



**UNIVERSIDAD MICHUACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SEMÁFORO ELECTRÓNICO  
QUE MEJORE LA VIALIDAD DE MORELIA,  
INCLUYENDO AL PEATÓN CON DISCAPACIDAD**

**TESIS PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**QUE PRESENTA  
ALEJANDRO GUZMÁN CHÁVEZ**

**ASESOR DE TESIS  
M.C. GALILEO CRISTIAN TINOCO SANTILLÁN**

Morelia, Michoacán. Octubre, 2014



“Al fin parece que los peatones contarán con garantías en sus personas por parte del departamento de Tráfico, y de los llamados vigilantes, que hasta ahora solamente se han concentrado a señalar la marcha de los vehículos, sin importarles en nada el que los peatones estén siempre en peligro de ser atropellados. Por las observaciones prácticas hechas ayer se pudo apreciar la eficiencia del aparato, estimándose que será aceptado en definitiva por el departamento de Tráfico, ya que el aparato cuenta, entre otras innovaciones, la de señalar "alto" y "adelante" a los peatones en las cuatro calles convergentes, sin peligro de ser atropellados por los vehículos que dan vuelta en las esquinas”.

(Demócrata, 1922)



# CONTENIDO



|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| CONTENIDO.....                                                        | 4  |
| PRESENTACIÓN .....                                                    | 8  |
| INTRODUCCIÓN.....                                                     | 11 |
| 1.    CAPÍTULO I, Fundamentos (estado del arte) .....                 | 17 |
| 1.1.    Antecedentes .....                                            | 17 |
| 1.1.1.    Origen del nombre semáforo .....                            | 18 |
| 1.1.2.    Urbanismo en Morelia .....                                  | 19 |
| 1.1.3.    Planificación urbana en ciudades de México .....            | 20 |
| 1.1.4.    Perfil contemporáneo de la planeación urbana mexicana ..... | 21 |
| 1.2.    Morelia, contemporánea .....                                  | 22 |
| 1.2.1.    Desarrollo urbano .....                                     | 23 |
| 1.2.2.    Centro Histórico: problemática a analizar .....             | 24 |
| 1.2.2.1. El Centro Histórico .....                                    | 24 |
| 1.2.2.2. Vialidad y transporte .....                                  | 25 |
| 1.2.3.    Estadística .....                                           | 27 |
| 1.2.4.    Percepción de usuarios .....                                | 29 |
| 1.3.    ¿Cómo construir una identidad vial?.....                      | 31 |
| 1.4.    Génesis del semáforo y su importancia contemporánea .....     | 32 |
| 1.4.1.    Importancia .....                                           | 33 |
| 1.4.2.    Antecedentes.....                                           | 33 |
| 1.4.3.    Inicios del semáforo en Morelia .....                       | 35 |
| 1.4.4.    Evolución.....                                              | 35 |
| 1.4.5.    Características del semáforo .....                          | 36 |
| 1.4.5.1. Formas .....                                                 | 39 |
| 1.4.5.2. Material .....                                               | 41 |
| 1.4.5.3. Iluminación.....                                             | 41 |
| 1.4.5.4. Componentes .....                                            | 41 |
| 1.4.5.5. Semáforos para invidentes.....                               | 43 |
| 1.4.6.    Casos análogos .....                                        | 43 |
| 2.    CAPÍTULO II Psicología de la percepción .....                   | 51 |

|        |                                               |    |
|--------|-----------------------------------------------|----|
| 2.1.   | Semiótica .....                               | 51 |
| 2.1.1. | La señal.....                                 | 52 |
| 2.2.   | Percepción.....                               | 52 |
| 2.2.2. | Percepción visual al conducir. ....           | 53 |
| 2.2.3. | Señales estandarizadas en los semáforos ..... | 55 |
| 3.     | CAPÍTULO III, Definición del problema .....   | 58 |
| 3.1.   | Problematización.....                         | 58 |
| 3.2.   | Objetivo general.....                         | 59 |
| 3.3.   | Objetivo particular .....                     | 60 |
| 4.     | CAPÍTULO IV, Desarrollo del proyecto.....     | 62 |
| 4.1.   | Enfoque de la propuesta .....                 | 62 |
| 4.2.   | Diseño .....                                  | 62 |
| 4.2.1. | Relación usuario-dispositivo .....            | 63 |
| 4.2.2. | Relación producto–entorno.....                | 63 |
| 4.2.3. | Función.....                                  | 63 |
| 4.2.4. | Estructura y componentes.....                 | 64 |
| 4.2.5. | Materiales y acabados.....                    | 64 |
| 4.2.6. | Fabricación y ensamble .....                  | 64 |
| 4.2.7. | Montaje y mantenimiento .....                 | 64 |
| 4.2.8. | Ubicación.....                                | 64 |
| 4.2.9. | Costos .....                                  | 64 |
| 5.     | CAPÍTULO V, Desarrollo del modelo.....        | 66 |
| 5.1.   | Solución al problema .....                    | 66 |
| 5.1.1. | Relación hombre-producto .....                | 69 |
| 5.1.2. | Relación producto–entorno.....                | 72 |
| 5.1.3. | Consideración de impacto ambiental .....      | 73 |
| 5.1.4. | Función .....                                 | 73 |
| 5.1.5. | Estructura y componentes.....                 | 74 |
| 5.1.6. | Materiales y acabados.....                    | 76 |
| 5.1.7. | Fabricación y ensamble. ....                  | 76 |
| 5.1.8. | Mantenimiento.....                            | 77 |
| 5.1.9. | Ubicación.....                                | 77 |
| 5.2.   | Modelo a escala.....                          | 77 |



|                   |                               |     |
|-------------------|-------------------------------|-----|
| 5.3.              | Programación del modelo ..... | 92  |
| 5.4.              | Entorno de desarrollo .....   | 94  |
| 5.5.              | Compilador .....              | 95  |
| 5.6.              | Lenguaje de programación..... | 95  |
| 5.7.              | Pruebas y resultados.....     | 97  |
| CONCLUSIONES..... |                               | 104 |
| Bibliografía..... |                               | 110 |

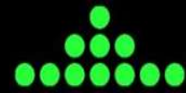




# PRESENTACIÓN



## Resumen



La presente tesis, titulada “Diseño y construcción de un semáforo electrónico que mejore la vialidad de Morelia, incluyendo al peatón con discapacidad”, se presenta en cuatro partes: 1) Estado del arte, 2) definición y justificación del problema de estudio, 3) desarrollo de la propuesta de solución y 4) conclusiones.

El primer capítulo explica que el semáforo es un factor de solución para el tránsito peatonal, priorizando a las personas con discapacidad; asimismo expone las complicaciones actuales a las que los caminantes se enfrentan a diario por la carencia de un aparato que regule adecuadamente la circulación en los espacios públicos.

El segundo capítulo muestra el procedimiento mediante el que se determinó crear un semáforo de reloj de arena, ya que es necesaria una forma diferente de manipular el tránsito peatonal en la capital de Michoacán, así como en otras ciudades del país.

En los capítulos, tercero, cuarto y quinto se orientan en la definición del problema, así como en el enfoque de la propuesta y en el desarrollo del modelo del semáforo en forma de reloj de arena.

En las conclusiones se plasman las vivencias y el conocimiento que nos deja este proyecto, se menciona en dónde podemos implementarlo, porque a través de la historia siempre ha habido una resistencia al cambio y se pretende que tanto sociedad como autoridades acepten el proyecto y se sientan parte de éste.

**Palabras Clave:** Electrónica, Dispositivos de Control, Discapacidad





## Abstract:

This thesis entitled "Design and construction of an electronic traffic lights to improve the viability of Morelia, including pedestrians with disabilities" is presented in four parts: 1) State of the art, 2) problem definition and justification of the study, 3 ) development of the proposed solution and 4) conclusions.

The first chapter explains that the light is a factor solution for pedestrian traffic, giving priority to people with disabilities; also exposes the current complications that walkers are confronted daily by the lack of a device that regulates the flow properly in public spaces.

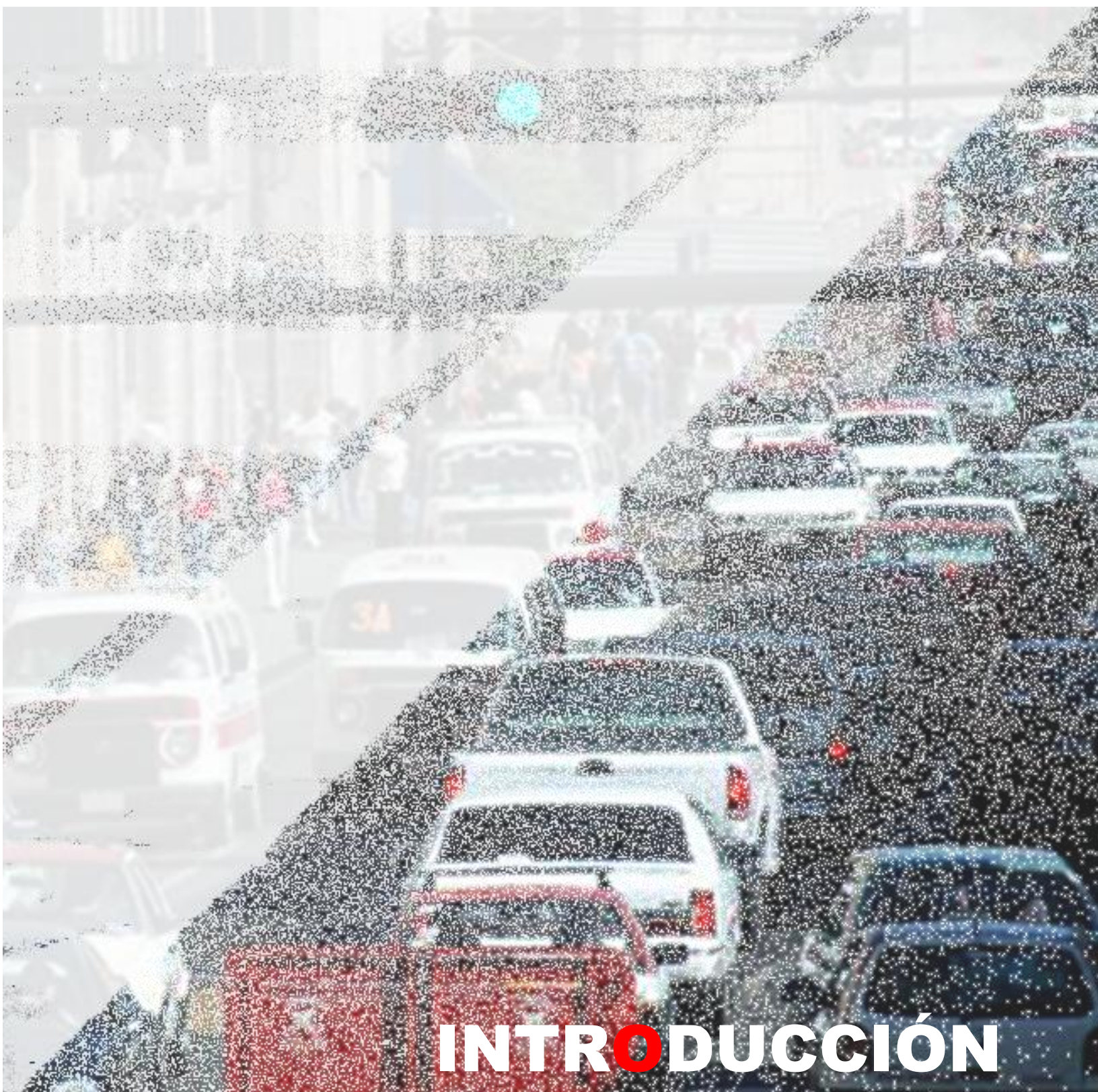
The second chapter shows the process by which it was determined to create a semaphore hourglass as a different way of manipulating the foot traffic in the capital of Michoacan is needed, as well as other cities.

Chapters, third, fourth and fifth are oriented in the definition of the problem and the approach of the proposal and the development model of light as hourglass.

In the conclusions the experiences and knowledge that gives us this planning are reflected, it is mentioned where we can implement it, because throughout history there has always been resistance to change and is intended to both society and authorities accept the project and feel part thereof.

**Keywords:** Electronics, Control Devices, Disability





# INTRODUCCIÓN



# INTRODUCCIÓN



La ingeniería en electrónica al servicio social podría plantearse como pregunta o como afirmación; la presente investigación está fundamentada en el sentido de responsabilidad social que dicha disciplina tiene, así como en su aplicación para acercar soluciones prácticas a la población y a sectores focalizados de ésta; este trabajo se enfoca en las personas con alguna discapacidad que transitan en espacios públicos.

Se aportarán conceptos novedosos nunca tratados desde la ingeniería en electrónica, como la semiótica, diseño y psicología de la percepción, es decir, las señales como lenguaje<sup>1</sup> (UMSNH, 2013); todo esto orientado a un nuevo paradigma en los dispositivos de regulación de tránsito, los semáforos; la innovación que se hará en el lenguaje de dichos aparatos es el uso de un reloj de arena como un nuevo código de interpretación, y así se ampliaría el espectro de recepción de los mensajes.

México vive un problema de desigualdad en muchos aspectos sociales, uno de ellos es la exclusión de personas con capacidades diferentes, pues no hay espacios públicos pensados para ellas.

Pese a que en el país ha crecido la cultura de respeto e inclusión, las vialidades no han presentado mejoras para facilitar el tránsito de discapacitados y muchos de ellos tienen la necesidad de transitar solos por las calles; una de las problemáticas principales se da al momento de cruzar las vialidades.

---

<sup>1</sup> En la consulta realizada en el acervo del repositorio Institucional de tesis digitales de la biblioteca virtual de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) no se observó ningún registro de tesis que aborde el tema.



Lo que proponemos se centra en brindar una forma segura de cruzar las calles; desde la ingeniería en electrónica se puede ofrecer una aportación en el desarrollo de nuevos dispositivos enfocados en solucionar la problemática urbana a favor de las personas con discapacidad; por ello este proyecto se enfocará en el diseño de un semáforo que ayude a dicho sector y por medio de lo técnico abordar una cuestión social, logrando una vinculación entre la academia y los problemas sociales de nuestra población, dando sentido humano.

Este trabajo agregará al rediseño de un dispositivo común para la sociedad, un enfoque innovador, pues se considerarán aspectos psicológicos y sensoriales que intervienen en el proceso de comunicación entre semáforo y usuario; mediante el estudio del lenguaje se generará un cambio de paradigma que revolucionaría el concepto de ver el semáforo, lo que ayudaría a tener una mejor comprensión de los mensajes visuales y auditivos que este dispositivo transmite y que el usuario (peatón, discapacitado, conductor) percibe.

A lo largo del tiempo el hombre ha buscado medios para trasladarse de un lugar a otro en menos tiempo, pero todos los excesos son malos; nos centraremos principalmente en los automóviles; este invento benefició al mundo, pero con el paso del tiempo se ha vuelto un problema de contaminación (M.Q., 2011).

Al principio, obtener un automóvil era muy difícil, ya que los costos de producción eran elevados, por lo que el producto final tenía un precio alto; además no existían las grandes redes de autopistas de hoy en día y no era muy eficiente su uso. Lo que impulsó que se convirtiera en un éxito mundial fueron las nuevas formas de elaboración, como la producción en



serie, pues se pudo bajar considerablemente el costo de los automóviles (Hill, 1998).

Una vez que aumentaron las ventas se inventó un dispositivo para controlar el tráfico que se generaba por la cantidad de automóviles: el semáforo.

Las vialidades en las ciudades de México y Morelia no son la excepción, ya que con la aparición de automóviles se generó un problema de densidad de tránsito, lo que hoy en día nos motiva a crear alternativas de solución a dicho problema.

El deseo de innovar y mejorar el tránsito vial nos lleva a impulsar el proyecto de un semáforo en forma de reloj de arena.

Con este proyecto se prevé reducir los tiempos de traslado de los medios de transporte como bicicletas, motocicletas, autos, camiones, etcétera, al incorporar un sistema de regulación vial acorde a nuestro tiempo.

Existe una incorrecta administración vial, pues no se da prioridad a los carriles de emergencia (para que transiten ambulancias, bomberos, policía y protección civil, entre otros), esto conduce a retrasos en el tiempo de traslado.

Un invento en apariencia sencillo, como el semáforo, se encarga de mantener el movimiento ordenado de la ciudad, pero estos aparatos fueron creados cuando el número de vehículos era pequeño, y ya no es un dispositivo capaz de controlar el alto índice de automotores.

A diario observamos congestionamientos que provocan una calidad de vida inadecuada, pues los habitantes tienen estrés, enojo,

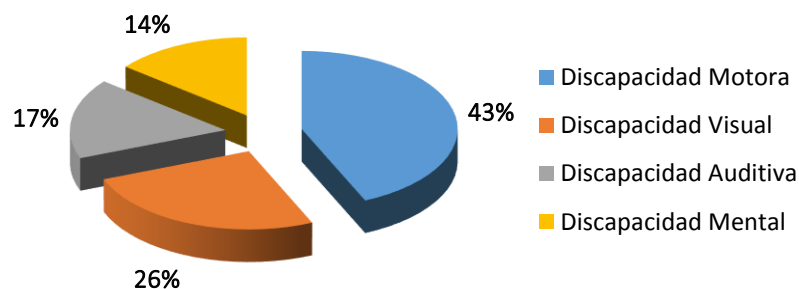




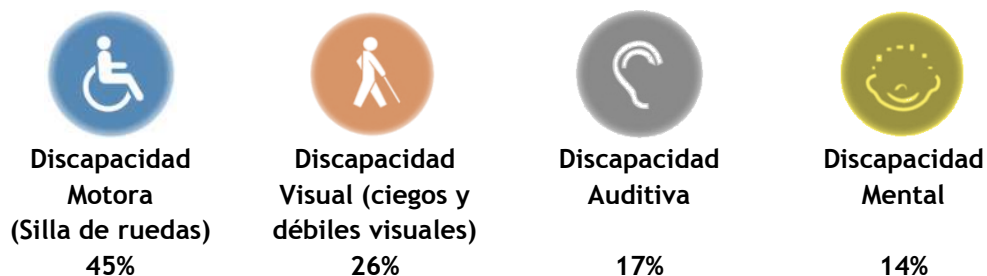
desesperación, frustración y llegan a ser violentos, sin olvidar la gran cantidad de dióxido de carbono emitido y que causa problemas en la salud y al medioambiente.

El desarrollo de este proyecto planea controlar un poco estas situaciones con un nuevo sistema gráfico amigable con el usuario y atractivo a la vista para que el conductor esté siempre atento al semáforo y no se distraiga y con esto aumente la eficacia acortando el tiempo de traslado, ya que para eso fue inventado en principio este aparato (Rincón, 2013).

La cantidad de peatones con alguna discapacidad en Morelia, de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013), es de 17 mil 340, y éstos se dividen en:



**Figura 1 Porcentaje De Personas Con Discapacidad y tipo de ella En Morelia, INEGI 2013.**



**Figura 2 Porcentaje de personas por tipo de discapacidad en Morelia, INEGI 2013.**

Esto sin contar a las personas de la tercera edad, que son 8 mil 800 (INEGI, 2013), mismas que no son consideradas de forma especial, pero que sí requieren atención especial.





# **CAPÍTULO 1:** **FUNDAMENTO**

# 1. CAPÍTULO I, Fundamentos (estado del arte)

## 1.1. ANTECEDENTES

El lenguaje<sup>2</sup> de los semáforos busca transmitir un mensaje específico, sin embargo, uno de los grandes problemas que enfrenta la sociedad es la mala interpretación de este código.

Una adecuada señalización a través del semáforo, no sólo tendría que controlar el tránsito vehicular, sino también el peatonal, pues debe funcionar en beneficio de todos los usuarios.

En Morelia, los semáforos que están en servicio resultan inadecuados para el control de transeúntes y de vehículos, dadas las necesidades de los habitantes de la ciudad; los sistemas de señalización no cumplen con las exigencias de la urbe.

Debido a esta situación, se requiere desarrollar un mensaje que cumpla de manera correcta la función del lenguaje, y que sea interpretado tanto por el peatón como por el conductor; este código permitirá identificar las señales de una manera fácil, lo que incrementaría la cultura vial.

Este proyecto prevé el uso de nuevos materiales para la fabricación de los aparatos, lo que será la vía adecuada para la transmisión del mensaje; las ventajas serán la ligereza, flexibilidad y bajo costo.

Partiendo del concepto del lenguaje como un conjunto de signos, en este proyecto utilizaremos un referente universal: el reloj de arena, este signo representa la contabilización del tiempo, por lo que nuestro

---

<sup>2</sup> Lenguaje: conjunto de señales que dan a entender algo; Diccionario de la Real Academia.





dispositivo reproducirá dicho símbolo facilitando así la lectura y comprensión del mensaje.

### 1.1.1. Origen del nombre semáforo

La palabra semáforo viene del griego: σῆμα, señal, y foro, llevar; es decir, lo que lleva las señales. En español, desde hace siglos, se llamaba semáforos a las torres de señales que se extendían por todo el territorio, éstas, por medio de signos ópticos (luces en la noche y banderas de colores en el día), comunicaban las noticias importantes más deprisa que los mensajeros que galopaban a caballo (Gramaticas, 2013).



Figura 1.1 Semáforo, 1911.

El semáforo es un instrumento vital para el orden de las ciudades, sin embargo, en los primeros años del siglo pasado cundía el caos en las calles ante la inexistencia de éste. Las carretas tiradas por caballos y los inexpertos automovilistas ocasionaban múltiples accidentes, el paso por las calles se hacía imposible (Sturn, 2014).

El primer semáforo de luces de tránsito que se instaló fue al exterior del parlamento británico de Westminster, obra del ingeniero J.P. Knight, especialista en señales de ferrocarril. Este aparato empezó a funcionar el 10 de diciembre de 1868 e imitaba a las señales de ferrocarril



y sólo usaba las luces de gas rojas y verdes por la noche. Dos zumbidos significaban que el tráfico que podía avanzar era el de la avenida y un sólo zumbido indicaba que el tránsito de la calle debía circular. No duró mucho en funcionamiento, pues un accidente provocó que el aparato explotara y esto causara la muerte de un policía.

Debido a la proliferación de coches, el 4 de agosto de 1914 se instaló el primer semáforo moderno en Estados Unidos; inventado por Garrett Augustus Morgan, el aparato organizaba el tráfico entre la avenida Euclid y la calle 105; contaba con luces rojas y verdes colocadas sobre unos soportes con forma de brazo, además incorporaba un emisor de zumbidos como su antecesor inglés (Garcia, 2014).

El sistema cambió pocos años después y se sustituyó el zumbador por una tercera luz de color ámbar. Los primeros aparatos de tres luces aparecieron en 1920 en las calles de Detroit en semáforos de cuatro direcciones y en Nueva York, donde se pusieron a prueba en la Quinta Avenida.

En 1953 aparecieron los primeros semáforos eléctricos; ocho años más tarde, en 1961, se introdujo en Berlín, un dispositivo que regulaba la circulación de los peatones.

### 1.1.2. Urbanismo en Morelia

Construida en lo alto de una colina en el siglo XVI, la ciudad de Morelia ofrece un ejemplo excepcional de planificación urbanística en la que se fusionan los conceptos del Renacimiento español con la experiencia mesoamericana. Sus calles, perfectamente adaptadas a las laderas de la colina, conservan su trazado primigenio, pero esto solo en el Centro Histórico, desgraciadamente el crecimiento de la ciudad no se hizo con la



precisa planeación con la que se planteó en sus principios y existen muchos problemas de urbanismo, cada vez es mayor el número de habitantes y el tránsito vehicular se ha convertido en una amenaza ambiental.

La población de Morelia en el año 2010, era de 729 mil 279 personas (INEGI, 2013), por lo que no dista en alcanzar el millón de habitantes, generando diversos problemas como el aumento del parque vehicular y la traza urbana, pues la ciudad no está planeada para estas condiciones.

### 1.1.3. Planificación urbana en ciudades de México

El impulso formal de la planeación urbana en México comienza en las primeras décadas del siglo XX, pero desde la época colonial las ciudades más importantes del país, como la capital, estaban basadas en lo dispuesto por las Ordenanzas de Felipe II, en el siglo XVI, que se basaba en la retícula cuadriculada con la plaza mayor como espacio geométrico base, con una arquitectura civil unificada y al servicio de numerosas necesidades sociales.

Estos preceptos, inspirados evidentemente en las concepciones de diseño del espacio español, influyeron en la planificación de las ciudades mexicanas, al menos hasta el siglo XVIII. El modelo europeo se muestra en las construcciones de la segunda mitad del siglo XVIII, con las ideas del urbanismo neoclásico en el marco de las Reformas Borbónicas, así como en las edificaciones de finales del siglo XIX, con el urbanismo francés como la principal influencia en el país, lo que modificó la imagen de la ciudad no sólo en el estilo arquitectónico, sino también en el trazo de nuevas y amplias calles a semejanza de las capitales europeas.



