



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:** DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA  
DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE

**AUTOR:** DENNIS WILLIAN CAIZA OÑA

**TUTOR:** Mg. David Cando.

**AÑO 2016**

## INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL PIC

<b>CARRERA:</b>	ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES
<b>AUTOR/A:</b>	CAIZA OÑA DENNIS WILLIAN
<b>TEMA DEL TT:</b>	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE.
<b>ARTICULACIÓN CON LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:</b>	TECNOLOGÍA APLICADA A LA PRODUCCIÓN Y SOCIEDAD
<b>SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:</b>	DESARROLLO DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS PARA LA MEJORA DE SEGURIDAD Y MOVIBILIDAD EN LA CIUDAD DE QUITO
<b>ARTICULACIÓN CON EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL DEL ÁREA:</b>	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE SEMAFORIZACIÓN PARA LA MOVIBILIDAD CIUDADANA
<b>FECHA DE PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL:</b>	02 DE MAYO DEL 2016.

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación certifico:

Que el Trabajo de Titulación: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN INTELIGENTE.**”, presentado por el señor Dennis Willian Caiza Oña, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, 18 de Mayo del 2016.

TUTOR

---

Ing. David Cando, Mg.

## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

### **AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.**

El abajo firmante en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado en Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 18 de Mayo del 2016

---

Dennis Willian Caiza Oña

C.C. 1723958268

## AGRADECIMIENTOS

Empezaré agradeciendo a Dios por ser mi primer refugio y brindarme la fortaleza, salud y vida, bases fundamentales para la realización de mis metas propuestas y hoy culminar una de ellas.

A mis amados padres Willian Caiza y Esthela Oña por ser mi mejor apoyo, por los principios impartidos, porque son ellos quienes me enseñaron a enfrentar los retos de la vida, me incentivan día a día para seguir hacia adelante y nunca dejarme vencer.

A mi mejor amigo, mi hermano Bryan, que desde lejos nunca dejo de animarme para que culminara con este sueño.

A mis profesores que de una u otra manera contribuyeron para mi formación profesional y en particular a los mentores de este proyecto la Ing. Tania Mayorga y a mi tutor de tesis Ing. David Cando gracias por su apoyo para la realización de este ideal.

Y un profundo y especial agradecimiento a mis abuelitos, familiares y mi enamorada que estuvieron pendientes de cada paso que daba.

Dennis Caiza O.

## DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y el motor de mi vida; a mis amados padres Willian y Esthelita que son mi pilar fundamental para haber culminado, esta una de mis metas planteadas, a Uds. este triunfo en gratitud a su infinito respaldo en cada paso que doy, a su confianza y a su amor sin límites, a Uds. por ese apoyo incondicional de siempre.

A mi hermano, que aunque hoy no esté aquí compartiendo esta alegría, a Él por ser mi mayor inspiración.

A mis familiares por su cariño, apoyo y confianza.

Y a todos quienes a lo largo de mi vida estuvieron apoyándome desinteresadamente.

Dennis Caiza O.

## RESUMEN

Con la elaboración de diseño y construcción de un prototipo de un sistema de semaforización inteligente se pretende realizar una simulación que permita apreciar los beneficios que genera la programación del sistema en cuanto a movilidad vehicular en una de las calles de mayor demanda de tráfico en la ciudad de Quito; para el desarrollo del TT se aplicó el uso de microcontroladores ATmega que representan la parte de control y terminan siendo el cerebro del sistema para que actúe acorde a las situación de tráfico existente, los microcontroladores ATmega controlan los semáforos, en una primera etapa de manera sincronizada, de manera que los semáforos en las horas normales trabajan bajo el sistema denominado olas de verde.

En las horas pico, los microcontroladores ATmega trabaja de manera autónoma ya que actúa de acuerdo a la programación dispuesta y acorde a las señales enviada por los interruptores colocados sobre los semáforos, el interruptor simula los datos de la cámara TrafiCam que es un sensor que detecta presencia vehicular, los switches envía la señal de "0" o "1" lógico a los microcontroladores ATmega, estos procesa la información de forma inmediata y finalmente hará actuar a los semáforos simulando apreciar una mejor fluidez vehicular con la activación de la luz verde donde se detecte calles con tráfico.

Otra particularidad del sistema inteligente es que los semáforos están sincronizados en red con los cinco microcontroladores ATmega que posee el sistema, con el fin de que si en algún momento se simula corte o pérdida de energía eléctrica los semáforos se reactiven de forma sincronizada.

