad de pesca deportiva y nocturna es una propuesta innovadora que ayudará a convertir más atractiva la zona costera del municipio. El guía especializado dará una clase previa al turista sobre lo básico que debe conocer de la pesca, los tipos de red y

línea, tips valiosos de expertos, la técnica ideal a utilizar, así como la diferencia entre pesca de día y nocturna. El objetivo será que el turista identifique qué tipo de pesca practicar.

F. Compras de Mariscos, Playa Torola Oeste. Turismo Sol y Playa – Turismo Naranja.

Este producto turístico ayudará a desarrollar un flujo económico diferente en la Playa Torola, dada la promoción de la actividad para que el turista compre mariscos al por mayor y al detalle; en esta playa llegan los pescadores en sus lanchas a descargar la pesca del día y es habitual ver a los propietarios de negocios realizando la compra para abastecerse de mariscos frescos. La Playa Torola Oeste se convierte así en todo un mercado de mariscos.

Estos y otros productos se diseñaron para que los turistas tengan diferentes opciones de elección cuando visiten el municipio de Conchagua, lo que contribuirá a dinamizar las diferentes zonas que lo conforman.

Conclusiones

1. Los tipos de turismo que se pueden desarrollar en el municipio de Conchagua son: ecoturismo, turismo de aventura, turismo de montaña, turismo de sol y playa, turismo naranja y turismo gastronómico.

2. El municipio de Conchagua posee un gran potencial turístico y para seguirlo desarrollando y lograr que sea un destino turístico reconocido debe ser articulado entre la municipalidad, el gobierno central, los empresarios turísticos, instituciones de educación y la población en general.

3. Las personas que realizan turismo en el municipio de Conchagua, tienen un gasto promedio entre $10.00 y $20.00 dólares y realizan viajes de pasa día; los productos desarrollados apuestan a que los turistas pernocten en el municipio y realicen más actividades turísticas.

4. Los turistas que visitan Conchagua no hacen uso de la tecnología monetaria, debido a la escasez de plataformas virtuales o terminales de punto de venta POS; muy pocas empresas cuentan con este servicio.

5. Entre los productos que consumen o prefieren los turistas se encuentran los mariscos, alimentos no procesados y las conservas o dulces típicos.

Recomendaciones

- Centralizar la base de información turística en la municipalidad, para que a través de la página web de ésta y de las redes sociales se maneje la imagen turística del todo el municipio.

- Realizar reuniones con los empresarios turísticos, personal del Centro Amigos de Turistas (CAT) y Comités de Desarrollo Turístico del municipio de Conchagua para presentar la propuesta de los nuevos productos turísticos, e incentivarlos para que los pongan en marcha.

- A través de las redes sociales oficiales de la alcaldía, actores locales, empresarios y personas que viven en el extranjero, se puede impactar positivamente la economía local y ser un referente de destino turístico de El Salvador.

- La municipalidad de Conchagua deberá gestionar con el Ministerio de Turismo capacitar a todos los empresarios turísticos, referente a la aplicación de los protocolos de bioseguridad y la necesidad de obtener los permisos correspondientes con el Ministerio de Trabajo y el Ministerio de Salud.

- Incentivar a los empresarios del sector turismo a inscribirse en el Registro Nacional de Turismo, lo cual les aportará beneficios, respaldo de calidad, presencia en el catálogo, capacitaciones y certificaciones.

- La municipalidad de Conchagua y el MITUR deberán incentivar a los pequeños negocios a que se constituyan como empresas turísticas y formen parte de la estructura de empresas consolidadas.

- La municipalidad de Conchagua junto con el Ministerio de Turismo y otras instancias turísticas deben coordinar esfuerzos para incrementar la campaña turística a nivel nacional e internacional, a fin de generar mayor afluencia de visitantes.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a todos los empresarios y turistas nacionales e internacionales que nos permitieron consolidar información valiosa del municipio de Conchagua para diseñar la nueva propuesta de productos y servicios turísticos.

Bibliografía

1. F. J. Calderón-Vásquez, "Distrito turístico rural un modelo teórico desde la perspectiva de la oferta. Especial referencia al caso andaluz", Tesis Doctoral, Universidad de Málaga, España, 2005.

2. E. C. Cruz-Rovira, Y. Y. Rivas-Ramírez y R. Y. Vásquez-Alvarenga, "Plan promocional para la Asociación de desarrollo turístico de Conchagua a fin de potenciar la demanda de los recursos turísticos en el municipio de Conchagua, departamento de La Unión", Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador. El Salvador. 2014.
[En línea]. Disponible en: https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6734

3. P. Kotler, J. Bowen y J. Makens, Marketing para Turismo, 3ra ed. Madrid, España: Pearson, 2004.

4. Ministerio de Turismo de Perú, Manual para la formulación del inventario de recursos turísticos a nivel nacional. 2006.
[En línea] Disponible en : https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/401761/Manual_para_la_Elaboaracion_y_actualizacion_del_inventario_de_recursos_turisticos.pdf
[Accedido: 27-mar-2021]

5. Corporación de Municipalidades de la Republica de El Salvador [COMURES], Conchagua creando entornos favorables para el desarrollo.
Disponible en: https://docplayer.es/75851172-Creando-entornos-favorables-para-el-desarrollo.html
[Accedido: 30-mar-2021]

6. Entorno Turístico. «Entorno Turístico - La Revista de Turismo más importante de México»
[En línea]. Disponible en https://www.entornoturistico.com/
[Accedido: 27-mar-2021]

7. Ministerio de Turismo, El Salvador, Informe Estadístico de Turismo – enero-diciembre, 2019,
[En línea] Disponible en:
https://www.transparencia.gob.sv/institutions/corsatur/documents/estadisticas.
[Accedido: 28-mar-2021]

8. Ministerio de Turismo, Informe Estadístico de Turismo – enero-junio, 2020
[En línea] Disponible en: https://www.transparencia.gob.sv/instituti ons/corsatur/documents/estadisticas
[Accedido: 28-mar-2021]

9. Servicio Nacional de Turismo. Manual paso a paso para el diseño de productos turísticos integrados, 2015.
[En línea]. Disponible en: https://asesoresenturismoperu.files.wordpresscom/2016/08/244-manual-productos-turc3adsticos-chile.pdf.
[Accedido: 28-mar-2021]

10. Naciones Unidas, Informe de políticas: La COVID-19 y la transformación del turismo, 2020,
[En línea]. Disponible en de: www.unwto.org
[Accedido: 28-mar-2021]

11. Organización Mundial del Turismo,
[En línea], Disponible en: httpe://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos
[Accedido: 29-mar-2021]

12. Organización Mundial del Turismo, Apoyo al empleo y a la economía a través de los viajes y el turismo: Llamamiento a la acción para mitigar el impacto socioeconómico de la COVID-19 y acelerar la recuperación,
[En línea]. Disponible en : www.unwto.org.
[Accedido: 30-mar-2021]

DISEÑO DE CONTROL INALÁMBRICO DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DEL AUTOMÓVIL APLICANDO TECNOLOGÍA BLUETOOTH Y ARDUINO

Francisco Ernesto Cortez Reinosa
Técnico en Mecánica Automotriz. Docente Investigador Escuela de Ingenieria Automotriz, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Correo electrónico: fcortez@itca.edu.sv

Eduardo Antonio Amaya Garcia
Ingeniero Electricista. Docente Coinvestigador Escuela de Educación Dual. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central Santa Tecla. Correo electrónico: eaamaya@itca.edu.sv

Recibido: 12/03/2021 - Aceptado: 09/04/2019

Resumen

La Escuela de Ingeniería Automotriz y la Escuela de Educación Dual de ITCA-FEPADE, desarrollaron el proyecto que tuvo como objetivo diseñar e implementar diferentes esquemas y diagramas eléctricos de control, que facilitan la activación remota de algunos de los sistemas y componentes eléctricos y electrónicos del automóvil, utilizando tecnología Bluetooth y la plataforma Arduino. Esto brinda la posibilidad de dinamizar el control de manera remota en los sistemas de uso más común del automóvil. Las pruebas eléctricas de diagnóstico a realizar pueden variar, dependiendo de la accesibilidad de los componentes, la marca, año y modelo del automóvil.

Palabras clave

Automóviles - equipo y accesorios, sistemas electrónicos, automóviles – equipo eléctrico, dispositivos electromecánicos, tecnología electrónica.

DESIGN OF WIRELESS CONTROL FOR ELECTRICAL AND ELECTRONIC AUTOMOBILE DEVICES APPLYING BLUETOOTH TECHNOLOGY AND ARDUINO

Abstract

The Escuela de Ingeniería Automotriz and the Escuela de Educación Dual of ITCA-FEPADE, developed the project that aimed to design and implement different electrical control schemes and diagrams, which ease the remote activation of some of the electrical and electronic devices and systems of the automobile, using Bluetooth technology and the Arduino platform. This offers the possibility to boost the remotely control in the most used systems of the vehicle. The electrical diagnostic tests to perform may change, depending on the accessibility of the parts, manufacturer, year and model of the automobile.

Keyword

Automobile - equipment and accessories, electronic systems, automobile - electrical equipment, electromechanical devices, electronic technology.

Introducción

Hoy en día dentro de la tecnología de innovación, el uso de los dispositivos móviles, Smartphones, tablets y laptops se ha vuelto común y tienen como objetivo, facilitar a través de aplicaciones App, la resolución de una tarea determinada. Tomando de referencia dicho objetivo, surge la idea de emplear las Apps en combinación con las funciones de conectividad y trasferencia de datos de estos dispositivos móviles, utilizandolas como herramienta virtual para el control de actividades, incluyendo el control de circuitos eléctricos de automóviles a través de una interface vía Bluetooth.

Esta propuesta de diseño incluye la utilización de tecnología Bluetooth HC-06 y la plataforma Arduino UNO. Se muestran diferentes esquemas de conexión de sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, tales como, sistema de arranque, luces, cierre central, sube vidrios y otros.

Desarrollo

Comunicación inalámbrica

En el esquema de funcionamiento de red de comunicación inalámbrica (fig. 1) se muestra la interacción entre los elementos que funcionan a través de una configuración Bluetooth.

Fig. 1. Esquema de red de comunicación inalámbrica.

Interface física

El esquema de interface física (fig. 2) de control eléctrico, muestra la conexión ya intervenida en el circuito eléctrico del automóvil, cuya activación no debe interferir en el funcionamiento normal de los sistemas, a través de la activación manual de los diversos interruptores principales de cada sistema.

El principal componente a resaltar, es el Arduino UNO, ya que las diversas bondades que brinda la plataforma, permite programar las funciones de activación temporizadas a realizar On/Off, a través de los periféricos que trabajaran vía Bluetooth o Wifi para la recepción de los comandos deseados en la aplicación utilizada [1]

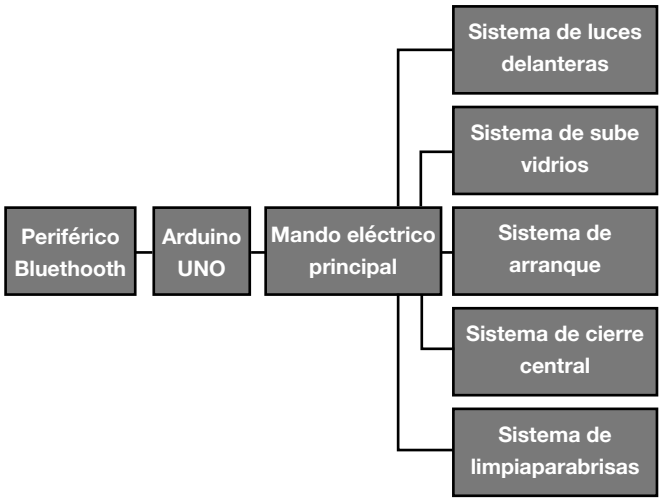


Fig. 2. Esquema de interface física de control eléctrico.

