

ISSN 2410-3993

Volumen 3, Número 6 — Enero — Marzo 2016

# Revista de Tecnología e Innovación

**ECORFAN®**

## Indización



**ECORFAN-Bolivia**

Latindex

Research Gate

Hispana

Universia

Google Scholar

REBID

Mendeley

## **ECORFAN-Bolivia**

### **Directorio**

#### **Principal**

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

#### **Director Regional**

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. BsC

#### **Director de la Revista**

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

#### **Edición de Logística**

PERALTA-CASTRO, Enrique. PhD

#### **Diseñador de Edición**

TREJO-RAMOS, Ivan. BsC

Revista de Tecnología e Innovación, Volumen 3, Número 6, de Enero - Marzo 2016, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Bolivia. Loa 1179, Cd. Sucre. Chuquisaca, Bolivia. WEB: [www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD. ISSN-2410-3993. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda. PhD, LUNA-SOTO, Vladimir. PhD, actualizado al 31 de Marzo 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

## **Consejo Editorial**

GALICIA-PALACIOS, Alexander. PhD  
*Instituto Politécnico Nacional-México*

NAVARRO-FRÓMENTA, Enrique. PhD  
*Química Azizbekow-Rusia*

BARDEY, David. PhD  
*University of Besançon-Francia*

COBOS-CAMPOS, Amalia, PhD  
*Universidad de Salamanca-España*

ALVAREZ-ECHEVERRÍA, Francisco, PhD  
*University José Matías Delgado-El Salvador*

BELTRÁN-MORALES, Luis Felipe, PhD  
*Universidad de Concepción, Chile-Chile*

BELTRÁN-MIRANDA, Claudia, PhD  
*Universidad Industrial de Santander Colombia-Colombia*

## **Consejo Arbitral**

RRS, MsC

*Universidad de Londres-México*

ZM, MsC

*Universidad de Londres-México*

BCL, MsC

*Universidad Autónoma de Yucatán-México*

CCN, MsC

*Universidad Autónoma de Yucatán-México*

TSJ, PhD

*Universidad de la Habana-Cuba*

VGJ, PhD

*Universidad de Granada-España*

OGE, PhD

*Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica-México*

QME, PhD

*El Colegio de México-México*

## Presentación

ECORFAN, es una revista de investigación que publica artículos en las áreas de: Tecnología e Innovación

En Pro de la Investigación, Enseñando, y Entrenando los recursos humanos comprometidos con la Ciencia. El contenido de los artículos y opiniones que aparecen en cada número son de los autores y no necesariamente la opinión del Editor en Jefe.

En el primer número es presentado *Aplicación web para el control remoto de mecanismos mediante Arduino* por MENDOZA-MANRIQUEZ, Rosa Fca., TAPIA-TINOCO, Guillermo, ORTEGA-HERRERA, Francisco Javier y GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel, con ascripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, como siguiente artículo está *Construcción de laboratorio Virtual mediante Applets para el Aprendizaje de Probabilidad y Programación* por PÉREZ-TORRES, Roxana', MAYA-PÉREZ, P. Norma, LIMA-ESTEBAN, Margarita" y REYES-DE LOS SANTOS, Iyeliz' , con ascripción en la 'Universidad Tecnológica del Valle de Toluca y la "Universidad Tecnológica de Tlaxcala, en en el siguiente artículo está *Control y monitoreo de riego mediante el uso de dispositivos móviles* por GONZALEZ-RAMOS, Alma Delia, HIDALGO-BAEZA, María del Carmen, ROJAS-SILVA, Eduardo y GOMEZ-NUNGARAY, Mónica Alejandra, como siguiente artículo está *Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia* por GAVIÑO-ORTIZ, Gabriela & SÁNCHEZ-MEJORADA ZAPATA, Angel Manuel, con ascripción en Centro Universitario UAEM Valle de México, como siguiente artículo está *Estado del arte en carga estacionaria y dinámica de vehículos eléctricos* por ZAMORA, Juan Antonio & PERALTA, Edgar, como siguiente artículo está *Estudio del cambio de modelo en maquina (diskus), del proyecto piloto de certificación en competencias para los técnicos de una empresa de autopartes* por PÉREZ-RAMOS, María Gabriela, DE ITA XIMIL- José David, BENITO-VELÁZQUEZ, Cesar y HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, Kevin ,con adscripción en la Universidad Tecnológica de Huejotzingo, como siguiente artículo está *Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico* por CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe & MUÑOZ-LÓPEZ, Luis, con ascripción en el Universidad Tecnológica de Chihuahua.

## Contenido

| Artículo  | Página |
|---|--------|
| <b>Aplicación web para el control remoto de mecanismos mediante Arduino</b><br>MENDOZA-MANRIQUEZ, Rosa Fca., TAPIA-TINOCO, Guillermo, ORTEGA-HERRERA, Francisco Javier y GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel   | 1-7    |
| <b>Construcción de laboratorio Virtual mediante Applets para el Aprendizaje de Probabilidad y Programación</b><br>PÉREZ-TORRES, Roxana, MAYA-PÉREZ, P. Norma, LIMA-ESTEBAN, Margarita y REYES-DE LOS SANTOS, Iyeliz   | 8-12   |
| <b>Control y monitoreo de riego mediante el uso de dispositivos móviles</b><br>GONZALEZ-RAMOS, Alma Delia. HIDALGO-BAEZA, María del Carmen, ROJAS-SILVA, Eduardo y GOMEZ-NUNGARAY, Mónica Alejandra   | 13-17  |
| <b>Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia</b><br>GAVIÑO-ORTIZ, Gabriela & SÁNCHEZ-MEJORADA ZAPATA, Angel Manuel   | 18-34  |
| <b>Estado del arte en carga estacionaria y dinámica de vehículos eléctricos</b><br>ZAMORA, Juan Antonio & PERALTA, Edgar  | 35-45  |
| <b>Estudio del cambio de modelo en maquina (diskus), del proyecto piloto de certificación en competencias para los técnicos de una empresa de autopartes</b><br>PÉREZ-RAMOS, María Gabriela, DE ITA XIMIL, José David, BENITO-VELÁZQUEZ, Cesar y HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, Kevin | 46-59  |
| <b>Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico</b><br>CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe & MUÑOZ-LÓPEZ, Luis  | 60-65  |

*Instrucciones para Autores*

*Formato de Originalidad*

*Formato de Autorización*

## Aplicación web para el control remoto de mecanismos mediante Arduino

MENDOZA-MANRIQUEZ, Rosa Fca\*†, TAPIA-TINOCO, Guillermo, ORTEGA-HERRERA, Francisco Javier, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel

Recibido Agosto 04, 2016; Aceptado Febrero 02, 2016

---

### Resumen

En este trabajo se presenta el control remoto vía *ethernet* de un mecanismo de seis barras. El control de la posición del mecanismo se realiza a través de un servomotor acoplado al mecanismo. Se desarrolló una interfaz gráfica que permite el control a distancia del servomotor en dos modos de operación, uno de ellos es mediante el ingreso de la posición deseada y el otro en modificar la posición en forma ascendente o descendente. Se muestran los resultados al controlar un servomotor en vacío y conectado a un mecanismo de seis barras utilizando una red doméstica e institucional respectivamente.

**Ethernet, mecanismo, arduino**

### Abstract

The remot control via ethernet of a six bars mechanism is presented in this work. The position control of the mechanism is realized through of a servomotor linked to the mechanism. Is developed a graphic interfaz with two operation modes with the objective of control the servomotor, the first one operates with the desired position, while the second one operates with ascendente and descendente position. The laboratory test of the servomotor without load and with the six bars mechanism controlled via a domestic network and institutional network respectively are presented.

**Ethernet, mechanisms, Arduino**

---

**Citación:** MENDOZA-MANRIQUEZ, Rosa Fca, TAPIA-TINOCO, Guillermo, ORTEGA-HERRERA, Francisco Javier, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel. Aplicación web para el control remoto de mecanismos mediante Arduino. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 1-7

---

---

\* Correspondencia al Autor (Correo electrónico: rosy\_manriquez@live.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

## Introducción

En la actualidad se utilizan una gran cantidad de protocolos de comunicación, plataformas y tecnologías de la información que permiten la comunicación y control en tiempo real de sistemas con diferentes usos y aplicaciones. La comunicación a utilizar depende de factores como el tipo de aplicación, distancia, seguridad y número de usuarios por mencionar algunos. Los más utilizados son: internet, Wifi, ethernet y bluetooth. El internet se ha convirtiendo en el centro de la mayoría de las actividades del ser humano.

El desarrollo explosivo de internet y en especial de la Red Informática Mundial por sus siglas en inglés (WWW) se debe a la aceptación de los estándares y tecnologías que emplea (Sergio Luján-Mora, 2002). Por otro lado, el bluetooth es un sistema de comunicación por radiofrecuencia que permite la transmisión e intercambio de datos entre aparatos móviles lo que lo hace una gran ventaja. Para que dos dispositivos intercambien información precisan la adopción de una contraseña o PIN.

El corto alcance constituye en sí un sistema adicional de seguridad (Esteban José Domínguez, Julián Ferrer, 2012). Además, permite el uso en pequeñas redes, englobada dentro de las redes inalámbricas de área personal por sus siglas en ingles WPAN.

Si bien es una buena tecnología, tiene la desventaja en su prevención ante radiaciones durante los procesos de transmisión (Purificación Aguilera, 2011).

Ethernet es la tecnología de red de área local (LAN) más utilizada basada en tramas de datos (Gabriel Gerónimo Castillo, 2005). Se ha extendido de manera rápida por sus numerosas ventajas frente a otras tecnologías.

Entre esas ventajas se cuenta con su velocidad, bajo costo y fácil de instalar.

Además, es capaz de aceptar los protocolos de red más utilizados (Federico Huércano Ruíz, José Villar Cueli, 2015). En la actualidad se tienen un sinnúmero de aplicaciones donde se utiliza ethernet como medio de comunicación y control. Un ejemplo claro de un sistema controlado de manera remota es el prototipo de un sistema dispensador de alimento para mascotas controlada por vía ethernet, el cual permite a una persona acceder al explorador y por medio de este poder activar el dispensador de alimento (Laura Prudente Tixteco, 2013).

Otro ejemplo controlado por vía ethernet es el control de un brazo robótico, usando arduino en conjunto con la tarjeta ethernet adecuada para la plataforma arduino, el cual permite imitar el movimiento de un brazo humano. Mediante una interfaz, ésta es controlada por el usuario (Wan Muhamad Hanif, et. al., 2012).

En este trabajo se presenta el control remoto vía ethernet de un servomotor mediante arduino. Se desarrolló una interfaz gráfica que permite el control del servomotor en dos modos de operación, uno de ellos es mediante el ingreso de la posición deseada y el otro en modificar la posición en forma ascendente o descendente.

Se muestran los resultados del sistema al controlar un servomotor en vacío y conectado a un mecanismo de seis barras utilizando una red doméstica e institucional respectivamente.

## Sistema de control remoto implementado

La Figura 1 muestra los diferentes elementos que conforman el sistema de control implementado.

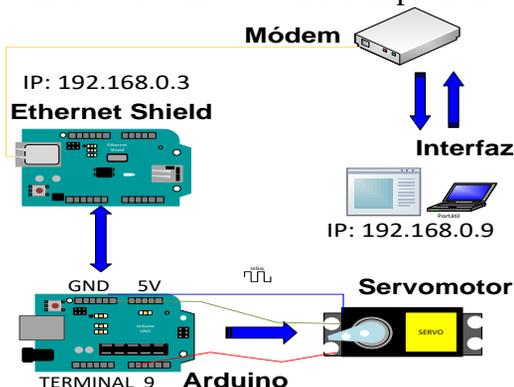


Figura 1 Hardware utilizado

Se desarrolló una interfaz para el control del servomotor, la cual puede ser utilizada desde una computadora de trabajo o cualquier dispositivo móvil conectado a la misma red.

Se utiliza un modem que sirve como medio de comunicación entre la interfaz gráfica y la tarjeta de *ethernet* de arduino. La conexión de la tarjeta de *ethernet* con el modem se realiza por medio de un cable recto UTP RJ45. La tarjeta se monta sobre el arduino UNO, por lo cual funcionan como un solo módulo. Para el control de la posición del servomotor se utilizan tres terminales del arduino, las terminales 5V y GND son utilizadas para proporcionar la potencia al servomotor, mientras que la terminal 9 se utiliza para enviar la señal de control al servomotor.

## Configuración de tarjeta *ethernet* de arduino

Para poder llevar a cabo el control del servomotor a través de la interfaz gráfica vía *ethernet*, primeramente, es necesario realizar la conexión adecuada de la tarjeta de arduino a la red. Para establecer la conexión entre el modem y la tarjeta de arduino se le debe asignar la dirección IP a la tarjeta de arduino.

La dirección IP se asigna de acuerdo a la red que tenga el modem, así como de asignar una dirección IP que no esté ocupada por otro dispositivo.

Para que el usuario pueda conocer información sobre los adaptadores de red del equipo, todos los sistemas Windows incluyen una aplicación llamada `ipconfig.exe`. Funciona solo invocándola desde la terminal usando: `IPCONFIG`. Este comando muestra información y todos los datos de la configuración del equipo. Esto se puede visualizar abriendo la terminal de Windows. Como se muestra en la Figura 2.

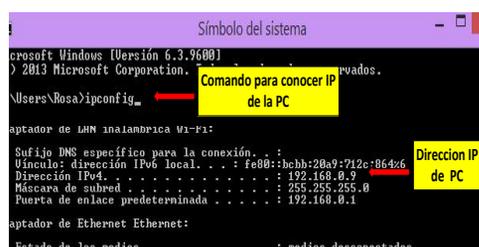


Figura 2 Terminal de Windows

Una vez que se tiene las direcciones asignadas, con la ayuda de la terminal se escribe el comando `>ping` seguido de la dirección IP de la tarjeta *ethernet*, en este caso se escribe: `ping 192.168.0.3`.

Una vez que hay conexión entre ambas, se puede ver que la computadora y la tarjeta *ethernet* tienen comunicación a través del envío de paquetes por red.

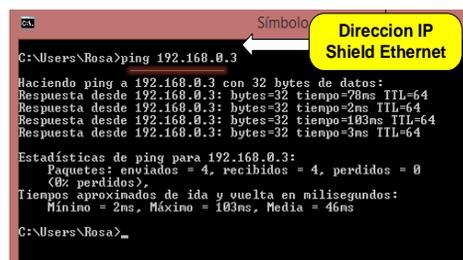


Figura 3 Terminal de Windows para Conexión de tarjeta Ethernet – Internet

## Interfaz gráfica

Una vez que se realizó la conexión entre la tarjeta *ethernet* de arduino y la computadora o dispositivo móvil a la misma red, se puede visualizar la interfaz gráfica en una página de cualquier navegador según sea la preferencia del usuario (Explorer, Firefox, Chrome, Safari, entre otros), escribiendo la dirección IP asignada a la tarjeta *ethernet* de arduino.

La Figura 4 muestra la interfaz gráfica desarrollada para el control de la posición de un servomotor de manera remota. En la interfaz gráfica hay dos formas de controlar la posición del servomotor: ingresar la posición o control ascendente y descendente mediante botón pulsador. El control por posición el usuario digita la cantidad de grados que desea que el servomotor se mueva en un rango de 0 a 180 grados, ingresando el numero en la caja de texto y presionando el botón “Aceptar”.

Una vez que se presiona el botón “ACEPTAR”, los datos se envían al arduino vía *ethernet* y se controla la posición del servomotor moviéndose los grados especificados en la caja de texto



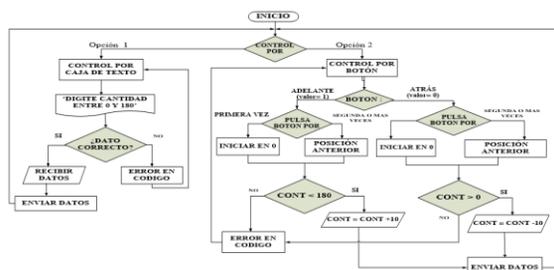
**Figura 4** Interfaz gráfica para el control del servomotor

El control por botón consiste en un movimiento de diez grados hacia adelante o atrás a partir de la posición donde se encuentre el servomotor. Al presionar el botón “ADELANTE”, el servomotor se mueva 10 grados hacia adelante hasta un límite de 180 grados. Una vez alcanzados los 180 grados si se sigue presionando el botón ADELANTE ya no tendrá efecto sobre el movimiento del servomotor. Por su parte al presionar el botón ATRÁS el servomotor se moverá 10 grados en sentido contrario hasta llegar a un ángulo mínimo de 0 grados.

## Software desarrollado

El programa desarrollado se implementó en lenguaje C de arduino, utilizando la versión 1.6.8. Se utilizan las librerías para *ethernet* y para el servomotor disponible para arduino.

Antes de comenzar la ejecución del programa se realiza la etapa de inicialización, la cual consiste en declarar la dirección IP asignada a la placa arduino, así como su máscara de red y su puerta de enlace, se declara la terminal 9 para el control del servomotor y se habilita el puerto de *ethernet* para enviar la información a través del protocolo de transferencia de hipertexto por sus siglas en inglés HTTP al cliente en formato del lenguaje de marcación de hipertexto por sus siglas en inglés HTML y de esta manera poder visualizar la interfaz final. La Figura 5 muestra el diagrama de flujo del programa implementado. El usuario tiene dos opciones de controlar el servomotor. La opción 1 se utiliza para controlar la posición del servomotor a partir de un cuadro de texto. El dato es introducido por teclado y es un valor positivo entre 0 y 180°.



**Figura 5** Diagrama del flujo del control servomoto

Si el número es mayor a  $180^\circ$  o menor a  $0^\circ$  no envía datos al arduino, por el contrario si es un valor dentro del rango se ejecuta la instrucción y es enviada al arduino. La segunda opción es el control por botón. Se tienen dos opciones “ADELANTE” y “ATRÁS”.

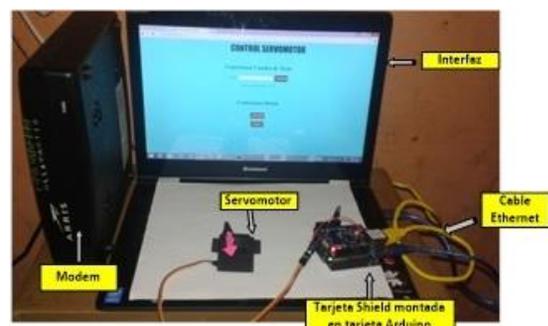
Al presionar por primera ocasión cualquiera de ellos, el servomotor es inicializado a la posición de  $0^\circ$  para posteriormente ser incrementado o decrementado  $10^\circ$  grados según sea el botón presionado posteriormente. En dado caso que se alcance el límite superior de  $180^\circ$  y se vuelva a presionar el botón “ADELANTE” no se enviara ninguna instrucción al arduino. Una situación similar ocurre cuando se alcanza el límite inferior  $0^\circ$  y se presiona el botón “ATRÁS”.

## Resultados

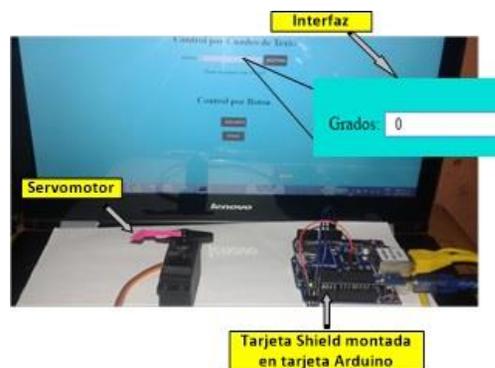
Para comprobar el correcto funcionamiento del sistema implementado se llevaron a cabo pruebas utilizando la red del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y una red de un hogar. Los resultados fueron satisfactorios ya que la interfaz controló el giro del servomotor tanto por el control por cuadro de texto como por el control por botón utilizando ambas redes.

Se presentan los resultados obtenidos al controlar el servomotor de forma aislada y una aplicación en el área mecánica ya que el sistema se utiliza para controlar un prototipo de laboratorio de un mecanismo de seis barras controlado por un servomotor. La Figura 6 muestra los diferentes elementos que conforman el sistema de control del servomotor. Se puede observar que consta de una computadora portátil en la cual se tiene acceso a la interfaz gráfica, un modem, la tarjeta *ethernet* de arduino y el arduino UNO, además del servomotor.

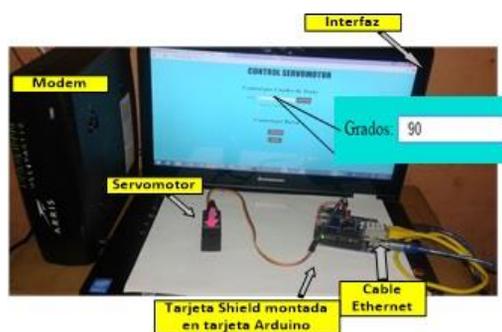
En la Figura 7 se muestra el servomotor controlado por la interfaz gráfica en las posiciones de  $0$  y  $90$  grados respectivamente. En ambos casos el control se realizó al ingresar la posición deseada en la interfaz gráfica. y se utilizó la red doméstica.



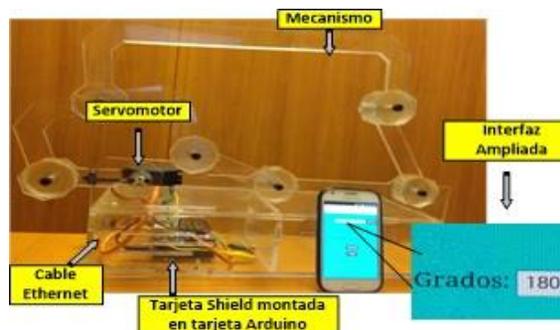
**Figura 6** Control de servomotor



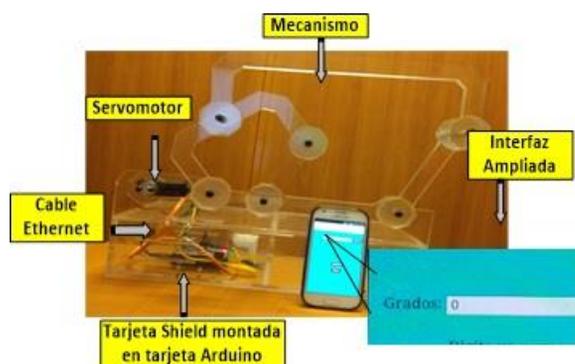
**Figura 7** Pruebas con red doméstica y control servomotor Posición  $0$  grados



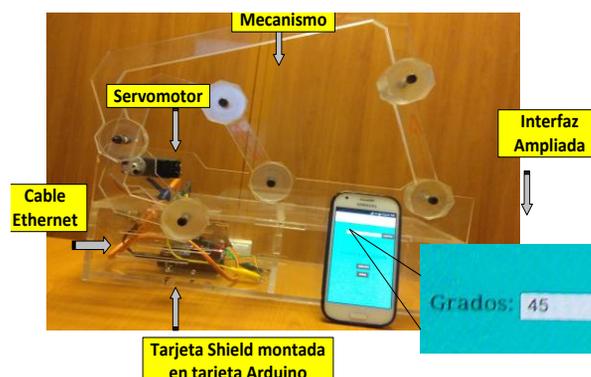
**Figura 8** pruebas de red domestica y control servomotor posición 90grados



**Figura 11** Pruebas con red institucional y control deposición de mecanismo de seis barras 180 grado



**Figura 9** Pruebas con red institucional y control deposición de mecanismo de seis barras Posición 0 grados



**Figura 10** Pruebas con red institucional y control deposición de mecanismo de seis barras 45 grados

La Figura 8 muestra el mecanismo de seis barras controlado por la interfaz gráfica en las posiciones de  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $180^\circ$  respectivamente. En estas pruebas el control se realizó mediante la caja de texto y se usó una red institucional para llevar a cabo las pruebas. El mecanismo utilizado es un mecanismo de seis barras diseñado en solidworks y maquinado en acrílico de 6mm.

