VISIÓN ELECTRÓNICA

Preparación de Artículos revista VISIÓN ELECTRÓNICA: algo más que un estado sólido
Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA EL CÁLCULO DE USUARIOS DEL SITP

IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC DEVICE FOR THE CALCULATION OF USERS OF THE SITP

Huver Andrey Galindo Salgado[*] Dora Lilia Castañeda T[**]

Resumen*:* A raíz de las pérdidas económicas que presenta el sistema de transporte STIP, se necesita un control más estricto tanto de los colados como de la cantidad de usuarios en cada una de las rutas para solucionar este problema se presenta el desarrollo e implantación del proyecto, que consiste en la implementación de dispositivo electrónico para el cálculo de usuarios del SITP, este proyecto se basa en la construcción de un dispositivo capas de enviar los datos de cuantas personas hay en un bus del SITP a un sitio web, para esto se utilizó un módulo WIFI ESP8266 programado en modo cliente, La información es enviada desde el modulo a una aplicación web con base de datos MYSQL, alojada en un servidor de la plataforma Hostinger,

La aplicación web muestra en tiempo real los datos obtenidos por el dispositivo, esto con el fin de realizar estudios de transporte para la optimización de las rutas del SITP

[*] Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
[**] ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

Palabras clave: software, integrated circuits, microcontrollers, protocols, software packages, IoT, databases.

Abstract: with the lost economic that the transport system presents STIP, is necessary a control of evaders and a count of users in the routs, for get a solution the development and implementation of the project is presented, Implementation of electronic device for the calculation of users of the SITP, this project was focused on the construction of a device to send data of the people into the SITP's bus to website using a WIFI module ESP8266 programmed like a client, the information is sent from the module to a web application with MYSQL database, hosted on a server of the Hostinger platform,

The web application shows in real time the data obtained by the device, this in order to carry out transport studies for the optimization of the SITP

Key Words: software, integrated circuits, microcontrollers, protocols, software packages, IoT, databases.

1. Introducción

Considerando que actualmente el sistema integrado de transporte público de Bogotá no presta un servicio adecuado, además las rutas no dan abasto en horas pico, los intervalos de paso son muy amplios y se presenta mucha evasión de pago[1], por lo general la programación de las rutas está basada en la cantidad de usuarios que toman el transporte en una determinada zona o parada, para realizar el conteo de usuarios se contrata personal que realiza la labor manualmente y luego se digita para consolidarla en un archivo el cual se toma

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

para realizar la programación de buses y frecuencias, si se tiene en cuenta el tamaño de la ciudad la cantidad de rutas, paradas y usuarios este recurso humano no es suficiente para consolidar la información necesaria para generar indicadores de programación de rutas, tampoco se tiene en cuenta que usuarios no pagaron el servicio y de esta manera determinar las pérdidas económicas de las empresas transportadoras.

Esto no es un problema que afecta solo la ciudad de Bogotá se presentan problemas similares en chile con el TranSantiago, al igual que con el sistema de transporte de Madrid entre otras ciudades [2].

2. Marco teórico

Para conocer mejor el desafío planteado es necesario precisar el por qué se origina el problema y cuál es su contexto.

2.1. Antecedentes del SITP

El SITP es el sistema de transporte integrado de Bogotá, inicio su operación en octubre del 2012, su objetivo es integrar, reducir y modernizar el número de empresas prestadoras del servicio a solo 13, las cuales operan en igual número de zonas en las que la ciudad está dividida.

El Sistema Integrado de Transporte Público comprende las acciones para la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, las instituciones o entidades creadas para la planeación, la organización, el control del tráfico y

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

el transporte público, la infraestructura requerida para la accesibilidad, circulación y el recaudo del sistema. [3]

Considerando que desde sus inicios las empresas que realizaron la licitación ya presentaban problemas económicos, se vio la salida de las empresas Coobus y Egobus del sistema, esto por falta de presupuesto para poder presentar el servicio, es por este motivo que las empresas de TPC todavía están en operación con el nombre de SITP provisional.

2.2. Situación actual del SITP

Pese a la lenta implementación del sistema, actualmente se cuenta con más de 100 rutas en el sistema y un promedio de 3.000 paraderos por toda la ciudad que son atendidos por cerca de 2.000 buses urbanos, complementarios y especiales.

Los operadores reportan problemas económicos argumentando que se presenta mucha evasión de pago por parte de los usuarios, Transmilenio como ente gestor realiza ajustes a las programaciones con estudios de transporte basados en las lecturas de las tarjetas de pago, pero esta información no contempla la ocupación del bus por evasión lo que afecta directamente la cantidad de sillas programadas en función de los registros de pago.

De acuerdo con los operadores la falta de presupuesto influye en los demás factores que afectan el servicio como demoras, seguridad, vendedores ambulantes y el estado de los buses. [4]

Transmilenio ha expresado su interés en propuestas tecnológicas para poder mejorar las programaciones y controlar la evasión, ha indicado que este problema debe ser solucionado urgentemente y para esto ha promovido su participación en eventos como la hackaton de hack americas 2018 la cual fue realizada para solucionar problemas relacionados con la movilidad de la ciudad incluido la evasión en el sistema.