Programación de Arduino y sus periféricos de entrada y salida

Implementación y programación de plataforma Arduino UNO, como interface física complementado con el periférico Bluetooth HC-05 o HC-06, el cual se instala en algún lugar estratégico como parte del control de la red o sistemas eléctricos del automóvil. [2] (Fig. 3)

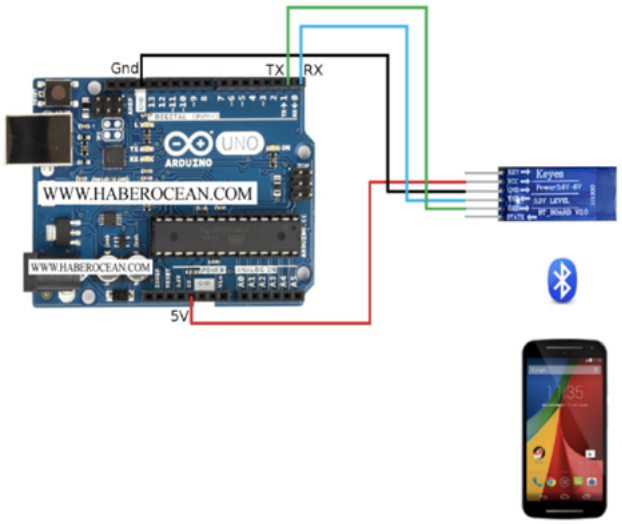


Fig. 3. Arduino UNO con periférico Bluetooth HC-06.

El periférico HC-06 tiene 4 pines: VCC es el voltaje positivo de alimentación; GND es el voltaje negativo de alimentación; TX es el pin de transmisión de datos y RX es el pin de recepción que recibe los datos de Arduino que se transmiten vía Bluetooth [3]

Resultados

Los diseños para intervenir los sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil, se muestran en diferentes esquemas y diagramas, que por sus características similares de funcionamiento se aplican para Toyota Corolla 2000, Honda Civic 2000 y Nissan Sentra 2000.

Sistema de arranque

Con el periférico Bluetooth, se interviene directamente el circuito del motor de arranque, esto con el fin de activar el interruptor principal o llavín y el relé de control del motor de arranque.

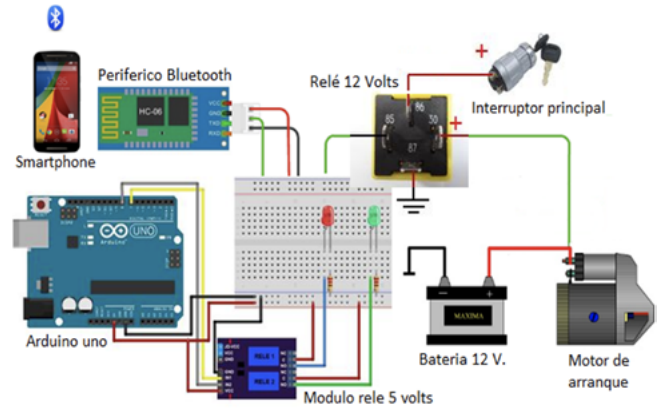


Fig. 4. Esquema de conexión de los elementos en el sistema de arranque convencional.

Sistema de luces

Con el periférico Bluetooth se interviene directamente el circuito del sistema de luces para activar el interruptor principal y el relé de control del mismo sistema. El objetivo es poder controlar de manera inalámbrica la activación ON/OFF de los faros de luces delanteras.

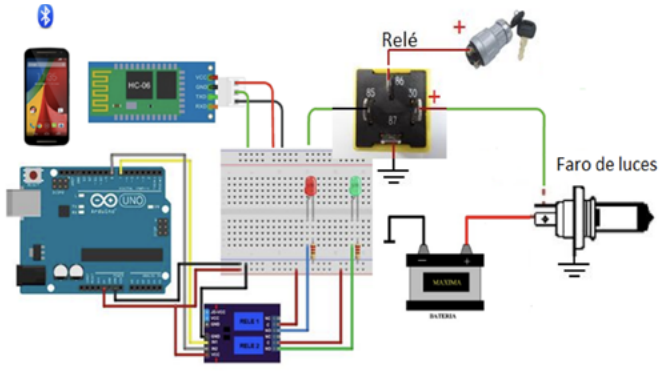


Fig. 5. Esquema de conexión de los elementos en el sistema de luces.

Sistema de cierre central

Con el módulo Bluetooth, se interviene directamente el circuito del sistema de cierre central para activar el interruptor del sistema incorporado en el master switch. (Fig. 6)

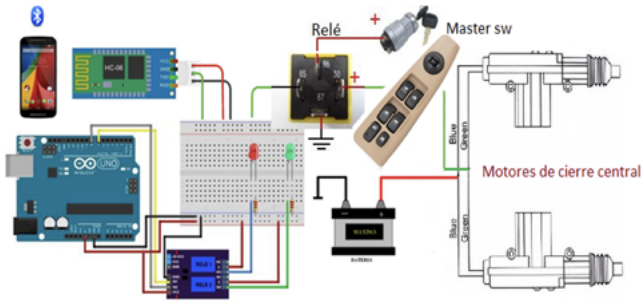


Fig. 6. Esquema de conexión de los elementos en el sistema de cierre central.

Sistema de sube vidrios eléctricos

Con el módulo Bluetooth, se interviene directamente el circuito del sistema de sube vidrios eléctricos, para activar el interruptor del sistema incorporado en el master switch.

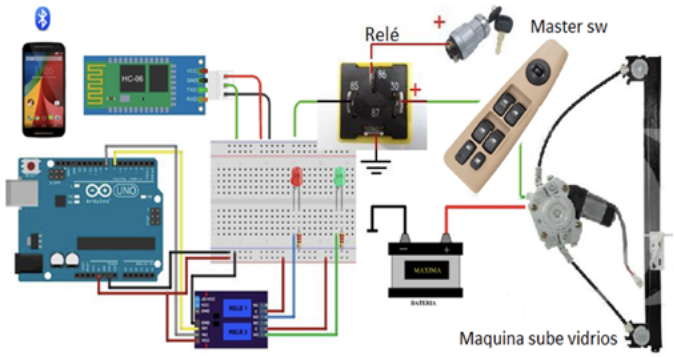


Fig. 7. Esquema de conexión de los elementos en el sistema de sube vidrios eléctricos.

Otro resultado significativo

Se presenta el diseño de una interfaz fisica, capaz de controlar mediante comunicación inalambrica, multiples circuitos eléctricos de diferentes marcas, modelos y año de vehículos.

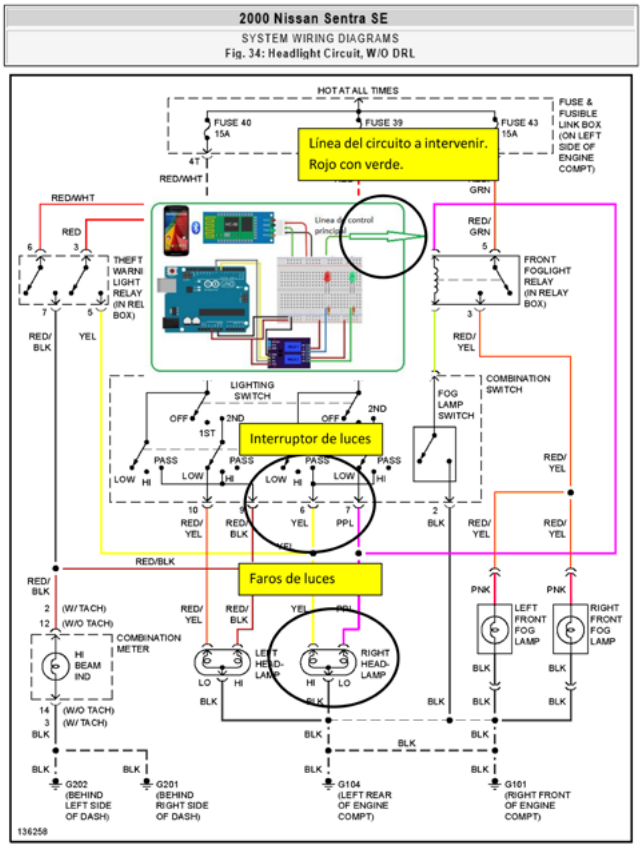


Fig. 8 Aplicación de interfaz en diagrama de fábrica.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Los esquemas diseñados son capaces de cumplir con las funciones de realizar pruebas de activación y desactivación ON/OFF en los vehículos, en sistemas eléctricos y electrónicos de uso común, con algunas condiciones que pueden ser diferentes.

2. La integración de dos escuelas académicas permitió desarrollar un proyecto multidisciplinario y elevar el nivel de tecnificación de los docentes investigadores, particularmente en la aplicación de tecnología de conectividad Bluetooth.

3. Los esquemas diseñados tienen limitantes en vehículos modernos, donde la incorporación de nuevas tecnologías de seguridad y confort imposibilitan añadir o modificar la red de funcionamiento eléctrica.

4. Es necesario investigar la incorporación de otras tecnologías para el control de otros dispositivos eléctricos y electrónicos del automóvil, considerando las múltiples ventajas de aplicabilidad que tienen las redes de conectividad inalámbrica.

Referencias

[1] J. D. Warren, J. Adams y H. Molle H. Arduino for Robotics. In: Arduino Robotics. Berleley, CA: Apress, 2011. Doi: 10.1007/978-1-4302-3184-4_2.

[2] Les Ingenieurs, Configurar modulo Bluetooth HC-06. [Película]. Mexico: Tutoriales de Ingeniería en las áreas de eléctrica, electrónica, mecatrónica y automática., 2014. [En línea] Disponible en: https://www.youtube.com/embed/Q4GD3B1-BiQ. [Accedido: 22-feb-2021]

[3] T. Moes "¿Qué es el Bluetooth?". Software lab.org,. https://softwarelab.org/es/bluetooth/[Accedido: 15-ene-2021].

