

**GRUPO 4
EM-TS
T**

SEMAFORIZACION INTELIGENTE

Integrantes:

- Daniella Mazzini
- Ivan Exequiel Gomez
- Alfredo Palacios
- Matias Lujan
- Máximo Santillan

• Daniel Angel Segnana



ISPC Córdoba

Proyecto
IMPOSIBLE

Introducción:

El funcionamiento de los semáforos tradicionales no es muy eficiente. Detienen el tráfico independientemente de cuál sea la situación y carga del mismo. Aunque circulen 30 vehículos de una dirección y ninguno de la otra, los 30 vehículos tendrán que parar a esperar a que se ponga en verde. Esto, en cambio, podría modificarse mediante la Inteligencia artificial que se pueda dotar a los sistemas de semaforización. No es algo lejano, ya se están implementando en algunas ciudades del mundo.

Se trata de los semáforos inteligentes, provistos de sensores (cámaras, sensores ultrasónicos, etc.) y de algoritmos capaz de detectar la afluencia tanto de vehículos como de peatones. Si detecta, por ejemplo, que un grupo de peatones quiere cruzar por un paso peatonal, pondrá en rojo el semáforo de los coches y en verde el de los peatones. Los semáforos estarán en rojo el tiempo estrictamente necesario y los tiempos de espera se reducirán considerablemente.

Literalmente los estados de verde/rojo cambiarán en función de la demanda medida en ese momento, tanto de peatones como de vehículos, para que el tráfico de ambas partes sea constantemente fluido.



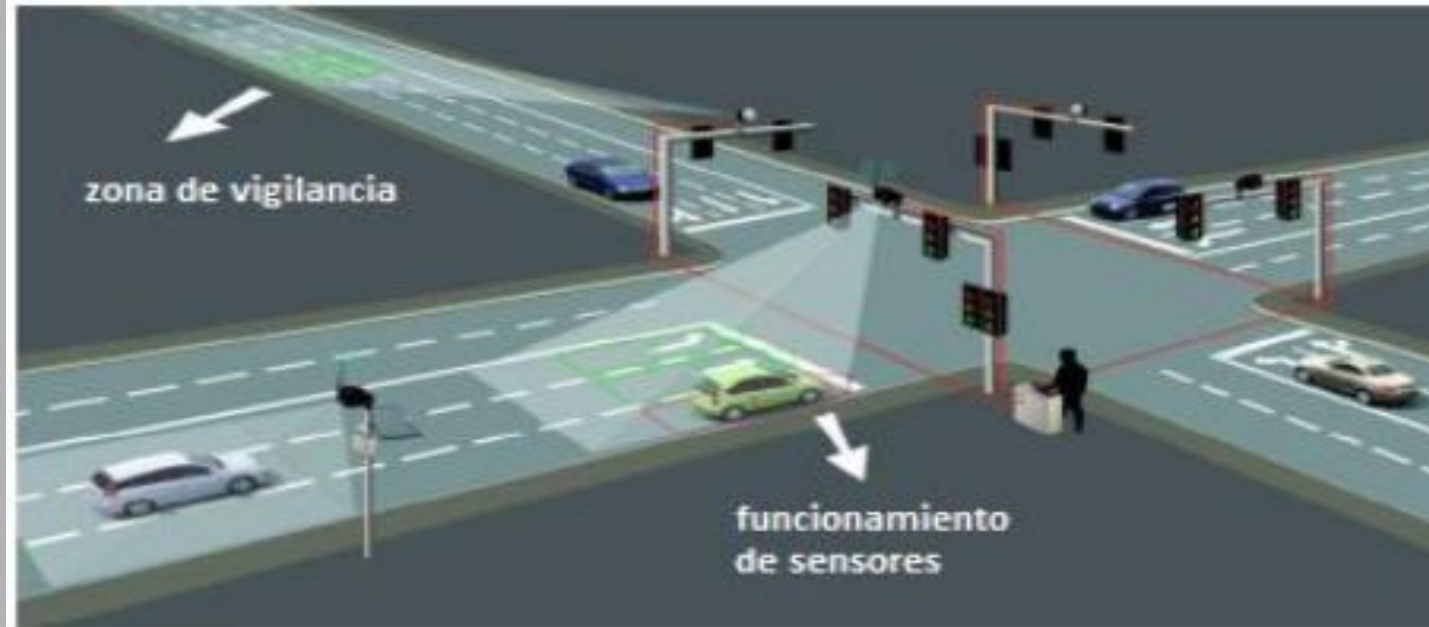
El algoritmo empleado para dotar de “inteligencia” a los semáforos pueden ir de lo mas sencillo a complejo...



