



# **CONSTRUCCION DE UN BANCO DE SEMAFORIZACIÓN COMO ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN PRÁCTICA CON ELECTRÓNICA DIGITAL UTILIZANDO PROGRAMACIÓN GRÁFICA**

## **ESTUDIANTES:**

**Anderson David Torres Ávila  
Adalberto Bermúdez Ortiz  
Brayan David Calderón Toscano**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Valledupar, Colombia

2020



# **Construcción de un banco de semaforización como estrategia de solución práctica con electrónica digital utilizando programación gráfica**

**Estudiantes:  
Anderson David Torres Ávila  
Adalberto Bermúdez Ortiz  
Brayan David Calderón Toscano**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Tecnólogo en mantenimiento electromecánico industrial**

Director (a):  
Jorge Eliecer Quintero Escobar (M.S En ingeniería de control y automatización de  
procesos.)

Línea de Investigación:  
Electrónica

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Valledupar, Colombia  
2020



*En la vida nacer no es solo nacer, desde el momento en que Dios nos fecundo en el vientre de nuestras madres somos luz de bendición, la cual nos acompaña para iluminar con nuestros corazones, enseñanzas, aprendizaje y conocimiento.*

*También a crecer como personas en las etapas, desafíos y éxitos que nos brinda la vida y poder compartirlo con mucho honor y cariño hacia los demás.*

***“Nunca olvides que nacimos para brillar y servir”***

*Anderson David Torres Avila*

## Agradecimientos

En primer lugar, queremos darle gracias a Dios por habernos permitido emprender y finalizar de manera exitosa este proyecto, cumpliendo todos los objetivos trazados al comienzo de este.

También queremos agradecer a nuestro tutor Jorge Eliecer Quintero Escobar - M.S en ingeniería de Control y Automatización de Procesos por la asesoría brindada, quien con sus conocimientos y apoyo al comienzo y a lo largo del desarrollo nos guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscábamos.

Queremos agradecer a todo el cuerpo de docentes de la Universidad Antonio Nariño sede Valledupar, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de toda nuestra formación académica y profesional.

A nuestros padres, esposas, hermanos, hijos y demás familiares que de alguna u otra forma nos han apoyado a lo largo de nuestra trayectoria educativa, queremos darle nuestros agradecimientos ya que sin ustedes mucho de lo desarrollado a lo largo de esta travesía no sería posible.

Finalmente, a todas esas personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos amigos que nos brindaron apoyo moral, emocional, que nos abrieron las puertas y nos compartieron sus conocimientos.

## Resumen

Este proyecto surge como una ayuda para el desarrollo y aprendizaje de la electrónica digital y análoga usando como herramienta principal la plataforma Arduino junto con el programa LabVIEW, que permiten desarrollar una interfaz gráfica de semaforización que hacen más llamativo y didáctico el proceso de aprendizaje de la programación, mando y control.

Como problemática a resolver presentamos la congestión vehicular un escenario propuesto. El cual se proyectan en una maqueta complementada con componentes de Arduino y tratan la solución mediante la programación y simulación de un sistema de semaforización.

**Palabras clave:** Arduino, LabVIEW, interfaz gráfica, semaforización, congestión vehicular, simulación, programación.

## **Abstract**

This project emerges as an aid for the development and learning of digital and analog electronics using the Arduino platform as a main tool together with the LabVIEW program, which allows the development of a graphical signaling interface, making the programming learning process more striking and didactic, command and control.

As a problem to solve, we present vehicular congestion in various scenarios (crossings, intersections, roundabouts, etc.), which are projected in a model complemented with Arduino components and treat the solution by programming and simulating a traffic light system.

**Keywords:** Arduino, LabVIEW, graphical interface, traffic lights, vehicular congestion, simulation, programming.



# Contenido

	Pág.
<b>Agradecimientos</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Resumen</b> .....	VII
<b>Lista de figuras</b> .....	XI
<b>Lista de tablas</b> .....	XV
<b>Introducción</b> .....	1
<b>1. Capítulo 1: Planteamiento del problema</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Capítulo 2: Objetivos</b> .....	<b>4</b>
2.1 Objetivo general: .....	4
2.1.1 Objetivos específicos:.....	4
<b>3. Capítulo 3: Alcance</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Capítulo 4: Justificación</b> .....	<b>6</b>
<b>5. Capítulo 5: Marco teórico</b> .....	<b>7</b>
5.1 Sistema de semaforización .....	¡Error! Marcador no definido.
5.1.1 Tipos de vías .....	¡Error! Marcador no definido.
5.2 Electrónica .....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.1 Electrónica Digital.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3 Software.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.1 Programación .....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.2 Interfaz gráfica de usuario.....	¡Error! Marcador no definido.
5.4 Algoritmo.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5 Estadística .....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.1 Estadística Descriptiva .....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.2 Cuestionario.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.3 Organización de información.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.4 Presentación de información.....	¡Error! Marcador no definido.
5.5.5 Procesamiento de información.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>5.1 Sistema de semaforización</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Capítulo 6: Especificaciones técnicas</b> .....	<b>11</b>
<b>7. Capítulo 7: Criterios</b> .....	<b>16</b>

<b>8. Capítulo 8: Construcción.....</b>	<b>17</b>
<b>9. Capítulo 9: Componentes.....</b>	<b>48</b>
9.1 Placa Arduino MEGA:.....	48
9.2 Modulo semáforo led 8mm:.....	48
9.3 Cables DuPont de 20 cm / 30 cm: .....	49
9.4 Protoboard:.....	50
9.5 Computador:.....	50
9.6 Mesa: .....	51
9.7 Bornas de conexión:.....	51
9.8 Riel din omega:.....	52
9.9 Caja en acrílico:.....	52
9.10 Cofre/Gabinete eléctrico:.....	53
9.11 Canaletas ranuradas:.....	54
9.12 Cable para control: .....	54
9.13 Conectores tipo pala:.....	55
9.14 Cinta doble faz:.....	55
9.15 Termoencogible:.....	56
9.16 Coraza liquid tight:.....	56
9.17 Amarres plásticos: .....	57
9.18 Bases adhesivas para amarre plástico: .....	58
<b>10. Capítulo 10: Metodología.....</b>	<b>59</b>
<b>11. Capítulo 11: Conclusiones .....</b>	<b>62</b>
11.1 Conclusiones:.....	62
11.2 Resultados finales: .....	62
11.3 Recomendaciones.....	71
11.3.1 Proyecciones a futuro (posibles mejoras o adaptaciones):.....	71
11.3.2 Uso y mantenimiento:.....	72
<b>Bibliografía .....</b>	<b>94</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Ilustración 1:</b> Escenario a estudiar (carrera 23 con 7a)	17
<b>Ilustración 2:</b> Recolección de los datos pertinentes para el estudio estadístico	18
<b>Ilustración 3:</b> Recolección de los datos pertinentes para el estudio estadístico	18
<b>Ilustración 4:</b> Recolección de los datos pertinentes para el estudio estadístico	19
<b>Ilustración 5:</b> Video usado como apoyo para el desarrollo de la interfaz grafica	24
<b>Ilustración 6:</b> menú de la interfaz grafica	25
<b>Ilustración 7:</b> Interfaz gráfica desarrollada (construcción)	25
<b>Ilustración 8:</b> Diagrama de bloques (construcción de la estructura del diagrama de bloques para la comunicación de la placa Arduino y LabVIEW usando la librería de Arduino)	26
<b>Ilustración 9:</b> Diagrama de bloques “continuación de las conexiones de los bloques” (uso de la estructura while loop en conjunto con los bloques de escritura de pines de la librería Arduino)	26
<b>Ilustración 10:</b> Diagrama de bloques (conexiones de los bloques de escritura de la librería Arduino con el bloque de “Boolean To (0,1)” y este hacia las constantes de falso o verdadero)	27
<b>Ilustración 11:</b> Diagrama de bloques (conexiones restantes y uso de la estructura de casos “case”)	28
<b>Ilustración 12:</b> Diagrama de bloques (cantidad, declaración de los pines y conexiones de los bloques de escritura de la librería Arduino para los pines de la placa)	28
<b>Ilustración 13:</b> Diagrama de bloques (cantidad casos creados y alojados en el selector de casos, ubicación de componentes y conexiones)	29
<b>Ilustración 14:</b> Diagrama de bloques (casos creados en la estructura tipo “case”, ubicación de componentes y conexiones)	29
<b>Ilustración 15:</b> Diagrama de bloques (estructura matemática y conexiones con los indicadores tipo sliders) “video de apoyo recomendado: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4kXNsgjAK0I">https://www.youtube.com/watch?v=4kXNsgjAK0I</a> ”	30
<b>Ilustración 16:</b> Diagrama de bloques (conexiones restantes entre el bloque de cierre Arduino y los bloques de escritura, conexión de el botón de parada)	30
<b>Ilustración 17:</b> Librería que se debe descargar para el desarrollo del programa, su funcionamiento idóneo y la interfaz grafica	31
<b>Ilustración 18:</b> Puesta en marcha y prueba de los módulos de semaforización	31
<b>Ilustración 19:</b> Puesta en marcha y prueba de los módulos de semaforización	32
<b>Ilustración 20:</b> Armado de casas para la maqueta	32
<b>Ilustración 21:</b> láminas de acrílico (bases para las casas de la maqueta)	33
<b>Ilustración 22:</b> Resultados finales del armado de las casas	33
<b>Ilustración 23:</b> Impresión láser en alta definición (calcomanía con diseño de las calles del banco)	34
<b>Ilustración 24:</b> Lamina de acrílico de 100 cm de largo x 90 cm de ancho x 1 cm de espesor (funcionara como base para la mesa del banco y soporte para la maqueta)	34

<b>Ilustración 25:</b> Resultados finales de la base y casas del banco. _____	35
<b>Ilustración 26:</b> corte y doblado de tubos de cobre de ½ pulgada ( <b>funcionaran como los postes de los semáforos</b> ) _____	35
<b>Ilustración 27:</b> Elaboración de perforaciones para la creación de los huecos donde encajarán los tubos de cobre que serán usados para los semáforos _____	36
<b>Ilustración 28:</b> Elaboración de perforaciones para la creación de los huecos donde encajarán los tubos de cobre que serán usados para los semáforos _____	36
<b>Ilustración 29:</b> Resultados finales de las perforaciones y posicionamiento de los tubos _____	37
<b>Ilustración 30:</b> pieza fabricada _____	37
<b>Ilustración 31:</b> Resultados finales de pieza en conjunto con los pines y el semáforo _____	38
<b>Ilustración 32:</b> Proceso de pintado de los tubos de cobre _____	38
<b>Ilustración 33:</b> Resultados finales de los semáforos ya pintados y cableados _____	38
<b>Ilustración 34:</b> Bornas de conexión _____	39
<b>Ilustración 35:</b> Certificado RETIE de las bornas _____	39
<b>Ilustración 36:</b> Riel din omega _____	40
<b>Ilustración 37:</b> Proceso de armado y construcción en el tablero de circuitos _____	40
<b>Ilustración 38:</b> cables DuPont de 30 cm con pines tipo pala en uno de los extremos _____	41
<b>Ilustración 39:</b> resultados finales del cable DuPont de 30 cm con los pines tipo pala el termoencogible de colores _____	41
<b>Ilustración 40:</b> Ubicación e instalación del cable de control en el tablero de circuitos _____	42
<b>Ilustración 41:</b> Amarres plásticos _____	42
<b>Ilustración 42:</b> uso de los amarres plásticos _____	43
<b>Ilustración 43:</b> Resultados finales del armado de los circuitos eléctricos/electrónicos en el tablero/gabinete eléctrico de circuitos _____	43
<b>Ilustración 44:</b> Base adhesiva para amarre plástico _____	44
<b>Ilustración 45:</b> Ubicación de las bases adhesivas para el fijado de la coraza liquid tight con amarres plásticos _____	44
<b>Ilustración 46:</b> Colocación de marquillas en los arneses y termoencogible en los empalmes de los pines del cable para control y el cable DuPont de los semáforos. _____	45
<b>Ilustración 47:</b> Resultados finales del banco _____	45
<b>Ilustración 48:</b> Resultados finales de la puesta en marcha _____	46
<b>Ilustración 49:</b> Funcionamiento de la comunicación entre la interfaz gráfica y el banco _____	46
<b>Ilustración 50:</b> Foto Final de la construcción del banco (con detalles finiquitados) _____	47
<b>Ilustración 51:</b> Placa Arduino Mega 2560 _____	48
<b>Ilustración 52:</b> Modulo semáforo led 8mm _____	48
<b>Ilustración 53:</b> Cable DuPont Macho – Macho _____	49
<b>Ilustración 54:</b> Cable DuPont _____	49
<b>Ilustración 55:</b> Cable Dupont Hembra–Hembra _____	49
<b>Ilustración 56:</b> Cable DuPont de 30 cm _____	49
<b>Ilustración 57:</b> Protoboard de 400 puntos _____	50
<b>Ilustración 58:</b> Computador portátil _____	50
<b>Ilustración 59:</b> Mesa para el banco de semaforización _____	51
<b>Ilustración 60:</b> Bornas de conexión _____	51
<b>Ilustración 61:</b> Riel din omega _____	52
<b>Ilustración 62:</b> Caja en acrílico para Arduino mega _____	52
<b>Ilustración 63:</b> Cofre/gabinete eléctrico _____	53

<b>Ilustración 64:</b> Certificado RETIE del gabinete _____	53
<b>Ilustración 65:</b> Canaleta ranuradas _____	54
<b>Ilustración 66:</b> cable para control utilizado para las instalaciones que salen de las bornas hacia los módulos. _____	54
<b>Ilustración 67:</b> conectores tipo pala _____	55
<b>Ilustración 68:</b> Cinta doble faz _____	55
<b>Ilustración 69:</b> termoencogible de colores _____	56
<b>Ilustración 70:</b> coraza liquid tight _____	56
<b>Ilustración 71:</b> Amarres plásticos _____	57
<b>Ilustración 72:</b> Bases adhesivas para amarre plástico _____	58
<b>Ilustración 73:</b> Diseño de la posición de leds en la placa Arduino Mega con <b>fritzing</b> _____	60
<b>Ilustración 74:</b> Diseño de diagrama esquemático de circuitos (eléctrico/electrónico) en <b>fritzing</b> _____	61
<b>Ilustración 75:</b> resultados finales de la construcción del banco _____	68
<b>Ilustración 76:</b> Resultados finales de la construcción y detalles del banco _____	68
<b>Ilustración 77:</b> resultados finales del armado, maquillado y detalles del banco _____	69
<b>Ilustración 78:</b> resultado finales de las instalaciones en el cofre/gabinete eléctrico (puesta en marcha).__	69
<b>Ilustración 79:</b> Resultados finales del banco evidenciando su correcto funcionamiento. _____	70
<b>Ilustración 80:</b> Menú selector de casos del programa. _____	72
<b>Ilustración 81:</b> Casos contemplados en la Hora Valle (con y sin mejora). _____	73
<b>Ilustración 82:</b> Casos contemplados en la Hora 6:00 AM (con y sin mejora). _____	73
<b>Ilustración 83:</b> Casos contemplados en la Hora 6:00 PM (con y sin mejora). _____	73
<b>Ilustración 84:</b> Resultados finales de la interfaz gráfica (Ajustadores). _____	74
<b>Ilustración 85:</b> Botón de parada (STOP). _____	74
<b>Ilustración 86:</b> Bloques de la librería Arduino (reconocimiento de placa y definición de pines). _____	75
<b>Ilustración 87:</b> Bloques de escritura de la librería Arduino (escritura en pines). _____	75
<b>Ilustración 88:</b> funcionamiento entre la interfaz y el banco con uno de sus casos. _____	76
<b>Ilustración 89:</b> revisión de estado de los sellos de los conectores para coraza liquid tight. _____	76
<b>Ilustración 90:</b> revisión de estado de los sellos de los conectores para coraza liquid tight (parte inferior del gabinete eléctrico). _____	77
<b>Ilustración 91:</b> Revisión en los cables (dobles) en busca de posibles anomalías o puntos calientes. _____	77
<b>Ilustración 92:</b> Revisión en los empalmes de pines con recubrimiento de termoencogible. _____	78
<b>Ilustración 93:</b> Revisión en los empalmes de pines con recubrimiento de cinta aislante. _____	78
<b>Ilustración 94:</b> Inspección de los cables por los sistemas de canalización (canaletas ranuradas) del gabinete eléctrico. _____	79
<b>Ilustración 95:</b> Revisión de los pines conectados en la Protoboard. _____	79
<b>Ilustración 96:</b> Revisión del correcto posicionamiento de los pines en las respectivas líneas para su energización. _____	80
<b>Ilustración 97:</b> Limpiacontactos en aerosol para limpieza de componentes electrónicos. _____	81
<b>Ilustración 98:</b> Tester con los parámetros necesarios para realizar diagnostico e inspecciones. _____	82
<b>Ilustración 99:</b> Parámetros que debe poseer el tester o multímetro _____	82
<b>Ilustración 100:</b> Uso del tester en el modo de medida de continuidad para verificar que no halla cables sueltos hasta las borneras. _____	83
<b>Ilustración 101:</b> Posicionamiento del pin de testeo "COM" del tester para tomar la medida de continuidad. _____	83
<b>Ilustración 102:</b> Posicionamiento del pin de testeo Rojo (mV, V, mA, Continuidad y Resistencia) para la medicionde continuidad _____	84

<b>Ilustración 103:</b> Revisión del estado de prensado de los cables en las bornas de conexión. _____	84
<b>Ilustración 104:</b> Revisión del parámetro continuidad desde las bornas hasta los pines de los módulos de semaforización. _____	85
<b>Ilustración 105:</b> Revisión del parámetro continuidad desde las bornas hasta los pines de los módulos de semaforización. _____	85
<b>Ilustración 106:</b> Revisión de estado de los leds de los módulos con el parámetro de continuidad (led Rojo) _____	86
<b>Ilustración 107:</b> Revisión de estado de los leds de los módulos con el parámetro de continuidad (led amarillo) _____	86
<b>Ilustración 108:</b> Revisión de estado de los leds de los módulos con el parámetro de continuidad (led verde). _____	87
<b>Ilustración 109:</b> Medición con el tester del parámetro de Voltaje _____	88
<b>Ilustración 110:</b> Apertura para pruebas de los pines de los cables DUPONT _____	88
<b>Ilustración 111:</b> Resultados arrojados en la medición (el voltaje puese estar entre 3.8 y 5 VOLTIOS) 89	
<b>Ilustración 112:</b> Ubicación del pin COM del tester para la medición del parámetro de corriente. __	89
<b>Ilustración 113:</b> Medición del parámetro de continuidad (en la borna y pin del cable DUPONT de color rojo del semáforo #1) _____	90
<b>Ilustración 114:</b> Resultados de la medición del parámetro de corriente (cada módulo consumen 6.1 mA como son 2 módulos por semáforos eso da un consumo de 12,2 mA). _____	90

# Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Especificaciones del Arduino Mega _____	11
<b>Tabla 2:</b> Especificaciones de un módulo de semáforo LED _____	11
<b>Tabla 3:</b> Especificaciones de un CABLE DUPONT (MACHO - MACHO) _____	12
<b>Tabla 4:</b> Especificaciones de un CABLE DUPONT (MACHO - HEMBRA) _____	12
<b>Tabla 5:</b> Especificaciones de un CABLE DUPONT (HEMBRA - HEMBRA) _____	12
<b>Tabla 6:</b> Especificaciones de una Protoboard _____	13
<b>Tabla 7:</b> Especificaciones del cofre/gabinete eléctrico _____	13
<b>Tabla 8:</b> Especificaciones de una borna de conexión _____	13
<b>Tabla 9:</b> Especificaciones de la coraza Liquid Tight _____	14
<b>Tabla 10:</b> Especificaciones de los amarres plásticos _____	15
<b>Tabla 11:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora valle – Casos #1) _____	63
<b>Tabla 12:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora valle – Casos #2) _____	63
<b>Tabla 13:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora valle – Casos #3) _____	64
<b>Tabla 14:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 AM – Casos #1) _____	64
<b>Tabla 15:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 AM – Casos #2) _____	65
<b>Tabla 16:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 AM – Casos #3) _____	65
<b>Tabla 17:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 PM – Casos #1) _____	66
<b>Tabla 18:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 PM – Casos #2) _____	66
<b>Tabla 19:</b> Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 PM – Casos #3) _____	67
<b>Tabla 20:</b> Costos del proyecto _____	93





## Introducción

Los semáforos, son señalizaciones de control de tráfico muy emblemáticas en el entorno urbano ya que su función es la de regular el flujo vehicular en intersecciones viales u otros escenarios que requieran de su implementación asignando el derecho de paso secuencialmente en busca de una mejora en el flujo vehicular; la unión de varios semáforos que tienen un comportamiento lógico ya sea igual o diferente se le puede dar el nombre de sistema de semaforización, y cuando trabajan en conjunto este sistema permite en una zona congestionada donde hay un alto flujo de vehículos y donde pueden ocurrir accidentes, trancones, imprudencias, etc., se vea mejorada por la implementación de este. La importancia de un buen sistema de semaforización y de su lógica de funcionamiento se puede evidenciar en diversos escenarios y la influencia de estos en la movilidad es muy notoria, no obstante también hay sistemas de semaforización los cuales pueden tener su comportamiento lógico obsoleto o con fallas, por lo cual ahí recae la importancia de un buen sistema, cimentado en estudios estadísticos de tráfico para así decidir cuál comportamiento lógico es el idóneo para implementar en el escenario que requiera de este. Por ello hemos de desarrollar un banco de semaforización con los objetivos de estudiar diversos comportamientos lógicos y demostrarlos en esta; y también de volver más didáctico el proceso de aprendizaje con respecto a la electrónica digital y análoga.



## Planteamiento del problema

En los entornos donde se implementan sistemas de semaforización, se puede evidenciar la eficiencia y efectividad de estos, pero en otros entornos, debido a comportamientos lógicos obsoletos o inconsistencias en la implementación de sistemas de semaforización se puede ver que en vez de ser una solución es una problemática al momento de lo que tiene que ver con la efectividad en el flujo vehicular, consiguiendo que la movilidad en esos escenarios se vea obstruida o de manera poco eficiente al momento de circular por esa parte; he de ahí la importancia de un buen sistema de semaforización, respaldado de un estudio estadístico previo para determinar la implementación del mismo y su comportamiento lógico en la zona que requiera su intervención.

