

uais

RA XIMHAI

Volumen 13 Número 3 Edición Especial
Julio-Diciembre 2017
51-63

APLICACIÓN DE LEDs EN EL SERVICIO DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS DE LA CIUDAD DE URUAPAN MICHOACÁN

LEDs APPLICATION IN THE SERVICE OF URBAN PASSENGER TRANSPORT IN THE CITY OF URUAPAN MICHOACÁN

Carlos **Castillo-Arevalo**¹; Salvador **Loa-Cazares**² y José Luis **Hurtado-Rizo**³

^{1,2,3} Docentes del departamento de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Uruapan.

RESUMEN

El uso de transporte urbano en la ciudad de Uruapan Michoacán, como en el resto del país, es indispensable. Las rutas de los camiones se señalan con números rotulados, pero en la oscuridad de la madrugada, noche o en día lluvioso, resulta difícil su identificación por el material utilizado, que generalmente es grasa para zapato blanca. Por medio de LED's de alta brillantez, se pueden construir pantallas con base a dígitos de siete segmentos que desplieguen el número de ruta. Sin necesidad de utilizar dispositivos programables se puede encender/apagar cada segmento en forma básica y con ello obtener cualquier número del 0 al 9, pudiendo abaratar los costos de material y lograr circuitos con menor fragilidad.

Palabras clave: Dígito, Display, LED, Segmentos, Transporte urbano, Ultra brillante.

SUMMARY

The use of urban transport in the city of Uruapan Michoacán and the rest of the country is essential. The bus routes are identified by labeled numbers, however in the darkness of early morning, evening or rainy day, they is difficult to identify, because of the material used (white shoes paint). Through high-brightness LEDs, displays can be built based on seven-segment digits that display the route number. Without using programmable devices it is possible to turn on/off each segment and easily get any number from 0 to 9, also it is possible to the cost of equipment and get less fragile circuits.

Key words: Digit, Display, LED, Segment, Urban transport, Ultra bright.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Uruapan, el servicio de transporte público es utilizado por el 89% de la población, de la cual, el 54% de las personas lo utilizan diariamente (MBW, 2015). La importancia de este transporte tan común, radica en que es el medio básico para el desarrollo de las actividades cotidianas: acudir a la escuela, a laborar, de compras etc.

Por lo general, se ofrece este servicio alrededor de 15 horas en un día, lo que implica que sus horarios abarquen oscuridad ya que inicia antes del amanecer y termina por la noche, ya sean días lluviosos o no. Por lo general, para la rápida identificación de las rutas, se marcan con números rotulados con un tipo de plumón fosforescente o blanco, pero en oscuridad su identificación resulta difícil, sobre todo para personas con vista deteriorada, como las personas que usan lentes o de la tercera edad.

En los últimos años, se han desarrollado LEDs de alta luminosidad, y de precios muy accesibles, lo que permite que esta tecnología se haya popularizado y se pueda aplicar, por ejemplo, para la fabricación de

pantallas de LEDs, las que pueden ser visibles con poca luz ambiental y a una distancia suficiente para su identificación.

Al año del 2010 la ciudad de Uruapan Michoacán contaba con aproximadamente 315,000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012). De éstos, más de 46,000 tienen actividad productiva, alrededor de 4,290 estudian bachillerato o licenciatura. Si consideramos que el índice de personas que utilizan el servicio urbano es del 50%, tenemos que más de 25,000 personas requieren identificar la ruta que toman diario, por lo menos 2 veces al día, solo para acudir a estudiar. Tomando en cuenta que a nivel estatal, la población económicamente activa es de cerca de 43% y considerando el mismo criterio de uso de servicio de transporte público, se debe agregar 67,800 personas más, como usuarios. Con base en lo anterior, podemos suponer que más de 92,800 personas, pudieran utilizar este transporte al día para realizar sus actividades cotidianas.

Con las aplicaciones de los LEDs, en los últimos años se han desarrollado pantallas en las cuales se puede leer una pequeña leyenda o un destino cuando son usadas por el servicio de transporte, éstas vienen a corregir parcialmente el problema de visibilidad. Pero de acuerdo a la AMFFECO (Asociación Mexicana de Facultades, Escuelas, Colegios y Consejos de Optometría, A. C.) el 43% de la población requiere de servicios optométricos. En la edad escolar el 20% presenta problemas visuales, en los mayores de 45 años es el 100%. (Asociación Mexicana de Facultades, Consejos y Colegios de Oftalmología, 2010). Es sabido que por situaciones económicas el porcentaje de personas que no se atienden correctamente ante esta situación es importante. Además, aproximadamente el 5% de la población mayor de 15 años en el país es analfabeta (UNAM, 2008). Lo que indica que las mencionadas pantallas de LEDs no las alcanzan a leer apropiada y rápidamente por buena parte de los usuarios.