CULTURA DIGITAL EN LA ENSEÑANZA TÉCNICA: DESAFÍOS PARA EL DOCENTE, EL ESTUDIANTE Y LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL SUPERIOR

Claudia Guadalupe Romero Segovia
Máster en Docencia Universitaria. Ingeniera en Sistemas y Redes Informáticas. Docente de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Escuela de Ingeniería en Computación, Centro Regional San Miguel. Correo electrónico: cromero@itca.edu.sv

Luis Humberto Rivas Rodríguez
Ingeniero en Sistemas Informáticos, Maestría en Dirección Estratégica de Empresas, Docente Investigador y Coordinador de la Escuela de Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Regional San Miguel. Email: luis.rivas@itca.edu.sv

Recibido: 12/05/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

La tecnología en la educación ha acelerado su uso a partir del cambio de modalidad de enseñanza presencial a virtual. Existe las necesidades por parte del estudiante, del docente y de la institución educativa, de fortalecer los conocimientos, y adquirir competencias y habilidades técnicas para contribuir en la formación académica. Por otro lado, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es necesario formarse con conocimientos sólidos y actualizados en el manejo de dispositivos tecnológicos hacia un enfoque educativo, lo cual, ante un proceso de transición de la modalidad presencial a virtual, enfrenta obstáculos o desafíos, que se pueden superar mediante iniciativas de cultura digital que permita la mejora por parte de las instituciones educativas, docentes y estudiantes.

Palabras clave

Educación superior, modalidad virtual, cultura digital, recursos tecnológicos, transformación digital, educación tecnológica.

DIGITAL CULTURE IN TECHNICAL EDUCATION: CHALLENGES FOR THE TEACHER, THE STUDENT AND THE HIGHER-LEVEL EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract

Technology in education has accelerated its use since the change from face-to-face to virtual teaching modality. There are necessities by the part of the student, the teacher and the educational institution, to strengthen knowledge and to acquire technical competencies and skills to contribute to academic training. On the other hand, in the teaching and learning process, it is necessary to train with solid and updated knowledge in the management of technological devices towards an educational approach, which, in the face of a transition process from face-to-face to virtual modality, faces obstacles or challenges, which can be overcome through digital culture initiatives that allow improvement by educational institutions, teachers and students.

Keyword

Higher education, virtual modality, digital culture, technological resources, digital transformation, technological education.

Introducción

Este artículo busca contribuir al análisis de la cultura digital y los desafíos que se presentan al docente, al estudiante y a la institución educativa de nivel superior, en la digitalización de los recursos con los que cuentan para brindar una transformación digital en los procesos educativos. La tecnología de la información y comunicación actualmente nos han llevado a una transición digital, que conlleva desafíos que se deben de afrontar con la actualización constante y formación

del individuo, a tener un cambio de perspectiva acerca de la tecnología y cambiar la forma de pensar acerca del uso correcto de ésta. La tecnología ha tenido un impacto significativo en los últimos meses para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes en cualquier tipo de nivel educativo. Además, la mayoría de los docentes han tenido que adaptarse a la nueva modalidad virtual y sin mencionar que muchas instituciones han tenido que tomar ese reto de como integrar procesos meramente presenciales a un mecanismo más flexible usando la virtualidad.

Desarrollo

La nueva modalidad de trabajo en el mundo entero cambió con la llegada de la pandemia de COVID-19. En El Salvador afectó a la mayoría de los negocios, empresas y el área de educación no fue la excepción. Hubo cierre de escuelas públicas, colegios privados e instituciones de educación superior. Esto generó un cambio de enseñanza presencial a virtual. La modalidad virtual al inició generó muchos obstáculos, ya que la gran mayoría de personas no estaba preparada para enfrentar la situación, y surgieron medidas o planes de trabajo por parte del Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología (MINEDUCYT) para continuar con la enseñanza de la población estudiantil. Ha sido un proceso de trabajo en conjunto con las instituciones educativas y el compromiso de las personas involucradas como los directores, docentes, asesores pedagógicos, decanos, rectores, personal de informática entre otros.

En el área de Educación Superior para no interrumpir el proceso de enseñanza-aprendizaje, se han utilizado distintas plataformas virtuales con el fin de brindar una calidad en la educación de los estudiantes, pero esto conlleva una serie de desafíos que se describen a continuación:

1. Carencia de recursos tecnológicos por parte del estudiante.

En la modalidad virtual, es necesario contar con suficiente equipamiento técnico, como computadoras de escritorio o laptops, para que los estudiantes puedan realizar las actividades escolares y su productividad sea la mejor o al menos la esencial en su formación.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de los hogares en El Salvador que utilizaron dispositivos tecnológicos en el año 2019.

Tabla 1.
Departamentos con mayor penetración TIC. Fuente: Ministerio de Economía. [1]

Departamento	Computadora en el Hogar	Teléfono Móvil	Internet en Hogar
San Salvador	27.88%	95.86%	38.49%
La Libertad	19.09%	95.74%	25.73%
San Miguel	16.28%	94.55%	22.83%
Santa Ana	14.18%	93.82%	19.22%
Usulután	10.68%	94.00%	18.85%
San Vicente	8.61%	91.70%	15.66%
Sonsonate	12.48%	94.92%	18.15%
Cabañas	9.02%	93.52%	15.20%
Cuscatlán	10.41%	91.93%	13.14%
Chalatenango	10.81%	94.77%	14.60%
Morazán	8.43%	91.95%	11.19%
La Paz	7.39%	91.94%	9.18%
La Unión	8.08%	93.20%	13.97%
Ahuachapán	8.63%	94.52%	9.12%
Promedio	**12.28%**	**93.74%**	**17.52%**

El dispositivo que más se utiliza en los hogares según la encuesta, es el teléfono móvil con un promedio de 93.74% es decir, que la mayoría de los hogares lo poseen; las computadoras en promedio fueron usadas en un 12.28% y el Internet con 17.52%. Sin embargo, hay zonas donde la recepción de señal de Internet es nula o baja o no cuentan con ningún recurso tecnológico. Actualmente el gobierno de El Salvador ha realizado la entrega de computadoras a los estudiantes de bachillerato del sector público con acceso a Internet y a las plataformas virtuales. [2]

El recurso tecnológico es indispensable para recibir las clases de forma virtual, a través de Sistemas de Gestión de Contenidos (por sus siglas en inglés Learning Management System, LMS). En el caso del nivel de Educación Superior no se ha realizado la entrega de equipos informáticos, cada uno de los estudiantes debe de adquirir o compartir el dispositivo, sea computadora, laptop o tablet con los demás miembros de su familia. La utilización de un equipo informático es fundamental en la virtualidad, para que el estudiante pueda lograr la competencia esencial en cada una de sus materias, esto con el objetivo de garantizar el aprendizaje y que el estudiante no llegue a ser un candidato a desertar o reprobar su ciclo de estudio.

2. Formación docente a distancia.

Debido a la pandemia COVID-19 el escenario de enseñanza cambió, por lo que conlleva a que el docente debe buscar en ocasiones por mérito propio mecanismos de formación a través de plataformas, capacitaciones, webinar de temas que ayuden a la actualización y le permitan ser un docente innovador, multidisciplinario y flexible. Muchas veces las Instituciones de Educación Superior (IES) no toman a prioridad el tema de capacitación de los docentes en la disciplina o área en la que se desenvuelven, a pesar que a medida transcurre el tiempo, los procesos, técnicas, métodos van mejorando y cambiando, y en esa misma situación se mejoran los estándares de educación hacia los estudiantes. Este eje es importante debido a que es un proceso lineal y continuo que se debe seguir, empezando por la enseñanza de calidad, docentes capacitados, mallas curriculares actualizadas y metodologías innovadoras.

La formación por parte del docente es relevante, ya que en la medida en que sirve de guía, orienta, motiva y propicia escenarios de aprendizaje significativos, dinámicos y pertinentes, haciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje amigable y optimizado, mediante las tecnologías de la información y comunicación.

3. Docente y estudiante autodidacta.

Las instituciones educativas han dejado de ser la principal fuente de información, tomando en cuenta la realidad nacional y mundial. La pandemia ha llegado a cambiar la forma de impartir clases y la convivencia de docente – estudiante, es por ello que se debe implementar y aprovechar la oportunidad de descubrir como la tecnología nos ayuda a favorecer el proceso de enseñanza – aprendizaje sin afectar la calidad educativa.

Las TIC en la cotidianidad del aula, son necesarias porque permiten brindar al estudiante una cosmovisión de desarrollo de conocimientos a partir de las relaciones con la tecnología y que a su vez ayuda en el campo de las matemáticas, ciencias y en cualquiera de las ramas de educación, pues cumple un papel importante con la ejecución de aplicaciones específicas que pueden realizar actividades para la creación o diseño de gráficas, figuras geométricas, cálculos estadísticos, aplicaciones matemáticas, entre otros. En la ciencia ayuda a incluir videos con experimentos con aplicaciones dedicadas a la enseñanza aprender-haciendo.

Las implicaciones de una inapropiada relación del docente y el estudiante pueden ser muchas, como la falta de acompañamiento por parte del docente, falta de comunicación para resolver dudas, tiempo y dedicación de estudio, son algunas de las dificultades que se enfrentan a diario. Pero, haciendo buen uso del recurso tecnológico, organización y planificación del trabajo, se podría brindar una atención de calidad al estudiante, promoviendo de manera paralela habilidades blandas como el ser autodidacta, capaz de investigar y llenarse de conocimientos. Con la orientación del docente podrá ampliar y adquirir nuevas habilidades y competencias, adaptarse a un nuevo horario de estudio al que estaba acostumbrado. Por lo tanto, el estudiante debe obtener una forma de trabajo y organización de las actividades diarias y cumplir con sus asignaciones académicas semanales. [3].

4. Procesos administrativos y académicos.

Los procesos administrativos y académicos desde un enfoque virtual deberían de ser cortos y fáciles sin perder la legalidad. Con la llegada de la pandemia, el trabajo remoto ha permitido darnos cuenta de algunas ventajas y desventajas del teletrabajo. Si se hace buen uso de los recursos tecnológicos y un software que ayude y facilite la gestión de tareas, el seguimiento, los canales de comunicación oportunos y la gestión de los recursos tecnológicos en general, no debería ser un problema para una institución educativa que quiere hacer una transición de lo presencial a lo virtual. La gestión de procesos administrativos o académicos debe fomentar la cultura digital al uso de herramientas de comunicación, herramientas financieras, controles de asistencias, control de notas, controles de inventario, entre otros, dado que anteriormente se han utilizado en buena parte desde una oficina, trabajando con un papel y lápiz. La sociedad ha evolucionado y de igual forma nuestra forma de trabajo, y es donde se ve la necesidad de capacitarse e incorporar las herramientas tecnológicas para

fomentar la productividad, eficiencia de la gestión del tiempo, toma de decisiones, y mejoras en la organización. En cambio, si el docente o personal administrativo no se asocia o busca capacitarse, difícilmente podrá alinearse a una estrategia digital que le permita desempeñarse adecuadamente sus funciones dentro de la institución educativa, ya que la modalidad de trabajo cambió con la llegada de la pandemia de Covid-19.

Conclusiones

Iniciativas que pueden propiciar alternativas de solución:

1. Ante la falta de recursos tecnológicos del estudiante. Habilitar aulas o centros de cómputo en las Instituciones de Educación Superior, aplicando el protocolo de bioseguridad con los permisos necesarios por parte del Ministerio de Educación y del Ministerio de Salud, con el fin de apoyar a una cantidad de estudiantes que por diferentes motivos no pueden adquirir el recurso tecnológico.

2. En el área de capacitación constante a docentes. Incentivar y apoyar al docente a tomar cursos de formación tanto en áreas específicas como transversales, que promuevan habilidades digitales para facilitar su proceso de enseñanza.