#### 1.1.4. Perfil contemporáneo de la planeación urbana mexicana

En la historia de la planeación urbana mexicana se identifica un segundo momento, el cual debilitó los esfuerzos comprometidos con el proceso de consolidación de las ciudades del país.

Nos referimos a las repercusiones que trajo consigo el proceso de industrialización nacional de finales de los años 30 que, en lugar de favorecer el diseño urbano con alternativas para enfrentar de manera eficiente el crecimiento demográfico, provocó que los logros alcanzados en la materia se vieran truncados por un buen tiempo.

La política del país se orientó en el naciente proceso de industrialización, lo que relegó los asuntos urbanos y ponderó el crecimiento económico.

En esta época de cambios, el Estado dirigió sus acciones a promover la inversión para la creación de infraestructura industrial, sin existir una preocupación específica por regular o impulsar un proyecto urbano, lo que provocó que solo en algunas zonas del territorio nacional se concentraran los recursos y se diera un crecimiento poblacional.

México se convertía en un país urbano con serios problemas para gobernar, administrar, planificar y gestionar la elevada concentración de población y actividades en unos pocos y dispersos puntos de la República; sin embargo, el país continúa así, hasta que en 1976 se promulga la Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH), lo que marca el inicio de la planeación urbana en México (Chaparro, 2012); dicha norma favoreció el establecimiento de bases para crear estatutos, planes y reglamentos urbanos en prácticamente todas las entidades del país, aunque en algunas





de las principales ciudades ya existían ordenamientos de esa naturaleza aunque no con el mismo impacto que la nueva ley tendría.

## 1.2. MORELIA, CONTEMPORÁNEA

Morelia es la ciudad más poblada del estado de Michoacán; tan solo la zona urbana tiene una población de 729 mil 279 habitantes (INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010), de esta cifra, 5 por ciento son personas con discapacidad<sup>3</sup>. A pesar de la red de carreteras y accesos con las que cuenta, las cuales le permiten conectarse con otras urbes como el Distrito Federal y Guadalajara, es necesaria la construcción de vialidades dentro del área urbana que logren satisfacer la demanda de los conductores sin afectar a la población.

En la ciudad circulan diariamente 280 mil vehículos registrados (INEGI, 2013), sin contabilizar a aquellos que están en proceso de legalización o son originarios de otras entidades federativas. Las unidades de carga pesada, provenientes de la Costa michoacana, hacen uso del Libramiento y vialidades alternas para llegar a otros destinos, lo que aumenta considerablemente el tránsito en la urbe.

Hace 25 años Morelia contaba con 25 mil automotores en circulación, por lo tanto, las vialidades que se construyeron en ese entonces, o que se modificaron, fueron proyectadas para un volumen de tránsito pequeño. En los últimos años, la mancha urbana y el tráfico vehicular han crecido de manera desproporcional a las características del área; aproximadamente hay un vehículo por cada dos habitantes.

---

<sup>3</sup> La Clasificación Internacional del Funcionamiento, La discapacidad y la Salud (CIF), nos da la definición sobre Discapacidad: Concepto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con discapacidad y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con los demás.



El gobierno municipal, consciente de lo indispensable que es la elaboración de proyectos que permitan constituir una ciudad moderna que cumpla con los requerimientos integrales que la gente necesita, prevé construir una serie de distribuidores viales para este ejercicio gubernamental.

Dentro de dichos proyectos está la edificación del distribuidor vial de El Pípila, la pavimentación de la Avenida de Las Torres, un paso a desnivel en la avenida Siervo de la Nación, redistribución en la salida a Pátzcuaro, mejorar el acceso a Santa María, un libramiento ferroviario y el Plan Metropolitano de Morelia (conurbación). Todos ellos se prevén dentro de uno de los ejes del Fideicomiso de Inversiones en Proyectos Estratégicos (FIPE) hoy Consejo Consultivo del Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) del Ayuntamiento (H. Ayuntamiento Morelia, 2014), el cual se denomina Proyectos de Infraestructura para el Desarrollo de la Ciudad.

### 1.2.1. DESARROLLO URBANO

Morelia es una ciudad en constante crecimiento, tanto horizontal como vertical, pero se ha dejado de lado la adecuada planeación urbana; si la ciudad continúa su expansión como lo ha hecho en los últimos años, a futuro habría un problema grave, pues la congestión excesiva de las vialidades traería un colapso, ya que no existe conciencia respecto a la situación.

La capital michoacana enfrenta serios problemas de tráfico, por lo que es necesario actuar lo más pronto posible para que la ciudad cuente con una red vial de primera en la que tanto peatones como conductores



puedan trasladarse con seguridad y en menos tiempo de un lugar a otro (Morelia, 2013).

### 1.2.2. CENTRO HISTÓRICO: PROBLEMÁTICA A ANALIZAR

La zona central es el origen de la ciudad, es testimonio vivo de la historia de ésta; la traza urbana, los espacios abiertos y la edificación, junto con el tejido social, conforman estructuras ambientales y un patrimonio cultural.

#### 1.2.2.1. EL CENTRO HISTÓRICO

Dentro del Centro Histórico existen zonas donde se incrementa la afluencia de rutas de transporte público, combis y microbuses, las más conflictivas son:

- La intersección de Madero con Héroes de Nocupétaro y Circuito la Mintzita, con una afluencia de 39 rutas.
- La intersección de Guadalupe Victoria con Eduardo Ruiz y Santiago Tapia, donde confluyen hasta 35 rutas.
- Las intersecciones de Avenida del Trabajo, Agrarista, Emiliano Zapata con Morelos y Héroe de Nacozari, por las que circulan entre ocho y 18 rutas.
- En torno al Templo de San Francisco circulan entre 24 y 34 rutas con diferentes recorridos.
- Y la última zona, alrededor de la Plaza Carrillo, donde, además de que transitan alrededor de 26 rutas, existe un sitio de taxis y uno de transporte de mudanzas.



Es importante señalar que en el Centro Histórico no se han establecido paraderos específicos para el transporte público, lo cual genera, en gran parte, la problemática vehicular (Rutero, 2013).

#### 1.2.2.2. VIALIDAD Y TRANSPORTE

- Existe un flujo importante de cruce innecesario por el Centro Histórico que requiere canalizarse por vías alternas laterales.
- Se entorpece seriamente el tránsito en vialidades primarias con estacionamiento, en algunos casos en ambos lados de la calle o con comercio ambulante.
- Existen intersecciones conflictivas que requieren semáforos.
- La concentración vehicular está estrechamente vinculada con los motivos de viaje generados por los usos y los equipamientos del Centro Histórico.
- Existe un número relativamente importante de estacionamientos (71) con una capacidad estimada de 4 mil 970 autos y con una ocupación promedio de 52.6 por ciento.
- La estimación de la demanda de estacionamiento es de 8 mil 671 cajones y la de la oferta actual es de 4 mil 970, por lo que hay un déficit de 3 mil 701 cajones en estacionamientos privados, sin contar los requeridos por la vivienda, visitantes y el estacionamiento en vía pública.
- Existe una gran concentración de rutas de transporte urbano. En prácticamente toda la trama vial del Centro Histórico transitan rutas de combis, microbuses y camiones. La situación



se hace crítica en ejes como Lázaro Cárdenas hasta con ocho rutas, Calzada Juárez con 17 rutas, la Plaza Carrillo con 19 rutas de microbuses y Allende y Bartolomé de las Casas en el entorno de San Francisco, hasta con 18 rutas de combis. La situación se hace crítica en los nodos de mayor actividad, en la cercanía de equipamientos escolares y de abasto, y en las horas pico de entradas y salidas de las oficinas.

En el Centro Histórico, como se muestra en la figura 1.2, se dará prioridad al peatón y se dedicará especial atención a las facilidades para la población discapacitada.



Figura 1.2 Panorámica del Centro Histórico de Morelia; tomado de [www.mimorelia.com](http://www.mimorelia.com), febrero 2013.



### 1.2.3. ESTADÍSTICA

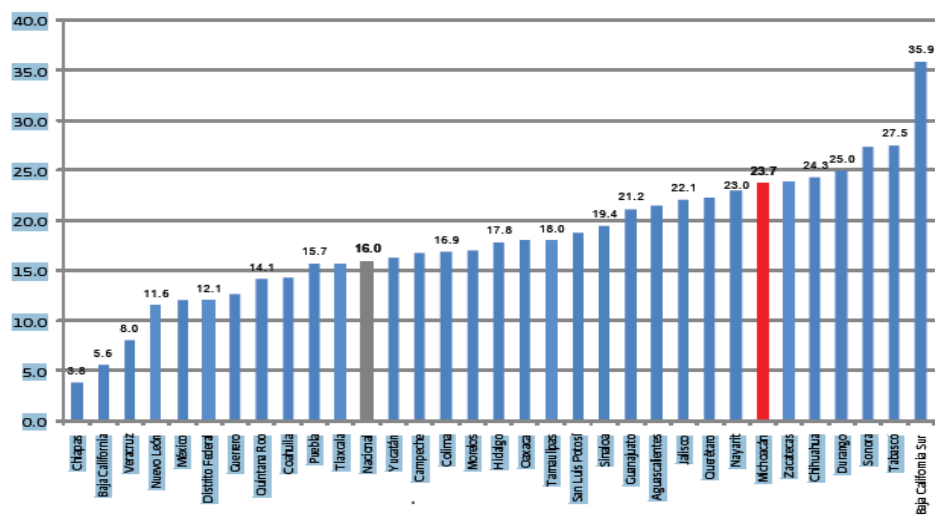


Figura 1.3 Tasa de mortalidad nacional por accidentes de tránsito, INEGI, 2012.



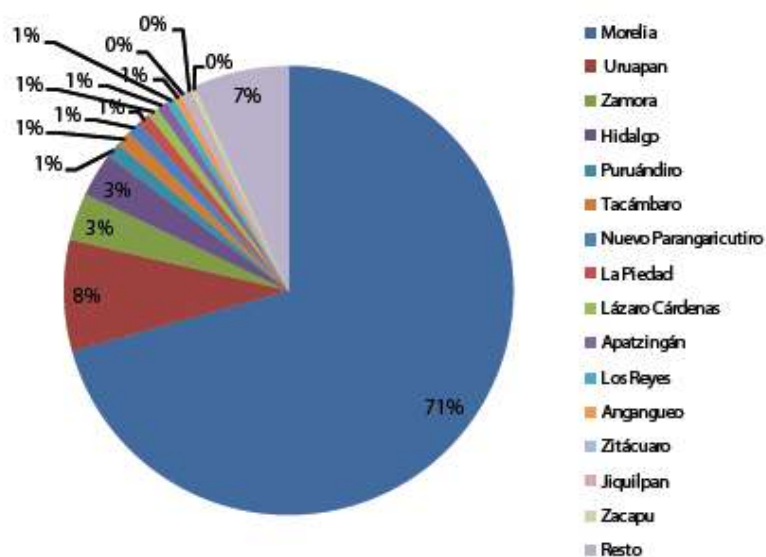


Figura 1.4 Localización de accidentes en el estado de Michoacán, INEGI, 2012.

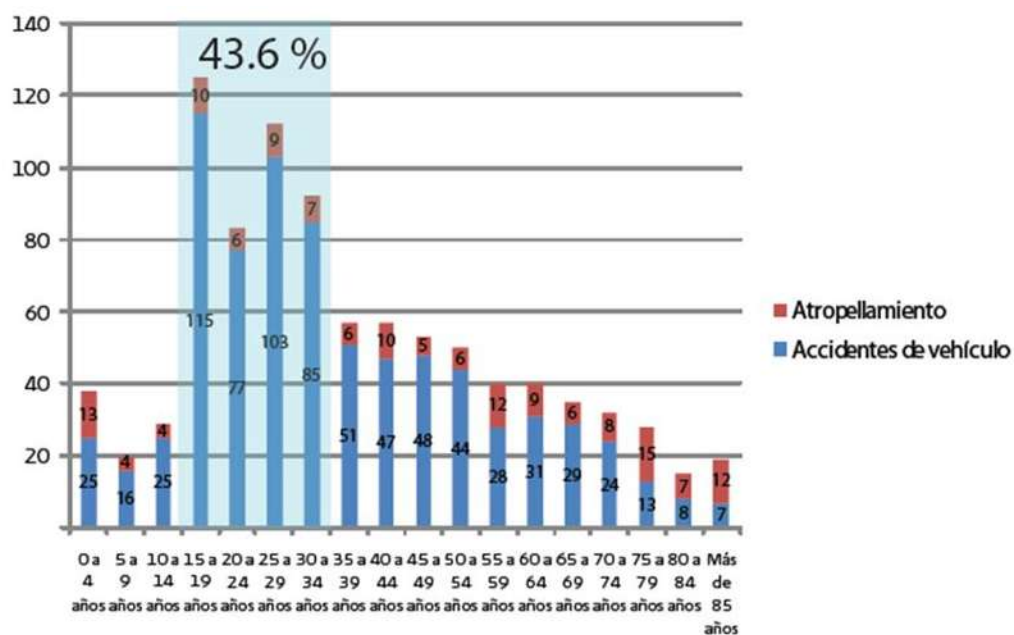


Figura 1.5 Mortalidad por accidente y grupo de edad, INEGI, 2012.

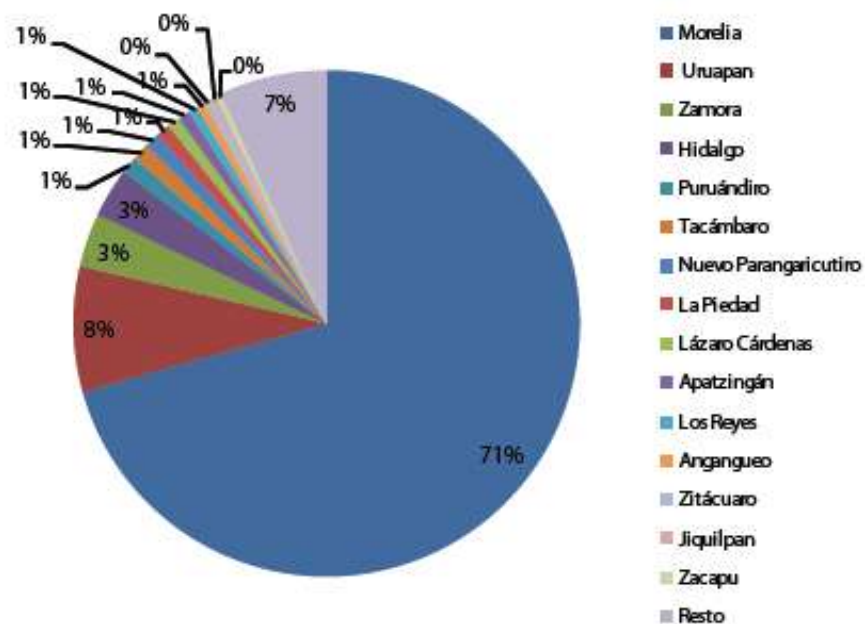


Figura 1.6 Localización de accidentes por ciudad, INEGI, 2012.

#### 1.2.4. PERCEPCIÓN DE USUARIOS

“Cuando camino por la calle siempre están por pisarme.  
Cuando manejo siempre estoy por pisar a alguien”.  
(Anónimo)

En Morelia existe una innegable desobediencia de las normas viales, ya que conductores y peatones por igual, las infringen sin pensar en los peligros que esto trae consigo.

Las últimas encuestas (INEGI, 2013) reflejaron que 48 por ciento de los muertos en accidentes viales son peatones, pero ¿quiénes son los culpables, los conductores que no saben manejar o las personas a pie que no saben por dónde cruzar?.

#### Percepción del conductor



“Suelo manejar muy esporádicamente, pero cuando lo hago, un simple viaje se puede transformar en una epopeya automovilística para no atropellar peatones en el intento, porque los hay de todos los tipos: el que cruza a mitad de la cuadra y no calcula las distancias; el que no puede esperar a que cambie el semáforo y el que espera debajo de la banqueta.

Además, lo peor de todo es que cada vez que uno toca la bocina para que se den cuenta de lo que están haciendo, te miran mal o te insultan en cuatro idiomas como si uno fuera el inconsciente y el bestia que está infringiendo las leyes” (Navarro, 2013).

El peatón al igual que el conductor está obligado por ley al cumplimiento de las normas establecidas en el reglamento de la ley de Tránsito y Vialidad del Estado de Michoacán, aunque muchas personas no lo tienen presente; Como se establece en el capítulo primero De Los Peatones (Michoacán, 2014), de la citada ley.

### **Percepción del discapacitado**

“Sin embargo, cuando camino por la calle, a veces corro para no perder la vida, cuando no debería hacerlo. Hoy en día, hay conductores prepotentes que parece ser que no saben -cuando corresponde- que el peatón tiene prioridad al cruzar la calle.

Por ejemplo, más de una vez me pasó que en esquinas donde no hay semáforos, voy a cruzar pero enseguida debo desistir y volver a la banqueta porque veo que el auto -que todavía está a media cuadra-, definitivamente no piensa frenar. Incluso, encuentro esta intención de atropello en los colectivos que, con su tamaño y la velocidad del vehículo, parecería que quieren infundir miedo en los



peatones como diciendo: ¿no ves que yo voy a pasar?” (Gutierrez, 2013).

Aunque esto sea un constante conflicto, peatones y conductores tienen una culpa compartida; los dos van por mal camino. ¿Por qué no cambiar y respetar las normas de tránsito? Si hay un cambio se podría caminar o manejar con tranquilidad (México, 2013).

### 1.3. ¿CÓMO CONSTRUIR UNA IDENTIDAD VIAL?

Se debe considerar la identidad como un aspecto de vital importancia para crear respeto y consideración por las ciudades, ésta crea interacción con el ambiente. En el caso de Morelia, la conservación del Centro Histórico hace que las personas guarden la “memoria histórica” que le da identidad a la urbe.

El mobiliario y todos los elementos físicos o notables crean un sello de identidad en el usuario, éstos son responsables del carácter y de la calidad urbana, dándole atractivo a la ciudad. Configuran una buena parte del entorno.

La identidad se construye gradualmente, para conocerla se debe entender cómo los habitantes sienten, viven y comprenden su entorno. La ciudad es un espacio de comunicación y expresión que evoluciona constantemente. El sentimiento de pertenencia determina que algunos individuos maltraten los espacios públicos.

En el caso de los semáforos, la conciencia de mancomunidad de conductas genera la falta de cumplimiento de las señales, así es como 82 por ciento de los personas considera que no se respetan los códigos del semáforo.





El semáforo es un elemento urbano no respetado, es vital considerar que esto causa accidentes de tránsito. La trasgresión se origina no sólo por la falta de conciencia cívica, sino también por la carencia de mantenimiento del sistema de señalización vial: averías, desperfectos, suciedad, corrosión, etcétera.

Morelia es considerada como una ciudad con alto índice de delincuencia, con un gran caos vehicular y sumamente sucia en ciertas colonias. Se debe replantear el tipo de concepción de los elementos urbanos para que formen parte de la identidad cultural de las personas.

#### 1.4. GÉNESIS DEL SEMÁFORO Y SU IMPORTANCIA CONTEMPORÁNEA

“El origen de la partícula “foro” es “*phéro*”, cuyo equivalente latino es “fero”, que significa “el que lleva”, “portador”. El sufijo “sema” es una voz griega que quiere decir “señal”, por lo tanto, “semáforo” es un (aparato) que lleva o tiene señales.” (de.chile.net, 2013).

Los semáforos son dispositivos mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, ámbar y verde, operadas por una unidad de control.

Sus funciones son las siguientes:

- Interrumpir periódicamente el tránsito para permitir el paso de otra corriente vehicular o peatonal.



- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continúa.
- Controlar la circulación por canales.
- Reducir accidentes de tránsito, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- Proporcionar un ordenamiento del tránsito. (Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo, 2013)

#### 1.4.1. Importancia

Durante años la señalización era un elemento complementario; antiguamente no se incluía en los proyectos de construcción de una vía de tránsito, ahora se ha llegado a concluir que su utilización es vital para evitar accidentes.

#### 1.4.2. Antecedentes

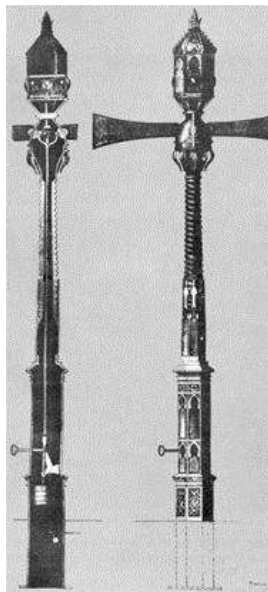
Los primeros ensayos efectuados en Londres, en 1841, consistieron en la instalación de un semáforo octagonal, equipado con un espejo parabólico para enviar señales luminosas rojas y verdes a los trenes de servicio nocturno. Autoridades, reunidas en asamblea, acordaron luego de votar, que el rojo indicaría “parada”, el blanco “atención” y el verde “vía libre”. Posteriormente la luz blanca sería reemplazada por la amarilla, pues se confundía con las luces del alumbrado.

En 1868 J.P Knight, ingeniero de ferrocarriles ingleses, ideó el primer semáforo urbano para Londres, utilizando alumbrado a gas, con código de dos colores (rojo y verde), sin embargo, no tuvo éxito porque la instalación explotó.



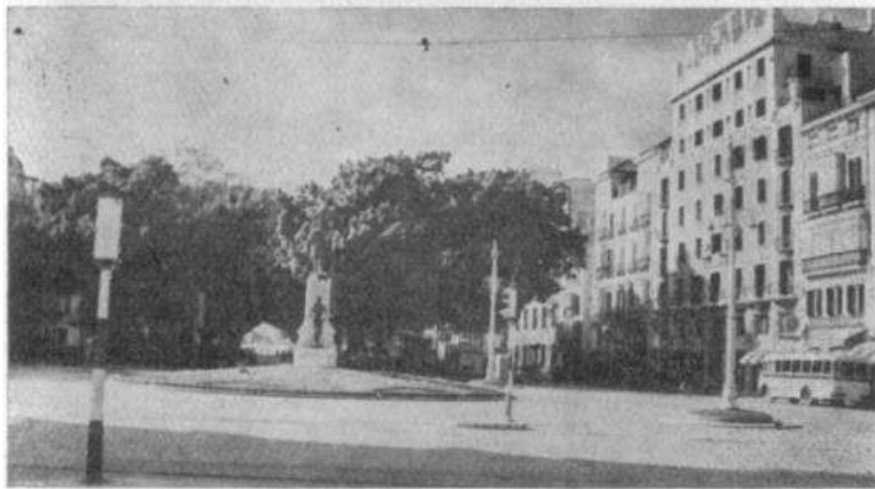
La investigación se retomó en Claveland, EUA; donde se utilizó una energía menos peligrosa; la electricidad. El uso se extendió por América y Europa. Cuatro años más tarde se incorporó la luz amarilla para indicar “precaución”.

En 1924 se instalaron semáforos mecánicos en México, éstos eran un tubo cuya parte más alta tenía dos letreros en forma de cruz; uno decía “Adelante” y el otro “Alto”. El semáforo era manejado por un policía desde el centro de la intersección, quien hacía girar el tubo con una palanca para cambiar el mensaje. En 1920 se instalaron semáforos eléctricos que consistían en una caja sobre un pedestal alumbrada con un foco, donde los letreros de Adelante y Alto se alternaban en forma simultánea.



**Figura 1.7 Primer semáforo en 1868, de [www.inventosingeniosos.com](http://www.inventosingeniosos.com).**





**Figura 1.8 Primeros semáforos automáticos.**

### 1.4.3. Inicios Del Semáforo En Morelia

El aumento de vehículos en la capital michoacana generó la necesidad de introducir tecnología extranjera que proporcionara control en el tránsito vehicular para evitar contratiempos. El primer semáforo en Morelia data de 1929; se instaló un aparato automático de dos luces: roja y verde.

En 1952, el uso de dos luces simultáneamente significaría señal para parar o seguir. Posteriormente se introdujo la luz ámbar como señal preventiva.

### 1.4.4. Evolución

El sistema abierto de semáforo, creado desde el siglo XIX, consta de un controlador automático que hace cambiar las luces de forma alternada, durante períodos iguales; sin embargo, suele generar atascos en la vía más transitada. Para prevenir este problema se ideó el circuito cerrado que da preferencia a las vías más transitadas, mediante sensores.

Considerando a los peatones invidentes, se incorporó a los semáforos un pitido, sincronizado con la luz verde; también se han ideado semáforos ecológicos, que emplean energía solar y diodos luminiscentes (LED's) que gastan menos electricidad.

Un logro de gran importancia en la investigación del control de tránsito es la incorporación de un sistema de registro visual de vehículos infractores por medio de una cámara de video.