Por otro lado, el costo de esas pantallas programables hace que en la mayoría de los casos sea poco atractivo para los permisionarios del servicio de transporte urbano utilizarlas.

En el presente trabajo se tiene como objetivo general:

Diseñar e implementar el prototipo de un display para la rápida identificación de ruta, del sistema de transporte urbano de la ciudad de Uruapan Michoacán.

Y como objetivos específicos:

- Económicamente factible, para ser implementado en cada camión de transporte urbano de la ciudad de Uruapan, Michoacán.
- Fácil y rápida programación por parte del chofer.
- Reducir el uso de software para la programación, o eliminarlo de ser posible.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se usaron los siguientes principios eléctricos para el diseño de los displays: Los Diodos Emisores de Luz (LEDs), *Figura 1*, son dispositivos de estado sólido, que se han empleado durante décadas en equipos electrónicos, como indicadores o dispositivos alfanuméricos de manera bastante generalizada. Individualmente son muy baratos, consumen muy poca corriente y poseen una eficiencia de más del 90%.

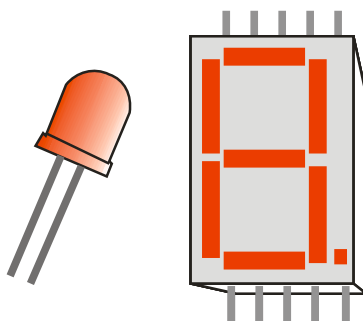


Figura 1. LED y dispositivo alfanumérico.

De inicio cuando sólo se les utilizaba como indicadores, se les conseguía en colores como el rojo, verde, y amarillo. Con el paso del tiempo y el uso de diferentes materiales en su fabricación, se consiguió el color azul y la luz blanca, sumando a esto aparecen los LEDs de alta luminosidad y desarrollo de diferentes técnicas de encapsulado, lo que mejoró su eficiencia. En la *Figura 2* se presenta su símbolo y encapsulado común.

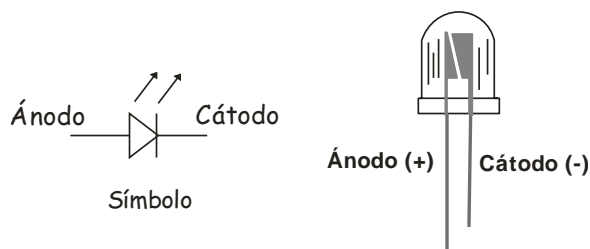


Figura 2. Símbolo y encapsulado de un LED.

Esta innovación en la luminiscencia, permite el uso de LEDs para la construcción de lámparas de uso doméstico e industrial o para pantallas luminosas las cuales pueden ser vistas a una importante distancia. Los LEDs son relativamente baratos y no corren el riesgo de quebrarse ni dañarse por vibraciones, soportan golpes importantes y caídas, sin que se vea afectado su funcionamiento.

Para encender un LED solo es necesario hacerle pasar una corriente eléctrica, con una diferencia de potencial en sus terminales, cuyas cantidades deben de permanecer dentro de las especificaciones técnicas del fabricante. Las características eléctricas para el encendido de un LED, se simbolizan como siguen:

- *Forward Voltage (VF)* = Voltaje Directo máximo que se le puede aplicar a las terminales del LED.
- *Continuous Forward Current (IF)* = Corriente directa máxima que puede pasar por el LED.
- *Reverse Voltage (VR)* = Voltaje inverso máximo que se puede aplicar al LED.

Para mantener estos parámetros se puede conectar una fuente de voltaje de CD y una resistencia limitadora para activar "n" LEDs, como muestra el diagrama de la *Figura 3*.