3. El proceso de formanción docentes y estudiantes autodidáctas. Se deben buscar metodologías en las aulas virtuales o cursos que permitan desarrollar escenarios de aprendizajes motivacionales, desafiantes e integradores, fomentando en el estudiante el correcto uso de las plataformas de estudio y se especialice en metodologías que ayuden y contribuyan a su proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. En los procesos administrativos y académicos. Capacitar al personal a cargo de los procesos administrativos y académicos en el uso de herramientas, apropiándose y haciéndolas parte de su productividad empresarial. Es importante mencionar que los líderes de las organizaciones deben tener como visión incorporar habilidades digitales en todos los niveles de la institución, pues la integración de todos hará una ventaja competitiva, por la incorporación de mejoras en el servicio brindado a los estudiantes, clientes internos y externos de la institución.

5. El ámbito educativo ha sido de los pioneros en escenarios de virtualización. Con la llegada de la pandemia ha propiciado que se acelere ese proceso de enseñanza-aprendizaje. La transformación digital es una cultura que debe generarse desde las altas esferas de la organización hasta el personal operativo de la misma.

6. Es un aprendizaje constante que demanda estar preparado a enfrentar los nuevos retos, ser optimista, estar abierto al cambios en la forma de realizar el trabajo. No dejar de intentarlo y sobre todo buscar la innovación a través de nuevos métodos de trabajo, hará que la institución se vuelva amigable con los recursos tecnológicos y productivos que le permitan alcanzar la misión de su existencia, la cual es formar profesionales competentes a través de procesos educativos innovadores y apegados a la demanda laboral actual.

Referencias

[1] Ministerio de Economía, El Salvador, «Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples". El Salvador : Digestyc, 2019.

[2] Gobierno de El Salvador (GOES), «Presidencia de la República, El Salvador,» Gobierno de El Salvador (GOES), 24 Febrero 2021. [En línea].
Disponbile en: https://www.presidencia.gob.sv/: https://www.presidencia.gob.sv/las-computadoras-que-entrega-el-gobierno-a-los-estudiantes-son-de-calidad-con-acceso-a-internet-y-gratuitas/ [Accedico: 05-may- 2021].

[3] B.E.G.R.R. &. L.A.I.T. Chávez Blanco, Desafíos de la cultura digital para la educación. México, D:F: UDG Virtual, 2017.

WORLDSKILLS AMERICAS Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Keops Andrés Castro Castaneda
Ingeniero Industrial, Ex Docente, Escuela de Ingeniería Mecatrónica, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Sede Central, Santa Tecla.
Correo electrónico: keops.castro@itca.edu.sv

Recibido: 14/07/2020 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

En este artículo se propone un análisis de la realidad de El Salvador, desde el punto de vista de la Educación Técnica y su influencia en el desarrollo y crecimiento económico del país, tomando en cuenta los diferentes factores que afectan a un fenómeno tan complejo como el crecimiento macroeconómico. El sistema educativo del país, a nivel de Educación Básica y Bachillerato, ha experimentado a lo largo de varios años, muchos cambios a nivel estructural, metodologías, objetivos, estrategias para minimizar la deserción y modelos educativos. Actualmente se trabaja con el Modelo Basado en Competencias, aunque aún es muy pronto para determinar si ha dado frutos, pues su implementación se inició en el año 2009, cuando se diseñó el plan "Programa Social Educativo Vamos a la Escuela", el cual se puso en marcha y se conserva a la fecha. Se han dado pasos importantes en la innovación de la educación, sin embargo, el país aún tiene mucho camino por recorrer para alcanzar un nivel educativo como el de otros países más desarrollados, tanto tecnológicamente como en lo social. Actualmente se están sentando las bases para sistematizar el entrenamiento de los jóvenes y poder alcanzar un nivel competitivo que se equipare con otros países, de tal manera que a futuro se obtengan mejores resultados y seamos referencia a nivel internacional en cuanto a formación técnica profesional. Worldskills, representa una magnífica oportunidad de mejorar la calidad académica, introduciendo en el diseño curricular los componentes de evaluación y desempeño que la competencia exige, al mismo tiempo obliga a los estudiantes y futuros profesionales a elevar su nivel de exigencia personal, motivándolos a dar su mayor esfuerzo para destacar y poder representar a su país a nivel internacional.

Palabras clave

Worldskills, formación tecnológica, desarrollo tecnológico, crecimiento económico, modelos de enseñanza, innovaciones tecnológicas, competencias, olimpiadas, habilidades técnicas.

WORLDSKILLS AMERICAS AND ITS INFLUENCE ON TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

Abstract

This article proposes an analysis of the reality of El Salvador, from the point of view of Technical Education and its influence on the development and economic growth of the country, taking into account the different factors that affect such a complex phenomenon as macroeconomic growth. The country's educational system, at the Basic Education and High School level, has experienced over the years, many changes at the structural level, methodologies, objectives, strategies to minimize desertion and educational models. Currently we are working with the Competency Based Model, although it is still too early to determine whether it has borne fruit, since its implementation began in 2009, when the plan "Programa Social Educativo Vamos a la Escuela" was designed, which was launched and is still in place. Important steps have been taken in the innovation of education, however, the country still has a long way to go to reach an educational level like that of other more developed countries, both technologically and socially. Currently, the foundations are being laid to systematize the training of young people and to reach a competitive level that is comparable to other countries, so that in the future we can obtain better results and become an international reference in terms of professional technical training. Worldskills represents a magnificent opportunity to improve academic quality, introducing in the curricular design the evaluation and performance components that the competition demands. At the same time, it forces students and future professionals to raise their personal level of demand, motivating them to give their best effort to stand out and represent their country at an international level.

Keyword

Worldskills, technological training, technological development, economic growth, teaching models, technological innovations, competitions, Olympics, technical skills.

Introducción

La competencia Worldskills Internacional, se desarrolla cada dos años en diferentes países anfitriones, se trata de las olimpiadas de habilidades técnicas en las que participan países de todo el mundo, demostrando las habilidades de sus competidores en diferentes disciplinas técnicas, tales como: cocina, construcción, diseño industrial, informática y automatización, entre otras. En esta competencia participan educadores y estudiantes desde bachillerato hasta nivel técnico superior. Los educadores generalmente asumen el rol de "expertos" cuyo papel es entrenar, evaluar y apoyar a los competidores, estos últimos generalmente son estudiantes de diferentes especialidades que se preparan por meses o años para dominar a la perfección sus habilidades técnicas. Se desarrolla también la competencia Worldskills Américas, que tiene la misma modalidad, pero limita su participación a países de Latinoamérica, que posteriormente puedan competir en la edición internacional. Como país, El Salvador ha participado en varias ediciones de esta competencia, obteniendo resultados importantes en cuanto a premios, medallas y menciones honoríficas, sin embargo y quizás más importante aún, ha servido para establecer un parámetro de comparación del nivel de preparación con respecto a los demás países, el cual, si bien no es malo, aún está lejos de alcanzar a países como Colombia o Brasil, que han obtenido resultados destacables a nivel internacional.

Todo esto repercute en el desarrollo tecnológico y económico del país, pues el mayor nivel de cualificación de los profesionales eleva al mismo tiempo la calidad de los procesos de manufactura, además de abrir nuevas posibilidades de expansión a través de la innovación que los futuros técnicos puedan implementar en sus empresas, de tal manera que la industrialización crezca y así mismo la economía del país.

Breve historia de El Salvador

El Salvador es un país pequeño ubicado en el litoral del Océano Pacifico en Centro América, limítrofe con Guatemala, Honduras y Nicaragua, tiene una extensión de 21,000 km2, un territorio pequeño comparado con otros países, con un clima tropical y sin mayores recursos naturales. Las actividades del sector primario representaron durante décadas la mayor fuente de ingresos para el país, es decir, era un país eminentemente agrícola; a lo largo de su historia la industrialización ha intentado abrir brecha en la economía, llegando a ser en la década de 1960 el país con mayor índice de industrialización en Centro América, luego vino una crisis económica en la década de los 70's que provocó una desaceleración, ésta se acentuó en los 80's con el acontecimiento del conflicto armado, hasta su fin a inicios de los 90's. Con los acuerdos de paz firmados en 1992 la economía tuvo nuevamente una alza y durante el periodo de la posguerra, los gobiernos de turno han venido implementando políticas económicas diversas, las cuales han rendido frutos en una u otra forma, sin embargo, la industrialización hasta el momento no deja de estar en la etapa de desarrollo, no se ha encontrado aún ese elemento que le permita al país dar el salto hacia la industrialización, y que a su vez permita un salto en la calidad de vida de sus habitantes. Es importante enfatizar que los avances son destacables, sin dejar a un lado los esfuerzos que los gobiernos de turno han realizado, ya que la economía ha tenido un crecimiento constante y estable, pero sin llegar a romper la barrera del subdesarrollo, un camino que día a día se sigue recorriendo e intentando superar

Desarrollo

Sectores productivos de El Salvador

Actualmente, el sector económico predominante es el comercio y servicios que representan un 65% de la economía nacional, el sector industrial representa el 25% y el sector agrícola se ha relegado a un 10%. El sector industrial solo representa una cuarta parte de la actividad económica del país, sin embargo, este produce el 97% de las exportaciones y contribuye con un 16% al PIB, cifra nada despreciable, pero que al mismo tiempo nos da un indicio del rumbo que el país debería tomar para lograr un desarrollo económico y social sostenible. [1] Por alguna razón, no se ha podido dar ese salto tecnológico que devuelva el estatus alcanzado en décadas anteriores, siendo un tema que abarca tantos aspectos, su complejidad es inherente y por ende, analizar las causas de este estancamiento económico debe ser una tarea de investigación profunda y larga, de tal manera que se abarquen todos los fenómenos que le afecten.

La educación y el desarrollo del país

La educación forma una base fundamental en el desarrollo de cualquier país, por tanto, la búsqueda de la mejora académica debe ser una labor constante, tanto de los gobiernos como de las instituciones de educación públicas y privadas, desde la educación preescolar hasta la educación superior.

Es aquí donde nace la disyuntiva ¿Qué estrategias pueden dar mejores resultados? ¿Qué podemos hacer que no se haya hecho antes? ¿Cómo generamos ese salto de calidad en nuestro sistema educativo? ¿Cómo se traduce este salto en un crecimiento económico y social?

Las respuestas a estas interrogantes pueden ser muchas y cada país las resolverá desde su propia realidad, no obstante, existen estrategias que pueden implementarse y desarrollarse colectivamente, como sector, como país, como región, como continente.

En ese sentido, los gobiernos e instituciones educativas deben observar y replicar estrategias de éxito comprobadas en otros países, tomando en cuenta que deben adaptarse a la realidad de cada uno, pero sin dejar de sustraer su esencia, de tal manera que la innovación sea una constante en el diseño curricular y se vayan sorteando los obstáculos que impiden salir del subdesarrollo.

