



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**AUTOMATIZACIÓN DE CONTROL EN SEÑAL DE LA VÍA  
FÉRREA PARA EL METRO DE MEDELLÍN**

Autor:

Andrés Emiliano Loaiza Marin

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Electrónica

Medellín, Antioquia, Colombia

2021.



Automatización de control en señal de la vía férrea para el Metro de Medellín

**Andrés Emiliano Loaiza Marin**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al  
título de:

**Ingeniero Electrónico**

Asesores (a):

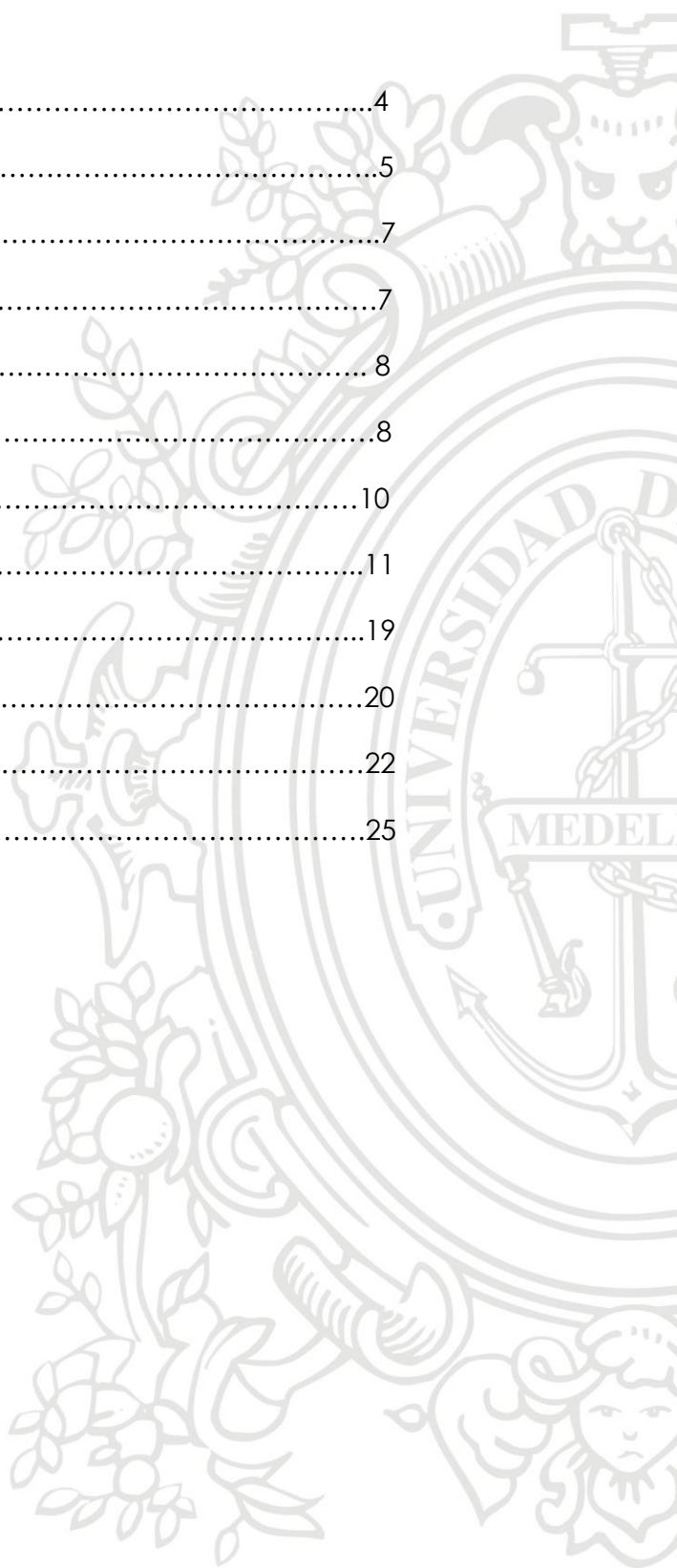
Orlando Carrillo Perilla; Ingeniero Electrónico  
Carlos Diego Rúa Londoño; Ingeniero Electrónico

Línea de Investigación:  
Automatización y control

Universidad de Antioquia  
Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería Electrónica  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2021.

## Tabla de contenido

Resumen .....	4
Introducción .....	5
Objetivos.....	7
Objetivo general .....	7
Objetivo específicos.....	8
Marco teórico.....	8
Metodología.....	10
Análisis y resultados .....	11
Conclusiones .....	19
Referencias bibliográficas.....	20
Anexos.....	22
Observaciones.....	25



## Resumen

En el Metro de Medellín en las estaciones de tren en las líneas A y B, se manejan señales que informan a los conductores el estado actual de la vía a través de una señal luminosa y una señal fija, señalización redundante que garantiza la seguridad en la movilización de los trenes. En la parte inferior del semáforo en las estaciones se encuentra una señal que corresponde a un porta señal con unos cuadros de acrílico con diferentes figuras. Este porta señal es una caja donde se guardan y están ubicadas las láminas acrílicas con las imágenes, este se encuentra ubicado en ciertas estaciones en la plataforma de abordaje y en otras estaciones a un costado de la vía férrea, el cual contiene alrededor de 8 señales. En la imagen 1 se aprecia el panel.