Las consecuencias que puede acarrear un mal sistema de semaforización van desde la parte personal ya que algunas personas se pueden ver estrazadas al momento de tener que circular por esas zonas que presentan conflicto lo cual sea a comprobado que puede desencadenar que las personas cometan infracciones, y estas misma puedan llevar a un accidente, por lo cual implementar un sistema que se adapte de acuerdo a las características de su escenario es muy importante.

Trataremos dos problemas a resolver: la congestión vehicular en distintos escenarios de una ciudad y la dificultad de aprendizaje en el campo de la electrónica análoga, digital, de mando y control.

Se plantean estas problemáticas ya que en las ciudades la congestión vehicular, los accidentes y trancones son comunes y este problema tiene solución con un sistema de semaforización que contribuye a regular el flujo vehicular, un estudio interesante de hacer y que nos podría dar respuestas y/o datos que nos puedan servir para hacer una mejor conclusión y comprensión seria la parte de la lógica de funcionamiento de los semáforos ya que al modificar sus patrones se podría encontrar un mejor equilibrio entre el flujo vehicular y estos patrones de cambios de los semáforos.

Con la parte de aprendizaje, la problemática en este sector es la dificultad que presentan estudiantes con el tema de la programación, y es importante para ellos tener un buen conocimiento, claro y exacto acerca de lo que es, como funciona, y el porqué de lo que se hace, ya que por medio de los sistemas de semaforización muchos estudiantes pueden lograr un mejor desarrollo y comprensión de su aprendizaje en el campo de la electrónica.

## Objetivos

### 1.1 Objetivo general:

- Diseñar un banco de semaforización para el estudio de variables digitales.

#### 1.1.1 Objetivos específicos:

- Implementar en Arduino el algoritmo para la adquisición de señales.
- Desarrollar una interfaz gráfica que permita comunicar Arduino con el sistema.
- Desarrollar un manual de usuario y guías de laboratorio.

## **Alcance**

El proyecto busca crear soluciones alternativas con un modelo a escala miniatura de un sistema de semaforización plasmado en un banco de prueba que permita analizar problemas y sus soluciones siempre y cuando estas tengan que ver con la congestión vehicular en una ciudad.

También se busca hacer más llamativo, fácil e interesante el proceso de aprendizaje de la electrónica digital, análoga, de mando y control por medio de una interfaz gráfica desarrollada con los programas Arduino + LabVIEW.

## Justificación

Un sistema de semaforización con base en la electrónica digital y la programación proyecta una forma de regular el tráfico vehicular de una ciudad. Se usa la metodología de enseñanza de una maqueta didáctica y representativa de los anteriores escenarios mencionados junto con la plataforma de control Arduino, para así volver el proceso de enseñanza más llamativo, interesante y didáctico en el campo de la electrónica análoga y digital.

Con ello se busca brindar soluciones prácticas y eficientes para la circulación, movilización y congestión vehicular. Y al hacer esto el proceso de aprendizaje con Arduino y/o programas afines se vuelvan más llamativos y educativos para aquellos estudiantes de materias afines a esta.

## Marco teórico:

### Sistema de semaforización:

Los semáforos, llamados en términos técnicos señales de regulación de tráfico, son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales y otros lugares para regular el tráfico y/o peatones. [1]

El surgir de las señales de tráfico está ligado al rápido aumento del tráfico automovilístico, sobre todo en Estados Unidos después de que Henry Ford introdujera el modelo T en 1908 y lo comenzara a producir en serie a partir de 1913. [1]

Las diferentes clases de vías se encuentran contempladas en la ley, categorizándolas según su uso y características. A continuación, se procede a definir los diversos tipos de vías en los cuales podría implementar un sistema de semaforización:

**Carretera convencional:** Esta es un tipo de carretera que no tiene o no cumple con las condiciones y características de una autopistas, autovías y vías para los vehículos que transitan en ella.

**Plataforma:** En términos viales es una estructura de las vías que son para el uso exclusivo de vehículos que transitan por estas; la composición de esta son calzada y arcenes.

**Intersección:** Es la unión o punto de encuentro de varias vías, interconectándose entre sí.

**Glorieta:** Es la unión en dónde las vías que se encuentra interconectadas poseen una forma circular y éstas siguen su sentido alrededor de una isleta que se encuentra ubicada en el centro. El transitar de los vehículos es en una forma rotativa, es decir alrededor de la isleta. Es importante respetar el orden de prioridad de estas y nunca atravesar por el centro. [1]

# Electrónica

Es una rama de la física aplicada que trata con la emisión, el flujo y control de los electrones en el vacío y la materia.

La electrónica tiene una amplia relación con circuitos eléctricos que conllevan a la implementación de componentes eléctricos activos como diodos, resistencias, sensores, dispositivos de mando y control, transistores, capacitores, inductores, transformadores, entre otros, relacionados con componentes eléctricos pasivos y medios tecnológicos de conexión (placas). [2].

## 1.2 Electrónica digital

Es la electrónica que trabaja con señales digitales, lo que quiere decir que trabaja con estímulos de corrientes y tensiones eléctricas las cuales son convertidas a valores numéricos, estas solo pueden tener dos posibles estados en el transcurso del tiempo. Debido a la presencia o ausencia de corriente o tensión estas adoptan un valor numérico dependiendo del estado que se presente, por lo cual este tipo de electrónica es del tipo binaria es decir que maneja dos dígitos, (el 0 y el 1) los cuales indican la ausencia o presencia de tensión o corriente. [3].

## 1.3 Software

Es un conjunto de comandos (paso a paso) que una computadora debe seguir, es decir, todas aquellas indicaciones sobre lo que debe de hacer y cómo lo hará. [5]

## 1.4 Programación

Es el proceso mediante el cual se planifica, crea y ordenan las acciones necesarias para ejecutar un proceso, se usa para lograr el funcionamiento ciertas máquinas o aparatos para que estos empiecen a ser “controlados” y puedan ejercer la función para las que fueron diseñadas y en la forma deseada. [5]



## 1.5 Interfaz gráfica de usuario

La Interfaz gráfica de usuario GUI, o por sus siglas en inglés (Graphical User Interface), es un programa el cual su función es la de intervenir en entre usuario y máquina de forma que el control de la maquina sea de una manera visualmente más fácil, informativa y eficiente de manejar. [4].

## 1.6 Algoritmo

Es una secuencia lógica de forma exacta, detallada y finita de los pasos que se deben seguir para la solución o solvencia de una problemática o el cumplimiento de un objetivo trazado. [5]

Los algoritmos poseen ciertas características como lo son el orden de los pasos a seguir, estos son finitos, es decir poseen un inicio y un final de su proceso o pasos, deben ser claros y detallados ya que se debe asumir como si la máquina que fuera a ejecutar los procesos no conoce relativamente “nada” por lo cual se debe detallar y explicar de una forma minuciosa los pasos. [5]

Cuando se realiza la construcción de un algoritmo se debe siempre considera los siguientes aspectos:

- Conocer el problema que se va a solucionar de una forma exacta.
- Medir la magnitud del problema y la solución del problema.
- Construir el algoritmo que mediante su desarrollo y ejecución solucione el problema
- Comprobar si el problema fue resuelto de manera efectiva. [5]

## 1.7 Estadística

Es una rama de la matemática que tiene como objetivo el estudio de datos recogidos mediante diversos métodos (mediante encuestas o experimentos) y una vez contemplados estos datos se organizan, se resumen y analizan mediante técnicas matemáticas para luego mediante los resultados inferir conclusiones respecto a estos. [6]

## 1.8 Estadística Descriptiva

Se basa en el estudio, deducción, comprensión y análisis de las características de un grupo de datos, de donde se sintetiza la información obtenida y las conclusiones a las que se llega para así comprender el comportamiento de los datos y relaciones que existen entre el grupo de estudio y los resultados. [6]

## 1.9 Muestreo

Es un método cuya función es conseguir una o varias muestras del grupo estudiado. Éste se elabora una vez que se ha establecido un grupo muestras que representa a la población a estudiar, se procede la elección de los elementos de la muestra. [6]

### 1.9.1 Datos cuantitativos

Son aquellos que pueden ser medidos, y se representan en variables:

Discretas: Sólo pueden tomar un número limitado de valores enteros, los valores posibles de estas variables son aislados.

Continuas: Pueden tomar cualquier valor de un determinado intervalo. Por ejemplo: el peso, la altura, temperatura, entre otros. [6]

### 1.9.2 Cuestionarios

Consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. Lo que se estudia en estas, es decir, su contenido puede ser tan diverso como se desee. [6]

Las preguntas contempladas en estos pueden ser de dos tipos (abiertas o cerradas). [6]

### 1.9.3 Organización de información

Para la organización de los datos, estos se pueden organizar mediante tablas que contengan los siguientes ítems:

- Las Tablas de Frecuencias:

Son tablas en donde se almacenan los datos estadísticos (datos obtenidos o estudiados), asignando a cada dato su frecuencia correspondiente. [6]

- Frecuencia absoluta:

Es el número de veces que aparece un determinado valor en un estudio estadístico. Se representa por  $f_i$ . [6]

La suma de las frecuencias absolutas es igual al número total de datos, que se representa por  $N$ . [6]

### 1.9.4 Presentación de información

- Gráficos Estadísticos:

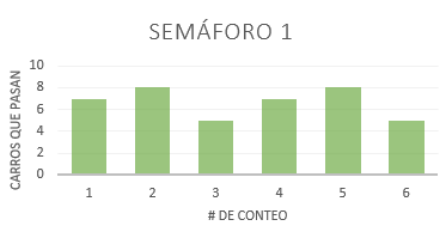
Según las características del estudio y los resultados obtenidos, se pueden utilizar los siguientes tipos de gráficas:

- Diagrama de barras:

Se utiliza para de presentar datos cualitativos o cuantitativos de tipo discreto. [6]

Se representan sobre unos ejes de coordenadas, en el eje de abscisas se colocan los valores de la variable, y sobre el eje de ordenadas las frecuencias absolutas, relativas o acumuladas. [6]

Los datos se muestran mediante barras de una altura proporcional a la frecuencia. [6]



### 1.9.5 procesamiento de información

- Parámetros estadísticos:

Es un número que se obtiene a partir de datos de una distribución estadística. [6]

Estos sirven para sintetizar la información dada ya sea por tablas o gráficas. [6]

Tipos parámetros estadísticos:

- Centralización.
- Posición.
- Dispersión. [6]

### 1.9.6 Medidas de centralización

Indican en torno a qué valor se distribuyen los datos.

En las medidas de centralización encontramos la media aritmética; que se obtiene al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de estos. [6]



## Capítulo 1: Especificaciones técnicas

<b>Arduino Mega original</b>	
<b>Microcontrolador</b>	ATmega2560
<b>Tensión de alimentación</b>	5V
<b>Tensión de entrada recomendada</b>	7-12V
<b>Límite de entrada</b>	6-20V
<b>Pines digitales</b>	54 (14 con PWM)
<b>Entradas analógicas</b>	16
<b>Corriente máxima por pin</b>	40 mA
<b>Corriente máxima para el pin 3.3V</b>	50 mA
<b>Memoria flash</b>	256 KB
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz
<b>Referencia de producto</b>	ARDUINO MEGA2560 ORIGINAL

**Tabla 1:** Especificaciones del Arduino Mega

<b>Modulo semáforo LED</b>	
<b>Voltaje de funcionamiento</b>	5V
<b>Color del PCB</b>	Negro
<b>Diámetro de los leds</b>	8mm
<b>Referencia de producto</b>	SEMAFORO LED 8MM

**Tabla 2:** Especificaciones de un módulo de semáforo LED

<b>CABLE DUPONT 20 cm Y 30 cm (MACHO - MACHO)</b>	
<b>Terminal</b>	<b>Macho-Macho</b>
<b>Color</b>	<b>paquete arco iris</b>
<b>Longitud</b>	<b>20 cm / 30 cm</b>
<b>Ancho de los 40 cables juntos</b>	<b>5.5cm</b>
<b>Voltaje máximo</b>	<b>300V</b>
<b>Referencia de producto</b>	<b>CABLE DUPONT M – M 20 cm /30 cm</b>

**Tabla 3:** Especificaciones de un CABLE DUPONT (MACHO - MACHO)

<b>CABLE DUPONT 20 cm / 30 cm (MACHO - HEMBRA)</b>	
<b>Terminal</b>	<b>Macho-Hembra</b>
<b>Color</b>	<b>paquete arco iris</b>
<b>Longitud</b>	<b>20 cm / 30 cm</b>
<b>Ancho de los 40 cables juntos</b>	<b>5.5cm</b>
<b>Voltaje máximo</b>	<b>300V</b>
<b>Referencia de producto</b>	<b>CABLE DUPONT M – H 20cm / 30 cm</b>

**Tabla 4:** Especificaciones de un CABLE DUPONT (MACHO - HEMBRA)

<b>CABLE DUPONT 20 cm / 30 cm (HEMBRA - HEMBRA)</b>	
<b>Terminal</b>	<b>Hembra-Hembra</b>
<b>Color</b>	<b>paquete arco iris</b>
<b>Longitud</b>	<b>20 cm / 30 cm</b>
<b>Ancho de los 40 cables juntos</b>	<b>5.5cm</b>
<b>Voltaje máximo</b>	<b>300V</b>
<b>Referencia de producto</b>	<b>CABLE DUPONT H – H 20 cm / 30 cm</b>

**Tabla 5:** Especificaciones de un CABLE DUPONT (HEMBRA - HEMBRA)

<b>Protoboard</b>	
<b>Puntos</b>	400
<b>Color</b>	Blanco
<b>Material</b>	Plástico (ABS)
<b>Longitud</b>	82 mm
<b>Ancho</b>	55 mm
<b>Altura</b>	8.5 mm
<b>Peso de la unidad</b>	50 g
<b>Voltaje máximo</b>	36 V
<b>Máxima capacidad de corriente</b>	3 – 5 A
<b>Acepta cables con diámetro</b>	0.4 a 0.7 mm
<b>Auto adherible</b>	sí

**Tabla 6:** Especificaciones de una Protoboard

<b>Cofre/Gabinete Eléctrico</b>	
<b>Acabado de pintura</b>	electrostática gris RAL7032 - texturizada en polvo
<b>grado de protección</b>	IP 44 y/o IP 54.
<b>Chapa y empaque</b>	de caucho en contorno de puerta para evitar filtraciones
<b>Doble fondo metálico</b>	sí, Provisto de doble fondo metálico desmontable para facilitar el manejo, instalación, labores de mantenimiento y reparación.
<b>Certificado RETIE</b>	sí
<b>Dimensiones (cm)</b>	(ALTO – ANCHO - LARGO) (40 – 30 – 20)

**Tabla 7:** Especificaciones del cofre/gabinete eléctrico

<b>Bornas de conexión</b>	
<b>Referencia</b>	1032
<b>Rango de alambre Flex.</b>	
<b>Área (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>AWG</b>
0 - 6	8
<b>Tensión Max.</b>	750 V
<b>Corriente Max.</b>	41 A
Certificado RETIE	Sí

**Tabla 8:** Especificaciones de una borna de conexión

<b>coraza liquid tight</b>		
<b>certificados</b>	<b>Certificado según Norma UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-23</b>	
	<b>Certificados RETIE</b>	
<b>funcion</b>	Destinada a la protección de cables eléctricos y fibra óptica, también los protege de agentes nocivos del medio ambiente tales como, agua, polvo, aceites, etc. Así como de posibles agresiones mecánicas, vibraciones, torsión, golpes o aplastamientos, haciéndola ideal para exigencias críticas como lo es el uso en la intemperie, acometida de motores, transformadores, cableados con presencia de agua, aceites y vapores corrosivos en exposición continua.	
<b>usos</b>	Gracias a que en su construcción se combinan la resistencia y la flexibilidad, se hace especialmente adecuada para su instalación de manera subterránea, al aire libre, en canalizaciones fijas en superficies, en canalizaciones empotradas, embebidas en hormigón, canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra.	
<b>parametros tecnicos de construccion</b>	Construida en acero galvanizado marca ACESCO con tratamiento al frío y resistente a la corrosión media.	Ofrece un grado de protección IP68.
	Revestida con una capa de PVC Flexible desde 1.5 mm hasta 3 mm autoextinguible y protección contra rayos ultravioleta, con componente de filtro UV, que evita la degradación prematura del material.	Máxima temperatura de utilización de 55 grados centígrados.
	Rotulado con tinta azul, que permite la descripción del producto bajo marca MC, Metal Coraza S.A.S.	Inestable frente a hidrocarburos alifáticos y aromáticos, alcoholes, éteres, ésteres, bencol, bencina y carburantes.
<b>dimensiones</b>	desde 3/8" hasta 4"	

**Tabla 9:** Especificaciones de la coraza Liquid Tight



<b>Amarres plásticos</b>
<b>Fabricadas en nylon 100% genuino, de gran tenacidad y retardante a la llama.</b>
<b>UL1565 - Resistencia definida por el fabricante.</b>
<b>Generalmente usados para la organización de cables, y con muchas otras aplicaciones en el hogar y la oficina.</b>
<b>Con bordes redondeados que no dañan el aislamiento del cable.</b>
<b>Resistente a muchos agentes químicos, al aceite y a los combustibles.</b>
<b>Garantía de 4 años.</b>
<b>Amarres de color negro aptos para intemperies/ resistentes a los rayos UV.</b>

**Tabla 10:** Especificaciones de los amarres plásticos

## Capítulo 7: Criterios

Un banco de semaforización tiene como función ser una herramienta para el estudio, simulación, representación del comportamiento y la programación de los módulos leds (semáforos) para así ser usados en conjunto con una placa Arduino (MEGA) que es la encargada de recibir la programación hecha por el usuario y transmitirla a los módulos; todo este proceso va vinculado a un programa (LabVIEW) que es el encargado del desarrollo de la interfaz gráfica y de la programación.

Para poder llevar a cabo la construcción de este banco se debe tener en cuenta la función específica para el que este será usado, esto con el fin de escoger los materiales adecuados para la construcción de estructuras, elementos representativos, etc.

Ya que este proyecto tiene fines educativos se puede conseguir materiales en almacenes, tiendas electrónicas, tiendas eléctricas, etc.; como lo pueden ser (módulos leds “semáforos”, cables DuPont, placa Arduino MEGA, Protoboard, etc.)

Cada uno de los componentes usados en la construcción del banco fueron previamente analizados y puestos a prueba para verificar que funcionan adecuadamente; adicionalmente se buscó otorgar la mayor calidad y seguridad en la construcción de este para lo cual se usaron materiales que contaban con certificados de calidad del RETIE en lo que respecta con la parte de componentes eléctricos como es el caso del gabinete eléctrico, bornas de conexión, frenos tipo riel, etc.

## Capítulo 8: Construcción

Para la construcción de este banco, haremos una lista que indicara de forma enumerada los procedimientos para elaboración de este:

1. Una vez obtenido el aval para la realización del banco, empezamos por realizar un estudio estadístico solicitado por los evaluadores del proyecto, el fin de este estudio es el de determinar de manera precisa cómo funcionaba el sistema de semaforización en una zona específica de la ciudad de Valledupar (se escogió la intersección ubicada en la carrera 23 con 7a)



**Ilustración 1:** Escenario a estudiar (carrera 23 con 7a)

(Fuente: Propia)



**Ilustración 2:** Recolección de los datos pertinentes para el estudio estadístico  
(Fuente: Propia)



**Ilustración 3:** Recolección de los datos pertinentes para el estudio estadístico  
(Fuente: Propia)



**Ilustración 4:** Recolección de los datos pertinentes para el estudio estadístico

(Fuente: Propia)

Para la realización de este estudio nos apoyamos en el artículo “semáforos Medellín ([https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion\\_senalizacion/cap7\\_semaforos.pdf](https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap7_semaforos.pdf)).

El cual nos habla de los semáforos, una descripción general de ellos, su función, y los modelos de estudio aplicados en la ciudad de Medellín para tener un sistema de semaforización idóneo para diversos escenarios de esta ciudad.

Como lo podemos evidenciar en la “**página 276 del documento semáforos Medellín – subtítulo 7.2.2.2 Programación o sincronización de semáforos**” el cual nos dice que:

“Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para programar el tiempo de los semáforos en una intersección son:

- Flujo de saturación
- Número de carriles de tránsito y demás condiciones físicas y geométricas.
- Variaciones del flujo del tránsito para cada movimiento direccional.
- Necesidades de los vehículos comerciales y de transporte público.

- Período, en segundos, entre el paso de dos vehículos consecutivos que salen de la intersección.
- Necesidades de los peatones.
- Necesidad de desalojar la intersección por parte de los vehículos y los peatones al cambiar las indicaciones.
- Velocidad de despeje y entrada de los vehículos, bicicletas y peatones en función del movimiento.
- Movimientos de giro.

La sincronización de los semáforos puede considerarse completa cuando comprende una serie de intersecciones con semáforos que tienen que ser operados para proporcionar el movimiento continuo de grupos de vehículos. Existen programas de computación para estos fines.”

Para profundizar el tema recomendamos realizar una lectura previa del documento **“semáforos Medellín”**

También se debe tener un conocimiento previo de las normativas de tránsito vigentes en Colombia, se realizó una indagación en diferentes fuentes en especial en la plataforma YouTube para poder realizarla y nos apoyamos en videos encontrados:

<https://www.youtube.com/watch?v=pFwx1eGTaQM>

<https://www.youtube.com/watch?v=zm-30b3Tlcw>

Los cuales nos contribuyen al conocimiento de las normas que rigen la movilidad vehicular y los diversos escenarios en nuestro país ya que nos ayudara a comprender como se debe comportar los ciudadanos en los diversos casos de movilidad que se puedan presentar.