Se acopla un servomotor a uno de los nodos, lo que ocasiona que los eslabones tomen diferentes posiciones en función del ángulo al que se quiera operar el servomotor. En la figura se indica con una flecha en color azul la posición en grados, medidos con respecto al eje horizontal en el nodo donde está conectado el servomotor.

## Conclusiones

En este artículo se presenta el control de un servomotor mediante una interfaz creada en los lenguajes de programación HTML y C de Arduino. Para lograr esta comunicación fue necesaria la intervención de una tarjeta Ethernet montada sobre la tarjeta Arduino UNO conectado a la red de internet mediante un cable *ethernet*.

Se realizaron pruebas en una red doméstica y en una red institucional que confirman el correcto funcionamiento del control del servomotor y del mecanismo de seis barras mediante el control remoto.

Además de que el control vía remota del servomotor y del mecanismo se realiza de dos maneras: Control por botón y control por caja de texto. Así como la interfaz es posible visualizarla y manejarla por cualquier dispositivo que esté conectado a la red mediante el navegador de internet

## Referencias

Esteban José Domínguez, Julián Ferrer. (2012). Sistema de comunicación Bluetooth. En Redes de comunicación de datos (Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo) (46). Editex

Federico Huércano Ruíz, José Villar Cueli. (2015). Capítulo 4. Nivel de enlace. En Desarrollo de componentes software para servicios de comunicaciones. IFCT0609(248 páginas). --: IC Editorial.

Gabriel Gerónimo Castillo. (2005). Sistemas de Comunicaciones -Redes II. Curso 2005, 1, 12.

Laura Prudente Tixteco. (noviembre, 2013). Diseño e implementación de un sistema dispensador de alimento para mascota, controlado vía Ethernet. Tesis, 170

Purificación Aguilera. (2011). Purificación Aguilera. Editex.

Sergio Luján-Mora. (2002). Capítulo 4, Que es una aplicación web. En Club Universitario, Alicante (321). Club Universitario, Alicante.

Wan Muhamad Hanif Wan Kadir, Reza Ezuan Samin, Babul Salam Kader Ibrahim. (2012). Internet Controlled Robotic Arm . Procedia Engineering , 41, 1065-1071

## Construcción de laboratorio Virtual mediante Applets para el Aprendizaje de Probabilidad y Programación

PÉREZ-TORRES, Roxana \* †, MAYA-PÉREZ, Norma, LIMA-ESTEBAN, Margarita, REYES-DE LOS SANTOS, Iyeliz

Received June 30, 2015; Accepted December 23, 2015

### Resumen

El presente trabajo describe el laboratorio virtual en las áreas de matemáticas y programación, cuyo objetivo es ofrecer una herramienta interactiva que pueden usar estudiantes y profesores. En el área de probabilidad y estadística incluyen temas de permutaciones y combinaciones, así como distribuciones de probabilidad discretas y continuas. Distribución uniforme, normal estándar, binomial e hipergeométrica. En programación temas de estructura secuencial, estructura condicional simple, estructura de selección completa, selección múltiple, y estructuras de control repetitivas, utilizadas en lenguajes de programación orientada a objetos. En el desarrollo se utilizó el lenguaje Java, bajo el entorno de desarrollo NetBeans versión 7.1 y herramientas de GeoGebra; bajo la metodología de construcción de prototipos e incremental. Se presentan interfaces de siete applets desarrollados y la proyección del trabajo futuro para enriquecer los applets y medir su impacto.

**Desarrollo de software, programación en Java, applet, software educativo, probabilidad**

### Abstract

The present work describes the virtual laboratory in the areas of mathematics and programming, whose objective is to offer an interactive tool that may be used by students and teachers. In the area of probability and statistics including issues of permutations and combinations, as well as discrete and continuous probability distributions. Uniform distribution, standard normal distribution, binomial and hypergeometric distribution. In programming topics like sequential structure, simple conditional structure, full selection structure, multiple selection structure and Control repetitive structures, used in object-oriented programming languages. Java was the language used for these developments, with the NetBeans version 7.1 and GeoGebra tool; under the incremental and prototypes construction methodologies. Seven interfaces developed applets and projection of future work are presented to enrich applets and measure their impact

**Software development, Java programming, applet, educational software, probability**

**Citación:** PÉREZ-TORRES, Roxana, MAYA-PÉREZ, Norma, LIMA-ESTEBAN, Margarita, REYES-DE LOS SANTOS, Iyeliz. Construcción de laboratorio Virtual mediante Applets para el Aprendizaje de Probabilidad y Programación. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 8-12

\* Correspondencia al Autor (Correo electrónico: roxana.perez@utvtol.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El grupo de investigación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca (UTVT), se da la encomienda de desarrollar proyectos de investigación dentro del marco educativo; con el objetivo ampliar las herramientas didácticas en temas diversos como probabilidad y programación, temas que nos ocupan en este trabajo en el que se reporta la implementación de un laboratorio virtual, que diluye las limitantes de tiempo y distancia beneficiando no solo a estudiantes y profesores, sino todo interesado en el tema ya sea para estudio o análisis de resultados

## Materiales y Métodos

La metodología utilizada es la combinación del modelo de construcción de prototipos e incremental (Maya 2012), aplicando los siguientes pasos:

- Selección de temas de probabilidad y programación.
- Diseño de cada applet, con conceptos, y fundamentos de cada área.
- Programación de cada applet codificados en lenguaje Java versión 7.1 y herramientas de Geogebra.
- Implementación y pruebas. Los applets están cargados en un servidor (adquirido por apoyo de PROMEP) y publicados en el sitio Web, [www.proyectosutvttic.com](http://www.proyectosutvttic.com)

## Desarrollo

En el desarrollo de los applets se tuvo la participación de muchos de nuestros estudiantes, quienes aportaron su creatividad y habilidades tanto en la creación como en el uso, como complemento en las asignaturas de Estadística Aplicada y Programación.

A continuación se describen los applets desarrollados.

## Área de probabilidad

Los applets desarrollados incluyen: Permutaciones y Combinaciones, Distribuciones de probabilidad discretas y Distribuciones de probabilidad continuas.

### Permutaciones y Combinaciones

Los applets de permutaciones y combinaciones, permiten visualizar los conjuntos resultantes de  $nPr$  y  $nCr$ , para diversos valores de  $n$  y  $r$ , tiene como fin, ayudar a que el usuario comprenda que más que un número, son formas de ordenamiento y elección de conjuntos de elementos. En la figura 1 se muestra la interfaz del applet de Permutaciones y Combinaciones (Sánchez 2009).



Figura 1 Interfaz del applet de permutaciones y combinaciones

### Distribuciones de probabilidad discretas

Se desarrollaron aplicaciones para la distribución de probabilidad, uniforme, binomial e hipergeométrica, las cuales reciben como entrada las variables características de cada una de las distribuciones. La figura 2 muestra la interfaz del applet de la distribución de probabilidad uniforme, donde  $A$  y  $B$  son los límites del intervalo de los datos que forman parte de los posibles resultados.

En la figura 3 se visualiza la distribución binomial, donde  $n$  es el número de ensayos y  $p$  la probabilidad de éxito, así como la interfaz para la distribución hipergeométrica, donde  $N$  es el número total de objetos,  $n$  el tamaño de la muestra,  $K$  objetos clasificados como éxitos.

Los applets permiten observar las distribuciones de probabilidad gráficamente (Walpole 2007).

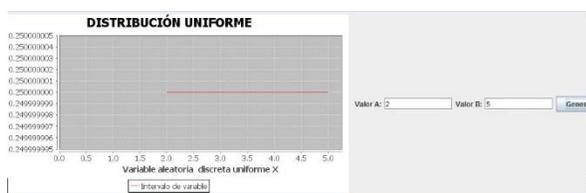


Figura 2 Interfaz del applet de distribución de probabilidad uniforme

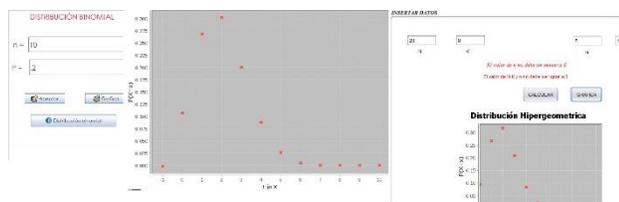


Figura 3 Interfaz de distribución de probabilidad binomial e hipergeométrica

## Distribuciones de probabilidad continuas

Los applets desarrollados para distribuciones de probabilidad continuas como, normal estándar, Ji cuadrada y T de Student, se utilizó Geogebra, software en el que ya existe la aplicación para distribuciones de probabilidad, y la posibilidad de exportarlo como applet, lo cual es muy sencillo. También se hicieron variantes utilizando las herramientas que proporciona el mismo software. A manera de ejemplo en la figura 4 se muestra la interfaz de la distribución de probabilidad normal (Walpole 2007).

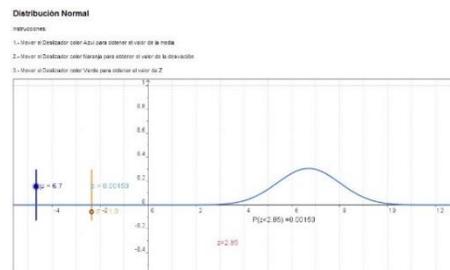


Figura 4 Interfaz del applet de distribución normal

## Área de programación

Los applets incluyen temas de estructuras algorítmicas como estructura secuencial, condicional simple, selección completa y múltiple y estructuras de control repetitivas. Cuya finalidad es mostrar las diferentes estructuras de control utilizadas en la materia de programación como recursos para optimizar el tiempo y procesamiento en la ejecución de los programas computacionales. Cualquier programa puede ser realizado con una combinación de las siguientes estructuras de sentencias y control (Schildt 2009).

## Estructura Secuencial

En esta estructura cada acción se ejecuta en el orden preestablecido como son enumeradas a lo largo del programa (Schildt 2009). Se ejecutan de forma secuencial (una detrás de otra) y no puede verse alterado el orden de ejecución. En la figura 5 se muestran la interfaz de los applets que incluye el tema desarrollado, ejercicios y un apartado de evaluación.

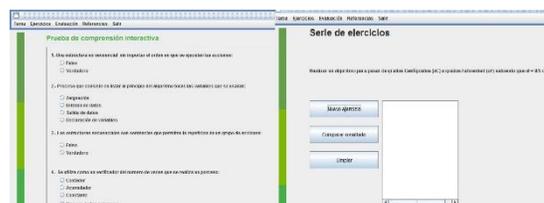


Figura 5 Interfaz del applet de estructuras secuenciales

### Estructura condicional simple

En ciertos programas la evolución natural del mismo durante su ejecución, puede necesitar unas variaciones de acuerdo con el cumplimiento o no, de algunas condiciones.

Mediante las estructuras selectivas podemos tomar decisiones, en las cuales se evalúa una condición y en función del resultado se ejecutará o no una acción o conjunto de acciones (Schildt 2009, Ceballos 2008). En la figura 6 se visualiza este applet.

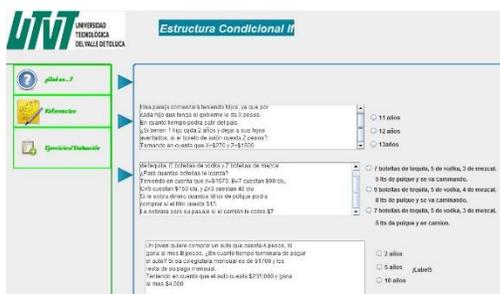


Figura 6 Interfaz del applet de estructura condicional simple

### Estructura de selección completa

Se emplea cuando queremos matizar qué acción o acciones se realizarán cuando sí se cumple la condición y cual se hará cuando no se cumpla (Ceballos 2011, Ceballos 2008). En la figura 7 se muestra la interfaz del applet que presenta al estudiante una serie de instrucciones condicionales y debe determinar su resultado lógico como si se estuvieran implementando en un programa computacional y posteriormente un cuestionario, el cual le servirá como una guía de estudio.

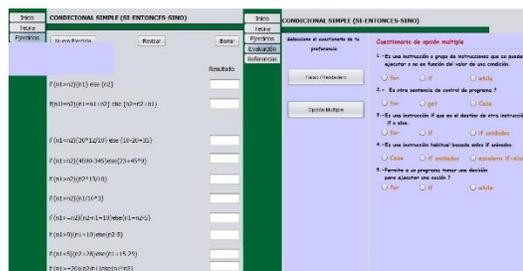


Figura 7 Interfaz del applet de estructura condicional simple

### Estructura de selección múltiple

A veces es necesario que existan más de dos elecciones posibles. Este problema se podría resolver por estructuras selectivas simples o completas que estuvieran anidadas o en cascada; sin embargo por este método si el número de alternativas es grande puede plantear serios problemas de escritura del algoritmo y naturalmente de legibilidad.

La estructura de decisión múltiple evaluará una expresión que podrá tomar n valores distintos (siempre un valor enumerado). Según que elija uno de estos valores en la condición, se realizará una de las n acciones (Ceballos 2011, Ceballos 2008). En La figura 8 se visualiza el applet que presenta al estudiante un apartado para la explicación del tema, otra de ejemplos y por último la evaluación.

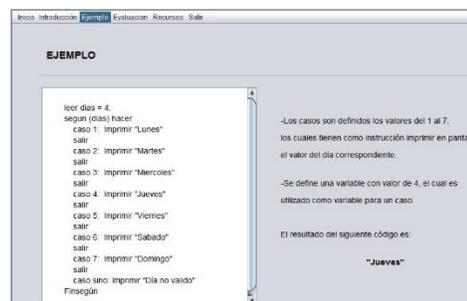
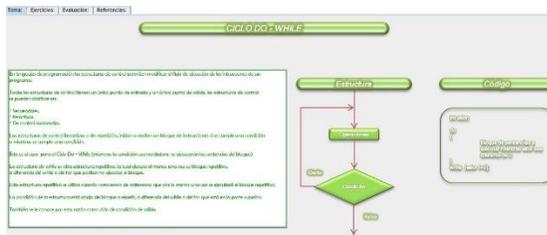


Figura 8 Interfaz del applet de estructura condicional simple

## Estructuras de control repetitivas

Algunas veces nos podremos encontrar ciertas tareas dentro de un programa que deben repetirse un número determinado o indeterminado de veces. Este es un tipo muy importante de estructurar, ya que, por un lado nos permite ahorrar muchas líneas de programa y en otros casos no sería posible resolverlo.

Las estructuras que repiten una secuencia de instrucciones un número determinado de veces se denominan ciclos o bucles y se denomina iteración al hecho de repetir la ejecución de una secuencia de acciones (Ceballos 2011, Ceballos 2008). La figura 9 presenta el applet que incluye tres secciones que son la explicación del tema, ejercicios y evaluación.



**Figura 9** Interfaz del applet de estructura de repetición (ciclos)

En este trabajo solo se visualizan siete applets de las áreas de probabilidad y programación, que están habilitados en el sitio web, <http://www.proyectosutvttic.com>

## Trabajos futuros

Las proyecciones del grupo de investigación de TIC son: 1. Incluir explicación teórica de cada applet desarrollado de cada área. 2. Analizar su impacto en el aprendizaje de nuestros estudiantes y optimizar según resultados. 3. Utilizar el sitio web, en cursos de estadística aplicada, programación.

## Conclusiones

El laboratorio virtual reportado en general es de utilidad para cualquier usuario que desee aprender o utilizar resultados de distribuciones de probabilidad discretas y continuas o cálculos de combinaciones y permutaciones; y en particular para el estudio de casos planteados en los cursos de estadística aplicada; así como en el análisis y comprensión de estructuras algorítmicas que son la base de la programación orientada a objetos, en planes de estudios del subsistema de Universidades Tecnológicas ampliando la gama de herramientas didácticas en el proceso enseñanza aprendizaje.

## Referencias

Ceballos Sierra, Francisco Javier. (2011). *Java 2 Curso de programación*, México: Alfaomega  
 Ceballos Sierra, Francisco Javier (2008). *Java 2: Interfaces Gráficas y Aplicaciones para Internet*. México: RA-MA Editorial

Maya Pérez Norma. (2012). *Implementación de Material Didáctico Digital para el área de Probabilidad y Estadística, en Recursos digitales para la Instrucción y el Aprendizaje*. En CCITA 2012 (199-202). Mérida, Yucatán: UT Mérida.

Sánchez Sánchez, Ernesto Alonso, Inzunza Cázares, Santiago, Ávila Antuna, Roberto (2009). *Probabilidad y Estadística I*, Ciudad de México: Grupo Editorial Patria S.A.

Schildt, Herb . (2009). *JAVA Soluciones de programación*. México: McGraw-Hill

Walpole, Ronald E., Miyers, Raymond H., Miyers, Sharon L., Ye, Keying. (2007). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*, : Pearson Educacion.

## Control y monitoreo de riego mediante el uso de dispositivos móviles

GONZALEZ-RAMOS, Alma Delia\*†, HIDALGO-BAEZA, María del Carmen, ROJAS-SILVA, Eduardo, GOMEZ-NUNGARAY, Mónica Alejandra

Recibido Junio 4, 2015; Aceptado Enero 30, 2015

### Resumen

En esta investigación se presenta la construcción de un prototipo de sistema de riego. Se logró desarrollar un sistema utilizando aspersores, bombas, sensores, manguera, contenedores de agua, electroválvulas que permitieron obtener el desarrollo viable del prototipo. También se incursionó en el uso de una placa microcontroladora (Arduino mega) el cual es un microcircuito programable y favorece el funcionamiento y control del sistema, este se encuentra interconectado a su vez con un teléfono móvil el cual utiliza como canal de transmisión tecnología bluetooth, su función es monitorear temperatura, humedad y controlar el suministro de agua potable y de reusó, utilizando sensores ultrasónicos, temperatura y humedad. La metodología empleada fue la del ciclo de vida, se realizó un análisis de requerimientos, un diagrama de circuitos, pruebas y evaluación. Con esto se emplea un sistema de riego automatizado que ha sido desarrollado para generar un ahorro en el agua, reducción de costos en el mantenimiento del cuidado de jardines, mediante la lectura de humedad y temperatura activando el sistema cuando cumpla ciertas condiciones que serán generadas por los sensores aunque podrá ser activado o desactivado por el usuario sin importar las condiciones.

**Sistema, Riego, Microcontrolador, Sensores, Dispositivos móviles**

### Abstract

In this investigation it is presented the construction of a prototype of an irrigation system. This system was developed using sprinklers, pumps, sensors, hose, water containers and solenoid valves that enabled to obtain the viable development of the prototype. Besides, it was used a microcontroller board (Arduino mega) which is a programmable microcircuit that benefits the system's functioning and control. The microcontroller board is interconnected with the mobile device via Bluetooth technology, as a transmission channel. Its function is monitoring the temperature and humidity, as well as controlling the supply of potable water and reusable water, using ultrasonic sensors, temperature and humidity. This paper used the lifecycle methodology, we developed an analysis of requirements, a circuit diagram, test bench and evaluation. An automated irrigation system has been developed in order to save water and reduce costs in maintenance and lawn care through the measurement of humidity and temperature, which will activate the system when specific conditions are reached. These conditions will be detected by the sensors, and will make the system work. In addition, the system is able to function manually, which means that can be activated or deactivated by the user, no matter what the conditions are.

**System, Irrigation, Microcontroller, Sensor, Mobile Devices**

Citación: GONZALEZ-RAMOS, Alma Delia. HIDALGO-BAEZA, María del Carmen. ROJAS-SILVA, Eduardo. GOMEZ-NUNGARAY, Mónica Alejandra. Control y monitoreo de riego mediante el uso de dispositivos móviles. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 13-17

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: alma.gonzalez@utfv.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

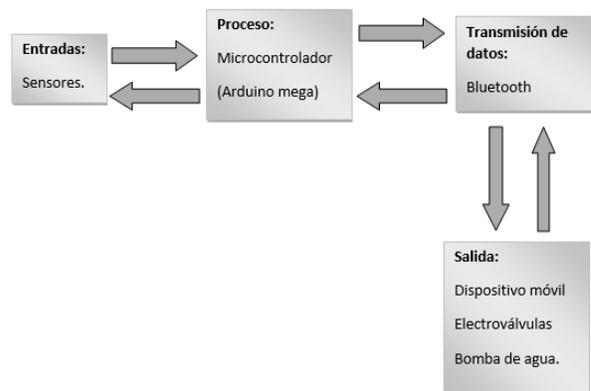
En los últimos años a raíz de los cambios climáticos y al incremento en el grado de contaminación con la que se convive día con día, se ha vuelto mucho más importante cuidar los recursos no renovables que utilizamos con cotidianamente, en especial el agua. Debido a la pobre cultura que se tiene acerca del cuidado de este recurso, se plantea el diseño e implementación de un sistema de riego que permita el ahorro de agua, lo cual se traduce en evitar el desperdicio de este vital líquido, así como reducir los costos derivados de dar mantenimiento a los jardines y áreas verdes que utilicen algún sistema de riego.

Así mismo se pretende crear conciencia hacia el cuidado del agua, con este tipo de proyectos junto a los programas implementados por el gobierno de la república tales como el Programa Nacional Hídrico 2014-2018, se pretende tener un mejor control y cuidado del agua para que futuras generaciones no sufran de escases de este recurso tan importante para la vida.

Existen una gran cantidad jardines de eventos dentro del Estado de México, estos invierten una suma importante de dinero en su cuidado y mantenimiento ya que uno de sus principales atractivos a la hora de brindar sus servicios es la imagen que proyectan. Un sistema de riego automatizado y adaptable permite aumentar la eficiencia y eficacia a la hora de dar mantenimiento a las áreas verdes, ya que la cantidad de agua que se utiliza en comparación a los sistemas de riego tradicionales es menor, lo cual no solo significa un cuidado en el medio ambiente, sino también una reducción en los costos destinados a dar mantenimiento.