**Porta señal**

Imagen 1. Fuente: propia.

Actualmente el cambio de las señales del porta señal es de manera manual y para realizar esto, se debe recurrir a un protocolo de seguridad para que un auxiliar de estación baje hasta la vía férrea en algunas estaciones y realice el respectivo cambio. Para casi todas las señales que están a un costado de la vía férrea, es necesario cruzar la vía para poner la señal que se necesita.

Arriesgando la vida y la seguridad del personal que debe realizar esta acción y desperdiciando tiempo, dado que se debe sincronizar el paso de los trenes y el momento en el que se debe cruzar la vía para hacer el cambio manual de la señal.

En los resultados obtenidos se logró realizar un dispositivo de manera didáctica de cómo se puede automatizar la señal. Este consta de un panel LED RGB con una dimensión de 20x20cm el cual es controlado por una tarjeta de desarrollo Arduino Mega, junto con un módulo de ethernet que permite la conectividad a internet para poder controlar las señales en el panel, además se programó una página web la cual permite hacer los cambios de las señales desde cualquier dispositivo conectado en la red LAN

Con este dispositivo didáctico se demostró que es viable la implementación de un panel automático para así garantizar la seguridad de los empleados y agilidad en los cambios de señalización.

## **Introducción**

El Metro de Medellín es una empresa de transporte masivo creada el 31 de mayo de 1979, usada por miles de personas diariamente, las cuales son transportadas con seguridad y rapidez. El sistema completo cuenta con la línea de trenes, de buses, cables y tranvía.

Actualmente en las líneas A y B de trenes en las estaciones del Metro se manejan señales que informan a los conductores del tren el estado actual de la vía, a través de una señal luminosa y una señal fija que está en la parte inferior, esta última señal corresponde a un porta señal con unos cuadros de acrílico con diferentes figuras.

Este porta señal se encuentra ubicado en ciertas estaciones en la plataforma de abordaje y en otras estaciones a un costado de la vía férrea. El cual contiene alrededor de 8 señales. En la imagen 2 se aprecia el panel.

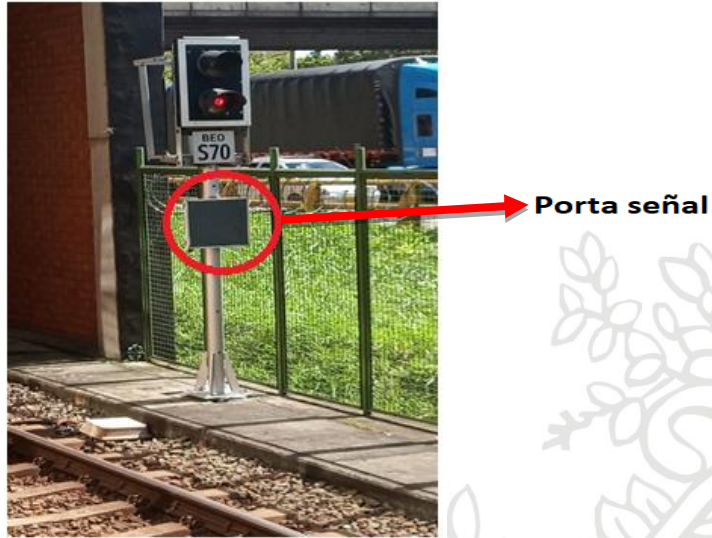


Imagen 2. Señalización en la vía férrea. Fuente: propia.

El cambio de las señales en el porta señal es de manera manual y para realizar esto se debe recurrir a un protocolo de seguridad para que un funcionario de la estación baje hasta la vía férrea y realice el respectivo cambio. La necesidad de cruzar la vía se da en algunas estaciones, en otras está sobre la cabecera de la plataforma de la estación, La mayoría de estas señales están a un costado de la vía férrea y es necesario cruzar la vía para poner la señal que se necesita.

El protocolo para realizar el cambio comienza cuando el operador de línea, que es el encargado del tráfico de los trenes, necesita una señal en específico en una estación o personal que va realizar trabajos en la vía se presenta en la estación en la oficina del operador, para luego validar la orden de trabajo. una vez confirmada la orden se llama al operador de línea para poder realizar la acción del cambio de la señal. Se asigna quien va hacer la comunicación con el operador y la señal que se debe poner, luego el auxiliar asignado debe ir hasta el lugar donde se encuentra la señal y por medio de comunicación de radio se da el permiso para cruzar la vía férrea, hacer el cambio de señal y volver de nuevo a un sitio seguro.

Arriesgando la vida y la seguridad del personal que debe realizar esta acción y desperdiciando tiempo, dado que se debe sincronizar el paso de los trenes y el momento en el que se debe cruzar la vía para hacer el cambio manual de la señal.

Evidenciado este problema, el proyecto se basó en encontrar una forma más eficiente para que esta señalización sea controlada a distancia. Para dar solución a lo anterior se realizó un panel controlado por medio de ethernet y que la señal pueda ser modificada desde la oficina del operador de estación o desde cualquier sitio. protegiendo la vida del personal que realizaba la acción, ahorrando tiempo, de manera fácil y mejorando la productividad de los empleados involucrados.