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

Considerando lo anterior la solución presentada en el proyecto ayuda a obtener la información necesaria para mejorar las programaciones de las rutas, también proporciona la cuantificación de usuarios, integrando esta esta información con los registros de pago por bus se puede contabilizar la evasión por ruta, todo esto se ajusta a la necesidad que tiene el sistema actualmente.

3. Objetivos Generales

1. Diseñar una aplicación web para gestionar los datos generados por un dispositivo electrónico que cuenta la cantidad de usuarios que suben y bajan del bus.

3.1. Objetivos Específicos

1. Implementar sensores para realizar el conteo de usuarios.
2. Implementar una comunicación wifi con la base de datos y con la aplicación web.
3. Implementar herramientas de software para la gestión de datos.

4. Desarrollo del Proyecto

El desarrollo del proyecto se dividió en tres partes, con el fin de agilizar el tiempo de desarrollo y considerando que cada bloque depende el uno del otro.

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

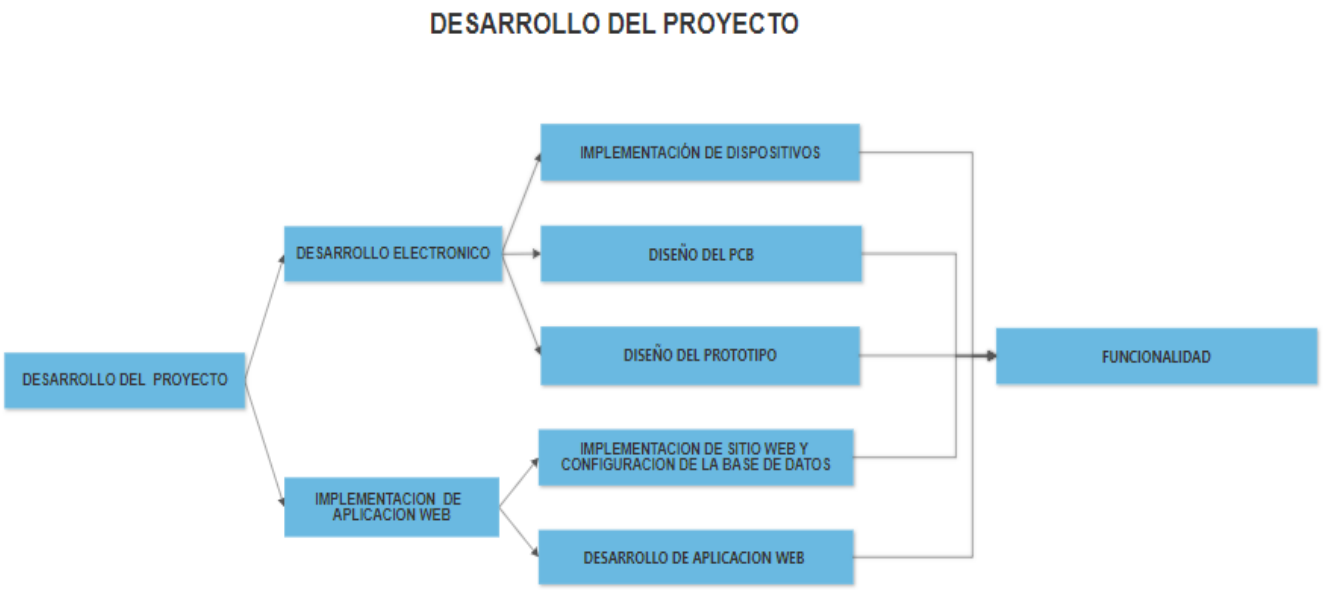


Diagrama 1. Diagrama de bloques para el desarrollo del proyecto.

4.1. Desarrollo electrónico

El desarrollo electrónico contemplo en una primera parte el estudio de dispositivos que se acomoden para la solución, esto considera la conexión que tendrá dentro del bus, el presupuesto que se tiene para desarrollar el prototipo y la implementación.

También se tuvieron en cuenta factores no controlados como el diseño de las puertas, la ubicación de los sensores, alternativas antirrobo y posibles datos generados del entorno como personas, objetos y luz.

4.1.1. Implementación de dispositivos

Al iniciar el proyecto lo primero a tener en cuenta fue que tipo de dispositivos que se implementarían para el desarrollo del proyecto, se tenía planeado usar un micro controlador y conectarlo a un módulo que proporcionara conexión a internet, pero al realizar la búsqueda del módulo se encontraron 2 alternativas, la primera fue el módulo esp8266[5] en su versión NODEMCU para conexión vía WIFI y la segunda fue el módulo ENC28J60[7] para conexión

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

por ethernet, a partir de esto se realizó el estudio de presupuesto y funcionalidad para cada uno de los módulos, concluyendo que el esp8266 era el que mejor se acomodaba para el desarrollo del proyecto, dado que este módulo tiene un microcontrolador el cual puede programarse, su única desventaja es que no cuenta con entradas analógicas, lo cual se resolvió utilizando un módulo ADS1115[8], este es un conversor analógico digital (ADC) externo, además cuenta con 4 entradas, esto facilita el uso hasta de 4 sensores analógicos.

Para poder obtener la lectura de las personas que suben al bus se tiene previsto el uso de un sensor que fuera lineal esto considerando que al estar en la puerta podría tener interferencia del ambiente, además debía tener un rango de detección de del ancho de la puerta del bus, para esto se usó el sensor 2y0a21[9], es un sensor infrarrojo que detecta distancias de hasta 80 cm

4.1.2. Diseño del PCB

El diseño del PCB está enfocado a obtener el menor tamaño posible, esto con el fin de obtener un diseño discreto, para esto se utiliza el software PCBWizar.

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

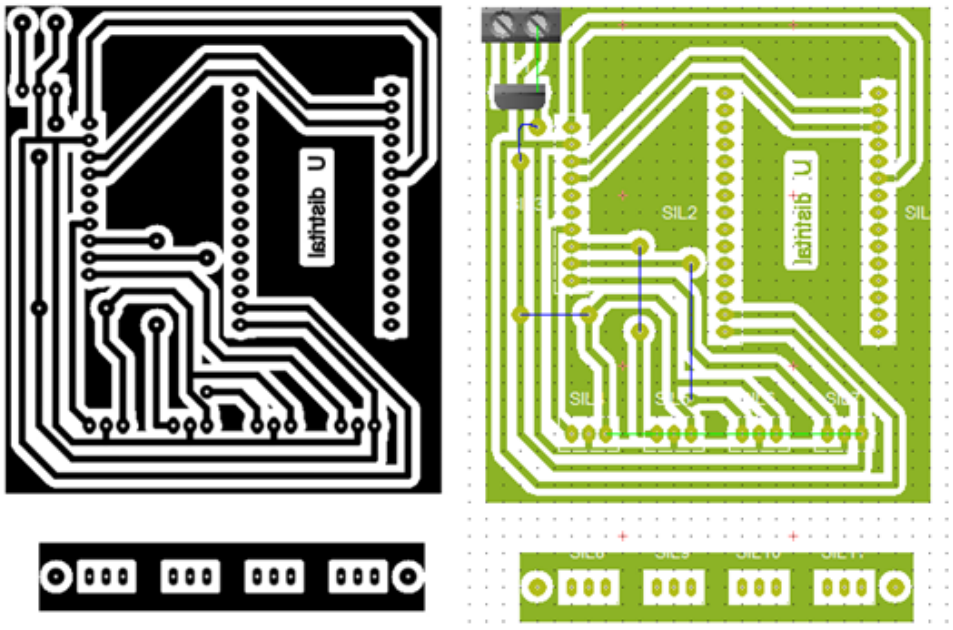


Figura 4. Diseño del circuito impreso para el prototipo.

4.1.3. Diseño del prototipo

El diseño del prototipo está enfocado en obtener un tamaño pequeño esto con el fin de poder ubicarlo dentro del bus pasando desapercibido por ladrones o usuarios que lo puedan dañar.

Cuenta con un regulador de voltaje interno, de esta manera podemos alimentarlo directamente con el bus, también cuenta con la posibilidad de usar pila.

El diseño permite ajustes a la programación, de esta manera podemos ajustar tiempos de toma de muestras sin cambiar el prototipo.

Para este diseño se implementa la aplicación web app.sketchup.com.

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

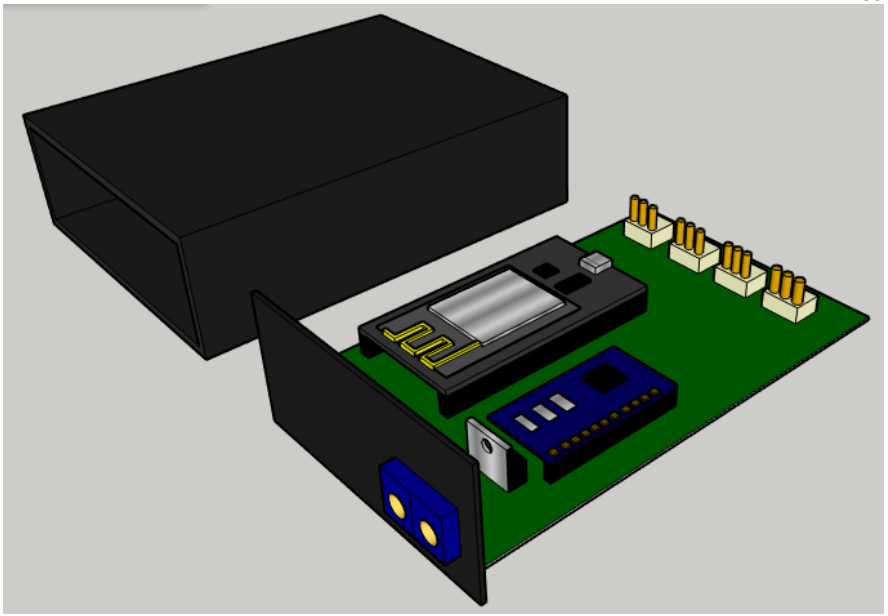


Figura 5. Diseño del prototipo

4.2.1 Implementación de sitio web y configuración de la base de datos

Para la implementación del sitio web se quiere que los datos y la aplicación web estén todo el tiempo en línea y que se pueda tener acceso desde cualquier dispositivo, para esto se utiliza Hostinger, que es una plataforma para alojar sitios web, además cuenta con la posibilidad de crear una base de datos en MYSQL de hasta 1Gb y de forma gratuita, de esta manera se puede crear la base de datos y dado que la plataforma funciona solo para alojar sitios en PHP, se desarrolla la aplicación web con este lenguaje.

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

4.2.2 Desarrollo de la aplicación web

La primera parte del desarrollo web es crear un archivo en php para capturar los datos enviados del módulo esp86266 y guardarlos en la base de datos cada 0.5 segundos.

La segunda parte del desarrollo es la creación de la consola de gestión electrónica, donde se puede visualizar el paso de personas en una gráfica y la localización donde se realiza el paso, con esta información se puede realizar el análisis de un estudio de transporte.

4.3 Funcionalidad

La funcionalidad del dispositivo electrónico es poder tomar los datos en el bus y guardarlo en una base de datos, para esto lo primero fue realizar el análisis de los datos que toman los sensores, los cuales se pueden verificar con el datasheet del fabricante (figura 1), pero al realizar la implementación del módulo ADS1115 se puede observar que el comportamiento de los sensores en su lectura es diferente como se puede ver en la siguiente figura 2.

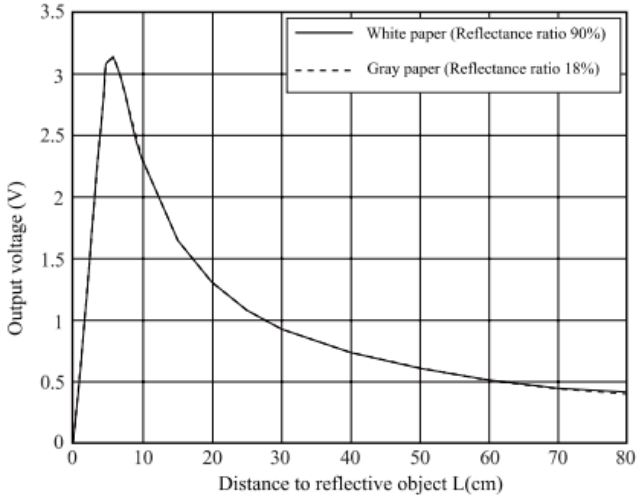


Figura 1. Grafica de voltaje vs distancia dada por el fabricante del sensor 2y0a21, autor SHARP.

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

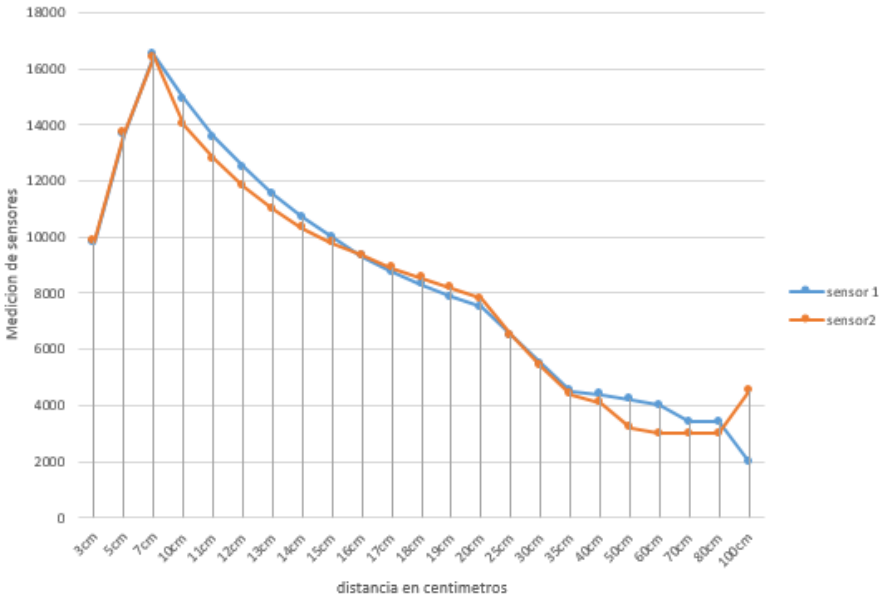


Figura 2. Grafica de medición sensores 2y0a21 vs distancia.

Distancia	sensor 1	desviacion	desviacion %	sensor2	desviacion	desviacion %
3cm	9800	100	1%	9840	100	1%
5cm	13640	10	0%	13700	100	1%
7cm	16500	20	0%	16400	20	0%
10cm	14920	20	0%	14000	20	0%
11cm	13550	20	0%	12780	20	0%
12cm	12500	20	0%	11800	20	0%
13cm	11550	20	0%	11000	20	0%
14cm	10700	20	0%	10320	20	0%
15cm	10000	20	0%	9800	20	0%
16cm	9320	20	0%	9340	20	0%
17cm	8750	100	1%	8900	20	0%
18cm	8300	100	1%	8550	100	1%
19cm	7850	70	1%	8200	100	1%
20cm	7500	100	1%	7800	30	0%
25cm	6500	400	6%	6500	200	3%
30cm	5500	400	7%	5400	500	9%
35cm	4500	800	18%	4400	200	5%
40cm	4400	800	18%	4100	500	12%
50cm	4200	500	12%	3200	400	13%
60cm	4000	300	8%	3000	400	13%
70cm	3400	800	24%	3000	400	13%
80cm	3400	800	24%	3000	300	10%
100cm	2000	1000	50%	4500	1000	22%

Tabla 1. Datos obtenidos de delos sensores.

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

En la tabla 1 podemos observar la variación en las lecturas de los sensores esto implico que se realizará un ajuste en el código de acuerdo a las medidas y datos obtenidos de los sensores, con el fin de poder obtener la distancia correcta.

Gracias a la librería del ESP8266 se pudo configurar el modulo en modo cliente, de esta manera el modulo se puede conectar a una paginar web y enviar los datos por GET. Para que después sean consumidos y tratados pos la aplicación web (ver diagrama 2), a continuación, se relaciona el diagrama de flujo de la programación del dispositivo

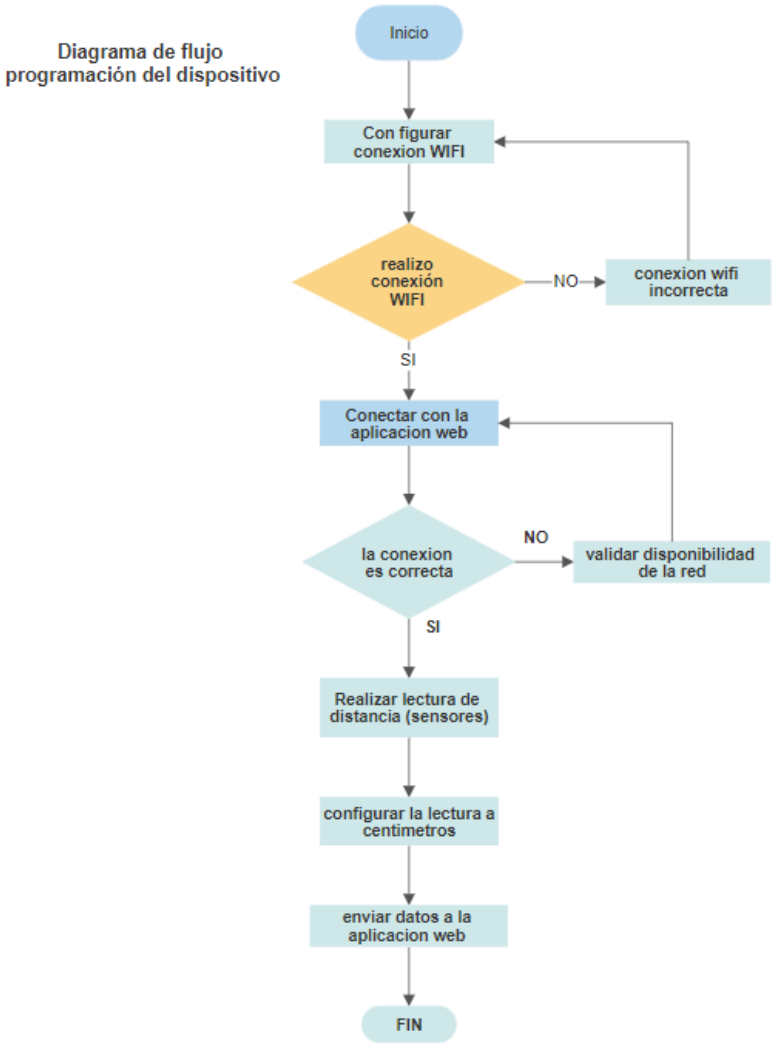


Diagrama 2. Respuesta de la aplicación al módulo

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

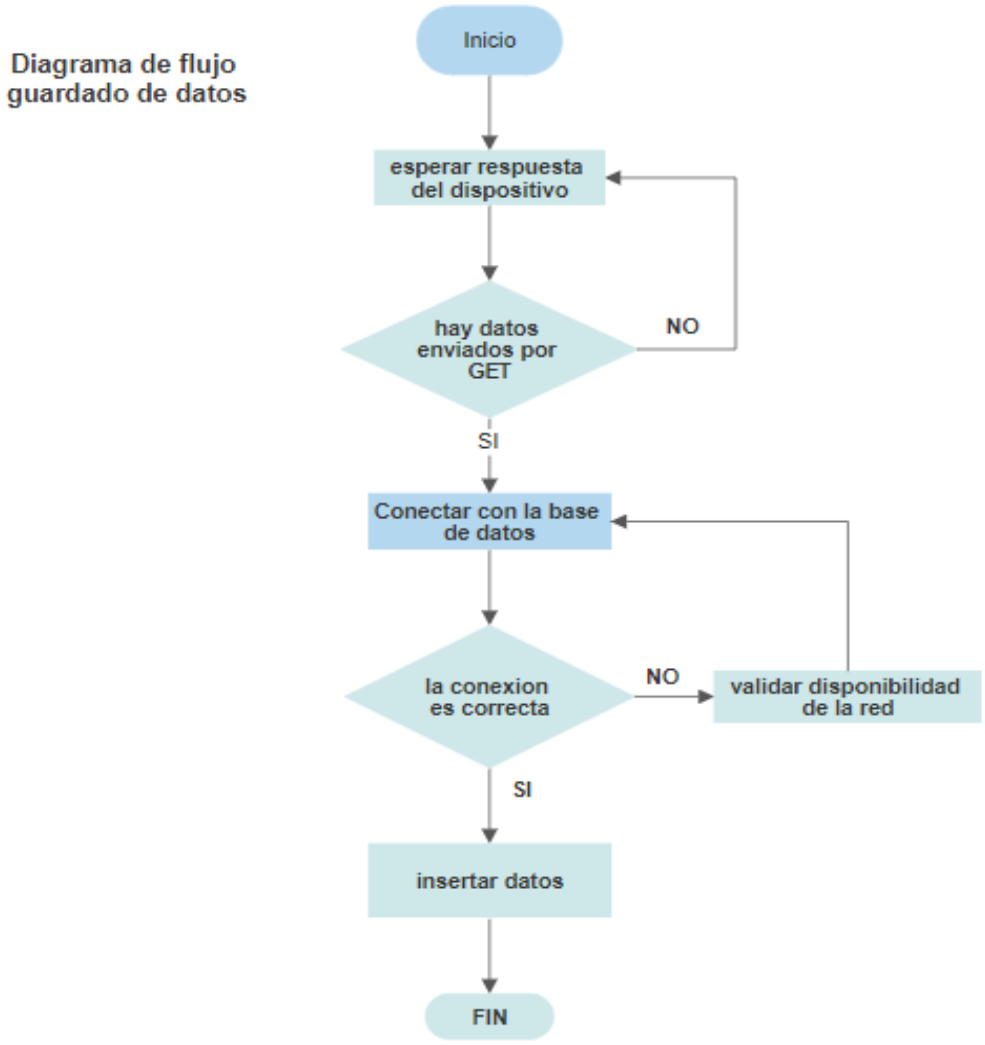


Diagrama 3. Diagrama de flujo para guardar datos en BBDD

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

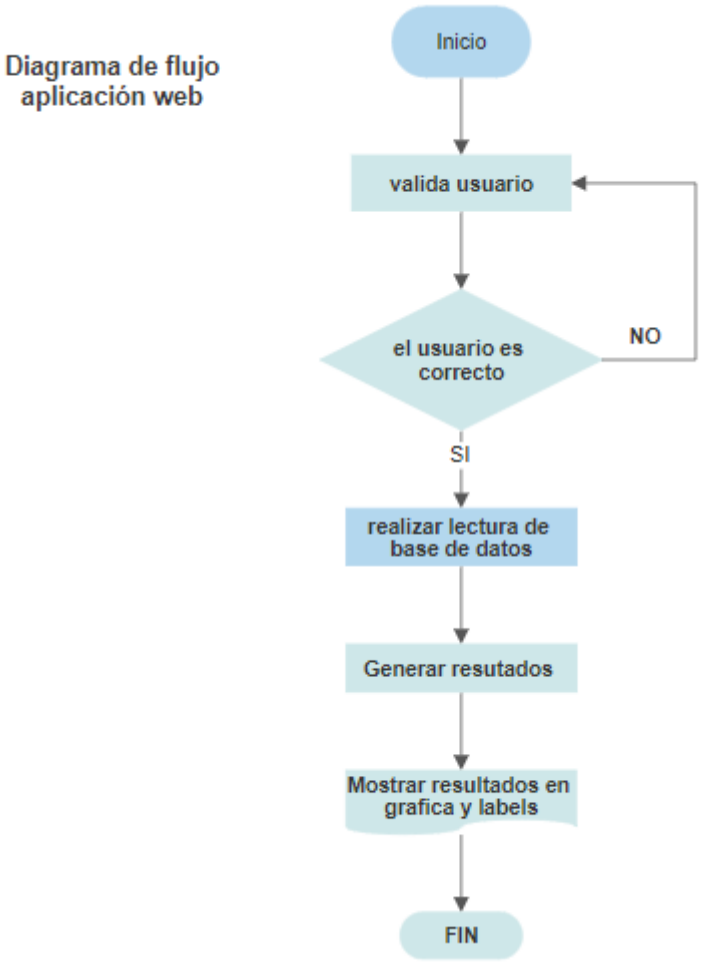


Diagrama 4. Diagrama de flujo aplicación web

Podemos observar que la aplicación web recibió los datos y responde con el código HTML con una respuesta ok, este ok se programó en la aplicación mostrándolo cuando los datos han sido guardados en la base de datos.

5. Resultados

La implementación del dispositivo y la aplicación son funcionales, se pudieron obtener datos de las lecturas de los sensores y visualizarlos en la aplicación web, estos datos podrían ser usados por las empresas del SITP para optimizar sus procesos.

Pudimos obtener lecturas de distancia de los sensores en las cuales se puede evidenciar los pasos de personas en función del tiempo, como se puede ver en la siguiente imagen figura 6, también se puede tener acceso a los datos en tiempo real en la url https://proyectouniversidaddistrital.000webhostapp.com/consola.php.

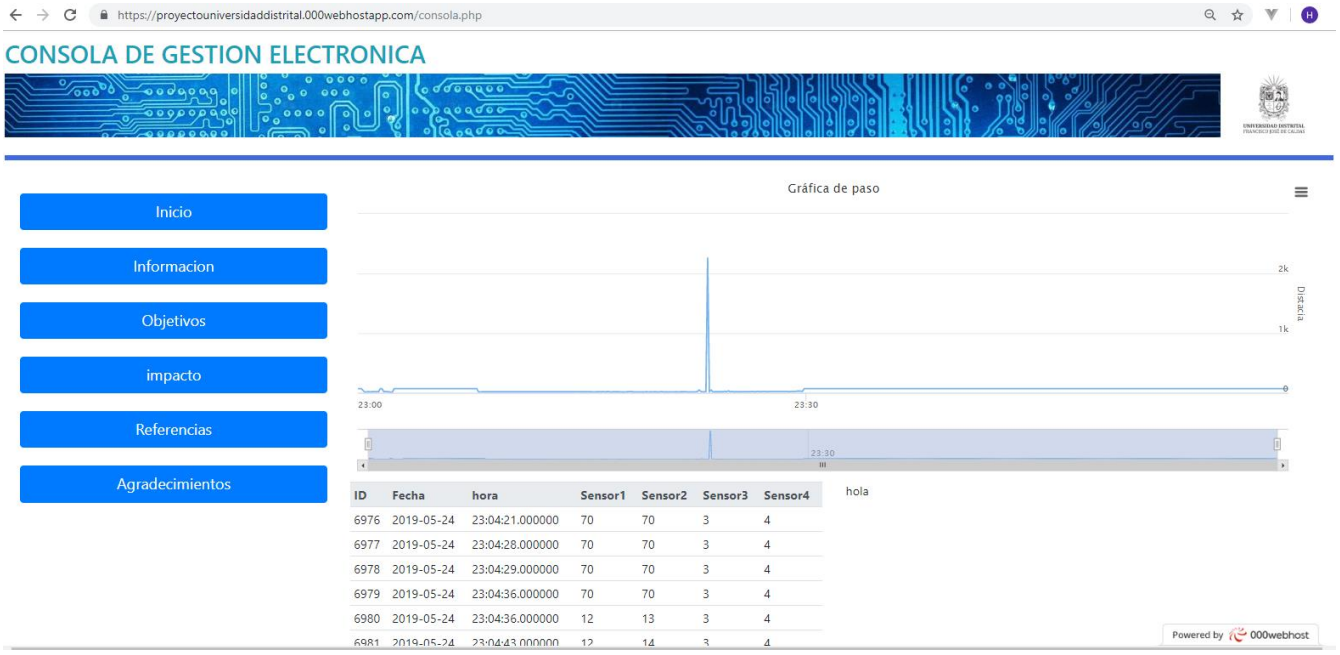


Figura 6. Ventana de la aplicación web.

Los picos indican el paso y el tamaño del objeto que pasa por la entrada del bus, de esta manera se pueden contabilizar los usuarios que han pasado, esta implementación se basa en el sondeo de las personas para esto se implementan 4 dispositivos para determinar si el usuario está ingresando y saliendo del bus como se puede ver en la figura 7.

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

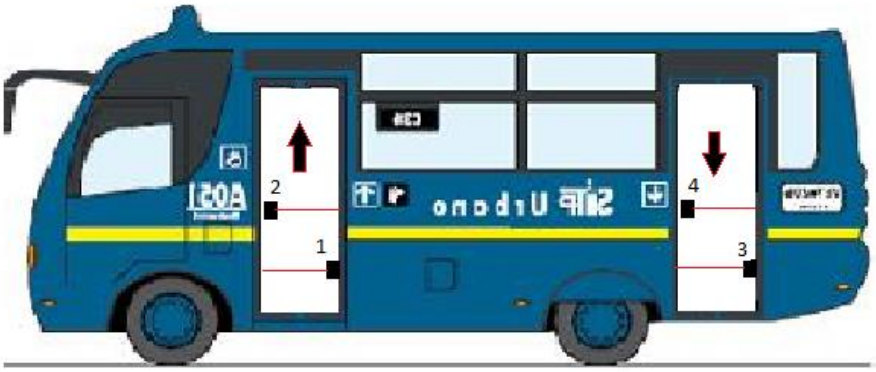


Figura 7. Localización de dispositivos.

Con la ubicación del sensor 1 podemos capturar el orden de medición, de acuerdo a esto si se detecta el sensor 1 y después el 2 se contará como un ascenso en puerta delantera y si se detecta el 2 y luego el 1 es un descenso en puerta delantera, funciona de la misma forma en la puerta trasera.

6. Conclusiones

Se evidencia que el uso de la aplicación web puede proporcionar datos para los procesos para las empresas prestadoras del servicio y para Transmilenio, considerando que la información puede ser consultada en cualquier momento y desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

Esta información puede ser integrada en los estudios de transporte de cada empresa.

Queda contemplada una segunda versión de la aplicación web tomando en cuenta que se podrían procesar los estudios de transporte para mostrar directamente opciones de mejora para las programaciones, para esto se necesitaría un trabajo en conjunto con las empresas de transporte y con Transmilenio para poder integrar la información que ellos ya tienen.

Fecha de envío:
Fecha de recepción:
Fecha de aceptación:

El prototipo electrónico es funcional, con lo aplicación se pudo verificar la funcionalidad del prototipo y la captura de datos, en la práctica son necesarios cuatro para poder obtener un estudio de transporte completo.

Para el diseño del dispositivo se presentó la opción de usar un esp01 el cual tiene un tamaño más pequeño que la nodemcu y un precio más bajo, con esto el diseño del prototipo podría reducir el tamaño a la mitad.

Los sensores que se utilizaron pudieron obtener la información necesaria, un factor importante a tener en cuenta es la adecuación del bus para poder integrar el dispositivo de tal manera que las lecturas no se vean afectadas por las puertas, en la mayoría de los casos el sensor se obstruye cuando la puerta abre, en este caso el sensor debería estar incrustado en la puerta junto con un sistema que lo desconecte cuando la puesta está cerrada, pero esta implementación depende de la empresa de transporte.

Una conclusión respecto a la aplicación es que se utilizó bootstrap para su diseño, esto permitió mejorar los estilos y la visualización de los datos, también se pudo integrar el api de google maps, con esto se pretendía dejar un diseño intuitivo, en conclusión, el objetivo se cumplió, además considerando que se pueden incluir la cantidad de herramientas de software que queramos cabe la posibilidad de realizar ajustes como descargas de datos en Excel, la inclusión de más gráficas y la opción de una versión para dispositivos móviles.

* Estudiante de tecnología electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
Correo electrónico personal e institucional e-mail: hags2236@hotmail.com
** ingeniera Electrónica, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Magister en docencia. Docente de tiempo completo, Universidad Distrital correo dlcastanedat@udistrital.edu.co

Referencias

[1] D. F. DURÁN MATIZ, D.H. FAJARDO MORALES “ESTUDIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO EN BOGOTÁ”, pp. 3,2014.

[2] C. Mataix González, “Movilidad Urbana Sostenible Un reto energético y ambiental”. 1, 1, pp. 36, mayo 2010.

[3] I. Briceño, “SITP”, http://www.radiosantafe.com/2010/11/03/adjudican-12-de-las-13-zonas-que-operaran-el-sitp/, Radio Santa Fe, Consultado el 25 mayo 2019.

[4] M. Chacon. “Los problemas y retos del SITP, a nueve años de su creación”,rcnradio, https://www.rcnradio.com/bogota/los-problemas-y-retos-del-sitp-nueve-anos-de-su-creacion ,2 de agosto el 2018.

[5] L. del Valle Hernández, “Guía para configurar un ESP-01, el módulo Wifi basado en ESP8266”, https://programarfacil.com/podcast/como-configurar-esp01-wifi-esp8266 , 25 Mayo 2019.

[6] Espressif Systems, “ESP8266EX DataSheet”, Versión 6, https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf, Copyright 2018, 25 Mayo 2019..

[7] Microchip, “ENC28J60 Data Sheet”, https://www.elecrow.com/download/ENC28J60%20Datasheet.pdf, 25 Mayo 2019

[8] Texas Instruments, “ADS111x Ultra-Small, Low-Power, I2C-Compatible, 860-SPS, 16-Bit ADCs With Internal Reference, Oscillator, and Programmable Comparator”, http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1115.pdf, 25 Mayo 2019

[9] Notas sobre robótica, electrónica, sistemas operativos y programación, “Utilización del sensor de distancia Sharp 2Y0A21”, https://minibots.wordpress.com/2013/11/30/utilizacion-del-sensor-de-distancia-sharp-2y0a21/, publicado el 30 de Mayo de 2013.