## Diseño del sistema

Se planea la elaboración de sistema de riego que sea adaptable dependiendo del clima imperante en ese momento, es decir, en base a las condiciones meteorológicas y de humedad que se registren, se podrá alterar el tiempo y tipo de riego sin necesidad de alguna intervención externa, solo se envía una notificación al sistema que monitorea el correcto funcionamiento de los componentes para avisar sobre la modificación realizada y en todo caso que la persona responsable considere que dicha modificación no es viable y pueda cancelarla.



**Figura 1** Diagrama a bloques de funcionamiento

## Componentes utilizados

Para poder llevar a cabo la implementación del diseño el material utilizado fue:

- Modulo Bluetooth HC-05
- Sensor de Humedad y Temperatura DHT11
- Pantalla LCD 2x16
- Placa Arduino Mega 2560 R3.

Además de los materiales usados en el mantenimiento de las áreas verdes los cuales son:

- Bomba de Agua
- Aspersores
- Electroválvula
- Etc.

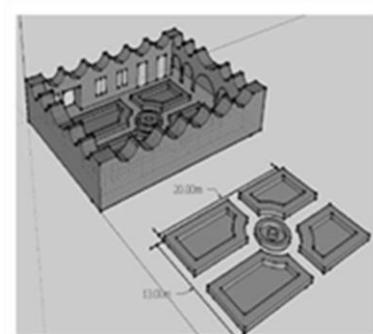
### Funcionamiento

El sistema de riego funciona a través de sensores de humedad y temperatura que están colocados en el área verde, dichos sensores ultrasónicos ubicados en los contenedores de agua (potable/recolectada) son los que nos permitirán calcular la cantidad de agua a utilizar durante el tiempo de riego, el sistema contará con dos relevadores uno de ellos activará la electroválvula la cual permitirá el paso al flujo del agua y el otro activará la bomba que permitirá llevar el agua hasta el o los aspersores que serán los encargados de realizar el riego.

Estos elementos están conectados a una placa micro controladora que se encuentra en comunicación con un módulo bluetooth que será el encargado de establecer una conexión bidireccional con un teléfono móvil con sistema operativo android. La placa está programada de tal manera que la aplicación podrá controlar el sistema, así como recibir alertas con las variaciones de humedad detectadas y modificaciones en el esquema de riego derivado de dichas variaciones.

### Resultados

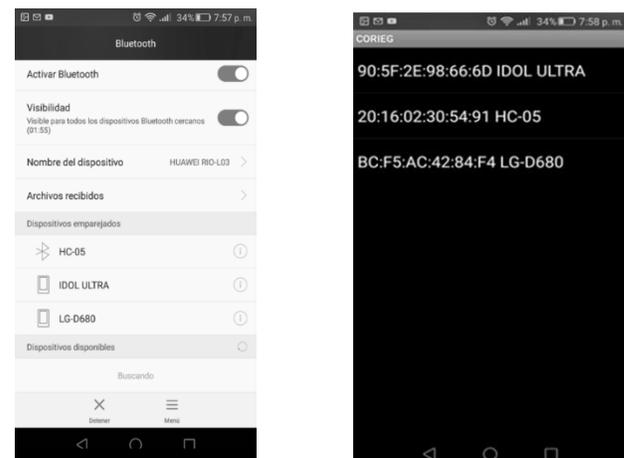
El sistema de riego ha sido utilizado en el área verde del jardín de Ex Hacienda la Encarnación ubicada dentro de las instalaciones de la Universidad Fidel Velázquez como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 2** Jardín de la Ex Hacienda la Encarnación

Se ha comprobado la eficiencia del sistema al obtener los siguientes resultados:

- Comprobar la conectividad del dispositivo móvil al sistema de riego como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 3** Conectividad del dispositivo móvil al sistema

- Realizar la lectura enviada por los sensores de humedad serán al sistema para activar o de desactivar según sean los valores detectados por los sensores, cabe señalar que no se tiene establecido un máximo o mínimo de valores, para que sean los que activen o desactiven el sistema, como se muestra en la figura 3.

- Mediante los relevadores se activó la electroválvula, la bomba para permitir el paso del flujo del hasta los aspersores que fueron los encargados de realizar el riego.
- Se logró el ahorro del agua y mantener en buen estado del área verde.

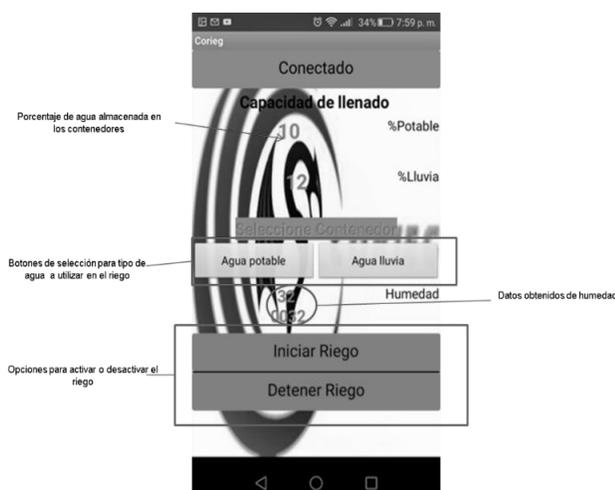


Figura 4 Pantalla principal del sistema

## Agradecimientos

El prototipo presentado fue desarrollado y puesto en marcha dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV), en el jardín ubicado en la hacienda, por lo mismo queremos agradecer a las autoridades involucradas, en especial al Ing. Luis Daniel Vargas Gutiérrez que nos facilitó el trámite para el uso del espacio físico y nos permitió realizar dicho prototipo y la obtención de los resultados de las pruebas necesarias.

## Conclusiones

Se desarrolló una aplicación que puede ser instalada en cualquier dispositivo móvil con sistema operativo Android para poder monitorear y recibir alertas sobre los cambios generados en el sistema de riego.

Sin embargo, al utilizar Bluetooth como medio de intercomunicación entre el dispositivo y el sistema, se debe de estar a una distancia cercana para poder recibir dichas notificaciones. Lo ideal sería poder recibir las alertas y modificaciones sin importar que tan lejos se este, por lo que en un trabajo futuro se puede considerar agregar un módulo con acceso a internet que monitoree el sistema y en cuanto exista una alerta esta pueda ser enviada al dispositivo móvil el cual tiene instalado la aplicación sin necesidad de preocuparse por la ubicación en la que se encuentre.

Con respecto al rendimiento del sistema, si estuvo monitoreando durante 3 semanas que tanta agua se destinaba para dar mantenimiento a las áreas verdes sin el sistema de riego, una vez hecha la instalación del sistema y monitoreando durante el mismo periodo de tiempo se vio una reducción en el consumo del agua del 28.3% con respecto al sistema tradicional de riego, este porcentaje es bastante considerable, si se piensa que ese 28.3% de agua de se está ahorrando puede ser utilizado para otras actividades, o mejor aún que ese porcentaje de agua no se utilizó, lo cual indica que realizar una actividad que consideramos cotidiana, la podemos realizar con un menor porcentaje de agua del que se creía necesario. Por lo anterior, si este tipo de sistemas los usaran todas las personas, la cantidad de agua que se ahorraría, tendría un impacto significativo tanto en el medio ambiente, como en el costo que genera el servicio de agua para la ciudadanía.

**Referencias**

Arroyo Zambrano, A. E. (2012). Medidor LC utilizando pantalla LCD 2x16 para visualización con programa embebido en un microcontrolador.

Chaudhry, N. A. (2001). U.S. Patent No. 6,188,557. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Ganesan, P., Kumaraguru, S. P., & Popov, B. N. (2007). Development of compositionally modulated multilayer Zn–Ni deposits as replacement for cadmium. *Surface and Coatings Technology*, 201(18), 7896-7904.

Intriago Giler, J. R., & Romero Mora, G. A. (2015). Desarrollo de Prototipo de Estación Hidrometeorológica.

John, J. K., & Sarkar, S. (1999, June). A comparison of IEC 76 and ANSI C57. 12 on transformers. In *Pulp and Paper, 1999. Industry Technical Conference Record of 1999 Annual* (pp. 204-208). IEEE.

Maier, M. W., Emery, D., & Hilliard, R. (2004). ANSI/IEEE 1471 and systems engineering. *Systems Engineering*, 7(3), 257-270.

Sedaghat-Pisheh, H., & Rebeiz, G. M. (2009, June). A compact SPDT RF MEMS switch with high contact

## Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia

GAVIÑO-ORTIZ, Gabriela \*† & SÁNCHEZ-MEJORADA ZAPATA, Angel Manuel

Recibido 22 de Enero, 2015; Aceptado 2 de Diciembre, 2015

### Resumen

Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia. Nuestro análisis está basado en investigaciones previas y avances encontrados sobre el tema con el objetivo de “determinar los factores que cubren las expectativas de un egresado de programas de educación a distancia a nivel superior, para que pueda ser competente en el campo laboral”. Para nuestro análisis utilizamos el enfoque cualitativo, -que se guía por áreas o temas significativos de la investigación-, y así pudimos definir la situación actual y alcances de la Educación a Distancia (EaD) en México, en un esquema de investigación a nivel descriptivo. Hemos encontrado elementos que permiten visualizar campos de acción sobre el futuro de las opciones de educación a distancia en México, para favorecer el aprendizaje de personas que por diversas razones (tiempo, costo y cercanía entre otras), no tienen acceso a una preparación profesional en esquemas presenciales. La contribución de este proyecto al campo de la educación a distancia es la propuesta de un esquema que integre los elementos que permitan a esas personas una preparación profesional a distancia y ser competentes en el campo laboral.

### Educación a distancia, competente y campo laboral

### Abstract

Our analysis is based on previous investigations and evidence about this theme having in mind as an objective “determine the factors that accomplish the expectations of graduate people from superior level on-line programs, to be competent in the labor field”. The qualitative approach -focus on significant investigation themes-, was used to follow our analytical process, from there we were able to define the present situation and extent of the on-line education in Mexico on a descriptive level investigative approach. We found some elements to let us visualize the future action fields of the on-line study options to favorite the learning process of people that is not able to do by different reasons (time, cost and closeness among others), and have not chance to study a professional career in a face-to-face system. Our contribution to the on-line field is shown in a schematic proposal, integrating the elements of on-line courses to let a person a professional preparation to be competent in the labor field.

### On-line education, competent and labor field

**Citación:** GAVIÑO-ORTIZ, Gabriela & SÁNCHEZ-MEJORADA ZAPATA, Angel Manuel. Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 18-34

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: gabygortiz@gmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la actualidad se hace evidente la gran necesidad de contar con programas educativos que tengan alcances mayores para atender a públicos diversos y dispersos geográficamente. Las razones son básicamente dos: calidad y oportunidad en la adquisición de conocimientos y la adopción de saberes para aplicarlos al campo profesional de manera constante, fluida y certera. En las sociedades del conocimiento se

*“hace especialmente hincapié en la capacidad para producir e integrar nuevos conocimientos y acceder a la información, el conocimiento, los datos y una vasta gama de conocimientos prácticos”. (UNESCO, 2005).*

En este siglo XXI, en todas las regiones de nuestro mundo se evidencia esa necesidad, aunado a ello, el gran desarrollo que han tenido las TIC's como herramientas de comunicación efectivas para generar la transformación del conocimiento en campos tales como la economía, la ciencia y la tecnología. Especialmente en los adultos, ese desarrollo permite un aprendizaje *“como un todo”*, por ello hemos enfocado este trabajo al aprendizaje en modalidades de educación a distancia (EaD) adecuado a las necesidades individuales de adultos que desean ser competentes profesionalmente.

Así mismo, la calidad y competitividad en los centros de aprendizaje, -especialmente las Instituciones de Educación Superior (IES) en la modalidad EaD-, son elementos necesariamente vigentes para cumplir una meta educativa a escalas mayores que la educación presencial. Al respecto cabe hacer la siguiente pregunta: ¿como se consigue la educación de calidad para quienes no tienen la oportunidad de asistir a cursos presenciales de tiempo completo en una IES?

Al contar con modalidades como la educación a distancia se ofrece para ellos, la facilidad de ser competentes en el campo laboral y mejorar su empleabilidad. En la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior (UNESCO, 1998), se declaró la necesidad de que en el siglo XXI existiera una:

*“...demanda de educación superior sin precedentes, acompañada de una gran diversificación de la misma, y una mayor toma de conciencia de la importancia fundamental que este tipo de educación reviste para el desarrollo sociocultural y económico y para la construcción del futuro”.*

Asimismo, no solo es la gran necesidad de educar (alfabetizar), sino promover los medios para una educación que genere competencias.

*Contar con alfabetización digital básica, es hoy una necesidad no solo para lograr mejores procesos de aprendizaje de los estudiantes, sino también para tener más herramientas en el ámbito laboral y también para ejercer nuestra ciudadanía. Pero es insuficiente si el acceso y la formación no posibilitan el desarrollo de usos innovadores y nuevas experiencias de aprendizaje.*  
(UNESCO, 2013)

Es evidente que para lograr una buena calidad, el programa educativo (PE), en un sistema de enseñanza EaD, debe reunir elementos que garanticen la fluidez, claridad, contenidos apropiados y comunicación síncrona y asíncrona, que permitan el estudio y análisis de los temas para lograr el objetivo de la propuesta de aprendizaje: ser competente en el área en el que se está preparando el estudiante y aplique esos conocimientos en el campo profesional.

Entre las principales funciones que debe cubrir una IES para estos efectos, es asegurarse que los centros educativos cuenten con elementos suficientes para generar una educación de calidad, lo que significa ser competitiva en términos de (Porter, 2010), Podemos decir que es ahí donde se debe centrar el esfuerzo mayor para lograr en una sociedad personas competentes en los diversos campos de su actuar, para ello el contar con las tecnologías, conceptos pedagógicos, gestión administrativa y diseño de materiales, contando con expertos en cada una de esas áreas, serán los elementos fundamentales que permitan crear y desarrollar los PE que se requieran en modalidad de EaD, siendo especialmente importante la figura del profesor-asesor y tutor, que será el responsable de la calidad en el proceso hasta que el alumno finalice su preparación y pueda certificar su competencia.

Para efectos de nuestra investigación hemos dividido este artículo en cuatro etapas:

### **Etapas 1. Diseño**

Tema de investigación

Metodología

Planteamiento del problema.

Justificación

Objetivos

General

Específicos

### **Etapas 2. Revisión de los estudios y antecedentes sobre el tema**

La calidad en programas educativos: presenciales y a distancia.

Experiencias en materia de evaluación de EaD superior en México.

Cadena de valor

### **Etapas 3. Análisis de IES en EaD**

Latinoamérica.

México.

### **Etapas 4. Propuesta del esquema de competencia**

Competencias y ventaja competitiva.

Esquema de competencias del egresado de programas EaD.

### **Diseño de la Investigación**

#### **Tema de investigación**

La EaD como opción de estudios de calidad a nivel superior.

#### **Metodología**

En este trabajo se utiliza el enfoque cualitativo (Hernández R. , 2010), que se guía por áreas o temas significativos de la investigación, consistiendo en la recolección y análisis de los datos tomados de fuentes confiables como: Banco Mundial, UNESCO, ANUIES, CIEES y UNED; derivado de ello es posible definir la situación actual y alcances de la EaD en México, en un esquema de investigación a nivel descriptivo que permita definir el objeto de nuestra investigación.

#### **Planteamiento del problema.**

¿Cuáles son los factores que determinan las competencias laborales de los estudiantes en las IES en programas EaD?

## Justificación

En base a las evidencias que hemos recopilado, no encontramos una base suficientemente comprobable que demuestre la ventaja de estudiar una carrera profesional en modalidades EaD, para que un egresado sea competente en el campo laboral.

## Objetivos

### General

Determinar los factores que cubren las expectativas de un egresado de programas EaD a nivel superior (IES), para que pueda ser competente en el mercado laboral.

### Específicos

- Centrar el proceso de aprendizaje en las diversas necesidades de los alumnos que acuden a cursos EaD a nivel superior para ser competentes par
- Analizar la evolución de los programas EaD en México para identificar su potencial.
- Especificar un esquema que permita evidenciar la importancia de la educación EaD, para generar competencias a nivel profesional.

## Revisión de los estudios y antecedentes sobre el tema

### La calidad en programas educativos: presenciales y a distancia.

En lo referente a la calidad, la crítica es hacia la formación del estudiantado; en un estudio sobre el tema (Carrión, 2005), se reportan datos que dan dirección sobre el punto a discusión: en instituciones educativas de EE. UU.

El comparativo en las facultades universitarias, aporta cifras sobre la percepción de la calidad en programas a distancia: *“la disminución de la calidad de las facultades a distancia es vista como extrema o altamente probable”* esto es evaluado en un 17% para instituciones de EaD, contra un 30% en facultades con programas de enseñanza tradicional: las instituciones no EaD evalúan como más crítico el problema de la calidad.

Por otra parte, en la publicación *“Going the distance: online education in the United States”* (Allen & Seaman, 2011), se menciona que en el 2010 ya habían más de seis millones de estudiantes tomando cursos en línea, un incremento del 10% con respecto al año anterior, comparado con solo un 2% de incremento de opciones de educación superior en otras opciones no en línea, lo que podría indicar que la mala calidad de los programas EaD está basado más en percepciones que en cifras.

Por otra parte, un 65% de las IES en ese país, indican que el aprendizaje en línea es una parte crítica de su estrategia a largo plazo. Existen también los académicos -una minoría de ellos-, que consideran a la modalidad on-line no de la misma calidad que puede lograrse en los cursos presenciales, los datos en este último informe se podrían complementar con el estudio *“Una mirada crítica a la educación a distancia”* (Carrión, 2005), de ahí observamos que la opción on-line se define dentro de los tres puntos siguientes:

1. Atender a una mayor demanda educativa
2. Responder a las exigencias de calidad.
3. El papel de las nuevas tecnologías.

La mayor demanda estaría definida por las necesidades de los grupos sociales existentes en países con niveles de desarrollo diferentes: aquellos que están en desarrollo, requieren de programas específicos para necesidades como alfabetización, mientras que en los desarrollados la demanda sería para programas formativos a nivel profesional o para cursos relativos al ocio.

Este estudio se aplicó en mil instituciones de educación superior en Estados Unidos y como uno de los resultados se observó que la oferta on-line es igual o, en algunos casos, superior a la basada en métodos presenciales y cerca del 33% de los encuestados pensaba que en el mediano plazo los resultados serían aún mejores para la opción EaD.

El abandono de estudios es otro factor importante, lo relevante de ello es que el uso de tecnologías ha permitido disminuir el porcentaje de abandono de estudios, de un 42%, en el formato presencial tradicional, a un 18% utilizando herramientas on-line de apoyo a presencial, produciéndose una mejora general en las calificaciones obtenidas por el alumno, los profesores son capaces de reducir el tiempo de clase utilizando esas tecnologías en la respuesta a preguntas planteadas por el profesor a través de la interactividad conocida como ClassTalk<sup>1</sup>. De esta manera se ha disminuido la inasistencia cerca del 25%.

### **Antecedentes y experiencias en materia de evaluación de la educación superior en México.**

La importancia de las acreditaciones de programas educativos de nivel superior ha sido avalada por organismos internacionales, como UNESCO y OCDE entre otros, sus recomendaciones coinciden en resaltar la importancia de fomentar los procesos de acreditación con estrategias nacionales y regionales. Los esfuerzos de la acreditación universitaria en México han ido adaptándose a las condiciones y necesidades de los propios estudiantes, las autoridades y las IES.

A través de diversos programas implementados por la autoridad educativa en México, a partir de 1984 con el Programa Nacional de Modernización Educativa (PNME) y los esfuerzos realizados por la ANUIES y otras instituciones, se han llevado a cabo programas para estructurar procesos de acreditación universitaria que buscan una mejor calidad en los programas educativos de las IES.

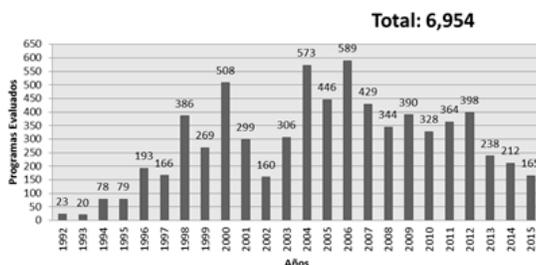
En todas las metodologías de estas evaluaciones se contrasta el programa a evaluar de la IES que lo imparte, contra el referente que el comité evaluador tenga definido. Los pasos generales a seguir son: revisión, evaluación, dictamen y emisión de recomendaciones. La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), también ha hecho aportaciones importantes para el efecto de estructurar los programas de acreditación

<sup>1</sup> Class talk. Término utilizado para centrar un tema de curso en sesión participativa en la cual todos –incluido el instructor o docente-, tienen la misma oportunidad de participar al mismo nivel de opinión

*“El nuevo Estatuto de la ANUIES, aprobado en noviembre de 1991..., se proyectaron dos procesos evaluatorios complementarios. El primero, a través de seis indicadores básicos que denotan cierto grado de desarrollo institucional y de recursos académicos disponibles.*

*El segundo, consistente en la realización de un reporte evaluatorio efectuado por un grupo técnico”*  
(ANUIES, 1993).

Los diversos esquemas de acreditación de PE's que se han desarrollado en el país, han permitido que en la actualidad existan los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), entidades encargadas de realizar evaluaciones diagnósticas con el propósito de acreditar programas académicos así como la administración y gestión, las funciones de difusión y extensión de la cultura en las IES que soliciten ser acreditadas. Hasta julio de 2003, los CIEES habían evaluado 2,202 programas académicos, la gran mayoría en IES públicas (Ver Gráfico 1).



**Gráfico 1** Programas educativos acreditados por CIEES  
Recuperado de: (CIEES, 2016)

Es notoria la importancia que tuvieron las acreditaciones hasta el año 2006 y posteriormente su incremento marginal ha ido decreciendo, pasando de 589 programas en 2006 a 165 en el 2015, lo cual significa que una gran parte de programas de universidades públicas y privadas ya se han acreditado.

El efecto que han tenido las acreditaciones de programas en IES públicas y privadas, es que ha fomentado la preocupación por mejorar la calidad académica y reconocimiento social, que en este momento es una estándar para todas las instituciones. Debido a que la calidad y la competitividad son dos factores integrados, las estrategias adecuadas para elevar el nivel de calidad de la educación superior,

Deben identificar en la cadena de valor cual es esa relación que integra los elementos de la competitividad.

### Cadena de valor

Hemos aplicado este concepto por considerar que es fundamental definir en que parte se genera una ventaja competitiva (VC) dentro del proceso de aprendizaje. En las IES existen funciones básicas y de apoyo que permiten concluir en el resultado esperado: un aprendizaje. Esas funciones también son parte del mecanismo de valoración de la calidad de un PE. Según el modelo de la ventaja competitiva (Porter, 2010), el crear y mantener un elemento estratégico distintivo de una organización o producto, genera la propuesta de valor para obtener un rendimiento superior.