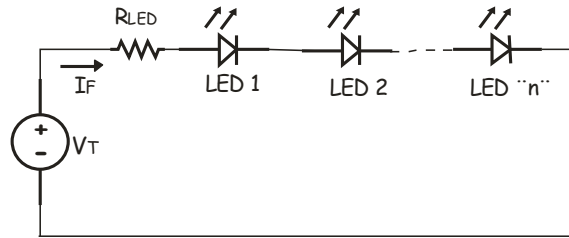


Figura 3. "n" LEDs en serie con una fuente de voltaje.

El cálculo de la resistencia limitadora se obtiene por medio de la ecuación 1.

$$R_{LED} = \frac{V_T - (\#LEDs)V_{LED}}{I_F} \quad \text{Ec. (1)}$$

Con este circuito el uso de la batería tiene una mejor eficiencia, pero la cantidad de LEDs que se pueden activar depende del voltaje disponible en ella. Sin embargo, se puede realizar una combinación entre la conexión serie y paralelo para encender una cantidad considerable de LEDs y tener una buena eficiencia.

Los display de siete segmentos, *Figura 4*, son dispositivos en los cuales se puede encender cualquier número del 0 al 9, a partir de la activación de los segmentos que lo forman, (*Figura 5*).

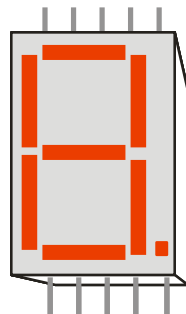


Figura 4. Display de 7 segmentos común.

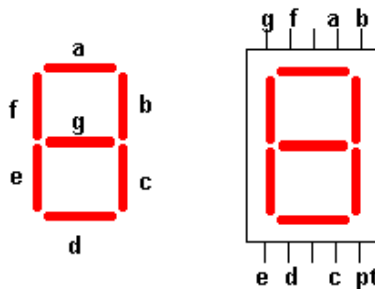


Figura 5. Segmentos del display.

Cada segmento está formado por un LED, los cátodos o los ánodos pueden estar conectados en común, lo que forma dos categorías: Display de cátodo común y Display de ánodo común.

En este trabajo es usado como referencia el display de cátodo común, del cual se representa su circuito interno en la *Figura 6*.

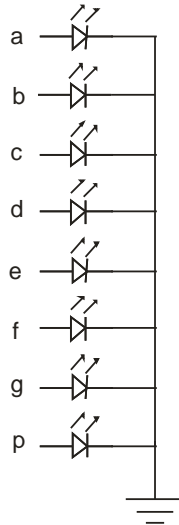


Figura 6. Conexión interna de un display de 7 segmentos, de cátodo común.

Usando como modelo un display ordinario de siete segmentos como el mostrado en la *Figura 4* en donde cada segmento está formado por un solo LED. Se colocan más LEDs en cada segmento, y con esto se tiene segmentos más grandes, y por tanto un display de mayor tamaño, como el que muestra la *Figura 7*.

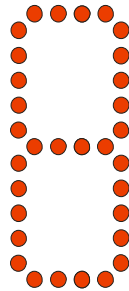


Figura 7. Segmentos de un display formados por LEDs.

Esta topología permite encender cada segmento colocando únicamente un interruptor y una resistencia, ajustada de acuerdo con la ecuación 1, usando LEDs ultra brillantes con un $V_{LED}=3V$ e $I_F=20mA$, además de un voltaje aplicado (V_T) de 12V, que es el voltaje común de una batería de auto, la *Figura 8* muestra el circuito usado.

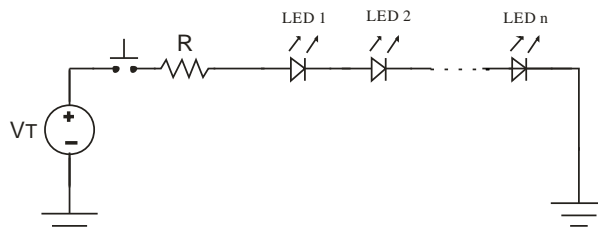


Figura 8. LEDs controlados con un interruptor.

Colocando interruptores tipo push, con enclavamiento y un manejo de corriente de al menos 100mA a cada segmento según lo muestra la *Figura 9*, se puede obtener cualquier número del 0 al 9, encendiendo

y apagando los segmentos apropiados, y sin necesidad de usar algún dispositivo programable, evitando con esto el uso de software.