2. Ya una vez recolectada la información pertinente para realizar el estudio estadístico, se procesan los datos, para obtener los resultados de la movilización, eficiencia de los comportamientos lógicos de los semáforos, tiempos de encendidos, cantidad de vehículos que pasaron en un ciclo, etc.; con todos esos resultados, se procesan en tablas en el programa Excel; una vez digitados tendremos que enfocarnos en ciertos aspectos a tener en cuenta, usaremos 4 tablas por categorías, las categorías son (HORA PICO 6 AM – HORA PICO 6 PM – HORA VALLE) para un total de 12 tablas; los datos más importantes y con los que trabajaremos para la simulación de situaciones de flujo vehicular serán la del **valor máximo, valor promedio, valor mínimo**, obtenido en la sección de “carros que pasan” la cual contiene la cantidad de carros que pasaron cuando los semáforos cambiaron a verde.

(Hora valle) - Tiempo en verde: 12 s			
<b>SEMÁFORO 1</b>		<b>SEMÁFORO 3</b>	
# de conteo	Carros que pasan	# de conteo	Carros que pasan
1	7	1	11
2	8	2	8
3	5	3	5
4	5	4	8
5	8	5	11
6	7	6	5
	6,66666667		8
<b>SEMÁFORO 2</b>		<b>SEMÁFORO 4</b>	
# de conteo	Carros que pasan	# de conteo	Carros que pasan
1	1	1	4
2	1	2	3
3	4	3	2
4	1	4	4
5	1	5	2
6	4	6	6
	2		3,5

Tablas de recolección de datos del n° de conteo y los carros que pasaron (Hora valle)

(Hora pico 6 AM) - Tiempo en verde: 12 s			
<b>SEMÁFORO 1</b>		<b>SEMÁFORO 3</b>	
# de conteo	Carros que pasan	# de conteo	Carros que pasan
1	14	1	14
2	14	2	11
3	16	3	13
4	15	4	12
5	13	5	14
6	14	6	16
	14,33333333		13,33333333
<b>SEMÁFORO 2</b>		<b>SEMÁFORO 4</b>	
# de conteo	Carros que pasan	# de conteo	Carros que pasan
1	4	1	5
2	4	2	6
3	3	3	3
4	2	4	4
5	3	5	5
6	2	6	3
	3		4,33333333

Tablas de recolección de datos del n° de conteo y los carros que pasaron (Hora pico 6 AM)

(Hora pico 6 PM) - Tiempo en verde: 12 s			
<b>SEMÁFORO 1</b>		<b>SEMÁFORO 3</b>	
# de conteo	Carros que pasan	# de conteo	Carros que pasan
1	16	1	16
2	13	2	11
3	14	3	13
4	13	4	16
5	14	5	15
6	15	6	14
14,16666667		14,16666667	
<b>SEMÁFORO 2</b>		<b>SEMÁFORO 4</b>	
# de conteo	Carros que pasan	# de conteo	Carros que pasan
1	2	1	4
2	3	2	3
3	1	3	5
4	4	4	3
5	3	5	6
6	2	6	3
2,5		4	

Tablas de recolección de datos del nº de conteo y los carros que pasaron (Hora pico 6 PM)

Estas tablas nos ayudaran con sus datos a replicar la cantidad de carros que pasan cuando el semáforo esta en verde, en las anteriores tablas podemos observar que hay 3 colores rojo, amarillo y verde estos colores significa la clasificación de valores, las cuales se encuentran en la tabla de identificación de colores.

<b>valor maximo</b>	
<b>valor promedio</b>	
<b>valor minimo</b>	
<b>Nota</b>	Para los valores que den como resultado numeros decimales de 0 a 0,5 toman el valor de el numero entero que los acompaña, es decir si hay un valor de 1 a 1,5 el valor que se tomara en como definitivo sera el 1 y cuando los decimales tomen un valor mayor a 1,5 toman el valor de el siguiente numero por regla de aproximacion es decir, si hay un valor mayor a 1,5 (1,6 - 1,7 - etc) el valor que se tomara como definitivo sera el 2.

Tabla de identificación de colores



Estos valores se usarán de la siguiente forma:

**El valor máximo:** es la cantidad máxima de carros que pasaron cuando el semáforo cambio a verde en la hora especifica (valle, pico 6 am y pico 6 pm) teniendo ese valor definido, en las tres horas especificas del estudio, se pude replicar el movimiento de esa cantidad en LabVIEW mediante indicadores tipo sliders (vea ilustración 7 e ilustración 15).

Estos casos de flujo máximo se podrán encontrar en el menú principal de la interfaz gráfica el cual nos permite organizar y categorizarlos según la hora que decidamos en el estudio (hora valle, hora pico 6 am, hora pico 6 pm) “vea ilustración 6”. Los casos de máximo flujo vehicular tendrán el siguiente nombre en cada una las categorías **“semaforización en 4 vías caso #1 (cantidad máxima de carros)”**

**El valor promedio:** es la cantidad promedio o media de carros que pasaron cuando el semáforo cambio a verde en la hora especifica (valle, pico 6 am y pico 6 pm) teniendo ese valor definido en las tres horas especificas del estudio, se pude replicar el movimiento de esa cantidad en LabVIEW mediante indicadores tipo sliders (vea ilustración 7 e ilustración 15).

Para hallar el promedio o media se debe usar la siguiente formula:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \dots + x_n}{N}$$

**Siendo (X1 + X2 + X3 + X4...+Xn) el conjunto de datos al cual calcularle la media** “en nuestro caso esos valores serían los que se ubican en la columna de carros que pasan.

Estos casos de flujo promedio se podrán encontrar en el menú principal de la interfaz gráfica el cual nos permite organizar y categorizarlos según la hora que decidamos en el estudio (hora valle, hora pico 6 am, hora pico 6 pm) “vea ilustración 6”. Los casos de flujo promedio vehicular tendrán el siguiente nombre en cada una las categorías **“semaforización en 4 vías caso #2 (cantidad promedio de carros)”**

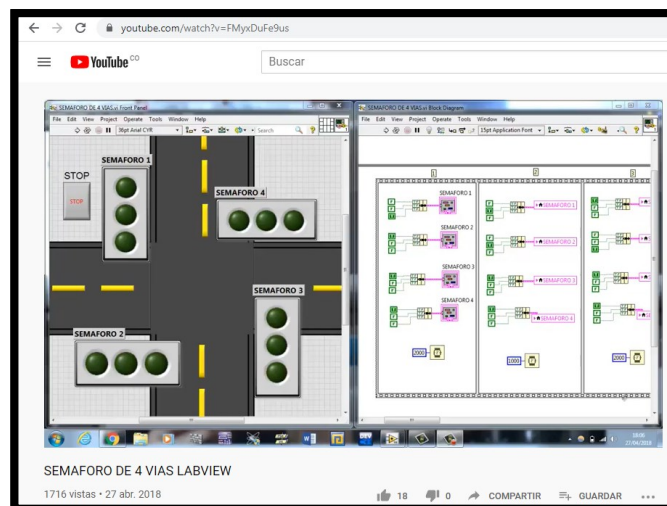
**El valor mínimo:** es la cantidad mínima de carros que pasaron cuando el semáforo cambio a verde en la hora especifica (valle, pico 6 am y pico 6 pm) teniendo ese valor definido, en las tres horas especificas del estudio, se pude replicar el movimiento de esa cantidad en LabVIEW mediante indicadores tipo sliders (vea ilustración 7 e ilustración 15).

Estos casos de flujo mínimo se podrán encontrar en el menú principal de la interfaz gráfica el cual nos permite organizar y categorizarlos según la hora que decidamos en el estudio (hora valle, hora pico 6 am, hora pico 6 pm) “vea ilustración 6”. Los casos de mínimo flujo vehicular tendrán el siguiente nombre en cada una las categorías **“semaforización en 4 vías caso #3 (cantidad mínima de carros)”**

Al realizar lo anterior se tendrá que plantear el realizar una mejora para cada uno de los casos de flujo vehicular; Se formula que para mejorar el flujo en el escenario

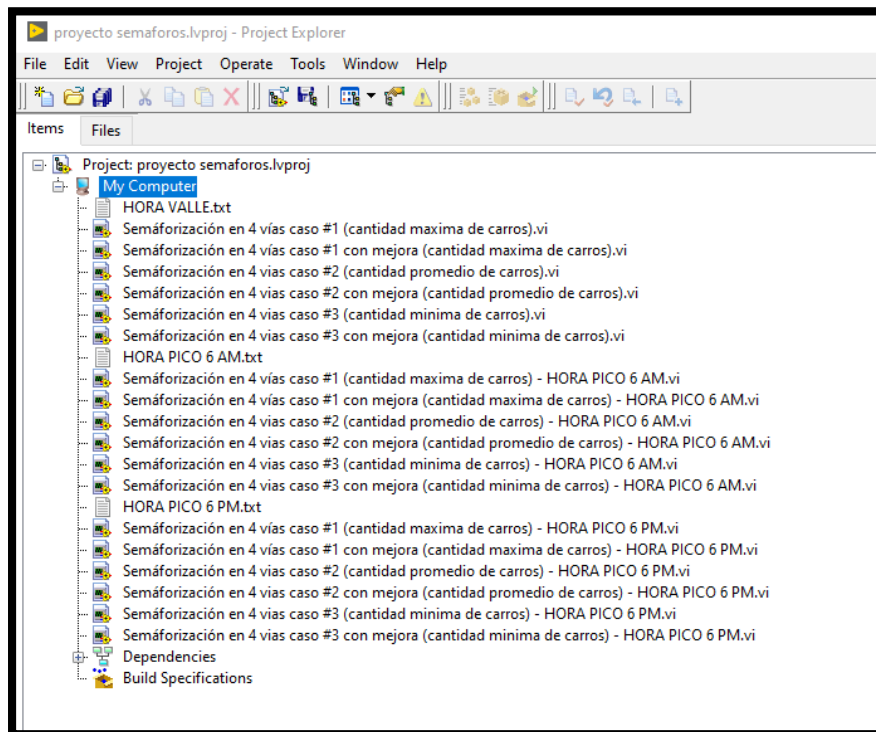
escogido, debido a que posee dos avenidas de único sentido (norte y sur) y dos calles en ambos sentidos (este y oeste), se debe reducir el tiempo de encendido de la luz verde de los semáforos en las calles, ya que en estas el flujo vehicular es menor que en las avenidas lo cual al cumplir con la cantidad de vehículos que pasaban en el encendido del verde de las calles se pudo evidenciar que quedaban varios segundos del ciclo sin flujo vehicular, es decir; que de los 12 segundos de encendido de la luz verde en las calles muchas veces se pudo observar que el flujo vehicular de esas vías lograba pasar en menos de 10 segundos dejando así alrededor de 2 segundos de ineficiencia en ese ciclo, lo que conlleva un tiempo de espera mayor para las avenidas; este tiempo puede ser aprovechado retirando 2 segundos de cada uno de los semáforos ubicados en las calles del escenario escogido y colocándole ese tiempo a los semáforos que se encuentran en las avenidas buscando así que estas tengan un mayor tiempo para que haya una mayor flujo vehicular y puedan ser movilizadas más carros.

3. Una vez tomados los datos podemos empezar con la elaboración de la interfaz gráfica del banco en LabVIEW, para lo cual se realizó una indagación en diferentes fuentes en especial en la plataforma YouTube para poder realizarla y nos apoyamos en un video encontrado el cual tenía un modelo de acercamiento al funcionamiento del proyecto desarrollado, este aporte entregó ideas significativas para tener un punto de partida en la construcción de escenarios de las posibles etapas del proyecto en mención (la diferencia con nuestra interfaz es el escenario escogido por nosotros ya que este tiene bulevar, avenidas de un solo sentido, entre otras diferencias con las del modelo del video).



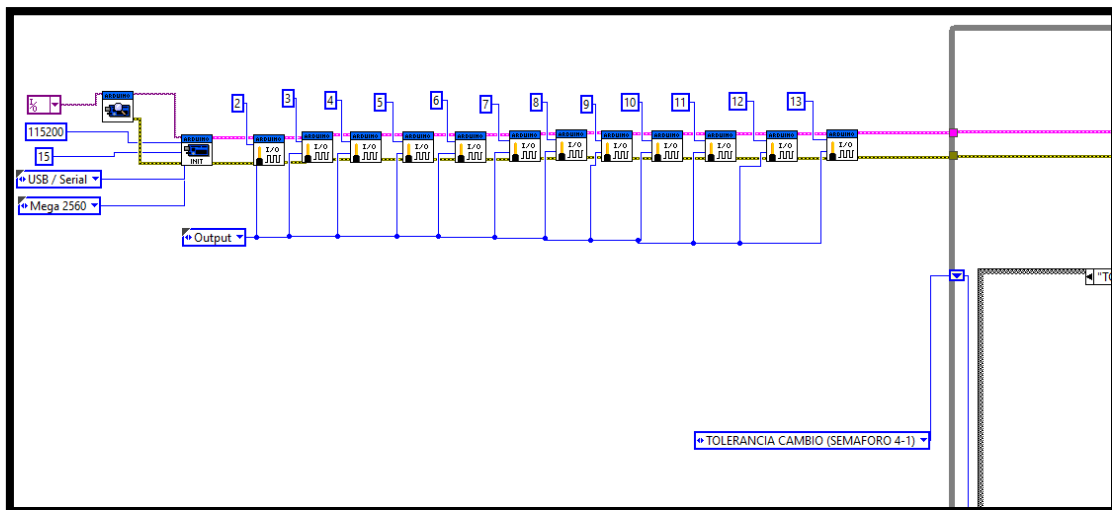
**Ilustración 5:** Video usado como apoyo para el desarrollo de la interfaz grafica

Fuente: YouTube - SEMAFORO DE 4 VIAS LABVIEW  
(<https://www.youtube.com/watch?v=FMyxDuFe9us>)



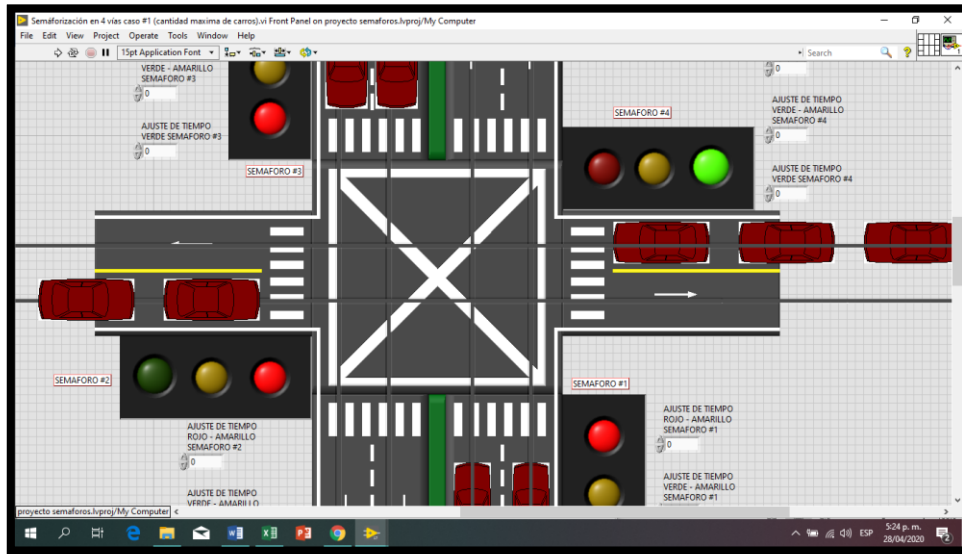
**Ilustración 6:** menú de la interfaz grafica

Fuente: Propia



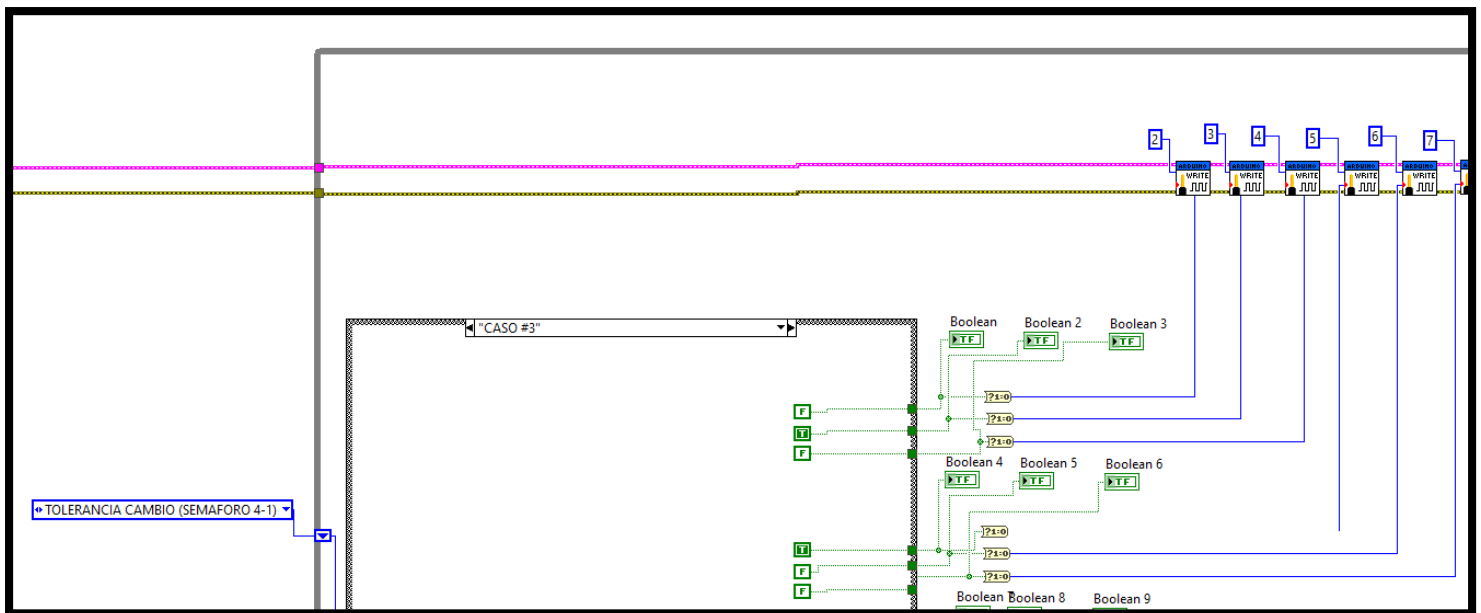
**Ilustración 7:**Interfaz gráfica desarrollada (construcción)

Fuente: Propia



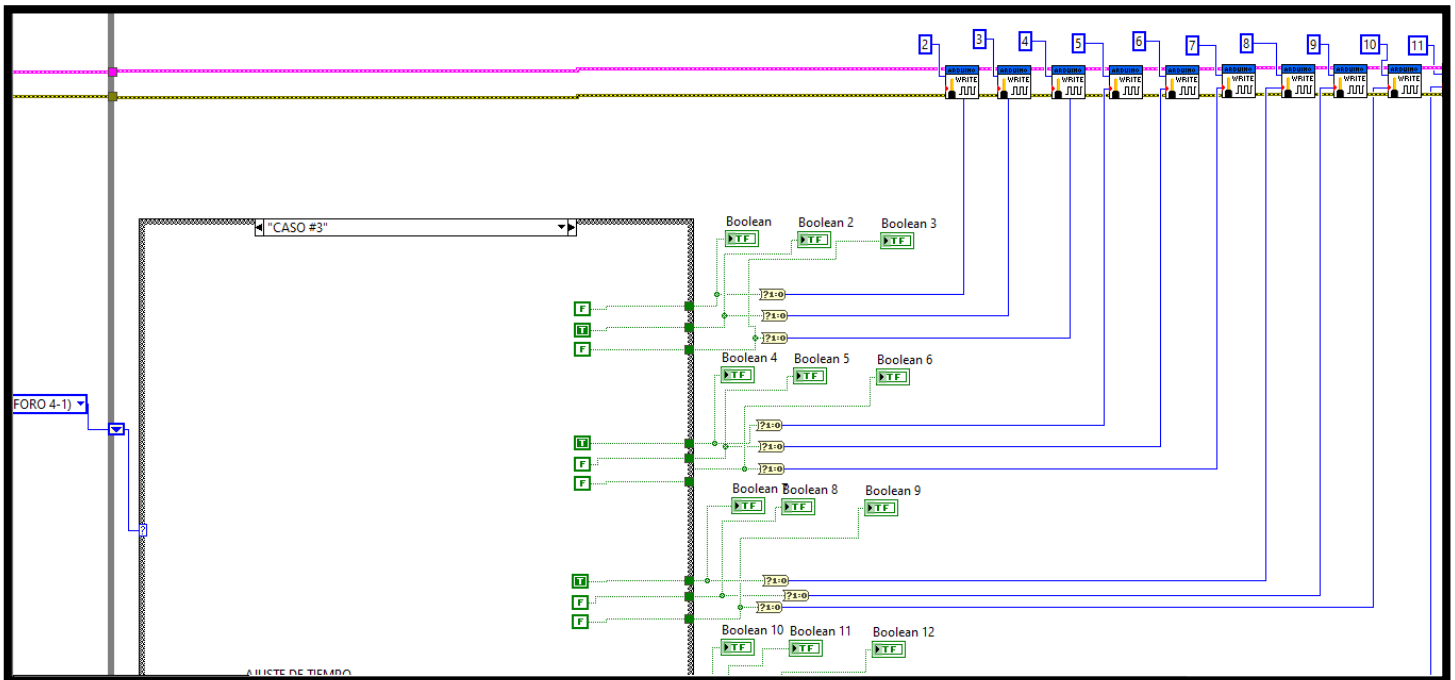
**Ilustración 8:** Diagrama de bloques (construcción de la estructura del diagrama de bloques para la comunicación de la placa Arduino y LabVIEW usando la librería de Arduino)

Fuente: Propia



**Ilustración 9:** Diagrama de bloques “continuación de las conexiones de los bloques” (uso de la estructura while loop en conjunto con los bloques de escritura de pines de la librería Arduino)