La Educación Técnica tiene un papel especialmente importante en la generación de ese cambio, ya que ésta forma la base de la innovación tecnológica, no puede existir innovación sin ideas y no pueden surgir nuevas ideas sin una base de conocimiento técnico-científico, el cual se gesta a través de la formación académica. Por esta razón, las Instituciones de Educación Superior (IES) deben incluir en sus diseños curriculares los componentes de innovación, creatividad, emprendimiento e investigación, que desarrollen en los jóvenes ese espíritu de transformación, que despierte el deseo de crear e innovar y que se traduzca en la mejora de los procesos productivos de las industrias, de tal manera que la competitividad de las mismas aumente y les permita abrirse espacios en mercados internacionales, dando como resultado un incremento en el crecimiento económico del país.

Educación Dual vs. Tradicional

El Modelo de Educación Dual tiene su origen en Alemania, país en el cual ha demostrado ser exitoso, este se desarrolla de la forma siguiente:

Se prepara a los egresados de los colegios para la futura vida laboral. La formación técnica dura entre dos y tres años y medio, según la especialidad y la formación escolar previa, y se realiza en forma dual en dos lugares de aprendizaje. La teoría se enseña en las escuelas vocacionales y la práctica en las empresas de formación, donde el estudiante pasa de tres a cuatro días por semana. Se transforma en miembro del equipo de recurso humano de la organización y su formador lo instruye en los distintos procesos de trabajo del correspondiente puesto de trabajo especializado. Las clases en las escuelas vocacionales complementan la formación de la empresa. Éstas se realizan en cursos técnicos en uno o dos días por semana. [2]

El tema de la Educación Dual es relativamente nuevo en El Salvador, se inició en el año 2007 en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, con la cooperación y asesoría del gobierno alemán se implementó por primera vez la modalidad de Educación Dual con la carrera de Mecatrónica y produjo resultados excelentes en el rendimiento de los estudiantes. Es importante mencionar que la escuela durante varios años ha formado lazos de cooperación con numerosas empresas del país, las cuales siempre han estado dispuestas a abrir sus puertas para que los estudiantes realicen pasantías y prácticas profesionales, esta base sirvió para que la recepción del Modelo de Educación Dual fuese mejorando.

Los resultados observados en el rendimiento académico de los estudiantes son indiscutibles, mostrando éstos una mejor recepción de los contenidos, una mayor participación en clases y una evolución favorable en la etapa de transición de estudiante a trabajador.

Actualmente la Modalidad de Educación Dual en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, se está impartiendo con 6 carreras técnicas: Técnico en Química Industrial, Técnico en Mecatrónica, Técnico en Electrónica Industrial, Técnico en Mantenimiento Industrial, Técnico en CNC y Técnico en Logística y Aduanas. Estas carreras formativas y de especialización técnica impactan directamente en las necesidades de recursos humanos calificados que tienen las empresas, de tal manera que los estudiantes al culminar sus carreras continúan trabajando en las áreas en las que se formaron dentro de las empresas. Es importante destacar el papel que la comunicación y retroalimentación empresa-escuela juegan dentro de este proceso, ya que el principal insumo para actualizar y mejorar el diseño curricular, son las mismas necesidades de formación que expresan tanto empresarios como trabajadores.

El Modelo de Educación Dual ha progresado mucho, puesto que desde su implementación que fue hace 13 años, sus resultados son notorios y su impacto en la vida de los estudiantes es enorme, dado que les brinda la oportunidad de conocer paralelamente a sus estudios, la realidad de formar parte de la planta productiva de una empresa, esto contribuye a que su integración a la vida laboral sea más efectiva y rápida adaptación. Al mismo tiempo, permite que las empresas generen bienestar social, apoyando a jóvenes que desean superarse y abriéndoles las puertas para que desarrollen todo su potencial en una relación ganar-ganar, en la que todos los actores involucrados obtienen un beneficio y al mismo tiempo logran sus objetivos. Las empresas obtienen personal altamente calificado, la institución educativa culmina su razón de ser y los jóvenes alcanzan sus objetivos de superación personal y profesional.

Es destacable el hecho que la educación tradicional no tiene ese componente de integración e identificación de los estudiantes con las empresas, lo que hace más forzada la introducción de los jóvenes que estudian bajo ese sistema, al ambiente laboral, ya que es hasta que terminan su carrera tienen la oportunidad de conocer lo que realmente significa trabajar de manera profesional para una empresa.

La educación técnica profesional, representa para todos los países del mundo la llave hacia el desarrollo tecnológico, por lo mismo, el esfuerzo por hacerla crecer y mejorar su calidad

debe ser constante y arduo, de tal manera que se alcancen estándares competitivos internacionales, que le permitan a las empresas del país producir bienes y servicios de calidad, que cumplan con las normas que exigen los países más industrializados y avanzados tecnológicamente. Las empresas que participan en el Modelo de Educación Dual esperan un alto rendimiento de los estudiantes a los que apoyan. En tal sentido, WorldSkills contribuye desarrollando en los estudiantes, un sentido de búsqueda de mejora continua, incentivándoles a superarse para sobresalir en un país en el que las oportunidades laborales son escasas. Las empresas también resultan beneficiadas de manera indirecta por la formación que los jóvenes tengan durante su entrenamiento para la competencia.

WorldSkills como herramienta de desarrollo e innovación

Como ya se ha mencionado antes, la competencia Worldskills representa una ventana para dar a conocer el nivel de competitividad que los países tienen, a través de sus instituciones educativas, poniendo a prueba, no solo los conocimientos o habilidades de los competidores, sino también su actitud profesionalismo, calidad humana y compromiso.

Si bien pudiese resultar intimidante competir contra potencias mundiales cuyos recursos y sistemas están mucho más avanzados que los nuestros, lo que se debe destacar es el hecho de poder aprender de ellos, poder establecer un punto de partida desde que se comience a trabajar y a formar un sistema que permita alcanzar ese nivel, teniendo en cuenta que, como todo proceso formativo, debe ir evolucionando y corrigiéndose constantemente, observando las fortalezas y debilidades y atacando los puntos de mayor deficiencia.

En ese sentido, la competencia WorldSkills representa el escenario perfecto para poder elevar el nivel educativo de cualquier país, ya que, al poder competir directamente con otros países se obtiene un marco de referencia para poder evaluar y determinar los puntos que necesitan ser atendidos con mayor urgencia y nos pone en perspectiva la realidad de nuestro sistema educativo, desde un punto de vista positivo, pues a través de la competencia se obtienen insumos y herramientas que pueden adaptarse y replicarse en nuestro entorno, fortaleciendo así la calidad educativa, tanto de las instituciones en general como de los docentes y de los mismos estudiantes.

A nivel interno, como país, WorldSkills ha resultado ser una herramienta óptima para mejorar la calidad educativa a nivel técnico profesional, primeramente porque despierta en los jóvenes el espíritu competitivo y los impulsa a mejorar de manera autodidacta, el hecho de poder viajar y conocer otras culturas, además de representar a su propio país, es una motivación enorme para ellos, la cual se traduce en el crecimiento profesional de cada uno, teniendo en cuenta que se trata de una competencia, esto obliga a que cada representante busque la manera de destacarse entre los demás participantes para obtener ese primer lugar, que les permita vivir la experiencia de participar y competir a nivel internacional. Esta transformación abarca no solamente a los competidores, ya que ellos son una extensión de todo un sistema que comprende a la institución educativa, que presta sus instalaciones, equipos, máquinas y herramientas las cuales deben ser como mínimo similares a las de los demás países para estar en igualdad de condiciones, pasando por el educador que asume el rol de entrenador, este debe crecer junto al estudiante y exigirse a sí mismo para poder exigirle al competidor, es el principal responsable del buen desempeño antes y durante la competencia; los tres actores, institución, entrenador y competidor deben actuar sinérgicamente, de tal manera que el proceso de formación y desarrollo de habilidades sea fluido, armonioso, evolutivo y constante, solo de esa manera se podrá alcanzar el éxito.

Es por esa razón que la competencia como tal, se convierte en una herramienta tan valiosa, porque, aunque al final solamente gane un competidor por habilidad, en el proceso todos los participantes fueron creciendo y mejorando, aprendiendo tanto de los entrenadores como de sí mismo. Este proceso genera una cascada de desarrollo, ya que el crecimiento y aprendizaje se verá reflejado en la vida profesional de los futuros técnicos, ingenieros, licenciados, o cualquiera que sea la profesión que se elija. El desempeño en el campo laboral será enriquecido y dará como fruto una mejora en los procesos de las empresas y en la calidad de sus productos o servicios, luego estas mejoras traerán beneficios al país, como crecimiento económico, mejor recaudación tributaria y mejora en la calidad de los servicios públicos.

Por su puesto que el panorama expuesto no es un resultado que se obtendrá de la noche a la mañana, puede resultar hasta utópico, pero es importante comenzar a dar los primeros pasos, y sin duda alguna, la participación en competencias de este nivel merece ser apoyada y dársele continuidad para lograr los objetivos que como país se plantean.

La participación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE en la competencia WorldSkills Americas, comienza en la edición de 2012, que se llevó a cabo en Brasil; en esa ocasión participaron dos estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica, su participación fue destacada con mención honorifica. En el 2014 se participó en el foro de líderes en el cual se inscribió a la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE como representante de El Salvador para WorldSkills Americas. Entre los años 2015 a 2017, docentes de la Escuela de Educación Dual participaron en capacitaciones internacionales, obteniendo la certificación como expertos evaluadores en las áreas de mecatrónica,

soldadura, CNC, robótica y ciberseguridad. La segunda participación en WorldSkills Americas fue en la edición de 2019, celebrada en Sao Paulo, Brasil; en esa ocasión compitieron 3 estudiantes, un estudiante de Ingeniería en Mantenimiento Industrial y dos estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica, quienes obtuvieron un tercer lugar, superados por Colombia y Brasil con un segundo y primer lugar respectivamente.

En el 2019 también se realizó con éxito la primera eliminatoria nacional con el formato oficial de la competencia; se tuvo la participación de 50 estudiantes de todo el país, en las especialidades de mecatrónica, ciberseguridad, diseño mecánico, cocina, instalaciones eléctricas y mecánica automotriz. De esta competencia resultaron electos los futuros participantes que representarán al país en próximas ediciones.

Las empresas que participan en el Modelo de Educación Dual, han mostrado interés en la competencia y han apoyado a los estudiantes brindando materiales, facilidad de uso de instalaciones para entrenamiento, uniformes y viáticos. Esto demuestra que la competencia es significativa tanto a nivel educativo como empresarial.

Conclusiones

1. El Salvador está dando importantes pasos para impulsar la actividad industrial como fuente de desarrollo tecnológico, económico y social.

2. El Sistema Educativo se ha venido renovando año con año introduciendo herramientas de innovación, mejores recursos académicos, nuevas tecnologías y talleres vocacionales. Aunque la Educación Tecnológica aún no es una prioridad, se le ha dado mucho apoyo y se está comenzando a ver como tal; con la creación de oficinas gubernamentales especializadas en ciencia y tecnología se busca impulsar aún más el desarrollo de éstas.

3. La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, con más de 50 años de experiencia es una institución de gran trayectoria y reconocimiento a nivel nacional y regional, caracterizada por su metodología de aprendizaje basada en competencias laborales y su visión de enseñanza predominantemente práctica. ITCA-FEPADE se ha posicionado como un referente en Educación Técnica Superior a nivel nacional. En su constante búsqueda por mejorar la calidad educativa y contribuir al desarrollo del país.