La cadena de valor es la estructuración en forma de proceso, de la secuencia de actividades que permiten tener el rendimiento deseado y además permite identificar las actividades en las cuales tendrá que enfocarse una organización para ser competitiva y ser la opción para el cliente, o para el segmento de clientes que desea atender, la competitividad entonces se convierte en una estrategia definida y operativa que dirige los esfuerzos de una organización para lograr las metas establecidas. En un programa de EaD.

La institución tendría que definir la cadena de valor de tal manera que indique las actividades sustantivas o básicas a realizar, para obtener el valor agregado de su propuesta de valor.

Como se muestra en el figura 1, la oferta de un programa EaD estará basado en la creación del plan de estudios configurado por cuatro elementos estratégicos: Tecnología, Diseño, Docencia/tutoría y Dirección.

cada uno de esos elementos corresponde a acciones y programas que la IES debe realizar para generar las competencias requeridas en su personal, este tema se tratará con mayor amplitud en la propuesta al final de este estudio.

En la cadena de valor la tecnología se refiere al uso de las TIC's y otras herramientas avanzadas de interconexión, que permiten la comunicación efectiva entre las partes del proceso de aprendizaje, el diseño se refiere a los materiales a utilizar (programas, aula virtual, foros, chat y otros), la docencia/tutoría representa la actividad de producción del conocimiento y el seguimiento individualizado a cada estudiante, finalmente la dirección se refiere a las actividades del profesor para llevar a cabo su curso tomando decisiones como: aplicación de exámenes, atención de dudas y comentarios de alumnos, actividades administrativas y de gestión ante autoridades y otros aspectos que serán comentados posteriormente.

Conociendo lo anterior, podremos suponer que cada IES debe desarrollar una

metodología y los procesos de capacitación a docentes-tutores necesarios para generar su VC, así como contar con expertos en tecnología y diseño curricular para que sus planes de estudio respondan a las necesidades de los clientes/usuarios, que son la parte no controlable pero vital para la subsistencia y desarrollo de los programas de EaD.

Cada institución será responsable de crear su VC en base a definir mejor esas actividades básicas. Las actividades de apoyo son importantes, pero no generan directamente la VC, sino que contribuyen a ello, incluso algunas como el abastecimiento y servicios generales pueden ser realizadas a través de otras empresas (outsourcing)<sup>2</sup>.

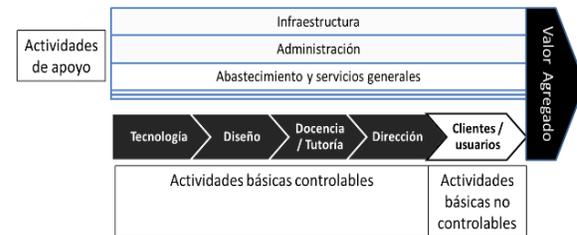


Figura 1 Cadena de valor de un programa EaD. Elaboración propia, 2016

<sup>2</sup> Outsourcing es un término del inglés que podemos traducir al español como 'subcontratación', 'externalización' o 'tercerización'. En el mundo empresarial, designa el proceso en el cual una organización contrata a otras empresas externas para que se hagan cargo de parte de su actividad o producción. Recuperando de www.significados.com

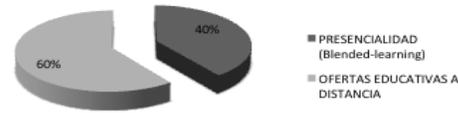
### Análisis de Instituciones de Educación Superior con EaD

#### Latinoamérica

A partir del análisis realizado por (Centeno, 2011), publicado por la UNED<sup>3</sup> denominado “Los sistemas digitales de enseñanza y aprendizaje en las universidades latinoamericanas”, encontramos un fundamento de cómo se logra la satisfacción de un usuario en programas EaD.

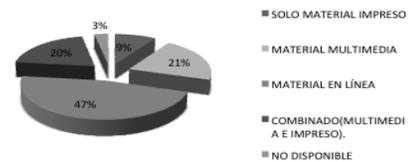
La autora reporta información cuantitativa y cualitativa de 20 países de América Latina y el Caribe, por categorías temáticas (desde la organización académica y administrativa de las instituciones, pasando por las características de los programas de educación EaD su metodología y bases psicopedagógicas. La función docente-tutor, hasta el uso de tecnología como herramientas y plataformas de las ofertas educativas).

La aplicación de esa información a nuestro trabajo se manifiesta en relacionar los hallazgos de la Dra. Centeno con la calidad de los programas educativos EaD que buscan desarrollar competencias en quienes cursan materias ligadas a la práctica laboral, que les permite adquirir los conocimientos y habilidades para acceder a empleos de tiempo completo o parcial.



**Gráfica 2** Comparación de programas en Oferta Educativa de EaD. Recopilado de: UNED, 2016

En la Gráfica 2. Se aprecia que el 60% de los programas educativos EaD en las IES son a distancia y 40% son mixtos (*blended-learning*), según estos datos se evidencia el desarrollo de ofertas curriculares de EaD utilizando solo herramientas y recursos didácticos de innovación tecnológica o telemática (integración de las telecomunicaciones con otros medios educativos mediante la informática), más que los mixtos, para lograr un aprendizaje efectivo.

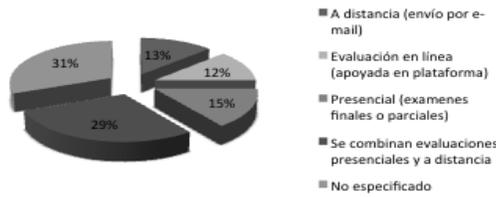


**Gráfica 3** Información utilizada en programas EaD. Recopilado de: UNED, 2016

Por otra parte, de los materiales utilizados, el porcentaje más alto (47%), es para el uso de materiales en línea como único y principal recurso. La siguiente categoría más importante es para material multimedia y audiovisuales con un 21%, en seguida estaría el uso de materiales impresos como principal medio pudiendo combinarse con audiovisuales y telemáticos.

<sup>3</sup> UNED. Universidad Libre a Distancia es la mayor universidad de España, con más de 250.000 estudiantes que cursan estudios a nivel Licenciatura, masters, posgrados y cursos de información <http://uned.es>

Solamente una minoría de instituciones afirmó utilizar únicamente materiales didácticos impresos en un 9%.



**Gráfica 4** Sistemas de Evaluaciones en instituciones latinoamericanas Recopilado de: UNED, 2016.

También podemos encontrar que la forma de evaluar a los alumnos en programas EaD, es preferentemente una combinación de herramientas presenciales con las “a distancia” (29%); las instituciones que eligen solo herramientas presenciales representan un 15%. Si integramos los resultados de “envío por e-mail” y “apoyada en plataforma”, veríamos que un 25% de las instituciones prefieren esta modalidad de evaluación, una tercera parte de ellas no especifica.

Como un aspecto fundamental para garantizar la calidad en el proceso de aprendizaje en EaD, es muy importante considerar la labor del tutor, -que se encarga de estimular al estudiante y buscar su participación activa durante todo el curso-.

Así visto, dentro de la cadena de valor esta actividad es básica porque genera una estrecha relación diferente a la de profesor-estudiante, que permite garantizar un proceso de aprendizaje de calidad, al mantener al discente motivado para continuar hasta egresar de un curso y/o nivel de estudios.

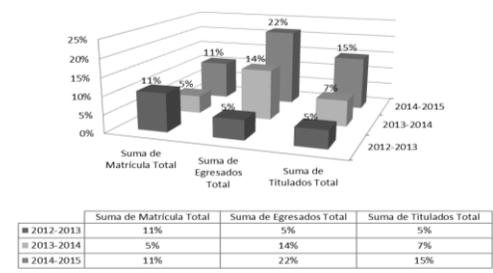
Las principales herramientas utilizadas para la tutoría en IES de Latinoamérica, son la intercomunicación síncrona y asíncrona a través

de foros, chat, e-mails, todos ellos fuera de la plataforma; la segunda mas importante sería por medios convencionales, que podrían ser incluso presenciales

**En México**

Una evidencia del desarrollo que en México han tenido las modalidades EaD, se muestra en datos reportados por la Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM), de la cual ya se han entregado los primeros 822 títulos a egresados de nivel licenciatura y nivel técnico superior universitario, lo que demuestra una consolidación de la alternativa EaD para realizar estudios de Educación Superior en el país (SEP, 2015).

Este dato nos refleja que el uso de tecnologías de información (TIC’s) a través de EaD, representa una vía para la superación personal de personas con diversas condiciones económico-sociales y demográficas. La matrícula actual de la UnADM es de 89 mil 127 estudiantes en todo el país, 2% reside en el extranjero, principalmente en Estados Unidos; 2% padecen alguna discapacidad, y 1% por ciento son parlantes de una lengua indígena (SEP, 2015).



**Gráfica 5** México. Incremento porcentual de matrícula de EaD entre periodos 2012 al 2015. Fuente: Elaboración propia en base a datos de ANUIES, 2016

Observando la Gráfica 6, podemos decir que la matrícula en esta modalidad educativa (niveles Técnico superior, Licenciatura en educación normal, Licenciatura universitaria y tecnológica), se ha incrementado entre los periodos mostrados (2012 al 2015), siendo este entre un 5% y 11% de período a otro, así mismo el número de egresados se ha incrementado a un ritmo mayor, siendo un 22% en el último periodo comparado, esto demuestra las bondades de la modalidad que facilita la terminación satisfactoria de los estudios; por último la suma de titulados sigue un comportamiento similar al de egresados.

Las investigaciones de (Campos, Brenes, & Solano, 2010), plantean que en el medio asincrónico característico de la modalidad EaD, como se sabe, crea contactos estudiante-docente-tutor y estudiante-estudiante, de una manera flexible y se adapta la comunicación a las necesidades de esos actores de manera interactiva. Por otra parte, el docente también ha visto necesario modificar sus métodos y necesidades formativas siendo necesaria una actualización docente en el manejo de las TIC's, los medios de comunicación y las estrategias de aprendizaje.

También para las IES representa un gran reto ofertar y mantener programas EaD, pues deben estar activas en cuanto a investigar las innovaciones y aplicaciones que permiten realizar los procesos pedagógicos de manera efectiva y apropiada para lograr el aprendizaje buscado como meta.

La cercanía profesor/estudiante paradójicamente se da a distancia mediante los encuentros sincrónicos/asincrónicos a través de las herramientas disponibles (internet, redes sociales, foros y otros), lo cual será mas o menos efectivo en la medida en que el docente y el estudiante estén familiarizados y sean hábiles en el uso de esa tecnología, que debería ser una competencia de ambos.

Entre las ventajas que tienen los entornos virtuales, una de suma importancia es que los alumnos pueden revisar los objetivos del aprendizaje, los conceptos clave y los materiales suplementarios puestos en la web, completar actividades y una serie de acciones que de inmediato suministran la información, son un apoyo tanto para los estudiantes como para los docentes.

Los profesores son capaces de este modo de reducir el tiempo de clase que se emplea en la exposición de aspectos generales, empleando el tiempo ganado en las áreas más problemáticas y participar de manera particular con cada uno de los estudiantes. Así, que durante uno 20 minutos tiene lugar una exposición magistral y el resto del tiempo, los alumnos trabajan en pequeños grupos, aplicando los conceptos aportados a la resolución de las cuestiones planteadas por el profesor; las respuestas de los grupos son transmitidas a través de la tecnología interactiva ClassTalk.

*“Las alumnos actualmente tiene otras características son más kinestésicos, requieren de estos entornos virtuales para poder trabajar, consecuencia de todo esto ha sido un mayor índice de asistencia, pasando del 67% al 90%.”. (Carrión, 2005)*

El costo y eficacia en el proceso de aprendizaje EaD se centra en el alumno, cambiando las funciones del docente, las tareas de concepción, desarrollo y elaboración de los materiales serán tareas de un diseñador y por otra parte la impartición de las clases, y realización de tutorías recaen en el asesor y tutor.

La importancia de separar las funciones es que tiene beneficios desde el punto de vista pedagógico y económico basado en la especialización: el profesor tutor por una parte, el diseñador EaD, y el especialista en pedagogía son los integrantes de un equipo de trabajo que va a crear los programas EaD, agregando a ellas las competencias de gestión del docente para estructurar la evaluación de los avances y resultados de un curso, pudiendo dividir la gestión en dos partes: administrativa (control escolar) y la otra el seguimiento de los estudiantes a través de herramientas de evaluación como las rúbricas.

Por otra parte, el grado de racionalización del proceso y división del trabajo es mucho mayor (Peters, 2000) lo que va a permitir desde el enfoque económico, una reducción de los costos, esto es, la rentabilidad de edificios, aulas, recursos materiales etc.

| Nivel de estudios                        | Porcentajes |         |
|--|-------------|---------|
|  | Público     | Privado |
| Técnico Superior                         | 2%          | 0%      |
| Licenciatura Universitaria y Tecnológica | 42%         | 41%     |
| Especialidad                             | 0 %         | 1%      |
| Maestría                                 | 3%          | 9%      |
| Doctorado                                | 0%          | 1%      |

**Tabla 1** Matrícula no escolarizada por nivel de estudios  
Elaboración propia en base a datos de ANUIES, 2016.

Se observa en la Tabla 1 que el comportamiento de la matrícula en esta modalidad a nivel de licenciatura tecnológica y universitaria se comporta prácticamente sin diferencia en los porcentajes entre las IES públicas y privadas.

En el posgrado, especialmente en maestría, notamos una mayor participación de las privadas. Esto refleja la importancia que en la educación privada tiene la modalidad a distancia en opciones de posgrado. Por otra parte, según datos de ANUIES, la modalidad no escolarizada hasta el 2015 representó un 18% de la matrícula total de las IES.

### **Propuesta del Esquema de Competencia en un PE con un sistema de enseñanza en EaD**

#### **Competencias y ventaja competitiva**

Hemos ya hablado sobre la cadena de valor, en donde se identifican las actividades básicas que generan la ventaja competitiva (VC) de un programa de EaD; también se ha hecho evidente que las actividades de apoyo son también importantes.

Considerando lo anterior y tomando como referencia el informe publicado por la Junta de Andalucía (Junta de Andalucía, s.a.), hemos definido en seguida las cuatro competencias que consideramos fundamentales para que una IES pueda ser competitiva y ofertar programas en EaD, que permitan al estudiante desarrollar sus habilidades y ser competitivo:

### Competencias tecnológicas

Este es un conjunto de habilidades que establecen y especifican las ventajas de la modalidad de aprendizaje en línea. Al aplicar la tecnología a las funciones educacionales de los programas EaD, es importante y necesario considerar el segmento de alumnos para quienes se dirija un curso, tomando en cuenta factores como: edad, situación laboral, escolaridad y otras, el tipo de curso (licenciatura, posgrado y/o especialización en alguna área profesional entre otros) y la evaluación que cada caso requiere.

La competencia incluiría habilidades para el manejo de herramientas informáticas (chat, foro, e-mail, video conferencias y otros), uso de programas para transferencia y almacenamiento de archivos (WeTransfer y Dropbox y el uso de las nubes en general) y la selección de plataformas más efectivas de acuerdo al programa, las necesidades y posibilidades de la institución y las de sus clientes/usuarios

### Competencias de diseño.

El experto en estas tecnologías, debe ser competente en diseñar, desarrollar y evaluar acciones de e-learning, conocer y aplicar los programas informáticos y navegadores adecuados a cada plan de estudio. Como en el caso de las tecnológicas, para el diseño de materiales es básico considerar principios didáctico-pedagógicos en programas de aprendizaje efectivos; la secuencia de las instrucciones, el desarrollo y evaluación del aprendizaje, son partes fundamentales de este grupo de habilidades.

Se requiere de un proceso formativo que parta del diagnóstico de necesidades de un grupo de estudiantes, que como ya se indicó, son heterogéneos en lo referente al tiempo, cercanía, costo, grado de especialización, competencias y actividades requeridas por ellos.

El diseño también debe considerar requerimientos curriculares, principios y teorías didácticas para el aprendizaje (orden, secuencia y claridad), objetivos claros, concretos y entendibles, medios y recursos que permitan interacción dinámica y efectiva profesor-alumno y alumno-alumno (animaciones, simulaciones, páginas web, artículos y libros electrónicos, repositorios, bibliotecas digitales y otros).

La otra parte importante del diseño de un curso en e-learning es buscar el trabajo en grupo colaborativo para que los alumnos puedan interactuar aplicando habilidades de liderazgo, negociación y consenso y así obtener un resultado sinérgico, mediante la planeación y seguimiento de actividades individuales simples (por ejemplo lecturas, y ver videos) o complejas (por ejemplo resolución de casos y presentación de trabajos en foros externos). Los recursos para ello serían por ejemplo videoconferencias o mixtos (blended-learning).

Las actividades de seguimiento, supervisión y evaluación en donde haya evidencia del desempeño individual y en grupo (wikis), son también parte del diseño del curso y está claro que es necesario mantener los materiales y recursos actualizados. Es prioritaria la flexibilidad para la adaptación de la información contenida en esos recursos y materiales, a las necesidades de los clientes-alumnos.

## Competencias tutoriales

La función de estimular a los alumnos para que participen activamente en las sesiones del curso, requiere de aptitudes específicas en el manejo y aprovechamiento de las herramientas comunicativas utilizadas en un curso EaD; el orientar, asesorar, estimular y atender a un grupo de alumnos, tiene como finalidad garantizar la calidad del curso.

Por lo tanto, el trabajo del tutor está relacionado con la planeación y el diseño del curso: si el número de alumnos fuera tan grande que no permitieran atender de manera individual a los alumnos, la efectividad de ese curso se vería afectada y por ello también la calidad, lo cual podría tener repercusión en la productividad vista como el número de alumnos que entran en una cohorte, entre los egresados de la misma; el costo del aprendizaje en este tipo de modalidad se vería afectado (Carrión, 2005).

*“En este sentido las simulaciones constituyen excelentes herramientas para poner a prueba a los participantes, para entrenar y desarrollar sus competencias, proponer desafíos, promover su competitividad o su colaboración, minimizando su abandono o falta de motivación...”* (Casamayor, 2013)

## Competencias pedagógicas

La modalidad on-line requiere de enfoques diferentes a la presencial tradicional, la construcción del conocimiento está basado en las experiencias que cada alumno obtiene al estar expuesto a los estímulos áulicos utilizados en los programas de EaD, atendiendo a ello, la teoría constructivista aporta importantes elementos para que los estudiantes puedan ser autónomos en el uso y control de los contenidos y herramientas de un curso on-line.

Tener acceso a información ilimitada cuando y donde se requiere y ser capaz de controlar la dirección y velocidad del propio aprendizaje, son ventajas que requieren definición de los límites para actuar, por lo tanto, los aspectos pedagógicos deben considerar los vínculos entre las herramientas y el aprendizaje para lograr la construcción del propio conocimiento por el alumno; es necesario utilizar un esquema diferente con aplicaciones pedagógicas utilizando herramientas tecnológicas efectivas en el proceso de aprendizaje, con las ventajas de flexibilidad, oportunidad y acceso que caracterizan a los programas de EaD (Hernández R. S., 2008).

Considerando lo anterior, el paradigma del constructivismo, es un enfoque adecuado para programas de EaD, por ser una propuesta que permite la “enseñanza orientada a la acción”; el alumno aprovecha sus capacidades en la generación del conocimiento que lo haga competente en un área profesional (Castro, 1998:31), bajo esta orientación constructivista el estudiante es el protagonista y el actor principal en su proceso de aprendizaje interactuando con el docente y sus otros compañeros de curso, aprende y permite así construir su propio conocimiento (Jeronimo, 2004).

Mediante un esquema de trabajo colaborativo, adquiere las habilidades para la resolución de problemas, aplicación de liderazgo, tomar decisiones y otras importantes habilidades aplicables en su competencia profesional. El conocimiento se mediatiza a través del contexto y se vincula a la experiencia, personal y circundante (Ibarra, Ortega, & Ortiz, 2003:93)

## Competencias genéricas que solicitan las empresas en México

De acuerdo con la Encuesta de Competencias Profesionales 2014, realizada por el CIDAC (Centro de Investigación para el Desarrollo, A. C., 2014), en 480 empresas, 26% de las cuales han tenido dificultades para encontrar trabajadores jóvenes con el perfil adecuado para el puesto, debido a no ser competentes en aspectos como: superar obstáculos, enfrentar retos y tomar decisiones para resolver problemas de trabajo. Al respecto en la publicación se comenta:

*“Las necesidades de las empresas no son las mismas de hace 10, 20 o 30 años, sin embargo muchos modelos de educación superior no han cambiado. Este factor resta competitividad a nuevos egresados y deja en el rezago a profesionistas que no se actualizan”*

El problema de escaso talento es atribuible a varios aspectos, uno de ellos es la falta de preparación continua de los empleados y otro es la vinculación oferta-empleo, solo un 32% de los directivos entrevistados indicó tener algún tipo de vinculación, sin embargo un 87% considero valiosa esa vinculación.

La apreciación sería que es necesario promover las prácticas profesionales entre ambos, no de manera aislada como es en la actualidad, sino a nivel de estándar en el campo profesional-laboral, incluyéndolas dentro del programa de estudios en EaD de las IES. Atendiendo a los comentarios expuestos podemos definir para nuestros propósitos, dos tipos de competencias laborales:

**a. Básicas** (comunicación oral y escrita en español y en inglés, puntualidad, sentido de responsabilidad, iniciativa o proactividad. capacidad de síntesis de información. Pensamiento lógico y ágil).

**b. Las más buscadas por las empresas.** Dentro de esta categoría se consideran las siguientes:

Negociación y resolución de conflictos, es decir la capacidad de llegar a acuerdos y generar un diálogo constructivo entre varias personas. Habilidad para tomar decisiones (que es la capacidad de realizar propuestas para resolver problemas que identifica en un área laboral). Conocimientos de uso de equipos de cómputo, maquinaria y/o software. Sentido de responsabilidad (capacidad de asumir el control de sus actividades).

Puntualidad en el cumplimiento de compromisos. Autogestión (que es el cumplimiento de una actividad sin necesidad de supervisión directa y constante, generar-actualizar su nivel de competencia y sus conocimientos, enfocado al conocimiento, innovación y atención del cliente.

Estas nueve competencias le dan un valor agregado a un egresado de nivel superior, sin importar el área laboral en la que se desempeñe, por lo tanto es importante que en el programa de estudios se perfilen cuales son las que correspondan a un determinado perfil profesional-laboral.