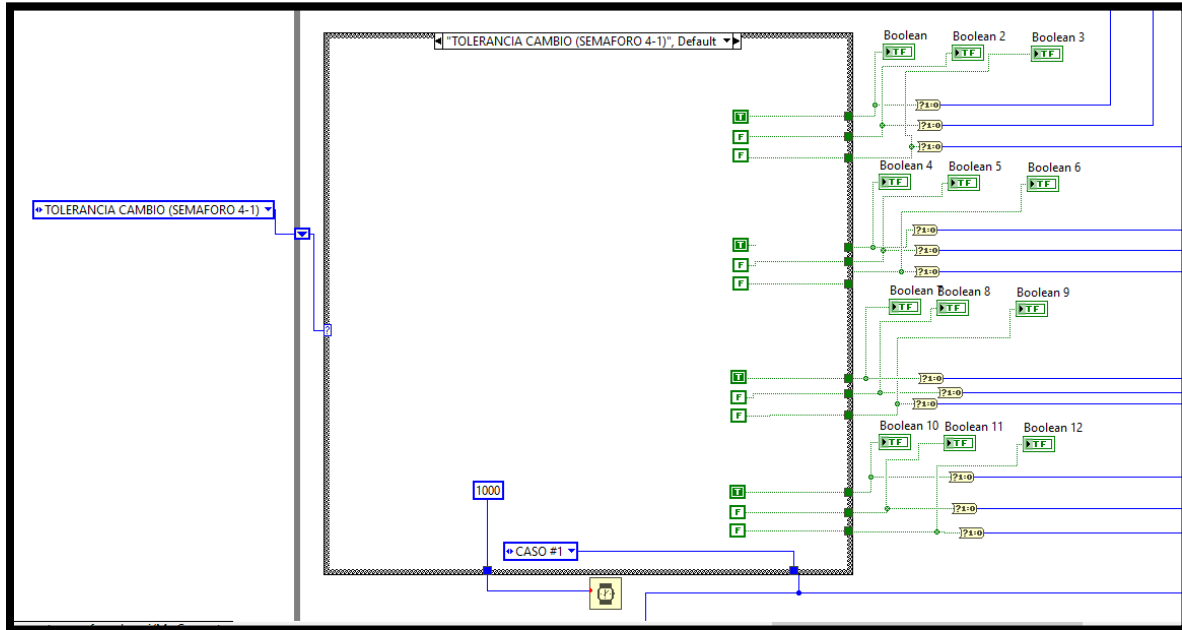
Fuente: Propia



**Ilustración 10:** Diagrama de bloques (conexiones de los bloques de escritura de la librería Arduino con el bloque de “Boolean To (0,1)” y este hacia las constantes de falso o verdadero)

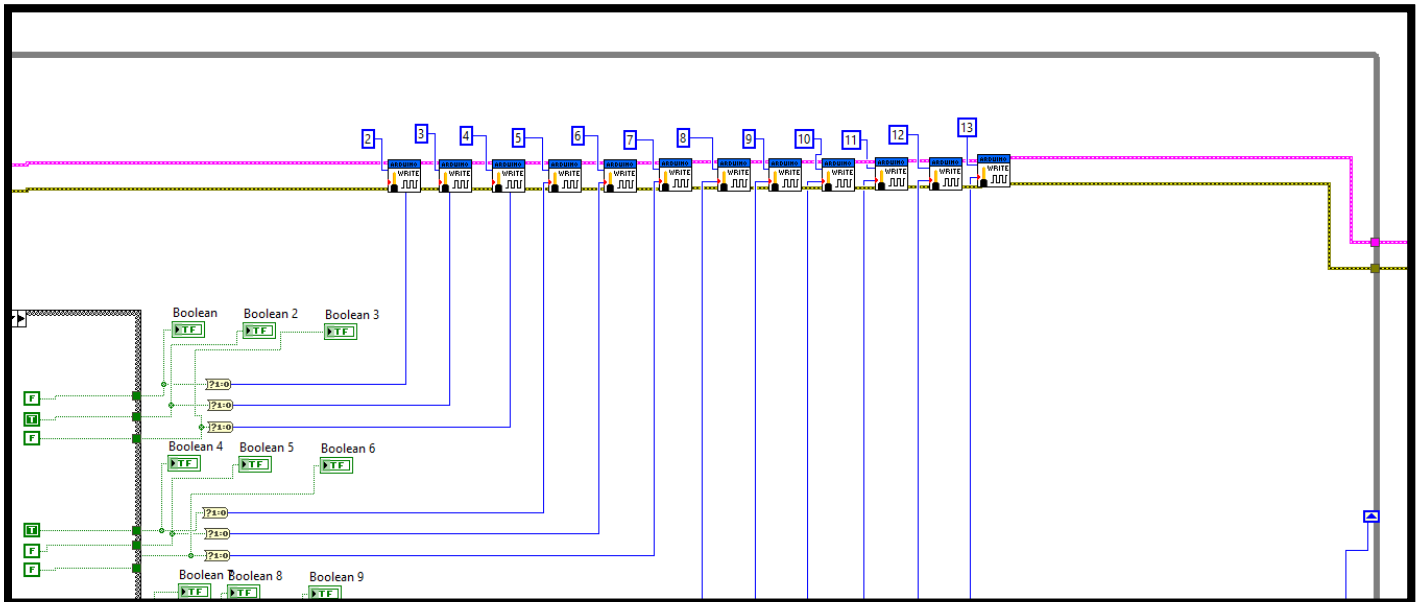
Fuente: Propia

*“Se debe derivar una conexión de la línea que comunica las constantes de falso o verdadero y el bloque de “Boolean to (0,1)” que conducirá la señal hacia los Boolean tipo leds (T/F) que se encuentran arriba de los bloques de “Boolean To (0,1)”*



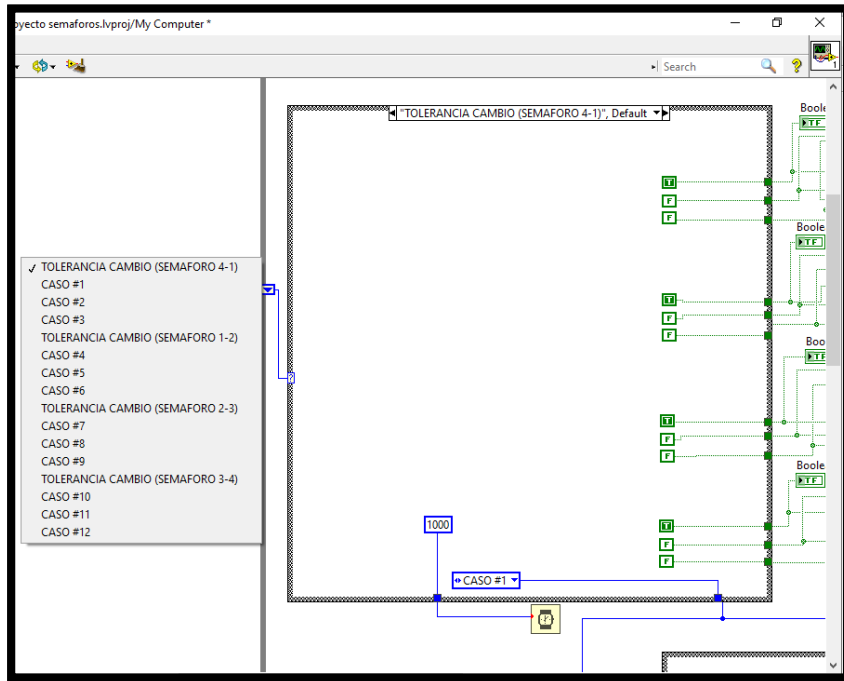
**Ilustración 11:** Diagrama de bloques (conexiones restantes y uso de la estructura de casos "case")

Fuente: Propia

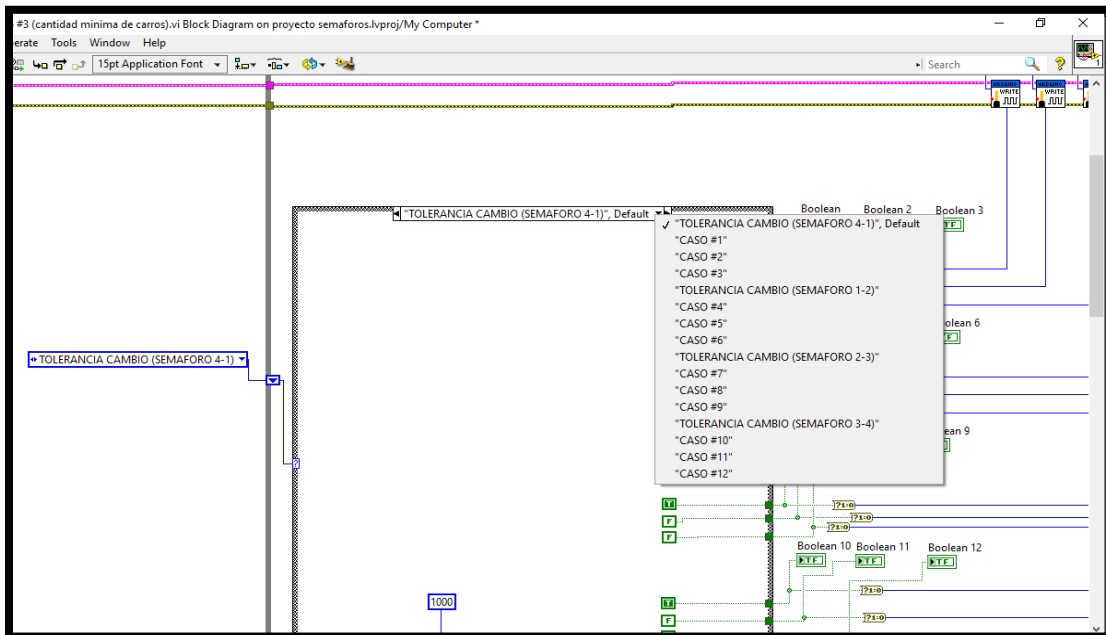


**Ilustración 12:** Diagrama de bloques (cantidad, declaración de los pines y conexiones de los bloques de escritura de la librería Arduino para los pines de la placa)

Fuente: Propia



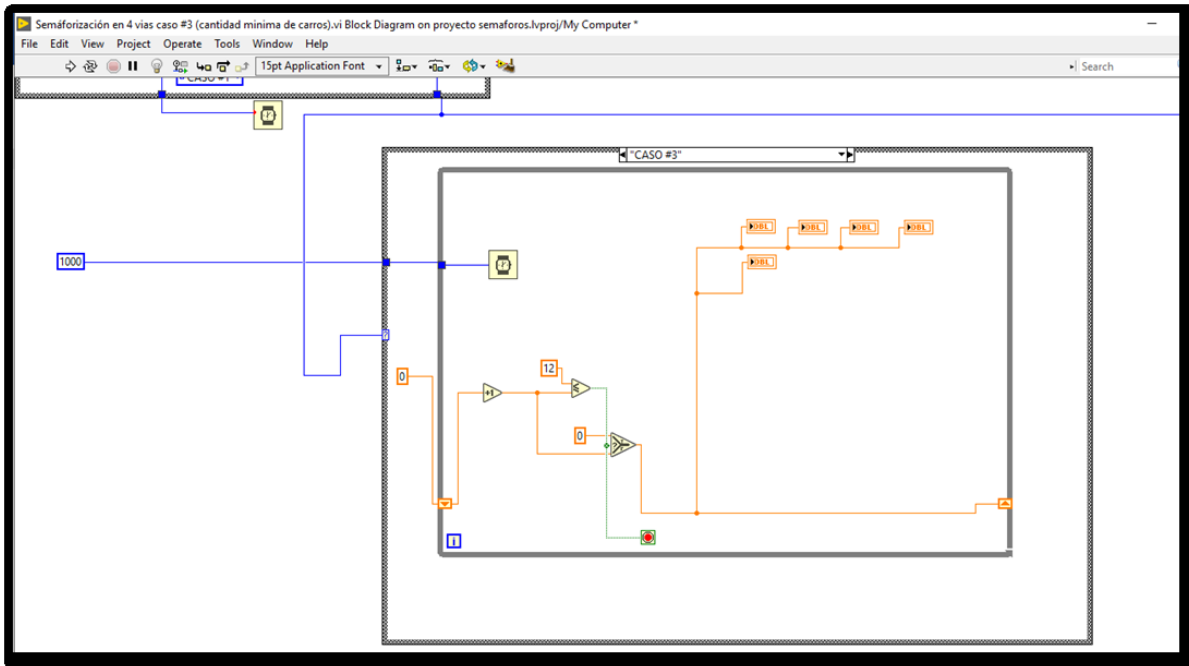
**Ilustración 13:** Diagrama de bloques (cantidad casos creados y alojados en el selector de casos, ubicación de componentes y conexiones)



Fuente: Propia

**Ilustración 14:** Diagrama de bloques (casos creados en la estructura tipo “case”, ubicación de componentes y conexiones)

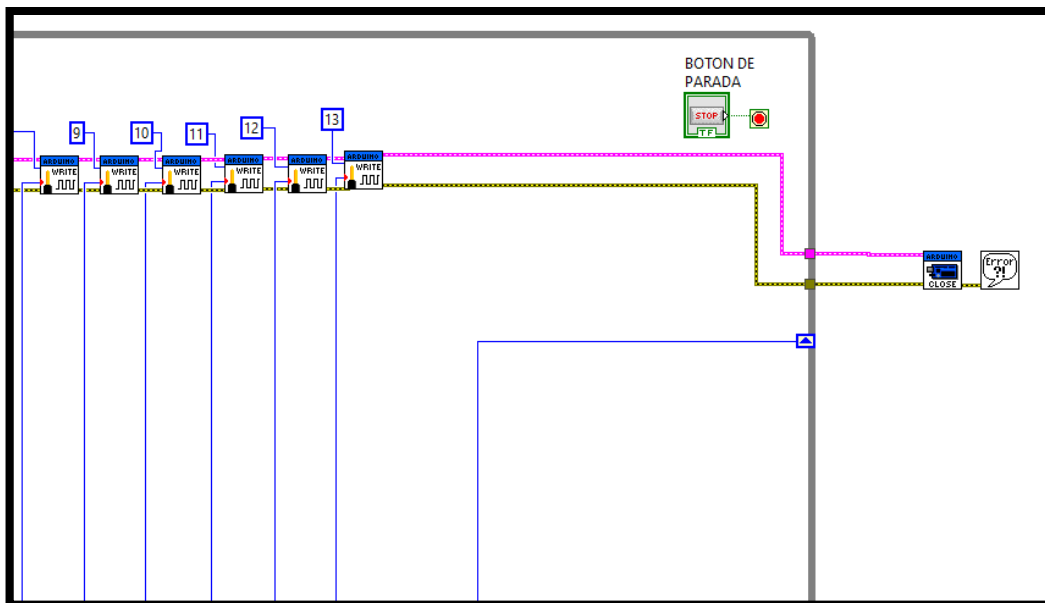
Fuente: Propia



**Ilustración 15:** Diagrama de bloques (estructura matemática y conexiones con los indicadores tipo sliders) “video de apoyo recomendado:

<https://www.youtube.com/watch?v=4kXNsgjAK0I>”

Fuente: Propia

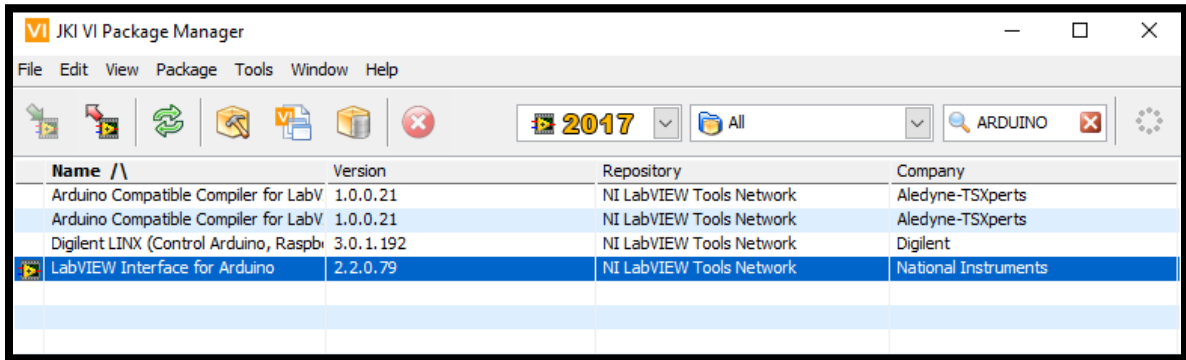


**Ilustración 16:** Diagrama de bloques (conexiones restantes entre el bloque de cierre Arduino y los bloques de escritura, conexión de el botón de parada)

Fuente: Propia



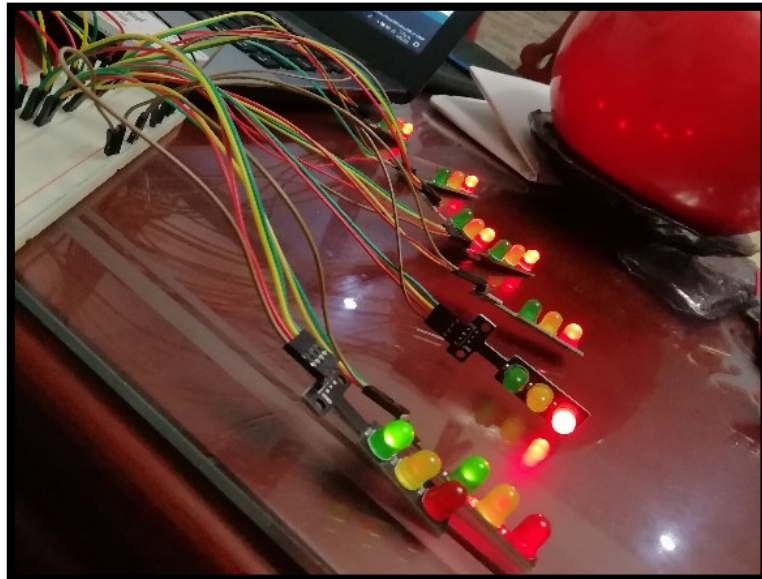
**“Se debe tener todas la librerías y complementos adicionales instalados en LabVIEW para poder usar algunos de los bloques anteriormente mostrados, para adquirir la Librería de Arduino en LabVIEW se debe instalar mediante el VI PACK MANAGER que se instala por defecto al momento de instalar LabVIEW”**



**Ilustración 17:** Librería que se debe descargar para el desarrollo del programa, su funcionamiento idóneo y la interfaz grafica

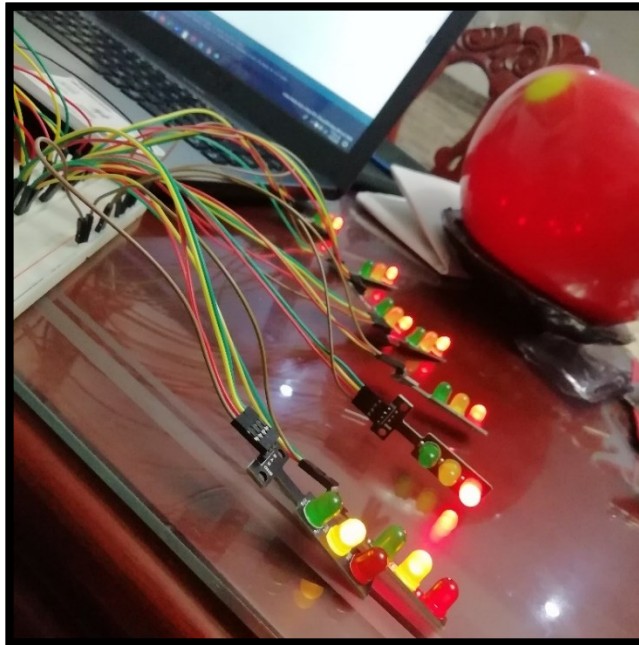
Fuente: Propia

4. Una vez desarrollada la interfaz gráfica, decidimos hacer la puesta en marcha de todos los módulos de semaforización, para así probar el funcionamiento simultaneo de todos los módulos y saber cómo se comportaban.



**Ilustración 18:** Puesta en marcha y prueba de los módulos de semaforización

Fuente: Propia



**Ilustración 19:** Puesta en marcha y prueba de los módulos de semaforización

Fuente: Propia

5. Una vez comprobado el funcionamiento de los módulos en conjunto con la placa Arduino MEGA se procede al montaje de la estructura del banco, lo que correspondería a la mesa, la base de esta, las casas de la maqueta, calles y otros accesorios.



**Ilustración 20:** Armado de casas para la maqueta

Fuente: propia



**Ilustración 21:** láminas de acrílico (bases para las casas de la maqueta)

Fuente: Propia

6. Para el armado de las casas se usaron ladrillos a escala miniatura para las paredes y fachadas, tejas coloniales para techos de algunas casas, decoración y una lámina de fibrocemento para los techos de algunas casas, todo esto fue fijado con silicona líquida y estas se armarían sobre las láminas de acrílico que muestran en la “Ilustración 21”.



**Ilustración 22:** Resultados finales del armado de las casas

Fuente: propia

7. Para la base del banco en donde se situarán las casas se usó la lámina de acrílico y sobre este se pegó una calcomanía adhesiva que contiene el diseño de nuestro escenario (calles y avenidas).



**Ilustración 23:** Impresión láser en alta definición (*calcomanía con diseño de las calles del banco*)

Fuente: Propia



**Ilustración 24:** Lamina de acrílico de 100 cm de largo x 90 cm de ancho x 1 cm de espesor (*funcionara como base para la mesa del banco y soporte para la maqueta*)

Fuente: Propia



**Ilustración 25:** Resultados finales de la base y casas del banco.

Fuente: Propia

8. Para el cortado y doblado de los tubos de cobre se acudió a una ferretería en donde poseen las herramientas para ese trabajo, se recomienda que para perforar la lámina de acrílico se use un taladro de baja revolución para así no generar daños/imperfecciones por la velocidad de giro de la broca.

Nota: “para el fijado del módulo de semaforización en la parte vertical del tubo (vea ilustración 33) se recomienda usar cinta doble faz.”