4. ITCA-FEPADE ha incursionado en la competencia internacional WorldSkills Americas y le ha traído beneficios a la institución, a personal académico y estudiantes; entre ellos podemos destacar la capacitación de sus docentes como entrenadores de habilidades especificas en formato WorldSkills, diversas capacitaciones técnicas y conferencias en las que participan estudiantes y docentes, así como el prestigio que ha ganado la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE a nivel internacional.

5. El camino que como institución se ha recorrido es notorio, pero se reconoce que aún falta mucho más por hacer; por ello la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE mantiene un constante trabajo de preparación, con la visión de participar en futuras ediciones de la competencia y que sus representantes se destaquen, conscientes de que los beneficios obtenidos de ella son enormes y que en un futuro podremos ser reconocidos por el alto nivel competitivo y el alto profesionalismo en la rama de la educación tecnológica, científica e innovadora.

Referencias

[1] ASI ANALYTICS. Cuarto Informe Trimestral de Desempeño Económico. 2019. [En línea] Disponible en: http://industriaelsalvador.com/wp-content/uploads/2019/12/SOCIOS-ASI-ANALYTICS-4%C2%B0-TRIM-19.pdf [Accedido: 09-sep-2020]

[2] Eva Rindfleisch y Felise Maennig-Fortmann. Formación dual en Alemania. Formar técnicos por medio de la teoría y la práctica. 2015. [En línea] Disponible en: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=1535054a-e18a-ebf9-8204-b883adda0115&groupId=287914 [Accedido: 09-sep-2020]

Bibliografía

1. Banco Central de Reserva de El Salvador. Información de Comercio Exterior disponible desde 1994. Movimientos actualizados hasta Julio del 2020 [En línea] Disponible en: https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/?cat=1012&title=Base%20de%20Datos%20Comercio-Exterior&lang=es [Accedido: 09-sep-2020]

2. Banco Central de Reserva de El Salvador. Comercio Internacional de Mercancías. [En línea] Disponible en: https://www.bcr.gob.sv/comex/ce_comercio_exterior.php [Accedido: 09-sep-2020] Ministerio de Educación Ciencia y

3. Tecnología. Plan Cuscatlán - Educación.
[En línea] Disponible en: http://www.mined.gob.sv/jdownloads/Institucional/plancuscatlan_educacion.pdf
[Accedido: 09-sep-2020]

FORMACIÓN PROFESIONAL Y EL IMPACTO DE LA INDUSTRIA 4.0

Manuel de Jesús Gámez López
Ingeniero en Electrónica. Licenciado en Ciencias de la Computación. Técnico en Mantenimiento de Computadoras. Técnico en Ingeniería en Sistemas y Redes Informáticos. Docente de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca.
Correo electrónico: manuel.gamez@itca.edu.sv

Recibido: 12/05/2021 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

Este artículo se centra en el estudio de la diversidad de aspectos que conlleva el tema de la llamada transformación digital, la cual está muy ligada a la Cuarta Revolución Industrial 4RI, lo que supone la aplicación a escala industrial de sistemas automatizados con especial incidencia en los procesos productivos y la interconexión entre unidades productivas, logrando crear redes de producción digitales que permiten utilizar los recursos de manera más eficiente. Se aborda la relevancia de la formación profesional entorno a la 4RI, además, se hace un pequeño acercamiento sobre las diferentes evoluciones tecnológicas que se han propiciado a lo largo del tiempo hasta la fecha, implicancias, desafíos, su impacto en la economía y el desarrollo de un país. La relevancia de la conectividad a través de la red Internet, el mundo de cibernautas, máquinas, robots, humanos, objetos; máquinas autónomas con Inteligencia Artificial IA, servicios, otros. La tendencia es estar interconectados con un fin en común: el futuro del trabajo en el mundo de la 4RI, pilares de la 4RI, aplicaciones, características, otros. La 4RI se basa en la revolución digital y transformación digital; lo que representa nuevas formas en que la tecnología se integra en las sociedades e incluso en el cuerpo humano. Está marcada por los avances tecnológicos emergentes en varios campos, que incluyen: robótica, inteligencia artificial, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, Internet de las Cosas (IoT), impresión 3D, vehículos autónomos, economía colaborativa, realidad virtual, entre otros.

Palabras clave

Industria 4.0, transformación digital, formación profesional, diseñadores industriales, educación tecnológica, tecnología industrial.

PROFESSIONAL EDUCATION AND THE IMPACT OF INDUSTRY 4.0

Abstract

This article focuses on the study of the diversity of aspects involved in the digital transformation, linked to the Fourth Industrial Revolution 4RI. This transformation involves the application of automated systems on an industrial scale, with special impact on production processes and the interconnection between production units; creating digital production networks that allow resources to be used more efficiently. This article also addresses the relevance of Professional training around the 4RI is; in addition, a small approach is made on the different technological evolutions that have been fostered over time to date, implications, challenges, their impact on the economy and development from a country. The relevance of connectivity through the Internet and the world of netizens, machines, robots, humans, objects, autonomous machines with Artificial Intelligence AI, services, others. The trend is to be interconnected with a common purpose, the future of work in the world of 4RI, pillars of 4RI, applications, characteristics, others. Digital revolution and digital transformation are the base of 4RI; which represents new ways of integration of technology in societies and even in the human body. Various fields, including robotics, artificial intelligence, nanotechnology, quantum computing, biotechnology, Internet of Things (IoT), 3D printing, autonomous vehicles, sharing economy, virtual reality, among others are marked by emerging technological advances.

Keyword

Industry 4.0, digital transformation, professional education, industrial designers, technological education, industrial technology.

Introducción

La denominada Industria 4.0 surge en los países desarrollados en la segunda década de los años 2000, como respuesta de política industrial frente a una nueva fase en la revolución de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). El tipo de proceso productivo que se desarrolla y expande desde entonces se basa en los llamados sistemas "ciberfísicos", en los cuales los procesos de producción sean físicos o biológicos, son controlados o monitoreados por algoritmos integrados a Internet. Los nuevos sistemas ciberfísicos se apoyan en la modelización digital de los procesos de producción y en el intercambio de datos generados en el propio proceso de fabricación. Este intercambio puede darse entre productos y máquinas, por ejemplo, mediante sensores que facilitan la trazabilidad de la producción entre máquinas y robots, que operan en proximidad o entre diferentes actores de la cadena de producción, como lo son las empresas y sus clientes, mediante plataformas de gestión de compras y entregas que facilitan el control de inventarios en tiempo real y la gestión de abastecimiento.

El mundo actual está cambiando a una velocidad nunca vista en materia de ciencia y tecnología. Por lo tanto, es importante que los planes de estudio se actualicen periódicamente y se apliquen de manera oportuna en el sector educativo, avanzando al ritmo del desarrollo científico y de las demandas de los procesos industriales y los diferentes sectores. El mercado profesional y laboral va a demandar recurso humano capacitado en las diferentes áreas. Por tanto, es necesario la auto capacitación y preparar a otros para poder enfrentar la nueva realidad que ofrece la globalizado de la era tecnológica en estos tiempos. En países desarrollados en menos de dos décadas se registran crecimientos exponenciales en aportes científicos y tecnológicos en distintos campos del conocimiento. Por ejemplo, se pueden mencionar: Impresión 3D o fabricación aditiva, vehículos autónomos, nuevos materiales, nanopartículas, biotecnología, realidad virtual, robótica avanzada (AI y Machine Learning), realidad aumentada, etc. La robótica avanzada es ya una realidad en empresas manufactureras, en los servicios médicos, en la industria aeroespacial, en el sector agrícola y hasta en la vida cotidiana. Los robots representan la colaboración hombre-máquina en beneficio que facilitan las múltiples tareas frecuentes.

Las exigencias tecnológicas, sociales y culturales serán mayores en cuanto a formación académica se refiere, por lo tanto, el aprendizaje profesional no será local, sino global. La profesión del diseñador industrial, al igual que los mercados, mantienen una lógica de interconexión marcada por la actual época, definida por la tecnología y el desarrollo del conocimiento.

La disciplina de diseño industrial debe ir a la par del desarrollo tecnológico y científico actual, porque existe una gran brecha entre lo que se enseña en las aulas universitarias y lo que se requiere durante la acción profesional en el contexto laboral, lo cual idealmente no debería ser así, sin embargo, es toda una realidad. Los campos de trabajo de los diseñadores industriales persisten en las industrias de manufactura y servicios, y en la actualidad se requieren habilidades, capacidades y conocimientos en temas relacionados con tecnología de punta, fusión de los mundos físico, digital y biológico, entre otros conocimientos culturales básicos como los idiomas, porque las industrias están cambiando de forma dinámica. Se debe tratar de hacer competitiva la formación profesional para evitar que los profesionales sean formados con eficiencia y capacidad y sean contratados en la industria o desplazados por las tecnologías robóticas, o bien, requieran ser formados por su contratante estando ya en acción profesional. Esto desacelera la inserción laboral, el crecimiento económico de las naciones y reduce el prestigio de las instituciones educativas.

Esta revolución modifica los procesos de enseñanza y aprendizaje, los métodos, las tecnologías educativas y los planes de estudio. Se trata de una revolución científica-industrial y de un cambio radical de paradigma, porque supone nada menos que una transformación de la humanidad. Es una nueva manera de ver, vivir y entender la realidad, de relacionarse con los otros, de vivir en el mundo globalizado.

Desarrollo

Retos actuales y futuros de la Cuarta Revolución Industrial 4RI

1. **Automatización industrial**
   Implementada en los procesos industriales supone un salto al mundo de la digital manufacturing, mejorando la competitividad de las plantas de producción. Además, se basa en el uso de sistemas y elementos computarizados que rigen en los sistemas de control, supervisión o transmisión de datos. Las aplicaciones de software para realizar tareas en tiempo real es una apuesta a futuro.

2. **Robótica colaborativa**
   Lejos de considerar a las máquinas como usurpadoras de puestos de trabajo humano. La robótica colaborativa opta por contribuir con los robots, como herramienta útil para complementar el trabajo manual. La Federación Internacional de Robótica define a este tipo de robots como aquellos que están diseñados para realizar tareas, siguiendo unos requisitos con base a medidas de seguridad. El reto de la industria 4.0 es su total incorporación.

3. **Impresión 3D**
   Su implementación en los procesos industriales va

acompañada de la robotización, a así, tendrá un papel decisivo en la evolución de la fabricación en serie, siendo capaz de convertir la información en un producto. Entre sus ventajas destaca el ahorro en el ensayo de herramientas, así como la reducción del post procesado y el exceso de materiales.

4. **Experiencia del Trabajador**
   La digitalización provoca una evolución del entorno laboral imparable, y la adaptación a la industria 4.0 tendrá que ir junto a los conceptos como flexibilidad, innovación y conocimiento. La revolución digital traerá consigo la aparición de trabajadores del conocimiento, aquellos que sustituirán progresivamente el trabajo manual por las ideas y la creatividad, además del manejo del software industrial.

5. **Sostenibilidad**
   Nunca se había hablado tanto de la tendencia hacia la sostenibilidad en las empresas, ya no como una opción, sino como una obligación. Esto conlleva una concientización previa e impone cambios en la maquinaria y en las estrategias del coste económico que la empresa debe asumir con responsabilidad para con el medio ambiente.