El dispositivo prototipo construido consta de una pantalla RGB de 32x32 LEDs y con dimensiones 20x20 cm. La anterior está controlada por una tarjeta de desarrollo Arduino Mega y por medio de un módulo de ethernet se permite la conectividad a la red y así poder ser manejada desde cualquier lugar que se encuentre conectado en la misma red.

Con el dispositivo didáctico construido se puede comprobar que es más fácil y ágil realizar el cambio de las señales y se puede garantizar la seguridad de los funcionarios del Metro ya que para realizar el cambio no se necesita contacto.

La gran limitación para este proyecto es su posible implementación en alguna estación debido que es un desarrollo prototipo y no tendría resistencia a la intemperie ni a las condiciones por el punto en donde está instalado el panel

## **Objetivos**

### OBJETIVO GENERAL

Diseñar prototipo de sistema de Automatización del porta señales de la vía férrea de las estaciones del METRO DE MEDELLÍN, para garantizar la agilidad y seguridad en la realización de cambios en la señalización en vía férrea.

## OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diseñar un primer prototipo que sería de manera didáctica a modo demostrativo de cómo sería la posible implementación del sistema y funcionamiento, se utilizará una plataforma de desarrollo que controle los dispositivos.
- Concatenar los dispositivos de control, ósea la unión entre el panel, la plataforma de desarrollo y el módulo de ethernet. Mediante la programación de la tarjeta de desarrollo.
- Desarrollar plataforma de control, de tal manera que se pueda controlar las representaciones gráficas de la pantalla, a través de un computador y que sea operable vía Ethernet
- Entregar prototipo de panel a escala y operativo, ya que el real es de un tamaño muy grande.
- Las pruebas se realizarán conectando el panel a internet y por medio de un computador, realizar los cambios de las representaciones graficas

## Marco Teórico

El Metro de Medellín es una empresa pública dedicada al transporte de pasajeros y negocios conexos, con un talento humano competente y comprometido, que presta un excelente servicio y genera Cultura Metro, para contribuir a la calidad de vida de la comunidad [1].

Como meta se espera en el 2030 sea una organización de categoría mundial, líder en el servicio de transporte público, con participación adecuada en empresas y negocios asociados, que genera cultura ciudadana, rentabilidad social y financiera, que le permita crecer y contribuir al desarrollo metropolitano, regional y nacional [1].

Actualmente, el Sistema cuenta con 76 estaciones: 27 de trenes, 11 de cables, 9 de tranvía (de ellas 6 son paradas) y 28 de buses de tránsito rápido (líneas 1 y 2, de las que 8 corresponden a paradas). Hoy, después de 25 años de funcionamiento, el área de influencia directa de la red Metro se extiende por seis municipios: Bello,



Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y La Estrella y cuenta con rutas integradas a otros municipios cercanos [1].

Hoy el Metro ha movilizado más de 2.000 millones de viajes, aplicando el principio de la movilidad sostenible, con energías limpias y generando un gran beneficio social reconocido internacionalmente como Cultura Metro. Todos los días cientos de miles de usuarios viajan con seguridad, rapidez, información y presentación, atributos que caracterizan el servicio Metro y generan calidad de vida [1].

Para el correcto funcionamiento del tráfico de los trenes en el día a día, en las plataformas de las estaciones del Metro y situados en las cabeceras de la plataforma se ubican señales que indican el estado de la vía férrea. Esto para garantizar redundancia en la comunicación. Estas señales permiten la adecuada circulación de los trenes. De tal manera mostrar al conductor las condiciones de la vía y que esté atento en el trayecto.

Estas señales son un análogo de las señales de tránsito de la ciudad, en el Metro de Medellín se denomina señal a las indicaciones para la regulación de la velocidad, paradas obligatorias, trabajos en la línea o puesta en marcha de los trenes.

Lo anterior es dado que se necesita una distancia mínima para permitir que un tren se detenga, ya que es necesario informar al conductor del tren de que debe parar con suficiente tiempo para que pueda llegar al punto de parada, sin ningún contratiempo o desfase, que ponga en riesgo la vida y seguridad de los usuarios del sistema.

Actualmente en el mundo existen numerosos sistemas de señalización, desde indicaciones realizadas por personas, señales luminosas, paneles informativos automáticos o modernos sistemas de señalización en la cabina del tren

En el Metro de Medellín se manejan distintas señales como: indicaciones realizadas por personas, señales auditivas, señales luminosas, indicaciones por radio y señales fijas, bien sea en porta señales o inamovibles. En un día cotidiano de transporte en el Metro se usan y estas deben de ser de manera redundante, para evitar fallas o accidentes por falta de una buena comunicación.

Todo lo anterior garantiza el correcto funcionamiento del sistema Metro para que siempre los viajes sean rápidos, a tiempo y seguros.

## Metodología

El diseño de este prototipo es de manera didáctica para mostrar la posible implementación del sistema y como sería su funcionamiento.

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica sobre los sistemas de señales implementados en los trenes en el mundo, esto con el objetivo de conocer y optimizar la mejor posible solución, además conocer cuáles son los desarrollos o dispositivos que se están implementando en otros sistemas férreos.

Una vez abalado el proyecto se realizó una búsqueda de los materiales de trabajo, ya que tenía que ser con materiales asequibles para este desarrollo. Luego de esto se adquirió el hardware didáctico, el cual consta de un panel RGB de 32x32 LEDs de un tamaño de 20x20cm, un driver ethernet el cual es una tarjeta ethernet shield V2 W5500, esta última es ideal para Arduino mega, además tiene un slot para memorias micro SD y por último para la plataforma de control y desarrollo se trabajó con la tarjeta Arduino Mega.