**Figura 1.10, Detección de paso en color rojo.**



**Figura 1.9 Semáforo con función de detección de exceso de velocidad.**

#### 1.4.5. Características Del Semáforo

Según la norma mexicana, Sistemas De Señalización Luminosa Para Transito Urbano Parte 1: Semáforos, se pueden destacar los siguientes datos importantes (SECOFI, 2013).

**Componentes:**



**Cabeza:** Armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza posee un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones.

**Soportes:** Son las estructuras que se utilizan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos del aparato en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar las indicaciones. Algunos elementos del soporte deberían permitir ajustes angulares, verticales y horizontales de las caras de los semáforos. Por su ubicación en la intersección, los soportes son de dos tipos:

a) si se encuentran a un lado de la vía pueden ser:

1. Postes (entre 2.4m y 4.5m de alto)
2. Ménsulas cortas (brazos cortos adheridos a los postes)

b) si se ubican en la vía pueden ser:

1. Ménsulas largas sujetas a postes laterales (brazos largos que se extienden de los postes dentro de la vía)
2. Cables de suspensión
3. Postes y pedestales en islas

**Cara:** Conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara o bombillo y portalámparas) que están orientadas en la misma dirección. En cada cara existirán usualmente tres o más unidades ópticas para regular uno o más movimientos de circulación.

**Lente:** Parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.



**Visera:** Elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que a determinadas horas, los rayos del sol incidan sobre éstas y den la impresión de estar iluminadas, así como también para impedir que la señal emitida por el semáforo sea vista desde otros lugares distintos a aquel hacia el que está enfocado.

**Unidad de control:** Mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces de los semáforos.

**Detectores:** Dispositivos capaces de registrar y transmitir los cambios que se producen o los valores que se alcanzan en una determinada corriente del tránsito. Interiormente tienen un terminal de seis conexiones con las palabras rojo, amarillo y verde para identificar las conexiones de los sockets.

Accesorios de fijación, éstos deben permitir ajustes verticales y horizontales hasta cualquier ángulo razonable.

#### **Dimensiones generales:**

**Altura:** La parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre de:

Tipo poste: mínima: 2.3m máxima: 3.5m

Tipo ménsula larga: mínima: 5.3m máxima: 6.0m

Suspendidos por cables: mínima: 5.3m máxima: 6.0m

En los semáforos peatonales, la parte inferior debe estar a no menos de 2m, ni más de 3m, sobre el nivel de la acera.

#### **Diámetros de los lentes:**

La parte visible del lente deberá ser como mínimo 19.7cm para las de 20cm, y de 29.5cm para las de 30cm. Los diámetros exteriores de las lentes serán de un mínimo de 21.3cm, para las de 20cm, y de 31.5cm, para las de 30cm.

(A veces conviene instalar la lente roja de 30cm, y las demás de 20cm para dar énfasis en la indicación restrictiva más importante: PARE, sin embargo, todas las lentes podrán ser de 30cm.)

**Angulo de colocación:** La cara del semáforo debe colocarse en posición vertical y a 90 grados con respecto del eje del acceso, a los de ménsula se les debe dar una inclinación de 5 grados hacia abajo.

#### 1.4.5.1. Formas

Todas las lentes de los semáforos de control vehicular deberán ser de forma circular, excepto las verdes con flechas, que pueden ser rectangulares.

Las lentes de los semáforos peatonales podrán ser circulares (diámetro entre 20 y 30cm) o cuadradas (de 20 o 30cm por lado), debiendo disponerse verticalmente.

**Número y posición:** la cara de los semáforos vehiculares tendrá normalmente tres lentes y máximo cinco, éstos tres serán: rojo, amarillo y verde, excepto cuando se usa una lente con flecha para indicar vía libre.



**Semáforos para pasos peatonales:** Tienen tres indicaciones: ALTO, en rojo, PASE en verde fijo, y PASE, en verde intermitente, que significa que el peatón no debe empezar a cruzar la calle.

**Inscripciones en los semáforos peatonales:** Llevarán escrito el mensaje por medio de símbolos en fondo oscuro, que representarán a una persona caminando (PASE) y una persona parada (ALTO). En los cruces donde la distancia a recorrer sea menor de 18m, el símbolo tendrá por lo menos una altura de 23cm.

La tecnología de semáforos y el equipo producido en países de Europa y de América del Norte ha traspasado las fronteras y es aprovechada por otros países. Hoy en día, no se concibe el control de la circulación vial en una gran ciudad sin tratar de emplear los sistemas más avanzados de control por medio de semáforos.

Los países europeos son los que han incursionado más que otros en el tema, en el intento de modificar el aspecto del semáforo, ya sea por motivos de integración a su espacio arquitectónico, por necesidad de mejorar la visibilidad de los mismos o por mejoras en su funcionamiento.

Los casos presentados son particulares, algunos siguen en funcionamiento, otros por diversos motivos sólo permanecieron cortos períodos de tiempo en el control del tránsito.

En general, existe un lenguaje común, aceptado y respetado en cuanto a los tres colores del mensaje, lo que varía es la forma de los aparatos, ya sea un soporte tubular, adosado a un poste de luz, suspendido con cables eléctricos, tipo ménsula o en medio de la vía. Las variables de los semáforos también son en el material, colores de los soportes, en la



tecnología de control (sincronizados, cámaras de vídeo, etc.) o algunas modificaciones en los componentes secundarios.

**Disposición de las luces:** En Canadá y China se usa el semáforo horizontal, éste se coloca a menor altura que los verticales, con lo que se ahorra cerca de un metro de poste en cada uno.

#### 1.4.5.2. Material

Existe una gran tendencia a nivel mundial de fabricar el cuerpo, puertas y viseras en plástico o policarbonato con refuerzo de fibra de vidrio, con el fin de incrementar la durabilidad y el bajo mantenimiento. También se fabrican en aluminio inyectado.

#### 1.4.5.3. Iluminación

En este tema ha habido un avance importante, ya que el uso de lámparas incandescentes ha disminuido, pues ahora se emplea LED (diodos luminarios) puesto que consumen hasta 90 por ciento menos energía y su intensidad es muy alta.

#### 1.4.5.4. Componentes

**Puertas:** Usualmente se inyectan con dos bisagras integradas que se acoplan a las bisagras que el cuerpo tiene, esto a través de pernos de acero inoxidable. El cierre se efectúa sin el uso de herramienta especial con tornillos de acero inoxidable y tuercas del tipo mariposa.

**Viseras:** Se aseguran por medio de tornillos que se introducen en inserciones metálicas que quedan inyectadas en la cara de la puerta. Las viseras usualmente son del tipo túnel y se colocan girándolas. Su interior está pintado en color negro mate para una mejor percepción de la luz. La





función de la visera es evitar la incidencia de la luz ambiental en la lente, reduciendo las reflexiones y permitiendo un mayor contraste en los cambios de color del semáforo.

**Reflector:** Aluminio con gran brillo.

**Lentes:** Son de policarbonato traslúcido en colores rojo, ámbar y verde. Se fijan a la puerta mediante sujetadores de aluminio y tornillos. Poseen en su parte interior un reticulado multidireccional que provoca la dispersión de la luz durante la fase de encendido, lo que permite que la intensidad del color sea uniforme en toda la superficie de la lente.

**Antirrotación:** Mediante una corona dentada se impide la rotación una vez apretados los elementos de unión.

**Aislamiento:** Para evitar la humedad y el polvo lleva un empaque de neopreno en el canal del perímetro de la puerta.

**Codificación de cables:** Se codifican los cables por colores para identificarlos.

**Terminal del conexionado:** Usualmente los semáforos cuentan con una terminal de conexionado de seis secciones, con 12 puntos de conexión, seis de cada lado. Un lado es para el conexionado de la terminal a los sockets, el lado contrario se utiliza para los cables que provienen del control.

**Señales adicionales:** En Estados Unidos el sistema de semáforos contempla el uso de carteles señaléticas informativos adyacentes al semáforo, para enfatizar el mensaje luminoso, éstos deberán colocarse adyacentes a la cara del semáforo.



#### 1.4.5.5. Semáforos para invidentes

Existen semáforos que se activan con un pequeño control remoto que emite un mensaje de recepción y luego indica el momento exacto en que debe iniciarse el cruce de cada calle y el tiempo disponible para hacerlo, todos los mensajes están grabados por una voz humana (Nattkemper, 2013). Otros modelos están compuestos por un pedal pulsador para perros lazarillos para esperar la luz verde.

#### 1.4.6. Casos análogos

Alemania



**Figura 1.11 Primer semáforo en Alemania.**



**Figura 1.12 Semáforo Ampelmann.**

En la figura 1.11 se muestra el primer semáforo de Alemania, hoy en día es simplemente un reloj público, pero es un icono de las ciudades; este aparato se ponía en medio de las intersecciones y en cada lado tenía luces rojas y verdes mediante las que se mostraba quién tenía derecho a pasar.

En la figura 1.12 se muestra un icono de Alemania, el Ampelmann, que significa “hombrecillo del semáforo”. El Ampelmännchen (en alemán) es una silueta que representa a un hombre con sombrero, típica de los semáforos de los pasos de peatones de la extinta República Democrática Alemana. El *Ampelmännchen* rojo extiende sus brazos en cruz para indicar que no se puede cruzar, mientras que el verde, que se muestra dando un paso hacia adelante, significa que se puede transitar. Tras la reunificación de ese país, este símbolo se volvió popular en los *souvenirs* turísticos (Heckhausen, 1997).

## Estados Unidos



Figura 1.13 Semáforo para ciclistas.



**Figura 1.14 Semáforo común.**

En la figura 1.13 se puede apreciar que en Estados Unidos de América (EUA) se le da importancia al ciclista, pues existe una luz especial para él; los usuarios de las bicicletas tienen preferencia ante los automóviles, pero no ante el peatón.

En la figura 1.14 se muestra una forma muy común de colocar los semáforos en EUA que; se extiende un cable de esquina a esquina y en medio de éste cuelgan los semáforos, teniendo un considerable ahorro de costo, ya que no se gasta en postes; el inconveniente de este sistema es que si hay fuertes ráfagas de viento los aparatos se mueven mucho y por lo tanto el mensaje que tratan de transmitir no es leído correctamente y da a lugar a accidentes.

## Japón

En la figura 1.15 se ven los semáforos que se usan en los cruces con más afluencia de personas en Japón, éstos cuentan con una alarma sonora que avisa y alerta a los peatones cuánto tiempo disponen para atravesar la calle; en el país nipón se encuentran los cruces con más afluente de

todo el mundo, por lo que su correcto funcionamiento es vital y su eficiencia es notable.



**Figura 1.15 Semáforos en cruceos.**



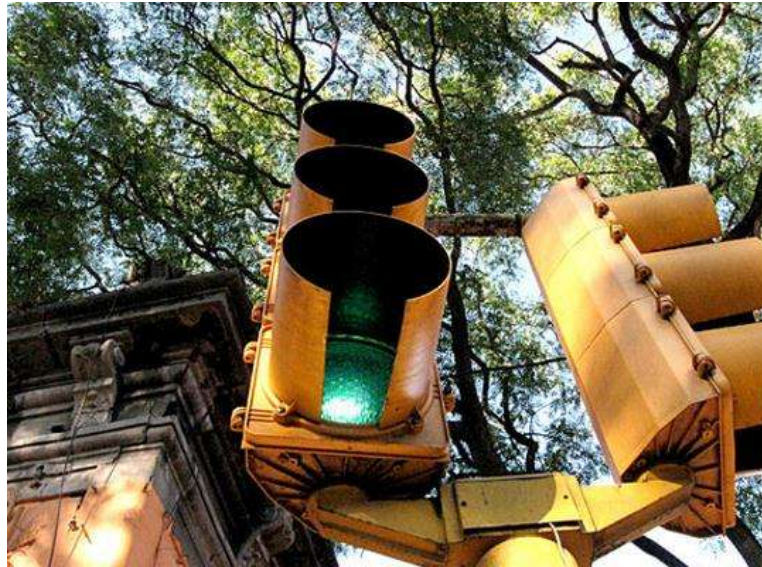
**Figura 1.16 Semáforo con preferencia peatonal.**

En la figura 1.16 se observa una semáforo en el que el peatón es el usuario principal; con solo apretar un botón el semáforo dará la orden de detener a los vehículos para que las personas crucen sin riesgo alguno, con esto se muestra claramente que en ese país el peatón es el usuario principal de un semáforo.



## Brasil

En la figura 1.17 se muestra un semáforo común en Brasil, mismo que funciona con bombillos de alto consumo de energía, por lo que no son muy eficientes; en este caso se observa que sólo funcionan para automovilistas, olvidando por completo al peatón y al ciclista.



**Figura 1.17 Semáforo de bombillo.**



**Figura 1.18 Semáforo LED.**

Por otra parte, en la figura 1.18 se muestra la nueva tecnología que ha poco a poco ha llegado a Brasil: los semáforos de LED's que son mucho más eficientes, gastan sólo una fracción de energía que los de bombillos, sin embargo, el aparato sigue enfocado al automovilista y no al peatón.

## Venezuela

Venezuela usa, tanto el semáforo de luces en posición vertical, como en horizontal, este último se emplea generalmente en las autopistas.

En la figura 1.19 se observa el semáforo tipo ménsula para vías locales de alto tránsito, con luces peatonales y señalización de las calles. Este aparato es inteligente porque se adapta a la cantidad de flujo peatonal y vehicular reduciendo los lapsos de tiempo de espera.



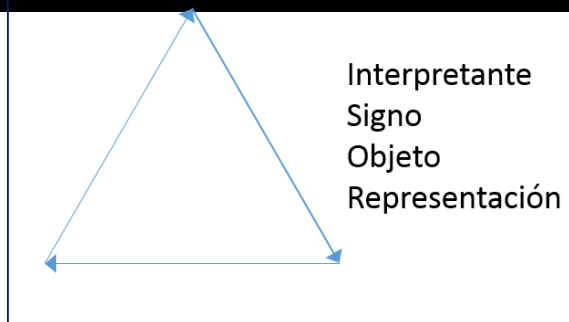
**Figura 1.19 Semáforo inteligente.**





## **CAPÍTULO 2:** **PSICOLOGÍA DE LA PERCEPCIÓN**

## 2. CAPÍTULO II



### 2.1. Semiótica

En el desarrollo de esta investigación se encontró un concepto con el que la electrónica no está muy familiarizada: la percepción, que nos permite comprender cómo se aprecia el entorno; las señales que emite el semáforo, que es el objeto de estudio en este trabajo, nos conducen a la interpretación de las mismas, por lo que abordaremos la relación objeto, sujeto, lenguaje, señales, desde un análisis científico y para ello recurriremos a la semiótica.

La semiótica es conocida como teoría de los signos y plantea el funcionamiento del pensamiento del ser humano estudiando el proceso cognitivo de éste. La semiótica trata de dar respuesta a la interrogante de cómo el ser humano conoce el mundo que lo rodea, cómo lo interpreta, cómo genera conocimiento y cómo lo transmite (Eco, 2005).

Por lo tanto, la semiótica buscará encontrar los mecanismos que llevan a las personas a establecer una relación de significado con algo, el objeto, un gráfico, una imagen, un sonido o una combinación de éstos, de tal forma que al volver a entrar en contacto con un signo, su mente recordará el significado con el que se ligó en un principio.

Para poder decodificar una señal, requerimos de su interpretación, para lo cual nos basamos en la semiosis.

La semiótica identifica cuatro formas de signos: símbolo, ícono, señal y signo. Abordaremos la señal por ser lo que emite el semáforo.



### 2.1.1. La Señal

La señal es un tipo de signo que tiene el propósito determinado de informar o dar direcciones específicas a un público general. Son colocadas y diseñadas de forma que 99 por ciento de las personas tengan contacto con ellas. Pueden ser visibles, sonoras o táctiles. Están hechas con la intención de comunicar (González, 2013).

Como el objetivo principal de una señal es dar el aviso a un público general, sin tomar en cuenta perfiles como la alfabetización, el color de piel, las creencias religiosas, la cultura de la que provengan, etcétera, la señal debe ser obvia y fácilmente interpretable, de tal forma que su relación con la realidad debe ser lo más fidedigna y sencilla posible.

Podemos concluir que las señales sirven para comunicar avisos e información con la finalidad de que la mayor cantidad de receptores lo entiendan de forma rápida.

## 2.2. Percepción

El psicoanálisis indica que la percepción se antepone a la interpretación, es decir, primero percibimos al objeto y en ese instante interpretamos lo que acabamos de percibir (Ediciones, 2013).

Así construimos la realidad del objeto captado, siendo a veces esta percepción aguda, detallada, y otras veces distraída. Cuando percibimos





existen infinitas sensaciones, cualidades, espacialidades y datos, y lo interpretamos de acuerdo con un bagaje preestablecido que nos permite ver el mundo sin cuestionarnos a cada instante este acontecer. De hecho si nos hacemos la pregunta ¿Qué percibimos? Las respuestas son infinitas. Esto le agrega otra variable más a este acontecer. Estaríamos en condiciones de plantearnos si tenemos además una intención que tiña la interpretación de aquello que percibimos en forma constante, o alguna consigna, que seguramente estará relacionada con la cultura y con la historia de cada individuo. Lo que sucede en nuestro objeto de estudio, el semáforo.

### 2.2.2. Percepción Visual al Conducir

La percepción de un objeto (producto, mensaje, persona, etcétera) no es algo aislado que nos suministra datos directos del exterior como si fuera un simple reflejo especular de este objeto, es un fenómeno complejo relacionado con los sistemas de memoria. (Magustretti, 2008). Demasiadas veces tendemos a simplificar este proceso.

En resumen, podemos decir que ante un input sensorial determinado construimos patrones neurales específicos que dan lugar a representaciones mentales complejas.

Las percepciones son una creación del cerebro y de la mente humana (...) no existen fuera de nuestra mente (...) el cerebro es el que ve, oye, siente (...) fuera de nosotros no hay luz, gusto, tacto..." (MORGADO, 2010).

Esto es sumamente importante para este trabajo, ya que está involucrada la percepción visual, pues una de las cuestiones que hemos





trabajado es si al ver un semáforo el usuario entiende correctamente la señal emitida; si el mensaje no se transmite de forma adecuada qué se debe hacer para mejorar esta percepción y para tener una mejor comprensión de las señales emitidas.

A modo de ejemplo de lo anterior se anexa una breve narración sobre la percepción y el recuerdo ligado a experiencias pasadas según (Magustretti, 2008), que resulta sugerente en nuestro objeto de estudio.

“Estoy frente a un cruce peatonal y el semáforo se pone en rojo: freno la marcha. Recuerdo que rojo significa que no se puede cruzar y aguardo que se ponga en verde.



Figur 2.2, *Percepción de señales*, tomado de Flickr, 2013.

El comportamiento puede tener variaciones. Si la calle es poco transitada y no vienen coches, tal vez decida cruzar igual aunque el semáforo este en rojo, sobre todo si estoy apurado. Por el contrario, si el semáforo esta en verde y un coche pasa en

rojo, no cruzaré. Un mecanismo de protección se pone en juego.

Un estímulo externo (semáforo en rojo o en verde), una acción a efectuar (cruzar la calle). No reacciono simplemente de manera refleja al rojo y al verde: evalúo todos los elementos del contexto inscritos en nuestros sistemas de memoria, que entrarán a funcionar para decidir qué acción debo emprender. Esto es efectuado por la memoria de trabajo. Es



transitoria, los elementos permanecen en ella para la evaluación y ejecución de la acción.

La activación de las huellas mnémicas, asociadas con un estado somático de displacer ligado a una historia de frustración, interfiere en la toma de decisión al punto de inhibir la acción.

Una decisión inconsciente.”

### 2.2.3. Señales estandarizadas en los semáforos

En México se cuenta con una serie de disposiciones que nos ayudan a regular y normar los productos y servicios, bajo los criterios oficiales establecidos por la Ley Federal de Metrología y Normalización de la Secretaría de Economía (SE).

De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización básicamente existen dos tipos de normas (Economía, 2013):

Normas Oficiales Mexicanas (**NOM**), son regulaciones técnicas de carácter obligatorio. Regulan los productos, procesos o servicios, cuando éstos puedan constituir un riesgo para las personas, animales y vegetales, así como el medio ambiente en general, entre otros.

Normas Mexicanas (**NMX**), son elaboradas por un organismo nacional de normalización. Establecen los requisitos mínimos de calidad de los productos y servicios, con el objetivo de proteger y orientar a los consumidores. Su aplicación es voluntaria, con excepción de los casos en que los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas; cuando en una NOM se requiera la observancia de una NMX para fines determinados.



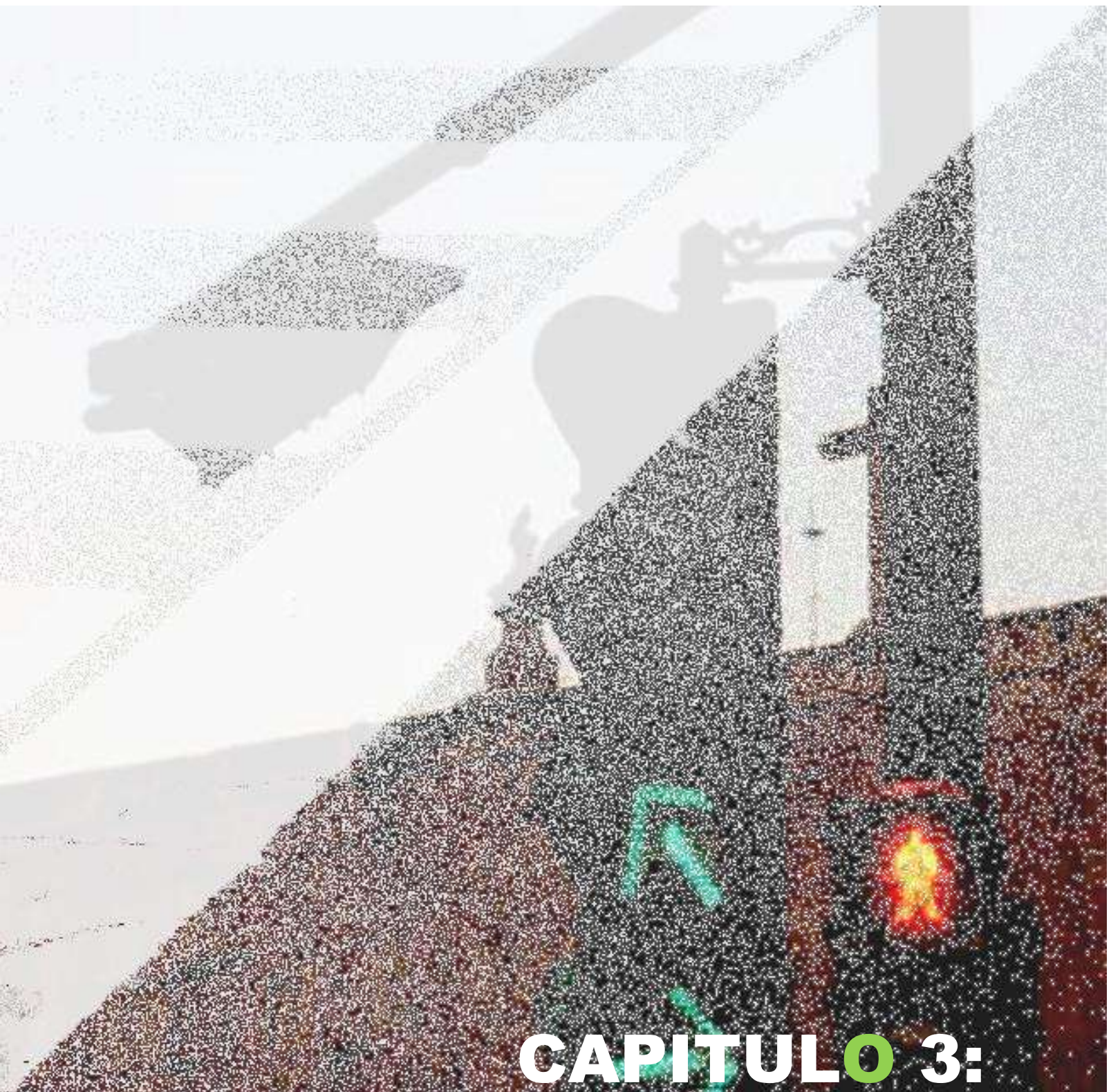
En virtud de lo anterior los semáforos quedan inscritos en la norma NMX-J-425/1-1981.

| COLOR DE SEGURIDAD | SIGNIFICADO                                            | INDICACIONES Y PRECISIONES                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ROJO               | Paro.                                                  | Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.                                                                                                                                                                                              |
|                    | Prohibición.                                           | Señalamientos para prohibir acciones específicas.                                                                                                                                                                                                 |
|                    | Material, equipo y sistemas para combate de incendios. | Ubicación y localización de los mismos e identificación de tuberías que conducen fluidos para el combate de incendios.                                                                                                                            |
| AMARILLO           | Advertencia de peligro.                                | Atención, precaución, verificación e identificación de tuberías que conducen fluidos peligrosos.                                                                                                                                                  |
|                    | Delimitación de áreas.                                 | Limites de áreas restringidas o de usos específicos.                                                                                                                                                                                              |
|                    | Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes.     | Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo.                                                                                                                                                                                    |
| VERDE              | Condición segura.                                      | Identificación de tuberías que conducen fluidos de bajo riesgo. Señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavajos, entre otros. |
| AZUL               | Obligación.                                            | Señalamientos para realizar acciones específicas.                                                                                                                                                                                                 |

Fig 2.3 Colores de seguridad, su significado e indicaciones y precisiones, tomado de (Social, 2014).