Evoluciones Tecnológicas

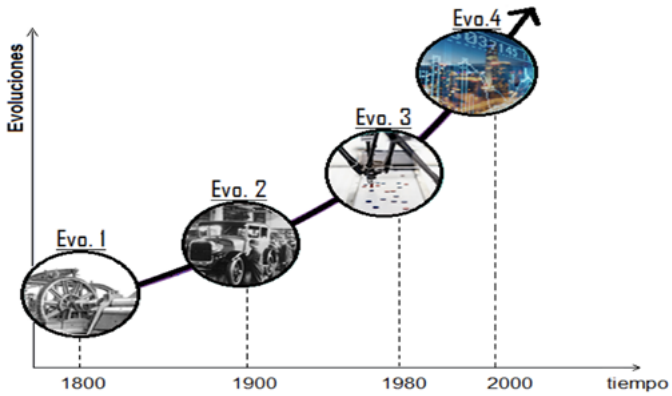


Fig. 1. Evoluciones tecnológicas

Tabla 1.
Evoluciones de la industria.

Año	Evolución	Descripción
1800	1.0	Se caracterizó por la generación de energía a base de vapor y el primer telar mecánico.
1900	2.0	Se caracterizó por la producción en cadena, energía eléctrica, primera cadena de montaje.
1980	3.0	Se caracterizó por un mayor nivel de automatización, electrónica y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).
2000 a la fecha	4.0	Se caracteriza por los sistemas ciberfísicos, industria y producción inteligente, Internet de las Cosas, servicios, hiperconectividad, big data; transformación digital de la industria y diversidad de sectores.

Desafíos de la 4RI

La industria se está preparando para afrontar los cambios, a los que se verá expuesta en poco tiempo por los avances acelerados en cuanto a invenciones y desarrollo tecnológico. La idea de impulsar la competitividad junto a la digitalización es una idea muy cautivadora para toda industria, sin embargo, para un total aprovechamiento de este nuevo escenario que se aproxima, el primer paso a dar es evaluar los desafíos reales a los que se debe enfrentar la industria, los principales retos son:

1. **Inversión en tecnología**
   Las empresas deben evaluar sus modelos de innovación y capital para nuevas tecnologías de información, sensorización y de procesado inteligente que son la base de la revolución 4.0. Además, no bastará con invertir en la adquisición, sino también en la capacitación de su equipo de colaboradores para que puedan adaptarse a los cambios, en cuanto a los procesos de producción con tecnologías más avanzadas.

2. **Talento humano especializado**
   En esta nueva era, los profesionales que necesitan la industria pertenecen a áreas muy concretas, relacionadas con la robótica, la nanotecnología y el manejo de altos flujos de información. La industria necesitará mano de obra más cualificada, que cambiará el trabajo manual por el manejo de software, por lo cual dependerá de que el equipo humano esté capacitado en habilidades digitales para desarrollar sus actividades.

3. **Ciberseguridad**
   En fábricas con un gran nivel de interconectividad y flujo de datos, el riesgo de ciberataques es también mayor. Por eso es imprescindible innovar y desarrollar sistemas de ciberseguridad.

4. **Cadena de valor**
   Se verá afectada en los ámbitos de comercialización u operaciones, donde se definen nuevas metas de productividad, agilidad y flexibilidad. Se pasará de productos tradicionales a productos digitales conectados, de vender activos a vender el uso de los activos.

Oportunidades de la 4RI

La digitalización de los procesos de productividad para convertir la industria en fábricas inteligentes, trae muchas ventajas desde la optimización de costos, gestión de la información y especialización de la demanda de los clientes a través de diseños 3D, es una apuesta por la innovación y el aprovechamiento de los avances tecnológicos. Las principales oportunidades se agrupan en los conceptos siguientes:

1. **Internet de las Cosas**
   Con cientos de dispositivos conectados y transmitiendo información a plataformas en la nube al interior de una empresa, la Industria 4.0 permitirá que en los procesos industriales se tomen decisiones más acertadas y en tiempo real para optimizar su producción, evitar disrupciones y satisfacer una demanda por parte de los consumidores que será cada vez más personalizada y volátil.

2. **Fabricación ágil y flexible**
   Las máquinas conectadas en tiempo real impulsarán la adaptabilidad de la cadena de producción. La cadena de fabricación será más rápida y flexible.

3. **Procesos predictivos**
   Las unidades de producción y la monitorización extendida facilitarán una analítica avanzada, que permita el mantenimiento predictivo.

4. **Cadena de suministro tensa**
   La Industria 4.0 permitirá alcanzar una trazabilidad global, continua y en tiempo real. Se logrará un flujo sincronizado, con nuevos niveles de agilidad, precisión y eficiencia.

5. **Comercialización digital**
   Ya no es una novedad que las personas utilicen internet para modelar sus decisiones de compra, esta comercialización digital da la oportunidad de una visibilidad precisa y en tiempo real de lo que el cliente demanda. Esto permite anticiparse a sus necesidades y adaptar la cadena de suministro de manera flexible.

Educación 4.0, la innovación en la forma de enseñar

La Educación 4.0 se basa en las principales tendencias de innovación y cambio, no sólo de contenidos; sino también debe estar relacionada con los adelantos industriales, el desarrollo económico y tecnológico para poder ofrecer a los estudiantes, conocimiento vanguardista, herramientas y capacidades suficientes para que logren ser competitivos en un futuro.

Esta brecha entre educación y empleo aumenta debido a la poca o nula innovación en los sistemas de aprendizaje; es el momento de reformular los sistemas educativos para que vayan acorde con las necesidades específicas de las empresas y asegurarle al egresado un lugar en el campo laboral.

La percepción sobre la influencia de los factores psicológicos, sociales, culturales y ambientales en los métodos de enseñanza da como resultado una "nueva ciencia del aprendizaje" que busca enfatizar la importancia de comprender que la evolución requiere modelos académicos basados en la investigación interdisciplinaria, para crear un ecosistema digital educativo que pueda cambiar la dinámica de adquirir habilidades y conocimientos de cada estudiante, así como también la forma en que reclutan en las empresas.
Es necesario personalizar el aprendizaje de la misma manera que la industria se enfoca en las necesidades de sus clientes, es importante la personalización del aprendizaje tanto dentro como fuera de las aulas, con la finalidad de hacer de los centros de estudio espacios de desarrollo de talento, donde se fomenten las capacidades e intereses de los estudiantes alineados a las necesidades y evolución de la industria.

Al combinar los métodos de aprendizaje con la innovación digital se puede obtener lo mejor de ambos rubros, creando experiencias de aprendizaje que mantengan el ritmo de las habilidades digitales que demanda el mercado, ofreciendo a las nuevas generaciones la oportunidad de transformar su futuro.

La adopción e incorporación de nuevas tecnologías en los procesos industriales y la formación profesional en el sector educativo, conlleva al mismo tiempo el factor económico y por ende contar con personal calificado para el dominio de éstas. Por un lado, es necesario adquirir tecnología de punta de acuerdo con la circunstancia y la necesidad de un proyecto. Por ejemplo, computadoras potentes y avanzadas, robots avanzados, licencias de software para máquinas especializadas, instrumentación electrónica avanzada, actuadores, procesadores potentes, autómatas programables, DAQ, maquinaria industrial y lo fundamental para que todas estas tecnologías puedan operar de manera individual y/o en conjunto conforman y es el medio o canal de comunicación, el cual debe brindar confianza y seguridad. Hoy, gracias a los avances tecnológicos, las velocidades y ancho de banda que ofrece un Proveedor de Servicio de Internet (ISP), están reguladas por las redes 4G y 5G. La red 5G principalmente está operando en su plenitud en los países desarrollados con mayor influencia en la producción industrial, la cual es una tecnología que viene a ofrecer tasas de velocidad de menor latencia y tiempos cortos de respuesta en la comunicación. El 5G que viene a ser el sucesor de la red 4G, es el estándar tecnológico de quinta generación para redes celulares de banda ancha, que las empresas de telefonía celular comenzaron a implementar en todo el mundo desde el 2019. El 5G en conjunto de los diferentes dispositivos tecnológicos vanguardistas, permitirán llevar el desarrollo científico y tecnológico a niveles superiores en temas como: Big Data, Inteligencia Artificial, Robótica Colaborativa, Economía Colaborativa, Machine Learning, Cloud Computing, Robótica, otros.

Recomendaciones

1. Se debe planificar la incorporación de dichas tecnologías en los planes de estudio a la brevedad posible. Es requerido un estudio y análisis previo sobre dicho proceso.

2. Organizar jornadas de capacitación entre el personal docente.

3. Aprovechar los recursos tecnológicos para invitar a expertos en los temas de la 4RI para capacitarse.

4. Participar en conferencias y congresos nacionales e internacionales que permitan fortalecer los conocimientos en dichas áreas.

5. El sector empresarial y productivo, es necesario que estén a la vanguardia de la era tecnológica (transformación digital) que se está experimentando a nivel mundial, ya que esta será la clave para el éxito, crecimiento económico, cambio de vida y desarrollo de los países.

6. Es necesario apostarle a la inversión económica en temas de tecnología de punta, con el objetivo de hacer más eficientes los procesos tradicionales. Llamado para todos los sectores públicos y privados.

7. Buscar alianzas entre países para el intercambio de información, capacitaciones para el personal y estudiantes, tecnología, etc.

8. Asumir la responsabilidad y ser conscientes que estos temas no se enfocan a un solo sector, por tanto, es trabajo de todos estar en constante actualización de los conocimientos, principalmente a los que ejercemos labor como docentes.

Conclusiones

1. La preparación del talento humano en el dominio de las nuevas tendencias tecnológicas, es la clave para estar preparados y poder así enfrentar los nuevos retos, desafíos, beneficios y oportunidades que vendrán de la mano con 4RI, y esto en una gran diversidad de sectores. Esta era tecnológica no tiene un punto o área céntrica donde va a tomar un papel importante, prácticamente tomará parte en cualquier actividad cotidiana que se pueda imaginar en el hogar, en el fútbol, sector educativo, comercio, sector productivo, servicios en general, entre otros. Por tales razones, es necesario que cualquier profesional que transmite conocimiento esté en constante actualización en cuanto a temas de tecnologías de punta, de esta manera podrá aportar para que se facilite el preparar a los futuros profesionales en temas de dominio de las tecnologías emergentes.

2. La era de la transformación digital vendrá a cambiar a cualquier rama de estudio, debido a que siempre habrá espacio para la tecnología en cualquier punto, para la mejora de un proceso o actividad determinada, es por tal razón, que nos compete a todos el prepararnos para ser partícipes y colaboradores en la aceptación y adopción de las tecnologías, ya que éstas traerán consigo un cambio de vida, el crecimiento económico y el mismo desarrollo de todo un país.

3. La penetración de las tecnologías asociadas a la industria 4.0 parecería ser elevada no sólo en países avanzados, sino también en países recientemente industrializados y en países en vías de desarrollo. Asimismo, los impactos de corto y mediano plazo de la industria 4.0 tampoco parecen mantenerse a una región o grupo de países en particular, sino que parecieran expandirse independientemente de la localización.