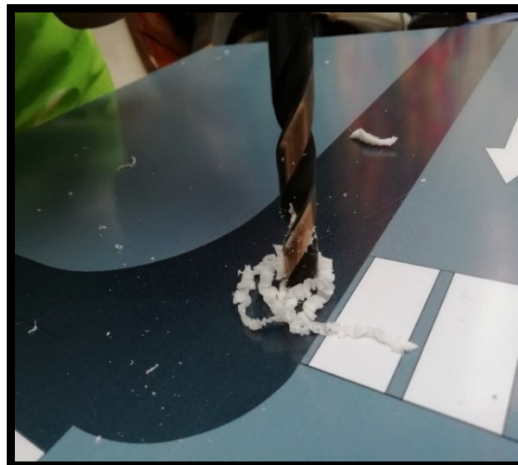
**Ilustración 26:** corte y doblado de tubos de cobre de ½ pulgada (*funcionaran como los postes de los semáforos*)

Fuente: Propia



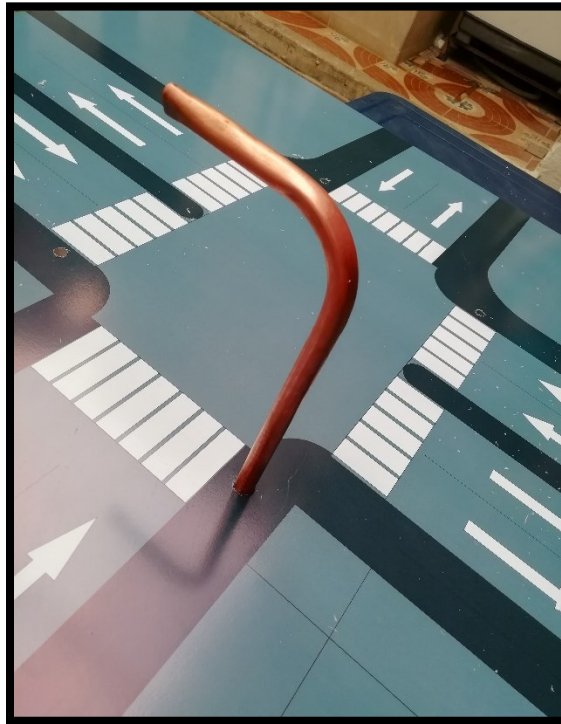
**Ilustración 27:** Elaboración de perforaciones para la creación de los huecos donde encajarán los tubos de cobre que serán usados para los semáforos

Fuente: Propia



**Ilustración 28:** Elaboración de perforaciones para la creación de los huecos donde encajarán los tubos de cobre que serán usados para los semáforos

Fuente: Propia



**Ilustración 29:** Resultados finales de las perforaciones y posicionamiento de los tubos

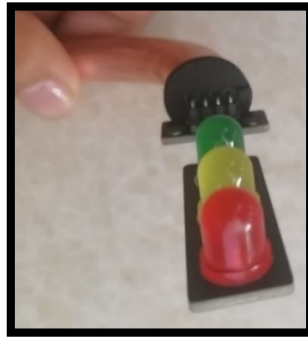
Fuente: Propia

9. Al tratar de posicionar los cables que conectarán un módulo de semaforización (el de la parte superior de los tubos) con la placa Arduino, se presentó un inconveniente ya que estos quedarían con juego “bailando” dentro del área del tubo, para que esto no ocurra se debió fabricar una pieza que lograría que los cables no quedaran con juego “bailando” dentro del tubo y el módulo de semaforización quedara fijo.



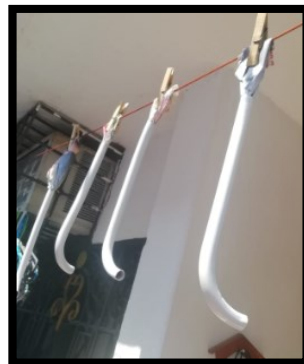
**Ilustración 30:** pieza fabricada

Fuente: Propia



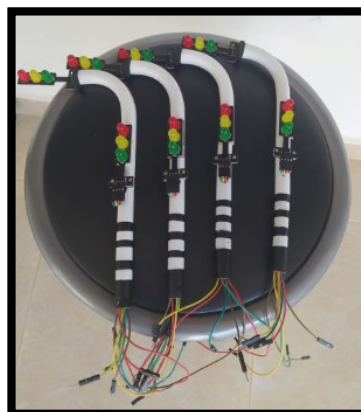
**Ilustración 31:** Resultados finales de pieza en conjunto con los pines y el semáforo

Fuente: Propia



**Ilustración 32:** Proceso de pintado de los tubos de cobre

Fuente: Propia



**Ilustración 33:** Resultados finales de los semáforos ya pintados y cableados

Fuente: Propia



**10.** Para la construcción de los circuitos para los semáforos del banco, trataran de usar materiales certificados para garantizar la seguridad y funcionamiento idóneo del banco.

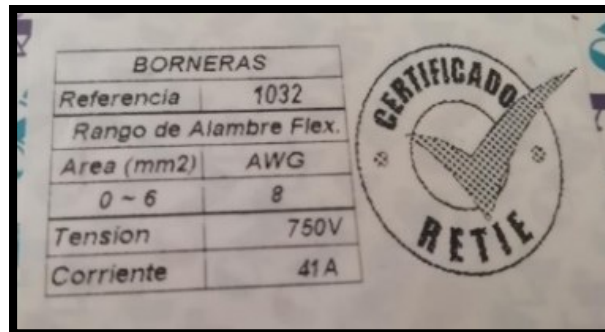
Para el armado se deberán cortar canaletas y fijarlas con cinta doble faz ya que por estas pasarán los cables y se podrán distribuir a los diversos componentes; él riel din se tendrá que cortar de acuerdo con la cantidad de bornas que necesitamos que son en total 32, luego de eso se tendrá que fijar con unos pernos y tuerca.

El diseño y distribución puede variar dependiendo de las condiciones y decisión que se tenga, pero para nuestro caso sugerimos usar los materiales recomendado, las instalaciones y distribución de los componentes (vea ilustración 37)



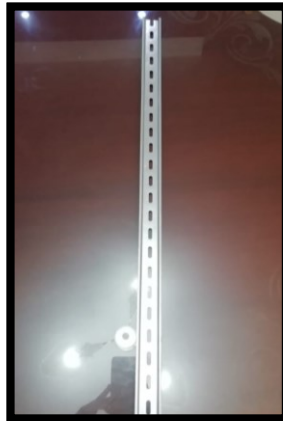
**Ilustración 34:** Bornas de conexión

Fuente: Propia



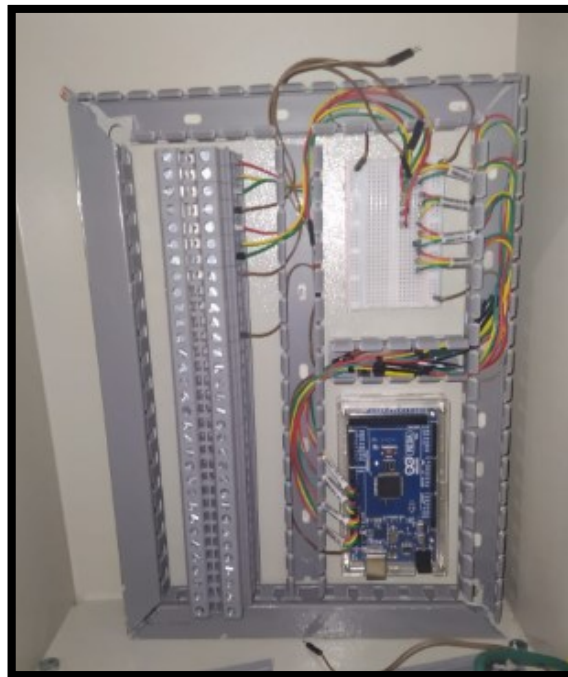
**Ilustración 35:** Certificado RETIE de las bornas

Fuente: Propia



**Ilustración 36:** Riel din omega

Fuente: Propia



**Ilustración 37:** Proceso de armado y construcción en el tablero de circuitos

Fuente: Propia

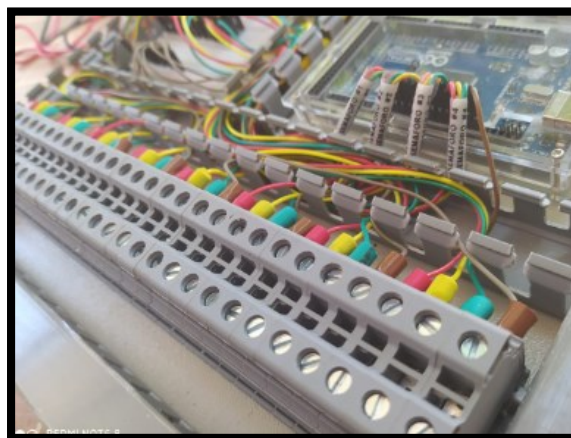
11. Se recomienda usar la caja en acrílico para Arduino MEGA para proteger la placa, se sugiere usar una Protoboard de 400 puntos para un mejor manejo del espacio, al momento de hacer las conexiones a las bornas se recomienda usar cables DuPont de 30 cm para así evitar hacer empalmes y la distribución de los cables puede ser al gusto o a las condiciones requeridas; cuando esos cables lleguen a las bornas de

conexión se tendrá que hacer una modificación y reemplazar los pines que poseen los cables y colocarles unos conectores de tipo pala para que las bornas puedan hacer de manera efectiva su función “vea ilustración 38 e ilustración 39” (si no se hace esta modificación al cable DuPont, este no tendrá un buen contacto con las bornas y se podrá salir fácilmente de estas); al momento de instalar el cable del lado opuesto de las bornas recomendamos usar cable para control con unos conectores tipo pala para que puedan hacer un buen contacto en estas (se agregó termoencogible de colores a los conectores tipo palera para brindar aislamiento y mejorar el aspecto físico y de identificación de los bornes y los cables) “vea ilustración 39 e ilustración 40”



**Ilustración 38:** cables DuPont de 30 cm con pines tipo pala en uno de los extremos

Fuente: Propia



**Ilustración 39:** resultados finales del cable DuPont de 30 cm con los pines tipo pala el termoencogible de colores

Fuente: Propia



**Ilustración 40:** Ubicación e instalación del cable de control en el tablero de circuitos

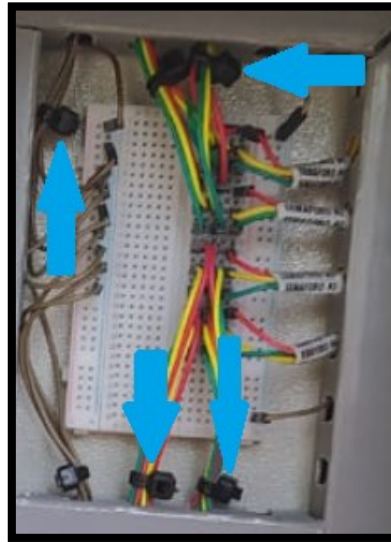
Fuente: Propia

11. Se recomienda el uso de amarres plásticos para lograr una mejor organización en los arneses de cables.



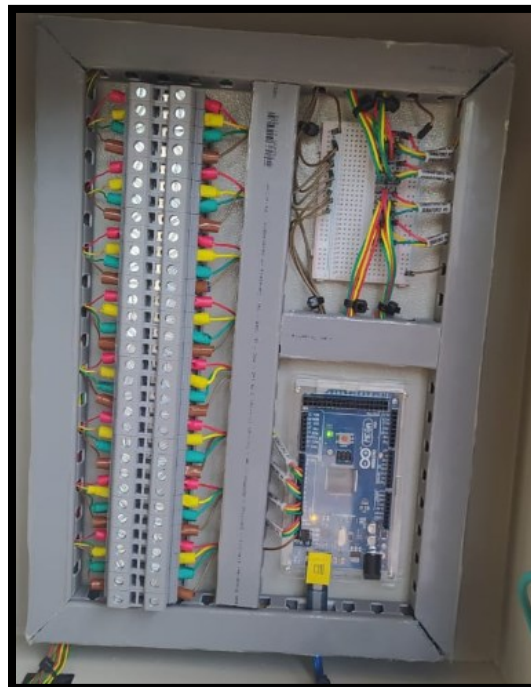
**Ilustración 41:** Amarres plásticos

Fuente: Propia



**Ilustración 42:** uso de los amarres plásticos

Fuente: Propia



**Ilustración 43:** Resultados finales del armado de los circuitos eléctricos/electrónicos en el tablero/gabinete eléctrico de circuitos

Fuente: Propia

**12.** una vez terminada la parte anterior, se procede a instalar el sistema de canalización faltante (una coraza liquid tight) por la parte de abajo del gabinete/cofre eléctrico, se hace una perforación y se instala la coraza liquid tight por la cual irán los cables para control hacia los semáforos, en la parte de atrás del gabinete se recomienda usar bases adhesivas para amarres plásticos para así poder fijar la coraza con amarres plásticos y en la mejor posición posible (vea ilustración 45)

Nota: Para la realización de esta fase previamente se tuvo que fabricar la mesa del banco para así poder fijar todo debidamente, en nuestro caso recomendamos el diseño nuestra mesa para el banco (vea ilustración 59)



**Ilustración 44:** Base adhesiva para amarre plástico

Fuente: Propia



**Ilustración 45:** Ubicación de las bases adhesivas para el fijado de la coraza *liquid tight* con amarres plásticos

Fuente: Propia

**13.** Una vez finalizada la canalización, se deben finalizar las conexiones con los semáforos mediante el cable de control que pasa por la coraza liquid tight y llega a las bornas de conexión que se encuentran en el tablero/cofre.

Se usaron marquillas para separar los arneses de cables que se encuentran dentro de las canaletas ranuradas ubicadas debajo de la lámina de acrílico y en los empalmes entre los pines del cable para control y el cable DuPont de los semáforos recomienda usar termoencogible para que así puedan estar asilado los empalmes y les dé una mayor firmeza para que no se afloje y se puedan desconectar.



**Ilustración 46:** Colocación de marquillas en los arneses y termoencogible en los empalmes de los pines del cable para control y el cable DuPont de los semáforos.

Fuente: Propia

**14.** Ya una vez terminada la fase anterior, se proceden a hacer la puesta en marcha del banco y este debería funcionar de forma idónea.



**Ilustración 47:** Resultados finales del banco

Fuente: Propia



**Ilustración 48:** Resultados finales de la puesta en marcha

Fuente: Propia



**Ilustración 49:** Funcionamiento de la comunicación entre la interfaz gráfica y el banco

Fuente: Propia





**Ilustración 50:** Foto Final de la construcción del banco (con detalles finiquitados)

Fuente: Propia

## Capítulo 9: Componentes

### 9.1 Placa Arduino MEGA:



**Ilustración 51:** Placa Arduino Mega 2560

Fuente: Propia

Es la encargada de recibir la información enviada por LabVIEW y procesarla para así controlar a los módulos leds (semáforos) para que estos se comporten o tengan una lógica de funcionamiento de la manera que nosotros deseemos.

### 9.2 Modulo semáforo led 8mm:



**Ilustración 52:** Modulo semáforo led 8mm

Fuente: Propia

Este módulo es el encargado de la representación de los semáforos en nuestro banco, su función principal es la de recibir la información o señales que salen de la placa Arduino por medio de los pines de esta (en forma de señales eléctricas) y al llegar a los módulos estos convierten esas señales en luz mediante los leds que poseen.

### 9.3 Cables DuPont de 20 cm / 30 cm:

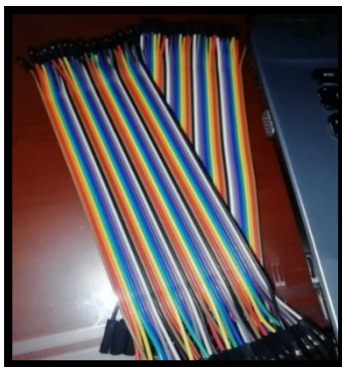


**Ilustración 53:** Cable DuPont Macho – Macho



**Ilustración 54:** Cable DuPont

Macho  
– Hembra



**Ilustración 55:** Cable Dupont Hembra–Hembra



**Ilustración 56:** Cable DuPont de 30 cm

Todas las fotos anteriores son de fuente propia.

El cable Dupont es conductor encargado de conectar la placa Arduino MEGA con los componentes ya sea una Protoboard, los módulos leds, etc.; y transmitir las señales eléctricas de la placa hacia los módulos para que sean convertidas en luz por los leds de este.

## 9.4 Protoboard:

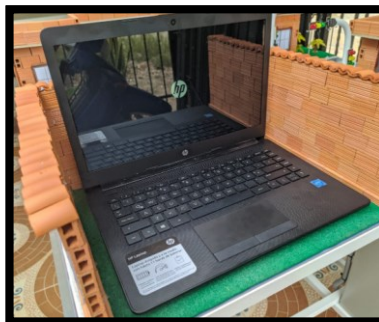


**Ilustración 57:** Protoboard de 400 puntos

Fuente: Propia

La Protoboard es la encargada de ayudarnos a hacer conexiones de manera más organizada y facilitarnos la comunicación entre componentes para que así sea más eficiente y estéticamente mejor el proceso de construcción de los circuitos (se recomienda usar una Protoboard de 400 puntos).

## 9.5 Computador:



**Ilustración 58:** Computador portátil

Fuente: Propia

Dispositivo en el que irán instalados los programas necesarios para el desarrollo y control de la interfaz gráfica y códigos que serán enviados a la placa Arduino MEGA para ser reflejados en los módulos leds (semáforos).

## 9.6 Mesa:



**Ilustración 59:** Mesa para el banco de semaforización

Fuente: Propia

Esta es la encargada de soportar y contener todos los elementos del banco para su funcionamiento y correcta distribución.

## 9.7 Bornas de conexión:



**Ilustración 60:** Bornas de conexión

Fuente: Propia

Estas se encargan de garantizar la seguridad las conexiones, asegurando el cable mediante un tornillo que ejerce presión sobre este para que así luego se trasmite la corriente que circula por el cable en la sección ubicada en el lado opuesto; también permite una mejor distribución y organización del cableado.

## 9.8 Riel din omega:



**Ilustración 61:** Riel din omega

Fuente: Propia

Este se utiliza en el interior del gabinete/cofre eléctrico para el montaje de las bornas de conexión para que puedan ir debidamente fijadas y organizadas sobre este.

## 9.9 Caja en acrílico:



**Ilustración 62:** Caja en acrílico para Arduino mega

Fuente: Propia

Esta caja en acrílico se usa para contener y proteger nuestra placa Arduino MEGA de estímulos externos o condiciones que se puedan presentar en el entorno del tablero donde estará situada la placa.

### 9.10 Cofre/Gabinete eléctrico:



**Ilustración 63:** Cofre/gabinete eléctrico

Fuente: propia

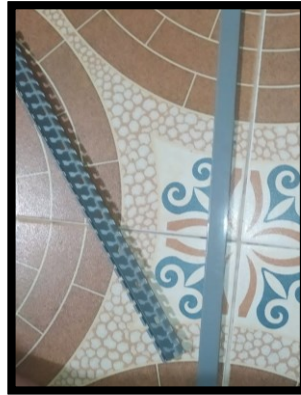


**Ilustración 64:** Certificado RETIE del gabinete

Fuente: Propia

Este gabinete está diseñado para aguantar condiciones a la intemperie, cuenta con certificación RETIE, su función será contener dentro de él algunos de los componentes que hacen parte del sistema eléctrico/electrónico y que necesitan de protección, organización y distribución; como son la placa Arduino Mega, borneras, los cables de conexión, canaletas ranuradas, etc.

## 9.11 Canaletas ranuradas:



**Ilustración 65:** Canaleta ranurada

Fuente: Propia

Esta es una de las principales partes que conforman el sistema de canalización, la función de estas es la de ayudarnos a enrutar de una mejor manera para así tener una mejor distribución los arneses de cables del sistema eléctrico/electrónico del banco.

## 9.12 Cable para control:



**Ilustración 66:** cable para control utilizado para las instalaciones que salen de las bornas hacia los módulos.

Fuente: <http://www.centelsa.com/cables-para-instrumentacion-y-control/>

Según las especificaciones y usos del fabricante en la descripción de este producto en el link anterior dice que: "CABLES PARA CONTROL PC+PH TC 0,6/1kV - 70°C CON PANTALLA EN CINTA Y/O HILOS DE COBRE tiene aplicaciones en:

Los cables para Control PC+PH TC CENTELSA son usados en manejo de señales de potencia, para medida y protección de equipos, telemedición y telecontrol, manejo, supervisión y registro de información, en especial para instalación de



subestaciones de energía; (Instalación en ductos, cárcamos, canalizaciones y bandejas.)”

### 9.13 Conectores tipo pala:



Ilustración 67: conectores tipo pala

Fuente: Propia

Estos son elementos mecánicos que se comprimen o como se dice en la terminología popular (se prensa o poncha) para que este pueda sujetar el cable con firmeza, su única función es mejorar el contacto eléctrico y mecánico del cable.

### 9.14 Cinta doble faz:

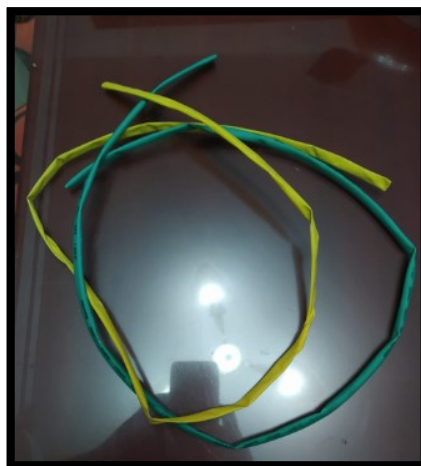


Ilustración 68: Cinta doble faz

Fuente: <https://www.exito.com/cinta-doble-faz-4952-fijacion-227127/p>

Esta sirve para fijar componentes como las canaletas ranuradas, caja de la placa para Arduino MEGA a el cofre/gabinete eléctrico o a la parte de abajo de la lámina de acrílico.