# **CAPITULO 3:**

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### 3. CAPÍTULO III, Definición del Problema



#### 3.1. PROBLEMÁTICA

Cuando nos detenemos a observar por un instante la ciudad, percibimos algo importante que da origen al problema a resolver en este trabajo de investigación, la ciudad no es sólo un conjunto de espacios públicos (los pocos que quedan) y privados, es decir, la hacen, sobre todo, las personas que viven en ella, la gente es la que da vida a las calles.

En Morelia, el reto es identificar la diversidad, pluralidad y multiculturalidad, y saber que es posible pensar en un ambiente de “movilidad inclusiva, desde y para la diversidad”, que tenga como fundamento la cultura vial, basado en valores como responsabilidad, convivencia, participación, respeto y autorregulación.

Para ello es preciso revolucionar los imaginarios de movilidad en su conjunto, no solamente pensar en los vehículos, considerando los diferentes modos de desplazamiento de todos los actores de la vía pública (peatón, ciclista, motocicletas, conductor, pasajero), sin dejar de lado las dificultades de las personas con movilidad reducida o con discapacidad.

Es importante resaltar el concepto de vía pública, pues es el escenario donde se centra la definición del problema de estudio, debemos tener una concepción de espacio público: lugar donde cualquier persona tiene derecho a circular, en oposición a los espacios privados; por lo tanto, el espacio público abarca sitios históricos, culturales, religiosos, recreativos, artísticos, paisajísticos y naturales de la ciudad, es decir, las





zonas para el disfrute colectivo. El espacio público tiene además una dimensión social, cultural y política.

El enfoque de este trabajo es acercar soluciones a la problemática del espacio público; por medio de un dispositivo regulador del tránsito (semáforo) colocado en las intersecciones viales de la ciudad, se ayudará a controlar el paso peatonal y vehicular.

La infraestructura de semáforos que existe en la ciudad es amplia, pero con muchos años de operación desde su instalación, mientras que algunos otros no se han puesto en servicio; no se cuenta con el número exacto de dichos aparatos, pensar cambiarlos representaría una erogación muy alta para el estado y el municipio.

Una de la aportaciones de este trabajo de investigación es que el regulador de tránsito que se propone se puede adecuar a los existentes, lo que reducirá ampliamente el costo de su instalación, al no sustituir a los viejos semáforos, pues serían actualizados a las necesidades de la ciudad.

Los mensajes codificados de los semáforos actuales en Morelia carecen de una información que pueda interpretar el peatón, lamentablemente los sistemas actuales se alejan de su objetivo fundamental y solo codifican señales para el conductor.

### 3.2. OBJETIVO GENERAL

Vincular el trabajo académico de la disciplina de la ingeniería en electrónica con los problemas sociales.



Fomentar los trabajos de investigación aplicada, en este caso por medio del diseño, programación y puesta en servicio de un modelo para un semáforo tipo reloj de arena, con el que se priorice a las personas con discapacidad.

### 3.3. OBJETIVO PARTICULAR

De ahí se deriva el análisis de estudio de este trabajo, planteando las siguientes preguntas que definirán el problema de estudio:

¿Los mensajes actuales de los semáforos son eficaces?

¿El mensaje es adecuado para el peatón y el conductor?

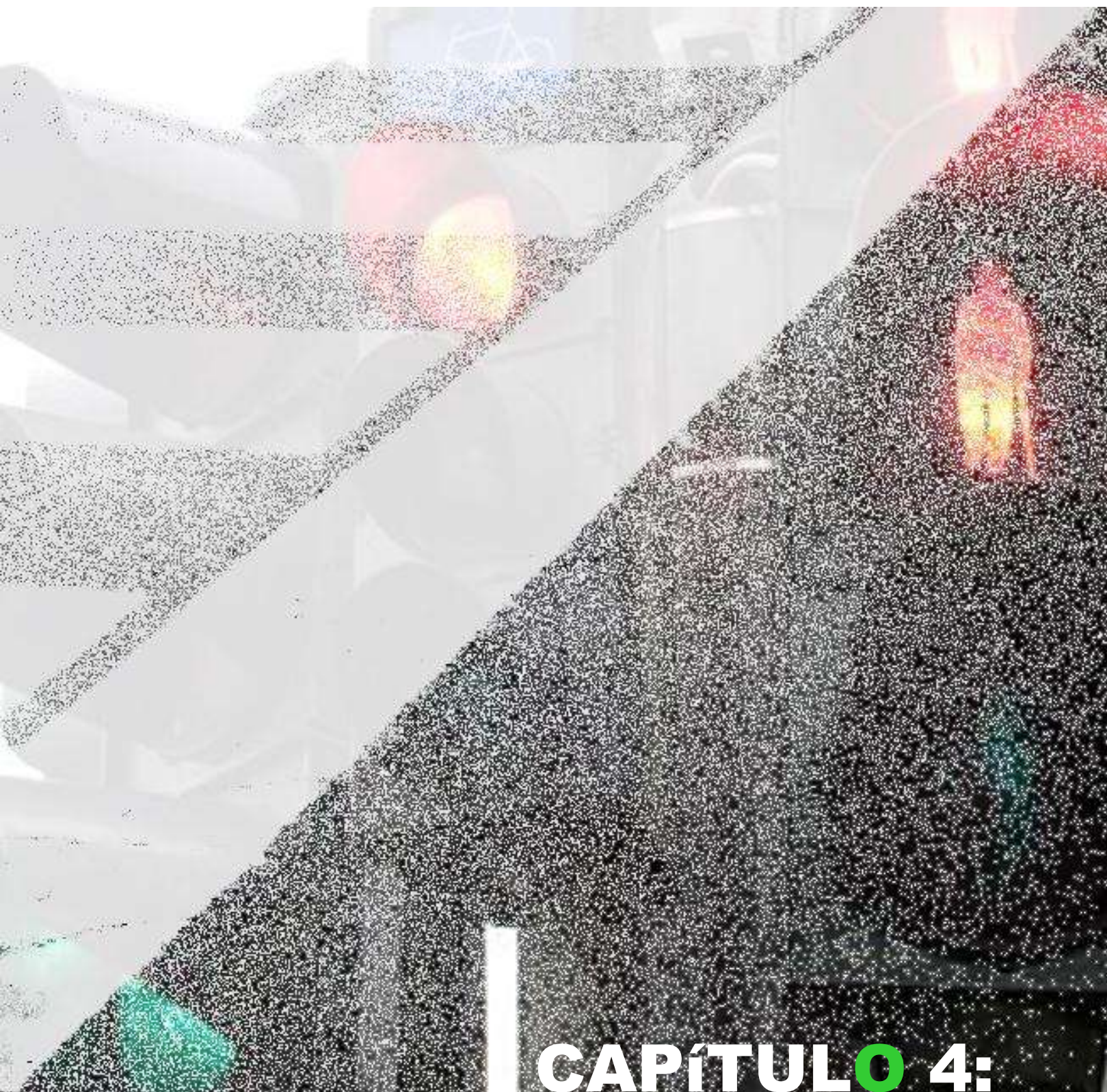
¿Los semáforos en Morelia cumplen con las demandas sociales actuales?

¿Los materiales son acordes a las necesidades que se requieren?

¿Los mensajes logran una identificación con los usuarios?

¿Qué riesgos conducen a una incomprensión del mensaje o incumplimiento del mismo?

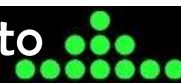




# **CAPÍTULO 4:** **DESARROLLO DEL PROYECTO**



## 4. CAPÍTULO IV, Desarrollo del Proyecto



### 4.1. ENFOQUE DE LA PROPUESTA

Esta investigación se centra en el diseño de un semáforo que incluya a los actores del espacio público (peatón, ciclista, motociclistas, conductores y pasajeros), dando énfasis al peatón con discapacidad. El aparato deberá emitir mensajes claros, simples y eficaces, y al ser un bien público tendrá que cumplir con las leyes mexicanas de tránsito, y deberá atender de forma gradual las normas internacionales, pues México pertenece a la Organización de Estados Americanos (OEA), entre otras instancias.

Como se mencionó anteriormente, el centro de la ciudad de Morelia es un espacio donde converge lo urbano, lo cultural y lo vial, esta condición permitirá comprobar la eficiencia del dispositivo por sus características de diseño, ya que una de sus principales ventajas es que utiliza la misma infraestructura de los semáforos existentes.

Este sistema pretende implantar nuevos paradigmas de los mensajes codificados, para lo cual se analizarán diversos aspectos.

### 4.2. DISEÑO

México enfrenta un rezago en innovación tecnológica, lo que conduce a que dependa de las importaciones; este dispositivo trata de aminorar esa brecha aportando elementos de diseño para la mejora creación de semáforos en el municipio.

Partiendo de la premisa de que el diseño debe generar una conexión entre producción y consumo, el producto (mensaje digital en semáforos)



debe encajar perfectamente en las necesidades del usuario, ser simple, reparable y de larga vida, así como compatible con el ambiente y además coronado con un diseño agradable a la vista, para lograr esto se parte de ciertos factores como son:

#### 4.2.1. RELACIÓN USUARIO-DISPOSITIVO

- Considerar la fácil e inmediata identificación de las señales.
- Identificar cuánto tiempo tenemos exactamente en cada color.
- Atender la visibilidad de las señales con relación a la interferencia del medio.
- Posibilidad de colocar hasta dos caras de señales por intersección.
- Reforzar la visibilidad para vehículos en primera fila y ciclistas.
- Prever la posibilidad de daños por actos vandálicos.
- Incluir la adaptación de un elemento que dé identidad al usuario según el lugar a ubicar.

#### 4.2.2. RELACIÓN PRODUCTO-ENTORNO

- Estructura resistente a la intemperie.
- Verificar el impacto ambiental.

#### 4.2.3. FUNCIÓN

- Respetar las normas de tránsito.
- Considerar colores y significados de señales actuales.
- Facilitar el intercambio de elementos.
- Permitir la adaptación a distintos tipos de semáforo según las diversas necesidades en la vía.
- Colocar un sistema de registro visual de autos infractores.





#### 4.2.4. ESTRUCTURA Y COMPONENTES

- Acceso para el cableado interior.
- Considerar las piezas eléctricas interiores.
- Buscar una estructura sólida y estable.

#### 4.2.5. MATERIALES Y ACABADOS

- Evitar en lo posible, piezas metálicas.
- Prever agentes ambientales.
- Obtener una superficie lisa.

#### 4.2.6. FABRICACIÓN Y ENSAMBLE

- Permitir la fabricación en industria media a alta.
- Utilizar un mínimo de piezas.

#### 4.2.7. MONTAJE Y MANTENIMIENTO

- Ofrecer un mantenimiento sencillo de las piezas.
- Que la limpieza puede hacerse de forma simple.
- Evitar rendijas en las que se acumule la suciedad.
- Facilitar el anclaje.

#### 4.2.8. UBICACIÓN

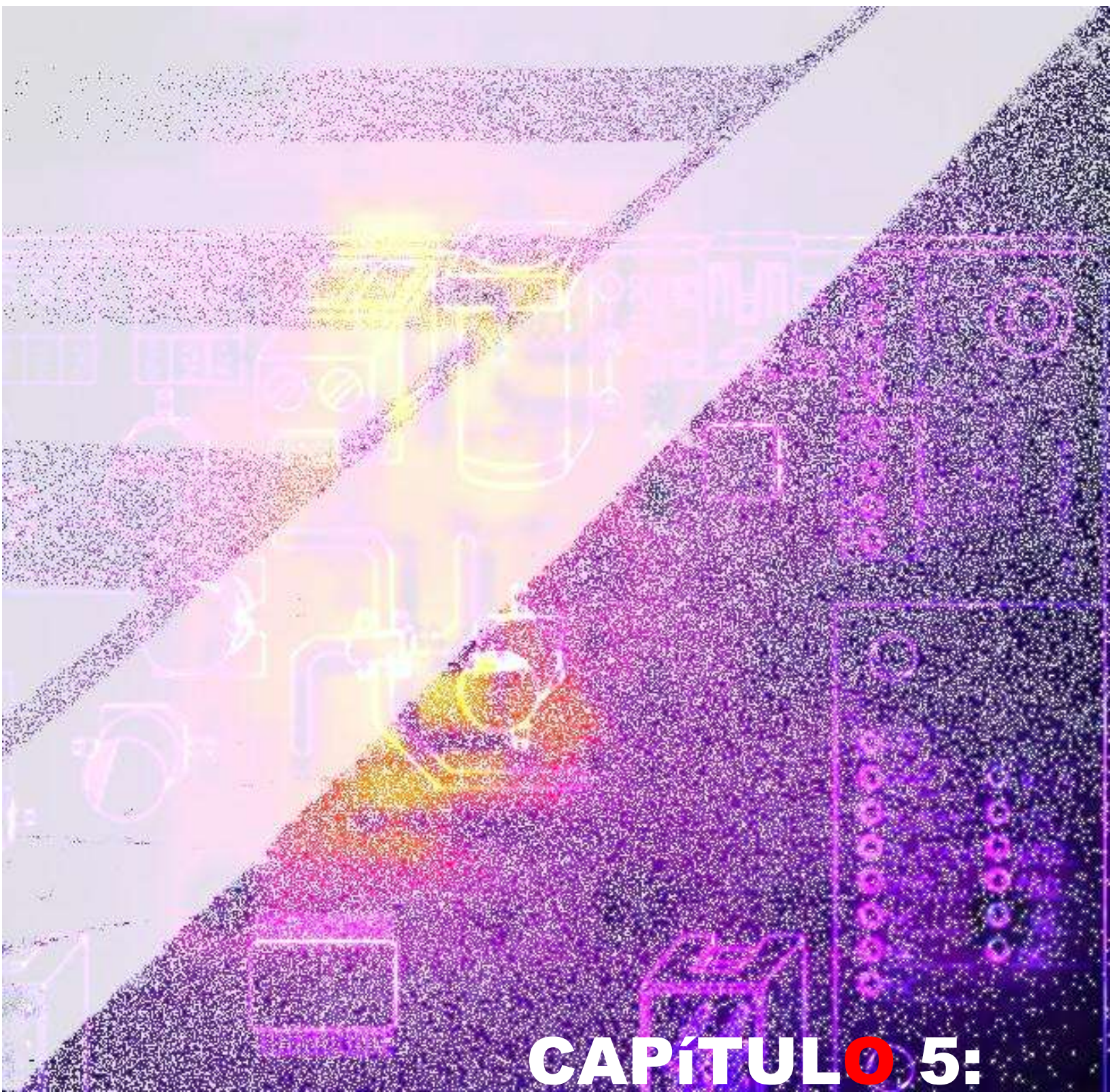
- Considerar la visibilidad de las señales con relación a los distintos ángulos de intersección de las vías.

#### 4.2.9. COSTOS

- Tener en cuenta los costos de fabricación.
- Incluir los costos de los materiales.







# **CAPÍTULO 5:**

## **DESARROLLO DEL MODELO**





## 5. CAPÍTULO V, Desarrollo del modelo

### 5.1. SOLUCIÓN AL PROBLEMA

El objetivo de esta propuesta es mejorar la forma de transmitir el mensaje de los semáforos, aunque la manera actual de dichos aparatos es buena, no cubre las necesidades de los habitantes de Morelia, ya que los dispositivos viales no fueron diseñados para controlar un flujo de usuarios distintos, pues sólo fueron pensados para vehículos dejando de lado a los peatones, discapacitados y ciclistas.

Durante los últimos años, el tráfico en la ciudad es cada vez más intenso, ya que cada año aumenta el parque vehicular.

El semáforo fue creado en 1923, pero desde entonces no se ha hecho ninguna modificación sustancial, sin embargo, el entorno sí se ha transformado. ¿Por qué no cambiar el semáforo también? En la época en la que se creó este dispositivo no existían las condiciones que hoy enfrenta la ciudad, como el incremento exponencial de automóviles, por lo tanto este aparato ya no es tan eficiente como lo solía ser.

Para demostrar la necesidad de mejora en los semáforos, planteamos un ejemplo de que lo que a menudo sucede en las calles de Morelia: En una vía con señalización a base de semáforos toca la luz roja, esto detiene el tránsito en espera de la luz verde, el conductor que se ubica al frente de la línea se distrae al hablar por teléfono o ver quién pasa o leyendo, entre otras cosas, no se da cuenta del cambio de señal visual en el semáforo, lo que causa que los otros conductores no avancen, por lo que el tiempo programado para pasar no es suficiente y es necesario esperar otro turno para seguir el camino (por lo menos 3 minutos), este fenómeno se puede reproducir en cada uno de los cruces; considerando



que para trasladarse de un sitio a otro normalmente se pasa por 10 semáforos, se ocasiona un retraso de 30 minutos; aunado a esto está la parte psicológica que afecta al conductor, pues enfrenta alteración, irritabilidad, enojo, desesperación, frustración, etcétera).

Otro caso es cuando un vehículo no avanza por una falla, esto genera más tráfico y los conductores que están atrás intentarán cambiar de carril, lo que podría ocasionar accidentes.

Una situación más ocurre cuando un conductor que quedó rezagado se percata del color verde en el semáforo y arranca más rápido, por lo que queda un gran espacio entre ese coche y el de atrás, los autos siguientes acelerarán de forma intempestiva, esto provoca un consumo mayor de gasolina que repercute en el aumento de contaminación, el número de coches que pudieron pasar esa intersección se reduce, por lo que la efectividad baja considerablemente.

En estudios actuales se ha encontrado que los niveles de estrés en las personas han aumentado, y esto se atribuye al tiempo que pasan en el tránsito vehicular; el estrés (el mal del siglo XXI), y sus consecuencias en el comportamiento psicológico de los conductores, conlleva a una serie de acciones en cadena como enojo, desesperación, irritabilidad, violencia o intolerancia, y esta combinación de factores origina fallas al volante, ya que cuando pasa esto hay una tendencia a acelerar y un coche a mayor velocidad implica un menor control y con esto un mayor riesgo de accidentes.

Con el sistema que diseñamos en esta investigación, el cual se explicará más adelante, se prevé reducir los factores de estrés y con ellos los percances viales, debido a que el semáforo será más eficaz y eficiente, por lo tanto se logrará hacer que el tiempo de desplazamiento sea más



corto, además de dar un nuevo aspecto estético al sistema de señalización.

El problema del tráfico es algo que se vive en todo el mundo, existen infinitas propuestas para solucionarlo, pero hasta que no haya una verdadera educación vial, ni el mejor aparato para regular el tránsito lo resolverá; algunas propuestas invitan a compartir los automotores para llegar a un mismo sitio, a usar el transporte público, pero falta mucho para eso, pues es necesario un cambio de mentalidad a través de la educación, la solución actual es innovar y prueba de ello es el sistema que proponemos, pues es funcional y no representa un alto costo.

Con base en lo anterior se ha identificado un diseño de semáforo que se ajusta a las necesidades de Morelia: el semáforo de reloj de arena, este modelo fue pensado por el diseñador Thanva Tivawong, y se trata exactamente de eso, un reloj de arena. ¿Qué tiene de interesante o innovador dicho sistema? Éste ofrece una forma visual diferente que muestra perfectamente cuánto tiempo se tiene para avanzar y de cuánto dispone el peatón para cruzar la calle; el dispositivo también alerta al conductor, ya que indica gráficamente el tiempo que debe estar detenido.

Como se mencionó en el capítulo anterior, este proyecto plantea utilizar los medios de un egresado de ingeniería en electrónica, así como innovar en soluciones tecnológicas que contribuyan al desarrollo de Morelia, por ello este trabajo se enfoca en tratar desde diferentes vertientes un problema focalizado desde la perspectiva de trabajo multidisciplinar; el diseño de este semáforo se podrá adaptar a los existentes reduciendo costos de producción, además se podrá aplicar en una fase piloto sin la implementación de equipamientos nuevos y reducir tiempos de instalación.





Otra ventaja del dispositivo es que es amigable con el conductor, ya que utiliza el código de colores ya conocido por los usuarios, rojo (detener), verde (avanzar) y amarillo (advertencia de cambio de señal), pero, como ya se ha mencionado, con una forma diferente en su representación; la innovación es que de forma muy clara se podrá ver el tiempo exacto para el cambio de color, permitiendo prever una acción al volante, al igual que para el peatón, pues podrá calcular su cruce por la calle.

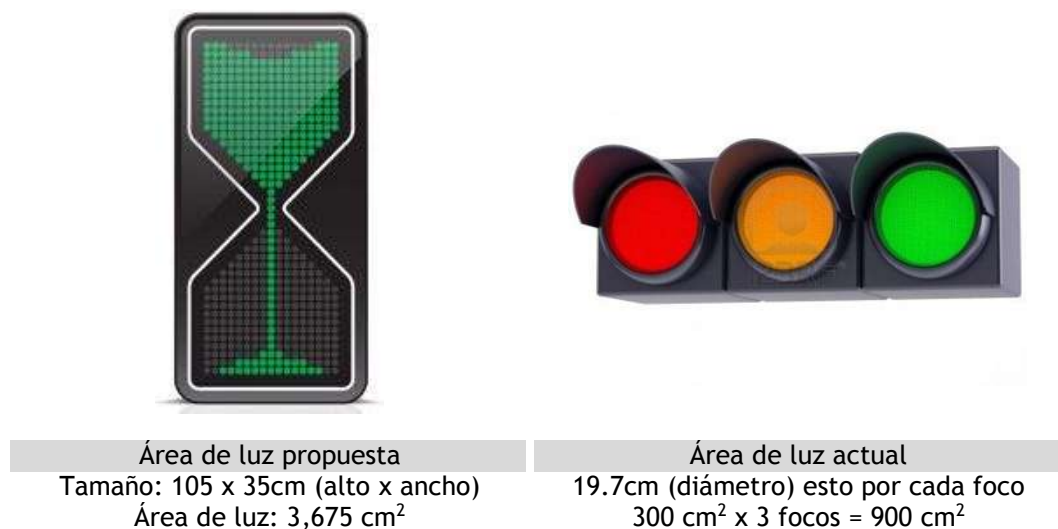


Figura 5.1 Semáforo en forma de reloj de arena.

#### 5.1.1. Relación hombre-producto

Tomando en cuenta que el sistema debe expresar el mensaje de manera rápida y entendible para todo tipo de usuarios (conductores, peatones, analfabetas, ciclistas, entre otros) se ha optado por usar como

fuente luminosa los nuevos dispositivos llamados LED's, (por su siglas en inglés Light Emitting Diode = Diodo Emisor de Luz), éstos presentan la ventaja de tener un bajo consumo de electricidad, reduciéndolo entre 80 y 90 por ciento, además poseen alto brillo e intensidad, tanto de día como de noche, así como una vida útil de 100 mil horas, es decir, 10 años.



**Figura 5.2 Comparativa de tamaño de semáforos.**

La luminaria de diodos está compuesta por 536 LED's, que permiten hacer cambios de la luz. Aprovechando este aspecto para diseñar las fases de la luz amarilla, roja y verde de modo que brinden mayor información al usuario en cuanto al tiempo pendiente para que finalice el lapso de cada señal. Con esta innovación se fraccionaría las etapas de cambios de



luz, inicialmente ésta se encontrará encendida por completo, pero gradualmente se simulará que funciona como un reloj de arena.

Figura 5.3 Ciclo semáforo, edición propia



El aparato también prevé ayudar a las personas daltónicas, mediante la implementación de tres letras en el display del semáforo, dependiendo de las secuencias se pondrán a un lado letras mayúsculas, V para verde, R para rojo y A para amarillo.

En la base del semáforo se implementará un botón para que las personas con discapacidad tengan un fácil acceso (figura 5.4) e indiquen que quieren pasar de forma segura al otro extremo de la calle. Los botones se colocarán a 40 y 140 centímetros de la base del dispositivo.



**Figura 5.4 Uso de Botones en los semáforos.**

Actualmente muchos elementos de la vía son de color amarillo medio (prácticamente todas las señalizaciones), lo que genera que la estructura del semáforo pase inadvertida en el entorno en el que se encuentre.

### **5.1.2. Relación producto-entorno**

El aparato debe ser resistente a la intemperie, como material principal para el armazón, que protegerá el display y el micro controlador, se usará plástico; éste es un material que ha desplazado al acero en múltiples aspectos de la construcción aeronáutica, automotriz, espacial, etcétera, debido a la facilidad de conformación, ligereza, resistencia y bajo costo, entre otros.

Resulta idóneo para este proyecto utilizar plástico para realizar una estructura resistente al medio, que minimice las labores de mantenimiento, se adapte al equipo interior y esté compuesto por piezas modulares que faciliten el cambio.

### 5.1.3. Consideración de impacto ambiental

Este proyecto está enfocado principalmente al Centro Histórico de Morelia; el diseño que se plantea es simples, pero agradable a la vista, lo que proyectaría una armoniosa contraposición entre la nueva era de la tecnología y el aspecto colonial de la zona, fusionando el pasado con el futuro presente.

No se pretende renovar el Centro Histórico, sino generar un tránsito más seguro y agradable por la zona y agradable, con este nuevo sistema se pretende hacer más ágil la circulación y reducir el congestionamiento automotor.

### 5.1.4. Función

- Respetar las normas de tránsito
- Considerar colores y significados de señales actuales.

Dado que las señales del semáforo son una convención internacional, no se pretende cambiar el significado ni la función del mensaje de las luces. Asimismo se respetarán las normativas de alturas y criterios básicos que no interfieran ni confundan el mensaje en el usuario.

- Facilitar el intercambio de elementos.





Este sistema es muy fácil para que cualquiera pueda reemplazarlo en caso de que no funcione adecuadamente o de algún percance, se trata sólo de quitar el display dañado y colocar uno nuevo.

#### 5.1.5. Estructura y componentes

- Consideraciones al cableado interior.
- Consideraciones a piezas eléctricas interiores.

Este dispositivo cuenta con gran cantidad de piezas eléctricas, se dará una breve descripción de cada parte que conforma el proyecto.

Para la iluminación se usarán LED's, pero no son comunes, éstos son bicolores, es decir, rojo y verde, con la combinación de ambos se genera el amarillo. Existen muchos tipos de LED's, el funcionamiento del bicolor es sólo una parte de lo que se puede hacer con esta tecnología que, por sus características, es tan requerida hoy en día, pues ofrece ciertos beneficios que son imposibles de ignorar. Aunque por ser tan avanzada, requiere un mantenimiento y una conexión eléctrica que podría calificarse como sofisticada.

Algunos de los detalles más importantes que es necesario saber sobre esta tecnología son:

¿Cuáles son las diferencias entre los diodos?

Asimismo, cuando uno tiene pensado iluminar un determinado ambiente con productos del sello LED lo debe pensar como una gran inversión, ya que pueden llegar a resultar demasiado costosos, si no se está familiarizado con esta tecnología, sin duda esto será un condicionante. Los productos LED ofrecen una potencia en la iluminación raras veces vista.



En esencia, se trata de un producto al cual podríamos adjetivar como irresistible; si traducimos LED al español significa diodo que emana luz; ésta fue la gran novedad de los productos, pues ofrecían una luz tan poderosa y brillante que se convirtieron en la opción número uno de los compradores, sobre todo al momento de renovar la iluminación de determinados ambientes.

## Instalaciones

Las luces bicolor que utilizaremos en el semáforo de reloj de arena, son mucho más comunes en un ámbito nocturno por su incandescencia, también aportan elementos decorativos y lúdicos. Es por eso que previamente hacíamos alusión a lo sofisticado del sello LED, porque lo mismo se puede aplicar al funcionamiento de LED bicolor. ¿En qué sentido? En el sentido de que para el mismo funcione, *para que los diodos puedan cumplir su función doble, la instalación eléctrica deberá estar acorde al producto*, ya que requerirá de dos vías. Por eso es que cuando se va adquirir un producto LED siempre se aconseja, aún mucho más que con los productos comunes, por así denominarlos, que se presente atención a sus particularidades, porque no es lo mismo por ejemplo una bombilla LED de 3w que una bombilla LED de 20w, cada una de ellas va a requerir de distinta tensión.

Exactamente el mismo parámetro puede ser aplicado al funcionamiento de LED bicolor, ya que la instalación de esta doble luz no va a ser igual, es decir, no va a seguir los mismos pasos que el de una instalación unicolor. Cabe mencionar que el instructivo del funcionamiento de LED bicolor siempre lo puede aportar un técnico, nunca se aconseja que la colocación o la instalación la



realice un particular, *justamente porque los pormenores de la iluminación son mucho más complejos de lo que se cree*, tan complejo como puede resultar el funcionamiento de LED bicolor si nunca se tuvo previo conocimiento de esta tecnología.

#### 5.1.6. Materiales y acabados

- Evitar, en lo posible, piezas metálicas.
- Todo el conjunto de piezas serán fabricadas en material plástico.
- Obtención de una superficie lisa.

Para evitar la acumulación de polvo y facilitar la limpieza del mismo se propone una superficie lisa sin ninguna textura o rugosidad.

#### 5.1.7. Fabricación y ensamble.

La construcción de este sistema se propone en diferentes etapas, el display de LED's bicolor será adquirido con una empresa japonesa, gracias a su fabricación a gran escala, los precios son muy accesibles, el ahorro es tal que es más barato comprar el display que hacerlo.

El control del display debe ser fabricado, ya que se utiliza un código de programación para transmitir las señales y que se muestre de manera correcta el mensaje a los usuarios, teniendo ambos, se procede con el ensamble del dispositivo usando una cubierta de plástico en forma rectangular toda en color negro para dar una mejor percepción de los colores que transmite el semáforo, en la parte frontal, el semáforo lleva una tapa en forma de reloj de arena para asimismo darle forma.



### 5.1.8. Mantenimiento

El semáforo se diseñó de tal forma que toda la superficie es lisa para que el polvo o la suciedad no se queden en él y la limpieza fácil; el plástico que se planea usar será tratado para que tenga una protección contra el polvo, el agua u otro agente, esta protección es parecida al teflón que existen en la ropa o en los artefactos de cocina, además se cubrirá con ceras de carnauba para mayor protección contra las inclemencias del clima.

### 5.1.9. Ubicación

Esto es una gran ventaja para nuestro dispositivo, ya que la ubicación sería la misma de los semáforos actuales, por lo que se ahorra bastante en infraestructura, ya no se tendría que instalar nuevos postes o pedestales.

Para una correcta visibilidad, los postes tendrían una inclinación de aproximadamente 15 grados para que los usuarios que están más alejados tengan mejor percepción y que el mensaje no se malinterprete.

## 5.2. MODELO A ESCALA

El modelo a escala tiene una referencia de 4:1 en donde se mostrará el funcionamiento del dispositivo, es decir la forma cómo se transmitirá el mensaje a los usuarios, además se podrá observar mucho mejor la transición de los colores. El modelo a escala fue elaborado con una matriz de LED's bicolores, que es el tipo de paneles que se usarán en el proyecto, y se permite ver cómo es el funcionamiento de éstos y la respuesta al código de funcionamiento.



Para el desarrollo de la propuesta del nuevo dispositivo se tomaron varias bases, unas de ellas fue buscar un display capaz de recibir comandos a base de códigos para que funcione de acuerdo con las necesidades requeridas; otra demanda fue representar los tres colores clásicos: verde, amarillo y rojo, como resultado encontramos el siguiente display:

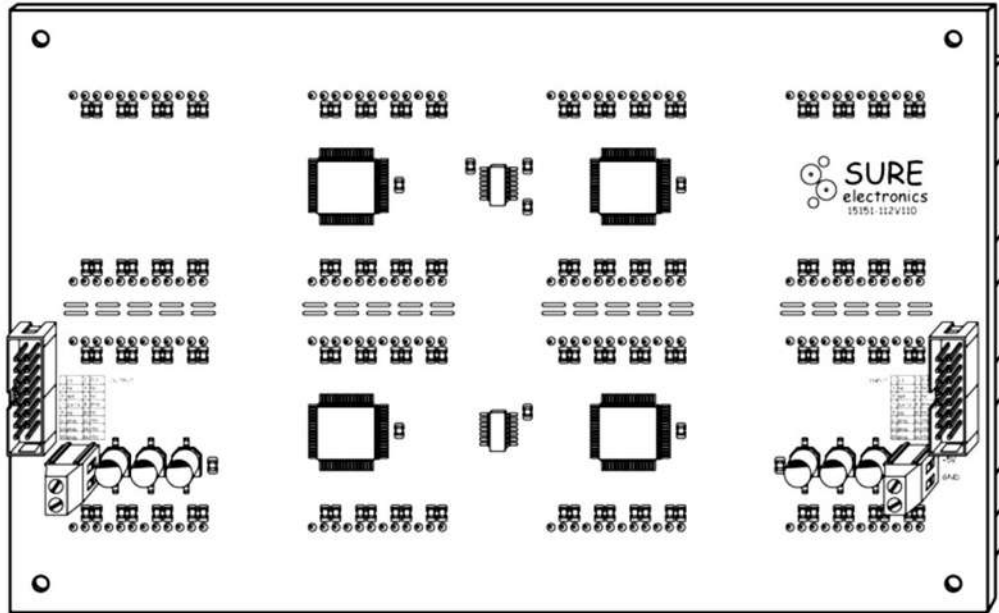


Figura 5.5 Display Sure Electronics

Este display es de la marca Sure Electronics, el modelo es DE-DP14211 y cuenta con 3216 BICOLOR LED de 5mm; a continuación se muestra una vista posterior.

Aquí se puede observar cómo está constituido y que componentes tiene; este dispositivo está construido por ocho piezas de 8x8 LED's bicolor, y cuatro microprocesadores HT1632Cs, que son los que controlan esta matriz, cada procesador HT1632Cs controla dos matrices de 8x8 como se muestra en el siguiente diagrama.



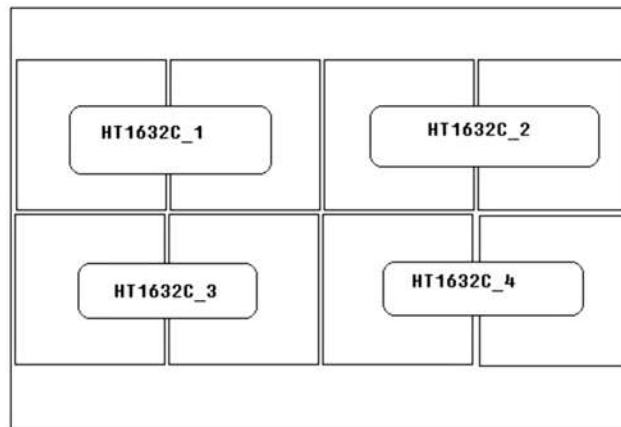


Figura5.6 Diagrama del procesador HT1632CS.

Con esto también mostraremos la definición de a qué pertenece cada puerto de nuestro display.

TABLE 2-1 PIN DEFINITION OF BR1

| Pin Number |    |    |    |    | Pin Name | Function Description           |
|------------|----|----|----|----|----------|--------------------------------|
| 8          | 11 | 13 | 15 |    | GND      | GND                            |
| 12         | 14 | 16 |    |    | VCC      | Power Supply                   |
| 3          | 4  | 6  | 9  | 10 | NC       | No Connection                  |
| 1          |    |    |    |    | CS       | Chip Select signal input       |
| 2          |    |    |    |    | CLK      | Chip Select clock signal input |

|   |  |  |  |  |      |                           |
|---|--|--|--|--|------|---------------------------|
| 5 |  |  |  |  | WR   | WRITE data<br>clock input |
| 7 |  |  |  |  | DATA | Data Input                |

TABLE 2-2 PIN DEFINITION OF BR2

**Pin Number    Pin Name    Function Description**

| Pin Number |    |    |    |    | Pin<br>Name | Function<br>Description              |
|------------|----|----|----|----|-------------|--------------------------------------|
| 8          | 11 | 13 | 15 |    | GND         | GND                                  |
| 12         | 14 | 16 |    |    | VCC         | Power<br>Supply                      |
| 3          | 4  | 6  | 9  | 10 | NC          | No<br>Connection                     |
| 1          |    |    |    |    | CS          | Chip Select<br>signal<br>output      |
| 2          |    |    |    |    | CLK         | Chip Select<br>clock signal<br>input |



|   |  |  |  |  |      |                               |
|---|--|--|--|--|------|-------------------------------|
| 5 |  |  |  |  | WR   | WRITE data<br>clock<br>output |
| 7 |  |  |  |  | DATA | Data<br>Output                |

Gracias a esta información podemos hacer uso correcto de cada puerto del dispositivo sin tener el error común de mandar voltaje a puertos que no son para esa finalidad, y en casos muy graves hasta fundir o descomponer el aparato por un mal manejo de la información del fabricante, pues se muestra específicamente para qué es y qué finalidad tiene cada puerto en el dispositivo.

La memoria del display es controlada mediante la modificación de los datos almacenados en la memoria RAM de HT1632Cs, que, como se mencionó anteriormente, cada HT1632Cs controla dos matrices de LED's de 8x8.



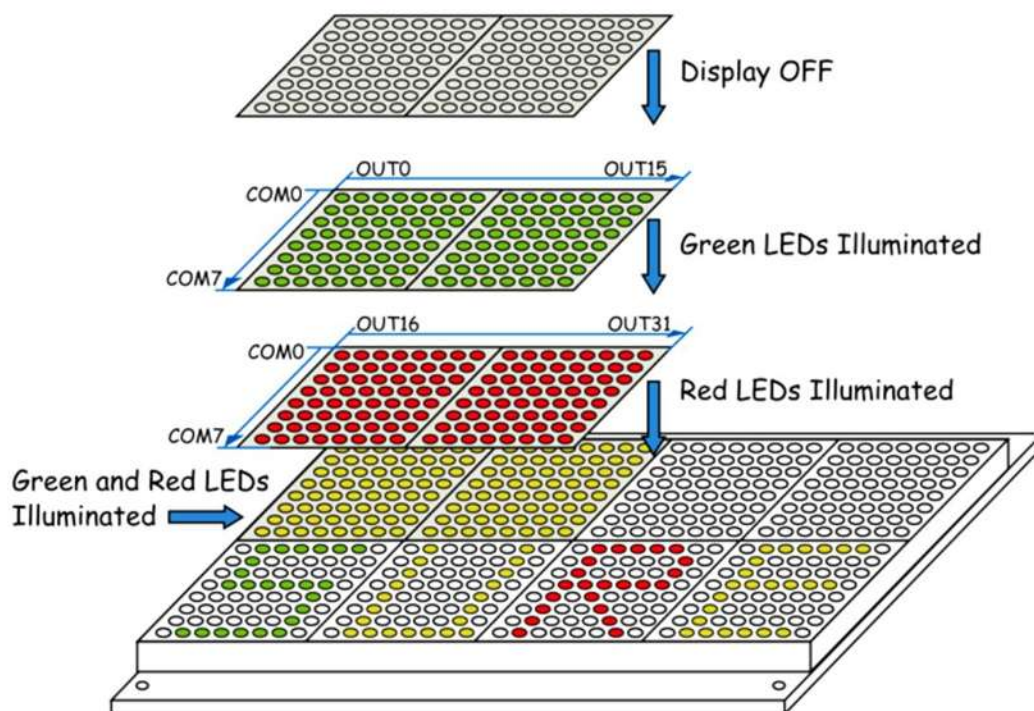


Figura 5.7 Esquema del funcionamiento de memoria

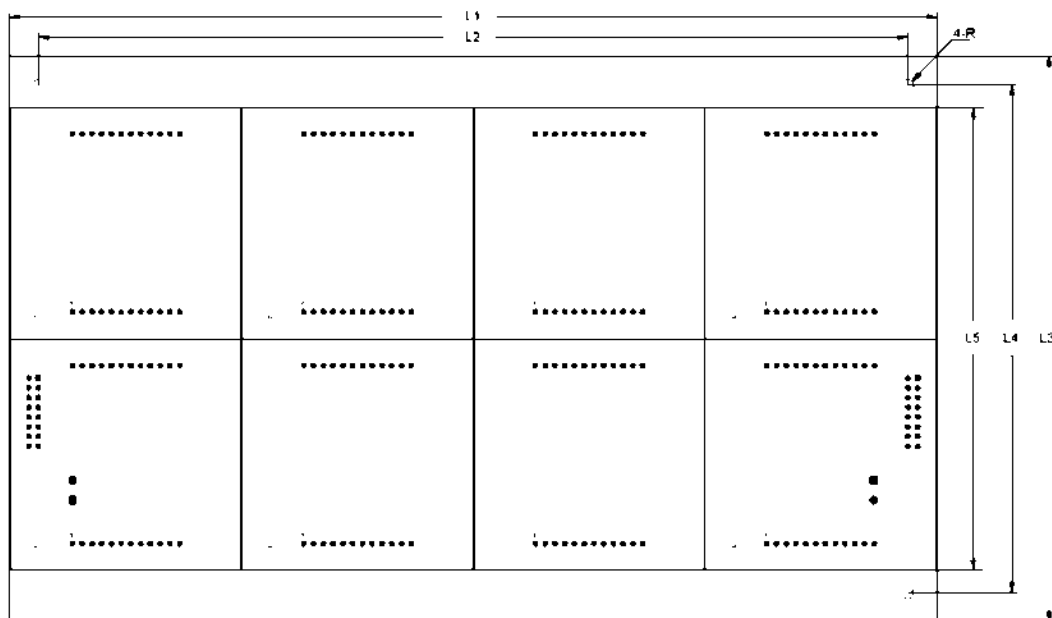


Figura 5.8 Medidas del display.

En donde:

| Símbolo    | L1     | L2     | L3     | L4     | L5     | R    |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
| Pulgadas   | 9.50   | 8.90   | 5.80   | 5.20   | 4.74   | 0.06 |
| Milímetros | 241.30 | 226.06 | 147.32 | 132.08 | 120.40 | 1.50 |

A continuación se presentan fotos de la disipación de calor obtenidos por Fluke Ti20, cámara termográfica, en las condiciones de plena carga, todos los LED.

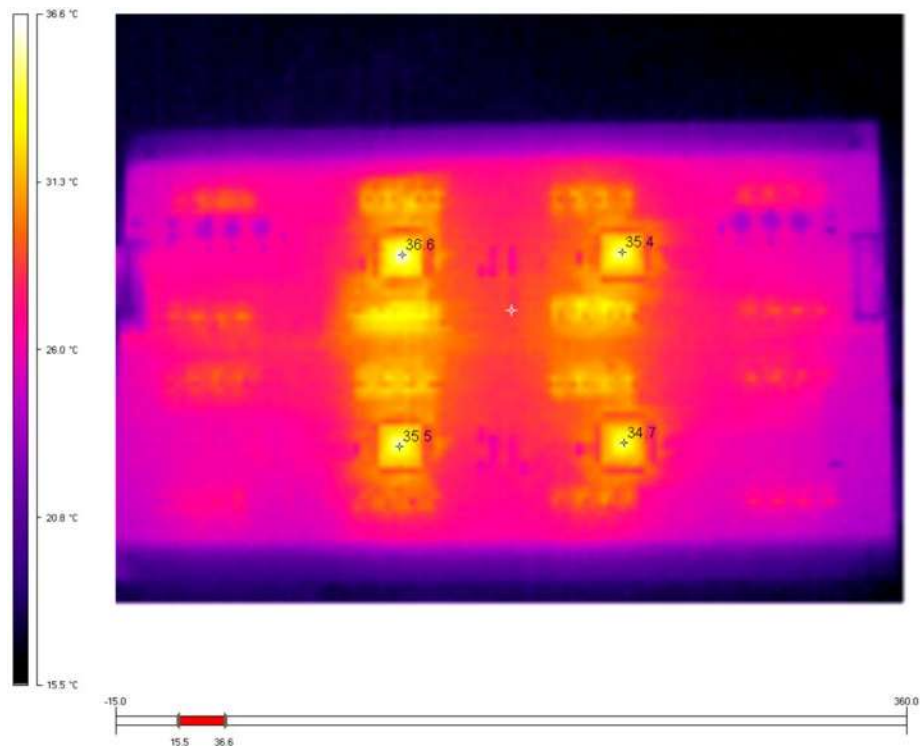


Figura 5.9 Imagen termográfica del panel posterior



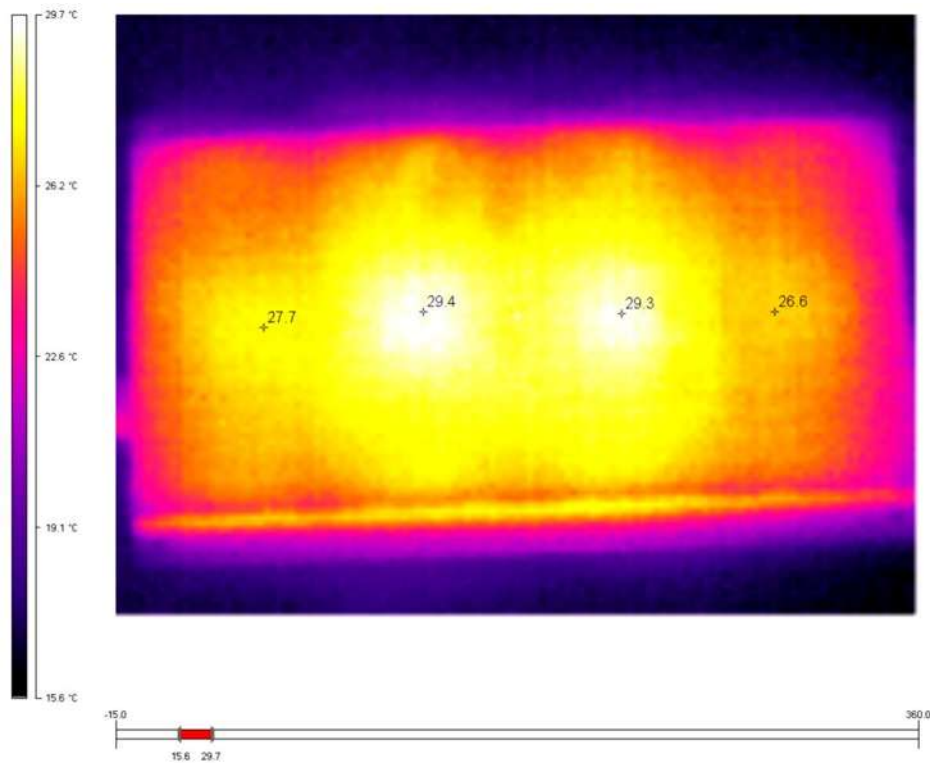


Figura 5.10 Imagen termográfica del panel frontal

Gracias a estos resultados pudimos llegar a la conclusión de que este dispositivo era el indicado para el proyecto, ya que este display soportará el mismo calor que emana, así como calor del sol, pero aun así el dispositivo podrá funcionar correctamente sin ningún problema de temperatura.

Como segundo paso, necesitamos otro hardware para el control del display, por lo que se buscó un dispositivo que fuera compatible, y el resultado fue el LED Driver HT-1632.

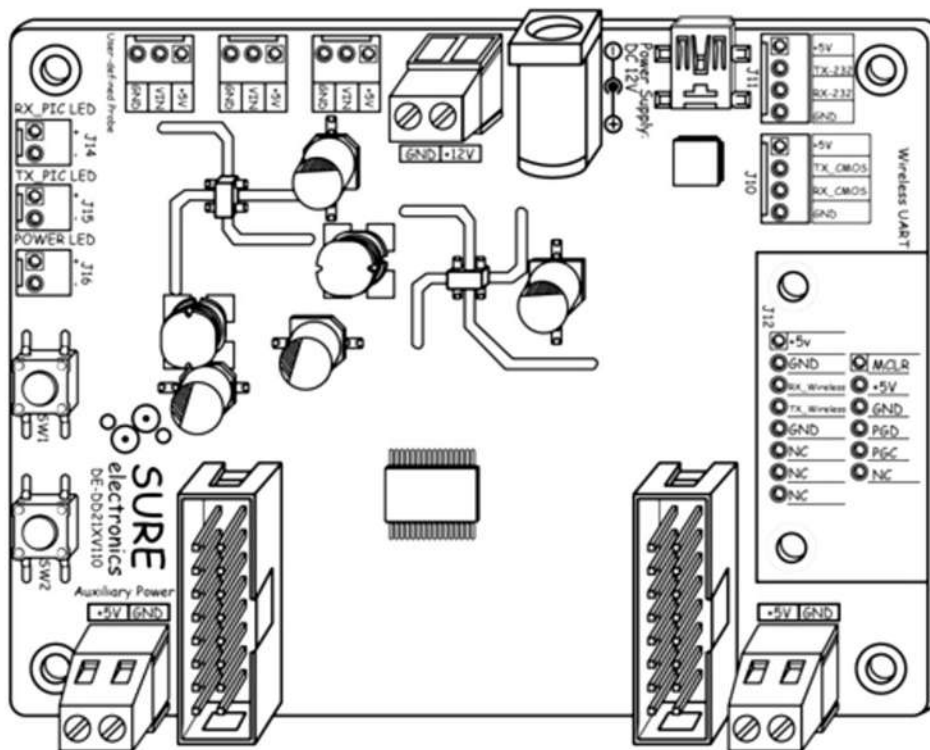


Figura 5.11 LED driver HT-1632



### Hardware Information

1. Control chip U7: PIC16F723, SOIC packaging.
2. 5-pin Mini-B USB plug J11 used for UART communication; SMT-based Mini USB connector.
3. USB Communication Signal Conversion chip: CP2102, QFN packaging.
4. 12V/3A Input Socket
5. 6-pin SMT-based AX3022 step-down DC/DC converter chip in SOT89-5L packaging.
6. Plugs for connecting the Dot-Matrix LED info boards: BR1 and BR2.
7. J7 and J8 are used to assist power output.