La necesidad de contar con un puerto para memorias micro SD se evidenció al momento de programar la pagina Web, dado que la pagina iba a tener imágenes para que fuera agradable visualmente al usuario de la plataforma.

Con la documentación suministrada por el Metro se programó las representaciones gráficas que debe proyectar el panel, las cuales son 8 gráficos. Estos gráficos fueron programados con la ayuda de los ejemplos de la plataforma de programación Arduino IDE bajo el ejemplo " RGB matrix panel" en la división "testhapes\_32x32". Así mismo para la configuración de la tarjeta ethernet Shield.

Para desarrollar la plataforma de control del panel se utilizó la misma tarjeta de desarrollo como servidor Web, usando lenguaje de programación HTML y CSS para la distribución y orden de la página, estos códigos de programación e imágenes están cargados en una tarjeta micro SD, por medio de rutinas en Arduino son ejecutadas y cargadas para su funcionamiento. Además, en la misma página web se creó dos botones de descarga de contenido. Los cuales tienen el manual de servicio de transporte con el capítulo 8 de señales donde se puede conocer que indica cada una de las señales que contiene el panel y también se agrega un botón de descarga con el manual control de señales, dicho botón indica como se ingresa a la página web y su modo de operación.

## Resultados y análisis

En los resultados esperados, se realizó el prototipo del panel y se construyó de manera integral de tal forma que para las pruebas solo sea conectarlo a la fuente y a la red LAN, el dispositivo se muestra en la imagen 3.



Imagen 3. Panel prototipo. Fuente propia

Se realizó una página web donde se puede controlar las representaciones del panel de una manera fácil y rápida. En la imagen 4 se observa la página de control del panel, es una interfaz simple donde se puede encontrar cada señal y dos botones para cada una, uno para activar y el otro para apagar, además se pueden descargar dos manuales uno de manejo de la página del control del panel y otro con el manual de servicio donde se encuentra el significado de cada señal

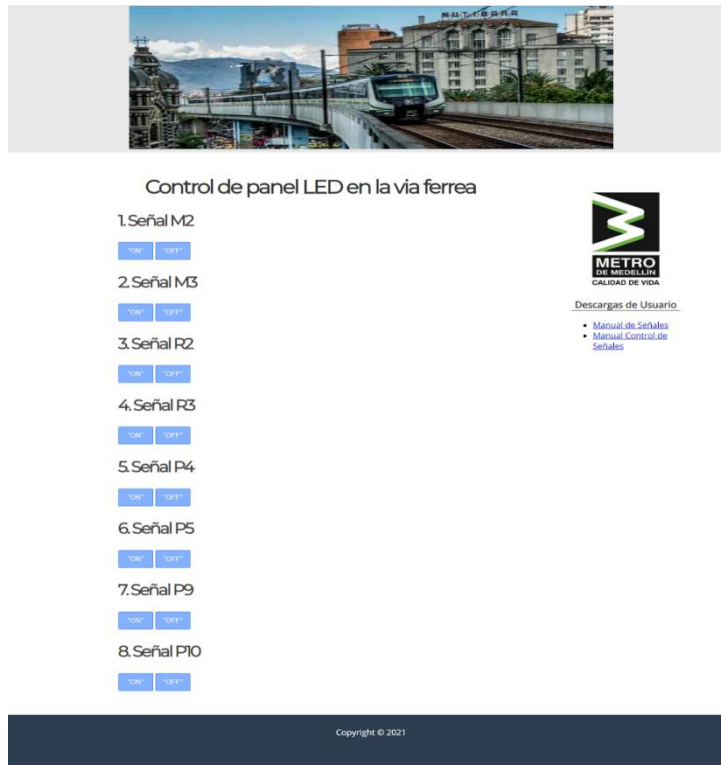


Imagen 4. Pagina Web de control. Fuente propia

Para acceder a la página es necesario saber la dirección IP que tiene el dispositivo y en un explorador de internet, en la barra de búsqueda escribir la IP, esta redireccionara a la página de control del panel.

El funcionamiento de la página es simple, para activar la señal que se necesita es solo dar clic en "ON" y la imagen se representa en el panel, para desactivar la imagen se da clic en "OFF"

A continuación, se describe cada señal, su significado y se puede apreciar el resultado en el panel construido.

**Señal M2:** fin de movimientos de maniobras en itinerarios con señales luminosas.

Fin de itinerario de maniobras. Se permite la marcha en una zona de cambiavías manuales

Es un tablero blanco cuadrado con una "S" negra y una diagonal roja que va de izquierda abajo a la derecha arriba, todo en material reflectante, como en la imagen 5. [2]



Imagen 5. Señal M2. Fuente Manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 6 totalmente luminosa



Imagen 6. Señal M2 en el panel didáctico. Fuente propia

### **Señal M3:** fin de marchas de retorno

Los trenes que retornan en itinerarios de maniobras no deben rebasar esta señal.

Es un tablero blanco cuadrado con una "M" negra y una diagonal roja que va de izquierda abajo a la derecha arriba, todo en material reflectante. Como en la imagen 7 [2]

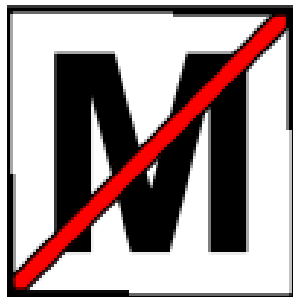


Imagen 7. Señal M3. Fuente manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 8 totalmente luminosa



Imagen 8. Señal M3 en el panel didáctico. Fuente propia

**Señal R2:** comienzo de velocidad limitada.

Esta cifra significa que al llegar a esta señal se debe haber alcanzado una velocidad en Km/h de 10 veces lo indicado, la misma que no debe excederse hasta llegar a una señal R2 o R3

Es un tablero cuadrado amarillo con una cifra negra, todo en material reflectante. Como en la imagen 9 [2]



imagen 9. Señal R2. Fuente manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 10 totalmente luminosa

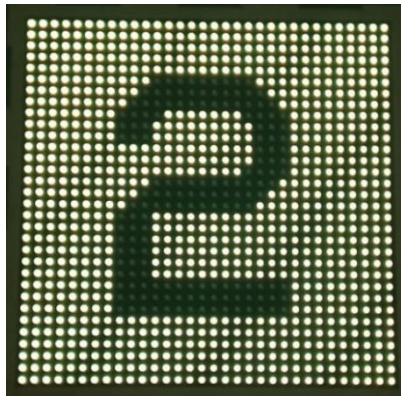


Imagen 10. Señal R2 en el panel didáctico. Fuente propia

**Señal R3:** fin de velocidad limitada.

El tren puede acelerar a su velocidad admisible cuando la cabeza del tren haya alcanzado la señal

Un tablero cuadrado verde con una diagonal pintada en negro, de la izquierda abajo a la derecha arriba, todo en material reflectante. Como se observa en la imagen 11. [2]

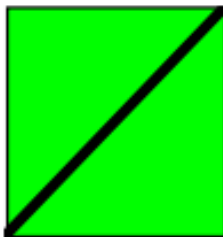


imagen 11. Señal R3. Fuente manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 12 totalmente luminosa

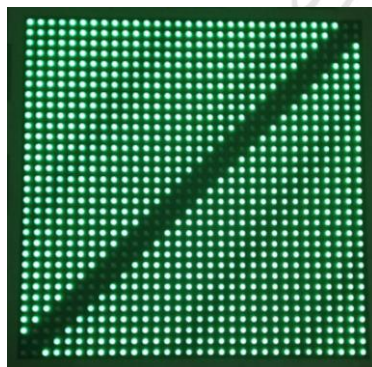


imagen 12. Señal R3 en el panel didáctico. Fuente propia

**Señal P4.** Entrada en zona de trabajo.

se avisa la entrada en la zona de trabajo en que rigen normas reglamentarias especiales para la marcha autorizada en el tramo bloqueado.

tablero amarillo cuadrado con una "T" y contorno rojo, todo en material reflectante, como en la imagen 13. [2]



Imagen 13. Señal P4. Fuente manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 14 totalmente luminosa

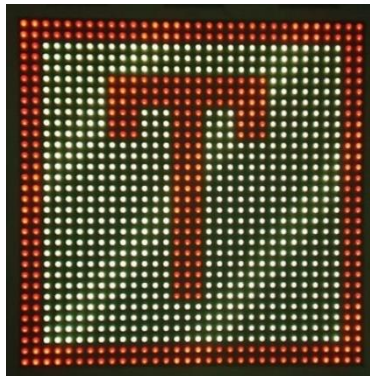


Imagen 14. Señal P4 en el panel didáctico. Fuente propia

**Señal P5:** salida zona de trabajo

se avisa la salida de la zona de trabajo, es decir, para la continuación de la marcha autorizada en el tramo bloqueado rigen las normas reglamentarias normales

Es un tablero blanco cuadrado con una "T" y contorno negro y una diagonal roja que va de la izquierda abajo a la derecha arriba, todo en materia reflectante como en la imagen 15. [2]





imagen 15. Señal P5. Fuente manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 16 totalmente luminosa.



Imagen 16. Señal P5 en el panel didáctico. Fuente propia

**Señal P9:** entrada en la zona de trabajo con aseguramiento propio.

Se avisa la entrada en la zona de trabajo en donde el personal en la vía esta trabajando bajo aseguramiento propio.

Es un tablero amarillo cuadrado con un borde rojo y en el centro un triángulo blanco con borde rojo y en su interior la silueta de una persona, todo en material reflectante como en la imagen 17. [2]



Imagen 17. Señal P9. Fuente Manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 18 totalmente luminosa.

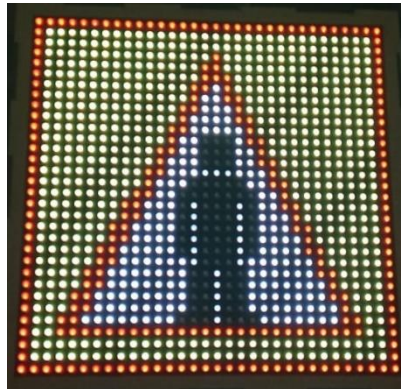


Imagen 18. Señal P9 en el panel didáctico. Fuente propia

**Señal P10:** salida de la zona de trabajo con aseguramiento propio

Se avisa la salida de la zona de trabajo con aseguramiento propio, es decir, para la continuación de la marcha rigen las normas reglamentarias normales.

Es un tablero blanco cuadrado con borde negro y en el centro un triángulo blanco con la silueta de una persona. Además, una diagonal roja que va de la izquierda abajo a la derecha arriba, todo en material reflectante. Como en la imagen 19. [2]



Imagen 19. Señal P10. Fuente: Manual de servicio

En el panel didáctico se representa como en la imagen 20 totalmente luminosa.

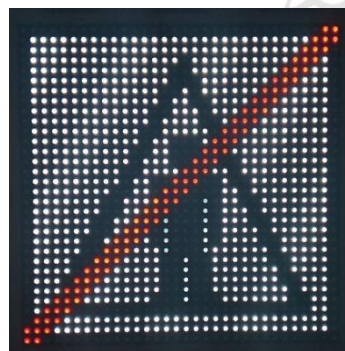


Imagen 20. Señal P10 en el panel didáctico. Fuente propia

## Conclusiones

El anterior trabajo de grado puede servir como apoyo para una posible implementación real del prototipo en las estaciones y vía férrea, este podría ayudar a consolidar un dispositivo fijo, resistente a la intemperie y con la facilidad de control vía internet

Se cumplió con el diseño y construcción del prototipo de sistema de automatización controlado por medio de internet para el porta señales de la vía férrea de las estaciones del METRO DE MEDELLÍN, garantizando la agilidad y seguridad en la realización de cambios en la señalización en vía férrea. Ya que este no requiere de manipulación manual y los cambios se realizan por medio de un computador.

Se logro una unión interesante entre el panel, la plataforma de desarrollo y el módulo de ethernet, mediante la programación de la tarjeta de desarrollo. Esto se presta para otros desarrollos y aplicaciones de una pantalla que sea controlada vía internet bajo el control de un usuario.

Se deduce que el dispositivo de control del panel puede poseer una electrónica más básica. Porque si se implementa un dispositivo a tamaño real y sobre las vías. Todo el hardware de almacenamiento del servidor, imágenes y archivos. Estarían alojados en un servidor real en un datacenter.

Se concluye que el dispositivo prototipo desarrollado puede operar en cualquier subred dado que la tarjeta Arduino Mega permite realizar el cambio de las direcciones IP, máscara de red y puerta de enlace. Esto permite que se pueda probar en diferentes ambientes y ubicaciones.

## Referencias Bibliográficas

- [1] M. d. medellin, «Metro de Medellín,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.metrodemedellin.gov.co/qui%C3%A9nessomos/historia>.
- [2] M. d. Medellín, «Capítulo 8 Señales,» de *Manual de servicio de transporte*, Medellín, 2019, p. 24.
- [3] F. A. Arndt, «<http://fabianoallex.blogspot.com/2015/06/arduino-ethernet-shield-sdcard-archivos.html>,» 17 junio 2015. [En línea].
- [4] F. Arndt, «[https://www.youtube.com/watch?v=MlcCFyvkC00&ab\\_channel=FabianoArndt](https://www.youtube.com/watch?v=MlcCFyvkC00&ab_channel=FabianoArndt),» 17 junio 2015. [En línea].
- [5] H. Higinio, 7 diciembre 2015. [En línea]. Available: [https://www.youtube.com/watch?v=LgVf10MQP1Q&ab\\_channel=ElprofesorGarc%C3%ADa](https://www.youtube.com/watch?v=LgVf10MQP1Q&ab_channel=ElprofesorGarc%C3%ADa).
- [6] M. technology, «Datasheet ENC28J60,» 2008. [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39662c.pdf>.
- [7] I. Burn, «CCM,» 4 septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://es.ccm.net/faq/494-como-colocar-un-icone-en-la-barra-de-direcciones-favicon>.
- [8] J. G. Carmenate, «Programar fácil,» 2020. [En línea]. Available: <https://programarfácil.com/blog/ethernet-shield-arduino-2/>.
- [9] «Aprender a programar,» [En línea]. Available: [https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=539:formularios-html-botones-envio-submit-restablecimiento-reset-imagen-y-contenido-button-cu00724b&catid=69&Itemid=192](https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=539:formularios-html-botones-envio-submit-restablecimiento-reset-imagen-y-contenido-button-cu00724b&catid=69&Itemid=192).
- [10] «Quackit,» [En línea]. Available: <https://www.quackit.com/html/online-html-editor/>.
- [11] «Diymakers,» 2014. [En línea]. Available: <http://diymakers.es/crear-servidor-web-con-arduino/>.
- [12] «Developer mozilla,» 2021. [En línea]. Available: [https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting\\_started\\_with\\_the\\_web/HTML\\_basics](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics).
- [13] «Starting Electronics,» 7 marzo 2013. [En línea]. Available: <https://startingelectronics.org/tutorials/arduino/ethernet-shield-web-server-tutorial/SD-card-web-server-image/>.
- [14] «Two factor assimilation,» 12 2015. [En línea]. Available: <https://t04glovern.github.io/2015/12/arduino-projects-ethernet-using->

enc28j60.

- [15] «Tweaking4all,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-enc28j60-ethernet/>.
- [16] «Naylamp Mechatronics,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.naylampmechatronics.com/blog/38\\_Tutorial-arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html](https://www.naylampmechatronics.com/blog/38_Tutorial-arduino-y-memoria-SD-y-micro-SD-.html).
- [17] «Naylamp Mechatronics,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.naylampmechatronics.com/blog/17\\_Tutorial-M%C3%B3dulo-Ethernet-ENC28J60-y-Arduino.html](https://www.naylampmechatronics.com/blog/17_Tutorial-M%C3%B3dulo-Ethernet-ENC28J60-y-Arduino.html).
- [18] Raffael, «<https://en.code-bude.net/2013/06/22/how-to-use-enc28j60-ethernet-shield-with-arduino-mega-2560/>,» 22 06 2013. [En línea].
- [19] U. d. Coruña, «Universidad de Coruña,» 1997. [En línea]. Available: <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10655/CC%2041%20art%2041.pdf>. [Último acceso: 2020].
- [20] A. L. Andres Manglano, «Dispositivos y sistemas electrocrómico para señalización». España Patente P201031995, 1995.



# Manual de control de panel LED

Este Manual es el instructivo de funcionamiento para el sistema de señalización de panel LED en vía férrea. En la imagen 1 se observa la página de control del panel. Es una interfaz simple donde se puede encontrar cada señal y dos botones para cada una. Uno para activar y el otro para apagar, además se pueden descargar dos manuales uno de manejo de la página del control del panel y otro con el manual de servicio donde se encuentra el significado de cada señal y su descripción.

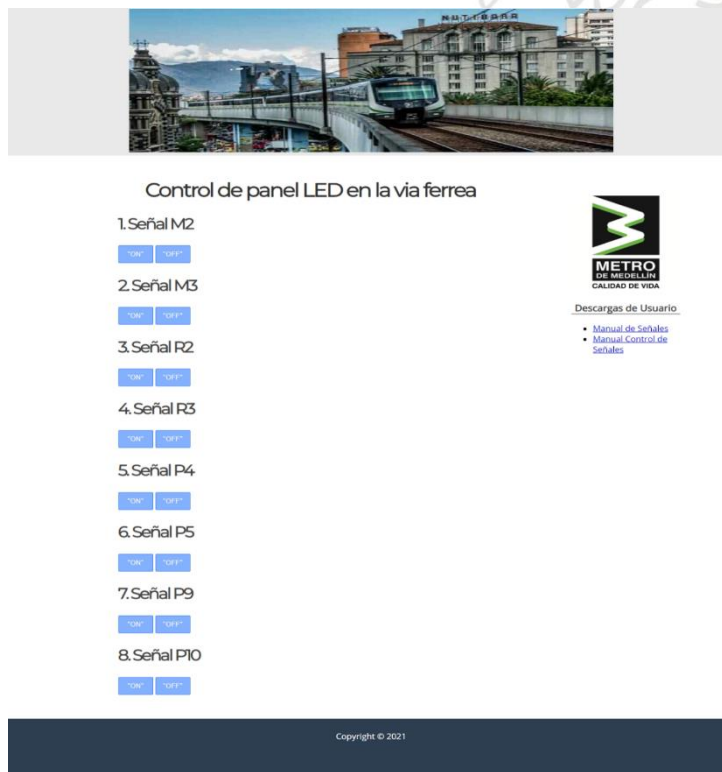


Imagen 1. Página Web de control. Fuente propia

1. Para acceder a la página web es necesario saber la dirección IP que tiene el dispositivo, ya que cada panel tiene una dirección IP única para su funcionamiento. Para este caso es solo una dirección IP ya que solo se desarrolló un panel didáctico.

2. En el explorador de internet (Chrome, Edge, Mozilla), en la barra de búsqueda escribir la IP del panel que se necesita cambiar, luego dar enter y el buscador redireccionara a la página de control de este. En la imagen 2 se puede apreciar la búsqueda del único panel con la dirección IP 192.168.0.13

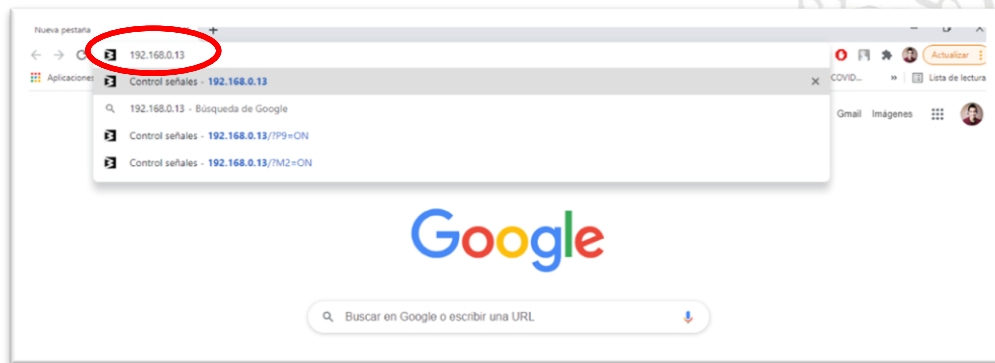


Imagen 2. Búsqueda de IP. Fuente propia.

