



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SEMÁFORO
PORTÁTIL”**

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

FRANCISCO DAVID SARAGURO FÁREZ

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios y a la Virgen del Cisne, a mis padres y hermanos que siempre me brindaron su apoyo incondicional, a mis familiares que fueron parte de este largo recorrido, a mi abuelita que con sus oraciones me dio la fortaleza para seguir adelante, también a cada uno de los profesores que me impartieron sus conocimientos y a mis amigos que sin duda fueron ese apoyo y compañía en momentos difíciles.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres Alfonso y Zoilita, por haberme brindado su apoyo y confianza durante todos estos años, a mis hermanos y en especial a mi abuelita.

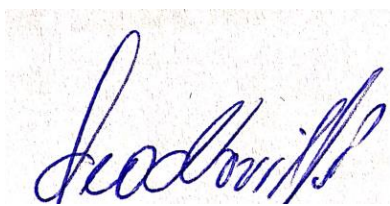
DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Francisco David Saraguro Fárez doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

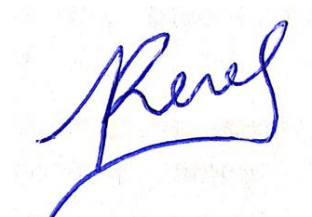


Francisco David Saraguro Fárez

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Francisco Novillo', written over a light-colored, textured background.

Ph.D. Francisco Novillo
PROFESOR DE MATERIA
INTEGRADORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Verónica Soto', written over a light-colored, textured background.

MSc. Verónica Soto
TUTOR ACADÉMICO

RESUMEN

Los accidentes de tránsito a nivel mundial dejan estadísticas muy elevadas de decesos que se suscitan diariamente, sobre todo en países de ingresos medios o bajos, mientras que en los de altos ingresos (donde se realizan inversiones en seguridad vial) se observa una reducción de manera notable, implementando señaléticas, marcas en la calzada e incluso dotando a sus agentes de tránsito de dispositivos que ayuden a controlar las diferentes infracciones. A nivel local, las estadísticas muestran que las provincias de Pichincha y Guayas son las de mayor índice de accidentes de tránsito, en las cuales se necesita implementar con mayor prontitud un sistema que ayude a reducir este tipo de accidentes, y para ello se propone implementar un semáforo portátil.

Existen muchos puntos e intersecciones en la ciudad de Guayaquil que no cuentan con semáforos, es por ello que se diseñó e implementó un prototipo de semáforo portátil, compuesto por una estructura mecánica que permite transportarlo y desplegarlo hacia arriba. Este dispositivo puede ser ubicado en cualquier lugar donde se lo necesite, siendo un gran apoyo para la autoridad de tránsito Municipal, que es la entidad encargada de precautelar la seguridad vial de la ciudad.

Se realizaron encuestas para saber la opinión acerca del dispositivo, lo cual evidenció una gran aceptación de todas las partes consultadas (autoridad de tránsito, conductores y peatones).

Finalmente, las personas consultadas tuvieron en su mayoría opiniones positivas acerca del dispositivo electro-mecánico, debido a su diseño y funcionalidad.

ABSTRACT

Traffic accidents worldwide leave very high statistics of deaths that occur daily, especially in middle-income or low-income countries, while in high-income countries (where investments are made in road safety) a reduction is observed so notable, implementing signage, road markings and even providing its traffic agents with devices that help control the different infractions. At the local level, statistics show that the provinces of Pichincha and Guayas are the ones with the highest traffic accident index, in which a system that helps reduce this type of accident needs to be implemented more quickly, and for this purpose it is proposed to implement a portable traffic light.

There are many points and intersections in the city of Guayaquil that do not have traffic lights, which is why a portable traffic light prototype was designed and implemented, consisting of a mechanical structure that allows it to be transported and deployed upwards. This device can be located in any place where it is needed, being a great support for the Municipal Transit Authority, which is the entity in charge of protecting the city's road safety.

Surveys were conducted to know the opinion about the device, which evidenced a great acceptance of all the consulted parts (traffic authority, drivers and pedestrians).

Finally, the people consulted mostly had positive opinions about the electro-mechanical device, due to its design and functionality.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| RESUMEN..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| ÍNDICE GENERAL | iii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Problema..... | 1 |
| 1.2 Escenario | 2 |
| 1.3 Involucrados..... | 2 |
| 1.4 Soluciones existentes..... | 2 |
| 1.5 Posibles soluciones | 3 |
| 1.6 Planteamiento de la solución..... | 5 |
| 1.7 Objetivos | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| 2 Marco teórico..... | 7 |
| 2.1 Transporte terrestre en Ecuador | 7 |
| 2.2 Autoridad de Tránsito Municipal (ATM)..... | 10 |
| 2.3 Tránsito vehicular | 10 |
| 2.4 Dispositivos para el control del tránsito..... | 11 |
| 2.5 Número de semáforos | 15 |
| 2.6 Semáforo portátil | 15 |
| 2.7 Estado del arte | 15 |
| 2.8 Regulador de voltaje LM7805 | 17 |
| 2.9 Microcontrolador PIC16F887 | 18 |
| 2.10 Batería..... | 19 |
| 2.11 Inversor Eléctrico | 19 |
| 2.12 Temporizador NE555 | 20 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| 2.13 | Circuito CMOS 4013..... | 21 |
| 2.14 | Transistor IRF540 | 22 |
| 2.15 | Transformador..... | 23 |
| 2.16 | Estructura mecánica..... | 23 |
| 2.17 | Acero negro | 24 |
| 2.18 | Pintura anticorrosiva..... | 24 |
| 2.19 | Tornillo de rosca cuadrada | 26 |
| CAPÍTULO III | | 27 |
| 3. | Descripción e implementación del sistema | 27 |
| 3.1 | Sistema electrónico..... | 28 |
| 3.2 | Sistema Mecánico..... | 31 |
| CAPÍTULO IV | | 33 |
| 4. | Análisis y resultados..... | 33 |
| 4.1 | Nivel de carga..... | 33 |
| 4.2 | Tiempo de duración de la batería | 34 |
| 4.3 | Encuesta realizada a la Autoridad de tránsito municipal | 35 |
| 4.4 | Encuesta realizada a los conductores..... | 37 |
| 4.5 | Encuesta realizada a los peatones..... | 38 |
| CAPÍTULO 5 | | 40 |
| 5. | Conclusiones y recomendaciones..... | 40 |
| 5.1 | Conclusiones | 40 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 41 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 42 |
| ANEXOS | | 45 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Señales Preventivas [10]. | 11 |
| Figura 2: Señales restrictivas [10]. | 12 |
| Figura 3: Señales informativas [10]. | 12 |
| Figura 4: Diferentes tipos de marcas en la calzada [10]. | 13 |
| Figura 5: Significado de los colores del semáforo [11]. | 15 |
| Figura 6: Diseño del semáforo portátil [14]. | 16 |
| Figura 7: Diseño de la estructura para levantar el semáforo. | 17 |
| Figura 8: Regulador de voltaje LM7805 [15]. | 18 |
| Figura 9: Microcontrolador PIC16F887 [16]. | 18 |
| Figura 10: Batería de litio. | 19 |
| Figura 11; Forma de onda a la salida de un inversor [17]. | 20 |
| Figura 12: Temporizador NE555 [18]. | 20 |
| Figura 13: Forma de onda en modo astable del temporizador NE555 [18]. | 21 |
| Figura 14: Circuito CMOS 4013 [18]. | 22 |
| Figura 15: Transistor IRF540 [19]. | 22 |
| Figura 16: Transformador Eléctrico [20]. | 23 |
| Figura 17: Planchas de acero negro [21]. | 24 |
| Figura 18: Tornillo de rosca cuadrada [23]. | 26 |
| Figura 19: Esquemático del proceso realizado para la implementación del dispositivo. | 27 |
| Figura 20: Diagrama de bloques del sistema electrónico. | 28 |
| Figura 21: Circuito Regulador de voltaje. | 29 |
| Figura 22: Circuito controlador. | 30 |
| Figura 23: Circuito Inversor. | 30 |
| Figura 24: Sistema mecánico replegado. | 31 |
| Figura 25: Estructura tipo tijeras. | 32 |
| Figura 26; Diseño de la estructura del semáforo. | 32 |
| Figura 27: Curva del nivel de carga de la batería. | 34 |
| Figura 28: Funcionamiento del semáforo portátil. | 35 |
| Figura 29: Encuesta realizada a la ATM. | 36 |
| Figura 30: Encuesta realizada a los conductores. | 37 |
| Figura 31: Encuesta realizada a los peatones. | 38 |
| Figura 32: Resultados totales obtenidos en las encuestas. | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Niveles de carga de la batería..... | 33 |
| Tabla 2: Datos obtenidos de las encuestas realizadas a la ATM. | 35 |
| Tabla 3: Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los conductores. | 37 |
| Tabla 4: Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los peatones. | 38 |

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hará una descripción general del problema, ubicando el escenario, los involucrados, las posibles soluciones y las que ya existen, también se planteará una, que en posteriores capítulos se detallará para conocer lo que se empleó. Además, se presentan tanto los objetivos que se aspira a cumplir, como las causas que motivaron a realizar esta propuesta.

1.1 Problema

En la ciudad de Guayaquil, la falta de señales de tránsito en ciertos sectores está dificultando las labores cotidianas de la Autoridad de Tránsito Municipal y la circulación normal del tráfico vehicular y peatonal, debido a que los agentes, conductores y transeúntes se exponen a situaciones de riesgo que pueden comprometer su integridad física. Existen puntos críticos en la ciudad como por ejemplo la vía Perimetral, donde no hay los suficientes pasos peatonales elevados y señales de tránsito para que las personas puedan cruzar sin peligro.

Otra situación que se presenta, es que en los pasos peatonales elevados existe inseguridad por parte de los transeúntes, debido a que muchos de ellos ya han sido víctimas de la delincuencia, sobretodo en horas de la noche, motivo por el cual tampoco usan estos pasos para circular, además que la falta de iluminación complica la situación de riesgo a la que se exponen.

La vía perimetral es una carretera de alta velocidad, donde es más factible cometer alguna infracción por parte de los conductores, algunos por estar distraídos, otros por ir a una velocidad superior a la permitida, o por falla mecánica del vehículo, también hay que tomar en cuenta que transitan vehículos pesados y de gran altura, que dificultan la visibilidad del agente encargado de dirigir el tránsito para dar paso al cruce de los peatones.

Por este motivo el agente se ubica en medio de la vía gesticulando con sus extremidades a la espera de que los conductores lo vean y tengan el tiempo necesario para reaccionar ante la orden.

A pesar del cuidado con el que los agentes realizan su trabajo, aun sienten inseguridad al momento de realizar esta acción, la cual podría ser reemplazada con la ubicación del semáforo portátil.

1.2 Escenario

Nos situamos específicamente en la vía Perimetral, la cual conecta el norte y sur de Guayaquil, con una extensión alrededor de los 30 kilómetros, que soporta un intenso tráfico y en donde se ubican decenas de cooperativas de viviendas [1]. A lo largo de la vía existen puntos críticos donde no hay pasos peatonales para que los transeúntes puedan cruzar ésta carretera sin exponer su vida.

1.3 Involucrados

Debido a la ausencia de pasos peatonales, la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM) ha designado agentes para que controlen esta situación, poniendo su vida en riesgo a la hora de detener el tráfico vehicular para que las personas puedan circular sin ningún peligro. “Un total de 175 agentes, de la reciente promoción de uniformados, participa del control de la vía Perimetral” [1].

1.4 Soluciones existentes

La solución en primera instancia que se implementó fue que el agente de tránsito mediante señas detenga el movimiento de los automotores, parándose en la mitad de la calzada y así permitir el cruce de los peatones.

“Ante la mala actitud de los peatones que no utilizan los pasos elevados a lo largo de la Perimetral, desde el sector de la Isla Trinitaria hasta Pascuales (12 pasos elevados), se decidió contratar por parte de la Autoridad de Tránsito Municipal la colocación de mallas prefabricadas antes y después de cada uno de estos pasos elevados, ubicándolas sobre los muros que dividen de la vía. Además, realizaron el

cierre de las aberturas que existen, con muros jersey de hormigón a lo largo de toda la vía Perimetral. En los próximos 30 días se concluirá con la colocación de las mallas laterales, mientras que en 90 días se concluirá con la instalación de las luces led a partir del inicio de los trabajos” [2].

Con el objetivo de ayudar a los agentes de tránsito, se les ha entregado un sable de luz que se ilumina con los colores de un semáforo tradicional, rojo-amarillo-verde, para que sea utilizado al momento de detener el tráfico vehicular especialmente en las noches cuando existe poca visibilidad hacia el uniformado.

1.5 Posibles soluciones

Una de las alternativas que se maneja es construir más pasos peatonales en estos puntos críticos de la vía.

“A través de la Dirección de Obras Públicas, el Municipio de Guayaquil empezó a construir un paso peatonal elevado, ubicado en la Av. Narcisa de Jesús Martillo Morán, a la altura de la cooperativa de vivienda Los Vergeles.

Actualmente, los obreros trabajan en ambas aceras de la autopista y para ello han colocado señalética reflectiva para la seguridad vial de conductores y peatones a quienes se les solicita adoptar otras alternativas de circulación y las precauciones respectivas cuando pasen o transiten por la obra municipal que se levanta” [3].

La construcción de un paso peatonal es una buena inversión a futuro, pero por el elevado costo y el tiempo de duración de la obra, que depende de la planificación anual del municipio, no es una solución a corto plazo.

Desde el Municipio de Samborondón sobre la construcción de un paso peatonal se pudo conocer: “José Nicolla, director de Compras Públicas del Municipio de Samborondón, cuenta que la obra fue adjudicada al arquitecto Hernán Molina, de la constructora Constrú Valero, y consiste en dos pasos elevados para peatones, ciclistas y personas con discapacidad, que estarán uno, por el c.c. Alhambra, en el km 2,5; y otro por Plaza Navona, en el km 5.

Explica que la idea es comenzar simultáneamente con la construcción de ambos pasos peatonales, que serán de hormigón armado con elementos de soporte prefabricados, tres por puente, que son fáciles de ensamblar. La longitud aproximada será de 60 metros lineales, la altura de 6,75 metros por 7 metros de

ancho. Ambos tendrán ascensores. El costo del primero es de \$ 627.000, y del segundo, de \$ 649.000, aproximadamente” [4].

Existen también las siguientes señales de tránsito que podrán ser una solución en ciertos puntos críticos de las vías:

“Paso de Cebra: Es una norma de seguridad vial estándar a nivel mundial, ubicado en los cruces peatonales. Realizada con pinturas de tráfico con un alto espesor y reflectividad ya que debe ser altamente visible tanto en el día como en la noche, para lo cual debe contar con la señalización adecuada.

Señales Verticales: son otro estándar de seguridad vial que se exige en cualquier intersección. Estas señales se fabrican con láminas reflectivas y materiales prismáticos.

Aunque exista una señalización claramente definida y visible, los peatones seguirán expuestos a la inconciencia de conductores, o a su propia imprudencia al cruzar las calles.

Sistema inteligente de iluminación preventiva: La empresa americana Lightguard ha desarrollado un sistema de iluminación preventiva que va empotrada en el pavimento. Este sistema es de bajo voltaje basado en corriente directa, se activa mediante sensores de movimiento (peatones) o de forma manual con dispositivos de presión. Es alimentado por paneles de energía solar como fuente de poder.

Está compuesto por un número determinado de LEDs (diodo emisor de luz) de alto rendimiento, conectados de manera segura y confiable al suministro de energía.

La luz es emitida a un ritmo pre-programado y cuando el rayo de luz penetra en el ojo del conductor, se activa la parte primitiva del cerebro donde éste percibe el movimiento.

Un conductor distraído notará un cambio en las condiciones y reenfocherà su atención hacia el paso peatonal.

Señales de cruce peatonal con luz LED mejorada: La luz LED mejorada es otro componente de la señalización de paso peatonal. Esta luz emite una iluminación centelleante en conjunto con la de señalización que está empotrada en el pavimento.

Estas señales con luces LED mejorada producen un efecto “integral” para el sistema de iluminación preventiva de cruce peatonal.

También se requiere por parte de la Administración Federal de Carreteras que haya flechas apuntando hacia el piso en cada señalización de paso peatonal, las cuales sirven para informar al conductor de la ubicación del mismo” [5].

1.6 Planteamiento de la solución

La seguridad vial en nuestro país pende de un hilo, y ante esta situación, es necesario recurrir a soluciones que garanticen nuestra vida a la hora de cruzar las calles de nuestras ciudades [5].

La seguridad vial es la prevención de accidentes de tránsito principalmente para preservar la vida y la salud de las personas. Las tres partes fundamentales de la seguridad vial son el conductor, el auto y la infraestructura. Si cualquiera de ellos no es seguro, un accidente de tránsito es el resultado final.

Las estadísticas por accidentes de tránsito son poco alentadoras:

- 1,3 millones de personas cada año mueren en accidentes de tránsito.
- Más de 3000 defunciones diarias.
- Entre 20 millones y 50 millones de personas sufren traumatismos.
- El 90% de los accidentes ocurren en países de ingresos medios y bajos.
- En accidentes de tránsito fatales, del 25% al 30% de las muertes son de peatones [5].

Para contribuir con la reducción de estas estadísticas nos enfocamos en el diseño de un semáforo portátil, puesto que el semáforo es la tercera señal con mayor prioridad, únicamente por detrás de los agentes y de las señales de balizamiento y circunstancial.

“Los semáforos son señales luminosas que indican quién debe pasar o detenerse, en el caso de un peatón cuándo debe cruzar una calle o en el caso de un conductor cuándo debe esperar porque es el turno de los peatones o cuándo circular” [6].

El propósito del proyecto es dotar de semáforos portátiles a los Agentes de Tránsito Municipal, para que puedan utilizarlos en las zonas donde no existen señales de tránsito y/o pasos peatonales, y puedan tener un mejor desempeño en sus

actividades sin poner en riesgo su integridad, siendo esto una solución tanto para estos agentes como para los propios conductores y peatones.

Los pasos peatonales elevados serían la mejor opción para solucionar este inconveniente pero de acuerdo a la ordenanza municipal que indica que un paso peatonal no puede estar a menos de 280-300 metros uno del otro, no es factible, además de que si un paso peatonal se encuentra muy distanciado de la ubicación de los transeúntes, ellos prefieren exponerse y cruzar caminando por la vía.

Esta situación da paso a la propuesta realizada, debido a que puede ser ubicado en lugares donde se necesite su funcionamiento, tal como lo indica el instituto ecuatoriano de normalización (INEN) en sus dos normativas para una señal vial [7]:

- La señal debe ser necesaria para que cumpla con requerimientos reales.
- Debe llamar la atención, es decir ser visible tanto en el día como en la noche.

1.7 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Diseñar e implementar un prototipo electro-mecánico de semáforo portátil, para el resguardo de la integridad física de las personas.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Diseñar y construir una estructura mecánica que permita transportar el semáforo de una manera fácil, además que se pueda desplegar para levantarlo a diferentes alturas.
- Programar el semáforo de tal manera que la persona que lo utilice pueda decidir el momento en el que realiza el cambio de luces, para permitir una fluidez adecuada de los vehículos.
- Alimentar al sistema con una batería, para permitir que sea independiente, y funcione de manera autónoma.
- Evaluar la aceptación del dispositivo electro-mecánico por parte de las personas implicadas en esta situación.

CAPÍTULO II

2 Marco teórico

En este capítulo se presentarán los conceptos teóricos para comprender el contexto de la investigación, revisando la historia del transporte terrestre en el Ecuador, además de conocer a la entidad encargada del tránsito. También se expondrán ciertas estadísticas referentes a este tipo de accidentes, y finalmente se definirán los dispositivos y señales que existen para el control del tránsito vehicular.

2.1 Transporte terrestre en Ecuador

2.1.1 Historia

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas fue creado en el año 1929 en la presidencia de Isidro Ayora, con el objetivo de fomentar el transporte terrestre, las primeras cooperativas de transporte interprovincial aparecen en 1945 (actualmente existen 425 cooperativas a nivel nacional), y ya para el año 1949 se crea el primer sindicato de choferes profesionales en el país [8].

En 1945 también se crea el primer plan regulador del transporte público y en 1963 se expide la primera ley de Tránsito: Aparecen la Junta General de Tránsito y la Dirección General de Tránsito [6].

En 1966 se crea el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, y la Policía Nacional era la encargada de vigilar la movilidad y seguridad vial [8].

El 2 de agosto de 1996 se expide la ley de tránsito y transporte terrestre, que establecía la obligatoriedad de enseñar educación vial en las escuelas y colegios [8].

Esta ley tuvo vigencia 12 años, hasta que en 2008 la Asamblea Constituyente emitió la Ley Orgánica de Transporte Terrestre y Seguridad Vial, la cual presentó reformas a la normativa en el año 2011, endureciendo las penas que contemplaba inicialmente, este mismo año se trasladó la competencia a los GAD, que inicialmente era de la Policía Nacional [8].

2.1.2 Cifras

Al finalizar el año 2010, Ecuador registró un total de 25588 accidentes de tránsito, en ellos se registraron 2313 fallecidos y 71813 heridos, según cifras de la Policía Nacional [8].

En este año la tasa de mortalidad fue de 9.03%. Con el inicio del Decenio de acción para la seguridad vial, Ecuador proyectaba reducir a la mitad la siniestralidad en las carreteras y vías del país [8].

Sin embargo, para el año 2017, la tasa de mortalidad en accidentes de tránsito fue de 7.06%, lo que significó 1011 muertos en 14322 accidentes [8].

Hasta diciembre de 2018, esta tasa aumentó hasta el 11.87%. Es decir, 2151 fallecidos en 25530 siniestros [8].

Las principales causas de los accidentes de tránsito son el exceso de velocidad, las distracciones, el irrespeto a las señales de tránsito, conducir bajo los efectos del alcohol o drogas, la impericia y las largas jornadas de trabajo sin descanso. El 24.13% de siniestros de tránsito hasta diciembre de 2018 tuvo como causa principal el uso del celular y de otro tipo de distracciones [8].

Las provincias que registran un mayor número de siniestros de tránsito son Guayas y Pichincha que hasta el mes de diciembre de 2018 registraron 2619 y 7599 accidentes respectivamente [8].

Los principales tipos de siniestro que se presentan en la vías del Ecuador son los choques laterales (27.46%) y los atropellos (15.88%)

Los principales tipos de vehículos involucrados en accidentes de tránsito son automóviles particulares y motocicletas. Los buses se encuentran en el quinto lugar con 1599 hechos registrados durante el 2018 [8].

En marzo de 2011 se publicó en el Registro Oficial la ley orgánica de transporte terrestre y seguridad vial. Con ella, se modificaron varios aspectos fundamentales en materia de transporte, tránsito y seguridad vial. Uno de los principales puntos de esta normativa, es el establecimiento de licencias con un total de 30 puntos que en caso de infracciones, serían restados [8].

2.1.3 Principales problemas

Causas de mortalidad en Ecuador [6]:

1. Enfermedades cardiovasculares.
2. Accidentes de tránsito.
3. Diabetes Mellitus.
4. Enfermedades cerebrovasculares.
5. Neumonía e influenza.

Las principales víctimas de los accidentes de tránsito en Ecuador son las personas comprendidas entre los 15 y 44 años [6]. Los accidentes de tránsito son la segunda causa de muerte en el país.

La falta de controles, el mal estado de las unidades, el maltrato a los usuarios son algunas de las causas del alto índice de siniestros y del deficiente servicio que se registran en el país.

La falta de educación vial por parte de los conductores incide en la cantidad de hechos que suceden a diario en las diferentes carreteras.

En Ecuador hasta el 2016, se registraban 124 vehículos matriculados por cada 1.000 habitantes. México por ejemplo, tenía 337 vehículos matriculados por cada 1.000 habitantes con una población de alrededor de 125 millones de personas en ese año, mientras que en nuestro país habían cerca de 16.3 millones [8].

Todos los años mueren cerca de 1.25 millones de personas en el mundo en las vías por accidentes de tránsito [8].

Este tipo de muertes en los países de ingresos bajos y medianos representan el 90% de las que se producen en todo el mundo. En América se registran 15,9 muertes por cada 100.000 habitantes por esta causa [6].

Un aumento de 1Km/h en la velocidad media de un vehículo provoca un aumento de 4% a 5% en las colisiones mortales [8].

Los siniestros de tránsito son el eslabón final de una cadena de inobservancias de la ley. En la mayoría de casos se pueden prevenir [8].

Los efectos negativos de los siniestros de tránsito no solo se dan en el ámbito de la salud, sino también de la economía.

El crecimiento potencial del producto interno bruto (PIB) per cápita de los países que no invierten en seguridad vial podría reducirse entre 7 % y 22 % en un período de 24 años [8].

En los países de ingreso bajo e ingreso mediano, los accidentes de tránsito cobran la vida de adultos del grupo principal de edad laboral [8].

2.2 Autoridad de Tránsito Municipal (ATM)

El Municipio de Guayaquil creó la ATM en julio del 2012 con la misión de ejecutar y establecer políticas que implementen un sistema integrado de control, regulación, seguridad vial y preservación del medio ambiente acorde a la Constitución de la República y al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización [9].

“En el 2015 la Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE) dejó el control en las calles de Guayaquil, y tras aquello una historia de 67 años desde que se fundó la entidad inicialmente como Comisión de Tránsito del Guayas (CTG).

La ATM asumió de manera total las competencias en esta materia desde el 1 de agosto del 2015, pero en el año 2014 ya trabajaba en otras atribuciones como las de matriculación y revisión vehicular.

La Autoridad de Tránsito Municipal consta de 593 agentes civiles, 13 inspectores y 7 supervisores. El control de la ATM en la ciudad se hace a través de los 60 circuitos que están distribuidos en las tres delegaciones en que fue dividida la urbe” [10].

2.3 Tránsito vehicular

Es el flujo de vehículos que circulan por una calle, vía, avenida o autopista. Para colaborar con el control del tránsito se da uso de elementos estáticos como son las señales viales y elementos dinámicos como los semáforos para ayudar a los peatones y conductores a transitar de forma correcta y segura. La entidad encargada de la regulación de las normas y funcionamiento para un buen desempeño del control del tránsito en nuestro país es la Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE).

2.4 Dispositivos para el control del tránsito

Después de varios años y esfuerzo, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) ha logrado que muchos países adopten un sistema internacional de señalización para regular y controlar el tránsito [11].

Se puede categorizar las señales de tránsito de acuerdo a su función, siendo los grupos más importantes los siguientes:

2.4.1 Señales preventivas

Las señales de tránsito preventivas tienen la función de prevenir al peatón o conductor de situaciones peligrosas o no. Su forma es un rombo de color amarillo con imágenes en negro como se muestran en la figura 1. Se puede encontrar muchas veces al llegar a un establecimiento educativo [11].

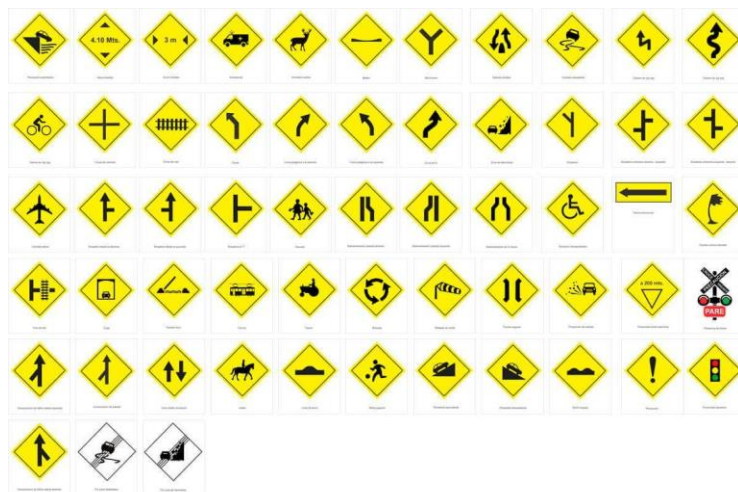


Figura 1: Señales Preventivas [11].

2.4.2 Señales restrictivas

La figura 2 muestra señales restrictivas que tienen referencia a prohibiciones físicas o reglamentarias de la circulación vehicular. Su principal característica es el color rojo (con caracteres e iconografía blanca y negra) que por lo general están colocadas en postes [11].



Figura 2: Señales restrictivas [11].

2.4.3 Señales informativas

Las señales informativas dan indicaciones tanto a los conductores como a los peatones. Las formas más comunes de estas señales es un rectángulo de color azul con fondo blanco y con imágenes en color negro, tal como se muestra en la figura 3. También las hay de color verde llamadas de orientación [11].



Figura 3: Señales informativas [11].

2.4.4 Marcas

Las marcas son los símbolos, los rayos y las letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras dentro de o adyacentes a las vías de circulación, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento

con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos [11]. Algunos ejemplos se muestran en la figura 4.

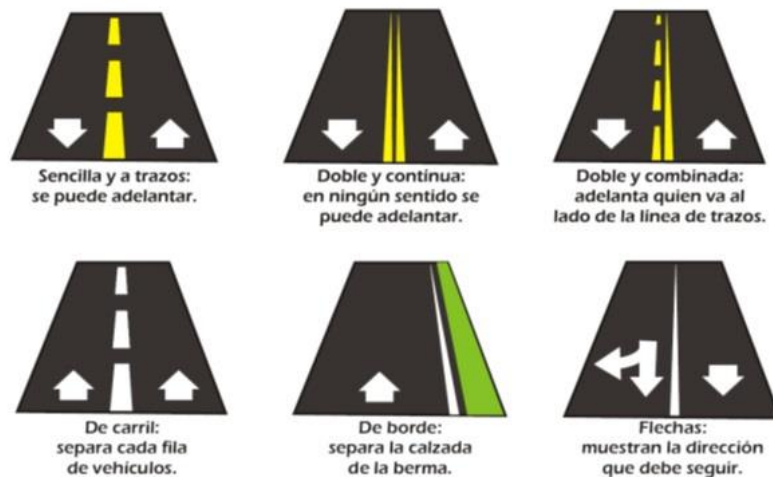


Figura 4: Diferentes tipos de marcas en la calzada [11].

2.4.5 Semáforos

“Los semáforos son aparatos electromecánicos diseñados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, con indicaciones visuales en el camino, su principal función es la de permitir el paso, alternadamente, a los flujos de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro de espacio disponibles. Si la instalación y operación de estos dispositivos es correcta, podrán aportar diversas ventajas.

Un semáforo o sistemas de semáforos que opere correctamente tendrán una o más de las siguientes ventajas:

- Ordena la circulación del tránsito.
- Disminuye la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- Un sistema de semáforos se pueden sincronizar para mantener una circulación continua a una velocidad constante.
- Permite interrumpir periódicamente el tránsito de una arteria para dar paso a vehículos y peatones de las vías transversales.
- Representa una economía considerable respecto al control por medio de la Autoridad de Tránsito Municipal.

Cuando el proyecto de un semáforo es deficiente, pueden presentarse algunas de estas desventajas:

- Produce demoras injustificadas.
- Producen reacción desfavorable en el público.
- Produce accidentes del tipo alcance por cambios sorpresivos de color.
- Aumenta la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes, cuando la conservación es deficiente.

Los semáforos han tenido una evolución a lo largo del tiempo, desde hace ya varios años se están utilizando lámparas led para la señalización luminosa, puesto que las lámparas de LED utilizan solo el 10 % de la energía consumida por las lámparas incandescentes, tienen una vida estimada 50 veces superior, y por tanto generan grandes ahorros de energía y de mantenimiento, satisfaciendo el objetivo de conseguir una mayor fiabilidad y seguridad pública [11].

Los semáforos vehiculares generalmente cuentan con tres luces de colores diferentes, tal como se muestra en la figura 5, cuyos significados se detallan a continuación:

Rojo: indica que los vehículos deben detenerse antes de la línea de pare impidiendo el flujo vehicular en la dirección en que se encuentre el semáforo. Si la luz roja está intermitente el conductor deberá detenerse completamente antes de cruzar la vía.

Amarillo: implica prevención o advertencia. Alerta a los conductores el próximo cambio a la luz roja y disminuir la velocidad hasta llegar a la línea de pare, si la luz amarilla es intermitente los conductores podrán cruzar la intersección con las debidas precauciones.

Verde: indica que los vehículos tienen autorización para avanzar, permitiendo el flujo vehicular en la dirección en que se encuentre el semáforo [12].



Figura 5: Significado de los colores del semáforo [12].

2.5 Número de semáforos

Actualmente la ciudad de Guayaquil cuenta con 1864 semáforos [13], los cuales tienen mayor presencia en avenidas como Quito, Machala, de las Américas, Francisco de Orellana, 25 de Julio, entre otras.

2.6 Semáforo portátil

El concepto de semáforo portátil se refiere a un tipo de semáforo que se puede transportar, es decir que puede ser utilizado en cualquier vía donde sea necesario ubicarlo, ya sea en alguna zona donde se produjo un apagón de energía eléctrica (debido a que este semáforo cuenta con su propio sistema de alimentación), una vía con falta de señales de tránsito o incluso en donde se esté realizando reparaciones viales.

2.7 Estado del arte

Un grupo de estudiantes argentinos de la localidad de Junín diseñaron un semáforo portátil, el cual fue presentado en una feria de Buenos Aires en 2017. El fin de este semáforo argentino portátil (SAP) como ellos lo llamaron, es facilitar su traslado a un lugar de manera eventual según sea necesario o las circunstancias del tránsito lo requieran.

Los autores de este proyecto Kevin Giribuela, Facundo Argento y Juan Yacullo explican que “Por ejemplo, se puede utilizar en una ruta a raíz de un corte para reparo de calzada, en la cual se debe poner un banderillero en cada extremo, regulando el tránsito, a través de un handy” [14], tal como lo habíamos mencionado anteriormente.

El equipo tiene varios modos de uso, por ejemplo el modo esquina en el cual el semáforo trabaja de la misma forma que uno convencional, también posee el modo de advertencia o titilante, en el cual la luz amarilla destella cada un segundo, generando una advertencia.

Además cuenta con el modo manual, en el que la persona que lo utiliza elige el color en el semáforo de manera permanente, mediante un display y un teclado con el cual puede seleccionar la opción.

Otra mejora que realizaron fue la incorporación de un panel solar que facilitó la duración de las baterías, siendo este sistema amigable con el medio ambiente [14].

Así mismo otro grupo de estudiantes argentinos Nicolás de Monte, Franco Curihuinca y Victor Rodríguez en el 2018 diseñaron y desarrollaron un semáforo inteligente, portátil y autónomo (figura 6). El panel solar dota de energía al sistema para que no dependa de conexiones a la red pública para su funcionamiento. El sitio web Bariloche2000 indica que “Planearon utilizarlo en la organización del tránsito en situaciones donde se presenten siniestros viales, acumulaciones, incendios, manifestaciones o salidas de alumnos de las escuelas [15]”.



Figura 6: Diseño del semáforo portátil [15].

La finalidad de estos semáforos portátiles es la misma, mejorar la acción vial en un determinado punto y situación, sin embargo el semáforo que se propone en este proyecto (a diferencia de los dos ejemplos anteriores) es que puede elevarse una altura máxima de 2.5 metros desde el suelo, tal como se muestra en la figura 7, cumpliendo con el reglamento técnico ecuatoriano (INEN) en su apartado 5.8.3 que especifica la colocación lateral y la altura de las señales verticales, donde en zonas urbanas se debe colocar mínimo a 30cm del bordillo, y su altura debe ser mínimo de 2 metros desde la superficie del suelo hasta la parte inferior de la señal [7].

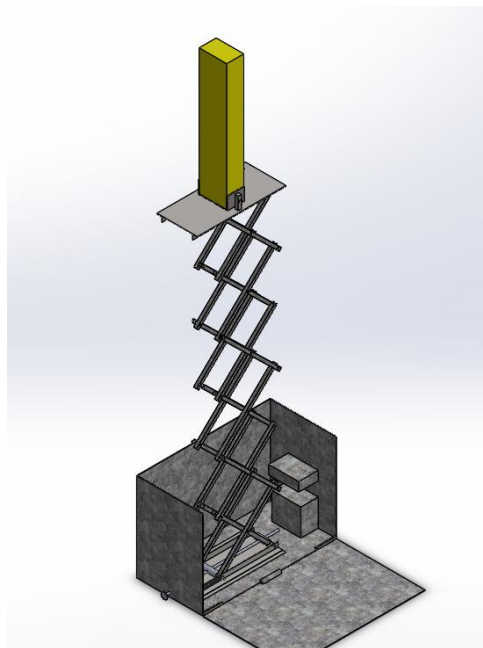


Figura 7: Diseño de la estructura para levantar el semáforo.

A continuación se detallan los componentes que se necesitaron para implementar la parte electrónica del dispositivo, así como los materiales utilizados para la construcción del mecanismo.

2.8 Regulador de voltaje LM7805

Este circuito electrónico permite regular el voltaje de 5v a 1A de corriente, garantizando una fuente de tensión constante, con lo que se evita en gran medida dañar el circuito [16].

El LM7805 cuenta con 3 pines: input, ground, output, tal como se observa en la figura 8.

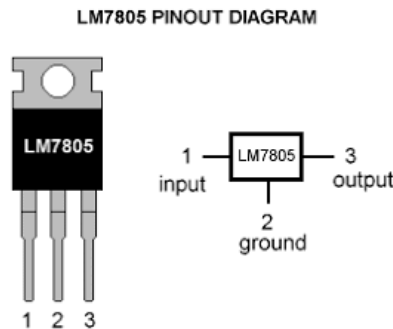


Figura 8: Regulador de voltaje LM7805 [16].

2.9 Microcontrolador PIC16F887

Es un microcontrolador programable en lenguaje ensamblador, que cuenta con 35 diferentes instrucciones, todas son uni-ciclo excepto por las de ramificación, su oscilador interno es de alta precisión, tiene una frecuencia de operación de 0 a 20MHz, el voltaje requerido de la fuente de alimentación es de 2.0V a 5.5V. Este dispositivo es reprogramable hasta 100,000 veces, incluye un convertidor analógico-digital de buena resolución, Módulo PWM y módulo USART, además cuenta con 40 pines de entrada/salida [17], tal como se muestra en la figura 9.

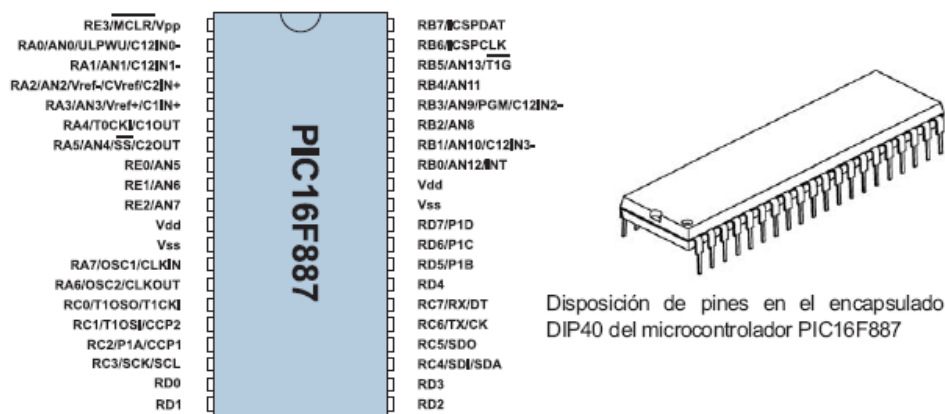


Figura 9: Microcontrolador PIC16F887 [17].

2.10 Batería

La figura 10 muestra una batería de litio, la cual entrega un voltaje de 12V a 50A/h, comúnmente utilizada en vehículos y motocicletas, vehículos eléctricos, energía de reserva, telecomunicaciones e iluminación, almacenamiento de energía, etc.



Figura 10: Batería de litio.

2.11 Inversor Eléctrico

El inversor convierte bajo voltaje CC (corriente continua) de electricidad a partir de una batería de 120V de CA (Corriente Alterna) de energía del hogar en dos etapas. La primera etapa es un CC a CC proceso de conversión que plantea el bajo voltaje de CC en el inversor de entrada a 145V de CC. La segunda etapa convierte la CC de alta tensión en 120V, 60Hz AC.

La figura 11 muestra la forma de onda de la salida de CA del inversor que se conoce como una onda senoidal modificada. Es una forma de onda escalonada que posee características similares a la forma de onda senoidal de la electricidad. Este tipo de forma de onda es adecuado para la mayoría de las cargas de CA, incluidas las fuentes de energía por conmutación y lineales utilizadas en equipos electrónicos, transformadores y motores pequeños [18].

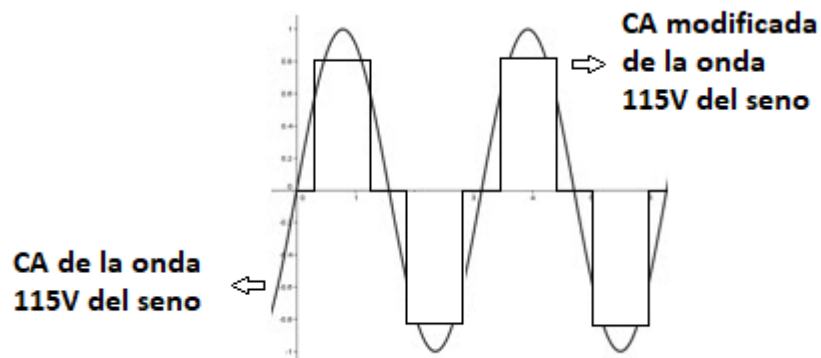


Figura 11; Forma de onda a la salida de un inversor [18].

2.12 Temporizador NE555

Es un dispositivo muy estable al momento de generar retardos de tiempo corto o generar oscilación. Cuenta con un terminal adicional, para reestablecerlo en caso que sea necesario. En el modo de operación de retardo de tiempo, el tiempo es controlado con precisión, por una resistencia y un capacitor externos.

Para la operación astable, como un oscilador, la frecuencia de funcionamiento libre y ciclo de trabajo, se controlan con precisión, con dos resistencias externas y un capacitor. Se puede activar el circuito y restablecer las formas de onda a la salida, y el circuito de salida puede ser fuente o drenador de hasta 200mA o circuitos de accionamiento TTL [19].

Los pines de este temporizador se muestran a detalle en la figura 12.

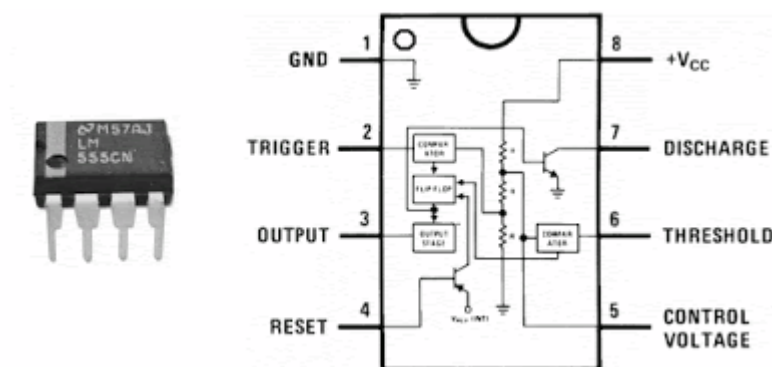


Figura 12: Temporizador NE555 [19].

2.12.1 Modo estable

En este modo, la salida del temporizador NE555, es una forma de onda de pulso continuo, de alguna frecuencia en específico que depende de los valores de las resistencias R1, R2 y el capacitor C1 utilizados en el circuito de la figura 13, de acuerdo con la ecuación de la frecuencia de oscilación= $1/T$ [19].

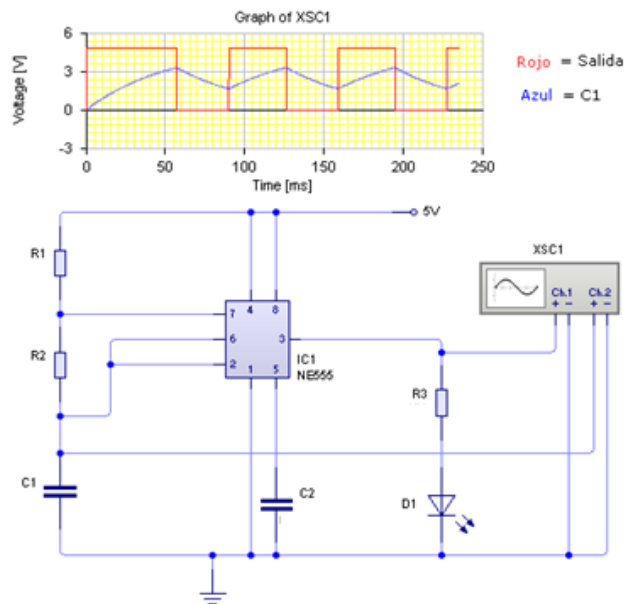


Figura 13: Forma de onda en modo estable del temporizador NE555 [19].

2.13 Circuito CMOS 4013

El circuito integrado CMOS 4013 (figura 14), está compuesto por 2 flip-flops del tipo D, además cuenta con entradas independientes de puesta a "1" PRE, puesta a "0" CLR y CLK. La salida del flip-flop está negada y sin negar. El dato o nivel en la entrada D es transferido a la salida Q durante la transición positiva de la señal de reloj CLK [19].

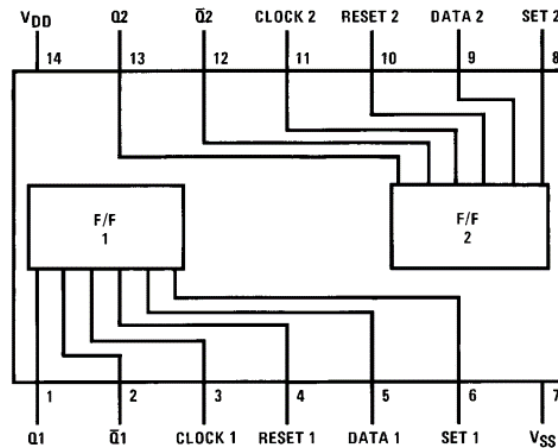


Figura 14: Circuito CMOS 4013 [19].

Los pines de alimentación son el 14 VDD, que admite un rango de funcionamiento de 3V a 15V, y el pin 7 VSS o GND.

El tiempo de propagación normal es de 200ns alimentado a 5V [19].

2.14 Transistor IRF540

Es un transistor metal-óxido-semiconductor de efecto de campo más conocido como MOSFET que se lo utiliza para amplificar o conmutar señales electrónicas.

Cuenta con 3 pines: Fuente, drenador y puerta tal como se indica en la figura 15, además que es ampliamente utilizado en circuitos de conmutación de potencia [20].

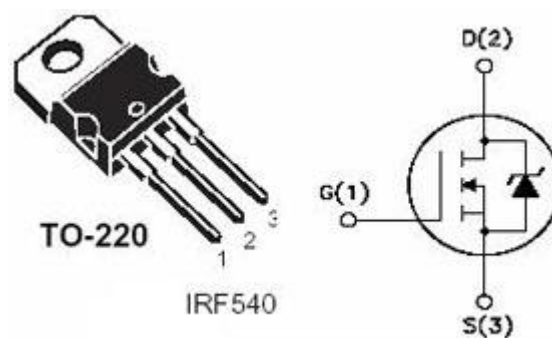


Figura 15: Transistor IRF540 [20].

2.15 Transformador

Es un dispositivo eléctrico como el que se muestra en la figura 16, cuya función es transformar la energía eléctrica de un nivel de tensión, en energía eléctrica con un nivel de tensión diferente, por medio de un campo magnético, es decir que la tensión aumenta o disminuye en el circuito de corriente alterna y además su frecuencia se mantiene. La Potencia que ingresa a este dispositivo, es la misma a la que se tiene a la salida.

Está constituido por dos o más bobinas de material conductor (comúnmente se utiliza el cobre) aisladas entre sí, las cuales se enrollan alrededor del mismo núcleo de material ferromagnético. El flujo magnético común que se establece en dicho núcleo es la única conexión que existe entre las bobinas [21].

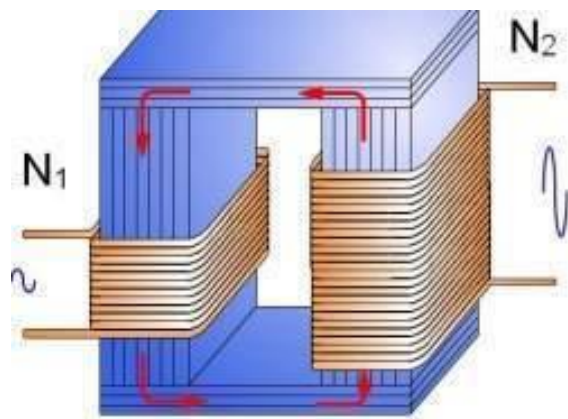


Figura 16: Transformador Eléctrico [21].

2.16 Estructura mecánica

La estructura mecánica del semáforo portátil cuenta con una caja principal donde se lo guarda conjuntamente con el sistema plegable que permite alzar al semáforo hasta una altura máxima de 2.5 metros desde el nivel del piso, en esta misma caja están instalados una batería, una tarjeta electrónica con la programación del funcionamiento del semáforo, un circuito regulador y un inversor. En la parte exterior están las ruedas y agarradera para la movilización de todo el sistema.

2.17 Acero negro

La figura 17 muestra planchas de acero negro, más conocido como el acero básico, es el hierro común y corriente que sale del proceso de fundición. Es decir que este tipo de acero no ha pasado por ningún tratamiento, como por ejemplo el galvanizado que mediante un proceso químico se lo cubre con otro metal, el acero inoxidable que es la aleación del hierro con cromo, el zincado que es el resultado de añadirle zinc al acero por medio de la electrólisis para protegerlo de la corrosión y el lacado que es cuando se le añade al acero algún tipo de pigmentación o pintura. Existen algunos tipos de aceros negros, que se definen por su dureza y composición de carbono creando diferentes calidades [22].



Figura 17: Planchas de acero negro [22].

2.18 Pintura anticorrosiva

Es un revestimiento con el que se cubre las superficies metálicas con el principal propósito de evitar la oxidación. Este es un proceso electroquímico para inhibir la corrosión.

El contacto directo con las partes metálicas producen el proceso electroquímico y podrá completarse dependiendo de la conductividad iónica del medio (el factor ambiental influye en la reacción química y su velocidad, sobre todo la presencia de agua y oxígeno). Son dos las reacciones que se evidencian, una en el ánodo donde se producen electrones y otra en el cátodo donde se consumen.

Estas dos reacciones se dan en presencia de oxígeno y agua, la mezcla de ambas produce como resultado el óxido del metal correspondiente (por lo general hierro). Los principales componentes de la pintura anticorrosiva son:

- La resina o ligante: según el tipo de ligante que se escoge, los pigmentos con diferente morfología tendrán comportamientos medianamente adecuados en función de los niveles de reticulación y retención de disolvente de dicho ligante.
- El factor de empaquetamiento se debe adecuar de forma que el agua líquida junto con los gases o iones en disolución no se introduzcan hacia el metal a través del revestimiento.
- Los pigmentos anticorrosivos: ayudan a la impermeabilizar el revestimiento y protegerlo del oxígeno y agua, y así favorecer la adherencia al soporte ayudando a la humectación y conservación en el tiempo del revestimiento. El tipo de pigmento utilizado depende del tipo de ligante y de la aplicación.
- Disolventes
- Aditivos que mejoran el secado, la aplicabilidad, producción de pieles, acabado final del revestimiento etc.

Principales propiedades de las pinturas anticorrosivas:

- Pinturas anticorrosivas: - Evitar que se produzca la oxidación del sustrato (lo protege).
- Decorar.

Dentro de los pigmentos anticorrosivos, la tendencia es sustituir los pigmentos basados en metales pesados (plomo, cromo, zinc, etc.) por pigmentos anticorrosivos no tóxicos para el medioambiente y biodegradables para disminuir el impacto ambiental de los revestimientos. Los requerimientos legales y de etiquetado, han contribuido a esta tendencia [23].

En este caso al ser el semáforo una señal preventiva, su color es amarillo de acuerdo a la normativa expuesta por el instituto ecuatoriano de normalización.

2.19 Tornillo de rosca cuadrada

La figura 18 muestra este tipo de tornillo, tiene un mejor rendimiento al momento de desplegar la estructura, su vida útil es de mayor prolongación que otro tipo de tornillos, y se adapta a diferentes usos como por ejemplo la automatización de máquinas, regulación de avances rápidos, compuertas de riego, etc. Su diámetro es de 24mm y su largo 900mm.



Figura 18: Tornillo de rosca cuadrada [24].

CAPÍTULO III

3. Descripción e implementación del sistema

Para el funcionamiento del prototipo es necesario combinar la parte electrónica con la parte mecánica, la figura 19 muestra un esquema del proceso realizado para complementar estas dos partes. La implementación de la parte electrónica se la realizará en diferentes etapas, incluyendo: fuente de alimentación, circuito regulador, circuito controlador, módulo relé, inversor, conector y los faros de luces led.

Previamente se realizarán estas etapas de manera virtual mediante el software PROTEUS. Este software da la posibilidad de realizar la simulación del funcionamiento del circuito, para posteriormente implementarlo de manera física utilizando un protoboard.

Los planos de la parte mecánica se los realizará en el software Solidworks, en el cual se simulará cada una de las piezas que conforman la estructura, con las medidas exactas de longitudes, diámetros, ángulos, etc., El material con el que se construirá el sistema mecánico son planchas y tubos de hierro negro.

En este capítulo, se presentarán y describirán cada una de las implementaciones que fueron necesarias para llevar a cabo este trabajo.

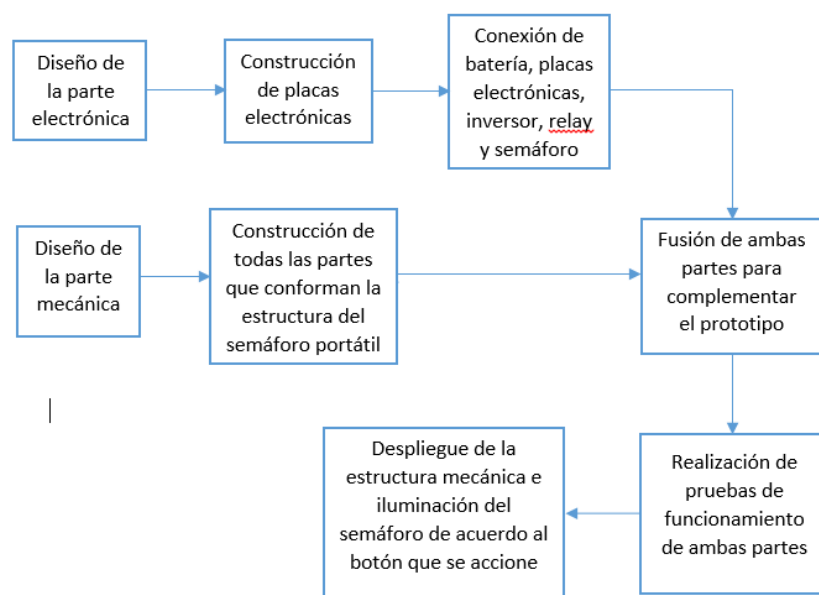


Figura 19: Esquemático del proceso realizado para la implementación del dispositivo.

3.1 Sistema electrónico

La figura 20 muestra el proceso con el cual se alimenta y controla los faros de luces LED que conforman el semáforo.

En primer lugar, se utiliza como fuente de alimentación una batería de 12V, este voltaje llega al circuito regulador cuya función es reducir a 5V para poder alimentar el circuito controlador, que cuenta con un microcontrolador (PIC16F887) programado para que controle el encendido, apagado y cambio de luces de acuerdo al requerimiento del usuario. Del circuito controlador salen las señales digitales que llegan al módulo relé, que en este caso se lo utiliza debido a que este dispositivo nos permite controlar cargas de alto voltaje con pequeñas señales.

Como necesitamos controlar 3 luces, se hará uso de tres relés, es decir uno para cada luz, cada canal tiene aislamiento eléctrico mediante un optoacoplador. El módulo relé al recibir un cero lógico (cero voltios) activa la salida normalmente abierta (NO: Normally Open) y al recibir un uno lógico (cinco voltios), desactiva la salida.

Por otra parte, necesitamos alimentar los faros de luces LED, para ello empleamos un inversor de carga que nos permite transformar los 12V DC que nos brinda la batería en 110V AC.

Finalmente se utiliza un conector a la salida del inversor de carga, en el cual se conecta un pin de cada faro, y el otro pin va conectado al normalmente abierto de cada relé, mientras que del conector irán los pines a cada GND del relé.

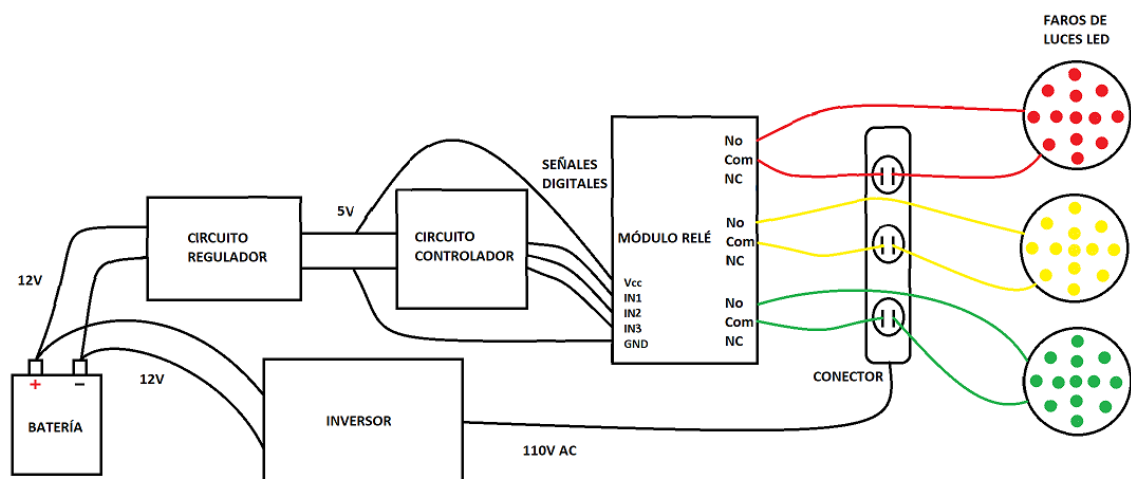


Figura 20: Diagrama de bloques del sistema electrónico.

3.1.1 Circuito regulador

Como se observa en la figura 21, el regulador de voltaje recibe los 12V que salen de la batería, y lo reduce hasta 5V que es el voltaje necesario para que el microcontrolador PIC16F887 funcione en el circuito controlador, con esto se garantiza que no habrá una tensión excedente puesto que será absorbida por el regulador y disipada como calor.

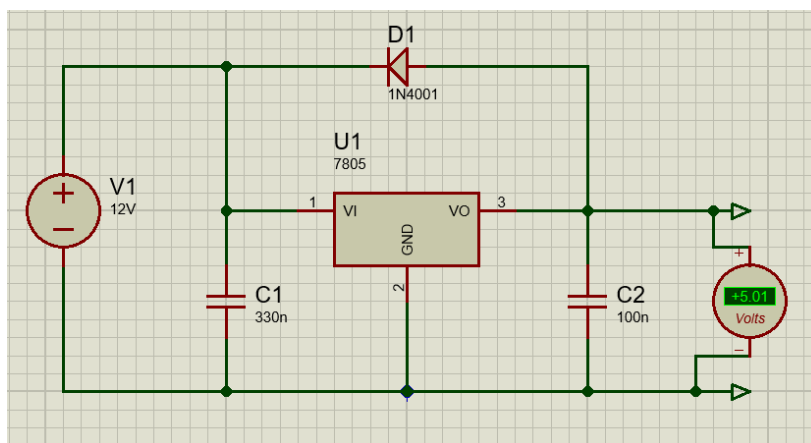


Figura 21: Circuito Regulador de voltaje.

3.1.2 Circuito Controlador

Primeramente, se programa el PIC16F887 en mikroC PRO for PIC para poder utilizar sus puertos, en el anexo A se detalla el código de programación utilizado. Los puertos de entrada son para las botoneras de Reset, Yellow/red y Green. El botón Reset sirve para reestablecer el funcionamiento del sistema, el botón Yellow/Red al ser presionado encenderá la luz amarilla de prevención durante 10 segundos para luego cambiar automáticamente a la luz roja, esta luz estará encendida indefinidamente hasta que el usuario presione en botón Green que hará el cambio de la luz roja a la luz verde, así mismo esta luz permanecerá encendida hasta que el usuario presione otro botón.

En los puertos de salida del PIC se conectan las luces antes mencionadas con sus respectivas resistencias, conformando el circuito mostrado en la figura 22.

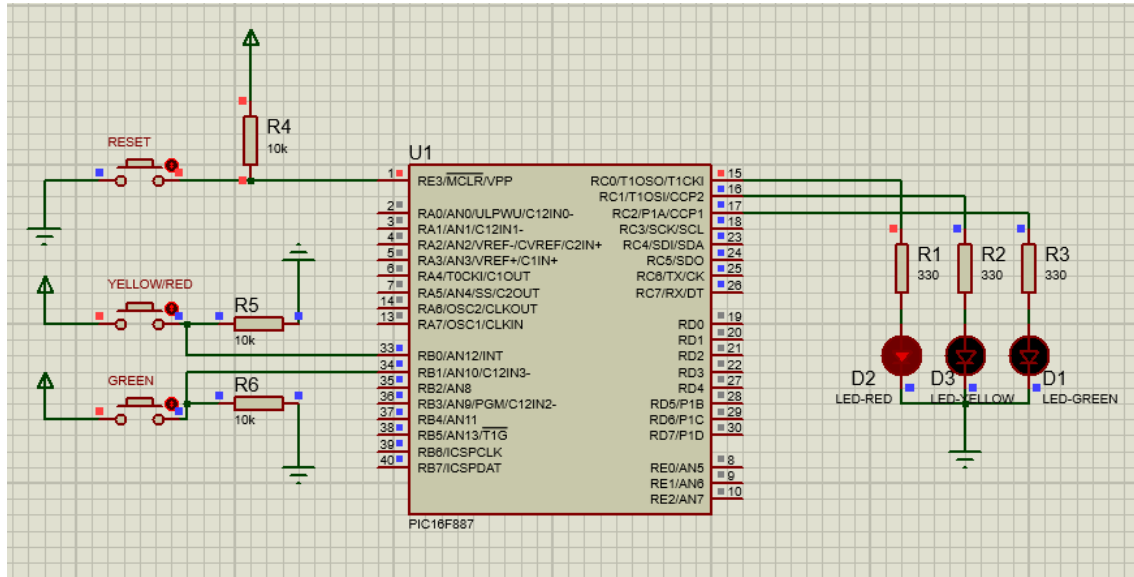


Figura 22: Circuito controlador.

3.1.3 Circuito inversor

El circuito inversor está alimentado con 12V de corriente directa, y brinda 110V de corriente alterna a su salida. En la figura 23 se puede observar cómo está formado el circuito con los diferentes componentes.

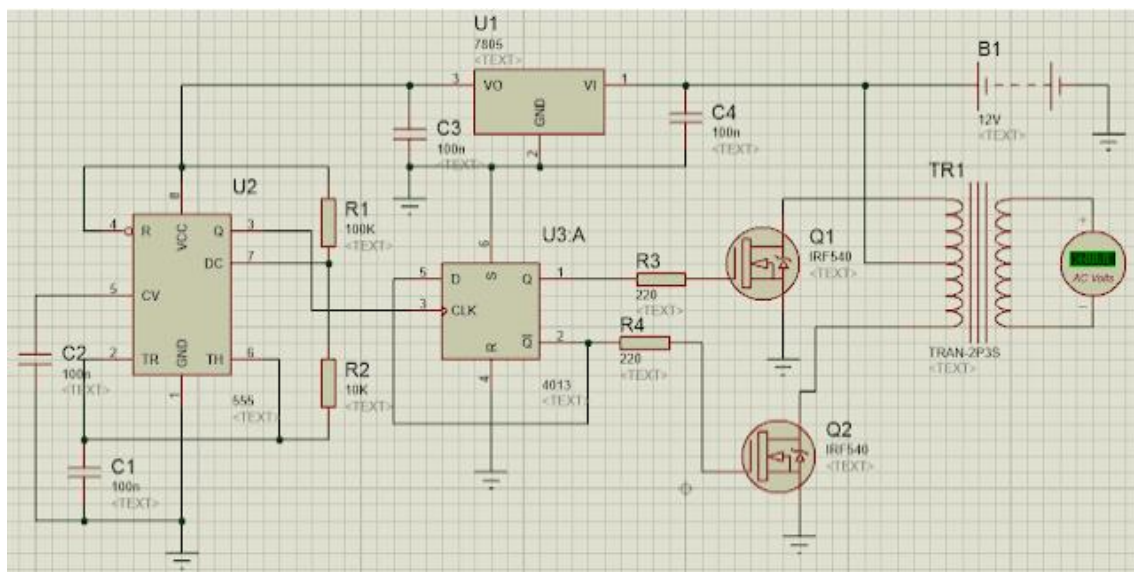


Figura 23: Circuito Inversor.

3.2 Sistema Mecánico

La figura 24 muestra las partes que integran el sistema mecánico, una estructura tipo tijeras que se despliega hacia arriba mediante el giro de una manivela, que mueve un tornillo para hacer rodar un tubo ubicado en la base y permitir el despliegue hacia arriba de dicha estructura, una caja metálica en cuyo interior van ubicados todos los componentes electrónicos junto con el semáforo y la estructura tipo tijera, además que exteriormente cuenta con cinta reflectiva para cumplir con el reglamento del INEN en su apartado 5.10 retroreflectividad e iluminación [7]. En el anexo B se detallan todas las medidas de cada pieza.

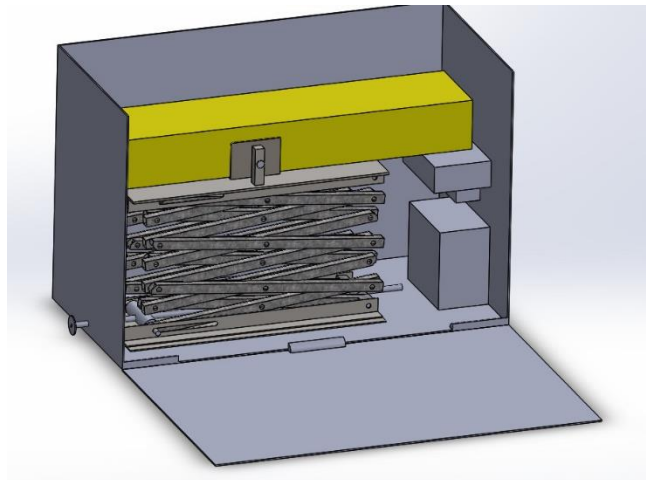


Figura 24: Sistema mecánico replegado.

3.2.1 Estructura tipo tijeras

Esta estructura está construida con hierro negro, consta de 24 tubos cuadrados que forman las tijeras, 72 pines y bocines respectivamente para ajustarlos en el medio y en los extremos, dos planchas que sirven de base, la una como base de las tijeras con rieles para el rodamiento cuando se le da vuelta al tornillo y la otra como base para asentar el semáforo, la cual consta de dos ángulos que permiten ajustarlo, tal como se muestra en la figura 25.

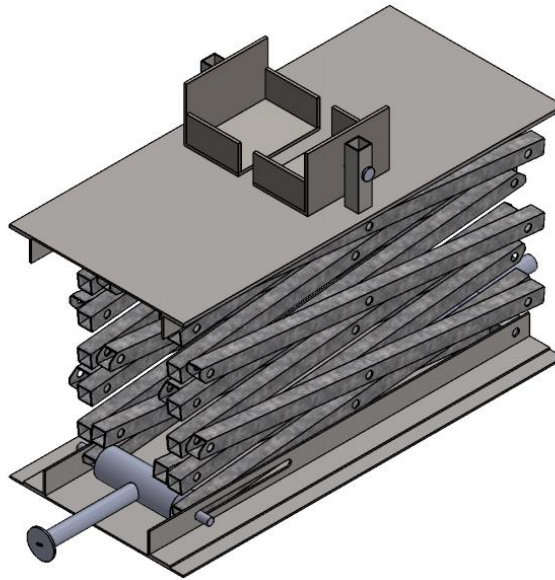


Figura 25: Estructura tipo tijeras.

3.2.2 Estructura del semáforo

En la figura 26 se muestra la estructura del semáforo, construido con planchas de hierro negro de 1.4mm para hacerlo más liviano, recubierto con pintura anticorrosiva color amarillo.

Los espacios circulares son para faros de 200 mm de diámetro, de los tres colores que componen el semáforo, además cuenta con una compuerta en la parte posterior para poder realizar las respectivas conexiones.



Figura 26: Diseño de la estructura del semáforo.

CAPÍTULO IV

4. Análisis y resultados

En este último capítulo se presentan los resultados de la implementación de este dispositivo electro-mecánico y adicionalmente el respectivo análisis, recordando que lo que se desea es reducir los accidentes de tránsito resguardando la integridad física de todas las personas implicadas.

Por ello se analiza el nivel de carga y el tiempo de duración de la batería, así como la aceptación del dispositivo por parte de la Autoridad de Tránsito Municipal, los conductores y los peatones.

Para dicho análisis se realizaron pruebas para determinar el nivel de carga en porcentaje, de acuerdo al voltaje consumido y también su tiempo de duración hasta que la batería se descarga por completo. También se realizaron encuestas a las 3 partes, las cuales se detallan en el anexo C.

4.1 Nivel de carga

La tabla 1 muestra tenciones relacionadas con el nivel de carga de la batería, desde el instante en que empieza a descargarse hasta cuando se descarga por completo, Mientras que la figura 27 muestra el descenso del nivel de carga de manera gráfica.

| Tensión | Nivel de carga |
|---------|----------------|
| >12.7V | 100% |
| 12.5V | 75% |
| 12.2V | 50% |
| 12.0V | 25% |
| <11.8V | 0% |

Tabla 1: Niveles de carga de la batería.

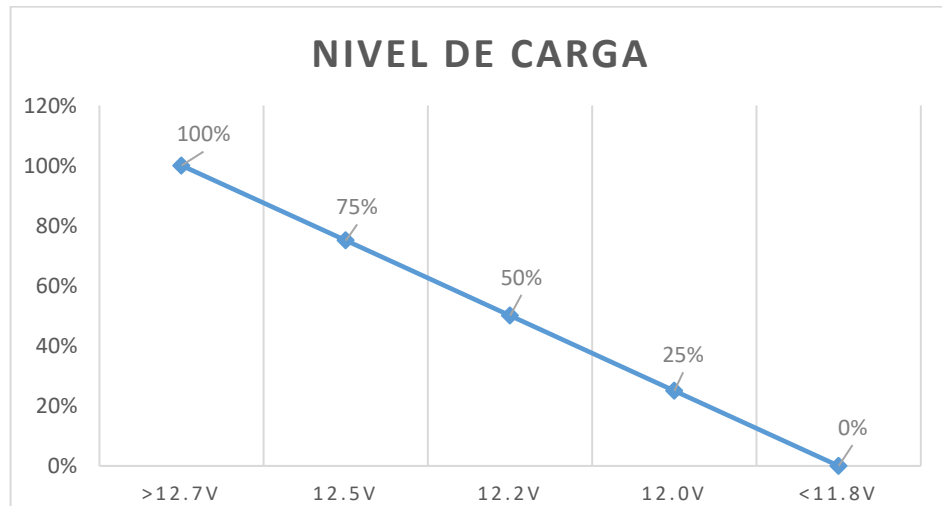


Figura 27: Curva del nivel de carga de la batería.

4.2 Tiempo de duración de la batería

Para calcular el tiempo de duración de la batería, lo hacemos mediante dos pasos, primeramente determinamos la demanda de corriente (amperaje) utilizando la fórmula (1) con lo cual necesitamos saber el consumo que se va a tener, que en nuestro caso es 42 watts de consumo total de los 3 focos con la batería de 12V.

Cabe mencionar que debemos tomar en cuenta el rendimiento, que por defecto será el 90% para evitar algún tipo de inconveniente producido por ejemplo por cables muy largos utilizados para la conexión.

$$\text{Demanda de corriente} = \frac{\text{watts}}{\text{volts}} \quad (1)$$

$$\text{Demanda de corriente} = \frac{42\text{watts}/0.9}{12 \text{ volts}} = 3.88 \text{ A}$$

Ahora con este valor obtenido y utilizando la fórmula (2), podremos encontrar el tiempo de duración de la batería, teniendo en cuenta que nuestro amperaje de batería es de 50 A/h.

$$\frac{\text{Amperaje (batería)}}{\text{Amperaje (demanda corriente)}} = \frac{50\text{A/h}}{3.88 \text{ A}} = 12.85 \text{ h} \quad (2)$$

Es decir que nuestra batería de 12V y 50A/h, tendrá una duración de 12.8 horas, cuando los focos consumen 42W.

La figura 28 muestra el funcionamiento del semáforo portátil al encenderse cada uno de los focos para controlar el tráfico vehicular.

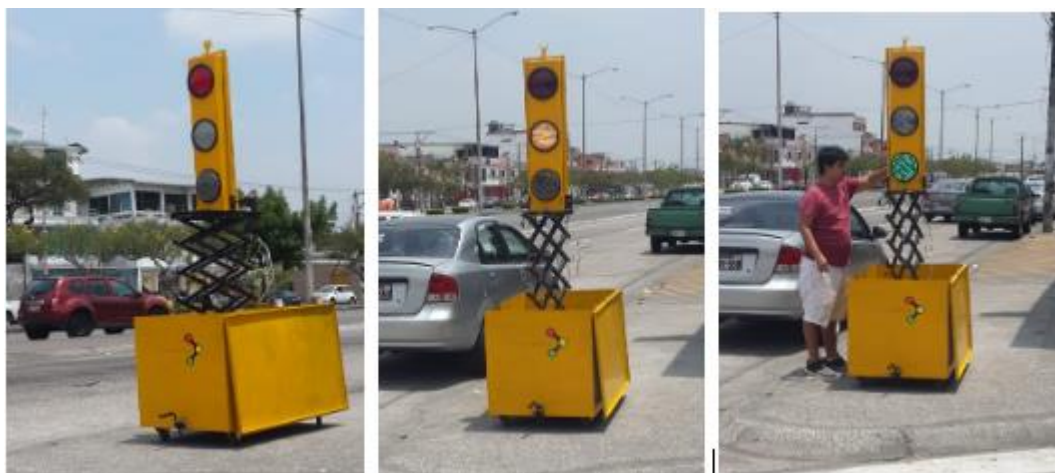


Figura 28: Funcionamiento del semáforo portátil.

4.3 Encuesta realizada a la Autoridad de tránsito municipal

En esta encuesta se consultaron los enunciados mostrados en la tabla 2, a 50 miembros de la Autoridad de Tránsito Municipal, los cuales podían marcar de 1 a 5, siendo 1 total desacuerdo y 5 total acuerdo:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----|-----|-----|-----|------|
| Este dispositivo es innovador, y cumple con su propósito. | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| La forma de utilizarlo es sencilla. | 0% | 0% | 0% | 24% | 72% |
| Es conveniente implementarlo como herramienta de ayuda. | 0% | 0% | 0% | 18% | 82% |
| Su tamaño y peso es el adecuado para transportarlo. | 6% | 12% | 64% | 12% | 6% |
| La forma de armar y desplegar la estructura es sencilla. | 0% | 0% | 42% | 48% | 10% |

Tabla 2: Datos obtenidos de las encuestas realizadas a la ATM.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 29:

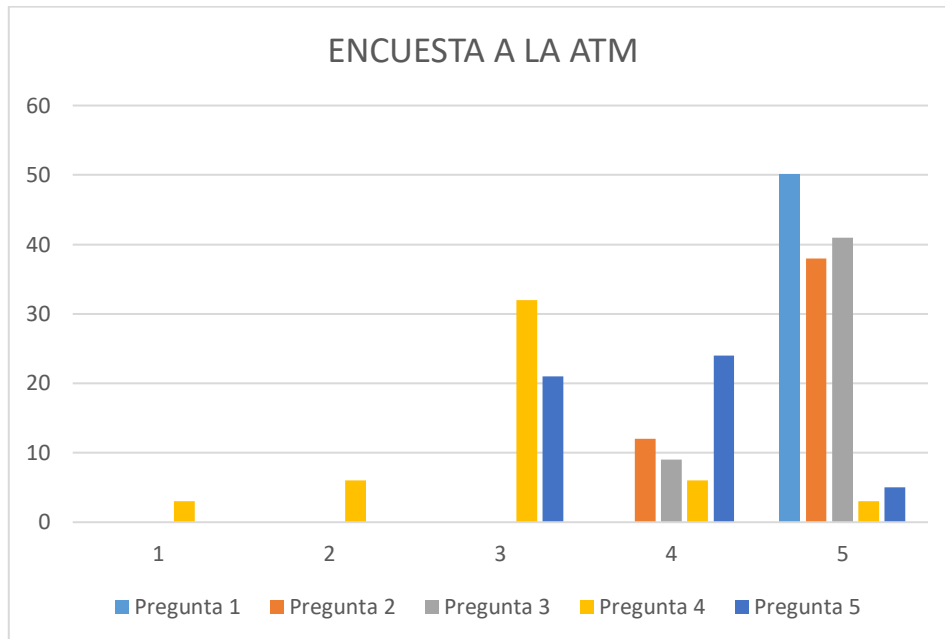


Figura 29: Encuesta realizada a la ATM.

Como se puede observar, el 54.8% de los miembros de la ATM consultados, estuvieron en total acuerdo con todos los enunciados, sin embargo el cuarto enunciado que indica si el tamaño y peso del dispositivo es el adecuado para transportarlo, el 64% estuvo medianamente de acuerdo.

Además en el último enunciado que se refiere a armar y desplegar la estructura, solo el 10% está totalmente de acuerdo.

En la encuesta también se pidió realizar sugerencias que ayuden a mejorar el dispositivo electro-mecánico para que sea una herramienta de gran utilidad, obteniendo principalmente las siguientes:

1. Desplegar la estructura automáticamente por medio de un motor.
2. Reducir el tamaño de cajón, para que sea más fácil transportarlo.
3. Implementar un control inalámbrico para hacer el cambio de luces.

Cabe indicar que hubieron más sugerencias, pero las mencionadas son las de mayor frecuencia y que ellos consideran más importantes por cambiar.

4.4 Encuesta realizada a los conductores

En esta encuesta se consultaron los enunciados mostrados en la tabla 3, a 50 conductores, los cuales podían marcar de 1 a 5, siendo 1 total desacuerdo y 5 total acuerdo:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-----|-----|-----|-----|------|
| El dispositivo es innovador, y cumple con su propósito. | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| El dispositivo es visible desde una gran distancia. | 0% | 0% | 0% | 28% | 72% |
| Se lo puede confundir con otro tipo de objeto. | 60% | 24% | 16% | 0% | 0% |
| Este dispositivo permite captar la orden de "ALTO" con tiempo. | 0% | 0% | 0% | 18% | 82% |
| El dispositivo mejora la fluidez vehicular. | 0% | 0% | 0% | 10% | 90% |

Tabla 3: Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los conductores.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 30:

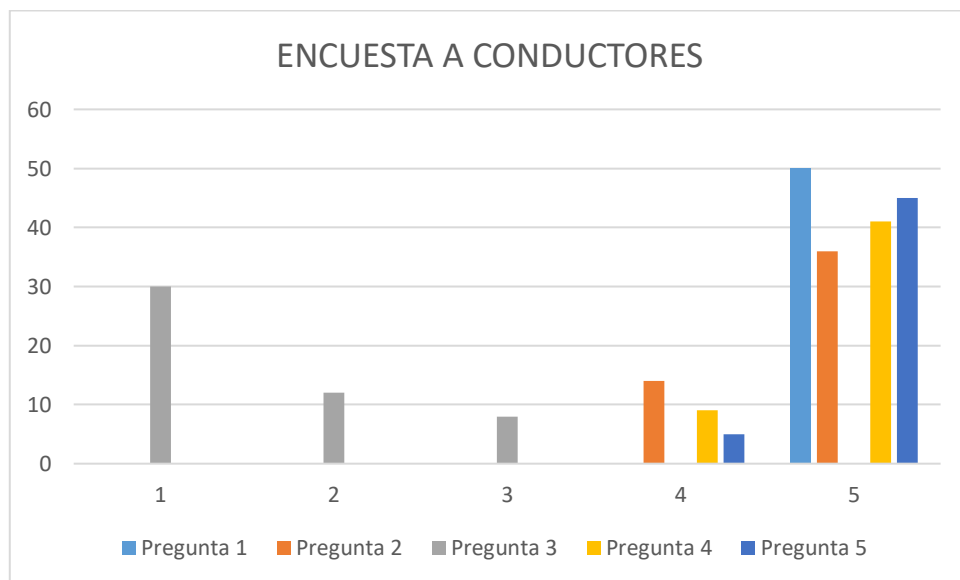


Figura 30: Encuesta realizada a los conductores.

Ahora se observa en la gráfica de la encuesta realizada a los conductores, que el 68,8% de los consultados estuvieron en total acuerdo con los enunciados, sin embargo el tercer enunciado que indica si el dispositivo puede ser confundido con

otro objeto, el 60% dijeron estar en total desacuerdo, es decir que no habría problemas de confusión.

4.5 Encuesta realizada a los peatones

En esta encuesta se consultaron los enunciados mostrados en la tabla 4, a 50 peatones, los cuales podían marcar de 1 a 5, siendo 1 total desacuerdo y 5 total acuerdo:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|----|----|----|-----|------|
| Este dispositivo es innovador, y cumple con su propósito. | 0% | 0% | 0% | 6% | 94% |
| Es un dispositivo que podría reemplazar a los pasos peatonales temporalmente. | 0% | 0% | 0% | 12% | 88% |
| Ayuda a ahorrar tiempo, porque es más rápido cruzar la calle. | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |
| Permite regular el flujo peatonal de manera segura. | 0% | 0% | 2% | 12% | 86% |
| El dispositivo puede ser usado en lugares con falta de señales de tránsito y semáforos convencionales. | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% |

Tabla 4: Datos obtenidos de las encuestas realizadas a los peatones.

Los resultados se muestran en la figura 31:

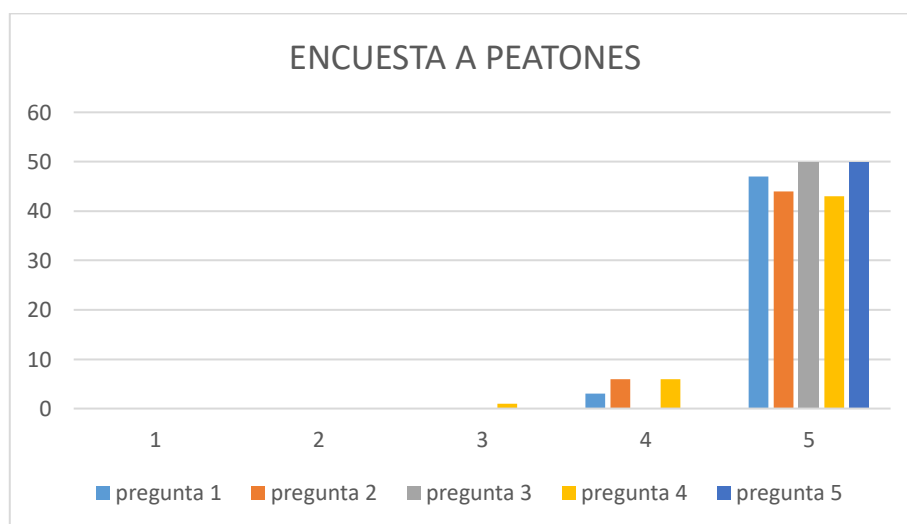


Figura 31: Encuesta realizada a los peatones.

Finalmente, en la encuesta realizada a los peatones, se obtuvo que el 93,6% están totalmente de acuerdo con todos los enunciados, es decir que el dispositivo electro-mecánico tiene gran aceptación.

En términos generales, unificando todos los datos obtenidos de las 3 partes consultadas, podemos evidenciar una clara aceptación del dispositivo, siendo de gran interés su implementación. A continuación se muestra en la figura 32 los resultados totales, obteniendo un 72,4% de total aceptación.

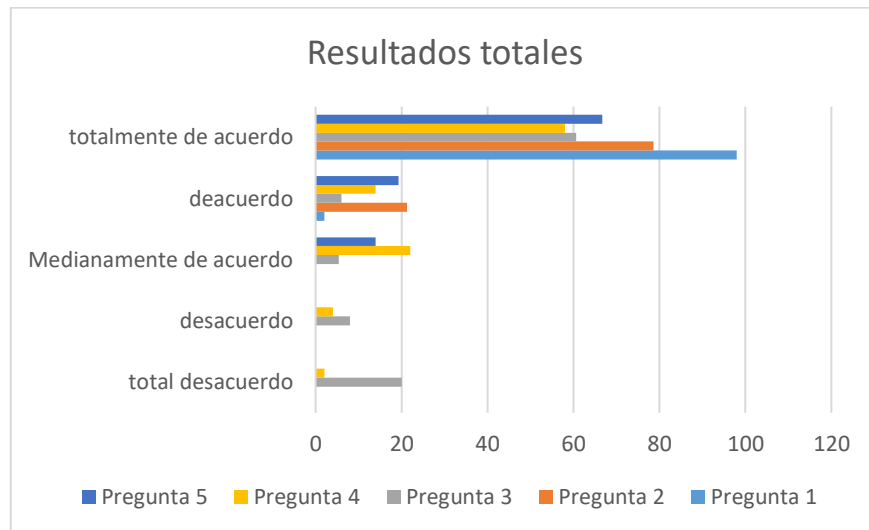


Figura 32: Resultados totales obtenidos en las encuestas.

Cabe indicar que se mostró fotos y videos del dispositivo electro-mecánico a cada una de las personas encuestadas para que tengan un contexto y un concepto claro, y puedan dar su opinión acerca del mismo.

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones y recomendaciones

La implementación de este dispositivo tuvo una gran aceptación, debido a que su diseño portátil permite utilizarlo en diferentes lugares y situaciones.

Su versatilidad para acoplarse a cambios en la estructura o funcionamiento, lo hacen una herramienta adaptable a las necesidades del usuario, este prototipo en particular tuvo un peso significativo, el cual se lo puede reducir utilizando materiales más livianos o reduciendo las dimensiones de la caja.

Al compararlo con otros dispositivos similares se lo puede reconocer por su mecanismo desplegable para poder levantar el semáforo a ciertas alturas según sea necesario, y a su vez replegar y guardar la estructura para posteriormente trasladarla a otro lugar.

Como lo mencionado anteriormente, este dispositivo es adaptable a cambios y mejoras, como por ejemplo la incorporación de un sistema de panel solar, un control inalámbrico para el cambio de luces, etc. que podrían implicar un trabajo futuro.

5.1 Conclusiones

Los accidentes de tránsito tiene como consecuencia un alto índice de fallecimientos en nuestro país, por ello se debe tomar decisiones que ayuden a reducir este problema. La implementación de equipos, dispositivos, señales, etc., han dado resultados positivos. Con este proyecto se ofrece una herramienta de gran utilidad para mejorar la circulación vehicular y evitar accidentes.

El semáforo es una de las herramientas más importantes en el tema vial, por lo que se consideró realizar este trabajo, para brindar un dispositivo que cumpla la misma función pero con un mecanismo diferente.

La estructura del dispositivo fue diseñada de tal manera que sea transportable, permitiendo que esta herramienta tenga una utilidad a gran escala, pudiéndolo

ubicar en cualquier punto o situación en donde se lo requiera, además no necesita estar conectado ya que cuenta con su propio sistema de alimentación.

Al analizar los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a las tres partes involucradas, se puede evidenciar una gran aceptación de las personas por este sistema electro-mecánico, haciendo que su implementación en las calles sea factible.

Además de los buenos comentarios, existieron puntos de vista y sugerencias, con el fin de mejorar ciertas partes del dispositivo, los cuales serán tomados en consideración para una segunda versión de este trabajo.

5.2 Recomendaciones

Utilizar hierro galvanizado para que tenga un tiempo de vida más prolongado, además que es un material recomendado por el INEN para que las señales expuestas al clima y ambiente, tengan mayor resistencia.

Se requiere programar el dispositivo de dos maneras, la forma manual (que es la implementada) y una forma automática, que permita al dispositivo actuar de manera autónoma, programado para que cambien las luces cada cierto rango de tiempo.

Implementar un sistema de panel solar, para darle autonomía al dispositivo, mantener cargada la batería y darle un tiempo útil prolongado.

Incorporar un motor reductor que permita desplegar la estructura de manera automática, evitando usar el sistema de manivelas.

Usar focos para voltaje DC y así se evita incorporar al sistema electrónico el inversor, ya que con ello obtendremos un mejor rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diario “El universo”. (2017, Septiembre 20). ATM asume control de la vía perimetral de Guayaquil [Online]. Disponible en:
<https://www.eluniverso.com/guayaquil/2017/09/20/nota/6390952/atm-asume-control-perimetral-guayaquil>
- [2] ATM. (2018, Agosto 1). La ATM coloca malla en los costados de los pasos peatonales elevados de la vía perimetral [Online]. Disponible en:
<https://www.atm.gob.ec/Show/NewDetails/502>
- [3] Alcaldía de Guayaquil. (2019, Febrero 19). Obras Públicas [Online]. Disponible en:
<https://guayaquil.gob.ec/noticias-actuales/4039>
- [4] Diario “El Universo”. (2018, Octubre 18). Construcción de dos pasos peatonales nuevos en Samborondón iniciará la próxima semana [Online]. Disponible en:
<https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/10/18/nota/7004264/obra-construccion-dos-pasos-peatonales-mas-samborondon-ya-fue>
- [5] Signo Vial. (2015). Cuidemos a los peatones salvemos vidas [Online]. Disponible en:
<https://www.signovial.pe/blog/cuidemos-a-los-peatones-salvemos-vidas/>
- [6] Fundación MAPFRE. Para qué sirve el semáforo [Online]. Disponible en:
https://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/educa-tu-mundo/educacion-vial-prevencion-lesiones-no-intencionadas/sabias-que/para-que-sirve-semaforo.jsp
- [7] Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 primera revisión. Señalización vial. PARTE 1. Señalización vertical [Online]. Disponible en:
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/reglamento%20tecnico%20ecuatoriano%20rte%20inen%20004-1%20-%202011.pdf>
- [8] P. Vásconez, J. Albán. El largo camino por recorrer del transporte en Ecuador [Online]. Disponible en: <https://www.ecuadortv.ec/medios/especiales/2019/Especial-Transportes/index.html>

- [9] Autoridad de Tránsito Municipal. (2015) ¿Quiénes somos? [Online]. Disponible en:
<https://www.atm.gob.ec/Show/WhoWeAre>
- [10] Diario “El Comercio”. (2015, Julio 31). El municipio asume el control del tránsito en Guayaquil esta madrugada [Online]. Disponible en:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/municipio-asume-control-transito-guayaquil.html>
- [11] R. Cal y Mayor. (1999). Ingeniería de tránsito [Online]. Disponible en:
https://books.google.com.ec/books?id=2pGUZ-wb4QgC&dq=transito&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiQmK_zjsTkAhVwZN8KHXRHB AEQ6AEIOjAD
- [12] Alcandía de Medellín. Semáforos [Online]. Disponible en:
https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap7_semaforos.pdf
- [13] Diario “El Universo”. (2010, Agosto 26). El 57% de los 1864 semáforos de la urbe, con nueva tecnología [Online]. Disponible en:
<https://www.eluniverso.com/2010/08/26/1/1445/57-1864-semaforos-urbe-nueva-tecnologia.html>
- [14] La Voz. (2017, Septiembre 9). Un grupo de estudiantes diseñó un semáforo portátil [Online]. Disponible en: <https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/un-grupo-de-estudiantes-diseno-un-semaforo-portatil>
- [15] Bariloche2000. (2018, Junio 5). Proponen reconocer a los estudiantes que fabricaron el semáforo inteligente [Online]. Disponible en:
<https://www.bariloche2000.com/noticias/leer/proponen-reconocer-a-los-estudiantes-que-fabricaron-el-semaforo-inteligente/114377>
- [16] Electronrtools. (2016. Marzo 9). Regulador de voltaje 7805 ¿Qué es u cómo funciona? [Online]. Disponible en:
<https://www.electronrtools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>

- [17] Mikro Electronika books. 3.1 Características básicas PIC16F887 [Online].
Disponible en: <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-basic/caracteristicas-basicas-pic16f887>
- [18] RoadTrucker. Manual de usuario [Online]. Disponible en:
<http://www.roadtrucker.com/images/manuals/thor-th225-th400-th750-manual.pdf>
- [19] Trabajos ESPE. (2016, Junio 2). Inversor de 12VDC a 120VAC a 60Hz [Online].
Disponible en: <http://trabajos-espe.blogspot.com/2016/06/inversor-de-12-vdc-120-vac-y-60hz.html>
- [20] EcuRed. IRF540 [Online]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/IRF540>
- [21] EcuRed. Transformador [Online]. Disponible en:
<https://www.ecured.cu/Transformador>
- [22] QuimiNet. (2011, Junio 22). ¿Qué es el acero negro y cuáles son sus características? [Online]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-el-acero-negro-y-cuales-son-sus-principales-caracteristicas-61225.htm>
- [23] Isaval. Pinturas anticorrosivas: Propiedades y usos [Online]. Disponible en:
<http://www.isaval.pe/articulos-y-consejos/16-pinturas-anticorrosivas-propiedades-y-usos>
- [24] Fornis, centro de anclaje. Varilla rosca cuadrada, Acme o trapezoidal [Online].
Disponible en: <http://www.varillasroscaacme.com.ar/>

ANEXOS

ANEXO A

Código de programación del semáforo:

```
void main() {
int b=0;
ANSELH=0x00;
ANSEL=0x00;

TRISC=0x00;
TRISB=0x01;

PORTC=0x00;
PORTB=0x00;

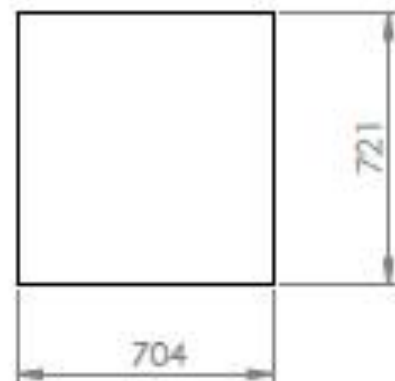
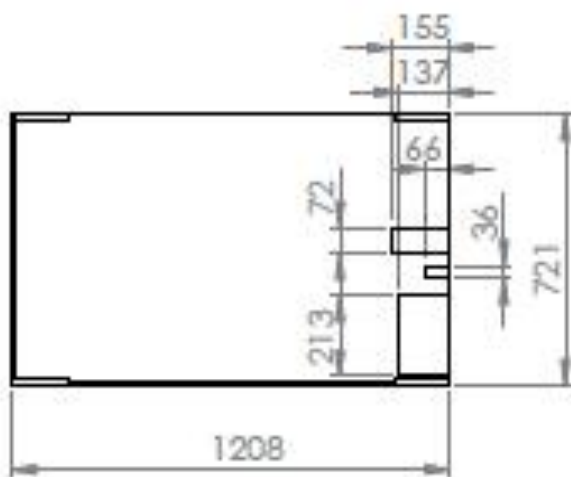
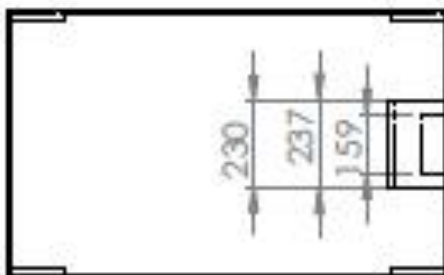
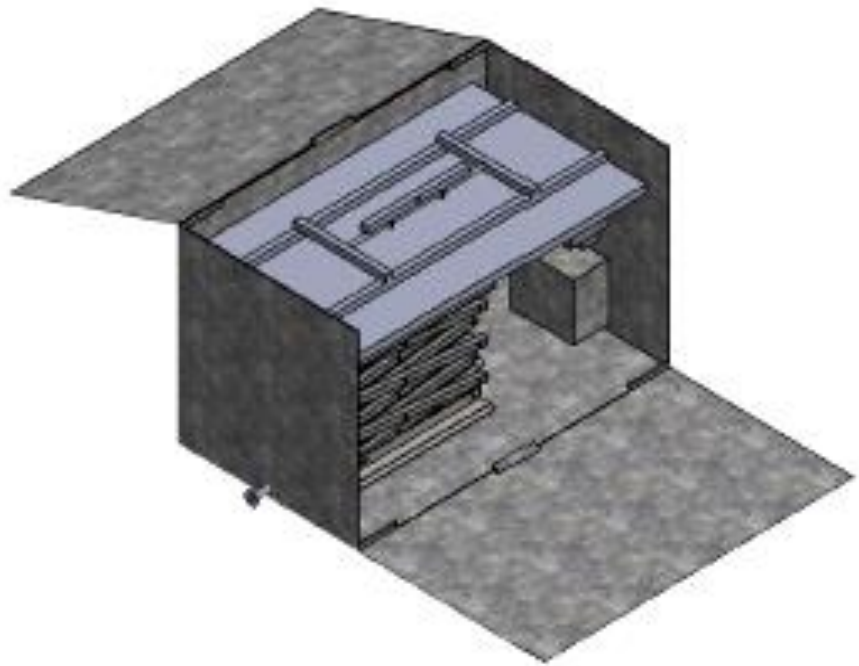
while(1){
    if(PORTB.RB0 == 1){
        if (b==0){
            PORTC.RC1 = 1;
            PORTC.RC2 = 0;
            PORTC.RC0 = 0;
            delay_ms(5000);
        }

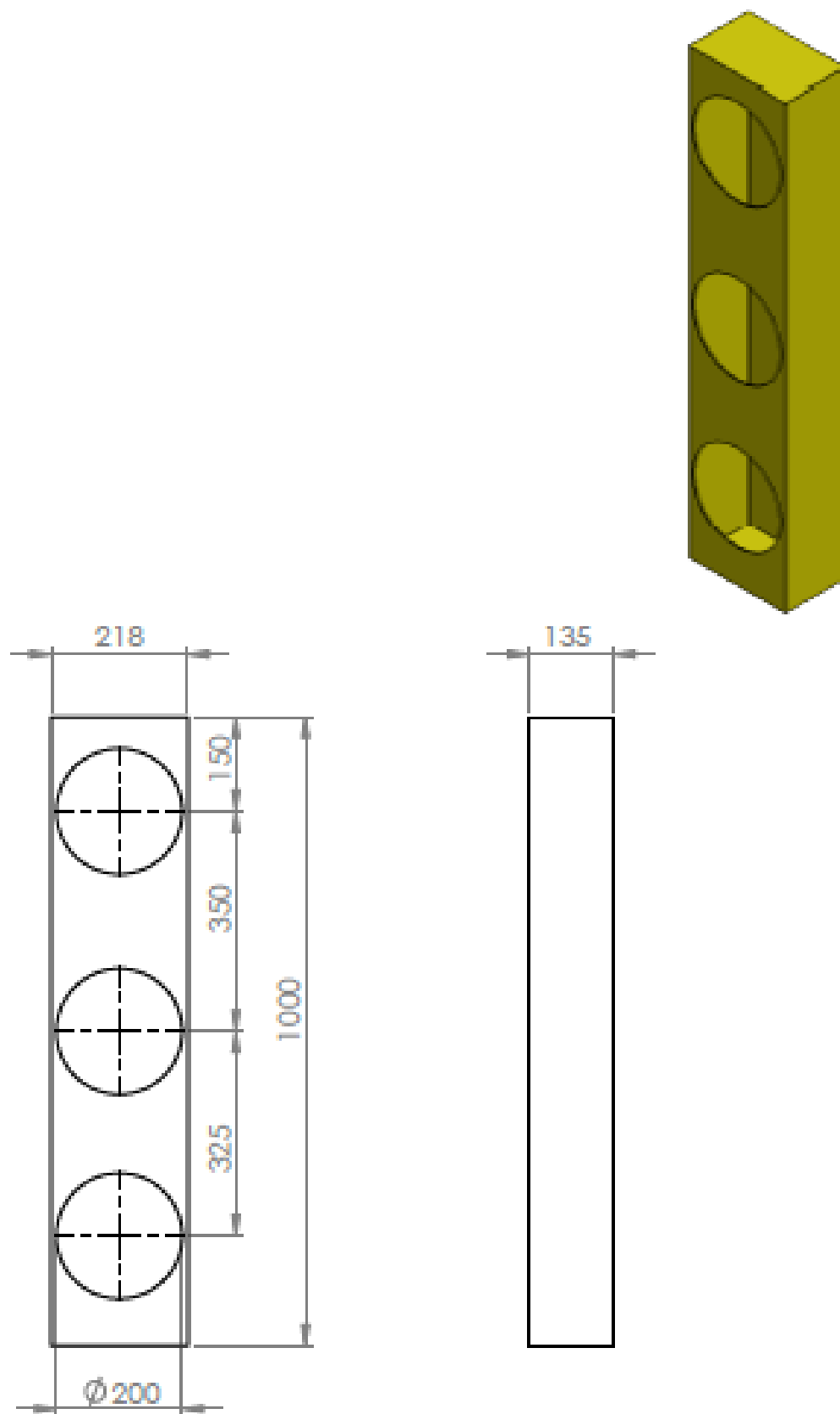
        PORTC.RC1 = 0;
        PORTC.RC0=1;
        b=1;
    }
    if(PORTB.RB1 == 1){
        b=0;
        PORTC.RC0 = 0;
        PORTC.RC2 = 1;
    }
}
}
```

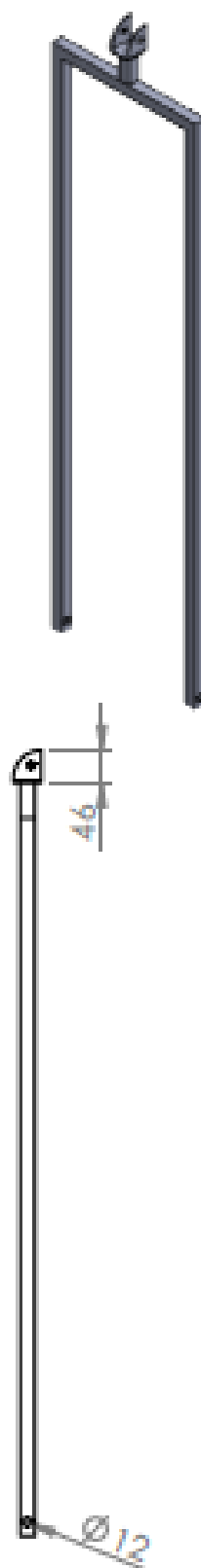
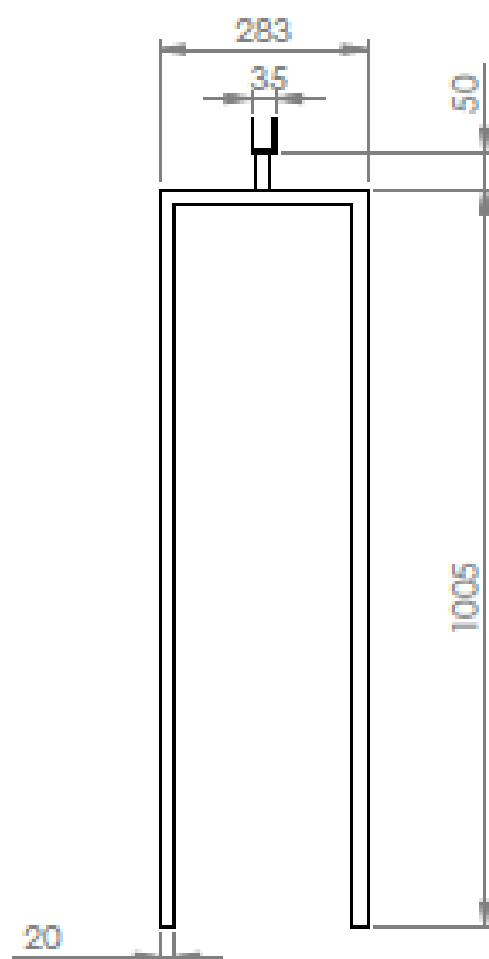
ANEXO B

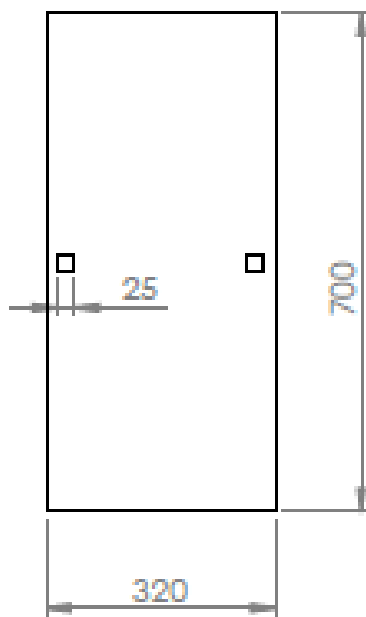
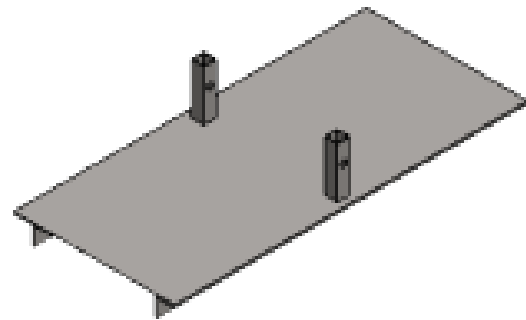
Diseño de las piezas de la estructura mecánica:

| DESCRIPCION | CANTIDAD | PARTE |
|---|----------|---|
| Tubo Cuadrado (25*25*2, L=6000)mm | 3 | Tijera |
| Pin De Acero (D10.5*65)mm , roscados en extremo con tuerca | 72 | Tijera |
| Bocines(Di10.5, De12mm, L=50mm) | 72 | Tijera |
| Plancha de acero (1200*1200*1 a 1.4)mm | 1 | Semáforo |
| Plancha de acero (2400*1200*2)mm | 3 | Paredes maleta |
| Plancha de acero (2400*1200*3)mm | 1 | Plataforma y base de Tijera, base de maleta. |
| Tensores | 4 | Tijera, maleta |
| Ángulos (100*100*5)mm | 2 | Base semáforo |
| Ángulos (40*40*3, L=6000mm) | 1 | Plataforma |
| Ángulos (60*60*3, L=6000mm) | 1 | Base |
| Tubo cedula 40 (D1 ½, L=300mm) | 2 | Tijera |
| Tubo cuadrado (20*20*2, L=6000mm) | 1 | Marco para panel solar |
| Tornillo (D24mm, L=900 mm) Rosca cuadrada y tuercas | 1 | Tijera |

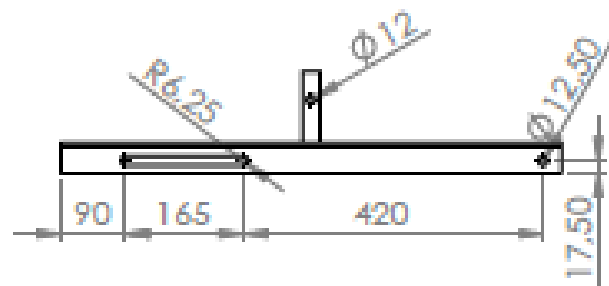
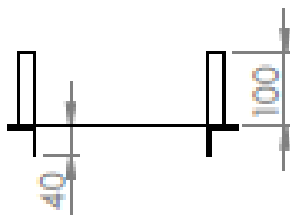


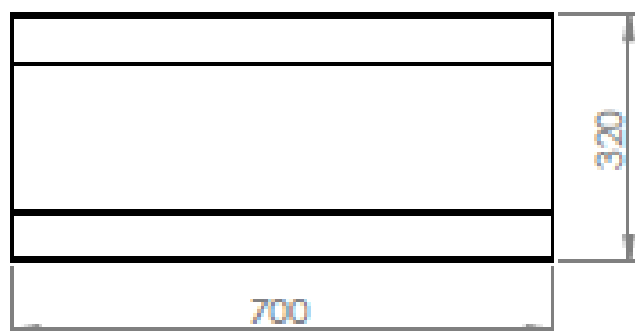
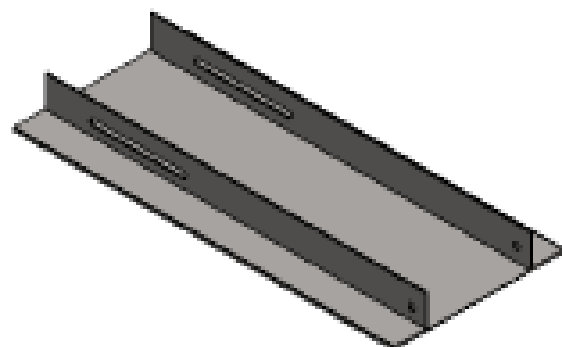




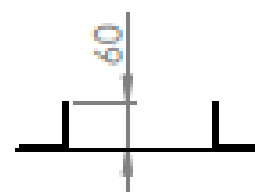
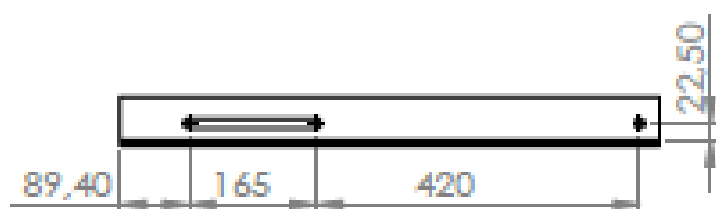


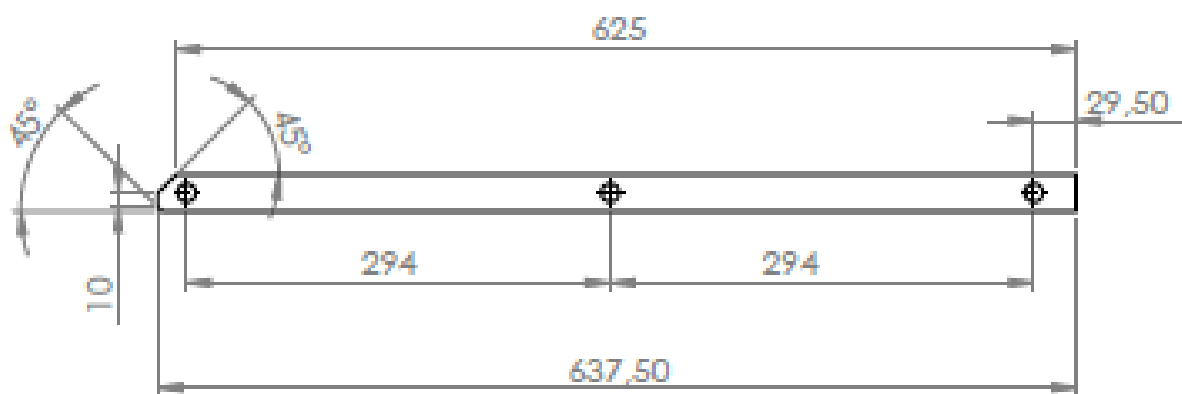
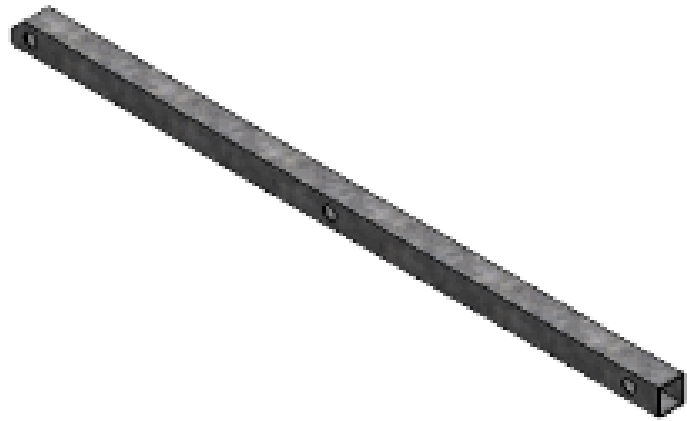
x1



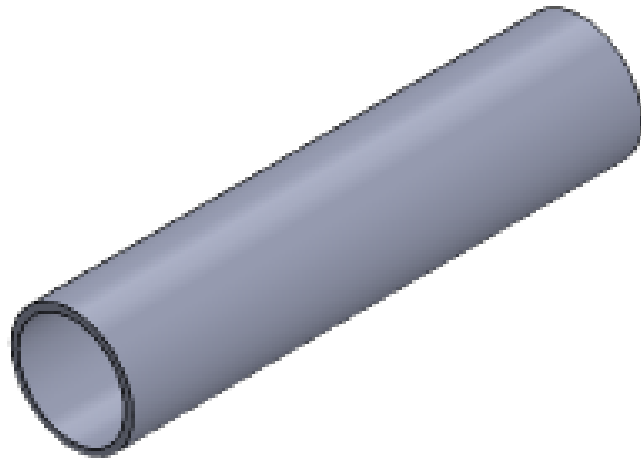


x1

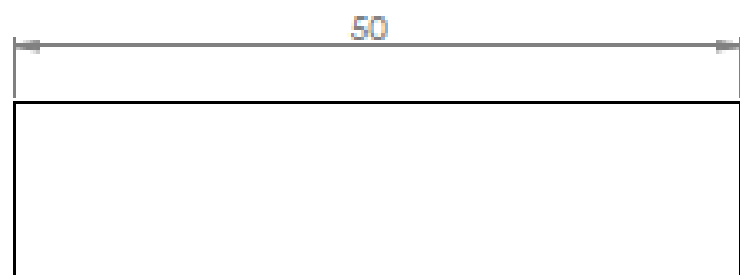
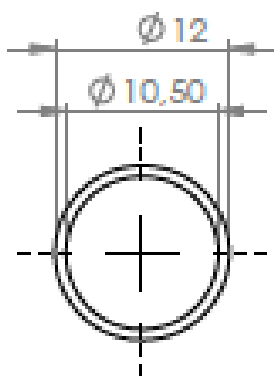


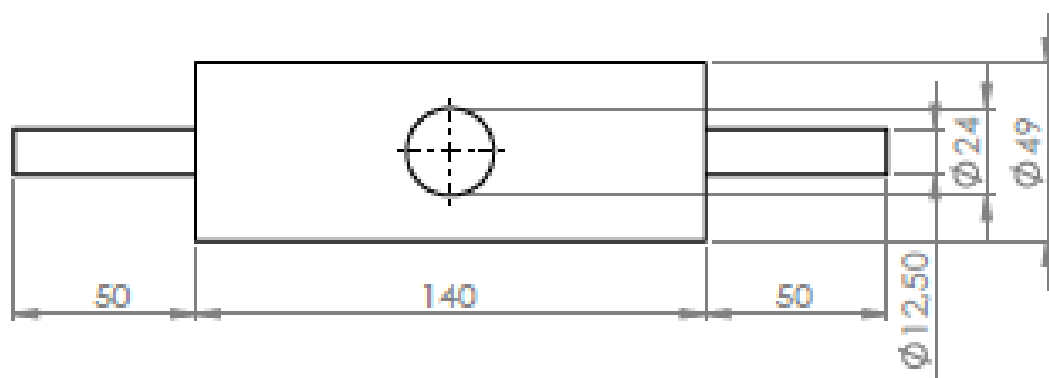
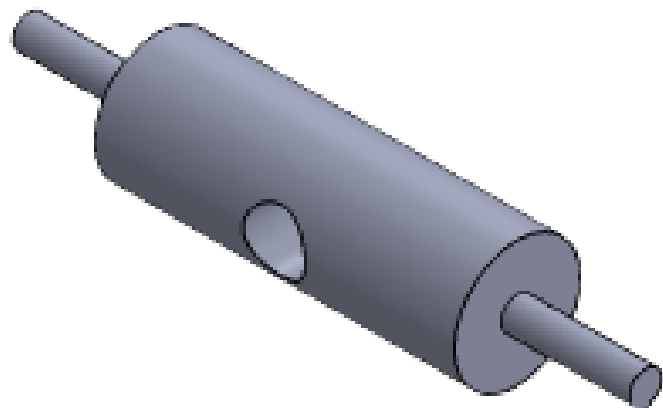
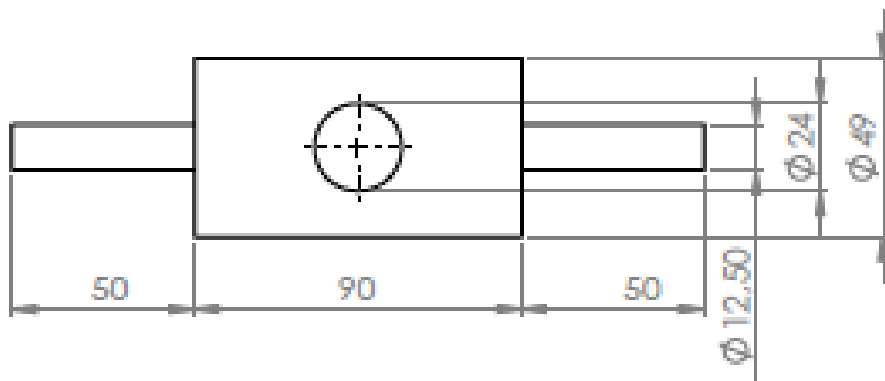
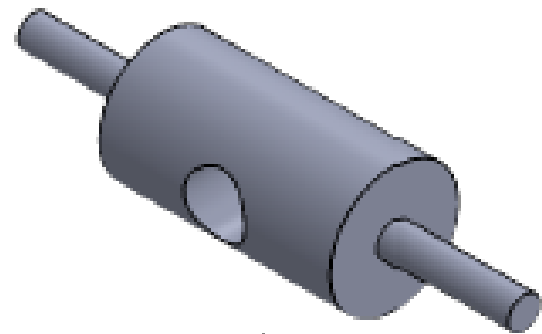


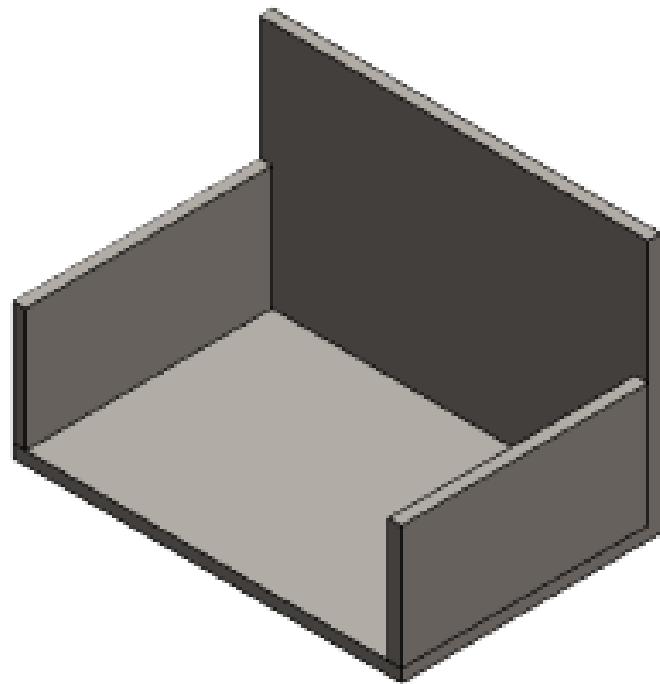
X24



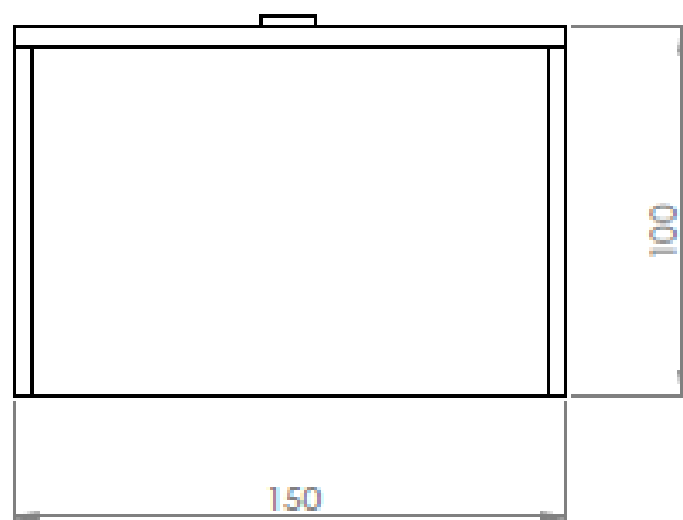
X72

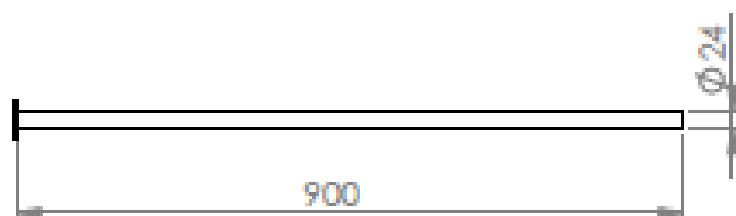
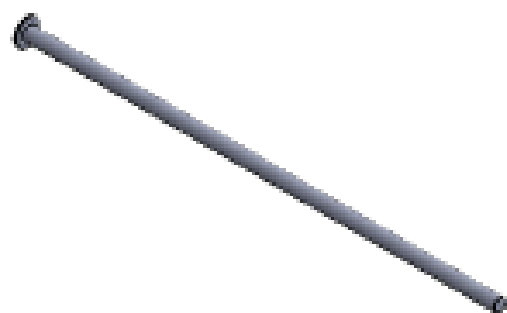






x2





Anexo C

ENCUESTA A LA AUTORIDAD DE TRÁNSITO MUNICIPAL

Lugar donde se realiza la encuesta:

Fecha:

Número de cuestionario:

A continuación se muestra una encuesta para saber el nivel de aceptación de un dispositivo electro-mecánico de semáforo portátil que ayude a la seguridad del agente al momento de realizar su trabajo.

Marque la casilla que usted crea conveniente, siendo (1) total desacuerdo y (5) total acuerdo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Este dispositivo es innovador, y cumple con su propósito. | | | | | |
| La forma de utilizarlo es sencilla. | | | | | |
| Es conveniente implementarlo como herramienta de ayuda. | | | | | |
| Su tamaño y peso es el adecuado para transportarlo. | | | | | |
| La forma de armar y desplegar la estructura es sencilla. | | | | | |

A continuación puede dejar sugerencias que a su criterio crea conveniente para mejorar el dispositivo, como por ejemplo incorporar, reemplazar o acoplar ciertas partes de la estructura y del funcionamiento para que sea una herramienta de gran utilidad.

Sugerencia1

Sugerencia 2

Sugerencia 3

ENCUESTA A LOS CONDUCTORES

Lugar donde se realiza la encuesta:

Fecha:

Número de cuestionario:

A continuación se muestra una encuesta para saber el nivel de aceptación de un dispositivo electro-mecánico de semáforo portátil que ayude a la seguridad del conductor al momento de movilizarse por la vía pública.

Marque la casilla que usted crea conveniente, siendo (1) total desacuerdo y (5) total acuerdo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| El dispositivo es innovador, y cumple con su propósito. | | | | | |
| El dispositivo es visible desde una gran distancia. | | | | | |
| Se lo puede confundir con otro tipo de objeto. | | | | | |
| Este dispositivo permite captar la orden de "ALTO" con tiempo. | | | | | |
| El dispositivo mejora la fluidez vehicular. | | | | | |

A continuación puede dejar sugerencias que a su criterio crea conveniente para mejorar el dispositivo, como por ejemplo levantar a una mayor altura la estructura, y así permitir que esta herramienta sea de gran utilidad.

Sugerencia1

Sugerencia 2

Sugerencia 3

ENCUESTA A LOS PEATONES

Lugar donde se realiza la encuesta:

Fecha:

Número de cuestionario:

A continuación se muestra una encuesta para saber el nivel de aceptación de un dispositivo electro-mecánico de semáforo portátil que ayude a la seguridad de los peatones al momento de transitar por la vía pública.

Marque la casilla que usted crea conveniente, siendo (1) total desacuerdo y (5) total acuerdo.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Este dispositivo es innovador, y cumple con su propósito. | | | | | |
| Es un dispositivo que podría reemplazar a los pasos peatonales temporalmente. | | | | | |
| Ayuda a ahorrar tiempo, porque es más rápido cruzar la calle. | | | | | |
| Permite regular el flujo peatonal de manera segura. | | | | | |
| El dispositivo puede ser usado en lugares con falta de señales de tránsito y semáforos convencionales. | | | | | |

A continuación puede dejar sugerencias que a su criterio crea conveniente para mejorar el dispositivo, como por ejemplo ubicarlo en horas pico en lugares donde exista alta afluencia de personas, para que sea una herramienta de gran utilidad.

Sugerencia1

Sugerencia 2

Sugerencia 3