### 9.15 Termoencogible:

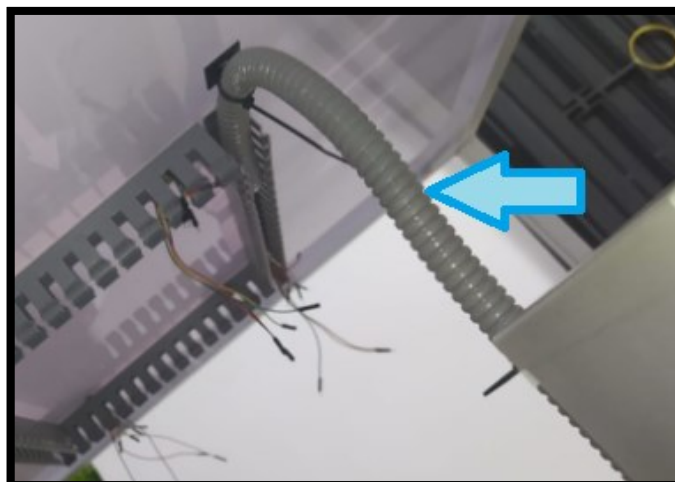


**Ilustración 69:** termoencogible de colores

Este sirve para aislar y recubrir los componentes deseados, en nuestro caso lo usamos para recubrir los conectores tipo pala que se le colocaban a el cable para control y al cable DuPont ubicado en las bornas del gabinete/cofre eléctrico de distribución de circuitos.

Fuente: Propia

### 9.16 Coraza liquid tight:



**Ilustración 70:** coraza liquid tight

Fuente: Propia

La coraza liquid tight es uno de los principales elementos del sistema de canalización de nuestro banco, esta nos sirve para enrutar los cables por el interior de esta para así llevarlos hacia las canaletas ranuradas donde serán distribuidos.

Otras funciones de esta coraza es la de aislar y proteger los cables que pasan por esta de estímulos externos.

## 9.17 Amarres plásticos:



**Ilustración 71:** Amarres plásticos

Fuente: Propia

Estos nos sirven como un sistema de anclaje y amarre para los componentes que necesitemos anclar y organizar (ejemplo: la coraza liquid tight, arneses de cable, etc.).

### 9.18 Bases adhesivas para amarre plástico:



**Ilustración 72:** Bases adhesivas para amarre plástico

Fuente: Propia

Estas bases adhesivas plásticas en conjunto con los amarres plásticos nos sirven para amarrar, anclar y organizar los componentes que lo ameriten, como lo es el caso de la coraza liquid tight o los arneses de cables, etc.

## Capítulo 10: Metodología

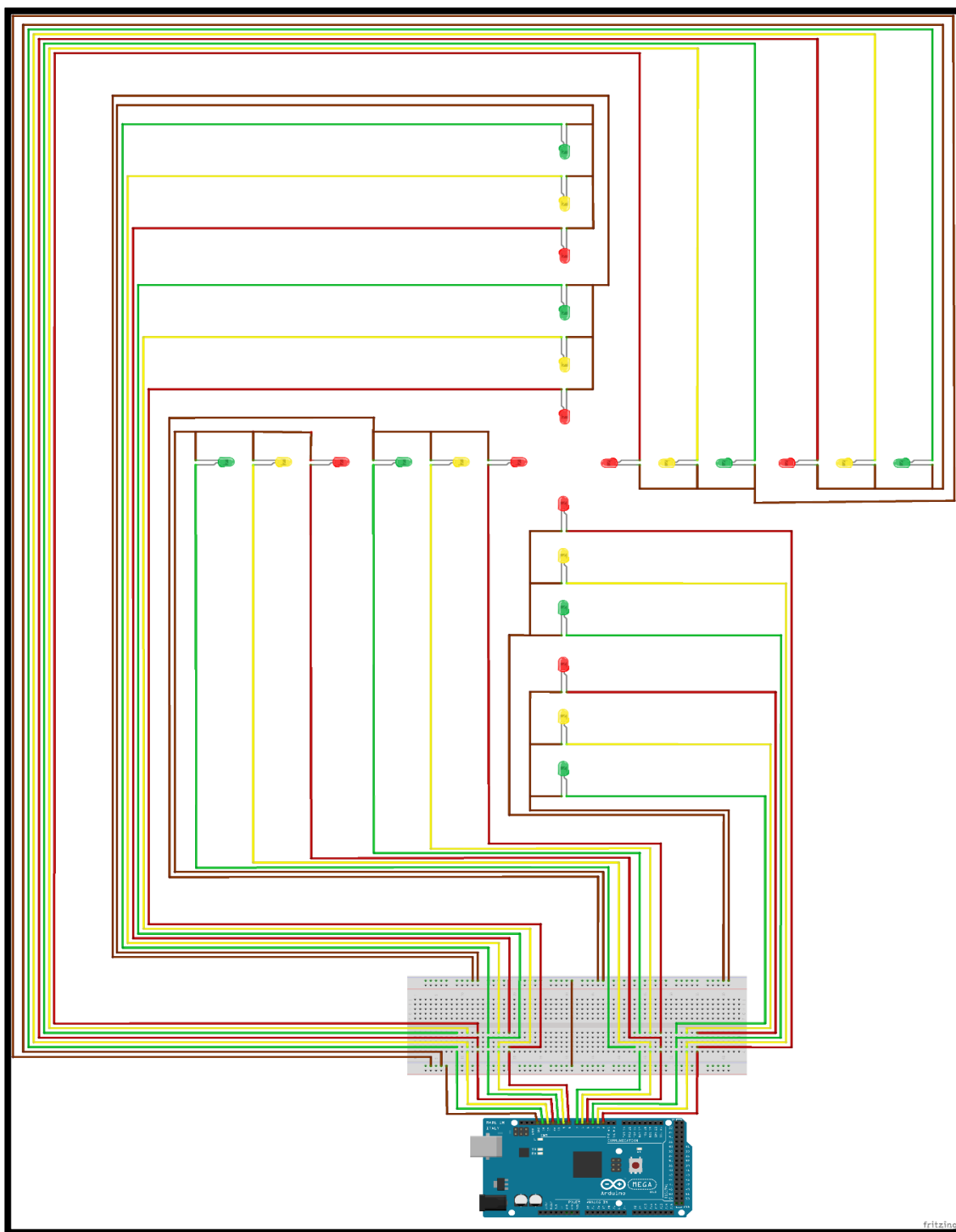
Una vez elaborado el estudio estadístico, la construcción de la mesa del banco, las estructuras representativas (casas, calles, semáforos, etc.), fabricación de las piezas en caucho para los módulos debido a que estas se tuvieron que fabricar de manera artesanal de acuerdo con la necesidad y a la medida; ya que es difícil conseguir una pieza así ya fabricada (vea **ilustración 30.**); siendo así el mismo caso para la mesa.

Al tener la mesa del banco fabricada con las dimensiones de (L X A X H) Largo X Ancho X Alto le asignamos los valores de (101 x 91 x 93) medidas las cuales fueron tomadas en centímetros; esta fue fabricada en tubería cuadrada y ángulos metálicos de 1" como soporte para la lámina de acrílico que será la base de esta; al final de las patas de esta se fijaran unos rodachines con frenos para así brindarle una mayor movilidad para facilitar su desplazamiento a otros lugares.

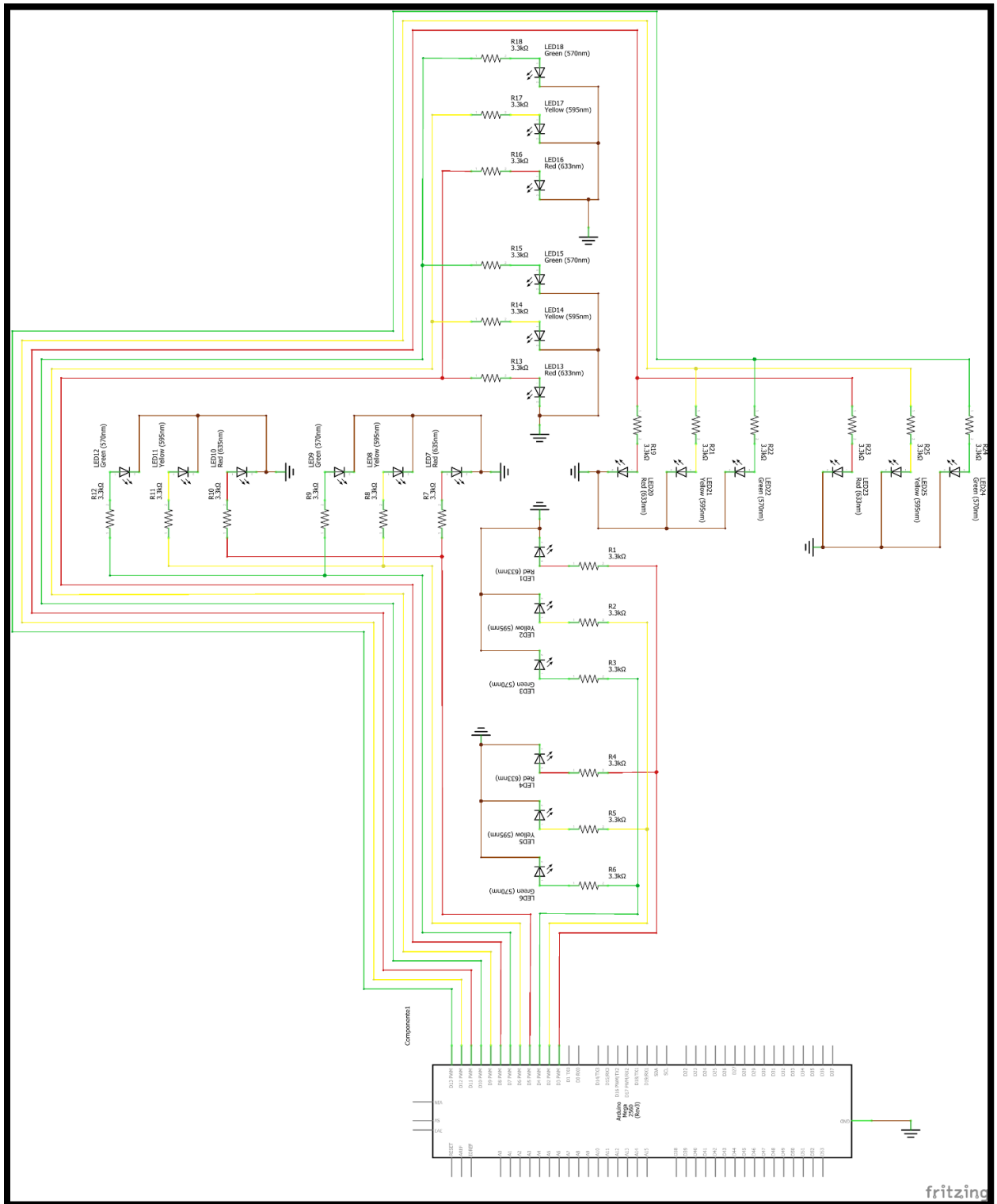
La base de la mesa es una lámina de acrílico con las dimensiones de (L X A X H) Largo X Ancho X Alto le asignamos los valores de (100 x 90 x 1) medidas las cuales fueron tomadas en centímetros; esta servirá como el soporte para las estructuras del banco (casas, semáforos, etc.). Adicionalmente en la parte de debajo de la lámina de acrílico irán fijadas unas canaletas ranuradas y corazas liquid tight las cuales son el sistema de canalización para el cableado del sistema eléctrico/electrónico de los semáforos.

En la lámina de acrílico se podrá encontrar 4 orificios, estos son los orificios donde encajan los tubos de los semáforos, también encontraremos un papel adhesivo el cual tiene impreso el diseño de las calles; y también podremos encontrar las casas del banco.

Para el sistema eléctrico/electrónico decidimos diseñar uno propio de acuerdo con las necesidades del banco, diseño, condiciones a las que será expuesto, su uso, etc.



**Ilustración 73:** Diseño de la posición de leds en la placa Arduino Mega con **fritzing**



**Ilustración 74:** Diseño de diagrama esquemático de circuitos (eléctrico/electrónico) en fritzing

# Capítulo 11: Conclusiones

## 11.1 Conclusiones:

Con el presente proyecto se cumplieron los objetivos planteados de manera satisfactoria ya que mediante el banco desarrollado se puede realizar estudios de movilidad y flujo vehicular en un sector de una ciudad como lo fue con el caso escogido para el proyecto.

También el hecho de que se cumplió uno de los objetivos y desde el punto de vista el más satisfactorio para los desarrolladores del proyecto cumpliendo otro objetivo en su desarrollo, el objetivo de que el proceso de aprendizaje de la electrónica digital, análoga, de mando y control se vuelva más didáctico y llamativo para estudiantes de carreras afines a la electrónica se cumplió mediante el desarrollo del objetivo de desarrollar una interfaz gráfica que se comunicara de manera satisfactoria a Arduino con el sistema de semaforización, este en conjunto con los resultados finales, estructuras, detalles logran llamar la atención y logran que los estudiantes se interesen y comprendan de una mejor manera los diversos procesos que abarca la electrónica.

## 11.2 Resultados finales:

En los resultados finales se puede apreciar que el banco de semaforización funciona de una forma idónea, cumpliendo los objetivos planteados.



<b>Resultados antes de la mejora</b>		
<b>Hora: VALLE (VALORES MAXIMOS)</b>		
<b>SEMAFORO #</b>	<b>Cantidad de carros que pasaron en verde</b>	<b>Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo</b>
1	8	12 segundos
2	4	12 segundos
3	11	12 segundos
4	6	12 segundos

<b>Resultados despues de la mejora</b>		
<b>Hora: VALLE (VALORES MAXIMOS)</b>		
<b>SEMAFORO #</b>	<b>Cantidad de carros que pasaron en verde</b>	<b>Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo</b>
1	11	14 segundos
2	4	10 segundos
3	14	14 segundos
4	6	10 segundos

**Tabla 11:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora valle – Casos #1)

<b>Resultados antes de la mejora</b>		
<b>Hora: VALLE (VALORES PROMEDIOS)</b>		
<b>SEMAFORO #</b>	<b>Cantidad de carros que pasaron en verde</b>	<b>Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo</b>
1	7	12 segundos
2	2	12 segundos
3	8	12 segundos
4	3	12 segundos

<b>Resultados despues de la mejora</b>		
<b>Hora: VALLE (VALORES PROMEDIOS)</b>		
<b>SEMAFORO #</b>	<b>Cantidad de carros que pasaron en verde</b>	<b>Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo</b>
1	14	14 segundos
2	2	10 segundos
3	14	14 segundos
4	3	10 segundos

**Tabla 12:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora valle – Casos #2)

Resultados antes de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES MINIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	5	12 segundos
2	1	12 segundos
3	5	12 segundos
4	2	12 segundos

Resultados despues de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES MINIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	9	14 segundos
2	1	10 segundos
3	10	14 segundos
4	2	10 segundos

**Tabla 13:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora valle – Casos #3)

Resultados antes de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES MAXIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	16	12 segundos
2	4	12 segundos
3	16	12 segundos
4	6	12 segundos

Resultados despues de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES MAXIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	18	14 segundos
2	4	10 segundos
3	18	14 segundos
4	6	10 segundos

**Tabla 14:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 AM – Casos #1)

Resultados antes de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES PROMEDIOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	14	12 segundos
2	3	12 segundos
3	13	12 segundos
4	4	12 segundos

Resultados despues de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES PROMEDIOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	18	14 segundos
2	3	10 segundos
3	16	14 segundos
4	4	10 segundos

**Tabla 15:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 AM – Casos #2)

Resultados antes de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES MINIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	13	12 segundos
2	2	12 segundos
3	11	12 segundos
4	3	12 segundos

Resultados despues de la mejora		
Hora: 6:00 AM (VALORES MINIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	16	14 segundos
2	2	10 segundos
3	14	14 segundos
4	4	10 segundos

**Tabla 16:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 AM – Casos #3)

Resultados antes de la mejora		
Hora: 6:00 PM (VALORES MAXIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	16	12 segundos
2	4	12 segundos
3	16	12 segundos
4	6	12 segundos

Resultados despues de la mejora		
Hora: 6:00 PM (VALORES MAXIMOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	18	14 segundos
2	4	10 segundos
3	18	14 segundos
4	6	10 segundos

**Tabla 17:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 PM – Casos #1)

Resultados antes de la mejora		
Hora: 6:00 PM (VALORES PROMEDIOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	14	12 segundos
2	1	12 segundos
3	14	12 segundos
4	4	12 segundos

Resultados despues de la mejora		
Hora: 6:00 PM (VALORES PROMEDIOS)		
SEMAFORO #	Cantidad de carros que pasaron en verde	Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo
1	18	14 segundos
2	3	10 segundos
3	16	14 segundos
4	4	10 segundos

**Tabla 18:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 PM – Casos #2)

<b>Resultados antes de la mejora</b>		
<b>Hora: 6:00 PM (VALORES MINIMOS)</b>		
<b>SEMAFORO #</b>	<b>Cantidad de carros que pasaron en verde</b>	<b>Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo</b>
1	13	12 segundos
2	1	12 segundos
3	11	12 segundos
4	3	12 segundos

<b>Resultados despues de la mejora</b>		
<b>Hora: 6:00 PM (VALORES MINIMOS)</b>		
<b>SEMAFORO #</b>	<b>Cantidad de carros que pasaron en verde</b>	<b>Tiempo de encendido de la luz verde del semaforo</b>
1	16	14 segundos
2	2	10 segundos
3	14	14 segundos
4	4	10 segundos

**Tabla 19:** Comparación entre resultados antes y después de la mejora en el flujo vehicular (hora: 6:00 PM – Casos #3)

Un aspecto importante es que en este se puede evidenciar la mejora propuesta en la fase de construcción para lograr obtener una mejora en el flujo vehicular del escenario escogido, lo cual se demuestra en la interfaz gráfica logrando que las avenidas tengan un mayor flujo vehicular adicionándole 2 segundos a los semáforos de cada una y restándole 2 segundos a los semáforos ubicados en las calles, logrando así un mejor aprovechamiento y eficiencia del tiempo de encendido de los semáforos en sus ciclos.

Adicionalmente en las tablas comparativas anteriormente expuestas se evidencia las mejoras en cada uno de los casos expuestos de manera cuantitativa, viendo que el valor máximo de vehículos que lograban pasar en los casos sin mejoras (16 carros) tuvieron un incremento (de +2 carros para un total de 18 carros que logran pasar) sin afectar el flujo vehicular de las calles; aprovechando los segundos “muertos” que se perdían en las calles cuando el flujo vehicular solo se consumía ente 6 y 10 segundos dejando 2 segundos “muertos”.

En los demás casos también se puede ver una mejora notable con respecto a el flujo vehicular comprobando de manera efectiva que la interfaz gráfica, el programa y el banco en general cumplen con los objetivos planteados logrando conseguir la creación de simulaciones de flujo vehicular de una manera gráfica y convencional, siendo una alternativa viable para el estudio de tráfico vehicular.



**Ilustración 75:** resultados finales de la construcción del banco

Fuente: Propia



**Ilustración 76:** Resultados finales de la construcción y detalles del banco

Fuente: Propia



**Ilustración 77:** resultados finales del armado, maquillado y detalles del banco

Fuente: Propia



**Ilustración 78:** resultado finales de las instalaciones en el cofre/gabinete eléctrico (puesta en marcha).

Fuente: Propia



**Ilustración 79:** Resultados finales del banco evidenciando su correcto funcionamiento.

Fuente: Propia



## 11.3 Recomendaciones

Se presentan como una serie de aspectos que se podrían realizar en un futuro para emprender investigaciones o mejoras al banco similares o fortalecer la investigación realizada y/o estructura del banco.

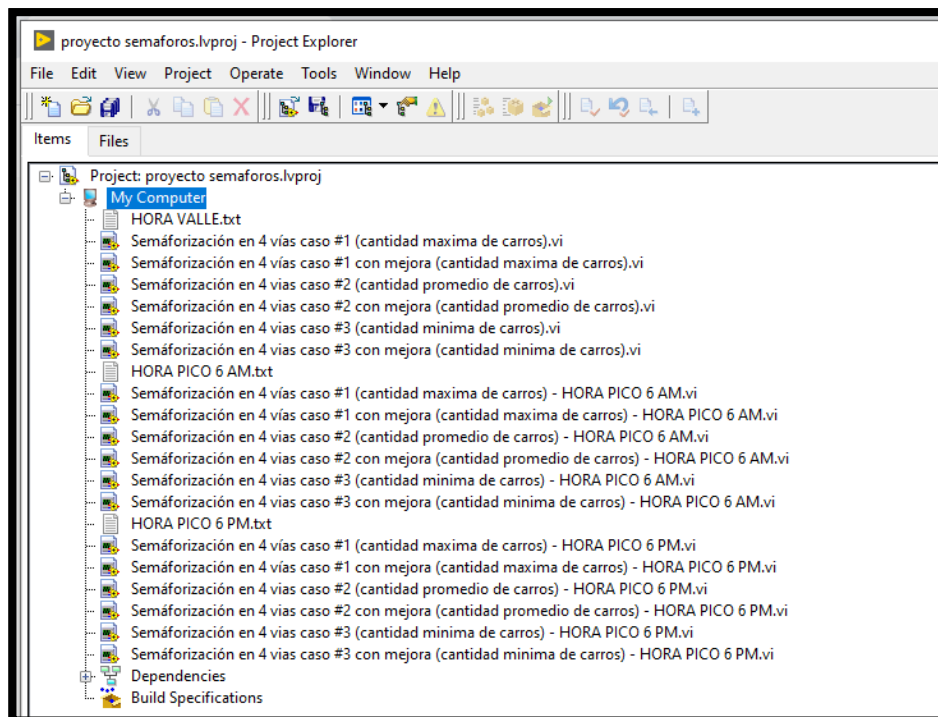
También se busca enfocar unos Tips para influir en el debido uso del banco para lograr que este pueda funcionar de manera eficiente y pueda tener la máxima vida útil posible.

### 11.3.1 Proyecciones a futuro (posibles mejoras o adaptaciones):

- Realizar la adaptación y mejora al banco para que la comunicación (transmisión de datos) del computador a la placa Arduino MEGA se pueda hacer de manera inalámbrica mediante un módulo bluetooth o Wi-Fi para que así esta no dependa de un cableado (cable USB A/B) para su comunicación.
- Mejora para la representación del movimiento de los vehículos que se muestran en la interfaz gráfica de LabVIEW en físico mediante una cinta/manguera led; “recomendamos los siguientes videos para dar una idea aproximada hacia donde se podría enrutar la mejora y como posiblemente se podría elaborar y plantear en el banco”:
  - <https://www.youtube.com/watch?v=zoHEgVYcND4>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=wjA1NF3BEnI>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=0Sy1I4IIRSw> (minuto 1:38)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=eP3siKBEIw0>
- Inclusión de un sistema de ventilación a el cofre/gabinete eléctrico para que sirva como sistema de refrigeración a los componentes electrónicos que puedan sufrir de sobrecalentamiento (placa Arduino Mega, etc).

