

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO

CEUTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**SISTEMA CENTRALIZADO DE SEMÁFORO FOTOVOLTAICO PARA LA
MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE TRÁFICO EN LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA.**

PRESENTADO POR:

DENIS OMAR RODRÍGUEZ ORTEGA.

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA.**

TEGUCIGALPA HONDURAS, C.A

ENERO 2022

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO

CEUTEC

INGENIERIA EN ELECTRONICA.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

DINA ELIZABETH VENTURA DÍAZ

DIRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA

TEGUCIGALPA HONDURAS, C.A

ENERO 2022

**SISTEMA CENTRALIZADO DE SEMÁFORO FOTOVOLTAICO PARA LA
MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE TRÁFICO EN LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA.**

TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

INGENIERIA EN ELECTRÓNICA

ASESOR:

ING. ROGER DANIEL PONCE RODRÍGUEZ.

TERNA EXAMINADORA:

ING. JOEL AARON FONSECA CERRATO

LIC. LUCY ALEXANDRA LOPEZ QUINTANILLA

TEGUCIGALPA HONDURAS, C.A

ENERO 2022

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT 2022

DENIS OMAR RODRÍGUEZ ORTEGA

Todos los derechos son reservados.

DEDICATORIA

El presente proyecto de graduación es fruto del esfuerzo y perseverancia durante estos años de estudio universitario. Le dedico este proyecto a mi familia, por haberme apoyado en todo momento a lo largo de estos años, por darme el interés humano que me llevó a elegir este proyecto y alentarme a seguir adelante en los momentos más difíciles de este proceso académico como también a disfrutar y celebrar los momentos de éxito.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primeramente a Dios quien me ha ayudado a alcanzar este logro, brindándome la fortaleza necesaria para seguir siempre adelante al realizar las asignaciones y proyectos requeridos para aprobar las clases a lo largo de este proceso académico.

Le agradezco a mis padres, quienes son mi fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida, por siempre confiar en mí y creer siempre que tenía la capacidad de realizar cualquier cosa y poder vencer cualquier obstáculo que se me presentara, por ser siempre un buen ejemplo y enseñarme e inculcarme valores que me han ayudado a ser una mejor persona, por ayudarme a tomar buenas decisiones y enseñarme que todo lo bueno que deseamos realizar lleva un sacrificio y debemos estar dispuestos a realizarlo.

A los docentes por su gran esfuerzo y dedicación al impartir las clases y por sus palabras de motivación e inspiración en cuanto a seguir adelante y seguir esforzándome por adquirir conocimiento incluso luego de culminar mis estudios universitarios.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se realizó como proyecto de graduación, tiene el propósito de realizar el diseño de un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico para la monitorización y control de tráfico en la ciudad de Tegucigalpa, para ello se realizó el estudio sobre la viabilidad técnica y económica de instalar un sistema de semáforo fotovoltaico en donde se determinó que el costo de este tipo de semáforos es elevado en relación a los semáforos convencionales, esto debido al equipo fotovoltaico que se debe instalar, esto incluye, aparte del panel, el regulador de voltaje y la batería para mantener el sistema trabajando aún en días nublados o por la noche.

Con este tipo de sistema centralizado de semáforo fotovoltaico se pretende determinar la relevancia de implementar nuevas tecnologías para mejorar el tráfico en la ciudad de Tegucigalpa, monitoreando los congestionamientos vehiculares, para obtener la información necesaria para programar los semáforos según las necesidades que se presentan en las intersecciones donde se instalan estos dispositivos. Para todo ello se presenta la propuesta de un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico con el fin de mantener los semáforos trabajando y adquiriendo los datos del tráfico continuamente por medio de ser alimentados con energía alternativa como la energía solar, mejorando el tráfico al darle fluidez en el congestionamiento por medio del monitoreo constante del mismo para determinar ciclos según el tráfico que se presente en cada lugar donde se instalan estos dispositivos.

Palabras claves: Energía fotovoltaica, sistema centralizado, tráfico, semáforo.

ABSTRACT

The present work was carried out as a graduation project, it has the purpose of carrying out the design of a centralized photovoltaic traffic light system for monitoring and control of traffic in the city of Tegucigalpa, for this a study was carried out on the technical and economic feasibility of install a photovoltaic traffic light system where it was determined that the cost of this type of traffic lights is high in relation to conventional traffic lights, this due to the photovoltaic equipment that must be installed, this includes, apart from the panel, the voltage regulator and the battery to keep the system working even on cloudy days or at night.

With this type of centralized photovoltaic traffic light system, it is intended to determine the relevance of implementing new technologies to improve traffic in the city of Tegucigalpa, monitoring traffic congestion, to obtain the necessary information to program traffic lights according to the needs that arise in the intersections where these devices are installed. For all this, the proposal of a centralized photovoltaic traffic light system is presented in order to keep the traffic lights working and acquiring traffic data continuously by being fed with alternative energy such as solar energy, improving traffic by giving it fluidity in the congestion through constant monitoring of it to determine cycles according to the traffic that occurs in each place where these devices are installed.

Keywords: Photovoltaic energy, centralized system, traffic, traffic light.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	15
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1	Antecedentes del Problema.	17
2.2	Enunciado/ Definición del Problema.	18
2.3	Preguntas de investigación.	19
2.4	Hipótesis.	19
2.5	Justificación	20
III.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	21
3.1	Objetivo General.	21
3.2	Objetivos Específicos.	21
IV.	MARCO TEÓRICO	22
4.1	Fuentes de energía renovable.....	22
4.1.1	Energía solar.....	22
4.1.2	Ventajas de la energía solar.....	23
4.1.3	Desventajas de la energía solar	23
4.2	Sistema fotovoltaico	23
4.2.1	Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.	24
4.2.2	Baterías	25
4.3	Semáforo.....	26
4.3.1	Funciones	26
4.4	Tipos de Semáforos	27
4.4.1	Semáforo Vehicular	27
4.4.2	Semáforo peatonal	27
4.4.3	Semáforo moderno o Inteligente	28
V.	METODOLOGÍA	30
5.1	Enfoque.....	30

5.2	Técnicas e instrumentos aplicados.....	30
5.2.1	Observación.....	31
5.2.2	Análisis de contenido.....	31
5.2.3	Diseño prototipo.	31
5.3	Fuentes de Información.....	32
5.3.1	Fuentes de Información Primaria.	32
5.3.2	Fuentes de Información Secundaria.....	32
5.4	Cronología de trabajo.....	33
VI.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	34
6.1	Análisis del uso sistemas centralizados de semáforos alimentados con energía solar.	34
6.2	Esquema de alimentación semáforo fotovoltaico	38
6.3	Esquema sistema centralizado de control de semáforos	39
VII.	CONCLUSIONES.....	40
VIII.	RECOMENDACIONES.....	42
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 4.1</i>	Energía solar	22
<i>Figura 4.2</i>	Sistema Fotovoltaico.....	24
<i>Figura 4.3</i>	Aplicaciones de sistema aislados fotovoltaicos.	24
<i>Figura 4.4</i>	Semáforo.....	26
<i>Figura 5.1</i>	Grafico de Gantt.....	33
<i>Figura 6.1</i>	Consumo de combustible según ciclos del semáforo.....	35
<i>Figura 6.2</i>	Esquema de alimentación semáforo fotovoltaico.	38
<i>Figura 6.3</i>	Esquema sistema centralizado de control de semáforos	39

GLOSARIO

Baterías para energía solar: también llamados acumuladores, son los encargados del almacenamiento energético para poder suministrar energía independientemente de la producción eléctrica del generador fotovoltaico.

Celda Fotovoltaica: Es un dispositivo simple de dos electrodos y un electrolito capaz de dar electricidad por la acción química dentro de la celda, o de producir una acción química por el paso de electricidad a través de ella.

Congestión vehicular: denominado también embotellamiento o atasco se refiere, tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje.

Fotovoltaico: Pertenece o relativo a la generación de fuerza electromotriz por la acción de la luz.

Fuente de energía alternativa fotovoltaica: El Sol es una fuente de energía natural limpia e inagotable, la energía solar es producida en el sol como resultado de reacciones nucleares de fusión y llega a la Tierra en proporciones de energía llamados fotones. Por medio de células fotovoltaicas que también son llamadas células solares, se convierte la energía solar directamente en energía eléctrica continua.

Intensidad de energía solar: es la disponible en un punto determinado de la tierra depende del día del año, de la hora, de la latitud, de la altitud y de la orientación del panel con respecto a los rayos del Sol.

Panel solar fotovoltaico: Es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar y la transforma en energía eléctrica, el cual está compuesto de un arreglo de células fotovoltaicas conectadas en serie y en paralelo. Una célula fotovoltaica es un dispositivo generalmente hecho de aleaciones de silicio puro.

Regulador de carga solar: es el elemento encargado de controlar el flujo de corriente generado por los paneles fotovoltaicos en el proceso de carga-descarga con la batería, y cuidar del estado de las mismas, evitando su deterioro y su sobrecarga.

Sistema centralizado: como su nombre lo dice, se caracteriza por concentrar todas las actividades de adquisición de datos en un organismo central.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico en las principales ciudades del país ha traído consigo el aumento considerable en el parque vehicular, esto es el caso de la ciudad de Tegucigalpa donde a diario se movilizan gran cantidad de personas para sus trabajos, centros de estudio, la industria y el comercio que movilizan sus productos, etc., es por ello que es vital contar con un eficiente sistema de control vehicular para lograr mejorar la fluidez de los vehículos en las intersecciones que se congestionan fácilmente, y más en las horas pico donde existe mayor movilidad de las personas.

Aparte de la necesidad de contar con un control eficiente del tráfico, es necesario garantizar que el funcionamiento de los semáforos sea confiable y continuo, pero dada las posibles interrupciones eléctricas que se registran ya sea por mantenimiento preventivo o correctivo en la red, ampliación de la red o saturación de la misma, estos dispositivos pueden dejar de funcionar al estar alimentados en su totalidad por la red eléctrica, lo que ocasiona congestionamientos importantes los cuales pueden traer consigo accidentes vehiculares, considerables impactos económicos y el atraso en la movilidad de las personas al realizar sus actividades diarias.

Por ello, es necesario buscar alternativas de un semáforo moderno, que pueda integrar tecnología para satisfacer las necesidades expuestas de trabajar continuamente por medio de estar conectados a una fuente alternativa como la energía solar, la cual en la ciudad de Tegucigalpa se cuenta con este recurso la mayor parte del año y en el país se cuenta con los dispositivos necesarios para un sistema fotovoltaico, el cual estará integrado por el panel solar, el regulador, la batería y el inversor, para garantizar que el semáforo fotovoltaico pueda trabajar de forma continua aun en días nublados o por la noche. Para mejorar la fluidez del tráfico además de tener un semáforo trabajando constantemente es necesario que se pueda tener un sistema centralizado donde se pueda monitorear el tráfico en tiempo real y con ello se pueda tener la información necesaria para poder optimizar los ciclos del semáforo de acuerdo al congestionamiento que se presenta en cada intersección, evitando tener los mismos ciclos en cada semáforo sin tomar en cuenta el tráfico que se produce en cada lugar.

La metodología empleada para el desarrollo de este proyecto de graduación partió de la observación y análisis de la problemática y la necesidad de implementar un sistema de semáforo fotovoltaico para monitorear y controlar el tráfico en la ciudad de Tegucigalpa, posteriormente se plantea el diseño de este sistema, con cada una de las fases de sus desarrollo el cual incluye viabilidad técnica y económica, y la relevancia de actualizar el sistema de semaforización en la ciudad con tecnología moderna, culminando con la propuesta del sistema centralizado de semáforo fotovoltaico con el fin de lograr monitorear y mejorar la fluidez del tráfico en la ciudad de Tegucigalpa.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes del Problema.

Durante los últimos años, la tecnología ha traído grandes avances los cuales han venido a innovar en diferentes ámbitos tales como en sistemas de semaforización de las ciudades que han venido a dar fluidez en el tráfico, evitando hacer largas filas, perder tiempo en la movilidad de servicios de emergencia como ser los bomberos, etc., dando respuesta a la demanda de las ciudades que van creciendo de forma acelerada.

El sistema de semaforización de la ciudad de Tegucigalpa siendo una de las principales ciudades del país, se considera desfasado en muchos aspectos; cuenta con más de 40 años de servicio y han sido programados de forma manual, conectados en su totalidad a la red eléctrica y programados de forma independiente, en muchos casos ya no se encuentran algunos repuestos para repararlos por ser fabricados con tecnología desfasada, con un creciente número de automóviles que no se contaba cuando fueron diseñados estos semáforos, lo que trae como consecuencia un deficiente control de tráfico y el uso innecesario de recursos que se pueden optimizar.

Se han realizado esfuerzos por mejorar los semáforos en los últimos años cambiando en algunos aspectos, como el cambio por luces LED en las señalizaciones en algunos lugares o ubicar señales para el cruce de peatones, pero aún quedan muchos aspectos por mejorar, haciendo referencia a los nuevos sistemas de semaforización modernos que existen en ciudades desarrolladas en donde los semáforos funcionan con energías renovables como la energía solar y están conectados a un sistema centralizado donde se optimizan tiempos o ciclos de trabajo según el horario de congestionamiento, tráfico, emergencias, accidentes, etc. Teniendo un sistema que trabaja sin interrupciones, de forma eficiente para dar fluidez al tráfico, evitando los embotellamientos en horas clave para el desplazamiento de personas para sus trabajos, escuelas, y sus hogares de forma eficaz optimizando recursos como combustible y energía eléctrica.

2.2 Enunciado/ Definición del Problema.

La ciudad de Tegucigalpa por su crecimiento demográfico a través de los años ha causado que se expanda. Esto ha causado que el servicio eléctrico se encuentre saturado por la demanda que se tiene y no se planificó a futuro contar con una red que abasteciera eficientemente a la población según fuera creciendo y se fuera ampliando el sector de la industria a través de los años, es por ello que frecuentemente se tienen problemas en el servicio de energía eléctrica con interrupciones en el servicio; para realizar mantenimientos, ampliar la red eléctrica, cambiar equipo desfasado. Este problema ha venido a afectar en parte el tráfico, ya que no se cuenta con una fuente alternativa como lo es la energía solar para el sistema de semaforización y al tener interrupciones en el sistema eléctrico los semáforos dejan de funcionar y crea congestión vehicular por largos espacios de tiempo.

Por el crecimiento demográfico que ha tenido la ciudad, también ha repercutido en el parque vehicular donde se han creado mayor cantidad de rutas de transporte público para poder movilizar las personas, la adquisición de vehículos por las personas ha sido mayor, muchas de las calles y avenidas no fueron creadas para satisfacer la demanda vehicular que se tiene en la actualidad. Para mejorar el tráfico es necesario un sistema centralizado de semáforos monitoreados en tiempo real por medio de cámaras en donde se puedan optimizar de forma flexible los ciclos evitando el congestionamiento vehicular, con el fin de reducir y controlar el tráfico por medio de la implementación de un sistema de semaforización moderno.

Al utilizar energías renovables se obtiene optimización de los recursos en una red eléctrica saturada y se da paso al uso de una fuente alternativa para que los semáforos funcionen constantemente evitando interrupciones, y a la vez se brinda un servicio eficiente por medio de optimizar los tiempos conforme al tráfico que se presente con un sistema centralizado. Reduciendo en los usuarios problemas con accidentes de tránsito, contaminación ambiental y auditiva que de forma directa o indirecta afectan la calidad de vida.

2.3 Preguntas de investigación.

- ¿Qué viabilidad técnica y económica existe al implementar un sistema de semáforos fotovoltaico?
- ¿Qué relevancia posee un sistema centralizado de semáforos fotovoltaico para el monitoreo y control del tráfico?
- ¿Cuáles son los beneficios y desventajas de poseer un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico para mejorar el tráfico vehicular?

2.4 Hipótesis.

H₁: Las energías renovables como la energía solar es una fuente alternativa eficiente para mantener los semáforos trabajando sin interrupciones.

H₂: Actualizar el sistema de semáforos en la ciudad de Tegucigalpa implementando un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico daría mayor fluidez al congestionamiento vehicular.

2.5 Justificación

El proyecto a realizar tiene como propósito mejorar el sistema de semaforización en la ciudad de Tegucigalpa la cual es una de las principales ciudades de Honduras por ser su capital en donde se concentra gran parte de la población la cual debe movilizarse diariamente para realizar sus actividades diarias al asistir a sus trabajos, escuelas, etc., a todo ello se agrega el porcentaje de personas que vienen a la ciudad de forma esporádica a realizar algún tipo de trámite personal o por su trabajo esto repercute en el incremento del parque vehicular que se moviliza a diario este se divide en transporte público, vehículos propios, transporte pesado, etc. Todo este movimiento de personas, comercio, industria, etc., viene a influir en el tráfico de la ciudad que tiene un sistema de semáforos desfasado, usado por casi 40 años, creando congestión en las horas pico por la mañana donde las personas se movilizan para ir a sus lugares de trabajo, asistir a clase a los centros educativos y por la tarde – noche donde las personas regresan a sus hogares después de su jornada de trabajo o estudio.

Este crecimiento que ha tenido la ciudad también ha influido en la demanda del consumo de energía eléctrica por parte de los hogares, comercio, industria, etc., ocasionando deficiencia en la red eléctrica por lo que hay constantes apagones por sobrecarga e interrupciones programadas para dar mantenimiento preventivo y correctivo en la red. Esta deficiencia en el sistema eléctrico ha afectado el sistema de semáforos de la ciudad, al haber interrupciones quedan inhabilitados, por lo que se ve afectado el tráfico en la ciudad en estos lapsos de tiempo, por ello es necesario utilizar una fuente alternativa como la energía solar para que los semáforos funcionen de manera constante sin interrupciones, mejorando la fluidez en el tráfico.

Para mejorar el tráfico en la ciudad es necesario poder actualizar el sistema de semáforos implementando un sistema moderno centralizado con tecnología que permita monitorear mediante cámaras y sensores en tiempo real el movimiento de vehículos en las intersecciones más transitadas detectando los embotellamientos de los automóviles, para darle movilidad al tráfico cambiando el ciclo de los semáforos según la intersección que se encuentre con mayor congestión y teniendo una fuente alternativa como la energía solar para alimentar los semáforos que funcionaran constantemente sin interrupciones, logrando mejorar la fluidez del tráfico en las horas pico donde se moviliza la mayor cantidad de personas logrando optimizar recursos en el ahorro de combustible, energía eléctrica y mantenimiento de automóviles.

III. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Objetivo General.

Análisis de un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico basado en diferentes casos aplicados en distintos países, con el fin de implementarlo en la intersección frente a BAC del boulevard Morazán en la ciudad de Tegucigalpa para monitorear y controlar el tráfico.

3.2 Objetivos Específicos.

- Identificar la viabilidad técnica y económica de instalar un sistema de semáforo fotovoltaico.
- Determinar la relevancia de poseer un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico para el monitoreo y control del tráfico.
- Presentar los beneficios y desventajas de poseer un sistema centralizado de semáforo fotovoltaico para mejorar el tráfico vehicular.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Fuentes de energía renovable

En la actualidad se está innovando con las energías renovables en diferentes proyectos por las características que presentan, son de gran utilidad al ser fuentes energéticas inagotables, ya que son aquellas que la naturaleza las renueva y se obtienen de forma permanente, confiable y permanente como la energía solar.

4.1.1 Energía solar

La energía solar es una energía renovable que se obtiene a partir de la radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta) procedente del sol. Es una de las fuentes alternativas con mayor demanda por su facilidad de producción, especialmente la fotovoltaica, que por medio de células o celdas fotoeléctricas conforman los paneles fotovoltaicos para captar la energía solar.

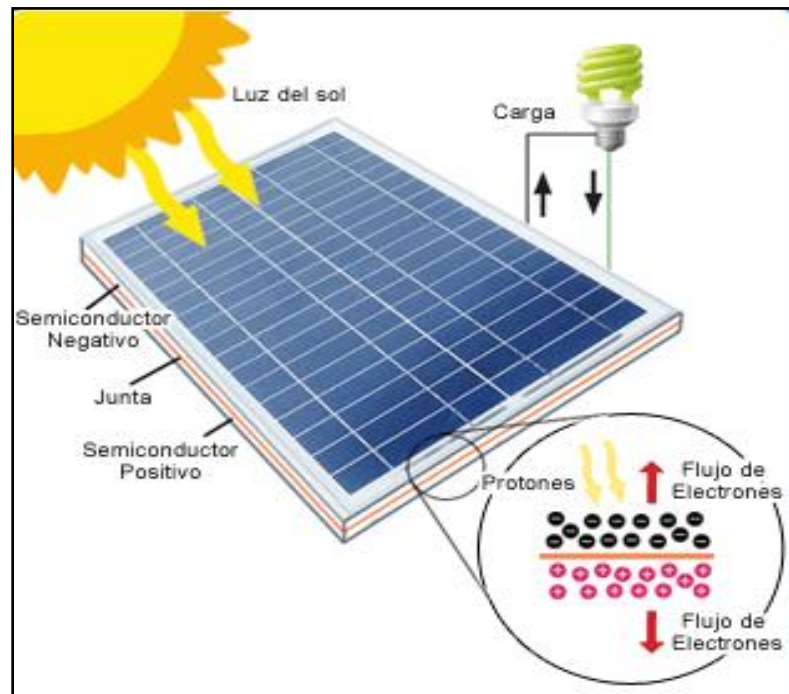


Figura 4.1 Energía solar. Fuente: (ro.outletshop2021.ru, s. f.)

4.1.2 Ventajas de la energía solar

- **Ecológica.** Es una fuente propulsora de energía limpia que permite reducir las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- **Ahorro.** Es un modelo renovable energético económico, ya que el sol como materia prima para la producción de energía no se debe comprar, la inversión se realiza en tecnología, equipo y mantenimiento para su instalación.
- **Accesibilidad.** La venta e instalación de paneles solares ha ido aumentando, por lo que es un sistema accesible de energía renovable para variedad de pequeños a grandes proyectos donde se están utilizando (Editorial Etecé, 2021).

4.1.3 Desventajas de la energía solar

- **Irregular.** Depende de la cantidad de radiación solar percibida para la producción de energía, fluctúa de acuerdo a las condiciones atmosféricas u otros fenómenos climáticos que pueden minimizar el flujo energético.
- **Costo Inicial.** Si bien la materia prima no requiere un costo monetario, los costos por la instalación de una planta solar son elevados debido a la tecnología requerida para el proceso de adquisición de energía eléctrica. (Editorial Etecé, 2021)
- **Emplazamiento.** Se requiere de grandes extensiones territoriales, en muchos casos zonas desérticas para lograr obtener alto rendimiento energético.

4.2 Sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este tipo de sistemas es el módulo o panel fotovoltaico, el cual está compuesto por células de silicio o germanio capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. (Perpiñan, O. et al., 2012)

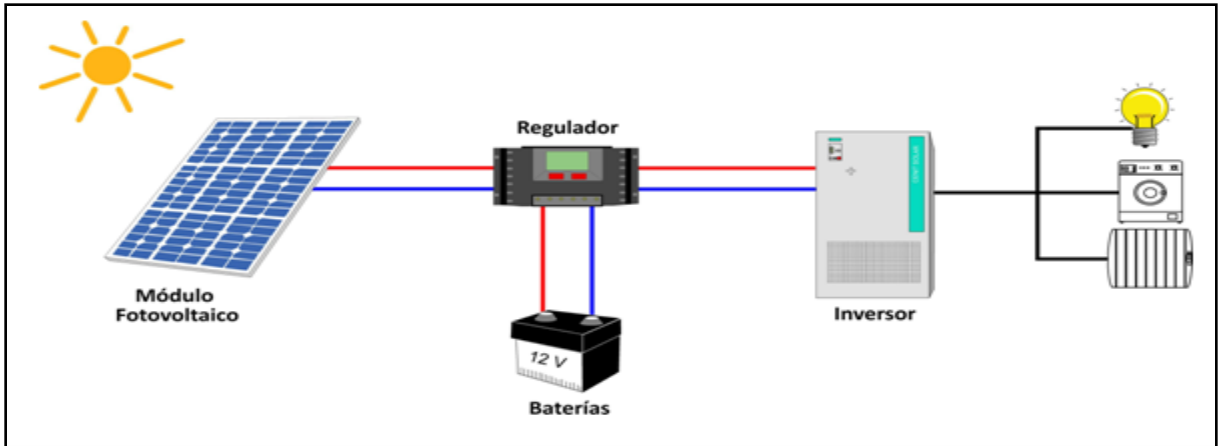


Figura 4.2 Sistema Fotovoltaico. Fuente: (ro.outletshop2021.ru, s. f.)

4.2.1 Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica.

El uso de la energía solar fotovoltaica va en crecimiento, innovando a través de los años, siendo una solución para suministro eléctrico, con aplicaciones de consumo, remotas y en la industria. (Sala Pano, G., 2002)

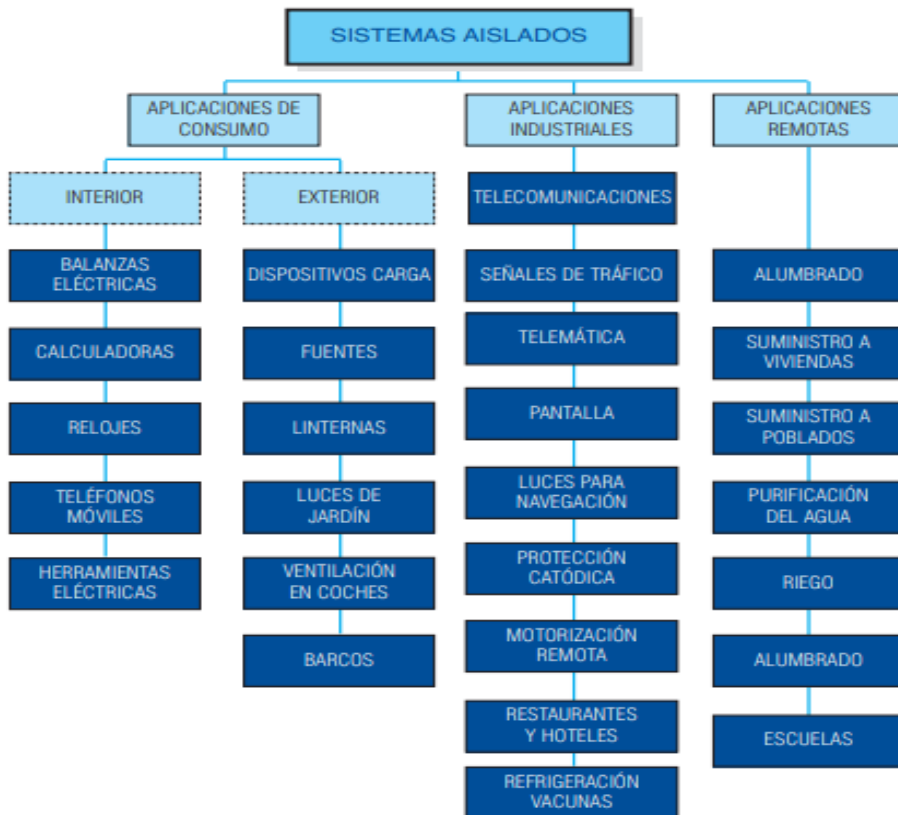


Figura 4.3 Aplicaciones de sistema aislados fotovoltaicos. Fuente: (Sala Pano, G., 2002)

Una de las aplicaciones en la industria se utilizan en señales de tráfico como fuente alternativa de alimentación para mantener constante el funcionamiento de los dispositivos de señalización como los semáforos en lugares donde existen interrupciones en el suministro de la red eléctrica, por implementar un sistema que obtenga un ahorro energético por medio de usar energía renovable o la red para conectar estos dispositivos se encuentra retirada y es más económico usar energía alternativa como la solar para evitar llevar cableado por largas distancias para alimentar estos dispositivos.

4.2.2 Baterías

Las baterías en sistemas fotovoltaicos son dispositivos utilizados para almacenar la energía que producen los paneles solares, la cual será consumida posteriormente cuando el sistema lo requiera (por ejemplo en la noche o en días nublados). Se componen esencialmente de dos electrodos sumergidos en un electrolito en donde se producen reacciones químicas debido a la carga y descarga a la cual son sometidas, a esta secuencia de cargas y descargas se le denomina ciclos. (TECNOSOL, 2016).

Características Principales

- Capacidad: es la cantidad de electricidad que puede obtenerse durante una descarga completa de la batería plenamente llena. Esta capacidad se mide en amperios/hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga.
- La tasa de descarga: en una batería se refiere al periodo en el cual la batería sea capaz de realizar una descarga completa.
- Banco de baterías: es la determinación del voltaje nominal del sistema del cual provendrá la potencia total de la carga
- Vida útil: es el número de ciclos de carga y descarga que puede ser sometida a una determinada profundidad de descarga, y es proporcional a la profundidad de descarga habitual.
- Potencia pico del generador: la cual se determina empleando una línea base de consumo diario y los datos meteorológicos de lugar donde será instalado el sistema.

4.3 Semáforo

Los semáforos en general son considerados como dispositivos usados para regular el tránsito en las calles por medio de luces indicadoras. Una definición sobre semáforo nos dice:

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control. (Secretaría de movilidad de Medellín., 2020)

Los semáforos son de gran utilidad para el control y seguridad vial de los vehículos y peatones que circulan a diario por las calles, por lo que es de suma importancia realizar un estudio y análisis donde se ubicaran según el tráfico, los ciclos que deberá tener para darle fluidez al congestionamiento vehicular.



Figura 4.4 Semáforo. Fuente: (Sacyr, 2021)

4.3.1 Funciones

Los semáforos se utilizan para el control del tráfico de ello se derivan varias funciones entre las que se tienen:

- Interrumpir periódicamente el tránsito de una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otro carril vehicular.

- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- Controlar la circulación por carriles.
- Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- Proporcionar un ordenamiento del tránsito.
- Prevenir accidentes por atropellamiento en peatones.

Todo ello se logra fundamentalmente con la optimización de ciclos en las luces de señalización que hacen al semáforo un dispositivo ideal para ejecutar cada una de esas funciones de forma constante para el control del tráfico y la seguridad vial en la prevención de accidentes (Secretaría de movilidad de Medellín., 2020).

4.4 Tipos de Semáforos

4.4.1 Semáforo Vehicular

Es el primer tipo de semáforo en ser creado por el incremento del tráfico y de los accidentes por la velocidad de los automóviles, se convirtieron en un sustituto de los agentes de tránsito, con el tiempo estos dispositivos de control de tráfico se han ido actualizando implementando nuevas tecnologías, regularmente constan de algunas partes fundamentales: cara, cabeza, unidades ópticas, soporte, sistema de alimentación y control. Dentro de este tipo de semáforos se dividen en otros tipos según la función que desempeñan o el lugar donde se requieren entre ellos se tienen los siguientes: semáforo de control de flujo vehicular en intersecciones, de Control vehicular en cruces y virajes, activados por línea de detención, de advertencia, para bicicletas y semáforos portátiles. (Practicatetest, 2021)

4.4.2 Semáforo peatonal

Son los semáforos empleados para regular el flujo peatonal, permitiendo que las personas puedan cruzar las calles de forma segura coordinados con los ciclos de los semáforos vehiculares para evitar accidentes por atropellamiento. Para instalar este tipo de semáforos como condición debe existir gran afluencia de personas y deben ser visibles a los peatones, se pueden colocar de forma individual o en conjunto con el semáforo vehicular.

Este tipo de semáforos se dividen de acuerdo a la función que deben cumplir y para el tipo de peatones que fueron diseñados entre ellos se tienen los siguientes diseños: Semáforo peatonal simple (luz verde para cruzar, luz roja para esperar en sus luces, muestran la imagen de una persona), Semáforo peatonal con pulsador (permiten al peatón indicar que quiere cruzar la calle), Semáforo peatonal parpadeante, Semáforo peatonal con cuenta regresiva, Semáforo peatonal para personas con discapacidad visual. (Practicatest, 2021)

4.4.3 Semáforo moderno o Inteligente

Este tipo de semáforos han venido a innovar en el control de tráfico de las ciudades contando con variedad de funciones realizadas mediante la aplicación de nuevas tecnologías entre las características que presentan este tipo de semáforos tenemos:

- Determinan la duración de cada luz de acuerdo al flujo vehicular. Este puede ser detectado por medio de sensores ubicados en el pavimento por donde transitan los carros. Así, en una calle por la que circulan muchos vehículos a cierta hora del día, el semáforo va a darle un tiempo más largo a la luz verde para que no se acumule el tráfico. (Castañeda Aguilar, R. L., 2017)
- Los semáforos de una ciudad se manejan desde una central donde hay un computador con un software que los hace funcionar. Allí hay personas que están monitoreando constantemente, por medio de cámaras, la efectividad de los semáforos en las vías.
- Son alimentados con energías alternativas como la solar, permitiendo que trabajen constantemente, aun cuando hay interrupciones por cortes en el fluido eléctrico, al ser alimentados con energía solar algunos semáforos son portátiles.
- Tienen variedad de funciones. Un semáforo vehicular por ejemplo puede traer integrado: señales para peatones, lámparas de alumbrado público, cámaras de seguridad o de monitoreo de tráfico.
- Para el control de ciclos o tiempos los semáforos pueden tener variedad de sensores instalados, los cuales pueden ser: de movimiento, infrarrojos, de peso, etc., esto de acuerdo a la función que realizan.
- Los semáforos vehiculares que tienen integrado un semáforo peatonal poseen un interruptor para anunciar que existen personas preparadas para cruzar o sensores que determinan su

presencia, con ello se logra realizar un cambio en los ciclos del semáforo para cruzar de forma segura la calle.

Estos sistemas de semáforos modernos con este tipo de características son utilizados mediante un sistema centralizado de sincronización que sirve como una herramienta de apoyo en la coordinación y logística del tráfico para darle mayor fluidez al congestionamiento vehicular, esto se realiza aplicando nuevas tecnologías para crear una red de sincronización para programar los ciclos de acuerdo al tránsito que circula o las emergencias que puedan surgir, siendo monitoreados por cámaras constantemente en tiempo real y además algunos de estos sistemas su fuente de energía es renovable permitiendo que trabajen constantemente ante cualquier interrupción en la red eléctrica y permitiendo que algunos de estos semáforos sean portátiles.

V. METODOLOGÍA

5.1 Enfoque

En esta investigación el enfoque seleccionado e implementado es el Cuantitativo se escogió este debido a que este enfoque se orienta a explorar fenómenos, eventos, comunidades, hechos y conceptos o variables a través de las observaciones realizadas y los datos recopilados durante la investigación, también facilita su representación en datos estadísticos como gráficos que fácilmente pueden ser interpretados de forma objetiva para una mayor comprensión y análisis.

Sampieri, Collado, & Lucio (2014) afirman que el enfoque cuantitativo es “secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase” (pág. 4).

En este enfoque surgió mediante la observación y análisis del tráfico que es ocasionado por varios problemas; como los cortes de energía, los cuales afectan a los semáforos que trabajen de forma continua en esos periodos donde no hay energía y que aparte no exista un sistema centralizado de recolección de datos en tiempo real para con ello poder optimizar los ciclos del semáforo, mejorando la fluidez del tráfico, de lo cual resultaron cuestionamientos sobre la manera en que se puede mejorar la fluidez del tráfico en la ciudad de Tegucigalpa y así evitar el congestionamiento vehicular por largos periodos de tiempo. Luego de esto sigue la fase de Planteamiento del Problema seguido de la Revisión de la Literatura y desarrollo del Marco Teórico, Visualización del alcance del estudio, Elaboración de Hipótesis y definición de variables, Desarrollo del Diseño de Investigación, Definición y Selección de la Muestra, Recolección de los datos, Análisis de los datos y Elaboración del Reporte de Resultados el cual es factible de entender ya que surge de este proceso que es definido y organizado.

5.2 Técnicas e instrumentos aplicados.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son sumamente importantes debido a que nos permiten descubrir y conocer los datos necesarios que fundamentan el estudio; existen varias técnicas de recolección de datos en esta investigación se hará uso de la siguiente:

5.2.1 Observación.

La observación es una técnica que consiste precisamente en observar el desarrollo del fenómeno que se desea analizar. En investigación cuantitativa es útil para hacer seguimiento a la frecuencia de fenómenos o el funcionamiento de una máquina (Caro, 2021).

La observación fue implementada al inicio para obtener una idea clara sobre lo que se debía de investigar, de lo cual surgieron preguntas al observar el congestionamiento vehicular y las posibles soluciones para mejorar la fluidez del mismo, lo que permitió el desarrollo de esta investigación y una mejor comprensión de ella.

5.2.2 Análisis de contenido.

Se utilizó la técnica de análisis de contenido, por lo que se procedió a la búsqueda, recolección y análisis de los diversos estudios relacionados con diseño de sistemas de semaforización y el uso de energía renovable (Caro, 2021).

Por consiguiente, dicha técnica e instrumento utilizados para la recolección de información estuvieron concentradas en la búsqueda, análisis, clasificación e interpretación de la información contenida en tesis, proyectos, normas, libros y revistas científicas, periódicos digitales acerca de semáforos, elementos de un sistema fotovoltaico y la relevancia que han tenido este tipo de sistemas en otros países donde se han implementado.

5.2.3 Diseño prototipo.

Al realizar el análisis de la información obtenida sobre sistemas de semáforos que usan energías alternativas para su alimentación, se procederá a realizar el diseño del prototipo del semáforo fotovoltaico para lo cual se deberán hacer los cálculos correspondientes, que serán de utilidad para determinar las propiedades de los dispositivos a utilizar, con estos datos se realizarán los diagramas y simulación, con el fin de que el diseño del semáforo fotovoltaico sea funcional según los objetivos del proyecto.

5.3 Fuentes de Información.

Las fuentes de información son sumamente necesarias en cualquier investigación para recopilar y obtener información relevante y necesaria para enmarcar el problema de investigación.

“Las fuentes primarias, secundarias y terciarias son aquellos recursos informativos compuestos por datos escritos, orales, informales, formales, físicos o multimedia, útiles para llevar a cabo una investigación”(González, 2020).

5.3.1 Fuentes de Información Primaria.

En este proyecto de graduación las fuentes primarias utilizadas han sido libros con información relacionada con energía renovable, en específico la energía solar y documentos en línea de revistas científicas en donde dan a conocer estudios sobre la implementación de energía solar para proyectos de señalización vial, usada en semáforos fotovoltaicos, y como estos semáforos son monitoreados por medio de un sistema centralizado.

- Como el libro Energía solar fotovoltaica de Sala Pano, G. y Diseños de sistemas Fotovoltaicos de Perpiñan, O., Colmenar, A., & Castro, M.
- Documentos en línea como el Plan de movilidad segura de la secretaria de movilidad de Medellín y Semáforo inteligente con iluminación de estado sólido del programa de tecnología eléctrica de la Universidad de Pereira.

5.3.2 Fuentes de Información Secundaria.

Para este proyecto de graduación se hizo uso de artículos de revistas y periódicos digitales con información relacionada con la aplicación de energía renovable para semáforos fotovoltaicos, e información de diferentes países que están modernizando los sistemas de semaforización aplicando nuevas tecnologías.

Entre los documentos que se utilizaron se tiene:

- Sistema de Semáforos Inteligentes Utilizado Sensores de Presencia de Armando Jacobo,
- Sistema renovable basado en paneles solares para la alimentación de la semaforización vehicular y peatonal, caso de estudio localidad de chapinero, Bogotá.

- Propuesta de instalación de un sistema de energía eléctrica alternativa para ser utilizado en los dispositivos de control vial del municipio Simón Bolívar estado Zulia de Bravo, Juan Enrique.
- Sistema de Semaforización de Bajo Costo, Basado en Tecnología LED y Energías Renovables, Utilizando Señales de Sensores Digitales y Algoritmos Computacionales para la Gestión de Tráfico Vehicular y Peatonal de Ayala Rada, Gustavo.

5.4 Cronología de trabajo.

A continuación, se presentan las tareas realizadas durante el periodo de ejecución del proyecto de graduación, mediante un gráfico de Gantt.

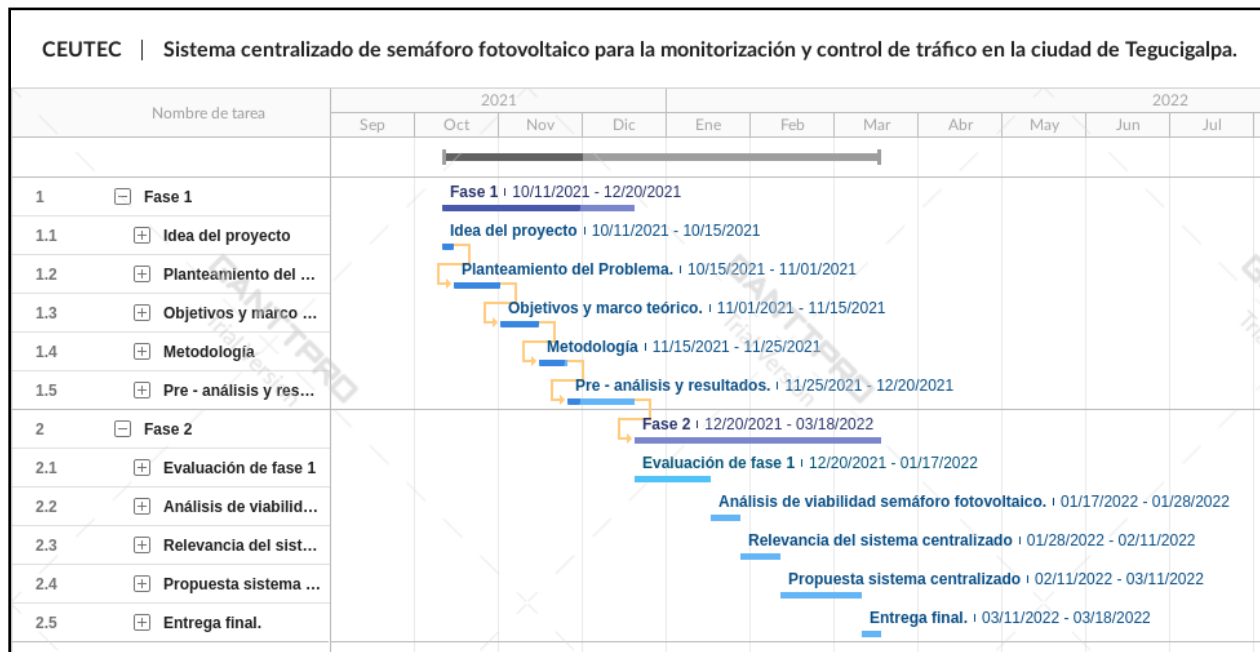


Figura 5.1 Grafico de Gantt. Fuente: (Elaboración Propia)

VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Análisis del uso sistemas centralizados de semáforos alimentados con energía solar.

Análisis de sistemas de semáforos alimentados con energías alternativas como la solar en otros países y que resultados han obtenido al implementar este tipo de energías para semáforos. Además se han creado sistemas centralizados de semaforización con el fin de monitorear el tránsito en las calles de las ciudades, para reducir el tráfico.

En Centro América este tipo de tecnología para sistemas centralizados de semáforos fotovoltaico se han aplicado en Costa Rica en diferentes localidades. Entre las cualidades que resaltan de este tipo de sistema de semáforo en Costa Rica resaltan lo siguiente:

- Mejorar la seguridad vial, dado que ante eventuales cortes eléctricos o apagones los semáforos no se ven afectados, con lo que se prevé evitar accidentes de tránsito y congestionamientos innecesarios.
- El funcionamiento de estos sistemas con energía limpia representa un importante ahorro en consumo eléctrico que se reduce en aproximadamente un 80%.
- Además del panel solar, se colocan baterías de litio que permiten almacenar energía para que los semáforos funcionen en promedio 14 horas con ausencia de luz solar.
- Son monitoreados desde el Centro de Control de Tránsito.
- No son proyectos de bajo costo por el gasto que se requiere en tecnología al adquirir el sistema fotovoltaico y los diferentes sensores que se le colocan para realizar el control centralizado.

En México se ha aplicado diferentes tecnologías para sistema de semáforos con el propósito de controlar el tráfico y tener fluidez en el mismo, para ello ha implementado diferentes tecnologías de lo que destacan:

- Semáforos hechos en México funcionan con energía proveniente del sol, ahorran entre 90 y cien por ciento de electricidad. Ante la posibilidad de una interrupción prolongada del suministro eléctrico proveniente de la red doméstica se ha previsto que la carga completa de cada batería pueda funcionar con un tiempo de autonomía de al menos 12 horas. En este caso

la energía suministrada al sistema semafórico de energía renovable será de 0,365 kWh, lo que es significativo en cuanto ahorro se refiere ya que los semáforos convencionales que aun utilizan bombillos incandescentes y halógenas, cada semáforo consume una media de 1.230 kWh.

- Los bancos de baterías están diseñados para funcionar aún cuando no se tenga energía solar durante varios días, pues acumulan la energía. Por ello, los semáforos operan de forma regular las 24 horas del día.
- En cuanto a los costos económicos de este producto representa 30 por ciento más el valor que tienen los semáforos convencionales, ya que los sistemas de semáforos convencionales con luz LED en promedio tienen un costo de USD 2,283.95 mientras que un sistema de semáforo fotovoltaico con un conjunto de cuatro caras de semáforos con dos paneles solares y sus respectivas baterías tiene un costo promedio de USD 8,000.
- Se evaluó el gasto de combustible utilizando los dos sistemas de semáforos, teniendo ciclos fijos y teniendo ciclos dinámicos por medio de un sistema centralizado.

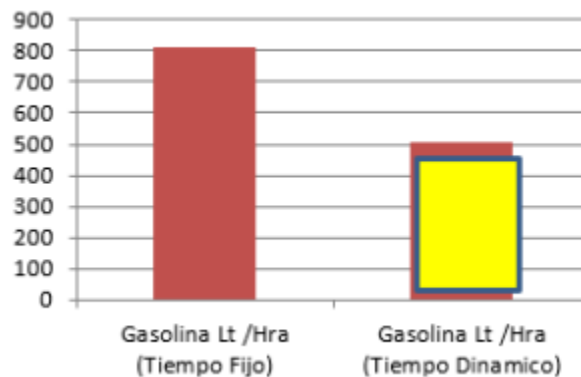


Figura 6.1 Consumo de combustible según ciclos del semáforo. Fuente: (Jacobo, 2015).

La figura muestra el ahorro de combustible que se logra al utilizar un sistema centralizado con ciclos dinámicos según el congestionamiento vehicular tomando en cuenta las horas que se presenta mayor afluencia de vehículos se tomaron 3 horas diarias de lunes a viernes por tres semanas obtuvieron esa estadística. Por lo tanto en México la rentabilidad del sistema de semaforización dinámico es de 1.49 la tecnología se justifica (Jacobo, 2015).

El diseño se implementó un sistema centralizado de sincronización de semáforos inalámbricos solares que sirva como herramienta de apoyo en la coordinación logística del tráfico vehicular en las ciudades y, específicamente, en los servicios públicos de emergencia de salud y seguridad.

Existen otros países de Sur América que tienen experiencia en el uso de sistemas centralizados de semáforos fotovoltaicos, los que resaltan las cualidades de estos sistemas:

En Chile.

- Para el desorden vial en las calles se diseñaron semáforos portátiles, que además son solares.
- Las baterías que son capaces de mantener el funcionamiento en lugares remotos y sin acceso a electricidad con una autonomía de 60 horas sin recargar sus baterías a través de los paneles solares en caso de ser necesario.
- La inversión de un semáforo tradicional es de unos 50 millones de pesos, y es una inversión solo por un par de horas. Los nuestros, varían entre \$1.200.000 y \$4.500.000, es decir, entre el 1% y el 10% de lo cuesta un semáforo normal (Pezoa, 2019)
- Todos cuentan con GPS, por lo que siempre saben dónde están, por su tamaño caben en carro pickup, robárselos es muy complejo.

En Argentina.

- Semáforo alimentado con energía solar, coordinado y monitoreado satelitalmente.
- A partir de los paneles solares y las baterías de almacenamiento, los semáforos instalados están preparados para tener unas 72 horas de autonomía, aunque en caso de algún desperfecto en este circuito, un sistema les permite conectarse automáticamente con la red eléctrica, para seguir funcionando con toda normalidad. (Stinorland, 2021)

Al igual que en continente Americano en Europa se están usando tecnología actualizada para implementarla en sistemas de semaforización con el fin de mejorar el tráfico en las ciudades, estos sistemas constan de las siguientes características:

En Londres, Inglaterra

- Se utiliza un sistema centralizado de semáforos inteligentes. El sistema de control de semáforos basado en la información recibida por un conjunto de cámaras. Un software identifica estas imágenes y calcula el flujo de tráfico. Los agentes alivian la congestión de vehículos y el objetivo es extender esa idea mediante el uso de la inteligencia artificial.
- Sus resultados demuestran que se reduce en un 40% el tiempo de espera de los vehículos. También se produjeron reducciones de emisiones de hasta el 26% en los vehículos que circulaban por las calles gestionadas por este sistema (Nadal, 2019).

Según la información recopilada en diferentes países se ha actualizado los sistemas de semaforización con nuevas tecnologías con el fin de dar fluidez al congestionamiento vehicular, mantener el orden en las ciudades, y poder evitar accidentes. Estos sistemas se han centralizado para monitorear constantemente el tráfico y con la información que se recibe poder tomar decisiones en determinar los ciclos de cada semáforo según la afluencia de vehículos que pueda tener cada intersección, y en muchos casos se ha optado a alimentar estos sistemas de semáforos con energía renovable como la solar.

Estos cambios con sistemas centralizados ha traído sus ventajas como se muestra en el análisis se le da fluidez al congestionamiento vehicular, se permite tener ciclos flexibles según la afluencia de vehículos, se mantiene el orden en la ciudad, según los estudios se produce un ahorro de combustible para los conductores, para los pasajeros del transporte público se ahorra tiempo en poder desplazarse de un lugar a otro, seguridad vial evitando accidentes automovilísticos.

A la vez se tienen desventajas al utilizar tecnologías actualizadas se requiere de un presupuesto mayor para efectuar este tipo de proyectos por todo el equipo necesario, al usar energías alternativas como la solar se debe invertir en un sistema fotovoltaico el cual, en todos los países que se analizaron que usa este tipo de sistemas, utilizan baterías para acumular la energía procedente de los paneles y así el sistema funcione en días nublados o por la noche, estas baterías según sus características se deben cambiar en un periodo de tiempo determinado. Por lo que en relación con la inversión en estos sistemas y el ahorro de energía que se obtiene no es relativo, la mayoría de países optan por estos sistemas para que los semáforos trabajen continuamente con energía alternativa, y son empleados en carreteras donde genera un gasto mayor conectar semáforos a la red eléctrica o se diseñan semáforos portátiles para ser

movilizados según la central indique que existe congestión vehicular y son puestos estos semáforos por periodos de tiempo que son necesarios.

6.2 Esquema de alimentación semáforo fotovoltaico

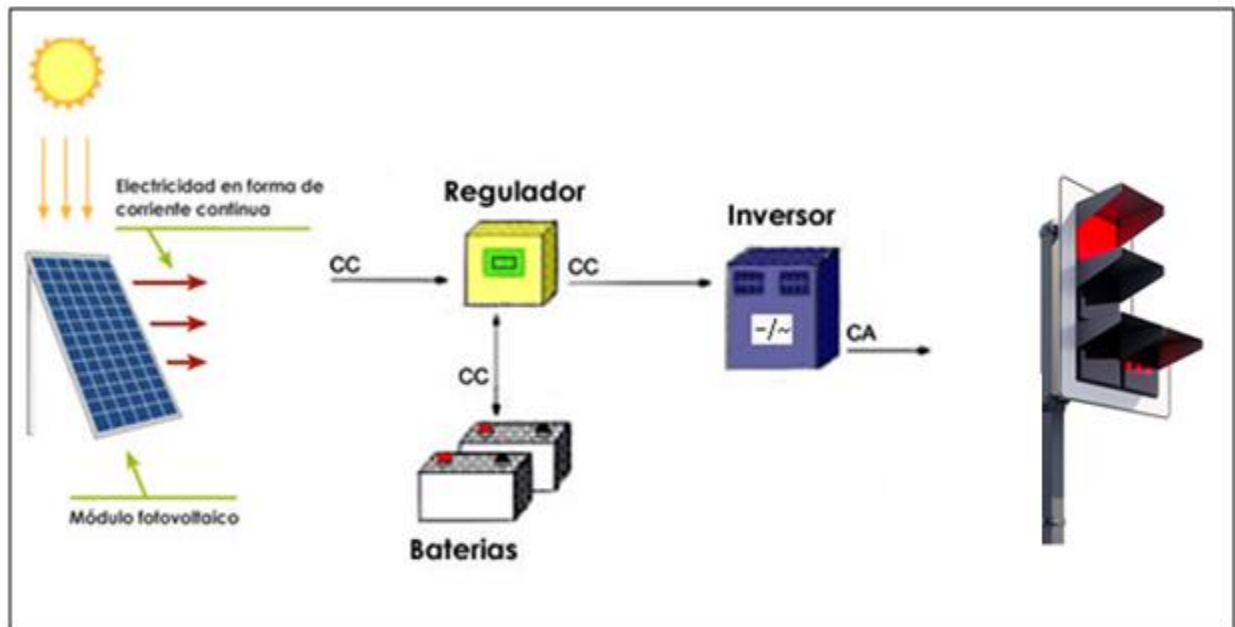


Figura 6.2 Esquema de alimentación semáforo fotovoltaico.

El esquema del semáforo consta de un sistema fotovoltaico integrado por el panel solar, el regulador de voltaje, las baterías o acumuladores, el inversor de corriente. Los cuales son necesarios para poder suministrar la energía, para su alimentación de forma continua aun por la noche o en días nublados por medio del uso de las baterías las cuales garantizan tener el suministro independientemente de la producción eléctrica del generador fotovoltaico.

6.3 Esquema sistema centralizado de control de semáforos

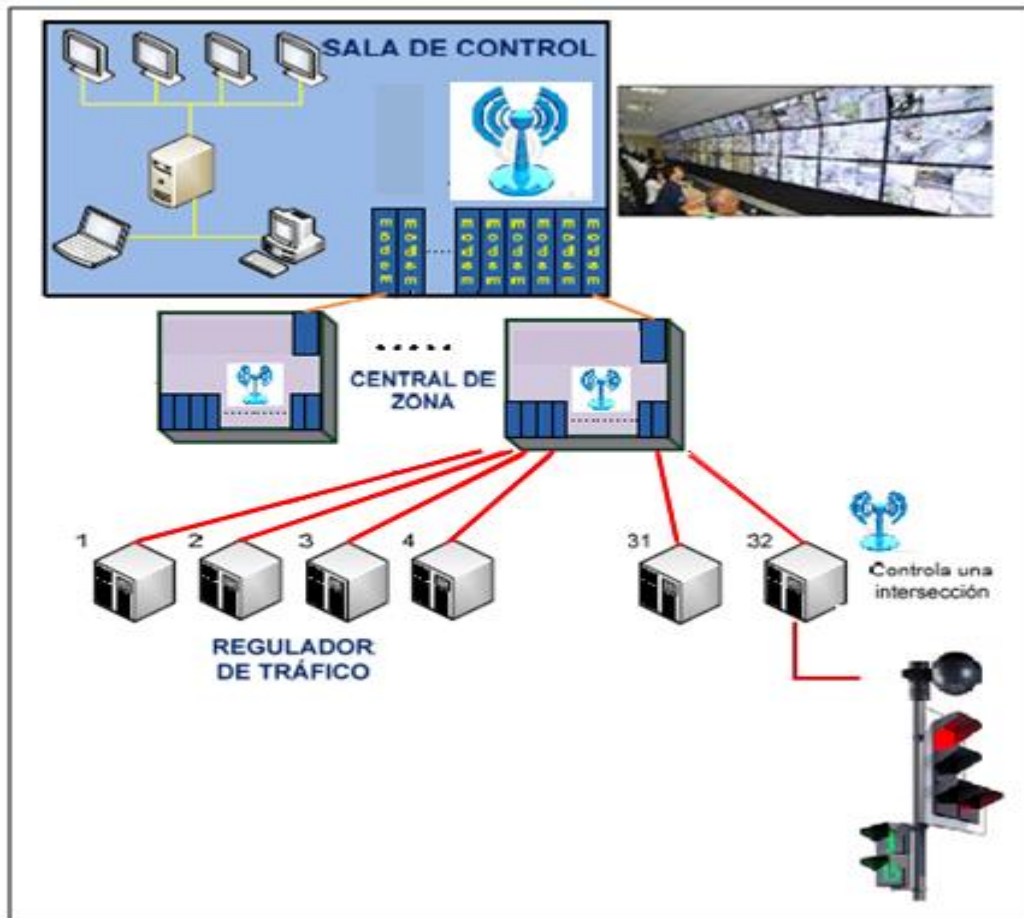


Figura 6.3 Esquema sistema centralizado de control de semáforos.

Para el monitoreo del tráfico y control de los ciclos del semáforo en las intersecciones es por medio de un sistema centralizado conectado en una red de sincronización, mediante protocolos de comunicación. Los semáforos para la recolección de datos pueden tener instalados cámaras y diferentes tipos de sensores los cuales pueden ser: de movimiento, infrarrojos, de peso, etc., esto de acuerdo a la función que realizan. Dentro de la red existen diferentes dispositivos que envían y reciben la información para el control del semáforo entre ellos están: los controladores o reguladores de tráfico, los que reciben información de una central que pueden estar integradas por routers y luego envía y se recibe información de una sala de control que está integrada por diferentes dispositivos entre ellos routers, switch, computadoras, monitores, etc.

VII. CONCLUSIONES

- Según el análisis realizado de sistemas de semaforización fotovoltaicos en distintos países para su instalación desde la viabilidad económica, el costo de estos sistemas es elevado con respecto al sistema convencional de semáforos conectados a la red, en aproximadamente el 30% del valor de un sistema convencional por lo que se debe adquirir todo el equipo fotovoltaico, aparte del panel solar, regulador de voltaje, baterías y, en algunos casos, un inversor de corriente para que el semáforo pueda trabajar aun en ausencia del sol. Desde la parte de viabilidad técnica, las características naturales son de gran importancia donde se instalan sistemas fotovoltaicos, ya que durante la mayor parte del año se debe contar con el recurso solar que es una de las condiciones para el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos, y los dispositivos para instalar el equipo se pueden adquirir ya que estos sistemas fotovoltaicos son de gran utilidad para diferentes aplicaciones, y se pueden obtener en el comercio en los diferentes países analizados u obtenerlos por medio de compras en línea en otros países.
- En las principales ciudades de los países el tráfico se ve congestionado por algunos problemas como tener tiempos establecidos en los semáforos de forma fija y por interrupciones en el fluido de la red eléctrica que alimenta los semáforos. Al poseer un sistema centralizado de semáforos con alimentación fotovoltaica en estas ciudades sirven para mejorar la fluidez del tráfico, ya que al tener una fuente alternativa de alimentación logran trabajar de forma continua, y a la vez traen incorporado distintos dispositivos para recopilar datos en las intersecciones por medio de sensores y cámaras que muestran el congestionamiento en tiempo real, y con esos datos programan los semáforos de acuerdo a la afluencia de vehículos de cada lugar donde los instalan.

- Los sistemas centralizados de semáforos fotovoltaicos están siendo implementados en las principales ciudades de diferentes países ya que presentan variedad de beneficios: se colocan baterías en estos sistemas que permiten almacenar energía y con ello pueden trabajar de forma continua aun en ausencia del sol, se optimizan recursos como combustible en los automóviles, tiempo de desplazamiento de las personas en sus automóviles al poseer un sistema centralizado que permite tener ciclos flexibles en los semáforos un considerable ahorro de energía eléctrica al utilizar un sistema con energía alternativa como la solar. Pero no todo es beneficio en estos sistemas de semáforos presentan un costo elevado referente al costo de semáforos convencionales, las baterías según a sus características propias se deben cambiar en un periodo de tiempo determinado, se debe obtener el sistema fotovoltaico completo no solo el panel solar es suficiente para que pueda trabajar aun en ausencia del sol. Por lo que al instalar este tipo de sistemas se debe analizar los beneficios y desventajas que se tendrán y de acuerdo a ello poder evaluar si es viable el poder instalarlos para poder mejorar el tráfico en las intersecciones donde se instalan.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se debe dar apertura a nuevas tecnologías para el funcionamiento de sistemas de semaforización en Honduras, al investigar sobre sistemas de semáforos de otros países se puede verificar que es necesario poder actualizar estos sistemas en el país aplicando variedad de dispositivos como sensores de movimiento para detectar la presencia de automóviles, cámaras con inteligencia artificial que detectan cantidad de automóviles o la distancia con que se encuentra del semáforo, todo ello para gestionar cambio en los ciclos del semáforo de forma automática según la información que envían estos dispositivos al programador, con el fin de lograr fluidez al congestionamiento vehicular y dar paso a la intersección con mayor afluencia de automóviles.
- Este tipo de proyectos se pueden ampliar aplicándolo a semáforos para peatones que trabajan en conjunto con los semáforos para automóviles o muchas veces ya vienen integrados en uno solo, para evitar accidentes con el cruce de personas en sistemas centralizados se implementan interruptores bajo los semáforos o sensores que detectan la presencia de personas que desean cruzar la calle y por medio de ello se cambian los ciclos del semáforo y se les permite cruzar de forma segura sin esperar por largos periodos de tiempo. Todo ello se puede aplicar en Honduras si se le da apertura a nuevas tecnologías y se tiene la disponibilidad de poder invertir en mejorar el sistema de señalización vial con semáforos modernos e inteligentes que de forma semiautomática o automática, puedan gestionar el cruce de personas de forma segura.
- Al realizar este proyecto en la ciudad de Tegucigalpa y evaluar sus beneficios se puede dar apertura a implementarlo en otras ciudades del país en donde se tiene igual o mayor afluencia de vehículos a diario como ser en la ciudad de Comayagüela, donde las calles en variedad de lugares son reducidas y por ello no da lugar a realizar rotondas, para darle fluidez al tráfico, y los semáforos que ya existen se deben actualizar para sacarle el mayor provecho, implementando nuevas tecnologías como sensores y cámaras para monitorear, controlar, y mejorar la fluidez del tráfico en las intersecciones con mayor afluencia de vehículos que requieren mayor tiempo, y de esta forma darle flexibilidad a los ciclos del sistema de semaforización de acuerdo a las necesidades que se presentan en cada lugar donde están instalados o se instalen estos dispositivos.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Caro, L. (2021, enero 21). 7 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos. *Lifeder*.
<https://www.lifeder.com/tecnicas-instrumentos-recoleccion-datos/>
- Castañeda Aguilar, R. L. (2017, abril 10). *Semáforos inalámbricos, solares y sincronizados*.
<http://w3.conricyt.mx/noticia-detalle.php?noti=422>
- E_Capítulo 6_Semaforos.pdf*. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2022, de
[http://www.estepona.es/perfil/docs/109_12%20MANTENIMIENTO%20INFRAESTRUCTURAS/Prescripciones%20T%C3%A9cnicas/POE%20\(anexo%20II\)/E_Cap%C3%ADtulo%206_Semaforos.pdf](http://www.estepona.es/perfil/docs/109_12%20MANTENIMIENTO%20INFRAESTRUCTURAS/Prescripciones%20T%C3%A9cnicas/POE%20(anexo%20II)/E_Cap%C3%ADtulo%206_Semaforos.pdf)
- Editorial Etecé. (2021). *Energía Solar*. <https://concepto.de/energia-solar/>.
- González, G. (2020, mayo 11). Fuentes primarias: Características y ejemplos. *Lifeder*.
<https://www.lifeder.com/fuentes-primarias/>
- Jacobo, A. (2015). *Sistema de Semáforos Inteligentes Utilizado Sensores de Presencia*. 2(3), 6.
- Nadal, M. V. S. (2019, enero 7). Estos semáforos inteligentes observan el tránsito y cambian su funcionamiento para evitar embotellamientos. *La Nación*.
<https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/estos-semaforos-inteligentes-observan-transito-aprenden-el-nid2207997/>
- Perpiñan, O., Colmenar, A., & Castro, M. (2012). *Diseños de sistemas fotovoltaicos*. J. de Haro Artes Graficas, S.L.
- Pezoa, B. (2019, diciembre 13). *Solares y con GPS: La historia de los semáforos portátiles hechos en Chile*. La Tercera. <https://laboratorio.latercera.com/laboratorio/noticia/clean-light-semaforos-portatiles/937294/>
- Practicatest. (2021, marzo). *Tipos de semáforos de la vía y cómo funcionan*.
<https://practicatest.cl/blog/normativa-de-transito/tipos-semaforos-via>
- Ro.outletshop2021. (2021). *Funcionamiento placas solares*.
<https://ro.outletshop2021.ru/category?name=funcionamiento%20placas%20solares>
- Sacyr. (2021, junio 16). *Semáforos inteligentes para reducir la contaminación*. Sacyr Blog.
<https://www.sacyr.com/-/semaforos-inteligentes-para-reducir-la-contaminacion>
- Sala Pano, G. (2002). *Energía solar fotovoltaica*. Ibergraphi S.S.L. <http://www.coit.es>

Secretaría de movilidad de Medellín. (2020). *Plan de movilidad segura*.
<https://www.medellin.gov.co/movilidad/secretaria-demovilidad/codigo-nacional-de-transito>

Stinorland. (2021, noviembre 25). *Fotovoltaica—Argentina, el primer semáforo solar con tecnología LED, puesto en marcha con un móvil*. Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/>
Notice: Undefined in
[/home/energias/public_html/modulos/modulosprincipales/metas.php](https://www.energias-renovables.com/home/energias/public_html/modulos/modulosprincipales/metas.php) on line
21

TECNOSOL. (2016, agosto 26). Baterías para energía solar. Conceptos y tipos de baterías. Energía Solar baterías. *Energía Solar baterías*. <https://tecnosolab.com/noticias/baterias-para-energia-solar-tipos/>