### Definicion de BR1 y BR2

TABLE 2-1 DEFINITION OF BR1

| No |    |    |    | Port Name | Function                  |
|----|----|----|----|-----------|---------------------------|
| 1  |    |    |    | CS2       | Chip Selection 2          |
| 2  |    |    |    | CS3       | Chip Selection 3          |
| 3  |    |    |    | CS1       | Chip Selection 1          |
| 4  |    |    |    | CS4       | Chip Selection 4          |
| 5  |    |    |    | CLK       | Clock Line                |
| 6  | 9  | 10 |    | NC        | No Connection             |
| 7  |    |    |    | DATA      | Data Line                 |
| 8  | 11 | 13 | 15 | GND       | Ground                    |
| 12 | 14 | 16 |    | 5V        | The Positive Power Supply |

TABLE 2-2 DEFINITION OF BR2

| No |  |  |  | Port Name | Function         |
|----|--|--|--|-----------|------------------|
| 1  |  |  |  | CS6       | Chip Selection 6 |
| 2  |  |  |  | CS5       | Chip Selection 5 |
| 3  |  |  |  | CS7       | Chip Selection 7 |



|    |    |    |    |      |                              |
|----|----|----|----|------|------------------------------|
| 4  |    |    |    | CS8  | Chip Selection 8             |
| 5  |    |    |    | CLK  | Clock Line                   |
| 6  | 9  | 10 |    | NC   | No Connection                |
| 7  |    |    |    | DATA | Data Line                    |
| 8  | 11 | 13 | 15 | GND  | Ground                       |
| 12 | 14 | 16 |    | +5V  | The Positive of Power Supply |

Con los valores de las tablas anteriores, se puede saber cómo es cada puerto del dispositivo y así hacer una conexión correcta del mismo, se realizó un cambio a este dispositivo en cuanto a la intensidad de corriente, la cual se alimentará con 12v y no 5v, como casi todos los demás, por lo que se tendrá que poner más atención a esto.

En cuanto a la disipación de calor, los resultados fueron los siguientes: En las dos termofotografías, obtenidos por un equipo Fluke Ti20, después de tres horas de trabajo continuo de dos de las ocho matrices de displays.

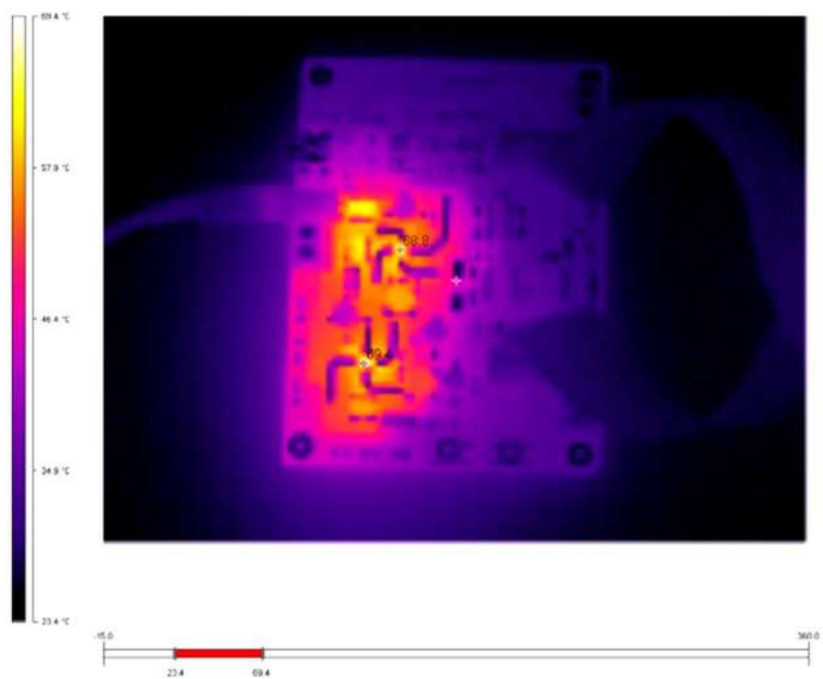


Figura 5.12 Imagen de disipador de calor, FLUKE TI20, panel trasero.

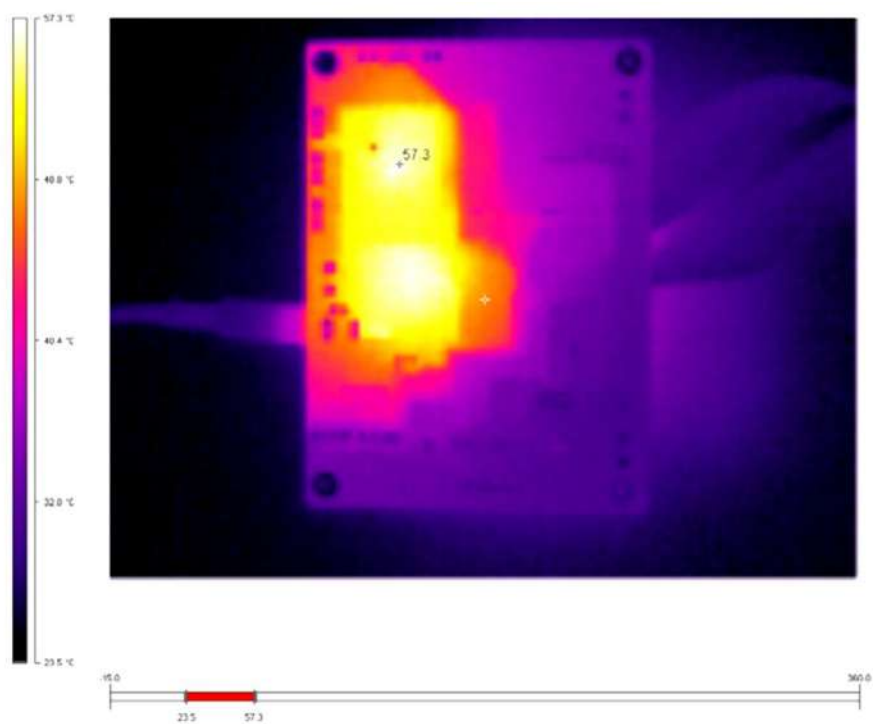


Figura 5.13 Imagen de disipador de calor, FLUKE TI20, panel frontal.





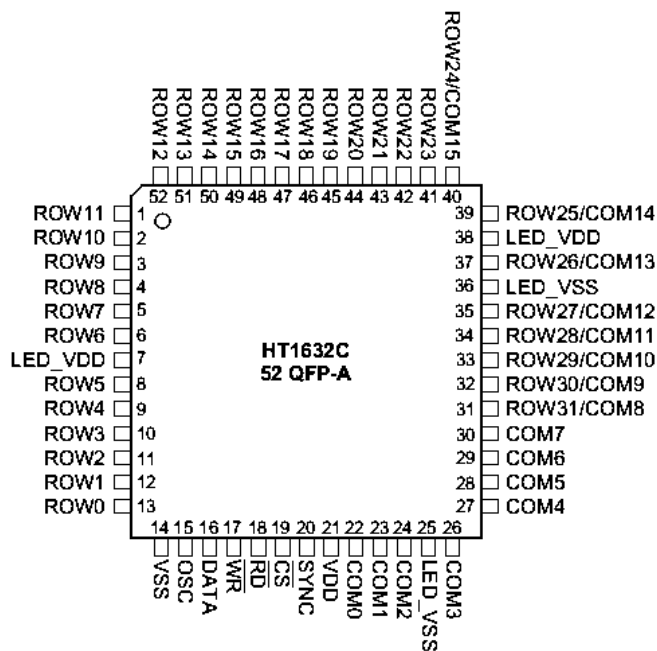


Figura 5.14 Integrado HT1632C.

Este es el integrado que hace que funcione nuestro sistema, en el anexo 1 se muestran todas sus características.

En la tercera etapa del desarrollo del proyecto, se tiene al conjunto del display con el driver; en la siguiente imagen se mostrará cómo es la conexión de los dos dispositivos.



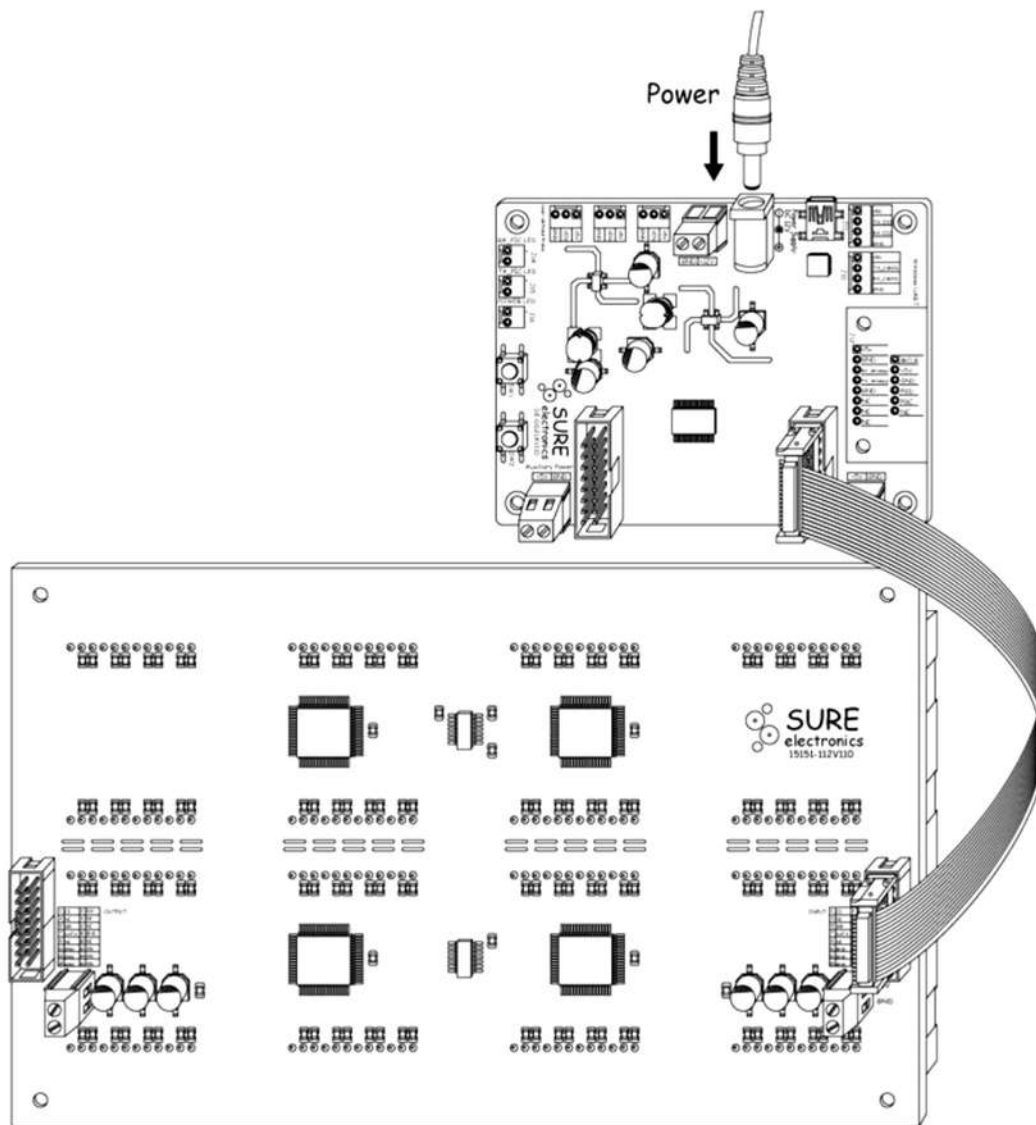


Figura 5.15 Display y drivers.

Pero no solo se puede conectar un display al driver, nuestro objetivo es conectar cuatro display en serie, que gracias al driver se puede soportarlos fácilmente, pero en este caso sólo usaremos un display para hacer funcionar al prototipo a escala 4:1.

En la siguiente imagen se muestra como fácilmente se conectan en serie más display al mismo driver.

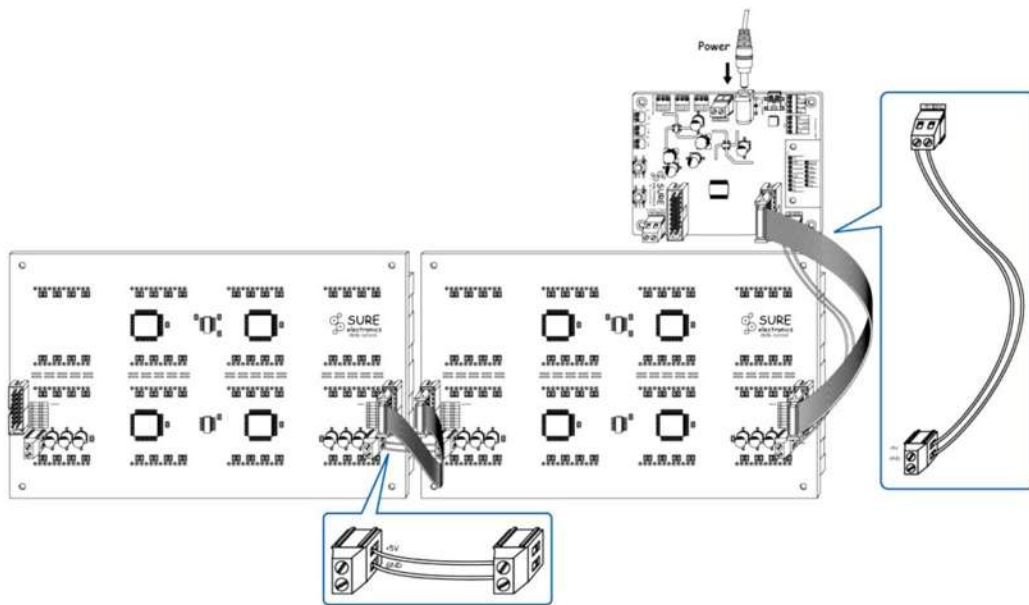


Figura 5.16 Conexión en serie D display.

Una vez que contamos con el sistema de iluminación, requeriremos una interface para el control de una programación correcta y que transmita el mensaje que deseamos; para esto utilizaremos pic-kit 3 (características) y éste manda la información al driver donde queda guardada en la memoria del micro controlador pic16f723.

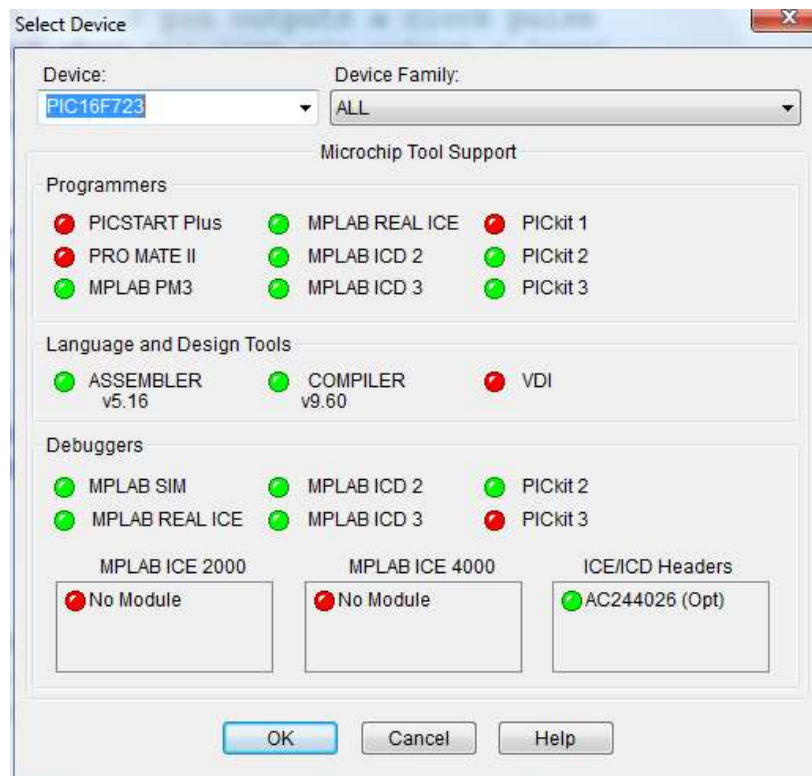


Figura 5.17 Pantalla programación pic16ft23.

### 5.3. PROGRAMACIÓN DEL MODELO

Para empatar las características de los diodos con el lenguaje de programación, es importante establecer que el programa fuente está compuesto por una sucesión de líneas de programa. Cada línea de programa está compuesta por cuatro campos separados por uno o más espacios o tabulaciones.

Estos campos son:

[Etiqueta]                      Comando                      [Operando(s)]                      [;Comentario]

La etiqueta es opcional. El comando puede ser un mnemónico del conjunto de instrucciones. El operando está asociado al comando, si no



hay comando no hay operando, e inclusive algunos comandos no llevan operando. El comentario es opcional para el compilador, aunque es buena práctica considerarlo obligatorio.

La etiqueta es el campo que empieza en la primera posición de la línea. No se pueden insertar espacios o tabulaciones antes de la etiqueta sino será considerado comando. Identifica la línea de programa haciendo que el compilador le asigne un valor automáticamente. Si se trata de una línea cuyo comando es una instrucción de programa del micro controlador, se le asigna el valor de la dirección de memoria correspondiente a dicha instrucción (location counter).

En otros casos se le asigna un valor de una constante, o la dirección de una variable, o será el nombre de un macroinstrucción, etcétera. El comando puede ser un código mnemónico de instrucción del micro controlador, o una directiva o pseudo instrucción para el compilador. En el primer caso será directamente traducido a código de máquina, en el segundo será interpretado por el compilador y realizará alguna acción en tiempo de compilación, como asignar un valor a una etiqueta.

El campo de parámetros puede contener uno o más, separados por comas. Los parámetros dependen de la instrucción o directiva. Pueden ser números o literales que representen constantes o direcciones.

El campo de comentario debe comenzar con un carácter punto y coma. No necesita tener espacios o tabulaciones separándolo del campo anterior, e incluso puede empezar en la primera posición de la línea. El compilador ignora todo el texto que contenga la línea después de un carácter punto y coma, de esta manera pueden incluirse líneas que contengan solo comentarios, es muy buena práctica hacer uso y abuso de esta posibilidad para que los programas resulten autodocumentados. Con





esto podemos dar por concluida esta descripción de dispositivos, ya que son los primordiales para la realización del mismo.

En este subcapítulo se hablará de las etapas de la elaboración del código por el que se rige nuestro semáforo en forma de reloj de arena; abarcaremos desde el entorno gráfico, hasta el tipo de lenguaje de comunicación utilizado.

## 5.4. ENTORNO DE DESARROLLO

Para el proyecto se utilizó un entorno de desarrollo muy común en el campo de la ingeniería electrónica, que es el MPLAB IDE, en su versión 8.91.

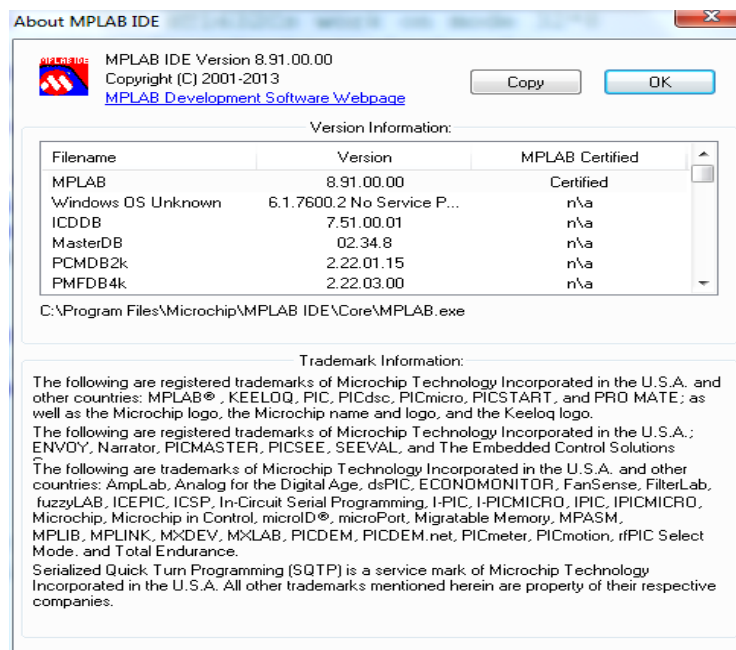


Figura 5.18 Entorno de desarrollo.

MPLAB es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) fácil de aprender y de usar. La característica IDE proporciona a los desarrolladores de software la flexibilidad para editar, compilar, emular, simular, desarrollar

y depurar su propio software para las familias de micro controladores de Microchip.

Por esta última característica fue que se usó este entorno, ya que todos los integrados utilizados en el proyecto son de la marca de Microchip

## 5.5. COMPILADOR

En cuanto a esta sección de nuestro proyecto tuvimos muchos problemas porque no podíamos tener una compatibilidad con los dispositivos; usamos diferentes compiladores hasta que se pudo ver que el compatible con nuestro sistema es el HI-TECH, en su versión 9.83. Aunque es un poco viejo, nuestro sistema no era tan nuevo como se pensó, ya que el fabricante no indicó qué tan viejos eran el driver y display que vendieron.

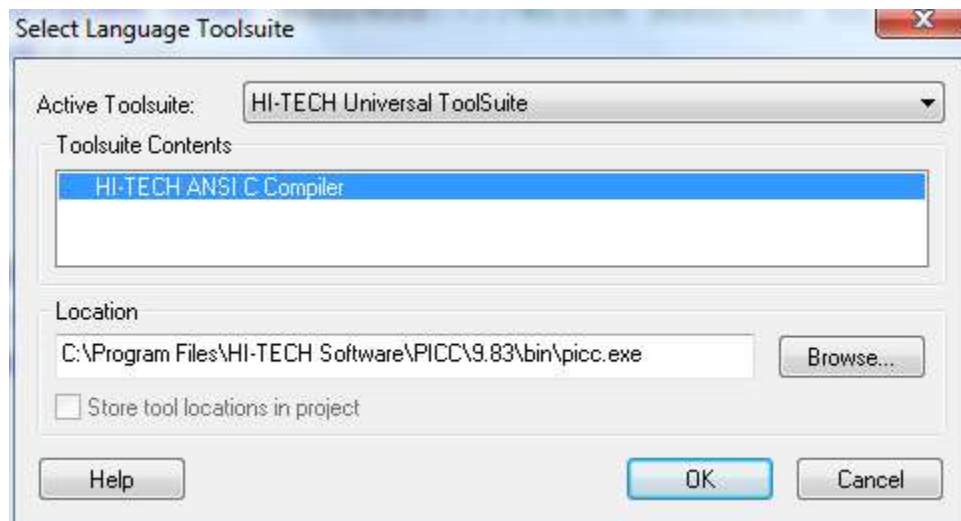


Figura 5.19 Compilador.

## 5.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN



El lenguaje que se usó en el proyecto es el más implementado en el mundo, el lenguaje C, esto permitió crear un código que, gracias a su simpleza, favorece su lectura.

#### **5.6.1. Programador**

En este caso la solución fue rápida porque se conocía bien lo que se puede hacer; se eligió el PICKIT 3, este dispositivo es un programador/depurador que usa la lógica de depuración en cada circuito incorporado en cada chip con su memoria Flash, y que además fue de un costo relativamente barato (600 pesos).

#### **5.6.2. Lenguaje de Comunicación**

Se utilizó un comunicación basada en SPI (del inglés *Serial Peripheral Interface*), que es un estándar de comunicaciones usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. El bus de interfaz de periféricos, serie o bus SPI, es un estándar para controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que acepte un flujo de bits serie regulado por un reloj.

Por lo que se usó este tipo de lenguaje, pues requeríamos mandar información de un integrado a otro en forma de cascada; cuando se manda un dato se queda en una posición como de escalera, al mandar un segundo dato el primero bajo un escalón y el segundo ocupa el lugar del primero, así sucesivamente.

#### **5.6.3. Código**

Antes que los puertos se debe configurar el micro controlador.



| Address | Value | Field  | Category                                | Setting                                                                                       |
|---------|-------|--------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2007    | 38A4  | FOSC   | Oscillator Selection bits               | INTOSCIO oscillator: I/O function on RA6/OSC2/CLKOUT pin, I/O function on RA7/OSC1/CLKOUT pin |
|         |       | WDTE   | Watchdog Timer Enable bit               | WDT disabled and can be enabled by SWDTEN bit of the WDTCON register                          |
|         |       | PWRT   | Power-up Timer Enable bit               | PWRT enabled                                                                                  |
|         |       | MCLR   | RE3/MCLR pin function select bit        | RE3/MCLR pin function is MCLR                                                                 |
|         |       | CP     | Code Protection bit                     | Program memory code protection is enabled                                                     |
|         |       | BOR    | Brown-out Reset Selection bits          | BOR disabled                                                                                  |
|         |       | BORV   | Brown-out Reset Voltage selection bit   | Brown-out Reset Voltage (VBOR) set to 2.5 V nominal                                           |
|         |       | PLLEN  | INTOSC FLLN Enable Bit                  | INTOSC Frequency is 16MHz (32x)                                                               |
| 2008    | 3FFF  | VCAPEN | Voltage Regulator Capacitor Enable bits | All VCAP pin functions are disabled                                                           |

**Figura 5.20, Configuración**

Después se configuran los puertos señalando en cada uno si son salidas, entradas, señales digitales o puertos de comunicación, entre otros.

El siguiente paso es poner los integrados HTC1224 en modo de espera para recibir instrucciones, después configurar los temporizadores (estos temporizadores ayudarán a ver en secuencia de tiempos cómo funciona el semáforo en forma de reloj de arena, ya que sin ellos todo se ejecutaría tan rápido que no podríamos verlos o percatarnos de lo que pasa).

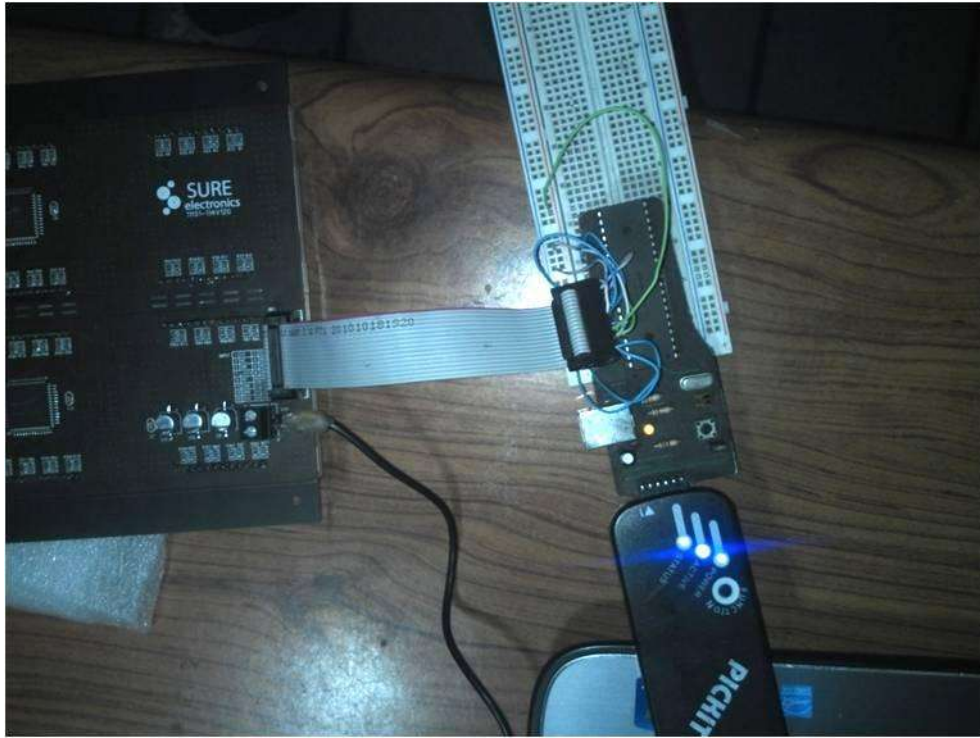
Dando por resultado el código que se muestra en el Anexo 1.

## 5.7. PRUEBAS Y RESULTADOS

Para este proyecto se hicieron varias pruebas, desde el funcionamiento del código hasta la utilización de diferentes cables para una mejor conexión; por medio de imágenes se plasmará el proceso de estas pruebas y los resultados que arrojaron estas en las diferentes partes de los dispositivos.

Primero se hizo una conexión del pic-kit al display Sure para ver si se podía mandar la información de nuestro código al display y hacerla funcionar, pero después de muchas pruebas el display no encendió, con lo que se llegó a la conclusión de que se necesitaba otro dispositivo para prender al display y que éste mandará las órdenes al display que fue el Driver que se compró posteriormente a esta prueba.





**Figura 5.21 Primera prueba del driver**

Como se observa en la figura 5.21 se puede ver la conexión del Pic-Kt con el display, no solo tuvimos el problema de que no funcionaba el display, sino que el cable empleado estaba dañado, ya que se probó con el multímetro y no funcionaba una de las patas; posterior a eso se cambió el cable, pero no funcionaba, a esto se le sumó que la parte trasera del display tenía dos entradas y se pensaba que eran para datos; tras revisar bien la hoja del fabricante y la configuración de los puertos, nos percatamos que una terminal era exclusiva de entrada y otra de salida para una posterior conexión en serie de más display.



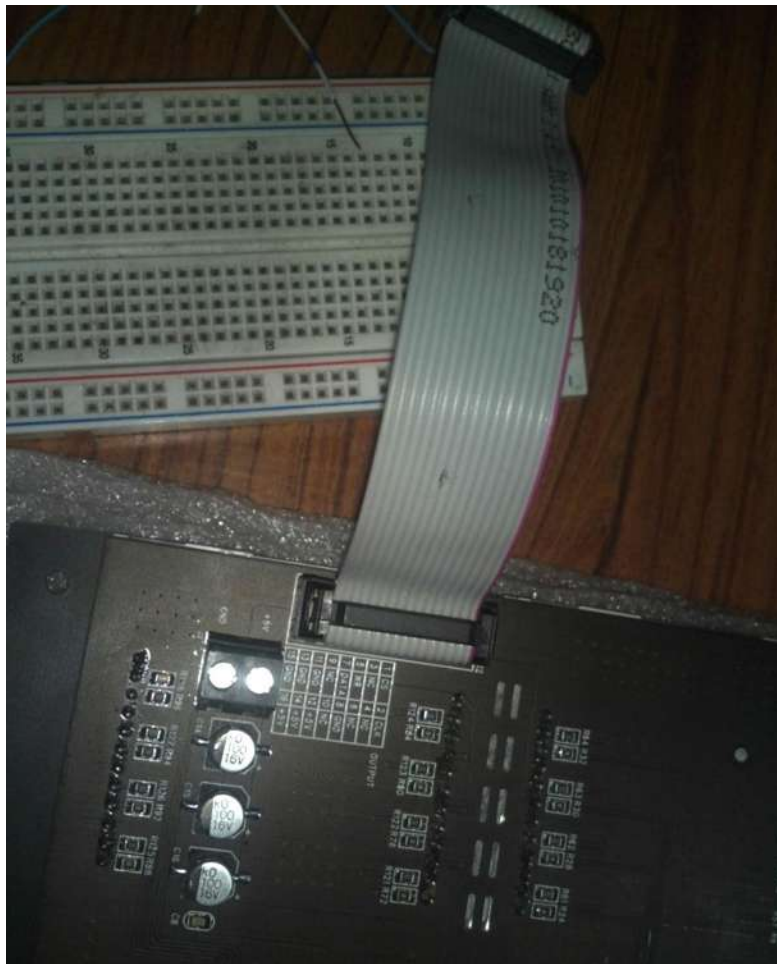


Figura 5.22 Conexión al display

En esta figura se puede observar claramente la mala conexión que se tenía, ya que estábamos conectando a la terminal de salida y no a la de entrada, con esta experiencia se adquirió el driver para el correcto uso de los aparatos y exitosamente pasamos, poco a poco, nuestras instrucciones al display; el siguiente paso era ver como hacer la representación de reloj de arena en el display, y con ellos determinar qué

LED's debían prenderse y cuáles no para generar los colores ya mencionados.

A partir de eso empezamos con la representación de la figura del reloj de arena; utilizamos el color verde en primer lugar y buscamos representar correctamente el término de tiempo con el uso de los LED's, haciendo una representación en forma de caída para dar la idea de que se acaba el tiempo, el resultado fue el siguiente.

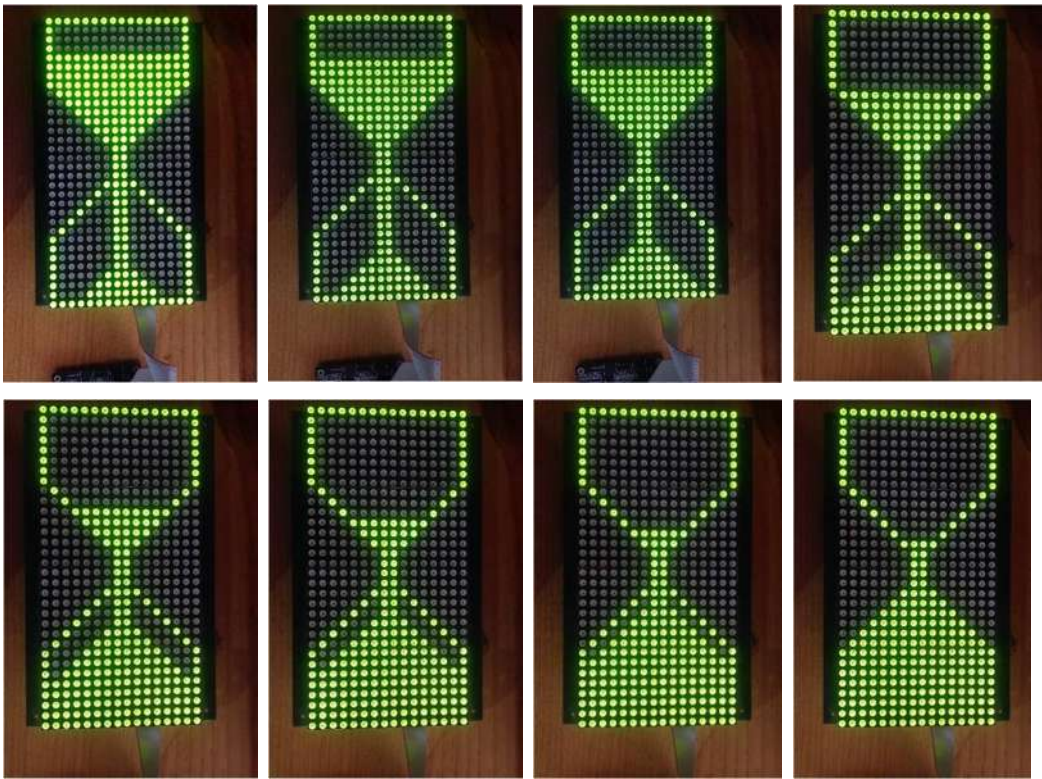


Figura 5.23 Secuencia del semáforo en color verde

Una vez dominada la secuencia de color verde, pasamos al más complicado, el amarillo, ya que es el conjunto de los dos LED's prendidos al mismo tiempo (verde y rojo); una vez logrado el color, se buscó generar la secuencia, por lo que se determinó que fuera de tres movimientos para dar una idea de cuánto tiempo tiene el usuario, pero para fines de

demostración de cómo con una simple modificación de nuestro patrón mostrado en el display se puede observar una drástica diferencia en cuanto al diseño tomando como referencia a la secuencia del color verde, mostrando cómo el mensaje se distorsiona, al quitar el borde del reloj de arena, por un “simple” cambio de LEDs en nuestro display.



**Figura 5.24 Ejemplo de una mala señal**

Faltaba un color, el rojo, para el que se siguió el mismo principio que en el verde, siguiendo la misma secuencia para una vez más lograr la transmisión del mensaje en el que se aprecie el término del tiempo gradualmente hasta su siguiente cambio de color.

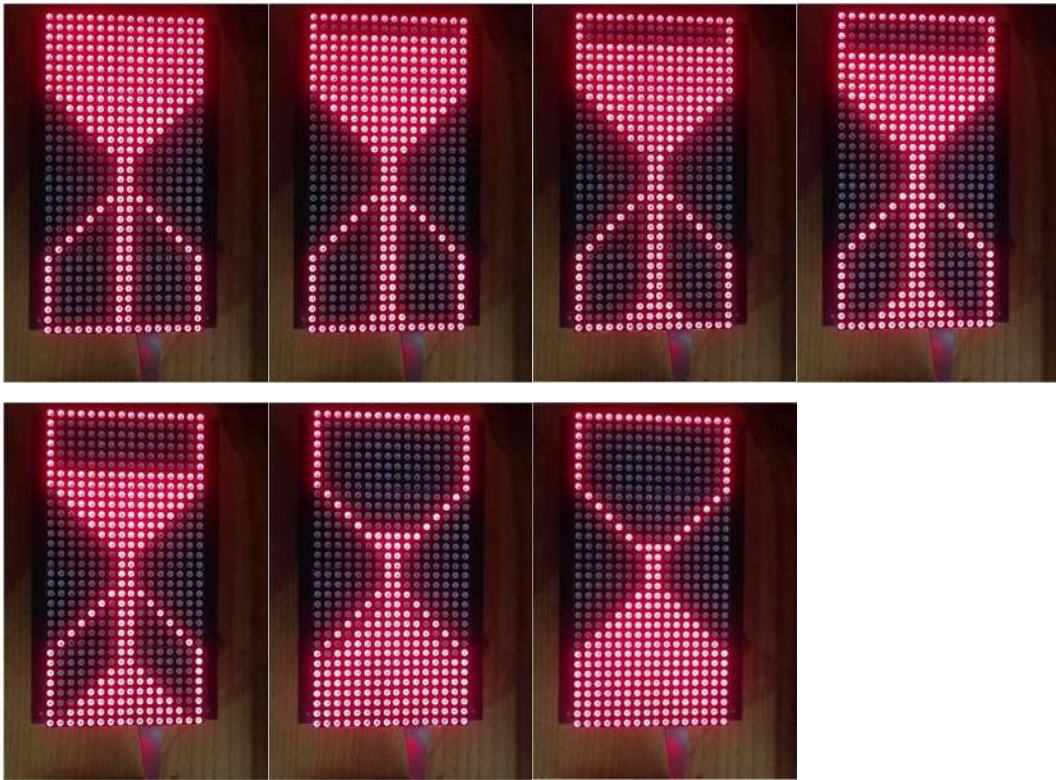
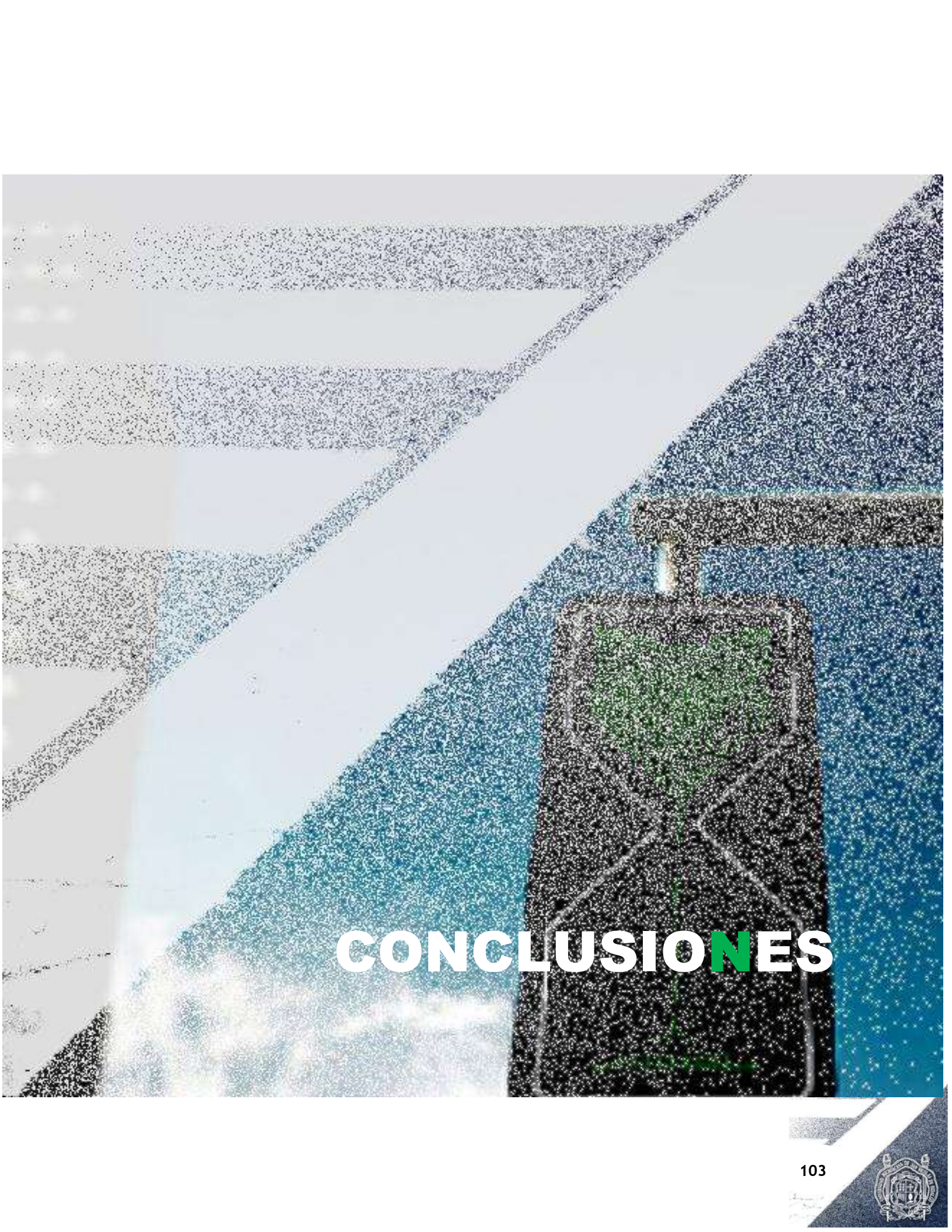


FIGURA 5.25 Secuencia del semáforo en color rojo

En este display no fue posible la implementación del símbolo de discapacidad debido al tamaño de la matriz de LED's, escala 4:1, pero en el de tamaño original se verá muy bien, ya que es mucho mayor y el mensaje se podrá transmitir adecuadamente.





# CONCLUSIONES





## CONCLUSIONES



### Aportaciones del trabajo de investigación

Este proyecto aporta varios elementos relevantes: el primero es abordar el tema desde una visión multidisciplinar, pues esta es la visión correcta que demanda la sociedad contemporánea; con ello se inauguraría un nuevo sistema metodológico de estructurar un problema ingenieril, tomando en cuenta su contexto y trasfondo, pues es ir más allá de plantear una postura tecno-científica, que si bien es suficiente desde el punto de vista del discurso de la disciplina, deja vacíos en una visión amplia de solución integral.

El otro elemento significativo que aporta este trabajo es la sociedad como objeto de estudio, ya que se cumplen los principios rectores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), la vinculación y extensión, es decir, vinculación con la sociedad a la que como profesionistas nos debemos, y la extensión de la academia como medio de solución a tantas demandas.

Es bajo estas premisas donde se identifica el problema de estudio “La falta de lenguajes claros en la señalización de dispositivos (semáforos)”;

un semáforo que responda a un lenguaje simple que sea incluyente con todos los sectores de la población y que considere las particularidades del medio de transporte, y lo más importante, que deje en primer plano a las personas con alguna discapacidad.

Abordar el tema de urbanismo, en una tesis de ingeniería en electrónica, despierta sin duda alguna curiosidad, pero su fundamento radica en el problema de estudio del proyecto, pues de no entender lo



complejo del tejido urbano y sus implicaciones, no se podría fundar y motivar la implementación de este dispositivo que formaría parte de la infraestructura vial de una ciudad en particular con características urbanas propias.

Es por ello que se logra otra aportación, al presentar al urbanismo en conjunción con la ingeniería electrónica, en pro de soluciones viables que ayudarán a mitigar el flujo vial del contexto urbano de Morelia y en específico del Centro.

Un tema obligado fue el estudio de casos análogos del problema de estudio para precisar el estado del arte que guardan a nivel global los dispositivos de control, y con ello tener un panorama amplio de las soluciones que se han implementado en diferentes ciudades de gran importancia y cosmopolitas en el mundo, donde se observa la importancia de estos dispositivos para el control vial.

Hablar de señales, es hablar de lenguaje, tenemos un objeto (semáforo) y un sujeto (población), constituyendo la creación de una imagen, (objeto-sujeto), entonces se observa la necesidad de incluir en el marco teórico la percepción como instrumento de significación del lenguaje, desde un punto de vista social y sus efectos sobre su entorno, es por ello que se incluye el capítulo de psicología de la percepción.

La psicología de la percepción nos llevó hacia senderos nunca abordados desde el campo de la ingeniería en electrónica, lo que constituye una aportación significativa a esta disciplina desde este trabajo de investigación, en ella se plasmó la importancia de entender el lenguaje y sus señales, es decir, prestar atención a la semiótica, subcapítulo que se deriva del ya enunciado, que fundamenta con precisión y de forma clara



la importancia de observar, de abstracción desde una percepción desde el núcleo de la sociedad y sus contextos.

### **Aportaciones desde el modelo**

Con base en el driver utilizado, se llegó a una conclusión que no siempre es rentable; fue mejor comprar el driver con un fabricante, pues la elaboración de nuestros propios dispositivos o tarjetas de circuitos sería más cara que adquirirlo, para esto se verificaron precios en Internet; además del ahorro económico, se logró reducir el tiempo del diseño y la construcción, sin embargo, el display trabaja únicamente en ciertas funciones con el driver del mismo fabricante, esto nos sujeta a que todo debe ser de la misma marca para funcione correctamente, es un claro ejemplo de como la manufactura en grandes cantidades abarata el costo de producción, por lo que los precios finales son más bajos.

Se debe aclarar que en nuestro proyecto era necesario tener compatibilidad con los sistemas de señalización de la ciudad, solo por eso nos sujetamos a usar sistemas parecidos, en el campo de la ingeniería electrónica no todo está hecho, y por consiguiente es el ingenio de la persona el que destaca para crear nuevos dispositivos o diseñar sistemas para algún propósito. Si para la finalidad a la que se quiere llegar no hay sistemas ya contruidos, se tienen que diseñar y construir nuevas partes dejando a un lado el costo de los componentes y el tiempo requerido para hacerlos.

Finalmente podemos concluir y dar respuesta a los objetivos planteados en el marco teórico de este trabajo:

¿Los mensajes actuales de los semáforos son eficaces?



La respuesta es No, no son claros al no advertir cuánto tiempo queda disponible en el proceso del ciclo de espera-siga, no incluyen a sectores de la sociedad con una discapacidad, lo que origina múltiples contrariedades para el municipio como responsable social del mismo.

¿El mensaje es adecuado para el peatón y el conductor?

Al no estar diseñados estos pensando en la conjunción peatón-medio de transporte, no se prevén los conflictos que pueden surgir por la mala lectura del mensaje, ya que las señales no son correctas.

¿Los semáforos en Morelia cumplen con las demandas sociales actuales?

La sociedad contemporánea experimenta rápidamente cambios en la conducta por el efecto de la incorporación de la tecnología, que es el factor común; por una parte observamos este cambio diario en los dispositivos móviles, y por otro lado vemos falta de dinamismo y actualización en los dispositivos fijos, pues se requiere que incorporen adelantos emanados del desarrollo tecnológico.

¿Los materiales actuales son acordes a las necesidades?

Un aspecto de vital importancia son los efectos contaminantes por el uso de materiales, el impacto mediático sobre los vehículos motorizados nos lleva a la idea de que no hay otras fuentes de contaminación, pero lamentablemente esto no es así, en estudios en la materia denominados “Huella de Carbono”, que mide en toneladas



los efectos de gases que producen el efecto invernadero, observamos que contaminan más los materiales de construcción que los vehículos automotores; el acero encabeza la lista, y es el material que más se emplea en la fabricación de los sistemas de señalización, por consiguiente se contribuye a elevar los índices de contaminación y dejar una huella de carbono, muy profunda en el ecosistema de Morelia.

¿Los mensajes de los semáforos logran una identificación con los usuarios?

Como se describió en el apartado de semiótica, el sistema de comunicación, que debemos identificar como lenguaje, es la construcción de una imagen, ésta se emite por el dispositivo de control (semáforo), el cual no cuenta con las innovaciones en diseño, que logren que se torne un objeto iconográfico actual, acorde a nuestros tiempos.