El prototipo cuenta con contadores que están ubicados en cada semáforo, con el fin de simular tiempo de respuesta de cambio de la luz roja a verde, o viceversa; se pretende que los conductores sepan el tiempo restante de la luz verde y el tiempo de espera en la luz roja, con estos contadores se citará beneficios en materia de seguridad y cuidado del medio ambiente.

Finalmente el prototipo cuenta con una pantalla LCD indicativa, con el fin de mostrar mensajes de vías congestionadas, mensajes de seguridad vial, etc.

## ABSTRACT

With the development of design and construction of a prototype of an intelligent traffic signal it is to perform a simulation that allows appreciate the benefits generated by system programming regarding vehicular mobility in one of the streets of greater demand for traffic in the city Quito; for the development of TT using applies ATmega microcontrollers they are representing the control part and end up being the brain of the system to act according to the situation existing traffic, ATmega microcontrollers control the traffic lights, in a first stage synchronously so that semaphores in normal working hours under the system called green waves.

During peak hours, the ATmega microcontrollers works autonomously because it acts according to the schedule arranged and according to signals sent by switches placed on traffic lights, switch simulates data TrafiCam chamber is a sensor that detects vehicle presence, the switch sends the signal "0" or "1" logic to ATmega microcontrollers, these processes information immediately and will finally act to traffic lights simulating vehicular appreciate better fluidity with green light activation streets where traffic is detected.

Another feature of the intelligent system is that traffic lights are synchronized network with five ATmega microcontrollers built into the system, so that if cut or loss of power is simulated at some point be reactivated traffic lights in sync.

The prototype has counters are located at every traffic light in order to simulate the response time of the red light change to green, or vice versa; it is intended that drivers know the remaining time of the green light and the waiting time at the red light, with these counters will be cited benefits in safety and environmental care.

Finally, the prototype has an indicative LCD in order to display messages from congested roads, road safety messages, etc.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL PIC.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN. ....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 Problema Principal .....	1
1.3 OBJETIVOS .....	2
1.3.1 Objetivo General .....	2
1.3.2 Objetivo Específicos.....	2
1.4 Por qué y para qué de los objetivos.....	2
1.5 Hipótesis a defender .....	2
1.6 Métodos que se utilizaron .....	3
1.6.1 Método Analítico.....	3
1.6.2 Método Inductivo - Deductivo.....	3
1.6.3 Método Experimental .....	3
1.7 Justificación.....	3
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
2.1 Sistema actual del tráfico en la ciudad de Quito.....	4
2.2 SemafORIZACIÓN actual en la Ciudad de Quito.....	4

2.3 Semáforo.....	5
2.3.1 Concepto y Uso.....	5
2.3.2 Funciones.....	5
2.3.3 Tipos.....	6
2.3.4 Modo de operación .....	6
2.4 Sistema de semaforización inteligente .....	7
2.5 Semáforo con tecnología LED .....	8
2.5.1 Vida útil de los semáforos LED.....	9
2.6 Microcontroladores de ATMEL.....	9
2.7 Display LCD .....	10
2.8 Display Multiplexados .....	11
2.9 Cámara TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR .....	11
2.9.1 Introducción.....	11
2.9.2 Interfaz del sensor TrafiCam.....	12
2.9.3 Configuración del Sensor TrafiCam.....	12
2.9.4 Establecimiento de la función de generación de impulsos.....	13
2.9.5 El área de detección en relación con la altura de la cámara y la distancia mínima de detección .....	14
2.9.5.1 Tipo de objetivo .....	14
2.9.6 Diagrama de cableado de salida .....	15
3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	16
3.1.1 Campo de Aplicación del Proyecto .....	16
3.1.2 Ubicación de semáforos.....	17
3.1.3 Funcionamiento de los semáforos .....	20
3.2 Requerimiento de semaforización para el sistema inteligente .....	22
3.2.1 Funcionamiento.....	22
3.2.2 Ubicación.....	25