4. Las preocupaciones más profundas de la incorporación de las nuevas tecnologías provienen de su potencial impacto sobre el mundo del trabajo en general, sobre los sectores productivos afectados y sobre las tareas y ocupaciones concretas. Paralelamente, los perjuicios sobre el empleo y los salarios podrían ser un síntoma de un problema de mayor envergadura, relacionado con un futuro en el cual la desigualdad económica se profundice y constituya la norma.

Referencias

[1] «AER Automation (2019). Asociación Española de Robótica y Automatización,» [En línea]. Available: https://www.aer-automation.com/mercados-emergentes/robotica-colaborativa/. [Último acceso: 05 mayo 2021].

[2] Banco Interamericano de Desarrollo (2018). El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe. ¿Una gran oportunidad para la región?
Disponible en: www.iadb.org/futurodeltrabajo y https://www.iadb.org/es/trabajo-y-pensiones/el-futuro-del-trabajo-en-america-latina-y-el-caribe

[3] Carvajal, J. (2017). La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education", 19-21 July 2017, Boca Raton Fl, United States.

[4] Del Val Roman, J. L. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Deusto: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. Recuperado el 01 de 05 de 2021, de http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf

[5] Fernández, J. (2017). El futuro del trabajo vs. El trabajo del futuro. Implicaciones laborales de la industria 4.0. Revista Jurídica de la Universidad de León, núm. 4. pp. 211-213. Universidad de León.

[6] Javier López Casarín (2020). Educación 4.0, la innovación en la manera de enseñar. Recuperado el 05 de 05 de 2021, de https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Educacion-4.0-la-innovacion-en-la-manera-de-ensenar-20200323-0122.html

[7] Khun, T. (2012). La estructura de las revoluciones científicas. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica

[8] Martin, A. (2016). La industria 4.0: implicarnos en su desarrollo y anticipar sus efectos. ¿Una nueva revolución industrial? economía digital y trabajo. Gaceta Sindical, Reflexión y Debate. No 27. CCOO. Madrid. ISSN: 1889-4135. P 257-274.

[9] Pires da Costa, F. M. (2018). Identificar e caracterizar as competências necessárias ao profissional de Engenharia e Gestão Industrial para enfrentar a Indústria 4.0. Minho: Universidade do Minho. Recuperado el 03 de 05 de 2021, de http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/57169/1/MEI_FilipePiresCosta_PG31503.pdf

Instrucciones a los autores

NORMAS DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

La Revista Tecnológica es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, de periodicidad anual. Publica artículos científicos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, computación y acuicultura.

La revista ha sido concebida para la comunidad académica y el sector productivo, como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del país.

Los artículos que se presenten, deben cumplir con los criterios de originalidad, pertinencia, novedad y los lineamientos de redacción que se detallan a continuación.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Cada artículo debe contener:
Título, subtítulo, autores, resumen, palabras clave, introducción, desarrollo o metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, agradecimientos (opcional) y referencias de fuentes confiables impresas o electrónicas.

TÍTULO Y SUBTÍTULO

Debe contener la información esencial del contenido del trabajo y ser lo suficientemente atractivo para invitar a su lectura.

En el caso de tener subtítulo, éste irá separado por dos puntos.

El título y subtítulo deben ser claros y concisos; se recomienda un máximo de 15 palabras que reflejen el contenido del artículo, letra Century Ghotic número 14. Si agrega subtítulo, máximo 10 palabras con letra número 12. No utilizar siglas ni abreviaturas. Adjuntar versión en inglés.

AUTORES

Se indica el nombre y apellidos del autor o autores y su filiación institucional, indicando una dirección electrónica de contacto.

Ejemplo: Juan Antonio Pérez. Ingeniero Mecánico, Maestría en Educación, Docente Investigador, Coordinador Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Santa Tecla. Email japerez@itca.edu.sv

Los autores son las personas que han hecho sustanciales contribuciones intelectuales en un trabajo de investigación a publicar. Si hay varios autores, el orden de quién encabeza la lista lo deciden entre ellos.

RESUMEN /ABSTRACT

El resumen se debe redactar en un solo párrafo; se recomienda no exceder de 250 palabras. Debe contener los objetivos del trabajo, breve descripción del desarrollo de la metodología empleada, los resultados más destacados del estudio y las principales conclusiones y recomendaciones.

Comunica en forma rápida y precisa el contenido básico del artículo sin tener que recurrir al resto de la información. Adjuntar versión en idioma Inglés.
Esta es la única parte del artículo que será publicada por algunas bases de datos y es la que leen los investigadores o los interesados en las revisiones bibliográficas para decidir si es conveniente o no acceder al texto completo.
No debe contener abreviaturas, términos poco corrientes, referencia a gráficos o cuadros que figuren en el artículo, ni citas particulares.

PALABRAS CLAVE

Son palabras del lenguaje natural o técnico, suficientemente significativas, extraídas del título o del contenido del documento.

El autor agregará como máximo cinco palabras clave para describir el contenido de su artículo. Adjuntar versión en idioma Inglés.

INTRODUCCIÓN

La introducción contiene el problema y la justificación del trabajo. Presenta antecedentes que fundamentan la importancia del estudio. Recoge la información sobre el propósito del artículo presentado y el conocimiento actual del tema.

Da a conocer los rasgos generales del estudio.

De utilizarse siglas en el texto del artículo deberá indicarse su significado.

DESARROLLO O METODOLOGÍA

Debe estar armonizado en su contenido para mantener la fluidez de la lectura.

Contiene la descripción de la metodología y procedimientos empleados. Para su organización se sugiere subdividirlo en diferentes secciones.

Se presentan las demostraciones, indagaciones y todo lo que el autor considere importante detallar y compartir. Se construye con párrafos de tipo expositivo, cada uno de los cuales expresa solo una idea.

Los métodos estadísticos deben describirse en detalle para su verificación.
En este apartado se describe el contenido medular del artículo y se brindan las explicaciones necesarias para hacer comprensible lo que queremos compartir.

RESULTADOS

Es el apartado que se emplea para comunicar los hallazgos o resultados originales.

Los resultados deben dar respuesta a los objetivos específicos en una investigación.

Se describen las tendencias más sobresalientes del trabajo realizado; se respaldan con el análisis de los datos, procedimientos, diseños experimentales, técnicas y estrategias metodológicas.

Se debe incluir evidencia de la información estadística cuando aplica; incluir tablas, cálculos, gráficas e ilustraciones para una mejor visualización.

En una investigación es importante señalar todos los hallazgos para evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesarios.

FIGURAS Y TABLAS
Deben ubicarse en el artículo con numeración consecutiva precedidas de la abreviatura Fig. o Tab. Las figuras pueden ser gráficos, dibujos o fotografías.

El texto de las tablas debe estar al inicio de cada una, el texto de la figura o ilustración debe estar al pie de cada una y estar redactada de forma clara para no recurrir al texto para su interpretación. Se debe indicar la fuente de cada objeto utilizado; todas las figuras, imágenes y fotografías deben adjuntarse en formato JPG; asegurar la calidad con al menos 5 megapíxeles.

CONCLUSIONES
Las conclusiones son los juicios emitidos por el autor sobre la base de los resultados obtenidos.

En un artículo científico se hace una síntesis de los principales hallazgos, que a la vez, dan respuesta al problema de investigación o temática del artículo; también se comparan estos hallazgos con los resultados obtenidos por otros autores en temas similares.
Se deben relacionar las conclusiones con los objetivos específicos del estudio. Las conclusiones deben estar respaldadas por datos disponibles.

RECOMENDACIONES / REFLEXIONES
Deben redactarse de tal forma que faciliten la toma de decisiones respecto al problema planteado, temática del artículo, los resultados alcanzados o futuras investigaciones. Se deben proponer alternativas de solución a un problema detectado en la temática o en la investigación.

Las recomendaciones deben ser claras y enfocarse en la búsqueda para incrementar el conocimiento, nuevas aplicaciones e innovaciones y brindar sugerencias sobre acciones futuras.

AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)
Recoge los nombres de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves del trabajo de investigación del artículo.

Se recomienda incluir a las personas que colaboraron y que no cumplen con los lineamientos de autoría.

REFERENCIAS DE FUENTES CONFIABLES CONSULTADAS: IMPRESAS Y ELECTRÓNICAS
En este apartado se hará referencia a todas las fuentes y documentos impresos, digitales y en línea consultados para soportar el artículo.

Las referencias bibliográficas preferiblemente se redactarán de acuerdo a las Normas IEEE.

Mayor información sobre normas IEEE disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/317388407_Guia_para_citar_y_referenciar_Estilo_IEEE

Las referencias de sitios web deben ser de fuentes confiables y seguras; deben proceder de autores o instituciones de prestigio.

Las fuentes se citarán y redactarán de acuerdo con los ejemplos de referencias mostrados a continuación.

EJEMPLOS DE REFERENCIAS
Libros
[1] Iniciales y Apellido, Título del libro en letra cursiva, Edición abreviado. Lugar de publicación: Editorial, Año de publicación, capítulo, páginas (abreviadas pp.)

Artículo de una revista
[1] J. K. Autor, "Título del artículo," Título abreviado de la revista en letra cursiva, volumen (abreviado, vol.), número abreviado no.), páginas (abreviado pp.), Mes, Año

Informe Técnico
[1] Iniciales y apellidos del autor, "Título del informe entre comillas," Nombre de la empresa, Sede de la empresa, Tipo de informe abreviado, Número de informe, Fecha de publicación

Recursos de Internet
Los recursos disponibles en Internet pueden presentar una tipología variada: libros, revistas, portales, bases de datos, entre otros. Se citan igual que los documentos impresos, añadiéndoles la indicación [en línea] u [online], dependiendo del idioma en que se redacta la referencia. Concluye con la URL del sitio y fecha de consulta.

NOTA:
Al citar referencias bibliográficas en el texto del artículo, deberán indicarse en forma numérica entre corchetes y en orden correlativo.

FORMATO PARA LA REDACCIÓN DE ARTÍCULOS
Usar la plantilla con el formato de artículos IEEE, disponible en:
https://ieeeuniversidadecci.files.wordpress.com/2016/08/formato-presentacion-documentos-ieee-es.doc

Esta plantilla es un archivo de texto "Microsoft Word". Este documento contiene las instrucciones para el formato del artículo y además sirve de ejemplo. El archivo viene listo para utilizar, para redactar su artículo solo deberá reemplazar los títulos, los subtitulos, el contenido, las imágenes y las referencias.

Cada Artículo deberá tener como mínimo 4 páginas y no exceder de 8 páginas.

Entregar en un archivo digital y con alta resolución los objetos, las fotografías e imágenes utilizadas en el artículo. No deberán utilizarse imágenes copiadas y pegadas de Internet.

CONVOCATORIA
ITCA Editores invita a directores, docentes, docentes investigadores de ITCA-FEPADE y profesionales externos, a escribir y compartir sus aportes intelectuales a través de la Revista Tecnológica. Enviar los artículos en un archivo digital adjunto a la siguiente dirección:
revistatecnologica@itca.edu.sv

ITCA FEPADE
TÉCNICOS E INGENIEROS

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión.
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv