

# Desarrollo de un Semáforo IoT

González Polanco Fatima Abril, Gutiérrez Ramírez Gerardo Humberto, Tobón Aguilera Raúl Vicente,  
Castorena Rivera Alejandro

[abrilpolgon@gmail.com](mailto:abrilpolgon@gmail.com), [187762@alumno.ieu.mx](mailto:187762@alumno.ieu.mx), [185543@alumno.ieu.mx](mailto:185543@alumno.ieu.mx), [185477@alumno.ieu.mx](mailto:185477@alumno.ieu.mx)

Instituto de Estudios Universitarios (IEU)<sup>a</sup>

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación, se desarrolla un sistema semafórico inteligente IoT (Internet of Things) que integra un microcontrolador ESP32, sensores CNY70 y leds RGB (que simulan las luces preventivas del semáforo). Donde los sensores van a registrar temporalmente en la RAM: número de vehículos, predicciones sobre tráfico, conteo diario (con un histograma en HTML). Los datos se visualizan en una página web, actualizada en tiempo real. Dicho proceso se verificará dentro de una maqueta, mostrando la detección vehicular de forma eficiente, ajustes automáticos del ciclo semafórico y visualización dinámica de este. Este trabajo es de bajo costo y versátil.

**Palabras clave:** *IoT, Semáforo inteligente, Microcontroladores, Computo en la nube*

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido a la transformación de la era digital y la evolución constante de estos medios, las ciudades buscan innovar sus entornos urbanos en algo más autónomo e inteligente. Uno de los principales desafíos es la gestión vehicular, ya que se dificulta el tener un análisis preciso y eficiente. En este contexto IoT se considera como una solución prometedora para la mejora de la movilidad urbana. Mediante el uso de sensores, semáforos inteligentes y sistemas de procesamiento de datos en tiempo real, el IoT permite una gestión de la infraestructura vial, sentando un nuevo modelo vial para ciudades ergonómicas y sostenibles.

En los últimos años, el surgimiento del IoT ha tenido un papel relevante para el paso a la era digital. En 2023 se contabilizaron más de 16.6 mil millones de dispositivos conectados en todo el mundo, con una proyección cercana a los 19 mil millones en 2024.[1]

El mercado del IoT en ciudades inteligentes alcanzó los 191.8 mil millones de USD en 2023, y se estima que supere 490 mil millones de USD para 2028, siendo el control urbano una de las principales áreas de aplicación.[2] Google Green Light (implementadas entre 2022 y 2024) lograron reducir un 30% los tiempos de espera en semáforos sin necesidad de estructuras físicas nuevas [3], lo que hace evidente el potencial que tiene este tipo de soluciones. Sin embargo, en enero de 2025, la ciudad de Ámsterdam suspendió el uso de

semáforos inteligentes debido a la privacidad y ciberseguridad. [4][5]

Gracias a los antecedentes encontrados y las mejoras que pueden generar, el trabajo presente, se propone a la caracterización e implementación a escala de un sistema que simula el funcionamiento de un semáforo basado en IoT, guiado a la detección, análisis y visualización de datos en tiempo real.

Está construido por un microcontrolador ESP32, sensores ópticos CNY70 y uso de LEDs RGB para simular luces de tráfico tradicional. Diferencias clave al momento de hablar del proyecto presente, es que este prototipo no solo realiza cambios automáticos de luces, sino que también registra variables relacionadas con flujo vehicular como:

1. Cantidad de vehículos detectados por sensor.
2. El total diario de vehículos.
3. Horas pico.
4. Predicción de tráfico.

Toda esta información es almacenada temporalmente en la RAM y presentada en una interfaz web programada con HTML y JavaScript, que refresca los datos sin necesidad de recarga manual, brindando una experiencia dinámica para el usuario.

Buscamos demostrar la viabilidad al efectuar una solución inteligente de bajo costo que permita

registrar y analizar datos relevantes sobre el comportamiento vehicular urbano, aportando información para futuras decisiones en materia de movilidad y seguridad vial.

## 2. MATERIALES Y MÉTODO

Para el desarrollo del semáforo inteligente IoT, se implementó una maqueta a escala (40x50) que representa la intersección de 2 cruces. La construcción del prototipo se basó en un modelo de bajo costo y fácil acceso, con el propósito que sea fácilmente replicable en entornos educativos o experimentales.

Se utilizó un microcontrolador ESP32, debido a su conectividad Wi-Fi, alta capacidad de procesamiento y su compatibilidad con múltiples sensores debido a sus puertos ADC. Este dispositivo permite la integración de sensores CNY70 (sensor óptico infrarrojo) donde el envío de datos se almacena en la RAM. Para la detección vehicular, se usaron 8 sensores CNY70 de manera estratégica entre ambos carriles.

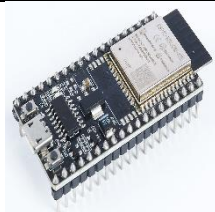




Mediante el uso de LEDs RGB que simulan dos semáforos, que se configuraron para representar los tres estados del semáforo (verde, amarillo y rojo). El modo de cambio de luces se modificará, en función a los vehículos detectados, así generando los ciclos del semáforo según el flujo vehicular

Los datos obtenidos mediante el microcontrolador (ESP32) serán almacenados temporalmente dentro de la memoria RAM, registrando los siguientes datos: vehículos detectados, registro de la hora, predicción de tráfico, total de vehículos. La ESP32 mandará estos datos mediante solicitudes HTTP.

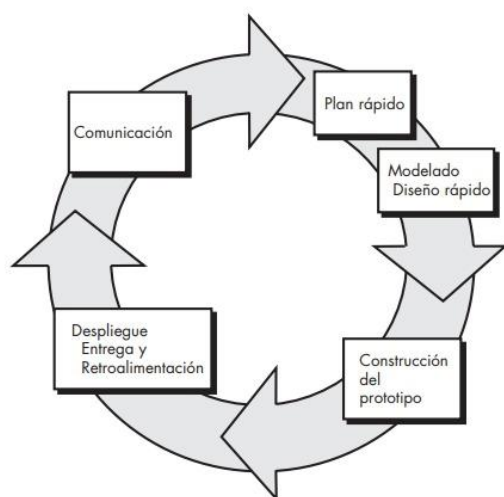
La interfaz de usuario se desarrolló como una aplicación web utilizando los lenguajes HTML, CSS y JavaScript. Para la visualización de datos, se utilizó la biblioteca Chart.js, que permite generar histogramas mostrando así el flujo vehicular diario. La interfaz hace posible la actualización de datos en tiempo real, mejorando la interactividad y la experiencia del usuario.

El semáforo fue testeado mediante pruebas controladas dentro de la maqueta, poniendo distintos tipos de escenarios. Validando así su capacidad de ajustar los ciclos semaforicos, y así mismo su respuesta ante las congestiones vehiculares. Los

resultados mostraron de forma eficiente el control vehicular y el enfoque preventivo mediante alguna situación inusual.

ESP32 (microcontrolador)	
CNY70 (Sensor óptico infrarrojo)	
LEDs RGB (led ultrabrillante)	
Arduino IDE (Editor de texto)	
VisualStudioCode (Editor de texto)	

El método utilizado fue el método evolutivo el cual se basa en el siguiente diagrama [6]:



1. Diagrama de método evolutivo.

El motivo del uso es que a raíz de este podemos ir desarrollando versiones cada vez más completas.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo del sistema semafórico inteligente IoT ha permitido la recolección y análisis de datos relevantes sobre el comportamiento vehicular en la intersección simulada. A través de la implementación de sensores CNY70 y el microcontrolador ESP32, se logró registrar de manera efectiva el número de vehículos, la predicción de tráfico y las horas pico. Los datos fueron almacenados en la RAM del microcontrolador y se visualizaron en una interfaz web dinámica, actualizada en tiempo real.

Los resultados obtenidos durante las pruebas controladas en la maqueta mostraron que el sistema es capaz de ajustar automáticamente los ciclos semafóricos en función del flujo vehicular. Se registraron picos de tráfico en horarios específicos, lo que permitió optimizar el tiempo de espera de los vehículos. Además, se generaron histogramas que ilustran el conteo diario de vehículos, facilitando la identificación de patrones de tráfico y horas pico.

El sistema también demostró su capacidad para registrar eventos de cruce durante la luz roja, lo que contribuye a la recopilación de datos sobre la seguridad vial. En general, el prototipo mostró un rendimiento eficiente en la gestión del tráfico,

destacando su potencial para ser implementado en entornos urbanos reales.

### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

El proyecto de investigación ha logrado desarrollar un sistema semafórico inteligente basado en IoT que no solo simula el funcionamiento de un semáforo, sino que también proporciona una solución efectiva y de bajo costo para la gestión del tráfico vehicular. La integración del microcontrolador ESP32 y los sensores CNY70 ha permitido la recolección de datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones informadas en materia de movilidad y seguridad vial.

La capacidad del sistema para ajustar automáticamente los ciclos semafóricos en función del flujo vehicular y registrar eventos de predicción, que representa un avance significativo en la implementación de tecnologías inteligentes en la infraestructura urbana. Este enfoque no solo mejora la eficiencia del tráfico, sino que también contribuye a la prevención de accidentes, promoviendo un entorno vial más seguro.

El éxito de este prototipo sugiere que la implementación de sistemas semafóricos inteligentes en ciudades podría ser una estrategia viable para enfrentar los desafíos de la movilidad urbana en la era digital. Se recomienda continuar con el desarrollo y la evaluación de este tipo de sistemas, explorando su escalabilidad y adaptabilidad a diferentes contextos urbanos.

### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. Mims, "The Smart, Cheap Fix for Slow, Dumb Traffic Lights," *The Wall Street Journal*, Jun. 8, 2024. [Online]. Available: <https://www.wsj.com/tech/personal-tech/google-green-light-traffic-light-optimization-992e4252>
- [2] "Global IoT in Smart Cities Market Report 2024," *The Business Research Company*, Mar. 6, 2024. [Online]. Available: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/iot-in-smart-cities-global-market-report>
- [3] J. Callan, "Traffic lights get AI-optimized," *LinkedIn News*, Jun. 9, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/news/story/traffic-lights-get-ai-optimized-6792178/>

[4] “Amsterdam abandons smart traffic lights amid privacy fears,” *The Times*, Jan. 5, 2025.

[5] A. Woodward, “Amsterdam scraps smart traffic lights amid hacking fears,” *Euro Weekly News*, Jan. 6, 2025.

[6] R. Pressman et al., “Ingeniería del software U N E N F O Q U E P R Á C T I C O SÉPTIMA EDICIÓN,” Jan. 2010. Available:

[http://artemisa.unicauca.edu.co/~cardila/IS\\_Libro\\_Pressman\\_7.pdf](http://artemisa.unicauca.edu.co/~cardila/IS_Libro_Pressman_7.pdf)