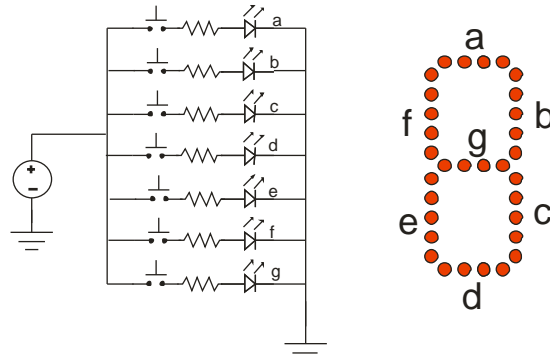


Figura 9. Segmentos controlados con interruptores.

Se toma como base esta conexión de LEDs y para evitar que si un LED falla se apague todo el segmento, se colocan varias ramas de LEDs en serie para formar uno solo, como lo indica la Figura 10; los 9 LEDs que se muestran forman un solo segmento, si uno se daña solo afecta a 1/3 del segmento, lo que hace que por un principio de organización perceptual (Bravo, 2010), los sujetos tienden a percibir las imágenes que se ajustan a la buena continuación de las formas, en este caso, es más sencillo que se perciba el número completo que incompleto.

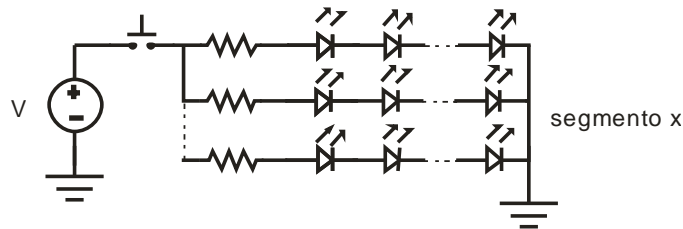


Figura 10. Varios circuitos serie, formando un segmento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se implementaron, algunos displays prueba, con diferente cantidad y tipos de LEDs. La Figura 11 muestra un display con dígitos de 32 LEDs de 10 mm rojo ultra brillante. En este, cada segmento tiene los LEDs conectados en serie. Este display con un ángulo de emisión de luz de los LEDs de 30°, tuvo un buen desempeño, pero limitado a un reducido ángulo de vista para el usuario.



Figura 11. Display con dígitos de 32 LEDs de 10mm.

Una vez que se observó que el ángulo de emisión de luz juega un papel importante, se implementó otro display, colocando ahora colocando LEDs difusos, también de 10mm, estos presentan un ángulo de emisión de al menos 150°, para tratar de compensar la luminosidad se le agregaron más LEDs respecto al anterior, en este caso fueron 39 LEDs por cada dígito. La *Figura 12* muestra este prototipo.



Figura 12. Display con dígitos de 39 LEDs de 10mm.

Con el display anterior los resultados fueron buenos de noche, pero poco favorables en horas con buena iluminación natural.

Se diseñó y construyó otro prototipo. Los segmentos de cada dígito fueron construidos con dos líneas de LEDs y estos a su vez activados con circuitos múltiples, además se usaron LEDs ultra brillantes tipo piranha, estos con características del ángulo de luz de aproximadamente 90° y cada dígito con 61 LEDs. La *Figura 13* muestra el prototipo.

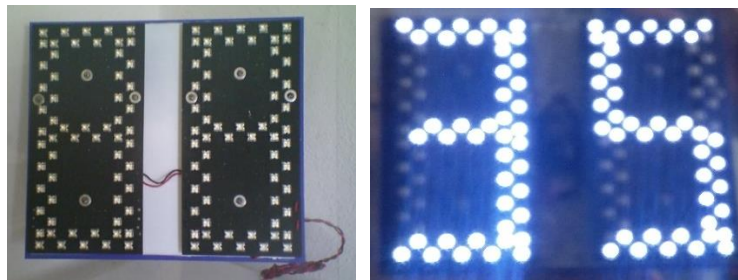


Figura 13. Display con dígitos de 61 LEDs.

El display anterior mostro un excelente desempeño, el ángulo de visión de los dígitos por parte del usuario es excelente.

Una vez que se revisó que los resultados son mejores cuando se tienen segmentos formados por dos líneas de LEDs, se implementaron dos prototipos más. Uno con igual cantidad de LEDs que el anterior pero con LEDs difusos ultra brillantes.

La *Figura 14* muestra dos displays, uno con dígitos de 102 LEDs y el otro con dígitos de 61 LEDs, aunque ambos presentaron un excelente desempeño, es obvio que a mayor cantidad de LEDs, se tiene una mejor resolución de los dígitos.