### 11.3.2 Uso y mantenimiento:

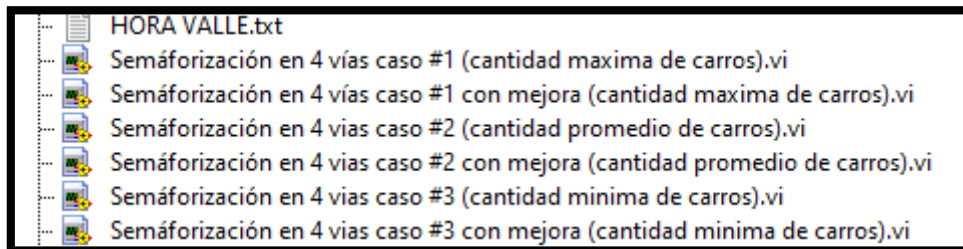
- ✓ Para el uso idóneo del banco se recomienda previamente haber cargado el computador portátil para que este tenga su carga completa, ya que al tenerlo siempre conectado a su fuente de recarga (cargador), puede generar daños en la vida útil de la batería, ya que la vida útil de esta se mide en ciclos de carga y descargas; lo idóneo sería que hiciéramos uso del computador y dejar que este se descargue aproximadamente hasta el 5% de su carga y ponerlo a cargar hasta que se recargue a su máxima capacidad para así seguir usándolo esto según parámetros del fabricante.
- ✓ Luego de encender el computador se recomienda primero abrir el programa de la interfaz gráfica y configurarla con los datos pertinentes, ya una vez realizado esto si se debe proceder a conectar la placa hacia uno de los puertos del computador mediante el cable USB A/B azul y luego darle correr “RUN” al programa, para así evitar problemas o conflictos de comunicación o sincronización entre la placa, el programa y el computador.



**Ilustración 80:** Menú selector de casos del programa.

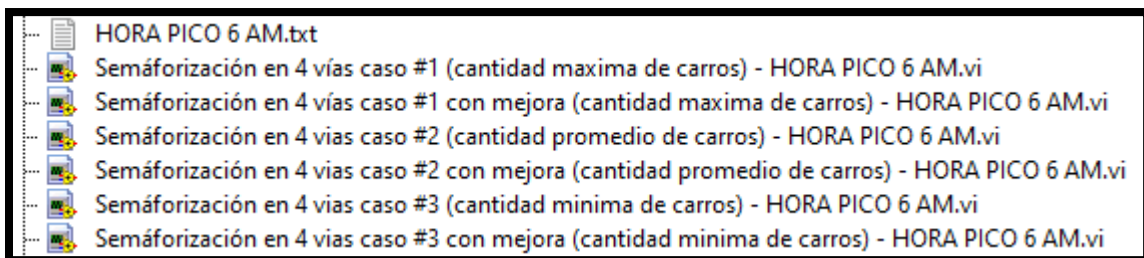
Fuente: Propia

El menú selector de casos permitirá al usuario el escoger cualquiera de los casos previamente diseñados en el programa, además de brindar una mejor organización y presentación; este también permite la opción de copiar, mover o crear nuevos proyectos (casos si así lo desea el usuario) para editar los parámetros a su gusto realizando así sus propios ensayos de casos.



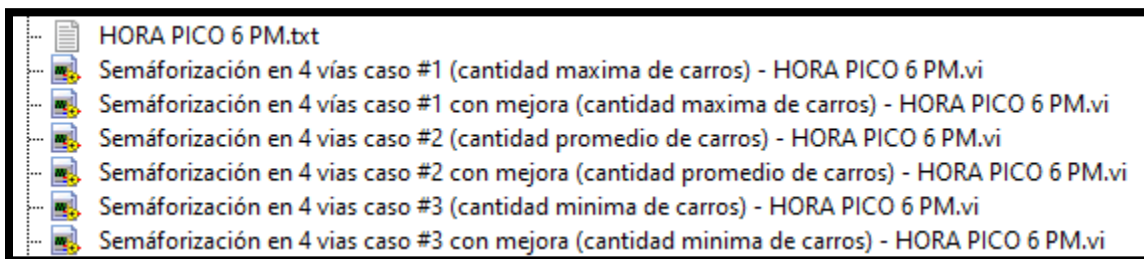
**Ilustración 81:** Casos contemplados en la Hora Valle (con y sin mejora).

Fuente: Propia



**Ilustración 82:** Casos contemplados en la Hora 6:00 AM (con y sin mejora).

Fuente: Propia

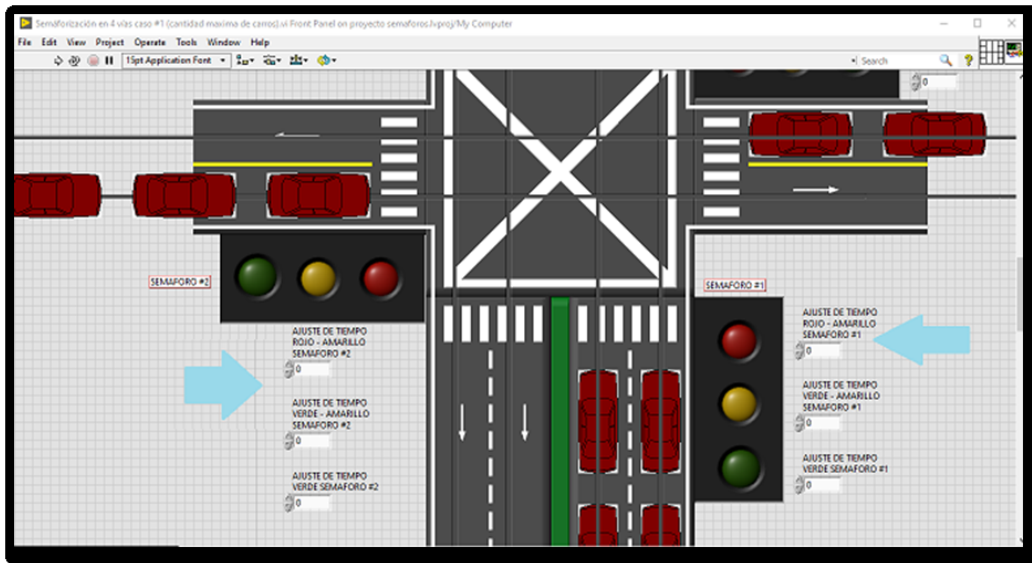


**Ilustración 83:** Casos contemplados en la Hora 6:00 PM (con y sin mejora).

Fuente: Propia

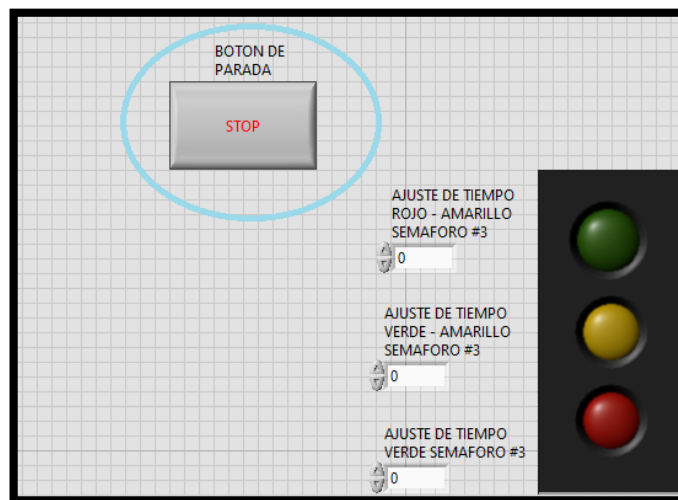
queremos asignar el tiempo de encendido para el semáforo verde en los casos **sin mejora** se tendrá que escribir el número 12000 (12 segundos) en el ajustador con el nombre "AJUSTE DE TIMEPO VERDE SEMAFORO # (1,2,3,4)", y en los tiempos

del amarillo se debe escribir el numero 2000 (2 segundos) en los ajustadores con los nombres “AJUSTE DE TIEMPO ROJO – AMARILLO SEMAFORO # (1,2,3,4)” y “AJUSTE DE TIEMPO VERDE – AMARILLO SEMAFORO # (1,2,3,4)”.



**Ilustración 84:** Resultados finales de la interfaz gráfica (Ajustadores).

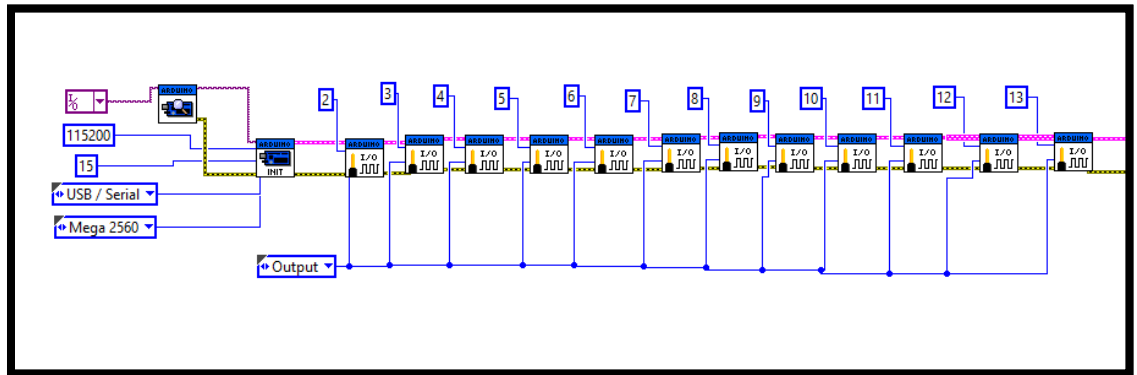
Fuente: Propia



**Ilustración 85:** Botón de parada (STOP).

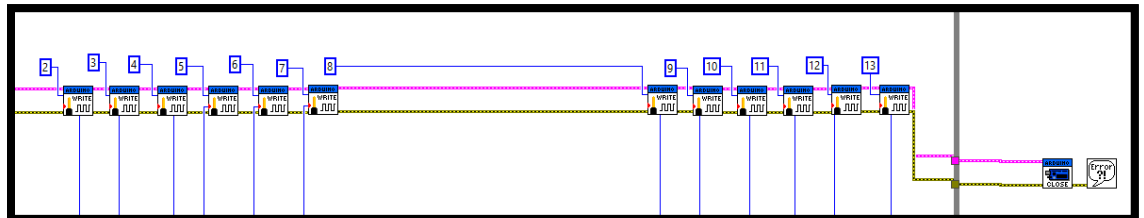
Fuente: Propia

En el caso del botón de parada (STOP) este nos servirá para detener el programa cuando sea necesario o deseado por el usuario sin necesidad de salir del programa o de la interfaz.



**Ilustración 86:** Bloques de la librería Arduino (reconocimiento de placa y definición de pines).

Fuente: Propia

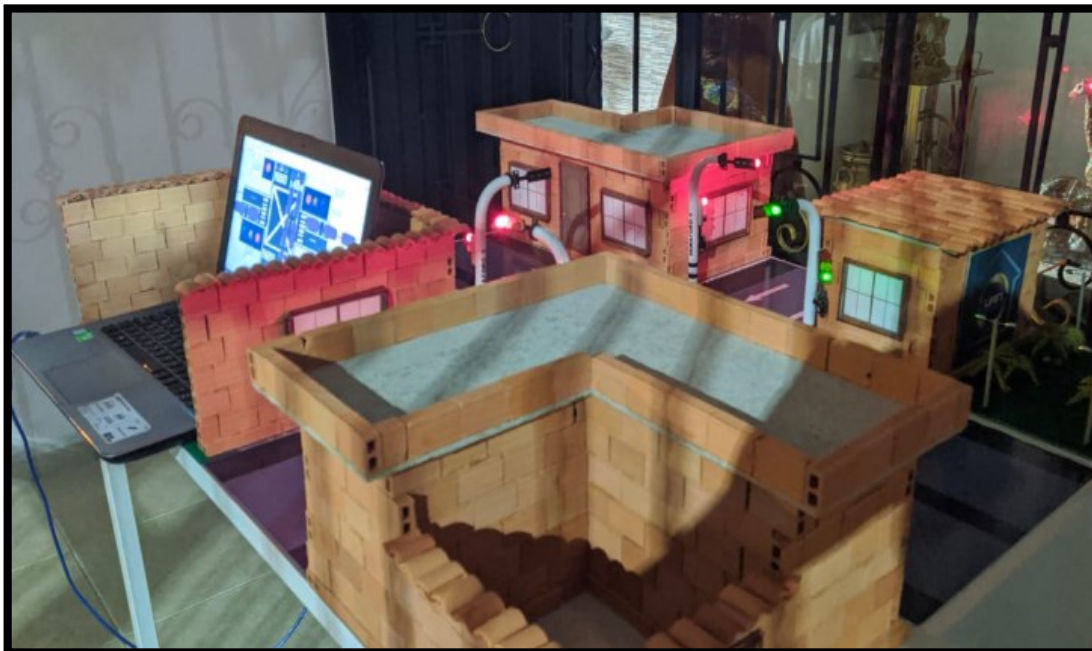


**Ilustración 87:** Bloques de escritura de la librería Arduino (escritura en pines).

Fuente: Propia

Los bloques de la “ilustración 86” son aquellos donde el usuario definirá la placa que usará y la salida de puerto (COM) que usará para conectar la placa Arduino, y los bloques (**I/O**) ligados al selector “OUTPUT” son los encargados de definir los pines que se usaran y la forma en que se usaran ya sea como entradas o salidas (INPUT / OUTPUT) el usuario podrá definir en ellos los pines que desea usar para luego enviarles señales.

Los bloques tipo WRITE en la “ilustración 87” son los encargados de definir las acciones que van a realizar y hacia donde se enviaran las señales generadas en estos el usuario podrá definir hacia que pines desea enviar las señales.

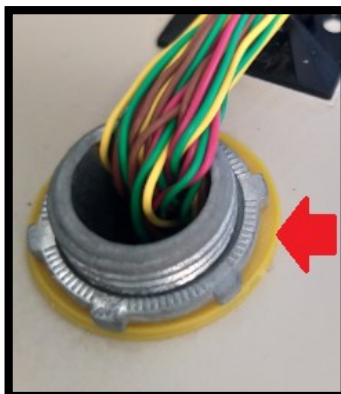


**Ilustración 88:** funcionamiento entre la interfaz y el banco con uno de sus casos.

Fuente: Propia

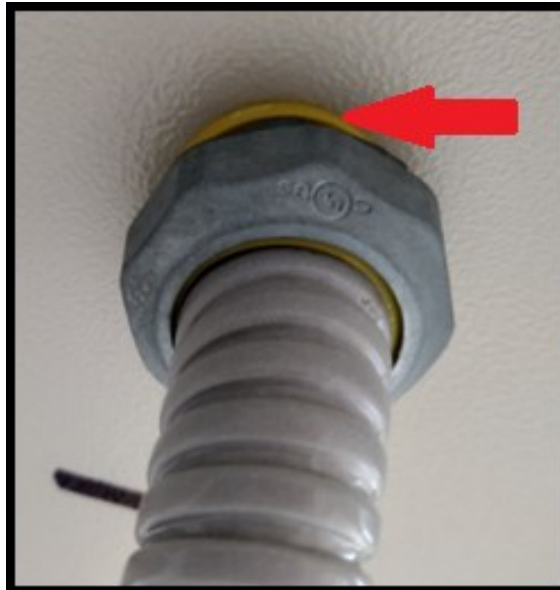
- ✓ Recomendamos realizar una breve inspección visual de los componentes e instalaciones del banco para así verificar su estado y si se evidencia algo anormal poder brindarle atención y determinar si es perjudicial para el banco y su funcionamiento.

**Aspectos a tener en cuenta en la revisión visual:**



**Ilustración 89:** revisión de estado de los sellos de los conectores para coraza liquid tight.

Fuente: Propia



**Ilustración 90:** revisión de estado de los sellos de los conectores para coraza liquid tight (parte inferior del gabinete eléctrico).

Fuente: Propia



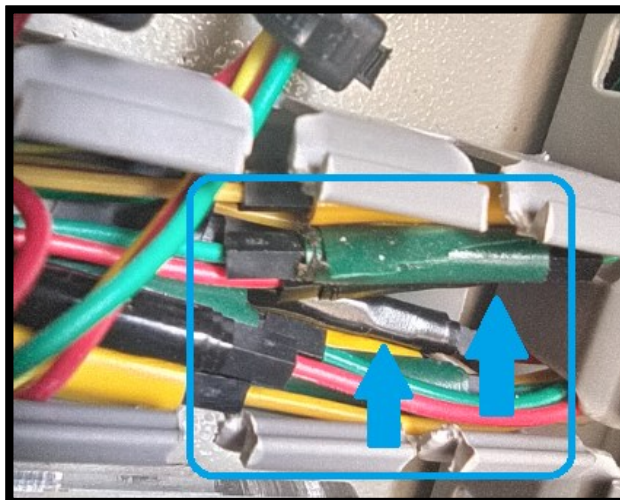
**Ilustración 91:** Revisión en los cables (dobles) en busca de posibles anomalías o puntos calientes.

Fuente: Propia



**Ilustración 92:** Revisión en los empalmes de pines con recubrimiento de termoencogible.

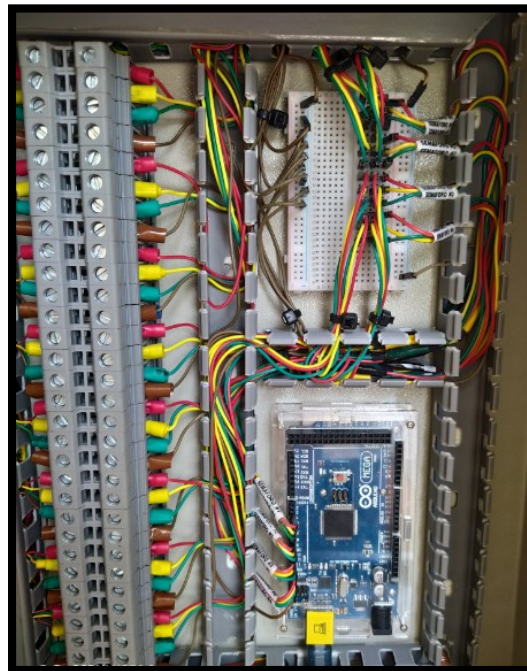
Fuente: Propia



**Ilustración 93:** Revisión en los empalmes de pines con recubrimiento de cinta aislante.

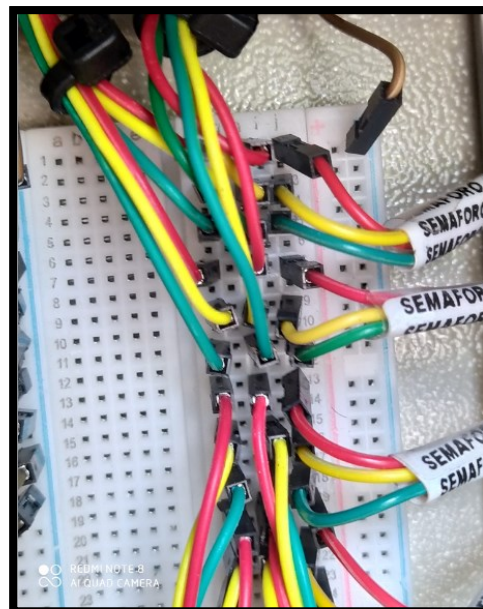
Fuente: Propia





**Ilustración 94:** Inspección de los cables por los sistemas de canalización (canaletas ranuradas) del gabinete eléctrico.

Fuente: Propia



**Ilustración 95:** Revisión de los pines conectados en la Protoboard.

Fuente: Propia



**Ilustración 96:** Revisión del correcto posicionamiento de los pines en las respectivas líneas para su energización.

Fuente: Propia

- ✓ En caso de encontrar suciedad (polvo, residuos externos, etc) recomendamos usar un paño de microfibra con una pequeña cantidad de alcohol para la limpieza de los componentes no electrónicos.
- ✓ En el caso de los componentes electrónicos si se llega a encontrar suciedad, sulfatación en los componentes, recomendamos el uso de limpia-contacto para componentes electrónicos junto con un cepillo de cerdas suaves antiestática y herramientas antiestáticas como pinzas, destornilladores, etc; (cabe recalcar que si se encuentra sulfatación pueda que se esté filtrando humedad).



**Ilustración 97:** Limpiacontactos en aerosol para limpieza de componentes electrónicos.

Fuente: Propia

- ✓ Se recomienda para la limpieza de polvo usar una aspiradora que nos permita retirar el polvo ubicado en lugares de difícil acceso o de uso cotidiano con una mayor efectividad y seguridad para así evitar la propagación del polvo.
- ✓ Se recomienda el uso de los siguientes EPP para realizar una limpieza o mantenimiento (guantes de nitrilo, tapabocas, gafas de seguridad transparentes).
- ✓ Para el diagnóstico de falla en las instalaciones recomendamos el uso de un tester o multímetro que nos permita medir los siguientes parámetros:
  - Continuidad (para determinar si hay rotura un cable, alguna desconexión en empalmes o algún pin fuera de su sitio).
  - Resistencia (para verificar si los resistores o componentes tienen en orden esta propiedad de acuerdo a los valores establecidos en sus especificaciones).

- Voltaje (para verificar si los niveles que pasan por los componentes son los idóneos para su funcionamiento o por si hay ausencia de voltaje en los componentes)
- Intensidad (para verificar si hay flujo de corriente y si la magnitud es la correcta para los componentes).