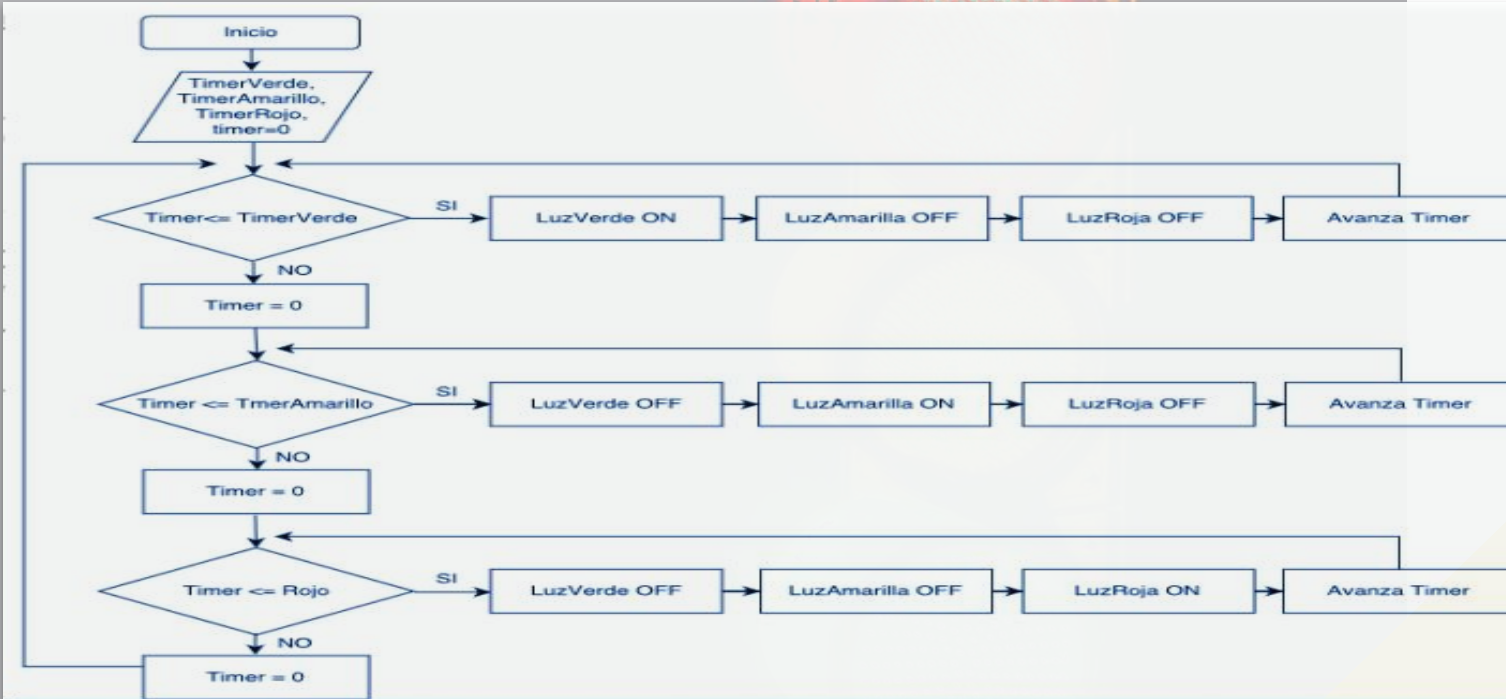
El empleo de sensores ultrasónicos, cámaras, infrarrojos, radares, laser, etc. son métodos **NO Intrusivos** mediante el cual el sistema se vuelve “inteligente” y permite que el flujo del trafico sea fluido.



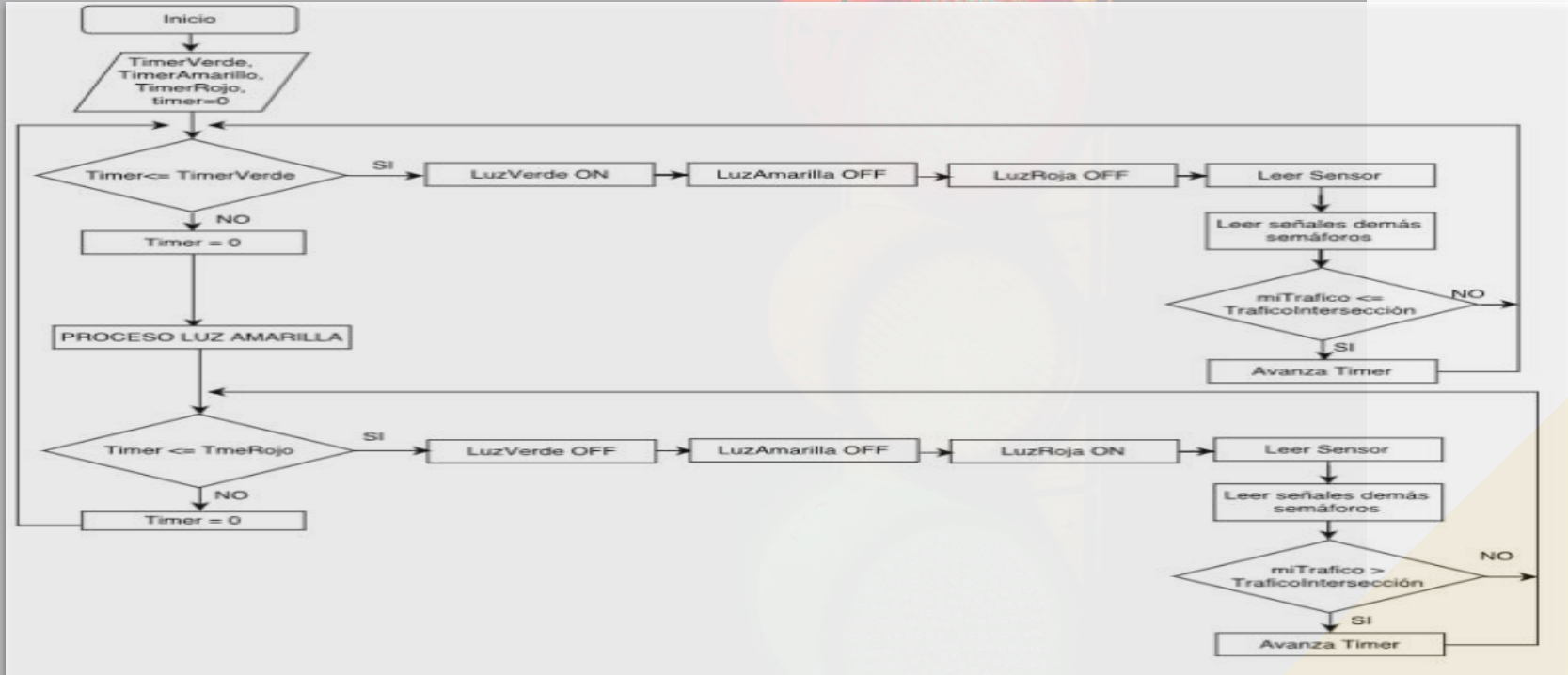
Estructura y distribución de los dispositivos en una intersección.:



Algoritmo de semaforización normal:



Algoritmo de semaforización Inteligente:



Idea central:

La idea es la siguiente. Suponga que hay un número de coches parados en cierta dirección esperando el cambio de la señal del semáforo. Todos los coches comunican al semáforo su lugar específico en la fila así como su dirección. El semáforo debe ser capaz de tomar la decisión óptima para minimizar el tiempo promedio de espera de cada vehículo.

Los controladores de tráfico inteligente deben solucionar este problema mediante

La estimación de cuánto tiempo le tomaría a un vehículo llegar a su destino (siendo que cruza varios semáforos) cuando la luz se puso en verde, y cuanto tiempo le tomaría si la luz se pone en rojo. La diferencia de tiempos de espera de cada estado es la ganancia para el vehículo. Los controladores deben ser capaces de maximizar la ganancia promedio.

La estimación de los tiempos de espera se realiza mediante el refuerzo de aprendizaje que realiza un seguimiento de los tiempos de espera de los automóviles y utiliza de forma inteligente para calcular los promedios a largo plazo en los tiempos de espera utilizando algoritmos de programación dinámica.

Este algoritmo permite que el coche nunca este parado por tanto tiempo.



Diagrama en Bloques:

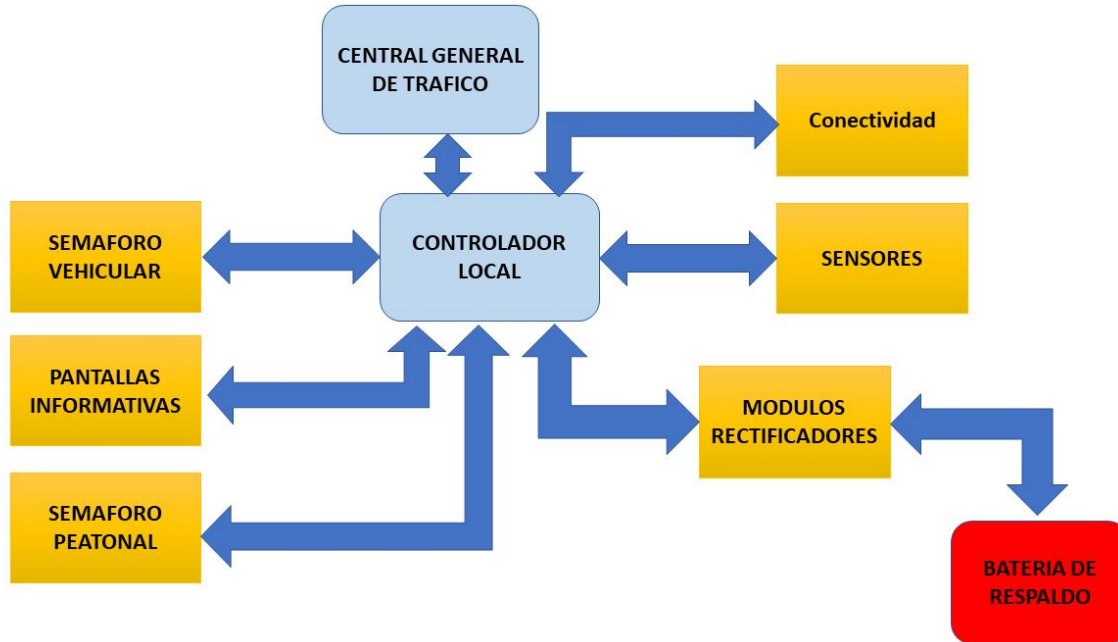


Diagrama en bloques: Semaforo inteligente

Diagrama en bloques.