3.3 Construcción de la maqueta de simulación del sistema inteligente de semaforización .....	26
3.3.1 Croquis de Quito: .....	26
3.3.2 Escala y Medidas .....	28
3.3.3 Prototipo Final .....	28
3.4 Diseño de Hardware.....	29
3.5 Diagrama del circuito.....	30
3.6 Implementación de Hardware .....	32
3.6.1 Implementación física de los sistemas electrónicos en la maqueta.....	32
3.6.2 Implementación física de placas y estructura de cableado .....	33
Instalado los semáforos, contadores, switch y LCD se procedió con el desarrollo de placas PCB con las que trabaja el sistema.....	33
3.6.2.1 Desarrollo de PCB .....	33
3.6.2.1 Instalación de cableado .....	34
3.7 Implementación de Software.....	37
3.7.1 Lenguaje de Programación Basic .....	37
3.7.2 Software utilizado BASCOM, AVR.....	37
3.8 Pruebas de comprobación .....	38
3.9 Pruebas de operatividad .....	38
3.10 Prueba de funcionamiento final en el prototipo. ....	45
3.11 Análisis de costo del proyecto.....	47
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES .....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Distancia máxima de detección para TrafiCam con teleobjetivo .....	15
<b>Tabla 3.1.</b> Flujo Vehicular actual.....	21
<b>Tabla 3.2.</b> Resultados por Ciclo.....	21
<b>Tabla 3.3.</b> Pruebas de encendido.....	38
<b>Tabla 3. 4.</b> Tabla de ciclos en primera condición .....	41
<b>Tabla 3. 5.</b> Tabla de ciclos segunda condición.....	42
<b>Tabla 3. 6. Tabla de ciclos tercera condición</b> .....	43
<b>Tabla 3. 7. Tabla de ciclos cuarta condición</b> .....	44
<b>Tabla 3. 8. Costos del proyecto</b> .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Semáforo, modo de operación.....	7
<b>Figura 2.2.</b> Semáforo utilizando tecnología LED.....	9
<b>Figura 2.3.</b> LCD 20X4, Distribución de Pines.....	10
<b>Figura 2.4.</b> Displays Multiplexado (2) .....	11
<b>Figura 2.5.</b> La arquitectura del sistema TrafiCam con 1TI como interfaz .....	12
<b>Figura 2.6.</b> Zona visualizada según su modo de detección: presencia (izquierda), detención (parte central) y lazo (derecha) .....	13
<b>Figura 2.7.</b> Función de generación de impulsos .....	13
<b>Figura 2.8.</b> Área de detección (A), distancia mínima de detección (B), distancia máxima de detección (C) y zonas de detección de presencia (1, 2) .....	14
<b>Figura 2.9</b> Diagrama de cableado de salidas de TrafiCam.....	15
<b>Figura 3.1.</b> Campo de Aplicación .....	16
<b>Figura 3.2.</b> Plano de semaforización actual en el centro del campo de aplicación .....	19
<b>Figura 3.3.</b> Ciclo del Funcionamiento de un semáforo electromecánico .....	20
<b>Figura 3.4.</b> Funcionamiento del Sistema Inteligente de Semaforización.....	24
<b>Figura 3.5.</b> Punto de aplicación del sistema de semaforización inteligente. ....	25
<b>Figura 3.6.</b> Plano de la Maqueta .....	28
<b>Figura 3.7.</b> Prototipo Final .....	29
<b>Figura 3.8.</b> Diagrama de bloques de hardware del sistema .....	30
<b>Figura 3.9.</b> Diagrama del circuito .....	31
<b>Figura 3.10.</b> Diagrama del circuito .....	32
<b>Figura 3. 11.</b> Colocación de semáforos, displays, LCD .....	33
<b>Figura 3.12.</b> Placa de cada intersección .....	34
<b>Figura 3.13.</b> Instalación de placas y estructura de cableado.....	36
<b>Figura 3.14.</b> Diagrama de bloques de programación estructurada .....	37
<b>Figura 3.15.</b> Fase de protección y arranque del sistema.....	39
<b>Figura 316.</b> Sistema ola de verde .....	40
<b>Figura 3. 17.</b> Pruebas de la maqueta de simulación de semáforos inteligentes ..	45
<b>Figura 3. 18.</b> Pruebas simulación de semáforos inteligentes .....	46

## **1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En la situación actual del país en materia de tránsito, se puede apreciar el incremento del parque automotor tomando como dato estadístico el proporcionado por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), en el que revela que en promedio cada familia posee tres vehículos, esto ha generado que se incremente la congestión vehicular quedando obsoleto o poco útiles los semáforos electromecánicos.