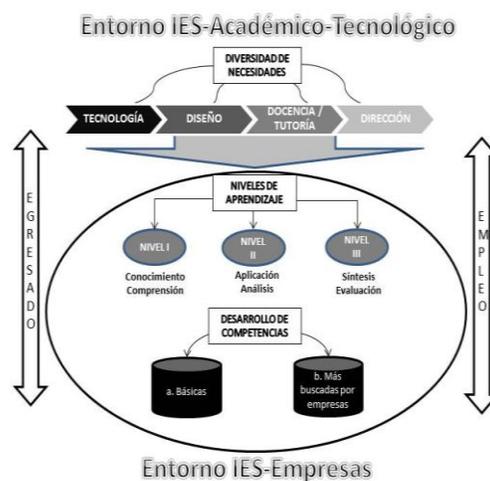
Como podremos comprender, esas competencias inciden en la empleabilidad de una persona, con el uso de herramientas tecnológicas o software especializado en el aprendizaje (aulas virtuales, simulaciones y mixtas), facilitan según la Taxonomía de Bloom, el aprendizaje que se evidencia con mayor nivel a medida que se utilizan diversos medios en el proceso de aprender y de mantenerse actualizado, las modalidades de EaD son ideales para ello,

### Esquema de competencias del egresado de un programa EaD

A partir de haber establecido ya un análisis de la cadena de valor y la creación de la VC de un programa educativo EaD, de las competencias que debe tener un equipo de expertos en diversas áreas (tecnologías, diseño, docencia y gestión), para crear y aplicar ese o esos programas y como se genera la VC de la institución que los imparte. Consideramos que esa es la parte estructural de un buen programa de estudios en EaD, ya sea para formación profesional o de extensión, lo que ahora deseamos es ofrecer una aplicación de ello a efecto de generar en los estudiantes las competencias que les permitan ser exitosos en el campo laboral.

La estructura general de la propuesta es la mostrada en el *Esquema 2.*, en donde se puede apreciar que a partir del aprendizaje con materiales específicos, tanto en espacios y tiempos sincrónicos como asincrónicos, es posible obtener hasta un 90% de aprendizaje y eso se traduce en la generación de competencias que a su vez serán aplicables al entorno laboral, favoreciendo la obtención de mejores empleos para un egresado de cursos EaD.

La simpleza del esquema no debe desviar la atención, ya que, lo crítico es como crear esas competencias en el estudiante y por otra parte, como ya se indicó en la cadena de valor, cuales son los cuatro grupos de actividades que permiten generar la VC, en este caso de un egresado. Esos dos elementos se integran para lograr un efecto final importante: egresados competentes.



**Figura 2** Esquema de Competencia laboral de un egresado en un programa en EaD Fuente: Elaboración propia, 2016.

Los elementos que hemos considerado para lograr esta comprensión a través de un esquema que genere las competencias deseadas en el egresado, pueden ser concretados en los siguientes puntos:

**Enfoque EVEA.** Las evidencias analizadas indican que el aprendizaje EaD más efectivo es aquel que se apoya en materiales diseñados de tipo sincrónico-asincrónico, utilizando herramientas tecnológicas (TIC's) en escenarios virtuales, todo ello es variable en función de los niveles de estímulo que requiera el estudiante, para que las actividades educativas puedan generar las competencias descritas.

**Diseño de materiales EVEA.** En base a las competencias que sean requeridas por los empleadores en un área laboral y a los requerimientos de los segmentos de clientes/usuarios de programas educativos, ubicar las áreas de conocimiento y/o especialización que sean necesarios para integrar en un plan de estudios EaD. Al integrar estas competencias a desarrollar por los estudiantes en un programa educativo, se genera el estímulo suficiente para permanecer motivado, siendo el alumno el protagonista de su propio aprendizaje.

La simulación de situaciones reales a través de ambientes virtuales, es una aplicación que permite tomar decisiones facilitando la comprensión de que la consecuencia de un error no es más que un aprendizaje promoviendo el desarrollo de las competencias que permiten tomar mejores decisiones. (Casamayor, 2013).

### Competencias centradas en el estudiante y su campo laboral

La autonomía del estudiante implica un permanente estímulo para continuar en un curso, la construcción del plan de estudios debe indicar con claridad su participación activa en cada parte del proceso, atendiendo a ello él mismo debe comprender que su autonomía está delimitada por los alcances del programa de estudio.

Entendiendo esto es factible que el alumno pueda desarrollar sus habilidades de comprensión y razonamiento que le permitan llevar a cabo todas las actividades planteadas en un programa teniendo como meta ser competente

### Referencias

Allen, E., & Seaman, J. (2011). *Going the distance: online education in the United States*. Massachusetts: BABSON Survey Research Group.

ANUIES. (1993). *Consideraciones generales sobre el proceso de acreditación de las instituciones de educación superior en México*. México, D.F.: s.e.

ANUIES.(2015).*ANUARIO\_EDUCACION\_SUPERIOR-LICENCIATURA*.From [www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior](http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior)

Castro, C. (1998:31). La educación en la era de la informática. Banco Interamericano de desarrollo , 31.

Casamayor, G. (2013). *La formación on-line. Una mirada integral sobre e-learning,b-learning*. (Vol. 1). Barcelona, España: GRAO.

Campos, J., Brenes, O. L., & Solano, A. (2010). Competencias del docente de Educación Superior en línea. (Latinindex, Ed.) *Actualizades investigatovas en Educación* , 10 (3), 1-19.

Carrion Arias, J. M. (2005). Una mirada crítica a la educación a distancia. *Revista Iberoamericana de educación* , 11.

Centeno, C. (2011). *Los sistemas digitales de enseñanza y aprendizaje en las universidades digitales*. Recuperado el 03 de 07 de 2016, de UNED: [www2.uned.es/catedraunescoead/criscenteno/analisis.htm](http://www2.uned.es/catedraunescoead/criscenteno/analisis.htm).

GAVIÑO-ORTIZ, Gabriela & SÁNCHEZ-MEJORADA ZAPATA, Angel Manuel. Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia Revista de Tecnología e Innovación 2016.

Centro de Investigación para el Desarrollo, A. C. (2014). *Encuesta de competencias profesionales 2014*. México: CIDAC.

CIEES. (15 de 6 de 2016). *CIEES*. Obtenido de <http://www.ciees.edu.mx/index.php/publicaciones/estadistica>.

Hernández, R. S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje.

Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de Investigación*. (Vol. 5). México, D.F., México: Mc Graw Hill.

Ibarra, J. L., Ortega, D. C., & Ortiz, A. (enero de 2003:93). Estudio sobre el uso de las tecnologías de comunicación e Información para la virtualización de la Educación Superior. *UNESCO. Instituto Internacional para la Educación Superior en America Latina*, 93.

Junta de Andalucía. (s.a.). *Proyecto Prometeo Estudio sobre competencias profesionales para e-learning*. <http://prometeo3.us.es/publico/images/competencias.pdf>. Andalucía: Idea.

Jeronimo, J. A. (Marzo de 2004). *La educación a distancia en dos continentes*. Obtenido de Primer congreso virtual latinoamericano de educación a distancia: [http://www.ateneoonline.net/datos/54\\_04\\_Montes\\_Jose\\_Antonio.pdf](http://www.ateneoonline.net/datos/54_04_Montes_Jose_Antonio.pdf)

Peters, O. (2000). Distance teaching and industrial production: a comparative interpretation. (I. perspective, Ed.) 54.

Porter, M. (2010). *Ventaja Competitiva. Creación y sostenimiento de un rendimiento superior*. Madrid: Piramide.

SEP. (2015). *Comunicado 185.- entrega sep primeros títulos de licenciatura en universidad abierta y a distancia de México*. México, D.F.: Secretaría de Educación Pública, México.

UNESCO. (1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción*. Obtenido de [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm)

UNESCO. (2005). *Informe Mundial de la UNESCO. Hacia las sociedades del conocimiento*. Paris: Ediciones UNESCO.

UNESCO. (2013). Enfoques Estratégicos sobre las TICS en Educación en América Latina y el Caribe. *Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe*.

## Estado del arte en carga estacionaria y dinámica de vehículos eléctricos

ZAMORA, Juan Antonio \* † & PERALTA, Edgar

Recibido Abril 18, 2015; Aceptado Diciembre 23, 2015

### Resumen

Objetivos, metodología. A continuación se presenta un compendio del estado del arte sobre la transferencia de energía para cargar baterías de vehículos eléctricos en forma inalámbrica estacionaria e inalámbrica dinámica. Así como los avances tecnológicos en la transmisión de energía mediante caminos energizados a través de acoplamientos magnéticos, inductivos, capacitivos, resonantes, entre otros. Se enfatizan la eficiencia de acoplamiento de cada sistema propuesto, la longitud máxima eficiente entre transmisor y receptor (primario y secundario) y las estrategias para mejorar el índice de acoplamiento sobre todo en la modalidad de carga inalámbrica estacionaria.

Contribución. Se propone la realización de un modelo de transferencia de energía inductiva por acoplamiento magnético optimizado en carga estacionaria para ser implementado mediante devanados circulares y rectangulares con diferentes arquitecturas, comparando el desempeño de ambas geometrías respecto a la energía transferida del primario al secundario considerando el GAP entre ambos.

**Vehículo Eléctrico EV, Transferencia por acoplamiento inductivo magnético IPT, Transferencia por acoplamiento capacitivo CPT, carga dinámica y carga estacionaria**

### Abstract

Objectives, methodology. This paper shows the state of the art compilation about power transfer for battery charging on electrical vehicles by cordless stationary and cordless dynamic. Also, it explains the technological researches in power transfer by magnetic, inductive, capacitive and resonant coupling on rail, emphasizing the coupling performance on each proposed system, the maximum GAP between transmitter and receiver (primary and secondary coils) and the strategies to increase the coupling index, mainly on stationary cordless charge.

Contribution. It proposes the design of an inductive power transference model by optimized magnetic coupling for stationary load to be implemented by circular and rectangular windings with different architectures, comparing the performance of both geometries respect to the energy transferred from primary to secondary considering the GAP between them.

**Electrial Vehicle EV, Inductive Power Transfer IPT, Capacitive Power Transfer CPT, dynamic charge and stationary charge**

**Citación:** ZAMORA, Juan Antonio & PERALTA, Edgar. Estado del arte en carga estacionaria y dinámica de vehículos eléctricos. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 35-45

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: zamoraju@hotmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Una de las mejores soluciones para reducir la contaminación por vehículos de combustión interna o combustible fósil es el uso de vehículos eléctricos EVs, siempre y cuando se considere que el origen de la energía eléctrica provenga de fuentes renovables o verdes; no obstante la incursión de EVs presenta dos grandes desventajas: limitaciones de la tecnología de las baterías actuales (baja densidad de potencia) y la carencia de conexión a la red eléctrica, lo que limita el rango de carga y recarga de las baterías respectivamente. Actualmente, las baterías requeridas para satisfacer los trayectos en los EVs son pesadas y costosas, además, el periodo de carga es largo ya que al ser cargada, existe un compromiso entre mantener la vida útil y la eficiencia de la batería.

De acuerdo a lo anterior, en aplicaciones automotrices los sistemas de combustión interna (ICE), híbridos, CNG y fuel cell serán las fuentes de energía más utilizadas hasta 2020, debido a la extrema eficiencia y desempeños demostrados. Las baterías de tecnología basada en iones de litio indispensables para los EVs, no son capaces de competir con la tremenda densidad de energía del combustible fósil, además, la infraestructura de carga, interfaces de potencia y aceptación de los usuarios. No obstante, a pesar de la lenta penetración del EV en el mercado, será uno de los candidatos más fuertes en la industria y en los sectores de investigación a corto plazo.

Actualmente la carga de los EVs comerciales se lleva a cabo de manera alámbrica o conductiva, tal como el EV Tesla deportivo, el cual carga su batería en 7 horas a 240 V/40 A para suministrar 53 KWh o 4.5 hrs a 240 V/70 A. En el caso del Prius, requiere 1.5 hrs. a 240 V para cargar 4.4 KWh.

El sistema alámbrico de carga requiere necesariamente una conexión eléctrica de suministro para cargar su batería mientras se encuentra inmóvil durante un tiempo considerable (probablemente durante la noche), lo que le dará un desempeño promedio de 60 Km/hr y un recorrido máximo de 100 Km; además, como cualquier conexión eléctrica, llegará al punto en que presente problemas de choque eléctrico y chispa al contacto debido al deterioro físico de la conexión y al clima (húmedo).

Los EVs actuales dependen directamente de una carga alámbrica única previa a su uso, lo cual causa limitación en su velocidad y máximo recorrido. Una solución de diseño competitiva para los próximos EVs es el envío de la energía al EV de manera inalámbrica. Así, la carga inalámbrica de EVs requerirá medios y capacidad de transferencia de dicha energía.

## Marco teórico en tipos de carga inalámbrica para EVs

En el presente trabajo se propone un acoplamiento de carga inalámbrica (WPC) conectado a la red eléctrica en el acoplamiento primario (aislado del EV) que convierte el voltaje de AC de la línea en voltaje AC de alta frecuencia que suministrará al acoplamiento. El uso de altas frecuencias reduce las dimensiones de las bobinas y menor densidad de flujo magnético.

El acoplamiento secundario (dentro del EV) rectifica el voltaje AC de alta frecuencia a corriente directa para alimentar las baterías a bordo o alimentar directamente el motor eléctrico y otras aplicaciones; lo anterior es descrito en la figura 1.

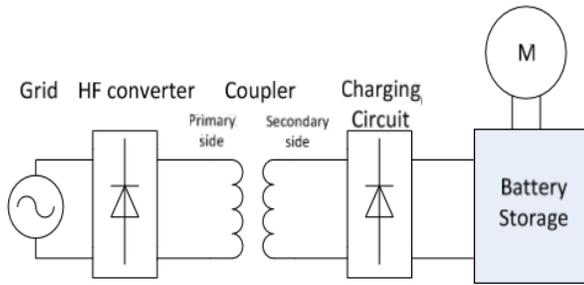


Figura 1 Sistema de carga inalámbrico típico

La carga inalámbrica puede clasificarse en función de la movilidad en estacionario y dinámico como:

- **Estacionario o SWC.** Carga mientras el EV está estacionado (incluso en una parada rápida), toma tiempo su carga por lo que el vehículo no debe estar en uso. La transferencia del primario y el estacionario en SWC se lleva a cabo en una zona precisa y reducida por lo que se cuenta con la alineación correcta (secundario sobre primario). La carga podría ser almacenada rápida y eficientemente en unidades de almacenamiento (super o ultracapacitores). Se debe evitar la fuga electromagnética y la interferencia con otros EVs; es esencial el espacio entre el primario y el secundario (GAP de aire).
- **Dinámico u On line/ in motion WC.** Carga mientras el EV está en movimiento por avenidas o carreteras, minimizando la cantidad de baterías requeridas, incluso, la energía puede ser entregada directamente a la transmisión. El lado primario se encuentra bajo el camino en líneas de energía distribuida y el secundario abordo del EV orientado al piso en agrupamientos en forma de PADs para tomar la energía mientras se encuentra en movimiento; resulta complicado tener un constante GAP debido a las condiciones de los caminos.

La carga inalámbrica puede clasificarse en función de la transferencia de energía inalámbrica (WPT) como:

- Acoplamiento inductivo electromagnético (IPT).
- Acoplamiento capacitivo (ICT).
- Transferencia por acoplamiento con ajuste inductivo-capacitivo
- Acoplamiento magnético resonante (MRCT).
- Acoplamiento magnético permanente (PMPT).
- Transferencia de energía basada en microondas y láser (se encuentra en un nivel conceptual y sin aplicaciones comerciales aún).

A continuación se analizan las 5 primeras formas de tecnologías de transferencia de energía inalámbrica.

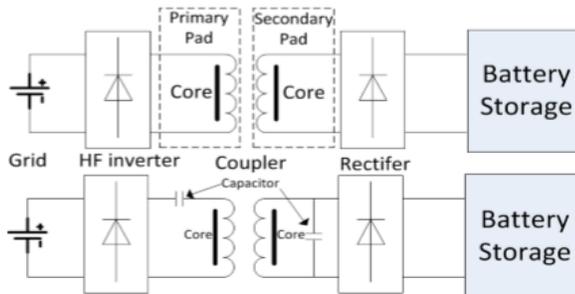
### Transferencia de energía por Inducción IPT

El acoplamiento es débil, las bobinas primaria y secundaria no poseen un núcleo común, la energía se transfiere a través del aire. De acuerdo a los diferentes tipos de IPT, la diferencia recae en como utilizan capacitores para acoplar la mejor transferencia de energía, colocándolos en serie en el primario y en paralelo en el secundario; ver figura 2.

Por lo tanto, resulta más efectivo que el uso de algunas técnicas de conmutación, debido a que el emparejamiento de impedancias resuelve directamente el problema del acoplamiento ya que se forma un circuito resonante en ambos lados de modo que la potencia reactiva no es transferida a través del GAP. Este método reduce pérdidas por conmutación. El coeficiente de acoplamiento magnético está definido por la fórmula (1).

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad (1)$$

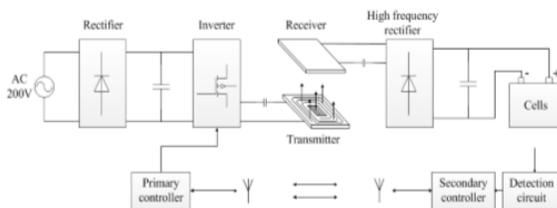
Donde,  $M$  es la inductancia mutua ( $k = 1$  si el acoplamiento es perfecto),  $L1$  y  $L2$  las inductancias primaria y secundaria.



**Figura 2** Sistema IPT a) Básico y b) con ajuste de impedancia mediante acoplamiento con capacitor

Se desarrolla un sistema en laboratorio en cual se implementan un transmisor y receptor, ambos de forma rectangular, ubicados a una distancia variable de 20 mm a 35 mm, que se acoplarán de manera resonante mediante un campo RF que tendrá una tendencia al campo magnético para obtener el máximo factor de acoplamiento. Se propone una topología basada en un circuito alimentado por 200 V AC, el cual será rectificado y acoplado a un inversor que es controlado por un sistema primario de control PID y de ahí al transmisor.

Del otro lado se cuenta con el receptor el cual es rectificado por un sistema de alta frecuencia también controlado por un PID y de ahí se alimenta el banco de baterías conformados por 6 baterías con un voltaje global de 72 voltios; ver figura 3.



**Figura 3** Diagrama esquemático de transferencia inalámbrica de energía

Se propone un modelo matemático claro y simplificado el cual es simulado a partir de las ecuaciones resultantes, de modo que pueden visualizarse los planos de campos magnéticos y el factor de acoplamiento en función del GAP y la desalineación entre bobinas. Además, propone un algoritmo para activar el PID e incrementar el factor de acoplamiento en función de los parámetros de voltajes, corrientes e impedancias de las ecuaciones deducidas.

Se obtienen los valores siguientes: Inductancia primaria de 226.08  $\mu\text{H}$ , inductancia secundaria de 179.19  $\mu\text{H}$ , Capacitor del primario de 0.15  $\mu\text{F}$ , Capacitor del secundario de 0.3  $\mu\text{F}$ , Devanado primario de 36 vueltas de alambre de 200 mm x 100 mm x 20 mm, Devanado secundario de 32 vueltas del mismo tipo y dimensiones de alambre, Coeficiente de acoplamiento de 0.3492, Frecuencia original de 23.5 KHz con variación de 1.5 KHz y GAP de 20 a 35 mm.

Además de las diferentes formas de núcleos de aire GAP, existen variadas formas de acoplamiento tales como el núcleo variable (pot) y núcleos de ferritas utilizados para incrementar la eficiencia de los sistemas.

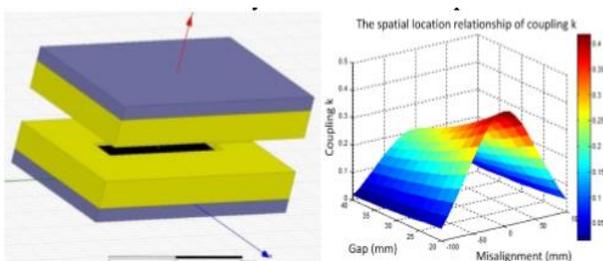
Los diferentes tipos de núcleos de ferrita consiguen elevar el GAP de 3 mm (núcleos de aire) a 200 mm y un factor de acoplamiento de 0.15. Actualmente se discute sobre el espaciado de barras de ferrita que conforman el núcleo en forma circular de unos 700 mm de diámetro con carcasa de aluminio (reduce las fugas de flujo magnético que se dirige hacia arriba y a los lados) de un modelo llamado PAD, en el cual entre mayor sea su diámetro mayor será la energía transferida y se tendrá una mejor tolerancia vertical.

### Simulaciones de comportamientos de campo magnético por elemento finito

Se realizan simulaciones por elemento finito acerca de dichos PADs y otros de forma rectangular, incluso se insertan en concreto para analizar sus pérdidas y la altura de su flujo de conexión el cual es aproximado a una cuarta parte del diámetro del PAD circular. El PAD rectangular alcanza un factor de acoplamiento de 0.2 a 200 mm.

A diferencia del PAD circular, el embobinado se coloca sobre las barras de ferrita y no alrededor de ella, siendo más angosto su espesor. De manera similar al rectangular se desarrolla un PAD polarizado llamado DD. Algunas mejoras de transferencia de energía pueden ser alcanzadas por materiales magnéticos 6h40 material MnZn es sugerido para aplicaciones de HF IPT, mostrando saturación de flujo alto y poca pérdida por ferrita cuando se opera por debajo de los 100 KHz.

La simulación del transmisor y receptor es mostrada, tal como lo indica el Gráfico 1 (a), en donde las partes de color azul representan los núcleos magnéticos y las partes amarillas representan las bobinas. Una curva del coeficiente de acoplamiento con desalineación respecto los centro de ambos planos es obtenido tal como lo indica el Gráfico 1 (b).



**Gráfico 1** (a) Modelo de Simulación. (b) Coeficiente de acoplamiento respecto GAP y desalineaciones

Se proponen 4 topologías de devanados primario y secundaria para obtener la mayor eficiencia y acoplamiento para carga inductiva acoplada M en tres distancias diferentes (1, 2 y 3 cm) para cargar E-bikes en soportes mientras permanecen estacionarias.

La señal acoplada es una onda electromagnética evanescente. El acoplamiento es mediante un SET-UP de dos bobinas de 60 cm separadas hasta dos metros de distancia, la primera conectada a la señal de RF y la segunda a un bulbo de luz. La señal tiene un acoplamiento tal, que evita que la propagación de la onda en el campo cercano no esté controlada debido a que la onda evanescente decae exponencialmente en la distancia y no porta energía.

La eficiencia de transferencia es del 45%. La principal contribución es que combina una señal RF relativamente de baja frecuencia 6.78 MHz, bobinas de ferrita y dispositivos de acoplamiento resonante para permitir la máxima eficiencia. Hace uso de un amplificador RF clase AB de 20 W, receptor con rectificador mediante convertidor de RF a DC, con estabilización por capacitor y convertidor SPIC DC a DC para regular el voltaje hacia la batería de 36 V.