3. Una vez cargada la página se visualizará el sitio web como en la imagen 3.

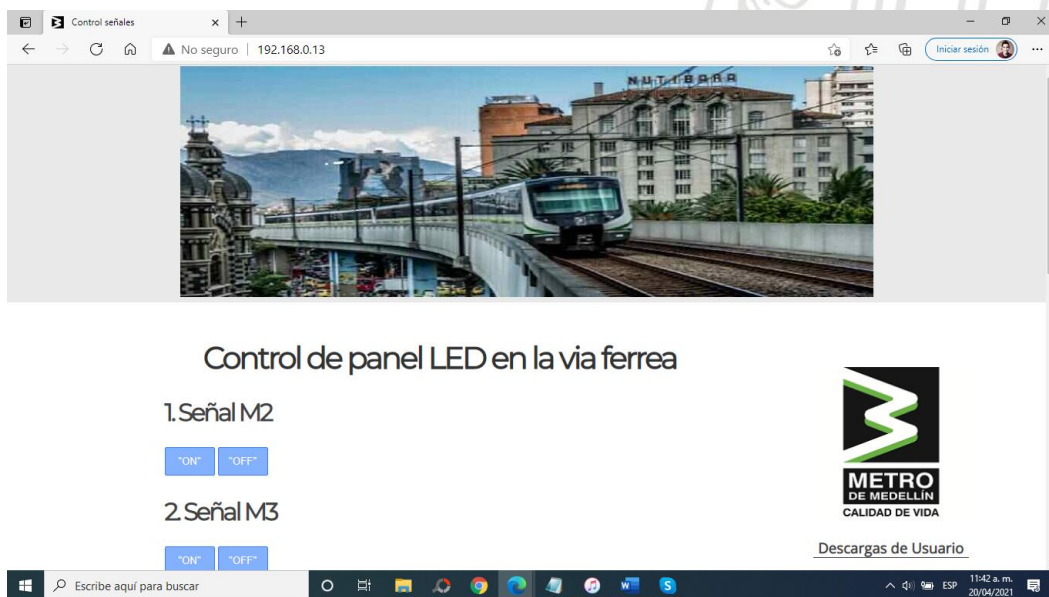


Imagen 3. Página web cargada. Fuente propia.

4. El funcionamiento de la página es simple. Para activar la señal que se necesita es solo dar clic en "ON" y la imagen se representa en el panel, para desactivar la imagen se da clic en "OFF". Ver imagen 4



Imagen 4. Botones de activación. Fuente propia.

La página contiene para su descarga dos manuales. Uno es el manual de servicio, donde se explica detalladamente el significado de cada señal del panel. El otro manual, es este mismo documento donde se explica el funcionamiento de la página web. En la imagen 5 se puede observar donde se encuentran ubicados los documentos a descargar.

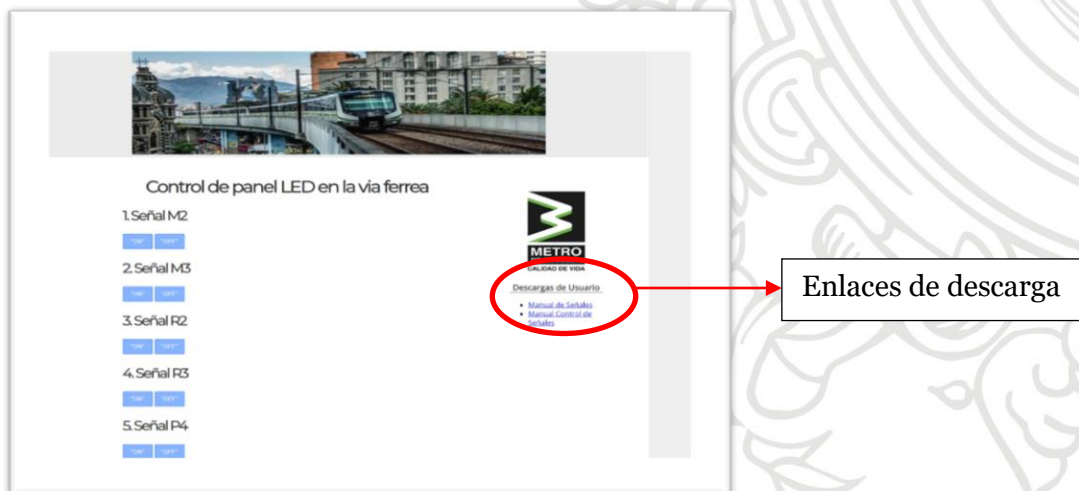


Imagen 5. Enlaces de descarga. Fuente propia.



## OBSERVACIONES

- El sitio web de control que se realizó para modificar las representaciones gráficas de la pantalla, presenta demora para cargar la página, esta lentitud en la carga se da porque está alojada sobre la misma plataforma de desarrollo, siendo este mismo a su vez, el servidor web. pero la tarjeta de desarrollo tiene sus límites para transferir archivos grandes como imágenes o el tráfico web por la cantidad de datos enviados y recibidos por los visitantes del sitio. Podría ser más eficiente y rápida en cuanto a velocidad de carga, si se lleva a un servidor real que la contenga.
  - Las imágenes de las señales representadas en la pantalla, no gozan de tener muchos detalles en cuanto a la graficación del panel, esto se debe a que la resolución de la pantalla es básica y se logra el objetivo simple de replicar el mismo contenido del diseño original
- 