Se estima que el crecimiento demográfico, el aumento del parque automotor, los ambientes geográficos de la ciudad que delimitan el esparcimiento de la construcción de calles; y, el favoritismo por el uso de un vehículo; inciden dramáticamente en los parámetros de capacidad que ostentan las calles del Distrito Metropolitano de Quito.

Cabe recalcar que la congestión vehicular, genera un costo en tiempo de movilización; no obstante, se encuentran considerables inconvenientes sociales que desenlazan; entre los más substanciales es la contaminación ambiental y sus efectos sobre la salud humana. No obstante, en la ciudad de Quito ni en el resto del país no se muestran investigaciones que evalúen lo que estos valores representan en términos económicos.

Con la elaboración de un prototipo de sistema inteligente de semaforización; se planea simular un circuito de semáforos automatizados, sincronizados y programados de modo que trabajen de manera inteligente, autónoma y permitan apreciar una idea de mejoramiento de fluidez vehicular.

### **1.2 Problema Principal**

La ciudad de Quito se encuentra entre las nueve ciudades con problemas de tráfico, esto se debe a la inapropiada planificación urbana, el funcionamiento de las oficinas municipales y estatales en toda la ciudad y el crecimiento del parque automotor dato registrado por la Agencia Nacional de Tránsito.

Debido a la gran conglomeración de automotores en la ciudad de Quito, se impulsó el programa "Pico y Placa" desde el 3 de Mayo del 2010, donde se optó restringir la circulación de automóviles livianos por seis horas, cada día, y de acuerdo con el último dígito de su placa.

Actualmente la Secretaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito sostuvo que esta medida seguirá vigente por algún tiempo en esta ciudad, y se ejecutará, con dos dígitos diarios en horarios de 07:00 a 09:30 y desde las 16:00 hasta las 19:30, medida que no ha ayudado en mayor proporción a disminuir la congestión vehicular.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar y construir un prototipo de sistema inteligente de semaforización a través de una maqueta, en donde se puede evaluar los beneficios que posee el sistema en cuanto a fluidez vehicular en una de las calles principales de la ciudad de Quito, con el uso de Microcontroladores ATmega.

#### **1.3.2 Objetivo Específicos**

- Realizar una evaluación de congestionamiento vehicular en el punto de aplicación.
- Diseñar un prototipo de un sistema de semaforización inteligente en una de las calles de la ciudad de Quito.
- Construir una maqueta que permita realizar la simulación del sistema inteligente de semaforización en una de las calles de la ciudad de Quito, aplicando el uso de microcontroladores ATmega 8.

#### **1.4 Por qué y para qué de los objetivos**

De acuerdo al problema identificado se considera que la construcción de un prototipo de un sistema inteligente de semaforización a través de una maqueta, permitirá apreciar los beneficios que genera el sistema en cuanto a movilidad vehicular en una de las calles principales de la ciudad de Quito; donde se podrá poner en práctica los conocimientos adquiridos en la formación académica, así como también reforzar los conocimientos en el área.

#### **1.5 Hipótesis a defender**

Al implementar un sistema de semaforización inteligente permitirá que las personas que circulan en una de las principales calles de la Ciudad de Quito disminuyan su tiempo de traslado, a través de un flujo vehicular óptimo.

## **1.6 Métodos que se utilizaron**

Los métodos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto son:

### **1.6.1 Método Analítico.**

Se utilizó dicho método para la comparación de los diferentes elementos y documentos relacionados con el prototipo de sistema de semaforización.

### **1.6.2 Método Inductivo - Deductivo**

Se usó este método para la parte del diseño del prototipo de un sistema inteligente de semaforización.

### **1.6.3 Método Experimental**

Se empleó este método para la implementación del prototipo de un sistema inteligente de semaforización y para la realización de pruebas necesarias para visualizar que este todo funcionando y ajustar las condiciones de tiempo según la simulación de congestión vehicular.

## **1.7 Justificación**

La intención del actual proyecto es realizar una simulación de un sistema inteligente de semaforización en una de las principales calles de la ciudad de Quito, con el fin de apreciar la idea de cómo disminuir la congestión vehicular; donde se reemplazaría el actual sistema de semaforización mismo que está enfocado a dirigir el tránsito vehicular para lo cual se requiere de señalética estática y de miembros de la Policía que esto se convierte en un medio dinámico; mientras que, al implementar un sistema de semáforos inteligentes se proyecta que exista una señalética dinámica que sea capaz de adecuarse a las condiciones que se presenten en el tránsito de vehículos.

En sí, el prototipo que se realiza en la maqueta del sistema inteligente de semaforización permitirá interactuar con el tráfico, crear un tiempo de ciclo de tránsito, evitar demoras y tiempos de viajes por medio de la disminución de las detenciones e incrementar el flujo vehicular.

## **2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1 Sistema actual del tráfico en la ciudad de Quito**

El embotellamiento de vehículos en la mayoría de calles principales de la ciudad de Quito constituye un inconveniente de movilidad para la ciudad capitalina, este fenómeno se ha agravado en las últimas décadas, y particularmente en los últimos años.

Las razones ya identificadas tales como el crecimiento de la población, el incremento de la industria automotriz, y hoy en día la necesidad de utilizar un vehículo propio para la transportación ya no constituye un lujo sino un medio elemental; incluso en muchas ocasiones sirve como una herramienta de trabajo, entre otras; son factores que inciden en el aumento de la congestión vehicular anualmente que prolongan tiempos de transportación y disparan la contaminación ambiental.

El Cabildo de Quito analizando la manera de descongestionar la ciudad ha empañado varias acciones. El Pico y Placa una de ellas, los primeros meses de la medida pareció funcionar pero, el 10% de crecimiento del parque automotor anual sobrepasa las perspectivas del Pico y Placa.

El transporte masivo de persona es sistemas articulados como el trole bus y corredores, han auxiliado si a disminuir tiempos de un lugar a otro, pero también hoy resultan escasos los transportes destinados para este servicio, conlleva que los usuarios se trasladen en condiciones no apropiadas.

Una de las nuevas y más recientes soluciones para esto es el inicio de la construcción del Metro de Quito, que como todo proyecto nuevo tiene a sus partidarios y a aquellos que consideran que será una millonaria pérdida.

Dentro de la investigación no se encuentra otras medidas como el de implementar circuitos de semaforización inteligente, es decir un sistema completamente autónomo que se adapte a las condiciones de tráfico actual que presenten las vías.

### **2.2 Semaforización actual en la Ciudad de Quito**

Fuente del periódico "LA HORA" publicada el 5 de agosto del 2014 en su artículo redacta: "Los semáforos que permanecen en las esquinas y que hasta ayer la gente los vio sin actividad comenzarán a funcionar a partir de hoy, aseguró José Villa, jefe de gestión técnica de tránsito.

Con esta maniobra se pretende completar el Sistema Semafórico que ayude a controlar el tránsito, especialmente en horas pico.

Para la correcta implantación del sistema, la empresa encargada se encargó de retirar los antiguos semáforos y colocar los nuevos, además de instalar bajo suelo el cableado. También diseñó el cambio de sentido en algunas calles para que el sistema de semáforos funcione. Este sistema estará vigilado desde un Centro de Gestión de Tráfico ubicado en el edificio municipal, de donde se podrá administrar el cambio de luz en el semáforo según el flujo vehicular de 06:30 a 22:30.

## **2.3 Semáforo**

### **2.3.1 Concepto y Uso**

Un semáforo es un mecanismo de señalización por medio del cual se regulariza el tránsito de vehículos y peatones en las vías, estableciendo el derecho de paso de carros y transeúntes secuencialmente, mediante las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por un control de tráfico.

Los semáforos son dispositivos útiles para el control del tránsito y la seguridad de los usuarios que intervienen dentro del sistema de movilidad. Ya que a la asignación, determinada o prefijada por el tránsito, del derecho de vía para los diversos movimientos en intersecciones y otras zonas de las vías, los semáforos ejercen una gran influencia sobre el flujo del tránsito. Por ello, resulta de vital importancia que la selección de instalación de un punto del control semafórico, sea antecedida mediante un estudio puntual y de acuerdo a las condiciones del tránsito por zona.

### **2.3.2 Funciones**

Las principales funciones de los semáforos se describen a continuación.

- Controla el tránsito por carriles.
- Proporciona ordenamiento de circulación.
- Interrumpe periódicamente el tránsito de una corriente peatonal o vehicular para condescender el derecho de paso a otra corriente vehicular o peatonal.

- Elimina y/o reduce el número y la gravedad de posibles accidentes, principalmente los que involucran colisiones perpendiculares.
- Regula la velocidad de vehículos para conservar la circulación continua a una velocidad moderada.

### **2.3.3 Tipos**

Los tipos de semáforos conforme su mecanismo de trabajo son los siguientes:

- Vehicular o para control de automotores: Controla y regula la circulación de vehículos en intersecciones, carreteras, perimetrales entre otras. Está constituido por tres faros circulares: rojo, amarillo y verde.
- Peatonal: Controla y regula el paso de peatones. Está integrado por dos faros rectangulares: rojo y verde.
- Semáforos direccionales: Informa el momento oportuno para efectuar el giro, a la izquierda o a la derecha, cuenta de dos flechas: roja y verde.

Semáforo de destello o intermitente: Está compuesto por el color amarillo o rojo que se ilumina de manera intermitentemente, están ubicados en lugares donde las condiciones físicas locales no justifican el funcionamiento de semáforos para el control del tránsito de automotores, además, sirve para llamar la atención de los conductores en algunas zonas en los que exista riesgo.

- Semáforos activados por el tránsito: Son los semáforos, en los cuales la duración de las luces verde y roja y periodos del ciclo se modifican en relación a las condiciones de tránsito, de acuerdo lo registren los detectores de vehículos o peatones.

### **2.3.4 Modo de operación**

Los semáforos operan de la siguiente manera.

- Rojo: Determina la detención de la circulación vehicular.

- Amarillo: Señal de precaución y prevención para revelar el cambio de luz verde a luz roja.
- Verde: Permite la libre circulación de tránsito vehicular en el sentido que este indica.

El orden del cambio de luces está estandarizado en la secuencia: verde – amarillo – rojo.



**Figura 2.1.** Semáforo, modo de operación

**Fuente:** <http://www.estudiosdetransito.ucv.cl/semafo.htm>

#### 2.4 Sistema de semaforización inteligente

Un sistema de semaforización inteligente detecta el flujo vehicular en el instante mediante sensores o cámaras de detección vehicular que cumplen con dicha función y en base a parámetros ya establecidos en un procesador en el caso un microcontrolador, van cambiando los tiempos de movimiento y/o pare.

Dicho de otra manera un semáforo inteligente es capaz de realizar una operación de acuerdo a la situación de tráfico actual.

Los mencionados semáforos inteligentes o autónomos disponen de diversas funcionalidades mejoradas para facilitar la regulación del tráfico y ayudar en la seguridad vial.

Las características de estos sistemas es que disponen de un sistema de baterías que les permite funcionar aunque se queden sin suministro eléctrico. Disponen de cámaras de vídeo que envían imágenes al centro de control de tráfico para poder así gestionar los atascos o cambien su frecuencia automáticamente para optimizar el tránsito de vehículos.

## **2.5 Semáforo con tecnología LED**

En la actualidad debido a su rentabilidad, se utilizan lámparas con tecnología LED para la señalización luminosa, puesto que las lámparas tipo LED utilizan sólo 10% de la energía consumida por las lámparas incandescentes, poseen una vida útil estimada de diez veces superior a las antes mencionadas, por lo que generan considerables ahorros de energía eléctrica y de mantenimiento, compensando el objetivo de lograr fiabilidad y seguridad pública.

Las ventajas más representativas que tienen las señales luminosas con tecnología LED se describen a continuación:

- Bajo consumo de energía, por tanto generan ahorro energético.
- Considerable vida útil de las lámparas.
- Mínimo mantenimiento.
- Simple recambio.
- Respeto por el medio ambiente.
- Desaparición del “efecto fantasma” causado por la luz solar.
- Condición neutral estando apagado.
- Unidad óptica a prueba de luz solar.
- Alto contraste con luz solar.
- Señalización luminosa uniforme.
- Mayor seguridad vial.
- Su bajo consumo permite que funcionen automáticamente mediante una batería durante cierto tiempo.
- Mayor resistencia a las vibraciones.
- Mayor resistencia al impacto.
- Recuperación rápida de inversión.
- Cumplen con estándares y normas internacionales.

Uno de sus mayores inconvenientes de los diodos LED es su bajo rendimiento con altas temperaturas respecto a las bombillas tradicionales. Al aumentar la temperatura de la

unión semiconductor, aumenta también la intensidad a través del diodo, pudiéndose ser destruido.

Otras de las desventajas que presentan los diodos LED es que emiten luz fría.

En términos económicos cuestan tres o cuatro veces más que una lámpara fluorescente.