Presenta la ventaja de ser libre de cables como todo sistema inalámbrico, pero la desventaja de baja eficiencia (menor al 40%), baja densidad de potencia (0.004 W/cm<sup>2</sup>), efectos biológicos nocivos, equipo de grandes dimensiones y pesadas y bajo cantidad de potencia transmitida.

## Transferencia por acoplamiento capacitivo CPT

Se propone una transferencia de potencia mediante acoplamiento capacitivo CPT estático mediante una estructura de lámina que lo hace simple, efectivo en costo y con una capacidad de transferencia efectiva; es una alternativa respecto al acoplamiento inductivo basado en bobinas y núcleos de ferrita.

Logra un acoplamiento capacitivo alto entre el vehículo y la estación de carga y los controladores asociados a la estación de poder. Se emplea como parte del GAP una goma flexible que mejora la conductividad. Se aplica a una estación fija que cargará la batería de un EV a 156V >1kW, con un acoplamiento capacitivo de 10nF operando a 540kHz.

La carga capacitiva primaria será colocada en una pared y la secundaria en la defensa del EV, la cual se deforma para tener el mejor acoplamiento capacitivo y así cargar directamente la batería; ver figura 4.

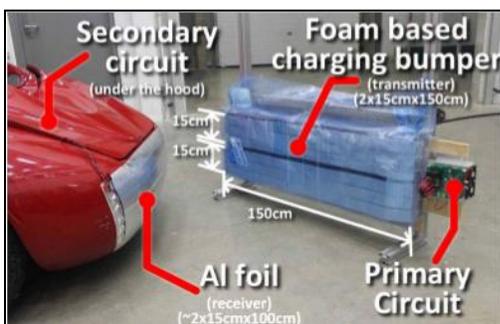


Figura 4 Prototipo de carga por CPT

## Transferencia por acoplamiento con ajuste inductivo-capacitivo

El funcionamiento típico de transferencia de energía inalámbrica se da forma inductiva o capacitiva, y por lo mismo incluye inductores y capacitores.

La transferencia de energía puede alcanzarse entre una bobina primaria a otra secundaria a través de una estrecha banda GAP a unos 50 Hz o 60 Hz, lo que se conoce como el fenómeno de transferencia de energía inductiva de campo cercano altamente acoplado.

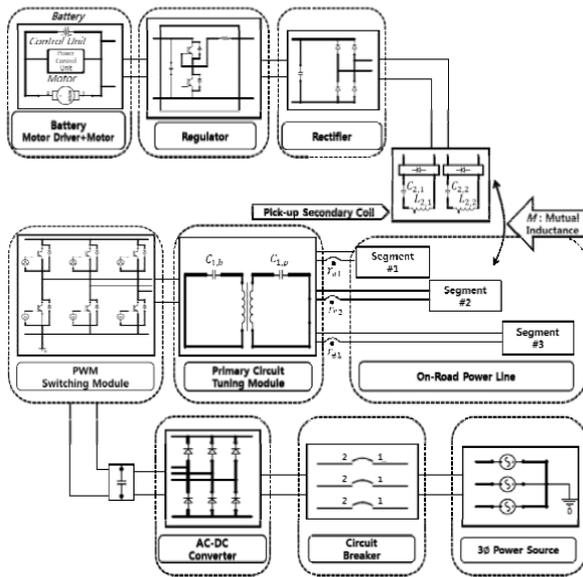
Si la frecuencia utilizada es lo suficientemente alta, la transferencia, el acoplamiento inductivo entre los dos circuitos puede ser más fuerte debido a la rápida velocidad de cambio el campo magnético, entonces, la transferencia de energía a través del GAP ocurrirá. Un capacitor resonador puede ser utilizado en el circuito secundario para sintetizar la frecuencia resonante del circuito primario, entonces el factor de potencia en la bobina secundaria es 1 y la eficiencia de transferencia se maximizada, a lo que se le llama transferencia de energía basada en resonancia.

Propone un circuito equivalente para deducir un modelo matemático en que se pueda mostrar que el uso de frecuencias altas y acoplamiento magnético más fuertes, acoplados en los dos circuitos resonantes implicarán mayores eficiencias de transferencias de energía.

Se aplica al autobús coreano OLEV (On Line Electric Vehicle), el cual se carga de manera inalámbrica mientras se encuentra en movimiento. Se considera esencial para su comercialización el tamaño de la batería y la ubicación de los transmisores de energía por lo que proponen un método matemático para su optimización.

El transmisor consta de un inversor conectado a bobinas bajo el camino, cuya longitud varía dependiendo de la potencia requerida y las condiciones del camino.

El proceso de carga para el Sistema OLEV da inicio en la fuente de poder principal de 3 fases AC de 440V o 380V que alimenta al inversor de potencia cuyas funciones son la de ser un convertidor AC-DC, PWM, circuito de sintonización de la frecuencia de operación y un número finito de segmentos instalados bajo el camino; ver figura 5.



**Figura 5** Diagrama esquemático del sistema de carga dinámica ubicado en el trayecto

El PWM conmuta el módulo para convertir DC en una señal AC de 20 KHz, la cual es la frecuencia de operación en los circuitos primario y secundario ( $L_{11}$ ,  $L_{22}$  y  $C_{22}$  son utilizadas para sintonizar la frecuencia resonante). El campo magnético será convertido a DC a través del rectificador y el regulador para alimentar directamente al motor o para que sea almacenado en la batería.

El inversor de potencia, además, podría incluir el control de conmutación de cada segmento, mientras mantiene la corriente de salida constante a 200 A sobre los requerimientos de las cargas de cada segmento, el cual es extendido a 6.

El EV puede tener una capacidad de potencia recibida de 100 KW (5 módulos de 20 KW cada uno); la inductancia mutua puede ser difícilmente explicada debido la naturaleza compleja del campo magnético en 3D. El OLEV puede alcanzar el 80% de eficiencia a 20 KHz de frecuencia de operación y resonante.

Para optimizar el máximo flujo magnético se implementa un diseño que incluye un plano geométrico de bobinas y ferritas de formas variadas, orientadas en dirección transversal y longitudinal de la base del OLEV, de los parámetros de inductancia, capacitancia de ambos circuitos incluyendo la distancia del GAP; lo anterior permitirá diseñar en 3D la conformación del campo magnético para alcanzar la máxima transferencia de energía y minimizar su fuga.

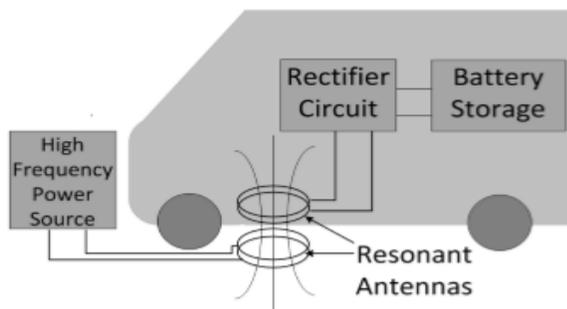
Proponen 6 segmentos de transferencia bajo la calle, uno de 2.5 m de longitud y otros cinco de 25 m cada uno; la distancia entre ellos varía de 3 m a 100 m en un circuito total de 2.2 km. Por lo tanto, aproximadamente sólo un 17% de la pista transmite durante el trayecto, en tres secciones y dos estaciones de carga separada.

Cada sección es alimentada por tres inversores de potencia. La electricidad recolectada durante la operación del EV se lleva en aproximadamente 170 m, lo que resulta suficiente para compensar el nivel de estado de carga de la batería (SOC) que se consume durante una vuelta completa.

## Transferencia por acoplamiento resonante magnético

La tecnología de acoplamiento resonante electromagnético es capaz de transferir energía a través de mayores GAPs, aproximadamente 90% de acoplamiento a 1 metro de distancia; lo anterior mediante dos antenas que resuenan a la misma frecuencia, sin embargo, la inductancia propia de la antena y la capacitancia integrada forman la resonancia a frecuencias del orden de MHz.

Han sido propuestas antenas helicoidales con extremo abierto y corto con un plato magnético para mejorar la eficiencia, no obstante la baja eficiencia de los semiconductores en órdenes de MHz limita su desempeño. Los dispositivos empleados deben transmitir altas potencias.



**Figura 6** Sistema de carga por acoplamiento resonante magnético

Se propone carga inalámbrica estacionaria y una buena separación entre las bobinas mediante acoplamiento resonante magnético en lugar de acoplamiento inductivo convencional. Parte de que si una frecuencia fija es utilizada, el sistema de resonancia acoplada es muy sensitivo posicionamiento incorrecto del EV, permitiendo un deterioro de la eficiencia.

Por lo tanto, si se le permite a la frecuencia transmitida adaptarse a la posición de las bobinas, puede mantenerse la eficiencia máxima para desviaciones mayores a 20 cm. Una resonancia ágil de frecuencia puede adaptarse al medir la corriente de la bobina transmisora y adapta la frecuencia tal que dicha eficiencia se mantenga y obtener mejor transferencia de energía que los convencionales diseños de frecuencia fija.

Utiliza un acoplamiento resonante magnético para incrementar la distancia entre las bobinas del EV y la estación de carga; se trata de una estación fija. Se pretende desarrollar un sistema que adapte su frecuencia al posicionamiento de las bobinas y sus desviaciones para obtener la máxima eficiencia; ver figura 6.

Se propone una transmisión de energía por resonancia acoplada con alta densidad de potencia para disminuir las dimensiones del sistema y alta eficiencia, 250W 36V, GAP de 100 mm a 200 mm. Así como solucionar la carga y el tiempo de carga de EVs mediante sistemas de carga dinámica inductiva ubicados en el trayecto del camino, tal como lo muestra la pista de Frankfurt a Cologne, donde un Motorway A3 puede trasladarse libremente.

Los parámetros de la red eléctrica aledaña a la autopista varían considerablemente de 750 V a 3 KV DC, arriba de 15 KV AC a 16.7 Hz y 25 KV AC a 50 Hz. Los rangos del voltaje nominal varían de 0.7 a 1.2. El nivel de potencia requerido determinará el tipo de topología electrónica de potencia a conmutar.

## Acoplamiento Magnético Permanente

El efecto de velocidad magnética se aplica en un rotor magnetizado en el lado primario, que está girando permanentemente, hace que un rotor secundario gire a la misma velocidad.

Se alcanzó una eficiencia de WPC al 81% a 150 mm de distancia a una frecuencia de 150 Hz; no obstante este modelo requiere alineación y mantenimiento debido a que está conformado por varios componentes mecánicos.

**Diseño de bobinas transmisora y receptora**

Se propone el diseño de un sistema de transferencia con bobinas transmisoras embebidas en el camino para facilitar la carga de los EV. La bobina primaria implica una medida de 30 cm por 1.6 m y la secundaria de 40 cm de diámetro; ver figura 7. El objetivo es reducir el costo del circuito transmisor.

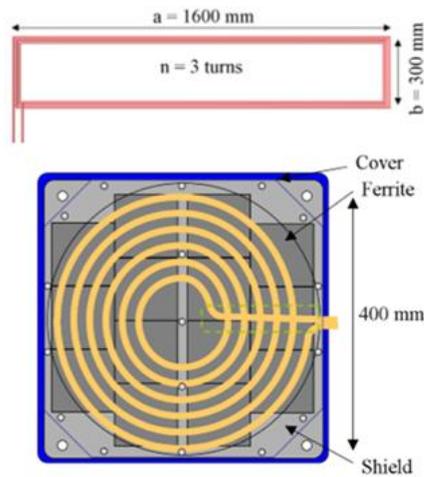


Figura 7 Diseño de bobina primaria y bobina secundaria

$$L = \frac{\mu_0 \cdot n^2}{\pi} \cdot \left( b \cdot \ln \frac{a}{r} + a \cdot \ln \frac{b}{r} \right) \tag{2}$$

$$L = \mu_0 \cdot R \cdot n^2 \cdot \left( \ln \frac{8R}{r} - 2 \right) \tag{3}$$

La bobina primaria es diseñada de manera rectangular, cuya inductancia se expresa en la fórmula (2), donde L es calculada de 33 μH, a, b, r, n establecen la longitud, el ancho y el radio de del cable LITZ que implementará la bobina de radio = 3 mm y que puede soportar corriente por arriba de los 40 A RMS: a = 1.6 m, b = 0.3 n = 3.

El receptor es una bobina 40 cm de diámetro y 6 vueltas, blindada por un chasis de aluminio que contiene ferrita. El valor de la inductancia el L = 27 micro Henrios, su inductancia se expresa en la fórmula (3).

El coeficiente de acoplamiento calculado en (4) y medido entre las bobinas transmisora y receptora es de 0.09, debido a la asimetría entre las bobinas por lo que para compensar tal acoplamiento han sido implementados circuitos de compensación en el receptor y el transmisor; ver gráfico 2.

El sistema puede transferir 1 KW a más del 90% de eficiencia. 5 transmisores han sido embebidos en el camino y el receptor ha sido instalado en un EV de dos plazas.

$$K = \frac{2R}{a} \cdot \left( \frac{R}{\sqrt{b^2 - 4h^2}} \right)^3 \tag{4}$$

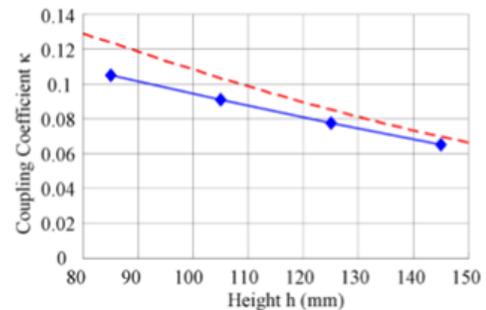


Gráfico 2 Valor medido y valor estimado del coeficiente de acoplamiento

**Ventajas y desventajas de la carga inalámbrica dinámica**

Ventajas de carga de manera inalámbrica dinámica

- La carga inalámbrica puede reducir el precio del vehículo, ya que puede reducir la cantidad de baterías requeridas en el automóvil y consecuentemente su peso.

- Carga automática mientras se conduce, ahorro de tiempos y movimientos.
- WPT (Carga de energía inalámbrica)/ WPT (Transferencia de energía inalámbrica) ofrecen aislamiento físico entre la red eléctrica y el EV (GAP). Lo que incrementa la seguridad de la carga.
- Proceso automático de carga.
- Mejora la optimización de espacio y tiempo requerido para su carga.

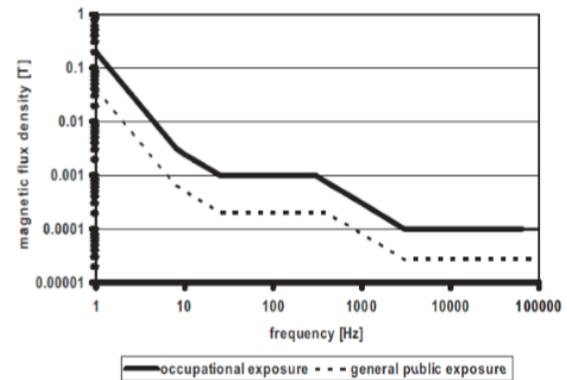
#### Desventajas de carga de manera inalámbrica dinámica

- Equipo de transmisión-recepción robusta y pesada.
- Limitación al acoplamiento, por lo que su eficiencia de transferencia es baja (menor al 40%).
- Limitaciones en capacidad y velocidad de carga de las baterías actuales.
- Infraestructura requerida a lo largo del camino para cargar al vehículo mientras es conducido.
- Baja densidad de potencia (0.004 W/cm<sup>2</sup>) y baja cantidad de potencia transmitida.
- Efectos biológicos nocivos.

#### Organismos regulatorios para protección de la radiación

La Comisión Internacional para la Protección de la Radiación No Ionizada (ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), regula los efectos biológicos de los campos y acoplamientos electromagnéticos involucrados en la transmisión de energía en los EVs. Se cuentan con excepciones de requerimientos de emisión para rangos de frecuencia específicos, siendo 6.78 MHz es una de las frecuencias centrales, no obstante deben considerarse los efectos nocivos a la salud de los humanos, por lo que la radiación se limitará al espacio entre el transmisor y el receptor.

La referencia de valores del nivel de exposición para humanos del flujo de campo magnético está definida en el Gráfico 3.



**Gráfico 3** Nivel de exposición para seres humanos del flujo de campo magnético

#### Conclusiones

La carga dinámica o estacionaria en caminos y carreteras electrificados es una propuesta de solución indispensable para el desarrollo y aceptación de los EVs. Para hacer más competitivo el desempeño del EV es necesario reducir su peso al disminuir el número de baterías y compensar dicha reducción al cargarlas mientras es conducido, además de cuando se encuentre detenido.

De esta forma, la capacidad de transferencia de energía, el nivel apropiado de eficiencia, la seguridad y la competitividad de negocios son requerimientos para que la tecnología de los EV sea aceptada comercialmente. Las áreas que deben hacerse más eficientes en la tendencia de carga inalámbrica de EVs son el control electrónico de potencia y compensación de acoplamientos, redes eléctricas paralelas a los trayectos de los EVs para alimentación, infraestructura de transmisión en los caminos, tecnología de información de flujo vehicular y distribución de la carga.

## Referencias

- Dai, J. y Ludois, D. “Wireless Electric Vehicle Charging via Capacitive Power Transfer Through a Conformal Bumper”. Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2015 IEEE.
- Jae Jang, Y.; Dae Ko, Y. y Jeong, S. “Optimal Design of the Wireless Charging Electric Vehicle”. Electric Vehicle Conference (IEVC), 2012 IEEE International.
- Khan-ngern W.; Zenkner, H. “Short Range Wireless Power Charging on Small Electric Vehicles”. Electromagnetic Compatibility, Tokyo (EMC'14/Tokyo), 2014 International Symposium on.
- Krishnan, S.; Bhuyan, S.; Pillai V.; Wang, W.; Afif, J. y Lim, K. “Frequency Agile Resonance-Based Wireless Charging System for Electric Vehicles”. Electric Vehicle Conference (IEVC), 2012 IEEE International.
- Pellitteri, F.; Di Tommaso, A.; Miceli, R. “Investigation of inductive coupling solutions for E-bike wireless charging”. Power Engineering Conference (UPEC), 2015 50th International Universities.
- Suh, I. y Kim, J. “Electric Vehicle On-Road Dynamic Charging System with Wireless Power Transfer Technology”. Electric Machines & Drives Conference (IEMDC), 2013 IEEE International.
- Throngnumchai, K.; Hanamura, A.; Naruse, Y. y Takeda, K. ”Design and Evaluation of a Wireless Power Transfer System with Road Embedded Transmitter Coils for Dynamic Charging of Electric Vehicles”. Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS27), 2013 World.
- Turki, F.; Staudt, V. y Steimel, A. “Dynamic Wireless EV Charging fed from Railway Grid: Grid Connection concept”. Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles (ESARS), 2015 International Conference on.
- Wang, S.; Dorrell D. “Review of Wireless Charging Coupler for Electric Vehicles”. Industrial Electronics Society, IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE.
- Zhang, J.; Zhu, C.; Chan, C. “A Wireless Power Charging Method for Automated Guided Vehicle”. Electric Vehicle Conference (IEVC), 2014 IEEE International.

## Estudio del cambio de modelo en maquina (diskus), del proyecto piloto de certificación en competencias para los técnicos de una empresa de autopartes

PÉREZ-RAMOS, María Gabriela\*†, DE ITA-XIMIL, José David, BENITO-VELÁZQUEZ, Cesar, HERNÁNDEZ –FERNÁNDEZ, Kevin

*Universidad Tecnológica de Huejotzingo*

Recibido Junio 15, 2015; Aceptado Diciembre 20, 2016

### Resumen

El artículo describe brevemente la ejecución de la primera etapa del proyecto piloto de certificación por competencias para personal operativo de una empresa de autopartes, mediante el análisis técnico del cambio de modelo en la maquina DISKUS, donde se realiza el proceso de perfilado de crucetas. Se describen las etapas de desarrollo del proyecto y extractos de los resultados logrados.

**Competencias, certificación, rol individual de trabajo, plan de capacitación**

### Abstract

This article briefly describes the implementation of the first stage of certification pilot project by competences for operational staff, using technical analysis of the model change in the DISKUS machine, where the crosshead profiling process is performed. The development stages of the project and extracts results achieved are described below.

**Skills, certification, working individual role, training plan**

**Citación:** PÉREZ-RAMOS, María Gabriela, DE ITA-XIMIL, José David, BENITO-VELÁZQUEZ, Cesar, HERNÁNDEZ –FERNÁNDEZ, Kevin. Estudio del cambio de modelo en maquina (diskus), del proyecto piloto de certificación en competencias para los técnicos de una empresa de autopartes. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 46-59

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: gabyprz05@gmail.com)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Las actuales necesidades del ambiente competitivo industrial imponen a las organizaciones a responder pertinentemente ante los cambios requeridos. La adaptación inmediata al cambio, el aceptar desafíos y aprendizaje constante, son vitales en cualquier empresa en un mundo globalizado. Para lograrlo es necesario que las organizaciones se convierta en un “equipo competente” conformado, por trabajadores con las competencias requeridas para desempeñar eficaz y eficientemente sus labores diarias. (Vargas, 2004).

Es importante mencionar que por cuestiones de confidencialidad el nombre de la empresa no se mencionará a lo largo del artículo, sin embargo se cuenta con la autorización para la realización del mismo. Y en la búsqueda constante por mantener su liderazgo en el mercado se ha preocupado por implementar un proyecto piloto para certificar los técnicos en la operación de la línea de rectificado CNC (Diskus). El objetivo del proyecto radica principalmente en que el personal operativo ejecute sus actividades de producción de acuerdo a un rol individual de trabajo, con el nivel de competencia requerida, para que sean capaces de tomar decisiones y proponer soluciones ante los problemas de producción que se vayan presentando en el día a día.

El proyecto piloto de certificación de operadores se realizó en dos etapas. La primera consistió en definir los niveles de certificación por competencias y proponer el plan de capacitación a través de la actualización del rol individual de trabajo para la preparación, operación y ejecución del cambio de modelo en Diskus.

Así como la gestión del proceso de producción. Fue necesario revisar y en caso necesario actualizar y/o diseñar instrucciones de trabajo para la operación del proceso y desarrollar la matriz de competencias para la operación de Diskus.

La segunda etapa consistió en desarrollar instrumentos de evaluación por competencias en los tres saberes: Saber hacer, saber, saber ser. Lo anterior permitió identificar el nivel de competencia en que se encuentran los técnicos expertos actualmente operan Diskus.

Sin embargo en el presente artículo se describen brevemente las etapas desarrolladas para la primera parte del proyecto, lo anterior por el gran alcance del mismo. Cabe mencionar que para lograr los resultados se contó en todo momento con la colaboración del personal técnico, de ingeniería y administrativo; expertos en el área por parte de la empresa, así como del investigadores y cinco alumnos de la carrera de Procesos Industriales de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo (UTH).