Figura 14. Displays con dígitos de 102 y 61 LEDs.

Los prototipos de las *Figuras 13* y *14* que mostraron excelente desempeño, fueron instalados por los camiones de servicio de transporte urbano que conforman las dos agrupaciones en la ciudad de Uruapan Michoacán.

Una agrupación instaló los displays con LEDs tipo piranha de dígitos de 61 LEDs. En las *Figuras 15* y *16*, se puede observar algunos instalados.



Figura 15. Vista de display de LEDs blancos, instalado.



Figura 16. Vista de display de LEDs blancos, instalado.

Los displays instalados por la otra agrupación fueron los que están conformados con dígitos de 102 LEDs verdes difusos ultrabrillantes. En las *Figuras 17*, *18* y *19* se puede observar algunos displays instalados.



Figura 17. Vista de display de LEDs verdes, instalado.



Figura 18. Vista de display de LEDs verdes, instalado.



Figura 19. Vista de display de LEDs verdes, instalado.

La totalidad de camiones del servicio de transporte urbano de la ciudad de Uruapan, instaló los displays de LEDs en sus unidades, una agrupación los de dígitos de 61 LEDs blancos tipo piranha y la otra la de dígitos de 102 LEDs verdes difusos ultra brillantes, *Figura 20*.



Figura 20. Camiones con las dos versiones de displays.

Lo descrito anteriormente, se resume en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Modelos de Display instalados

MODELO	CANTIDAD LEDS POR DÍGITO	CARACTERÍSTICAS DEL LED	ÁNGULO EMISIÓN	PERCEPCIÓN DE BRILLANTEZ EN SOL
1	32	Rojos ultrabrillantes de 10 mm.	30°	Buena
2	39	Rojos y Amarillos ultrabrillantes difusos de 10 mm	150°	Buena
3	61	Ultrabrillantes tipo piranha	90°	Muy buena
4	61	Verde ultrabrillante difuso y ovalado de 5 mm	40°/70°	Excelente
5	102	Verde ultrabrillante difuso y ovalado de 5 mm	40°/70°	Excelente

Todos los modelos se les dieron a conocer a las dos compañías que existen en la ciudad, y con base en los modelos 3, 4 y 5 se realizaron las pruebas que consistieron en instalarlos durante un mes para abarcar el rango y variación de clima y sol, así como opinión de usuarias y usuarios.

Con base en las opiniones de choferes, dueños y usuarias y usuarios, se instalaron los displays para cada agrupación de camiones, como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Displays instalados por agrupación

MODELO	AGRUPACIÓN	CANTIDAD DE CAMIONES
3	Colectivos	160
5	Tata Lázaro	220

Cabe mencionar que cada agrupación eligió el color para su distintivo particular.

La razón que tomaron como referencia para la decisión de adquisición de los displays propuestos con respecto a los comerciales, se pudo observar en el *Cuadro 3*, donde se destaca la diferencia de precios en pesos mexicanos.

Cuadro 3. Comparativa de displays comerciales y propuestos

CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	ALIMENTACIÓN	PRECIO MXP
Letrero para TAXIS	42 cm x 10 cm	12 V	800
Letrero VISION LED	20 cm x 70 cm	120 V	1,950
Letrero VISION LED RGB	20 cm x 70 cm	12 - 24 V	3,850
Display Led Programable RGB	100 cm x 20cm	12 V	4,850
Modelo 3 ITSU	30 cm x 35 cm	12 V	600
Modelo 4 ITSU	30 cm x 40 cm	12 V	1,200

En la *Figura 21*, se muestran los datos del cuadro anterior destacando la relación costo – beneficio.