**Figura 2.2.** Semáforo utilizando tecnología LED

**Fuente:** <http://www.autronie.com/semaforo/>

### **2.5.1 Vida útil de los semáforos LED**

El tiempo de vida útil aproximadamente de los LED es 100.000 horas. Estimado de fallos menor al 3% transcurrido las 100.000 horas de funcionamiento.

Cada LED individual o punto luminoso, no se queman al mismo tiempo además que los LED's pueden tener una vida útil de hasta diez años.

### **2.6 Microcontroladores de ATMEL<sup>1</sup>**

Los AVR son una familia de microcontroladores RISC de Atmel. La construcción de los AVR fue inventada por un par de estudiantes en el Norwegian Institute of Technology, y

---

<sup>1</sup> [http://www.utm.mx/~fsantiag/Micros/2\\_Organizacion\\_MICROCONTROLADORES\\_ATMEGAs.pdf](http://www.utm.mx/~fsantiag/Micros/2_Organizacion_MICROCONTROLADORES_ATMEGAs.pdf)

subsiguientemente pulida y desarrollada en Atmel Norway, una empresa subsidiaria de Atmel, instituida por los dos arquitectos del chip.

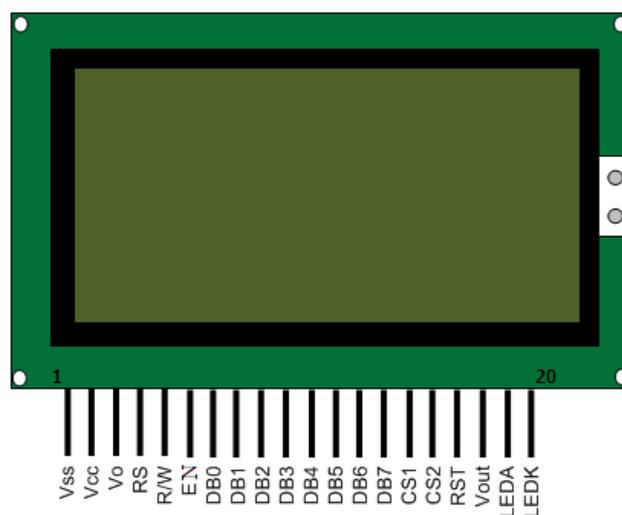
Los AVR fueron diseñados desde un inicio para la ejecución eficiente de código C compilado. El set de instrucciones de los AVR es más regular que el de la mayoría de los microcontroladores de 8-bit (por ejemplo, los PIC).

El set de instrucciones AVR está efectuado físicamente y aprovechable en el mercado en diferentes aparatos, que conllevan el mismo núcleo AVR pero poseen diferentes periféricos y cantidades de RAM y ROM: desde el micro de la familia Tiny AVR ATtiny11 con 1KB de memoria flash y no dispone de RAM (tan sólo los 32 registros), y ocho pines, hasta el microcontrolador ATMEGA 2560 de la familia Mega AVR que cuenta con 256KB de memoria flash, una memoria RAM de 8KB, la memoria EEPROM es de 4KB, dispone también de un conversor análogo digital de 10 bits y 16 canales, algunos temporizadores, un comparador analógico, JTAG, entre otros.

## 2.7 Display LCD

Un display de cristal líquido (LCD), es un dispositivo que muestra información alfanumérica o caracteres diseñados, presentando una ventaja considerable sobre los displays de siete segmentos.

El manejo de un LCD, se basa en una secuencia inicial de comandos que deben ser enviados desde el microcontrolador, durante un tiempo predeterminado por el fabricante.



**Figura 2.3.** LCD 20X4, Distribución de Pines.

**Fuente:** <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/graphics-lcd>

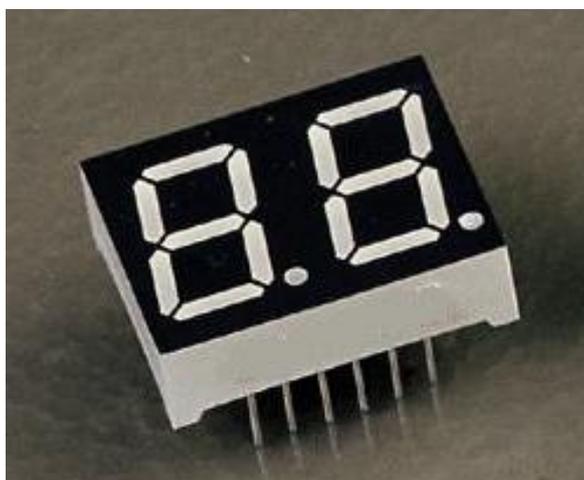
## 2.8 Display Multiplexados

Un display multiplexado es un conjunto de dos o más displays simples, que internamente tienen unidos sus segmentos comunes y su habilitación es separada, para cada uno de los displays.