¿Qué riesgos conducen a una incomprensión del mensaje o incumplimiento del mismo?

La respuesta a esta cuestión engloba todo: la importancia del tema, la justificación y relevancia, el porqué del proyecto, el sector al que están destinados estos dispositivos; una falta de comprensión o incumplimiento en la señal que entenderemos como mensaje, nos conduciría y podríamos terminar con una frase lapidaria, “la muerte”.







**BIBLIOGRAFÍA**



## Bibliografía:

- Chaparro, J. J. (2012). PLANEACIÓN URBANA EN MÉXICO: UN ANÁLISIS CRÍTICO SOBRE SU PROCESO DE EVOLUCIÓN. *Urbano*, 52-63.
- Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo. (16 de agosto de 2013). *LEY DE TRÁNSITO Y VIALIDAD DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO*. Obtenido de docs.mexico.justia:  
<http://docs.mexico.justia.com.s3.amazonaws.com/estatales/michoacan/ley-de-transito-y-vialidad-del-estado-de-michoacan-de-ocampo.pdf>
- de.chile.net. (agosto de 2013). *Etimología Semaforo*. Obtenido de Etimologías:  
<http://etimologias.dechile.net/?sema.foro>
- Demócrata, E. (7 de octubre de 1922). El Semaforo. *El Demócrata*.
- Eco, U. (2005). Tratado de Semiótica General. En U. Eco. México: DeBolsillo.
- Economía, S. d. (10 de junio de 2013). *Catalogo Mexicano de Normas*. Obtenido de Secretaría de Economía:  
<http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normas>
- Ediciones, T. d. (17 de agosto de 2013). *Percepción*. Obtenido de PORTAL DE FILOSOFÍA, PSICOLOGÍA Y HUMANIDADES EN INTERNET: <http://www.e-torredebabel.com/Psicologia/Vocabulario/Percepcion.htm>
- García, D. A. (12 de marzo de 2014). *El primer semáforo de la historia*. Obtenido de erroreshistoricos.com: <http://www.erroreshistoricos.com/curiosidades-historicas/la-primer-vez-en-la-historia/1694-el-primer-semaforo-de-la-historia.html>
- González, J. P. (mayo de 2013). *Señal en la Semiótica*. Obtenido de Blog de comunicación: <http://www.eriesnews.blogspot.com>
- Gramaticas. (2 de septiembre de 2013). *Etimología de Semáforo*. Obtenido de gramaticas.net: <http://www.gramaticas.net/2013/08/etimologia-de-semaforo.html>
- Gutierrez, T. G. (6 de noviembre de 2013). Caminar por mi Ciudad. (A. G. Chávez, Entrevistador)
- H. Ayuntamiento Morelia. (2 de junio de 2014). *RINDE PROTESTA CONSEJO CONSULTIVO DEL INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN DE MORELIA*. Obtenido de Honorable Ayuntamiento de Morelia: <http://morelia.gob.mx/prensa-1/rinde-protesta-consejo-consultivo-del-instituto-municipal-de-planeacion-de-morelia>



- Hill, N. a. (9 de julio de 1998). <http://es.wikipedia.org>. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Ford](http://es.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford)
- INEGI. (agosto de 2013). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/ResultadosR/CPV/Default.aspx?texto=morelia>
- INEGI. (17 de julio de 2013). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>
- INEGI. (10 de agosto de 2013). *México - Estadística de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas, 1997-2012*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: <http://www3.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/72>
- INEGI. (10 de Marzo de 2013). *Vehículos de motor registrados en circulación 2012*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: [http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general\\_ver4/MDXQueryDatos.asp?c=13158,%2013158](http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?c=13158,%2013158)
- M.Q., M. M. (22 de agosto de 2011). <http://elcomercio.pe>. Obtenido de [http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/exceso-autos-amenaza-viabilidad-ciudades\\_1-noticia-1136291](http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/exceso-autos-amenaza-viabilidad-ciudades_1-noticia-1136291)
- Magustretti, F. A. (2008). *A Cada Cual Su Cerebro*. Buenos Aires: Kats.
- México, C. p. (12 de noviembre de 2013). *Educación Vial*. Obtenido de [cenfesac.org.mx](http://www.cenfesac.org.mx): <http://www.cenfesac.org.mx/manuales/modulo2.pdf>
- Michoacán, C. d. (enero de 2014). *Congreso del Estado*. Obtenido de [http://transparencia.congresomich.gob.mx/media/documentos/trabajo\\_legislativo/REGLAMENTO\\_DE\\_LA\\_LEY\\_DE\\_TRANSITO\\_Y\\_VIALIDAD\\_DEL\\_ESTADO\\_DE\\_MICH\\_OACAN.pdf](http://transparencia.congresomich.gob.mx/media/documentos/trabajo_legislativo/REGLAMENTO_DE_LA_LEY_DE_TRANSITO_Y_VIALIDAD_DEL_ESTADO_DE_MICH_OACAN.pdf)
- MORGADO, I. (2010). *EMOCIONES E INTELIGENCIA SOCIAL*. Barcelona: Ariel.
- Nattkemper, A. L. (14 de diciembre de 2013). *Semaforos para personas ciegas*. Obtenido de [apanovi](http://www.apanovi.org.ar): <http://www.apanovi.org.ar/ciencia/ciencia.html>
- Navarro, M. M. (15 de Noviembre de 2013). *Conduciendo por la Ciudad*. (A. G. Chávez, Entrevistador)
- Rincón, R. S. (3 de 12 de 2013). *OEM*. Obtenido de <http://www.oem.com.mx/laprensa/notas/n2333623.htm>
- Rutero, E. (12 de Agosto de 2013). *Rutas Transporte Urbano Morelia*. Obtenido de El Rutero. Com: <http://el-rutero.com/>



SECOFI. (16 de agosto de 2013). *NORMA MEXICANA NMX-J-425/1-1981 SISTEMAS DE SEÑALIZACION LUMINOSA PARA TRANSITO URBANO PARTE 1: SEMAFOROS*. Obtenido de Secretaría de Comercio y Fomento Industrial: <http://200.77.231.100/work/normas/nmx/1981/nmx-j-425-1-1981.pdf>

Social, S. d. (febrero de 2014). *STPS*. Obtenido de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-026.pdf>

Sturn, C. (16 de septiembre de 2014). *El origen de... el semáforo*. Obtenido de fayerwayer: <http://www.fayerwayer.com/2011/08/el-origen-de-el-semaforo/>

UMSNH, B. V. (8 de febrero de 2013). *Biblioteca Virtual*. Obtenido de Repositorio Institucional de Tesis Digitales: <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx>





**ANEXOS**





## Anexo 1

Código donde se definen las etiquetas de configuración para los CHIPS de SPI

### Declare.h

```
#ifndef _DECLARE_
#define _DECLARE_
//Macro definition of ports used
#define A_74164 RB1
#define CLK_74164 RB2
#define CLK_RC3 //Clock line simulating SPI communication
(this
//port is also the clock line of SPI communication
//integrated by MCU)
#define DAT_RC5 //Data line simulating SPI communication
(this
//port is also the data line of SPI communication
//integrated by MCU)
//Following is the functions defined in a way of macro
definition.
#define CLK_DELAY NOP()
//Following definition facilitates compilation of HT1632C
control commands.
#define SLAVE_MODE 0b100000100000
//[HT1632C]Set slave mode and clock source from external
clock
#define RC_MASTER_MODE 0b100000110000

//[HT1632C]Set master mode and clock source from on-chip RC
oscillator
#define EXT_CLK_MASTER_MODE 0b100000111000
//[HT1632C]Set master mode and clock source from external
clock
#define SYS_EN 0b100000000010 //Turn on system oscillator
#define LED_ON 0b100000000110 //Turn on LED duty cycle
generator
#define LED_OFF 0b100000000100 //Turn on LED duty cycle
generator
#define N_MOS_COM8 0b100001000000
//N-MOS open drain output and 8 common option
#define PWM_10 0b100101010010 //PWM 10/16 duty
#define PWM_16 0b100101011110 //PWM 16/16 duty
#endif
```



## Anexo 2

### Código del programa para el funcionamiento del prototipo

```
#include <pic.h>
#include "Declare.h"
//*****
//Function Name: device file configuration
//Function Feature: configure MCU's working modes and status
//Input Argument: INTIO: INTOSCIO- internal oscillator, OSC1
and OSC2 used as I/O
//ports
//WDTDIS: disable watchdog timer
//PWRTDIS: disable power-delay timer
//MCLREN: enable MCLR
//UNPROTECT: do NOT protect the code
//BORDIS: brown out reset disable
//BORV25: brown-out reset voltage set to 2.5V nominal
//PLLEN:
//DEBUGEN: in-circuit debugger enabled
//
//VCAPDIS: voltage regulator capacitor disabled
// Output Argument: void
//*****
//__CONFIG(INTIO & WDTDIS & PWRTEN & MCLREN & UNPROTECT &
BORDIS &
//BORV25 & PLLEN & DEBUGEN);
//__CONFIG(VCAPDIS);
//Constant Definition
__CONFIG(0x38A4);
__CONFIG(0x3FFF);
#define CHIP_MAX 4 //Four HT1632Cs on one board
//Function Prototype Declaration

const unsigned char
mascaraUno[]={0xFF,0x80,0x80,0x80,0x80,0x80,0x80,0x80,0x40,0
x20,0x10,0x08,0x04,0x02,0x01,0x01};
const unsigned char
mascaraDos[]={0xFF,0x01,0x01,0x01,0x01,0x01,0x01,0x01,0x02,0
x04,0x08,0x10,0x20,0x40,0x80,0x80};
```



```

void SystemInit(void); //System Initialization
void SetHT1632C_As3208(void); //Set HT1632Cs work on mode
32*8
void OutputCLK_Pulse(void); //CLK pin outputs a clock pulse
void OutputA_74164(unsigned char x); //CS pin output a level
void ChipSelect(int select); //Chip selection
void CommandWriteHT1632C(unsigned int command); //Write
command to ALL
//HT1632Cs
void AddressWriteHT1632C(unsigned char address); //Write
Address to HT1632Cs
void SPI_ModelConfigure(void);
void SPI_DataSend(const unsigned char data);
void color(unsigned char color);
void apagarTodo();
void initTimer();
void retardolseg(unsigned char segundos);
void retardo5mseg(unsigned char milisegundos);
void animacion(unsigned char tiempo, unsigned char color);

void main()
{
    unsigned char i, j;
    SystemInit(); //System Initialization
    SetHT1632C_As3208(); //Set all HT1632Cs to work in 32*8
master mode
    initTimer(); //Inicializa al timer 0

    while(1)
    {
        apagarTodo();
        animacion(2, 'v');

        apagarTodo();
        color('r');
        color('v');
        retardolseg(2);

        apagarTodo();
        animacion(1, 'r');
    }
}
//*****
*****
//Function Name: system initialization

```



```

//Function Feature: set corresponding data reading and
writing of PORTB and PORTC
//Input Argument: void
//Output Argument: void
//*****
*****
void SystemInit(void)
{
    IRCF1 = 1;
    IRCF0 = 0; //Set the frequency of the internal
oscillator as 8MHz
    OSTUNE = 0x1f; //Oscillator at the maximum frequency
    ANSELB = 0x00; //PORTB as a digital I/O port
    TRISB = 0x00; //PORTB as an output port
    PORTB = 0x00; //Clear PORTB output (PORTB's status is
uncertain after power-on reset)
    TRISC0 = 1; //PORTC0 (SW1 port) as an input port
    TRISC1 = 1; //PORTC1 (SW2 port) as an input port
    TRISC3 = 0; //PORTC3 (CLK signal) as an output port
    TRISC5 = 0; //PORTC5 (DATA signal) as an output port
    T0IE = 0; //Turn off interruption of timer0
}
//*****
*****
//Function Name: SetHT1632C_As3208
//Function Feature: write basic configuration to HT1632C in
command words
//Input Argument: void
//Output Argument: void
//*****
*****
void SetHT1632C_As3208(void)
{
    CommandWriteHT1632C(SYS_EN); //Enable system oscillator
    CommandWriteHT1632C(LED_ON); //Turn on LED
    CommandWriteHT1632C(RC_MASTER_MODE); //Select on-chip
RC as the clock's master mode. Select this sentence when
HT1632C is changed.
    CommandWriteHT1632C(N_MOS_COM8); //N-MOS open-drain
output
    //and 32 ROW * 8 COM
    CommandWriteHT1632C(PWM_16); //PWM 10/16 duty
}
//*****
*****
//Function Name: OutputCLK_Pulse
//Function Feature: enable CLK_74164 pin to output a clock
pulse

```



```

//Input Argument: void
//Output Argument: void
//*****
*****
void OutputCLK_Pulse(void) //Output a clock pulse
{
    CLK_74164 = 1;
    CLK_DELAY;
    CLK_74164 = 0;
    CLK_DELAY;
}
//*****
*****
//Function Name: OutputA_74164
//Function Feature: enable pin A of 74164 to output 0 or 1
//Input Argument: x: if x=1, 74164 outputs high. If x!=1,
74164 outputs low.
//Output Argument: void
//*****
*****
void OutputA_74164(unsigned char x) //Input a digital level
to 74164
{
    if(x==1)
    {
        A_74164 = 1;
        CLK_DELAY;
    }
    else
    {
        A_74164 = 0;
        CLK_DELAY;
    }
}
//*****
*****
//Function Name: CommandWriteHT1632C
//Function Feature: Write control commands to all HT1632Cs
//Input Argument: command words written to "command",
specifically stated in "declare"
//function
//Output Argument: void
//Argument Description: compile control commands to all
external HT1632Cs for the
//requirement of the project
//*****
*****
void CommandWriteHT1632C(unsigned int command)

```





```

{
    unsigned char i;
    unsigned int j;
    command = command & 0x0fff; //12-bit command word, mask
upper four bits
    ChipSelect(0); //Disable all HT1632Cs
    CLK_DELAY;
    ChipSelect(-1); //Enable all HT1632Cs
    CLK_DELAY;
    for(i=0; i<12; i++) //Write command words in HT1632C
register
    {
        CLK = 0;
        CLK_DELAY;
        j = command & 0x0800; //Return the MSB
        command = command << 1; //Move the control
character to the left one
        j = j >> 11; //Position the value at the LSB
        DAT = j; //Send the value to the data port
        CLK_DELAY;
        CLK = 1; //Data transmission (data valid on rising
edge)
        CLK_DELAY;
    }
    ChipSelect(0); //Disable all HT1632Cs
}
//*****
//Function Name: AddressWriteHT1632C
//Function Feature: write start address of data to HT1632Cs
//Input Argument: address: address to be written
//Output Argument: void
//*****
void AddressWriteHT1632C(unsigned char address)
{
    unsigned char i,temp;
    SSPCON = 0x11;
    address = address & 0x7f; //7-bit address, mask the MSB
    CLK = 0; //Clock line is 0
    CLK_DELAY;
    DAT = 1; //Send "1" to data port
    CLK_DELAY;
    CLK = 1; //Data transmission
    CLK_DELAY;
    CLK = 0;
    CLK_DELAY;
    DAT = 0; //Send "0" to data port

```



```

        CLK_DELAY;
        CLK = 1; //Data transmission
        CLK_DELAY;
        CLK = 0;
        CLK_DELAY;
        DAT = 1; //Send "1" to data port
        CLK_DELAY;
        CLK = 1; //Data transmission
        CLK_DELAY;
        for(i=0; i<7; i++) //Write "address" to HT1632C
register
    {
        CLK = 0; //Clock line is 0
        CLK_DELAY;
        temp = address & 0x40; //Return the MSB
        address = address << 1; //Move the control
character to the left one
        temp = temp >> 6; //Position the value at the LSB
        DAT = temp; //Send the value to the data port
        CLK_DELAY;
        CLK = 1; //Data transmission
        CLK_DELAY;
    }
}
//*****
*****
//Function Name: ChipSelect
//Function Feature: enable HT1632C
//Input Argument: select: HT1632C to be selected
// If select=0, select none.
// If s<0, select all.
//Output Argument: void
//*****
*****
void ChipSelect(int select)
{
    unsigned char tmp = 0;
    if(select<0) //Enable all HT1632Cs
    {
        OutputA_74164(0);
        CLK_DELAY;
        for(tmp=0; tmp<CHIP_MAX; tmp++)
        {
            OutputCLK_Pulse();
        }
    }
    else if(select==0) //Disable all HT1632Cs
    {

```



```

        OutputA_74164(1);
        CLK_DELAY;
        for(tmp=0; tmp<CHIP_MAX; tmp++)
        {
            OutputCLK_Pulse();
        }
    }
else
{
    OutputA_74164(1);
    CLK_DELAY;
    for(tmp=0; tmp<CHIP_MAX; tmp++)
    {
        OutputCLK_Pulse();
    }
    OutputA_74164(0);
    CLK_DELAY;
    OutputCLK_Pulse();
    CLK_DELAY;
    OutputA_74164(1);
    CLK_DELAY;
    tmp = 1;
    for( ; tmp<select; tmp++)
    {
        OutputCLK_Pulse();
    }
}
}

//*****
//Function Name: SPI_ModelConfigure
//Function Feature: configure the corresponding data
transfer port of PIC microcontroller
//for SPI communication
//Input Argument: void
//Output Argument: void
//*****
void SPI_ModelConfigure(void) //Configura el periferico de
comunicación serie
{
    SSPIF = 0; //Initial state: waiting to send data
    SSPCON = 0x31; //Write in this register: SSPEN=1
(enable serial port); CKP=1 (CLK high in an idle state); CLK
is FOSC/16
    SSPSTAT = 0x80; //Write in this register: SMP=1(Input
data sampled at end of

```



```

        //data output time); CKE=0(data stable on rising edge
of SCK)
    }
    //*****
    //Function Name: SPI_DataSend
    //Function Feature: transmit data in SPI mode of PIC
microcontroller
    //Input Argument: data: bytes of data to be transmitted
    //Output Argument: void
    //*****
    void SPI_DataSend(const unsigned char data)
    {
        SSPBUF = data; //Start sending
        while(!SSPIF); //Wait for data being sent
        SSPIF = 0; //Clear flag
    }

    /**
    **  Función que enciende parcialmente la pantalla led, en
    rojo, verde o amarillo.
    */

    void color(unsigned char color)
    {
        unsigned char i,j;
        for(i=1; i<=CHIP_MAX; i++)
        {
            HT1632C
            ChipSelect(i); //Chip select the corresponding
            if(color=='r')
            {
                AddressWriteHT1632C(0x20); //Get the
selected start address of the chip
            }
            else if(color == 'v')
            {
                AddressWriteHT1632C(0x00); //Get the
selected start address of the chip
            }
            SPI_ModelConfigure(); //Open SPI mode,
continuously send data to HT1632C
            if(i==1)
            {
                for(j=0; j<16; j++)
                {
                    SPI_DataSend(0xFF>>(j/2));

```



```

        }
    }
    if(i==2)
    {
        for(j=0; j<16; j++)
        {
            SPI_DataSend(0xFF>>((15-j)/2));
        }
    }
    if(i==3)
    {
        for(j=0; j<16; j++)
        {
            SPI_DataSend(0xFF<<(j/2));
        }
    }
    if(i==4)
    {
        for(j=0; j<16; j++)
        {
            SPI_DataSend(0xFF<<((15-j)/2));
        }
    }

    SSPCON = 0x11; //Close SPI mode
}

void apagarTodo()
{
    unsigned char i,j;
    //Apaga los verdes
    for(i=1; i<=CHIP_MAX; i++)
    {
        ChipSelect(i); //Chip select the corresponding
HT1632C
        AddressWriteHT1632C(0x00); //Get the selected
start address of the chip
        SPI_ModelConfigure(); //Open SPI mode,
continuously send data to HT1632C
        for(j=0; j<16; j++)
        {
            SPI_DataSend(0x00);
        }
        SSPCON = 0x11; //Close SPI mode
    }
    //Apaga los rojos

```





```

        for(i=1; i<=CHIP_MAX; i++)
        {
            ChipSelect(i); //Chip select the corresponding
HT1632C
            AddressWriteHT1632C(0x20); //Get the selected
start address of the chip
            SPI_ModelConfigure(); //Open SPI mode,
continuously send data to HT1632C
            for(j=0; j<16; j++)
            {
                SPI_DataSend(0x00);
            }
            SSPCON = 0x11; //Close SPI mode
        }
    }

void initTimer()
{
    TOCS = 0;    //Reloj interno FOSC/4
    PSA = 0; //Preescalador asignado por el módulo Timmer 0
    //PS<2:0> Bits de selección del Preescalador
    PS2 = 1;
    PS1 = 1;
    PS0 = 1;
}

void retardolseg(unsigned char segundos)
{
    unsigned char i;
    while(segundos>0)
    {
        for(i=0; i<61; i++)
        {
            T0IF = 0;    //Borra la bandera de sobreflujo
del timer 0
            TMR0 = 0x00;
            while(!T0IF);    //Espera mientras no este
puesta la bandera del timer
        }
        segundos--; //Decrementa segundos
    }
}

void retardo5mseg(unsigned char milisegundos)
{
    unsigned char i;
    while(milisegundos>0)
    {

```



```

        T0IF = 0;    //Borra la bandera de sobreflujo del
timer 0
        TMR0 = 0xB2; //TMR0 = 256-5ms/(256*(4/16Mhz))
        while(!T0IF);    //Espera mientras no este puesta
la bandera del timer
        milisegundos--; //Decrementa segundos
    }
}

```

```

void animacion(unsigned char tiempo, unsigned char color)
{
    unsigned char i,j,k; //La k sirve para contar cuantos
desplazamientos tiene el relleno.
    signed char auxiliar;
    if(tiempo>99)
    {
        tiempo = 99;
    }

    for(k=0; k<13; k++)
    {
        for(i=1; i<=CHIP_MAX; i++)
        {
            ChipSelect(i); //Chip select the
corresponding HT1632C
            if(color=='r')
            {
                AddressWriteHT1632C(0x20); //Get the
selected start address of the chip
            }
            else if(color == 'v')
            {
                AddressWriteHT1632C(0x00); //Get the
selected start address of the chip
            }
            SPI_ModelConfigure(); //Open SPI mode,
continuously send data to HT1632C
            if(i==1)
            {
                for(j=0; j<16; j++)
                {
                    auxiliar = 6+j-k;
                    if(auxiliar<0||k<j)
                    {
                        if(k>=j)
                        {

```



```

        SPI_DataSend(0xFF| mascaraUno[j]);
        }
        else
        {

        SPI_DataSend(0x01| mascaraUno[j]);
        }
        }
        else if(auxiliar>0)
        {

        SPI_DataSend((0xFF>>auxiliar)| mascaraUno[j]);
        }
        else
        {

        SPI_DataSend(0xFF| mascaraUno[j]);
        }
        }
    }

    if(i==2)
    {
        SPI_DataSend(0x01);
        SPI_DataSend(0x01);

        for(j=2; j<16; j++)
        {
            auxiliar = k+j;
            if(j<8)
            {
                if(auxiliar>=15)
                {

        SPI_DataSend(0x00| mascaraUno[15-j]);
                }
                else
                {
                    SPI_DataSend(0xFF>>(8-
j)| mascaraUno[15-j]);
                }
            }
        }
        else
        {
            if(auxiliar>=15)
            {

```



```

SPI_DataSend(0x00|mascaraUno[15-j]);
        }
        else
        {

SPI_DataSend(0xFF|mascaraUno[15-j]);
        }
    }
}

if(i==3)
{
for(j=0; j<16; j++)
{
    auxiliar = 6+j-k;
    if(auxiliar<0||k<j)
    {
        if(k>=j)
        {

SPI_DataSend(0xFF|mascaraDos[j]);
        }
        else
        {

SPI_DataSend(0x80|mascaraDos[j]);
        }
        }
        else if(auxiliar>0)
        {

SPI_DataSend((0xFF<<auxiliar)|mascaraDos[j]);
        }
        else
        {

SPI_DataSend(0xFF|mascaraDos[j]);
        }
    }
}

if(i==4)
{
    SPI_DataSend(0x80);
    SPI_DataSend(0x80);
}

```



```

        for(j=2; j<16; j++)
        {
            auxiliar = k+j;
            if(j<8)
            {
                if(auxiliar>=15)
                {
                    SPI_DataSend(0x00|mascaraDos[15-j]);
                }
                else
                {
                    SPI_DataSend(0xFF<<(8-
j)|mascaraDos[15-j]);
                }
            }
            else
            {
                if(auxiliar>=15)
                {
                    SPI_DataSend(0x00|mascaraDos[15-j]);
                }
                else
                {
                    SPI_DataSend(0xFF|mascaraUno[15-j]);
                }
            }
        }
        SSPCON = 0x11; //Close SPI mode
    }

    retardolseg(tiempo);
}

```