## Planteamiento del problema

La empresa se encuentra en un proceso constante de crecimiento y en la búsqueda por desarrollar a su personal técnico, identificó que no contaba con una evaluación que permitiera conocer los niveles de competencia del personal operativo. Actualmente realiza evaluaciones en conocimientos técnicos, lo que impide evaluar objetivamente una competencia en sus tres niveles de actuación: saber hacer (aplicación técnica/ practica), saber (teórico) y del saber ser (trabajo en equipo, comunicación, respeto, etc.)

A partir de las evaluaciones que realiza la empresa asigna a un técnico que capacite a personal de nuevo ingreso.

Lo anterior genera vicios en el proceso de cambio de modelo ya que el lenguaje técnico no siempre es utilizado correctamente y el proceso se puede ejecutar de diferente manera sin atender a la instrucción de trabajo.

Al estar la empresa convencida de que el incremento de la productividad se puede lograr con personal competente con la capacidad de tomar decisiones para la solución de problemas que se les presenten durante el proceso, así como coadyuvar en la capacitación de nuevo personal en el proceso específico, la empresa solicitó la colaboración de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo para desarrollar un proyecto que permita comenzar un proceso de certificación por competencias, tomando como piloto a los técnicos que operan la máquina DISKUS, y en lo futuro replicar el modelo en otras estaciones de trabajo.

Es importante mencionar que el artículo esta estructurado de la siguiente manera: En el marco teórico se describen la definición y antecedentes de las competencias en México, la importancia que prestan las empresas hoy en día en una gestión por competencias, el proceso y elementos que se consideran al definir un estándar por competencias. Finalmente se explica la metodología desarrollada para la ejecución del proyecto, así como las principales actividades realizadas en cada una de las etapas y los resultados logrados.

## Marco teórico

### Definición de competencias laborales

Para la Cinterfor/OIT (2009), una competencia laboral es “la capacidad de desempeñar efectivamente una actividad de trabajo movilizand los conocimientos, habilidades, destrezas y comprensión necesarios para lograr los objetivos que tal actividad supone”.

Ésta incluye la movilización de atributos del trabajador que le permite facilitar su capacidad para solucionar situaciones contingentes y problemas que surjan durante el ejercicio del trabajo.

Adicionalmente se enfatiza la importancia de competencia laboral puede ser establecida, identificada, medida y, por tanto, evaluada.

### Antecedentes de las competencias profesionales en México

De acuerdo con la OIT, sobre el desarrollo de los recursos humanos y la formación las “competencias abarcan los conocimientos, las aptitudes profesionales y los conocimientos técnicos especializados que se aplican y dominan en un contexto específico”. (Vargas, 2004).

Para el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER) de México es la “capacidad productiva de un individuo que se define y mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, no solamente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; estas son necesarias pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo.

El estándar de competencia son los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes requeridas, para que una persona realice cualquier actividad productiva, social o de gobierno, con un nivel de alto desempeño, definidos por los propios sectores. (CONOCER, 2009)

### Importancia de las competencias en las organizaciones

Para Dolan, L, Cabrera Ramón, Jackson Susan, E., y Schuler Randall (2007), la gestión de los recursos humanos disfruta de una ocasión única y oportuna para mejorar la productividad y muchas organizaciones han pasado del modelo tradicional de producción a un sistema de gestión por competencias. La productividad de las organizaciones se relaciona con la calidad de su personal, quienes presentan cualidades como el sentido del compromiso, dedicación y lealtad a la organización, orientación hacia el logro, capacidad de comunicación así como la participación, compromiso social, conocimientos técnicos como profesionales y receptividad al cambio.

Lo que origina un comportamiento con distintas características personales y de la organización, como las actitudes hacia el trabajo, los conocimientos teóricos- prácticos y oportunidades de crecimiento. (Prokopenko, pag, 221, 1989). Para Mills (pag. 19, 2007), las organizaciones usan las competencias para mejorar estándares y elevar el desempeño de la compañía identificando, desarrollando y reforzando aquellas que permiten mejorar la productividad de la organización. La evaluación por competencias permite identificar fortalezas y debilidades para tomar acciones estratégicas y reforzar los valores organizacionales.

Mills (p. 35, 2007), menciona que algunas de las razones por las que las organizaciones prefieren diseñar su propia estructura por competencias son: el uso del lenguaje organizacional, las características propias de cada organización.

Lo anterior porque lo que puede funcionar en una no significa que aplique a todas las organizaciones por igual y por lo tanto es importante identificar las competencias correctas en cada una de ellas, pero lo más importante es desarrollar una ventaja competitiva. En la tabla 1 se resumen mediante un sencillo cuestionamiento las razones para el desarrollo de competencias en la industria.

| Desarrollo de competencias en la industria |   |
|--|---|
| Para Qué:                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir roles</li> <li>Identificar y definir necesidades de capacitación.</li> <li>Generar un sistema de recompensas a través de los resultados de una evaluación laboral, revisión salarial y bonos, etc.</li> <li>En la contratación y selección de personal mediante entrevistas basada en competencias y el diseño de centros de evaluación. Para comunicar y establecer nuevos estándares de calidad, desempeño, cambio cultural, etc.</li> </ul> |
| Cómo                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Entrevistas estructuradas o más técnicas especializadas, de las cuales se pueden mencionar: Las de repertorio en las que se determinan las competencias más significativas y la conductual o de incidente crítico que permite definir competencias críticas y conductuales.</li> <li>Métodos de grupos de enfoque y debate de grupo.</li> </ul>  |
| Quién                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Es importante la participación de la mayoría del personal involucrado en el proceso, al menos un gerente del proyecto, gente del proceso de producción, quienes pueden participación desde el diseño, y/o en las etapas de revisión y validación.</li> </ul>   |

**Tabla 2** Desarrollo de competencias en la industria.

Fuente: Adaptación propia a partir del Mills. (2007)

Se destaca la importancia de hacer un perfil de competencia, esto ayudará al personal a entender exactamente cómo deben desempeñarse para el estándar requerido en su puesto de trabajo.

### Definición de roles - perfiles de competencia

De acuerdo con Mills (2007), los perfiles de competencia o los perfiles del rol coadyuvan a definir el desempeño esperado de los trabajadores: qué se espera de ellos y cómo deben realizar un trabajo determinado.

El perfil de competencia es una lista de competencias de la estructura de la organización que se aplican al trabajo en particular. “Los perfiles individuales de competencia pueden ser desarrollados por especialistas, grupos o individuos que representan el trabajo”, (Mills, 2007). Estos deben actualizarse periódicamente, ya que los cambios pueden ocurrir regularmente para garantizar su utilidad.

### Diseño de un estándar de competencia

Para CINTERFOR/ OIT (2009). El proceso para desarrollar un estándar de competencia sigue cuatro etapas:

- Identificación de competencias: “Proceso de análisis cualitativo del trabajo que se lleva a cabo con el propósito de establecer los conocimientos, habilidades, destrezas y comprensión que el trabajador moviliza para desempeñar efectivamente una función laboral”. Si el perfil de competencias se adopta como base por varios interesados, se convierte en norma o estándar.

Entre las metodologías utilizadas para definir una competencia se puede mencionar a la familia DACUM (Desarrollo de un Currículo) y el análisis funcional, la cual define resultados más las competencias clave.

- La normalización de competencias: En este proceso se establece un estándar sobre las competencias que son representativas de una determinada ocupación o área ocupacional. Para el CONOCER, (CINTERFOR/OIT, 2009), una norma técnica de competencia laboral usualmente incluye: lo que una persona debe ser capaz de hacer, la forma de evaluar que lo que hizo es correcto, “las condiciones en que la persona debe demostrar su competencia y los tipos de evidencia necesarios y suficientes para asegurar que lo que hizo se realizó de manera consistente, con base en un conocimiento efectivo”.
- La formación basada en competencias: Es el proceso de enseñanza/aprendizaje que permite a los participantes obtener conocimientos, y generar habilidades, destrezas, así como su aplicación en contextos de trabajo, habilitándolo para aplicar sus competencias en diferentes contextos y en la solución de situaciones emergentes. Como los trabajadores ya cuentan con conocimientos adquiridos por experiencia práctica y éstos son aplicados y valorados en este proceso, la formación disminuye en el tiempo, ya que solo es necesario reforzar aquellos aspectos en los que se detectaron carencias. (CINTERFOR/OIT, 2009)

- Certificación por competencias: En esta etapa se reconoce la competencia demostrada por el trabajador independientemente de la forma como la haya adquirido. Implica una evaluación previa, usualmente en función de los requerimientos de la norma de competencia. La evaluación debe asegurar la transparencia, ser confiable, válida y consistente. (CINTERFOR/OIT, 2009).

### Elementos de la matriz de competencias

De acuerdo con Vargas (2004), en su publicación 40 preguntas más frecuentes sobre competencias laborales se definen:

- a. El propósito clave: Describe la razón de ser de la actividad productiva, empresa o sector, de acuerdo al nivel en el cual se esté llevando a cabo el análisis. La descripción debe ser concreta. (Vargas, 2004)
- b. Unidades de competencia: agrupación de funciones productivas identificadas en el análisis funcional al nivel mínimo, en el que dicha función ya puede ser realizada por una persona. La unidad de competencia está conformada por un conjunto de elementos de competencia; reviste un significado claro en el proceso de trabajo y, por tanto, tiene valor en el ejercicio del trabajo, incluye también cualquier requerimiento relacionado con la salud y la seguridad, la calidad y las relaciones de trabajo.
- c. El elemento de competencia describe una realización que debe ser lograda por una persona en el ámbito de su ocupación.

Es una acción, un comportamiento o un resultado que el trabajador debe demostrar y es una función realizada por un individuo. Los elementos de competencia se redactan con la estructura de una oración, siguiendo la regla de iniciar con un *verbo* en infinitivo, preferiblemente; a continuación describir el *objeto* sobre el que se desarrolla la acción y, finalmente, aunque no es obligatorio en todos los casos, incluir la *condición* que debe tener la acción sobre el objeto.

- d. Los criterios de desempeño describen los requisitos de calidad para el resultado obtenido en el desempeño laboral; permiten establecer si el trabajador alcanza o no el resultado descrito en el elemento de competencia.

### Antecedentes del proyecto en Diskus

La empresa con la que se desarrolló el proyecto es líder en su ramo industrial, solicitó el apoyo de personal de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo (UTH), del área de Ingeniería Industrial para desarrollar un esquema de certificación por competencias laborales de los técnicos en la máquina Diskus. Lo anterior debido a la necesidad de contar con personal con las competencias necesarias para ejecutar sus operaciones de manera autónoma.

Por lo que en el primer acercamiento entre la empresa y la UTH se especificaron las necesidades, así como los resultados que se esperaban lograr con la ejecución del proyecto. Con la información obtenida la UTH preparó y presentó un plan de trabajo, el cual fue aprobado por el equipo responsable de la ejecución del proyecto en la empresa.

## Metodología a desarrollar

El proceso de ejecución del proyecto consistió en la recolección de información en la empresa, así como el análisis documental y de campo del proceso de cambio de modelo, así como del maquinado en DISKUS. Con la información recabada en el piso de producción durante cuatro semanas el equipo de UTH debió desarrollar las siguientes actividades: actualización de rol de trabajo individual, diseño de la matriz de competencias técnicas, desarrollo de un plan de capacitación y finalmente una propuesta de los niveles de certificación para finalizar con la presentación y validación del proyecto final por el personal responsable de la empresa.

## Problema de investigación

Identificar las competencias laborales que debe poseer un técnico en el manejo de la máquina Diskus en la empresa, y a partir de ello proponer los niveles de certificación por competencias en la operación de la máquina.

## Objetivos

- Identificar el rol individual de trabajo de los operadores de máquina Diskus.
- Verificar que los técnicos conocen la documentación técnica del proceso de maquinado en Diskus para asegurar el cumplimiento de productos de calidad.
- Desarrollar una matriz de competencias para el cambio de modelo de Diskus
- Identificar necesidades de capacitación que permita proponer un programa de desarrollo del personal.
- Proponer los niveles de certificación en la operación de la máquina Diskus.

## Preguntas de investigación

¿Cuál es el rol individual de trabajo que debe desarrollar un operador de Diskus en la empresa?

¿Qué documentos técnicos deben conocer para operar la maquina Diskus y entregar productos de calidad?

¿Cuáles son las competencias técnicas deben poseer los operadores de Diskus para entregar productos de calidad?

¿Qué necesidades de capacitación técnica se requiere para asegurar la entrega de productos de calidad?

¿Qué niveles de competencias deben tener los técnicos para una certificación en la operación de Diskus?

## Instrumentos

La recolección de los datos se realizó por medio de la grabación en video del cambio de modelo de DISKUS, análisis de la documentación técnica de la máquina y del proceso, entrevistas con el personal involucrado en el proceso de producción.

## Proceso de ejecución de proyecto

Una vez que la empresa aprobará el plan de desarrollo del proyecto, acordará los términos legales aplicables a las normativas y reglamentos vigentes de ambas entidades participantes; investigadores y alumnos de procesos y operaciones industriales comenzaron con la ejecución del proyecto. La tabla 2 presenta un análisis comparativo entre las etapas a seguir para el diseño de un estándar de competencia y las acciones desarrolladas por UTH, para el proyecto.

Cabe mencionar que por cuestiones de confidencialidad solo se presentaron descripciones breves de la información obtenida.

| Etapas CINTERFOR/OIT              | Actividades para el proyecto de DISKUS   | Herramientas de recolección  | Responsables                           |
|-----------------------------------|--|--|--|
| Identificación de competencias    | Recolección y análisis del cambio del modelo y del proceso de producción para validar el rol de trabajo individual | Video grabación del proceso  | Investigadores y alumnos               |
|                                   | Análisis de la documentación técnica del proceso de maquinado.   | Documentos técnicos, entrevistas con personal involucrado en el proceso.       | Investigadores                         |
|                                   | Re diseño y/o propuestas de instrucciones de trabajo.  | Formatos organizacionales, y entrevistas con personal técnico y de ingeniería. | Alumnos                                |
| Normalización de las competencias | Desarrollo de la matriz de competencias. (Análisis funcional, DACUM)   |  | Investigadores                         |
| Formación basada en competencias  | Propuesta del plan de capacitación   | Formatos diseñados por el equipo UTH   |  |
| Certificación por competencias    | Propuesta de niveles de competencia.   |  | Investigadores – Personal de la empres |

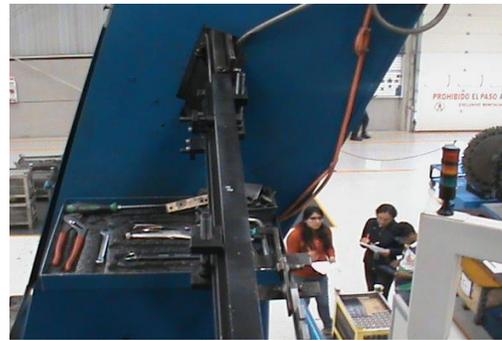
**Tabla 3** Análisis comparativo entre la metodología CINTERFOR y la ejecución del proyecto con UTH.  
Fuente: *Elaboración propia*

### Recolección y análisis de las operaciones para identificar las competencias

El análisis de las operaciones del proceso de maquinado de crucetas en DISKUS se realizó en tres etapas:

Primera: Para la recolección de la información del proceso de producción se decidió grabar la ejecución del cambio del modelo para analizar a detalle y verificar si el rol individual de trabajo generado por la empresa se ejecutaba correctamente. Desde la preparación de la puesta a punto de la máquina, hasta la entrega de la primera pieza OK del material a procesar.

En esta etapa es necesario que los operadores identifiquen y utilicen el herramental adecuado al plan de producción, aseguren la disponibilidad de instrumentos de medición, gestionen las pruebas de calidad necesarias para liberar la corrida de producción, entre otros roles. Figura 1.



**Figura 1** Recolección de información

Cabe mencionar que el rol individual de trabajo es un documento técnico que describe las principales tareas que debe realizar el operador de la maquina Diskus. Algunas de las tareas que se incluyen en el rol individual de trabajo son las requeridas para ejecutar el cambio de modelo y gestionar la producción.

Segundo: Con la grabación del proceso y el análisis de la documentación técnica se validó y actualizó la secuencia correcta del cambio del modelo de acuerdo a las instrucciones de trabajo, planos del producto, planes de control, entre otros. Lo anterior para verificar y asegurar que los técnicos identifican y manejan efectivamente la documentación requerida en cada cambio de modelo según su plan de producción.

Esta etapa de recolección permitió identificar las competencias que los técnicos deben poseer en cuanto a los conocimientos, habilidades, destrezas y capacidades para interrelacionarse con el personal involucrado en la liberación del proceso y desempeñar efectivamente su rol de trabajo individual.

Tercera: En esta etapa se desarrollaron mejoras al rol individual de trabajo, así como el diseño y/o rediseño de instrucciones de trabajo, que los técnicos consideraron necesarias para desarrollar su rol individual de manera eficiente y sería útil para la capacitación al personal de nuevo ingreso.

### **Desarrollo de la matriz de competencias (Normalización)**

Una vez identificadas todas las tareas que los técnicos deben ejecutar en la operación y corrida de producción de DISKUS, el equipo de UTH procedió al diseño de una matriz de competencias, la cual fue aprobada por los responsables del proyecto en la empresa. A manera de resumen se presentan extractos de algunos elementos que integran la matriz:

Competencia de un técnico en DISKUS:  
Gestionar la producción en línea de rectificado CNC asegurando la calidad del proceso y del producto en la puesta a punto y la operación para contribuir a la competitividad de la empresa.  
El saber hacer está integrado por:

a) Unidades de competencia: ejecutar el cambio de modelo y realizar la producción en serie; cada uno con su correspondiente objeto y condición.

- b) Capacidades: se puede mencionar; preparar herramental de acuerdo a su disponibilidad, condiciones para el uso y la habilitación de los medios de prueba para cumplir con las características de calidad del proceso y del producto
- c) Criterio de desempeño: Selecciona y valora herramienta, equipos de medición y prueba de acuerdo al modelo y en condiciones apropiadas de uso incluyendo: Planos, plan de control para el modelo entrante, master y gages para medición de acuerdo al plan de control, entre otros.

### **El saber ser se integra por los conocimientos:**

Técnicos: Interpretación de planos y dibujos, medios de medición, herramientas y dispositivos.

Relacionados: Dibujo industrial, sistemas de medición, manejo de materiales, entre otros.

### **El Saber ser:**

En la empresa se maneja un modelo social específico y dentro de las competencias a desarrollar se pueden mencionar: Interacción, confianza en si mismo, compromiso, comunicación, crítico, trabajo en equipo, disposición para el aprendizaje.

En la matriz también se integran dos secciones más: en primer lugar se especifican los *Medios* y que permiten identificar recursos de información, materiales e informáticos necesarios para ejecutar las operaciones.

La segunda sección corresponde a los estándares; en este se incluyen documentos técnicos del proceso que sirven de guía para la correcta ejecución del proceso. Es importante mencionar que estos estándares están definidos y desarrollados por la empresa.

### **Propuesta del plan de capacitación- Formación basada en competencias**

A partir de la matriz de competencias desarrollada por el equipo UTH, se desarrolló un concentrado de conocimientos para proponer un plan de capacitación que de acuerdo con CINTERFOR es la formación basada en competencias. Y para los alcances de este proyecto pilotó solo se llegó al nivel de proponer cursos de capacitación que permitirán comenzar con una formación en competencias. Lo anterior con las aportaciones y validación del personal de la empresa involucrado en el proyecto.

Los requerimientos de capacitación propuestos y validados se dividió en los conocimientos genéricos y específicos que los operadores deben poseer para lograr un nivel de competencia específico, los cuales son:

**Genéricos:** se definieron catorce, dentro de los que se puede mencionar: interpretación de planos, identificación de planes de control, producto conforme y no conforme, entre otros.

**Específicos:** Se definieron seis, de los cuales destacan: la operación del polipasto, sistemas informáticos propios de la empresa entre otros.

Una vez que la empresa con el soporte de UTH avalaron los tipos de conocimientos, se generó una propuesta de capacitación para la habilitación del personal en temas relacionados con el proceso específico en DISKUS y que a su vez son de aplicación práctica a otras áreas de producción. Algunos de los cursos propuestos fueron: Mantenimiento autónomo, manejo de inventarios, interpretación de planos, control estadístico del proceso, seguridad, salud y ambiente.

### **Propuesta de niveles de competencia- Certificación por competencias**

Nuevamente se aclara que por los alcances del proyecto piloto solo se llega al nivel de propuesta de una certificación por competencias. Una vez que se desarrollaron las etapas anteriores, el equipo de UTH y personal responsable del proyecto en la empresa definieron los niveles de competencia que debe poseer un técnico en DISKUS. Como resultado se plantearon tres niveles de competencia:

**Básico:** El técnico posee conocimientos del proceso.

**Operativo:** es el nivel en el que el operador aplica sus habilidades técnicas en la ejecución del cambio de modelo y la gestión de la producción.

**Autónomo:** El técnico es capaz de tomar decisiones y solucionar problemas del proceso sin escalar el problema encontrado.

A manera de ejemplo los niveles de competencias definidas en el manejo del plan de producción son:

**Básico:** Introducción al plan de producción: Conocer y entender el procedimiento del plan de producción, así como las instrucciones de trabajo aplicables al puesto de trabajo.

**Operativo:** Saber seguir la secuenciación del plan de producción. (Tarjeta viajera y route card).

**Autónomo:** Saber consultar en SAP y conocer las transacciones (transferir materiales de almacenes, consultar existencia de materia prima, asentar producto terminado de la operación y conocer avance del plan de producción).

Como resumen se puede mencionar que en el desarrollo del proyecto piloto se llevaron a cabo las etapas necesarias para proponer un estándar de competencia en la operación de un equipo con las características de DISKUS. Sin embargo la formalización y el organismo certificador aun no se han definido por parte de la empresa, pero ya se tienen las bases para el desarrollo del mismo. Cabe mencionar que el proceso de aprobación requirió de semanas adicionales de trabajo, ya que antes de pasar a una siguiente etapa los resultados debían ser validados por parte de los responsables y expertos del proyecto en la empresa.

## Resultados

A partir de la observación metodológica en campo, a través de herramientas de estudio del trabajo, mismas que no son objeto del presente trabajo; se identificaron las actividades que agregan valor al producto y proceso, validando las instrucciones de trabajo existentes, y en su

caso determinando aquellas que sólo se encontraron de manera parcial.