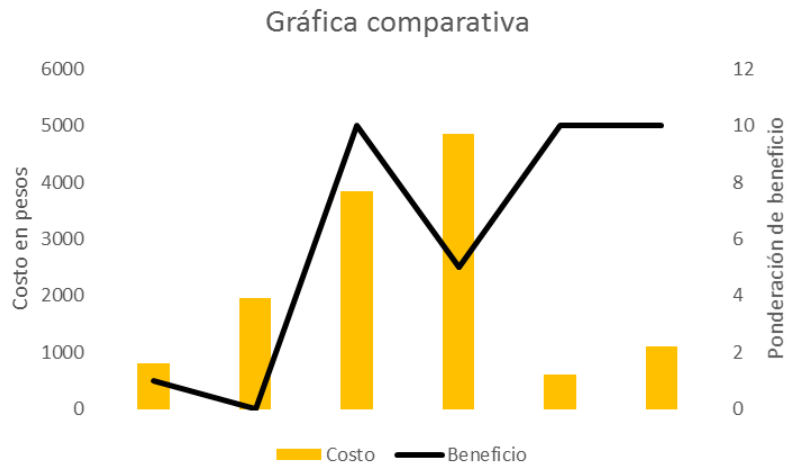


Figura 21. Comparativa de Costo – beneficio.

CONCLUSIONES

Al año del 2016 la totalidad de camiones del servicio de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de Uruapan Michoacán (380 camiones aprox.), se les instaló un display identificador de ruta por medio de LEDs. Los usuarios, ahora logran visualizar el número de ruta con baja o nula luz del día, y las personas que no saben leer logran también su identificación apropiadamente, ya que es más fácil la memorización de un par de símbolos respecto a una o varias palabras.

Los display de LED's instalados, no usan dispositivos programables para la activación de los números. Esto, trae como beneficio que los circuitos sean menos complejos en su diseño y con esto se logra abaratar los costos de producción y manufactura.

La apropiada selección de LEDs es muy importante de acuerdo a cada aplicación. En los display instalados se buscaron LEDs con un buen desempeño, pero además, que el costo de éstos pudiera permitir obtener un equipo con una inversión atractiva para los permisionarios.

Es común que no se busque realizar proyectos de este tipo, pues como se sabe, en China se produce este tipo de equipos a un precio que rara vez puede ser mejorado por empresas de nuestro país. Pero cuando existen voluntades por parte de las instituciones y el sector privado, para permitir el desarrollo interno de los equipos tecnológicos, con los que se pueda mejorar la productividad, investigación, atención al cliente, etc. se está dando un paso adelante hacia el camino de la autosuficiencia tecnológica, que podría permitir a nuestro país alejarse del grupo de los países en vías de desarrollo, al cual pertenecemos.

Con la realización de este proyecto los principales beneficiados han sido la población, pues son ellos quienes realmente le dan uso a los display diseñados, y se contribuye con un pequeño grano de arena en la construcción de un mejor país.

LITERATURA CITADA

- Asociación Mexicana de Facultades, Consejos y Colegios de Oftalmología. (2010). *AMFECCO*. [En línea] Available at: http://www.amfecco.org/article_estadisticas.php[Último acceso: 2014].
- Bravo, P. T. (2010). *Organización perceptual; recopilación de Tomás Bravo*. [En línea] [Último acceso: 2015].
- Castillo Arévalo, C. (2015). *Electrónica para no electrónicos*. 1 ed. Guadalajara: GroppeLibros.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2012). *INEGI, México en cifras*. [En línea] Available at: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/?e=16&mun=102>[Último acceso: 2015].
- Malvino, A. & Bates, D. J. (2007). *Principios de electrónica*. 7° ed. Madrid: Mc. Graw-Hill.
- MBW. (2015). *www.mexicanbusinessweb.mx*. [En línea] [Último acceso: enero 2015].
- UNAM. (2008). *Boletín UNAM-DGCS-550*. [En línea] Available at: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2008_550.html [Último acceso: 2014].

SÍNTESIS CURRICULAR

Carlos Castillo Arevalo

Ingeniero en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Morelia, postgrado en la Especialidad de Sistemas Micro Electro Mecánicos por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Irapuato, actualmente alumno de la Maestría en Ciencias de Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia. Docente de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico superior de Uruapan.

Salvador Loa Cázares

Ingeniero en Electrónica por la Universidad Autónoma de Guadalajara, posgrado en la Especialidad en Sistemas Micro Electro Mecánicos por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Irapuato, Maestría en Educación Superior por el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tampico, actualmente alumno de la Maestría en Ciencias de Ingeniería en Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia. Docente de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico superior de Uruapan.

José Luis Hurtado Rizo

Ingeniero Industrial en Electricidad por el Instituto Tecnológico de Morelia, posgrado en la Especialidad en Sistemas Micro Electro Mecánicos por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Irapuato, Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por el Instituto Tecnológico de Morelia. Docente de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Uruapan.