Diagrama en Bloques:

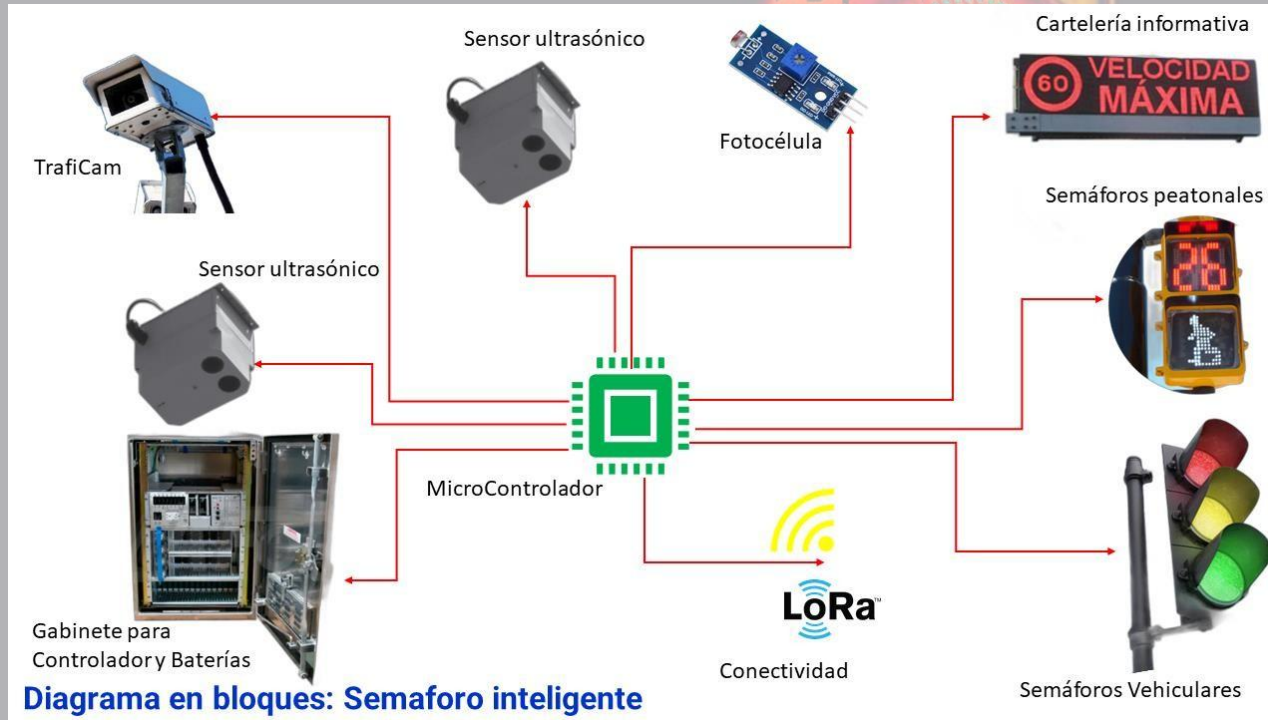


Diagrama en Bloques.



Prototipo (MVP):

El proyecto se contextualiza por ejemplo en la ciudad de Córdoba, en dónde encontramos más de 1.4 millones de autos circulantes, lo que significa estar posicionada como la segunda provincia que más flota posee después de Buenos Aires y C.A.B.A según la AFAC en su informe “Flota circulante en Argentina” del 2021.

Encontramos más de 20 cámaras de monitoreo de tráfico que actualmente nos entregan información casi en vivo del porcentaje de tráfico en intersecciones importantes, catalogando como fluido o intenso



Podríamos seleccionar la intersección Av. Colón y Avda. Maipú debido a su importancia estratégica y por ser un nodo que naturalmente se encuentra con un flujo intenso la mayor parte del día para aplicar el concepto.

La idea es plantear la instalación de un sistema inteligente que “gestione” el flujo del tránsito en forma adaptativa a este.

El prototipo propuesto tiene por misión principal modificar el tiempo de la “onda verde” en función de la presencia de un flujo de vehículos y permitir que circulen la mayor cantidad posible por un tiempo mayor. Además posee un buzzer que durante el día emite un sonido junto a la habilitación del semáforo peatonal, esto para ayudar a las personas con discapacidad visual. Durante la noche, esta funcionalidad se deshabilita mediante el sensado de la luz existente por medio de un LDR.

El prototipo está compuesto de la siguiente manera:

- Placa base: ESP32 (1)
- Sensor ultrasónico (1)
- Buzzer (1)
- LDR (1)
- 4 LED: verde(2), amarillo(1), rojo(1)
- Protoboard (1)
- Jumper de conexión



Diagrama en Bloques

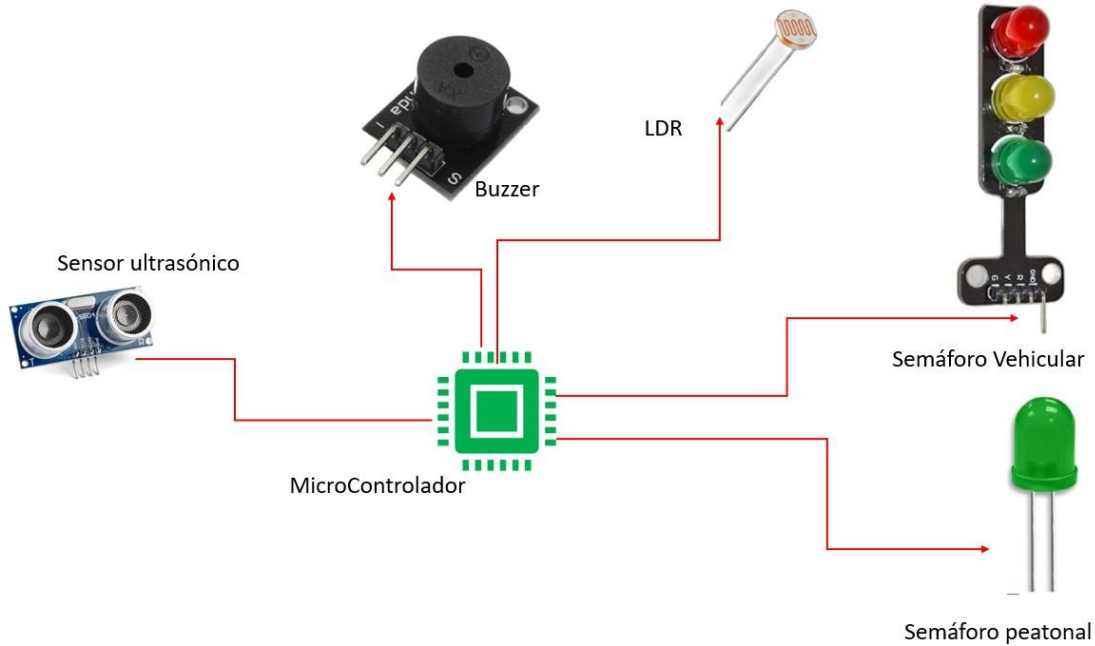


Diagrama en bloques: Prototipo - Semaforo inteligente



Prototipo:

Condiciones normales:

En condiciones normales de poco trafico el sistema funciona normalmente en modo “*No hay trafico*” con una duración de la semaforización estándar, es decir que al no detectar trafico en la calle los tiempos demostrativos para el prototipo que se establecieron de la siguiente manera:

Verde: 4000 milisegundos

Amarillo: 800 milisegundos

Rojo y verde (peatonal): 4000 milisegundos

Buzzer: suena 4000 milisegundos

Condiciones de trafico:

En condiciones de trafico fluido el sistema funciona en modo “*hay trafico*” con lo cual la duración de la semaforización estándar se modifica, los tiempos demostrativos para el prototipo que se establecieron para el semáforo es el siguiente:

Verde: 8000 milisegundos

Amarillo: 800 milisegundos

Rojo y verde (peatonal): 5000 milisegundos

Buzzer: suena 5000 milisegundos



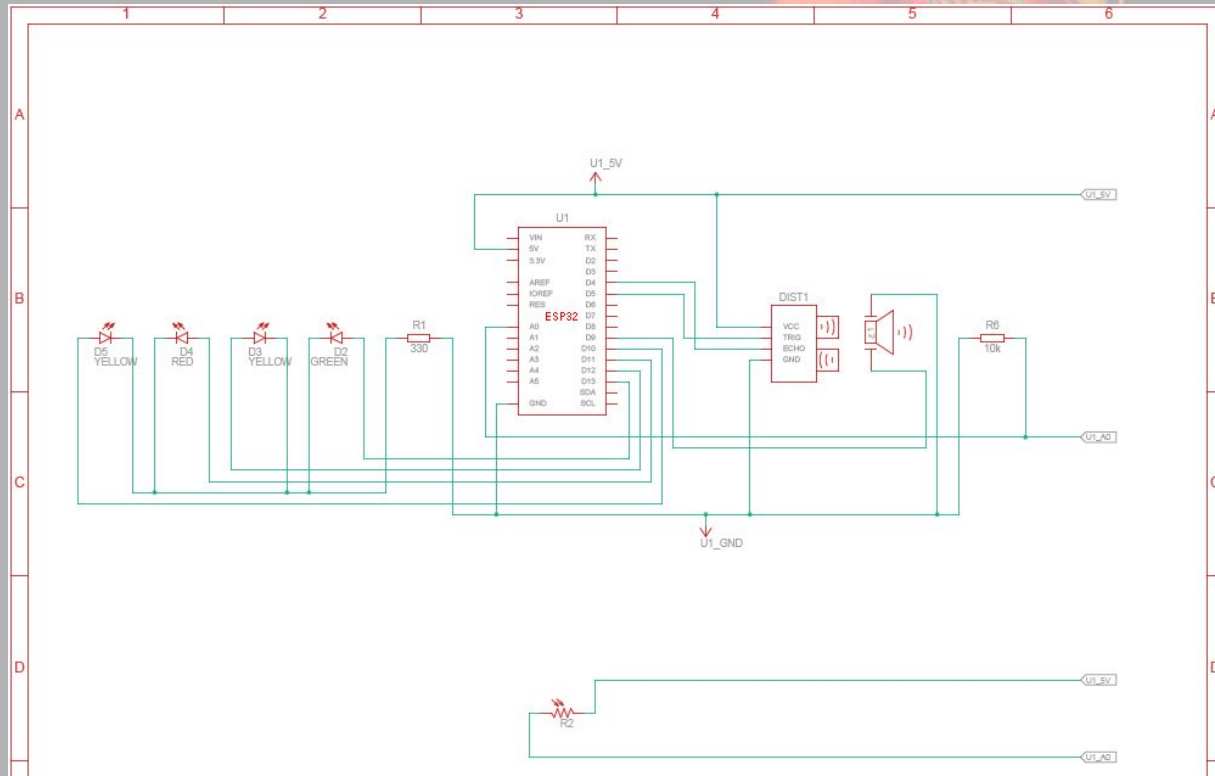
En el prototipo, la detección de tráfico se evalúa con el sensor ultrasónico.
Con el LDR se evalúa la condición diurna o nocturna lo cual permite setear el funcionamiento del buzzer en dos etapas:

1. Modalidad diurna: el buzzer suena en conjunto con el LED verde peatonal por el tiempo establecido.
2. Modalidad nocturna: el buzzer deja de sonar en conjunto con el LED verde peatonal, esto para no generar molestia en horario nocturno y esto suponiendo que no habría circulación de personas con disminución visual en esa franja horaria.

Este prototipo es una pequeña muestra de la funcionalidad que se puede implementar en una intersección de calles, avenidas, etc. sumando el resto de los semáforos que lo conforman y sumando mas sensores para mejorar la medición del flujo vehicular y peatonal.



Circuito:

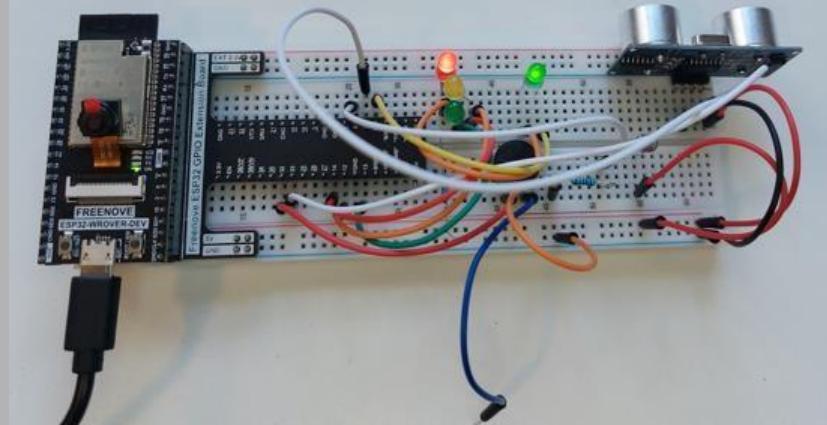


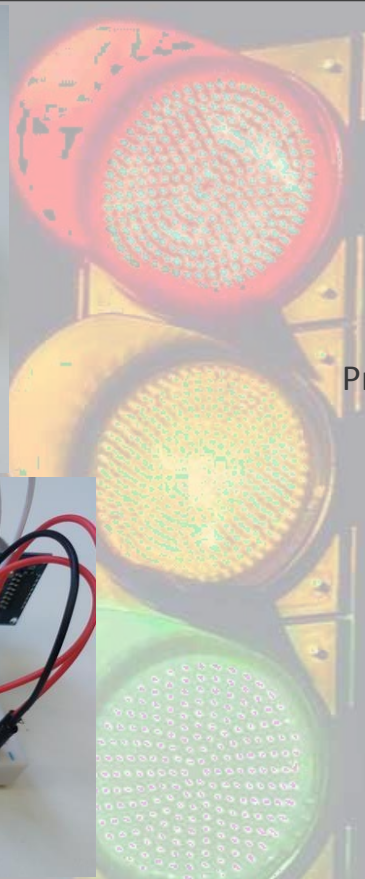
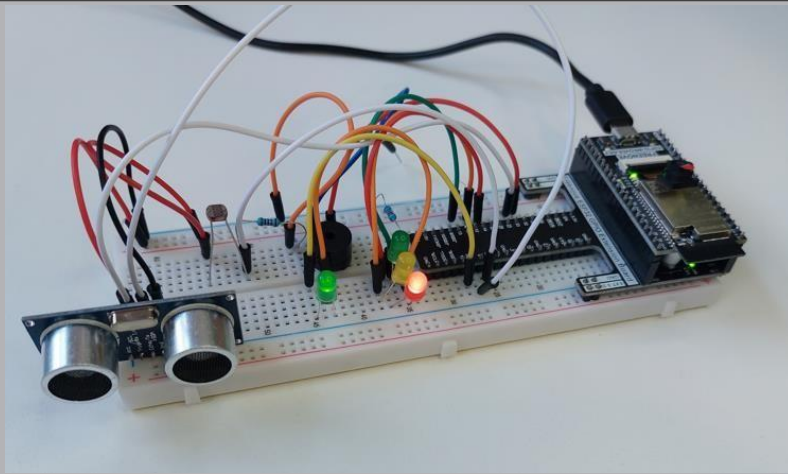
Protoboard:

COM4

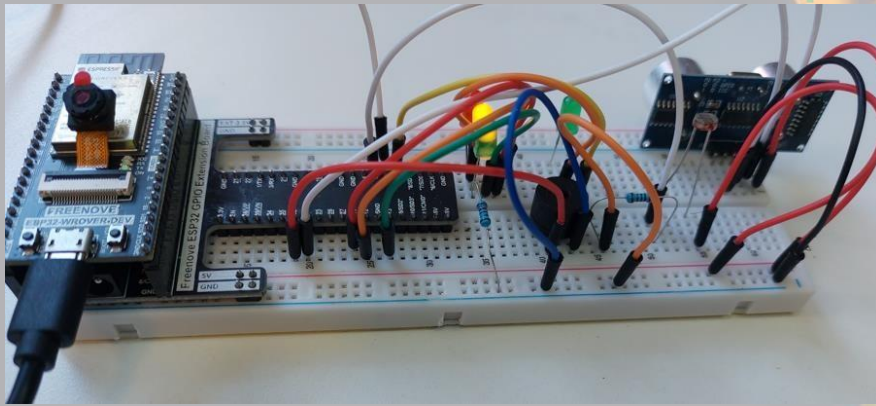
```
16:57:51.549 ->
16:57:52.379 -> 4095
16:57:52.880 -> Es de DIA
16:57:52.880 -> Distancia 1 = 4 cm
16:57:52.880 -> Hay trafico
16:58:05.876 ->
16:58:06.659 -> 2843
16:58:07.209 -> Es de NOCHE
16:58:09.397 -> 2842
16:58:09.865 -> Es de NOCHE
16:58:12.081 -> 2835
16:58:12.581 -> Es de NOCHE
16:58:14.785 -> 2823
16:58:15.267 -> Es de NOCHE
16:58:17.496 -> 2843
16:58:17.973 -> Es de NOCHE
16:58:20.166 -> 2842
16:58:20.697 -> Es de NOCHE
16:58:22.901 -> 4095
16:58:23.384 -> Es de DIA
16:58:23.384 -> Distancia 1 = 2 cm
16:58:23.384 -> Hay trafico
16:58:36.396 ->
16:58:37.165 -> 4095
16:58:37.691 -> Es de DIA
16:58:37.691 -> Distancia 1 = 3 cm
16:58:37.691 -> Hay trafico
16:58:50.685 ->
16:58:51.476 -> 4095
16:58:52.017 -> Es de DIA
16:58:52.017 -> Distancia 1 = 140 cm
16:58:52.017 -> NO hay trafico
16:59:01.981 ->
16:59:02.807 -> 4095
16:59:03.328 -> Es de DIA
16:59:03.328 -> Distancia 1 = 4 cm
16:59:03.328 -> Hay trafico
```

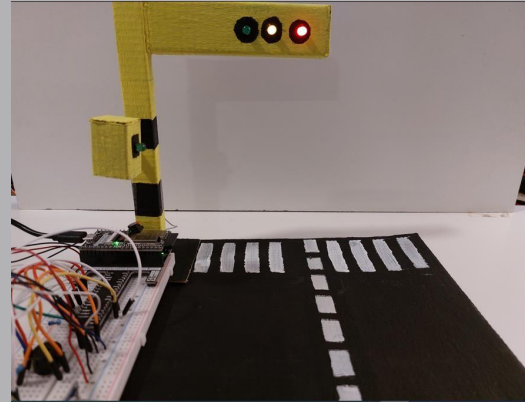
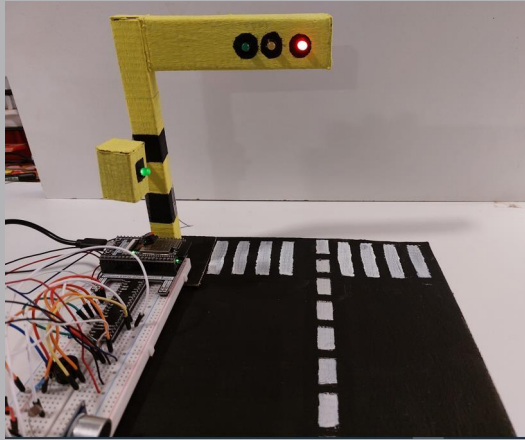
Monitor serial





Protoboard





Maqueta



Mejoras al prototipo:

Mejoras que se podrían implementar al prototipo:

- Incorporación de los semáforos que componen una intersección.
- Incorporación de mas sensores ultrasónicos.
- Modificación al código para poder evaluar trafico en el resto de las arterias que componen la intersección.
- Incorporar un cartel informativo, lo que permitirá indicar todo tipo de información del transito.