En la tabla 3 se resumen los documentos técnicos requeridos en el proceso productivo que se revisaron y actualizaron como resultado de esta etapa de análisis en campo. A partir de este resultado de análisis y estandarización de las operaciones se identificaron las competencias requeridas en el personal operario determinando una competencia y dos unidades de competencia, así como 14 capacidades cada una con sus criterios de desempeño correspondientes. A continuación sólo se presentan la competencia y unidades de competencia, ya que por razones de confidencialidad el resto no pueden ser expuestos

| Documentos revisados       |   | No. de documentos validados |
|----------------------------|---|-----------------------------|
| Instrucción de operaciones |   | 4                           |
| Check List                 |   | 4                           |
| Plan de control            |   | 1                           |
| Instrucción                | Reacción de resultados N.E.O. de prueba   | 1                           |
|                            | Plan de seguridad para control de cierre de fuentes de energía en máquinas y equipo | 1                           |
|                            | Diskus Loto   | 1                           |
|                            | Manejo de tarjeta viajera   | 1                           |
| Hojas de                   | Registro  | 1                           |
|                            | Empaque   | 1                           |
|                            | Especificación de análisis químico.   | 1                           |

**Tabla 4** Documentos revisados y validados

Competencia: Gestionar la producción en línea de rectificado CNC asegurando la calidad del proceso y del producto en la puesta a punto y la operación para contribuir a la competitividad de la empresa

Unidad de competencia uno: ejecutar cambio de modelo con base en las especificaciones técnicas del proceso y producto, para reducir la variación en la producción y cumplir con el plan de producción.

Unidad de competencia dos: Realizar la producción en serie de acuerdo al plan de producción para cumplir volumen y especificaciones del cliente.

Con la estructura de la matriz de competencias se planteó la propuesta del Rol individual de trabajo para la línea de producción, que incluyó los procesos de Cambio de modelo y producción en serie para la línea de maquinado Diskus, incluyendo para cada uno de éstos las capacidades por competencia, los criterios de desempeño correspondientes y el soporte (equipamiento) y la tecnología (método) en la operación.

A partir de la determinación de competencias general la empresa solicitó clasificar competencias identificadas en competencias sociales tales como la interacción, confianza en sí mismo, compromiso, comunicación, crítico, trabajo en equipo, asume riesgos, influencia, liderazgo, inteligencia emocional, disposición para el aprendizaje, organizado e iniciativa.

Y por otro lado las competencias técnicas como análisis y solución de problemas, toma de decisiones, capacidad de aprendizaje, conocimiento especializado, orientación al proceso, pensamiento económico (recursos, desperdicio, valor agregado), orientación al cliente y enfoque sistémico.

Con la determinación de competencias necesarias para el personal operario de la línea de maquinado Diskus, se identificaron los conocimientos técnicos, conocimientos relacionados, estándares y medios requeridos para el cumplimiento de cada uno de los criterios de desempeño requeridos.

Tomando el concentrado de conocimientos se clasificaron por afinidad disciplinaria y se propusieron los siguientes ocho bloques de capacitación: Interpretación de planos y sistemas de medición, aplicación de Core Tools en producción, herramientas y dispositivos, mantenimiento autónomo y seguridad industrial, introducción a las máquinas y herramientas y sistemas CAM, control de producción y manejo de materiales, equipos de alto desempeño e introducción a la manufactura esbelta.

Con la revisión de especialistas de cada una de las áreas de la empresa y en participación colaborativa y colectiva con la moderación del personal académico que participó en el proyecto, se determinaron finalmente 18 cursos de capacitación para el personal operario que incluyen todos los requerimientos de formación técnica y social para la operación, lo anterior derivado también de los antecedentes de capacitación y formación con que ya contaba la empresa y el expertise con que cuenta ya el personal.

Finalmente en cada uno de los 18 cursos que abarcan el plan de capacitación para la formación de las competencias.

Se plantearon requerimientos por niveles, determinando el nivel básico, es decir en el que se obtienen las competencias mínimas para la integración exitosa del personal de nuevo ingreso a su función básica para la operación, en 15 de estos cursos se establecieron requerimientos para el logro de las competencias de un nivel operario.

Es decir en el que el personal se desempeña de manera eficiente para el cumplimiento de sus metas y a la generación de aportaciones para la mejora continua del proceso con una necesidad mínima básica de supervisión y en 11 de los cursos los requerimientos están orientados a la obtención de un nivel autónomo, es decir en el que el personal se desempeña como especialista sin necesidad de supervisión para el cumplimiento de sus metas y con la capacidad de desempeñarse en contextos diferentes y capacitando a pares operarios.

Con ello el planteamiento para la certificación de personal para obtener las competencias identificadas se clasifica en tres niveles, el básico, el operario y el autónomo, lo que requiere la proyección de un programa de valoración diagnóstica para la capacitación especializada en estas disciplinas y la evaluación por niveles a través del tiempo para finalmente certificar al personal, con lo que la empresa logrará un nivel óptimo de competitividad que le permitirá hacer frente a sus compromisos de calidad y desempeño en el mercado que se desenvuelve.

### Agradecimientos

A todo el personal de ingeniería y administrativo de la empresa que estuvo involucrado en la ejecución y financiamiento del proyecto. Un agradecimiento especial al director de la empresa por la confianza depositada en la Universidad y a los técnicos de la empresa que mostraron toda la disposición y compromiso durante la recolección y el análisis del proceso de producción.

Y finalmente a todo el personal y alumnos de la Universidad Tecnológica de Huejotzingo, quienes participaron directa e indirectamente para cumplir los requerimientos de la empresa.

### Conclusiones

El análisis de las operaciones permitió validar el rol de trabajo individual que los operadores deben realizar, adicionalmente se identificaron operaciones que, de acuerdo con los técnicos, estas debían documentarse para facilitar la capacitación del proceso de producción para el personal de nuevo ingreso.

A partir del análisis del proceso se identificaron las competencias que debían desarrollar los técnicos en DISKUS, y el diseño de la matriz de competencias para se definieron las habilidades, conocimientos y actitudes para lograr la competencia que contribuya a fortalecer la competitividad de la empresa.

A partir de la matriz se identificaron los conocimientos que deben ser fortalecidos en los operadores por lo que se planteó un plan de capacitación que permita lograr la competencia.

Adicionalmente UTH propuso un esquema de certificación por competencias que sentará las bases para proyectos de gran alcance dentro de la empresa. Como se mencionó en la introducción los resultados logrados de esta etapa fueron la base para la segunda etapa del proyecto de certificación en la operación de DISKUS, que consiste en generar un esquema de evaluación por competencias al personal técnico experto en este proceso. Es importante aclarar que a la fecha ya se desarrolló la segunda etapa y se cuenta con los resultado, sin embargo se deja para una siguiente publicación.

Finalmente con los resultados logrados en el desarrollo del proyecto por los estudiantes participantes en el proyecto, así como el personal de la UTH, sentaron las bases para una relación a largo plazo de colaboración entre la empresa y la Universidad, ya que a la fecha nos encontramos en el proceso de capacitación al personal de la empresa por parte de los docentes de diferentes carreras de la universidad.

## Referencias

CONOCER. México. Qué son los estándares de competencia. Recuperado de [http://www.conocer.gob.mx/index.php/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=9&Itemid=10](http://www.conocer.gob.mx/index.php/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=9&Itemid=10).

Dolan, L, Cabrera Ramón, Jackson Susan, E. Y Schuler Randall. 2007. Gestión de Recursos humanos. Como atraer, retener y desarrollar con éxito el capital humano en tiempos de transformación.. Tercera Edición. Mc Graw Hill España.

MILLS Roger. 2007. El manual de las competencias laborales. Editorial panorama. México.

Organización Internacional del Trabajo (Cinterfor/OIT). 2009. El enfoque de competencia laboral. Manual de formación. Agencia española de cooperación internacional.

Primera edición 2001. Reimpresión 2009. Recuperado de <http://www.oitcinterfor.org/publicacion/enfoque-competencia-laboral-manual-formacion>.

Prokopenko Joseph. 1989. La gestión de la productividad, manual práctico. "Productivity management". Oficina internacional del trabajo. Ginebra, Primera edición. Suiza.

VARGAS Zúñiga. 2004. Competencias laborales, 40 preguntas más frecuentes sobre competencias laborales. Cinterfor/OIT

## Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico

CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe\*† & MUÑOZ-LÓPEZ, Luis

*Universidad Tecnológica de Chihuahua*

Recibido Junio 5, 2015 ; Aceptado Febrero 2, 2016

### Resumen

El presente artículo muestra la investigación y el análisis para el desarrollo e implementación de un dispositivo a prueba de error (Poka Yoke). Este, tiene como objetivo la eliminación de los defectos de calidad por falta de componentes (Clips). La propuesta de mejora se lleva a cabo en el soporte para cableado de arneses en las máquinas de inyección de plástico correspondientes al modelo Camaro, de la empresa Accudyn de México.

**Manufactura esbelta, Mejora Continua (Kaizen), Dispositivo a prueba de error (Poka Yoke), Controlador Lógico Programable (PLC)**

### Abstract

This article presents research and analysis for the development and implementation of a test device error (Poka Yoke). This, aims at eliminating quality defects due to lack of components (Clips). The proposal of improvement is carried out in support for wiring harnesses in plastic injection molding machines for the Camaro model, from the company Accudyn of Mexico.

**Lean Manufacturing, Continuous Improvement (Kaizen), Failsafe Device (Poka Yoke), Programmable Logic Controller (PLC)**

**Citación:** CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe & MUÑOZ-LÓPEZ, Luis. Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico. Revista de Tecnología e Innovación 2016, 3-6: 60-65

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: gcorral@utch.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La Universidad Tecnológica de Chihuahua, por medio del departamento de vinculación, realiza un convenio de colaboración con la empresa Accudyn de México, con la participación de los maestros del departamento de Mantenimiento Industrial, con el fin de dar una propuesta de solución al problema recurrente de rechazos de calidad por falta de componentes (Clips) en el soporte para cableado de arneses (Parte mecánica que se inserta en el cuerpo del automóvil para rutear los cables), correspondientes al modelo Camaro los cuales generan quejas y alertas del cliente.

El uso de las técnicas y herramientas de la manufactura esbelta como la mejora continua y los dispositivos a prueba de error ofrecen las ventajas de la eliminación de los desperdicios, detección de las fallas antes de que se presenten mejorando de la calidad de los productos.

La Mejora Continua (kaizen) contribuye con la aplicación de mejores prácticas de análisis, para el desarrollo y rediseño de procesos. La aplicación de Poka Yoke en los procesos productivos auxilia en la detección de defectos y errores cometidos durante el procesamiento del producto logrando que se cumpla con las especificaciones y necesidades del cliente.

## Metodología

Con el fin de resolver la problemática se decide crear un dispositivo a prueba de error (Poka Yoke) el cual consta de un sistema electromecánico conformado por un fixture (parte mecánica conocida como herramental), un dispositivo electrónico formado por un controlador lógico programable, sensores y actuadores que interactúan entre sí con la finalidad de evitar la falta de clips en el producto “soporte para cableado de arneses del modelo Camaro.”

La metodología que se utiliza para la implementación del dispositivo a prueba de error se muestra en la siguiente figura:



**Figura 1** Pasos para la aplicación del Poka Yoke

## Diseño del dispositivo Mecánico Poka Yoke

En esta fase inicial se extraen los datos manualmente a través de instrumentos de medición, del producto soporte para cableado de arneses con el fin de realizar un diseño asistido por computadora (CAD), estos datos definen la geometría de la pieza a modelar, además permiten determinar los pasos de inserción de los clips en el producto.



**Figura 2** Producto soporte para cableado de arneses

La figura 2 muestra el producto con los tres clips que deben ser insertados después de la inyección de plástico. Una vez realizada la parametrización (figura 3) se procede a generar el modelo en 3d en el software solidworks. (figura 4)

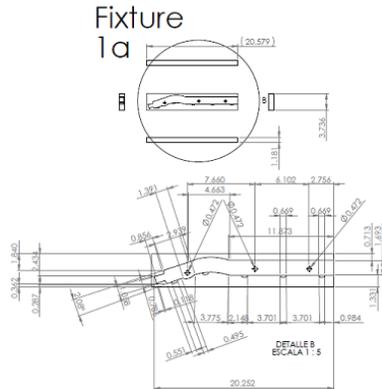


Figura 3 Parametrización preliminar del fixture

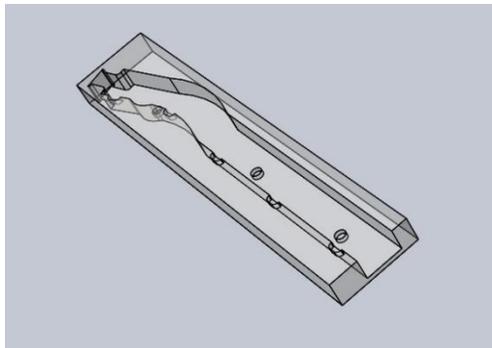


Figura 4 Diseño en 3d

### Diseño del control electrónico PLC

Para este diseño fue necesario analizar las funciones que el dispositivo debe efectuar, lo cual permite el funcionamiento óptimo de Poka Yoke además de determinar los equipos eléctricos/electrónicos a utilizar. Una vez determinado los componentes eléctricos a utilizar se elabora la programación correspondiente para el PLC.

Esta actividad consiste en realizar un diagrama escalera el cual es uno de los lenguajes de programación para el funcionamiento del PLC. Dicho lenguaje consta de la incorporación de timers, memorias y la utilización de relevadores. La figura 5 muestra una sección del programa.

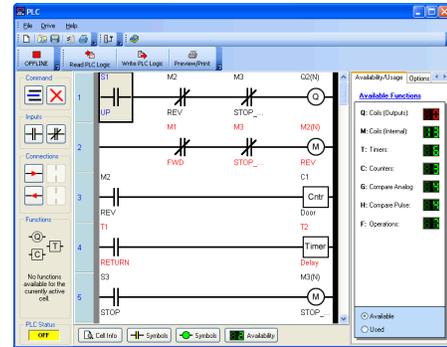


Figura 5 Diagrama escalera

### Construcción del dispositivo a prueba de error (Poka Yoke)

De acuerdo a la parametrización y el diseño en 3d se procede a la fabricación del dispositivo, en primera instancia y con el fin de minimizar costos se fabrica el primer prototipo en hule esponja, en el cual se comprueba que no exista algún error en la parametrización, después de esto se procede a la fabricación del fixture final, el cual se realiza en una máquina de control numérico utilizando como materia prima una placa de Naylamid (figura 6).



Figura 6 Fixture maquinado

Para soportar el Poka Yoke se fabrica una estación de trabajo de aluminio extruido el cual facilita la instalación de los componentes eléctricos a instalar (figura 7)



**Figura 5** Estación de trabajo

La Instalación del dispositivo electrónico consiste en montar el Controlador Lógico Programable (PLC) así como los sensores, motores y actuadores las figuras 8 y 9 muestran la disposición de los equipos.



**Figura 6** Instalación de sensores en fixture



**Figura 7** Instalación de PLC

### Verificación del funcionamiento del dispositivo

Esta fase consiste en realizar diferentes tipos de pruebas una de ellas es la de dimensionamiento con esto se busca que el producto ensamble en el fixture libremente sin que se presenten daños en el producto, otra de las pruebas es la detección de presencia de clips, que consiste en detectar el número de componentes según especificaciones.(figura, 10) Por medio de los sensores de presencia se manda una señal a los clamps (sujetadores) que le indique no soltar el producto hasta que se inserte el numero correcto de clips.



**Figura 8** Prueba del dispositivo

### Instalación del dispositivo a prueba de error (Poka Yoke)

La mesa de trabajo que contiene el dispositivo Poka Yoke se instala a un costado de la máquina de inyección de plástico con el fin realizar la inserción de los clips en el producto, evitando las quejas y alertas del cliente por la falta de los componentes en el soporte para cableado de arneses del modelo Camaro.

### Validación del dispositivo

Se desarrolla la documentación correspondiente al cambio de ingeniería, se elaboran las cartas de procesos y se realiza una corrida piloto (fabricación de un determinado número de piezas para su validación). En la corrida piloto se realizan las siguientes actividades:

- a) Validación del funcionamiento del dispositivo,  
Se realiza a través de la producción de un determinado número de piezas, que el departamento procesos revisa para confirmar que cumplan con las especificaciones del cliente.
- b) Validación del Rate de producción del dispositivo.  
Es cantidad de piezas por hora que se pueden fabricar en la máquina de inyección de plástico con la instalación del nuevo dispositivo, esta actividad se realiza a través de la toma de tiempos con cronometro.
- c) Validación de la calidad del producto.  
Por medio de una serie de pruebas que se le efectúan al producto, se determina que la calidad no ha sido afectada por el dispositivo Poka Yoke.
- d) Validación de la seguridad.  
Se verifica que tanto el operador como el producto no se ven afectados por el mecanismo.

**Resultados**

Como resultado final de las pruebas realizadas durante de la validación se determina que con la implementación del dispositivo a prueba de error se eliminaron los errores cometidos por distracción del operador, ya que no permite enviar producto con faltantes de clips al cliente final al disminuir de 27 fallas por mes a 0 fallas (Figura 11), además se incrementa la habilidad del trabajador y la rapidez de la operación al incrementar de 60 pzas. / hr. a 80 pzas. / hr. (Figuras 12), se mejora el método de trabajo ya que el dispositivo solo permite una forma de ejecutar la tarea correctamente, evitando que existan defectos por ausencia de componentes.



**Figura 9** Graficas de fallas antes y después de Implementación



**Figura 12** Graficas de fallas antes y después de Implementación

## **Conclusiones**

Es de gran importancia para la Universidad Tecnológica de Chihuahua, como para los demás centros educativos la vinculación con los diferentes sectores de la industria, para colaborar en conjunto en la aplicación y desarrollo de nuevas tecnologías en el campo laboral para contribuir con la eficiencia de los procesos productivos. La utilización de dispositivos a prueba de error puede usarse para la corrección de los problemas presentados en los procesos de fabricación, contribuyendo con la manufactura de productos con mayor calidad.

## Instrucciones para Autores

---

### [Titulo en Times New Roman y Negritas No.14]

Apellidos en Mayusculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor  
*Correo institucional en Times New Roman No.10 y Cursiva*

(Indicar Fecha de Envio:Mes,Dia, Año); Aceptado(Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

---

#### Resumen

Titulo

Objetivos, metodología

Contribución

(150-200 palabras)

#### Abstract

Title

Objectives, methodology

Contribution

(150-200 words)

**Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman  
y Negritas No.11**

#### Keyword

---

**Cita:** Apellidos en Mayúsculas -1er Nombre de Autor †, Apellidos en Mayusculas -2do Nombre de Autor. Titulo del Paper.  
Título de la Revista. 2015, 1-1: 1-11 – [Todo en Times New Roman No.10]

---

---

† Investigador contribuyendo como primer autor.

# Instrucciones para Autores

## Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del artículo

## Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

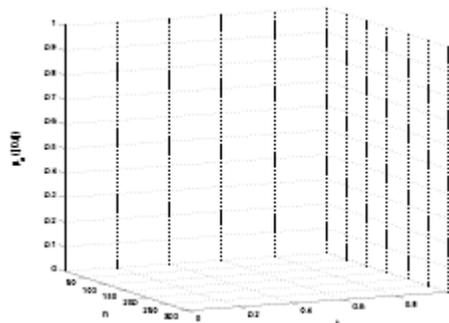
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

## Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

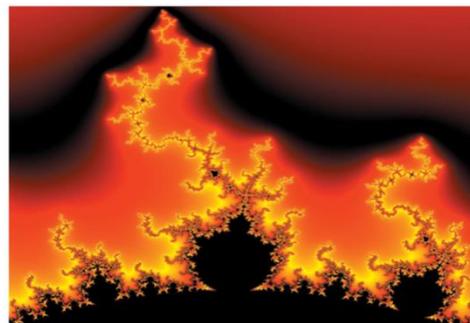
En el *contenido del artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No.10 y Negrita]



**Grafico 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.



**Figura 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberán ser imágenes- todo debe ser editable.

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Tabla 1** Titulo y Fuente (en cursiva).

No deberan ser imágenes- todo debe ser editable.

Cada artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

## Instrucciones para Autores

---

**Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:**

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

### **Metodología a desarrollar**

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

### **Resultados**

Los resultados deberán ser por sección del artículo.

### **Anexos**

Tablas y fuentes adecuadas.

### **Agradecimiento**

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

### **Conclusiones**

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

### **Referencias**

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del artículo.

### **Ficha Técnica**

Cada artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencia

**Formato de Originalidad**



Sucre, Chuquisaca \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables por lo que deberán firmar los autores antes de iniciar el proceso de revisión por pares con la reivindicación de ORIGINALIDAD de la siguiente Obra.

Artículo (Article):

---

Firma (Signature):

---

Nombre (Name)

**Formato de Autorización**



Sucre, Chuquisaca \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_\_\_

Entiendo y acepto que los resultados de la dictaminación son inapelables. En caso de ser aceptado para su publicación, autorizo a ECORFAN-Bolivia a difundir mi trabajo en las redes electrónicas, reimpresiones, colecciones de artículos, antologías y cualquier otro medio utilizado por él para alcanzar un mayor auditorio.

I understand and accept that the results of evaluation are inappealable. If my article is accepted for publication, I authorize ECORFAN-Bolivia to reproduce it in electronic data bases, reprints, anthologies or any other media in order to reach a wider audience.

Artículo (Article):

\_\_\_\_\_  
Firma (Signature)

\_\_\_\_\_  
Nombre (Name)

# Revista de Tecnología e Innovación

*Aplicación web para el control remoto de mecanismos mediante Arduino*

MENDOZA-MANRIQUEZ Rosa Fca., TAPIA-TINOCO Guillermo, ORTEGA- HERRERA Francisco Javier y GARCÍA-GUZMÁN José Miguel  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

*Construcción de laboratorio Virtual mediante Applets para el Aprendizaje de Probabilidad y Programación*

PÉREZ-TORRES Roxana, MAYA-PÉREZ P. Norma, LIMA-ESTEBAN Margarita y REYES-DE LOS SANTOS Iyeliz  
Universidad Tecnológica del Valle de Toluca-CP 52044  
Universidad Tecnológica de Tlaxcala

*Control y monitoreo de riego mediante el uso de dispositivos móviles*

GONZALEZ-RAMOS Alma Delia. HIDALGO-BAEZA María del Carmen, ROJAS-SILVA Eduardo y GOMEZ-NUNGARAY Mónica Alejandra

*Esquema de aprendizaje por competencias en un programa educativo de nivel superior a distancia*

GAVIÑO-ORTIZ Gabriela & SÁNCHEZ-MEJORADA ZAPATA Angel Manuel  
Centro Universitario UAEM Valle de México

*Estado del arte en carga estacionaria y dinámica de vehículos eléctricos*

ZAMORA-Juan Antonio & PERALTA-Edgar

*Estudio del cambio de modelo en maquina (diskus), del proyecto piloto de certificación en competencias para los técnicos de una empresa de autopartes*

PÉREZ-RAMOS María Gabriela, DE ITA XIMIL- José David, BENITO-VELÁZQUEZ Cesar y HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ Kevin  
Universidad Tecnológica de Huejotzingo

*Implementación de dispositivo a prueba de error (poka yoke) para la eliminación de defectos de calidad en máquina de inyección de plástico*

CORRAL-RAMIREZ Guadalupe & MUÑOZ-LÓPEZ Luis  
Universidad Tecnológica de Chihuahua