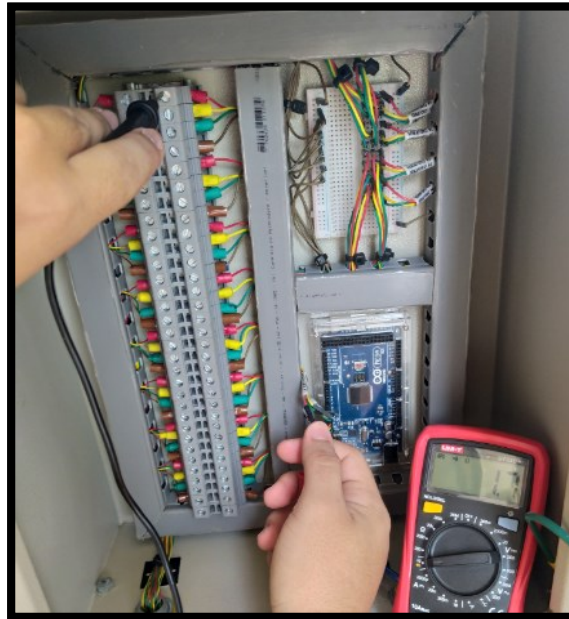
**Ilustración 98:** Tester con los parámetros necesarios para realizar diagnóstico e inspecciones.

Fuente: Propia



**Ilustración 99:** Parámetros que debe poseer el tester o multímetro

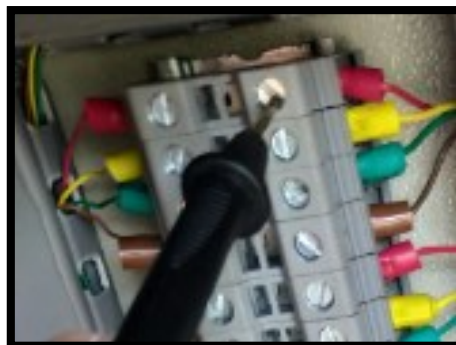
Fuente: Propia



**Ilustración 100:** Uso del tester en el modo de medida de continuidad para verificar que no halla cables sueltos hasta las borneras.

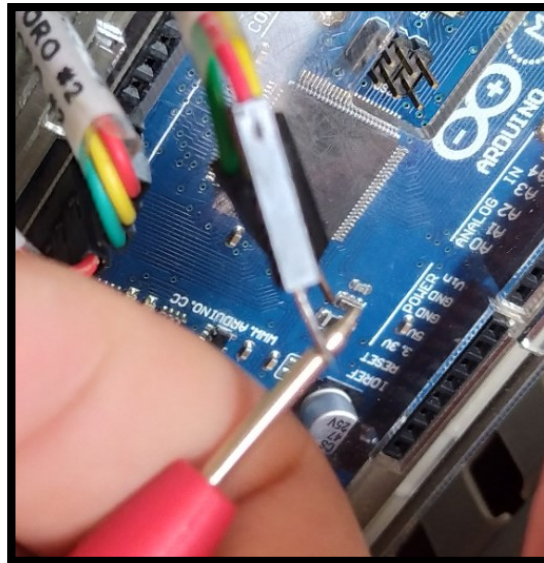
Fuente: Propia

El parámetro de continuidad ayudará a diagnosticar si hay cables sueltos o fuera de su posición o si algún cable está roto y se deba cambiar ya que al usar este parámetro el teste manda una corriente leve la cual al completar su paso por los conductores y regresar al tester llega a una bocina que este posee y deberá emitir un pitido si el circuito está en correcto estado (presenta continuidad), de lo contrario se debe revisar el prensado de las bornas, el empalme de los cables, y el correcto posicionamiento de estos en las líneas de la Protoboard.



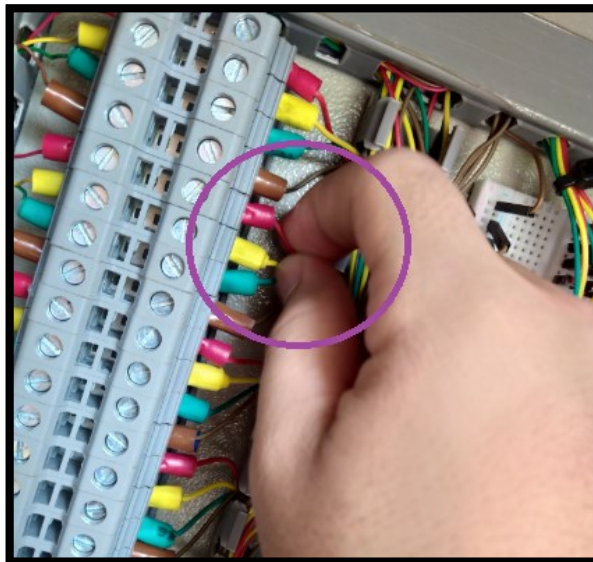
**Ilustración 101:** Posicionamiento del pin de testeo "COM" del tester para tomar la medida de continuidad.

Fuente: Propia



**Ilustración 102:** Posicionamiento del pin de testeo Rojo (mV, V, mA, Continuidad y Resistencia) para la medición de continuidad

Fuente: Propia



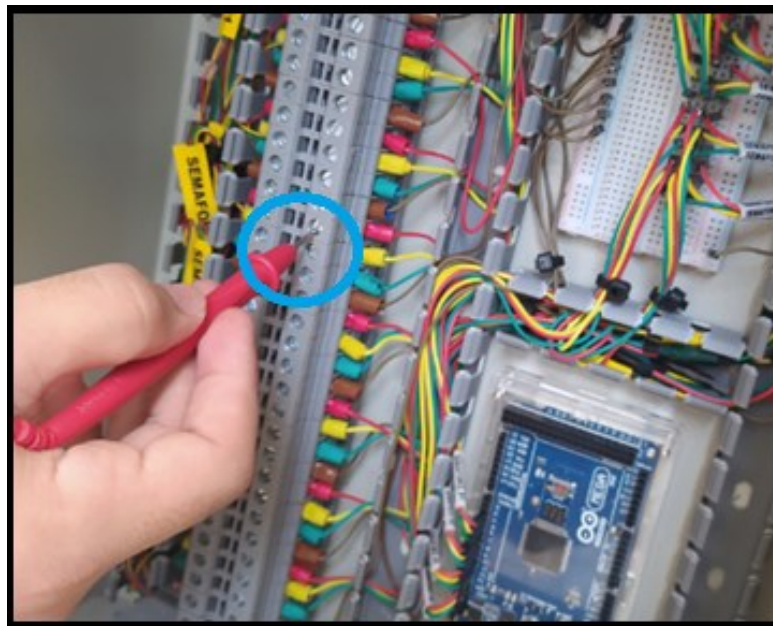
**Ilustración 103:** Revisión del estado de prensado de los cables en las bornas de conexión.

Fuente: Propia



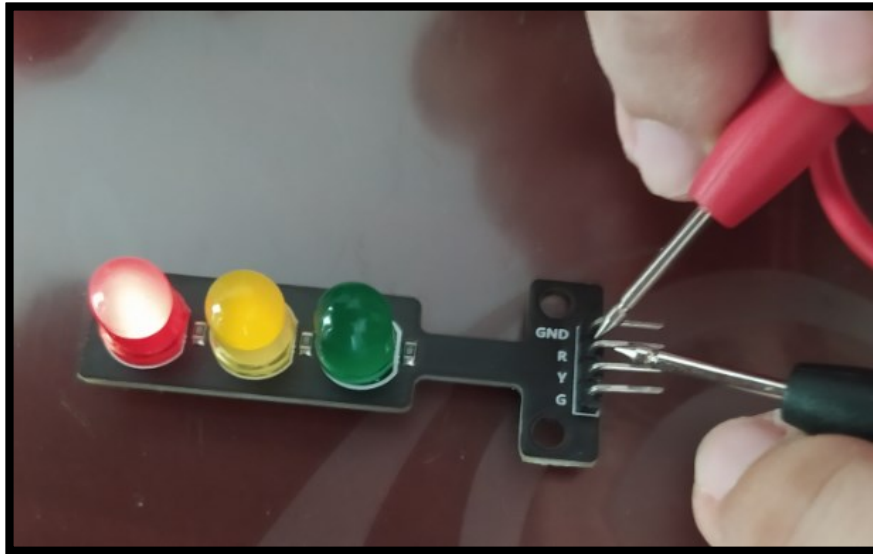
**Ilustración 104:** Revisión del parámetro continuidad desde las bornas hasta los pines de los módulos de semaforización.

Fuente: Propia



**Ilustración 105:** Revisión del parámetro continuidad desde las bornas hasta los pines de los módulos de semaforización.

Fuente: Propia



**Ilustración 106:** Revisión de estado de los leds de los módulos con el parámetro de continuidad (led Rojo)

Fuente: propia



**Ilustración 107:** Revisión de estado de los leds de los módulos con el parámetro de continuidad (led amarillo)

Fuente: propia

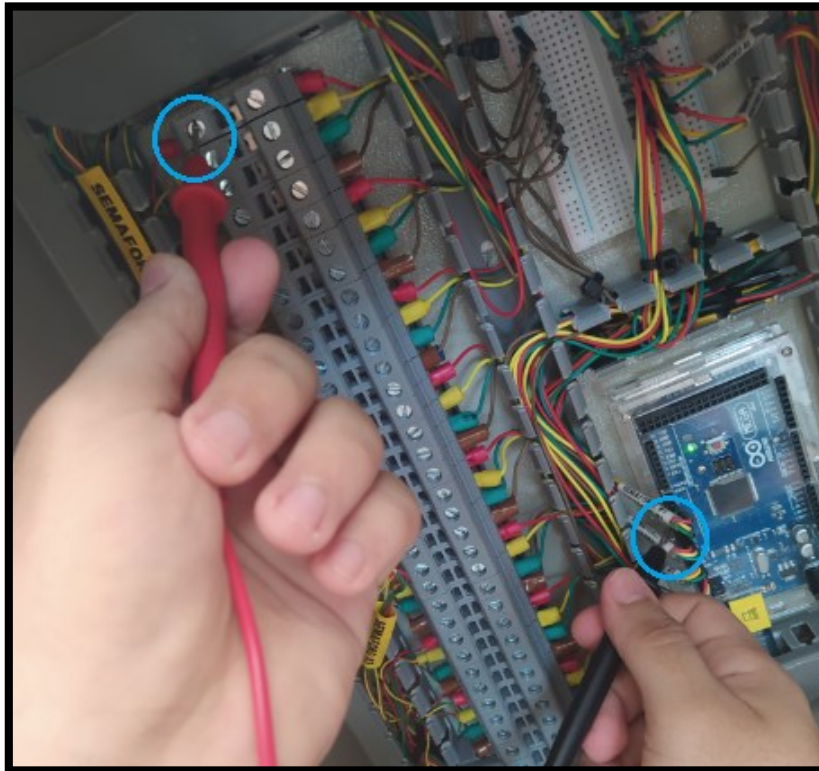




**Ilustración 108:** Revisión de estado de los leds de los módulos con el parámetro de continuidad (led verde).

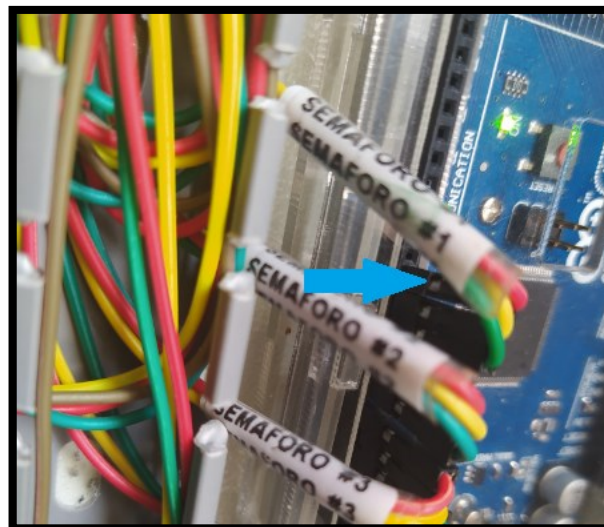
Fuente: Propia

Al realizar la prueba anterior se puede evidenciar que con el parámetro de continuidad se puede evaluar el estado de los leds para verificar que estos no estén dañados o quemados; esto se debe a que el tester o multímetro usa una leve corriente para testear si hay continuidad y al pasar por los pines del módulo, las resistencias y los leds estos se encienden).



**Ilustración 109:** Medición con el tester del parámetro de Voltaje

Fuente: Propia



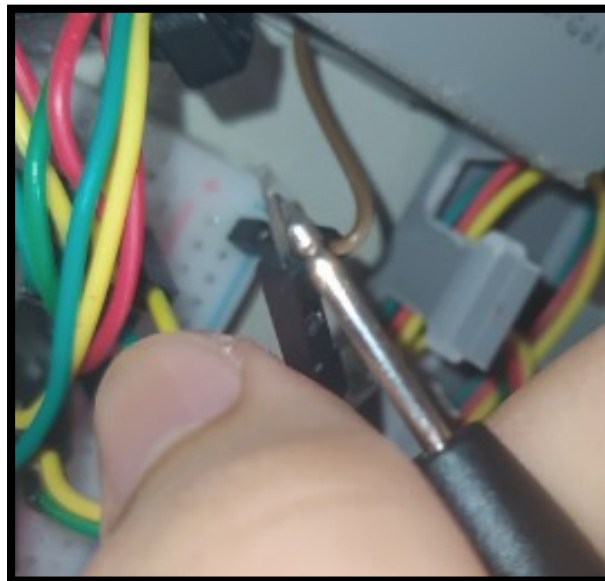
**Ilustración 110:** Apertura para pruebas de los pines de los cables DUPONT

Fuente: Propia



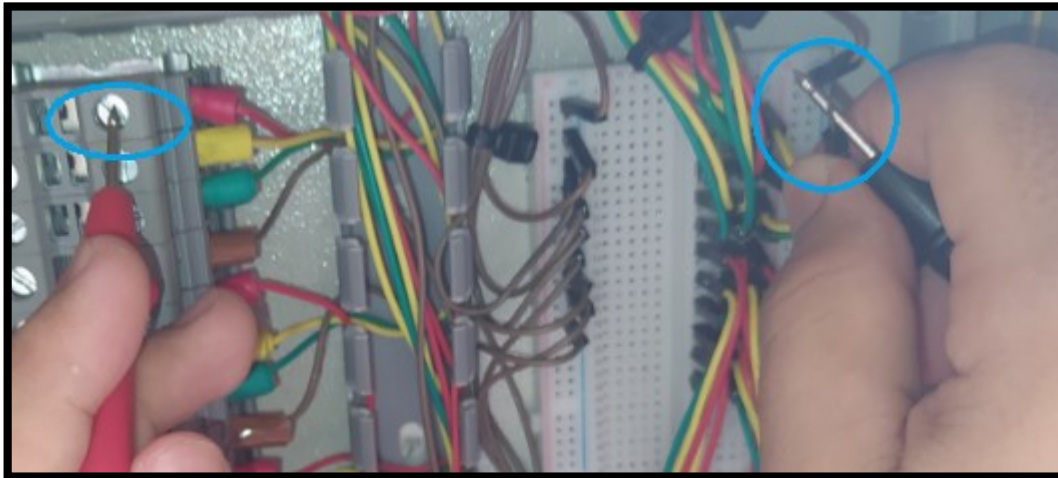
**Ilustración 111:** Resultados arrojados en la medición (el voltaje puese estar entre 3.8 y 5 VOLTIOS)

Fuente: Propia



**Ilustración 112:** Ubicación del pin COM del tester para la medición del parámetro de corriente.

Fuente: Propia



**Ilustración 113:** Medición del parámetro de continuidad (en la borna y pin del cable DUPONT de color rojo del semáforo #1)

Fuente: Propia



**Ilustración 114:** Resultados de la medición del parámetro de corriente (cada módulo consumen 6.1 mA como son 2 módulos por semáforos eso da un consumo de 12,2 mA).

Fuente: Propia

Los módulos de semaforización pueden funcionar entre 5 y 30 mA y entre 3.8 y 5 voltios en corriente directa.

- ✓ Se recomienda no insertar memorias o dispositivos de almacenamientos externos que puedan tener virus o software maliciosos que puedan generar un daño al sistema del computador.
- ✓ Se recomienda la supervisión de un instructor o profesor encargado de indicar el uso idóneo del banco a sus estudiantes.
- ✓ Las recomendaciones de uso y mantenimiento se deben difundir antes de dar uso a el banco para que el estudiante tenga una idea de cómo trabajar con el banco.

## Costos:

<b>INVERSION PROYECTO</b>			
1	bolsa de amarre plástico dexson 15 cm		\$ 4.500
4	mts cable de control 25 pares	4 metros	\$ 28.000
1	canaleta 25x25 dexson		\$ 18.000
1	riel omega		\$ 6.000
3	terminal de coraza		\$ 12.000
2	coraza liquitain		\$ 9.000
3	termo incogible 6mm		\$ 1.800
1	Rollo de cinta		\$ 3.000
80	terminal pala rojo/azul		\$ 24.000
1	gabinete 40x30x20		\$ 150.000
34	borneras riel 6mm gris		\$ 85.000
12	frenos tipo riel		\$ 24.000
10	borneras riel tierra		\$ 25.000
1	mesa 120x90x100 con rodachines y pintura blanca		\$ 250.000
3	silicona liquida		\$ 27.000
2	silicona liquida		\$ 9.600
1	teja colonial		\$ 3.900
20	bases adhesivas		\$ 10.000
1	bloque nº 4 x50		\$ 7.800
2	vinilos planos + pegado		\$ 75.000
1	lamina en acrílico 10mm		\$ 380.000
1	pasto p/maqueta y pesebre espuma		\$ 5.300
1	poste de calle p/maqueta		\$ 6.336
1	teja colonial x100		\$ 11.700
10	bloque nº 5 x100		\$ 39.000
1	bloque nº 5 x50		\$ 11.700
1	elaboración de plano (calles)		\$ 100.000
1	corte acrílico		\$ 10.000
	acrílico 100% 2mm 45x120 transparente		\$ 35.000

4	cinta de color 3m (roja - amarilla - negro)	\$	6.000
1	cinta doble faz adhesiva	\$	20.000
1	placa fibrocemento	\$	13.950
1	cable USB A/B de 3 mts	\$	20.000
1	cables DuPont macho-macho de 30 cm	\$	28.200
1	caja en acrílico para placa Arduino mega	\$	17.700
3	aerosoles de pintura blanca y negra	\$	24.000
1	Arduino mega 2560 R3 original	\$	55.000
2	cable DuPont macho - macho 20 cm	\$	14.400
2	cable DuPont macho - hembra 20 cm	\$	14.400
2	cable DuPont hembra - hembra 20 cm	\$	14.400
2	cable DuPont de 30 cm macho - macho	\$	28.200
10	modulo led de 8mm	\$	28.110
1	transporte Adalberto	\$	30.000
1	mano de obra eléctrica (elaboración instalaciones eléctricas banco)	\$	160.000
1	Placa de presentación del proyecto en acrílico e impresión (acrílico e impresión)	\$	100.000
2	Soporte de fijación de placa de presentación	\$	7.000
1	Decoraciones (ventanas, puertas, etc)	\$	57.786
1	Memoria USB	\$	25.000
1	Imprevistos	\$	30.000
1	mano de obra ofimática trabajo	\$	200.000
1	transporte proyecto	\$	30.000
1	transporte anderson	\$	20.000
1	corte acrílico	\$	20.000
1	1.20 mts tubería de cobre de 1/2	\$	15.000
1	corte y doblado de tubería de cobre	\$	10.000
1	canaletas ranuradas	\$	25.000
1	marquillas y accesorios de identificación	\$	20.000
1	fabricación de casas	\$	200.000
1	pago personal	\$	110.000
1	domicilio transporte mesa	\$	20.000
1	domicilio cable de control 25 pares	\$	4.000
1	domicilio cable USB a-b	\$	4.000
1	computador	\$	846.230
<b>TOTAL</b>		\$	<b>3.591.012</b>

Tabla 20: Costos del proyecto

## Bibliografía

- <https://elpilon.com.co/el-sistema-de-semaforos-de-valledupar-esta-desactualizado/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=pFwx1eGTaQM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=zm-30b3TlCW>
- <https://www.importancia.org/semaforo.php>
- [https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion\\_senalizacion/cap7\\_semaforos.pdf](https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap7_semaforos.pdf)
- <https://www.youtube.com/watch?v=FMyxDuFe9us>
- <https://ssdielect.com/>
- <https://saberesdigitales.educar.gob.ar/SISTEMA%20DE%20SEMAFORIZACION%20%93N>
- <http://escueladeltrabajo.net/p1.%20Automatizacion%20de%20sistema%20de%20semaforizacion%20MM---RAP%20-%20Versi%C3%B3n%20Editada%203.pdf>
- <https://www.youtube.com/watch?v=lekbQkdrUJA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xMIOH9Aow-w>
- <https://www.youtube.com/watch?v=iZZJ0QrswUs>
- <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/666/643/>
- <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002883/0presentaciones/08SEMAFORIZACION.pdf>
- <http://proyecto987.es/blog/wp-content/uploads/2016/04/Arduino-LabVIEW.pdf>
- <http://www.centelsa.com/cables-para-instrumentacion-y-control/>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/datos/ajuste/estadistica.html>

### BIBLIOGRAFÍA MARCO TEÓRICO

- [1] <http://sites.tufts.edu/carscultureplace2010/files/2010/09/McShane-traffic-signals-1999.pdf>
- [2] <https://www.britannica.com/technology/electronics>



- [3] <https://www.areatecnologia.com/electronica/electronica-digital.html>
- [4] <https://neoattack.com/neowiki/interfaz-grafica-de-usuario/>
- [5] [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos\\_ex/n1g10\\_fproy/nivel1/programacion/unidad1/leccion1.html](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/curriculos_ex/n1g10_fproy/nivel1/programacion/unidad1/leccion1.html)
- [6] <https://matematicasiesoja.wordpress.com/estadistica/>

## REFERENCIA

- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8200/1/04%20MEL%20034%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>  
“Implementación de un sistema de automatización para el control de semáforos inteligentes - Proyecto previo a la obtención del título de ingeniería en mantenimiento eléctrico - Hernán Darío Osorio Unda - director: Eliana Ormeño - Ibarra, abril 2018; Universidad técnica del norte.”