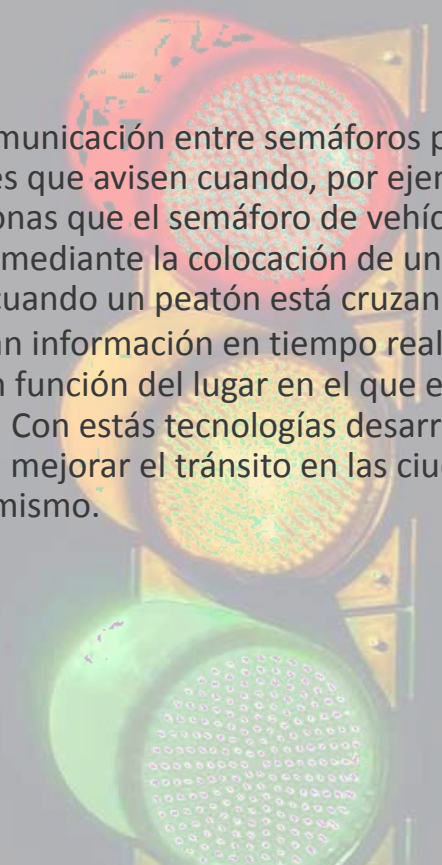
Aplicaciones:

Se tiene varias aplicaciones para los semáforos inteligentes, entre ellas, citamos las más importantes:

- Controlar la longitud de la fila de vehículos que esperan el cambio de luces en un cruce semaforico.
- Semáforos con un mando a distancia que permite que se encienda sólo cuando lo necesita una persona no vidente. Funciona cuando una persona con discapacidad visual lo activa gracias a un mando a distancia especial, momento en el que el semáforo emite una señal para informar al usuario de que ha recibido la orden y se pone en rojo para los vehículos. transcurridos tres segundos, el semáforo comienza a emitir una señal sonora que indica a la persona no vidente que ya puede cruzar el paso de peatones con seguridad durante alrededor de 30 segundos.
- Aviso a los conductores en caso de tráfico lento para que tomen rutas alternativas.
- Forzar semáforos para condiciones especiales (como el paso de policía, ambulancias, bomberos, muchos coches esperando, otros).
- Control y programación de la funcionalidad “on-line” (Con respecto a los semáforos).
- Control de Infracciones, es posible a través de las mismas cámaras, podrán fotograar a los vehículos que se salten el semáforo cuando está en rojo. Integrando un radar, podrán

controlar la velocidad de los vehículos al pasa



- 
- Utilizan dispositivos inalámbricos de comunicación entre semáforos para optimizar el tránsito de vehículos. Incorporando paneles visuales que avisen cuando, por ejemplo, un peatón está cruzando por la zona peatonal (en las zonas que el semáforo de vehículos está ámbar y el de peatones verde). Este sistema funciona mediante la colocación de unos sensores en los extremos de los pasos peatonales, que detectan cuando un peatón está cruzando y envían la señal al panel.
 - Incorporar paneles luminosos que dan información en tiempo real sobre las principales rutas y el tiempo estimado en cada instante: En función del lugar en el que están colocados, indican la ruta más habitual y el tiempo estimado. Con estas tecnologías desarrolladas se cuenta con aplicaciones inimaginables, que pueden mejorar el tránsito en las ciudades, así como disminuir el índice de accidentes producidos por el mismo.



Ventajas del Sistema de Semaforización Inteligente:

- Reducción del congestionamiento vehicular en la ciudad.
- Menor consumo energético.
- Menor costo de implementación.
- Disminución en tiempos de espera.
- Mejor distribución de agentes de tránsito en la ciudad.
- Reducción de accidentes de tránsito.
- Tiempos de llegada más rápidos.
- Impacto ambiental positivo.
- Reducción de actos delictivos durante los tiempos de espera.



Conclusión:

Definitivamente con la utilización de los semáforos inteligentes, se solucionan los problemas de congestión, es posible controlar el tráfico de manera eficiente así como minimizar los riesgos de accidentes. Pero como la tasa de vehículos crece en forma masiva y exponencial, es imposible dejar todo en manos de este tipo de tecnología, es necesario buscar otras alternativas que se combinen a los semáforos inteligentes para encontrar un equilibrio optimo.

Con esta tecnología se pretende que los vehículos pasen el menor tiempo posible parados por altos de los semáforos y lleguen a su destino con mayor rapidez y seguridad. De esta forma se podría regular de mejor manera el tráfico de las grandes ciudades, donde cada año muchas personas pierden muchas horas de espera, las cuales están dejando de ser útiles para la sociedad. Utilizar los semáforos inteligentes en sí no trae muchos inconvenientes, es decir, que es posible que cualquier ciudad pueda contar con dichos dispositivos, pero para aprovecharlos de la mejor manera es necesario contar con la infraestructura adecuada.

En el futuro, se espera que los semáforos dirijan el tráfico entre las ciudades y estén en continua comunicación con los vehículos, mandando señales en tiempo real sobre el tránsito. Así el conductor podrá prever las condiciones del tránsito en tiempo real.