El principio de funcionamiento de un display multiplexado, se basa en un tiempo de visualización muy pequeño, debido al tiempo mínimo que el ojo humano puede detectar las imágenes en movimiento.

El barrido de displays es similar al barrido de teclado, ya que se trata de habilitar por software el display elegido y enviar el dato que le corresponde. Si bien es cierto, todos los displays reciben los datos desde el microcontrolador, pero solo uno los va a mostrar, debido a que el mismo controlador elige a cual display habilitar.

Dicha habilitación se realiza por medio de Vcc (en displays de Ánodo Común AC) y Gnd (en displays Cátodo Común CC), con la ayuda de un transmisor en configuración corte y saturación.



**Figura 2.4.** Displays Multiplexado (2)

**Fuente:** <http://www.neoteo.com/microcontroladores-display-de-led>

## 2.9 Cámara TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

### 2.9.1 Introducción

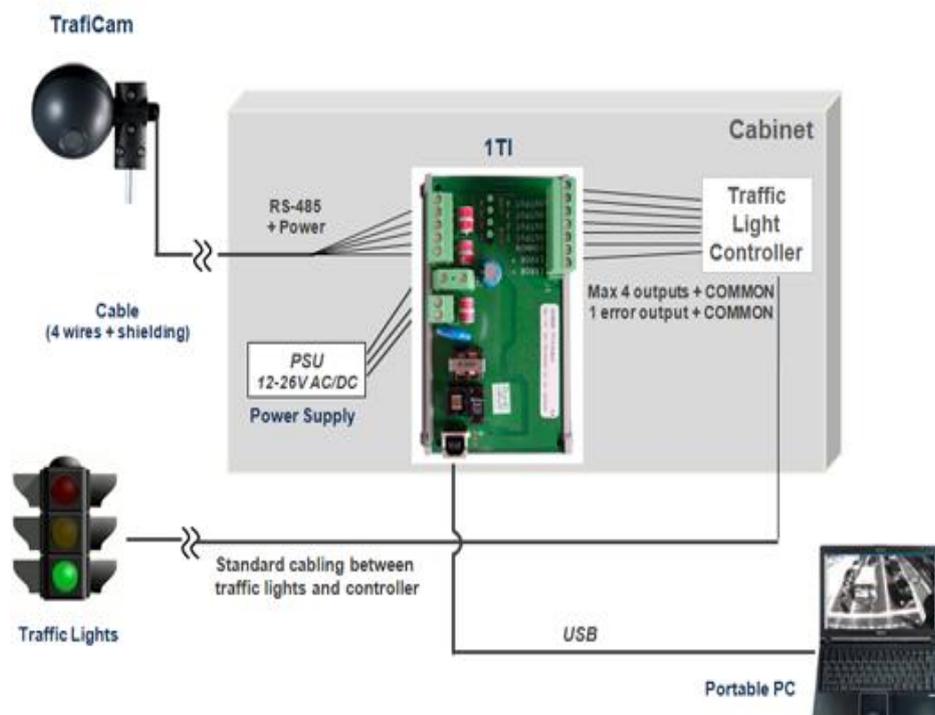
TrafiCam, que integra la cámara y el detector en un alojamiento compacto y elegante, detecta los vehículos que esperan ante una intersección o que se están aproximando a ella. Además, TrafiCam también ofrece una función de recuento de vehículos.

El dispositivo TrafiCam se basa en tecnología de detección por vídeo probada sobre el terreno.

TrafiCam resulta fácil de instalar y montar en infraestructuras nuevas o ya existentes. La configuración se realiza mediante TrafiCam PC Tool. Una imagen de vídeo del sensor permite ubicar de forma precisa varias zonas de detección de presencia. TrafiCam proporciona una entrada al controlador de los semáforos cuando se detecta la presencia de un vehículo.

### 2.9.2 Interfaz del sensor TrafiCam

En la figura 2.5 se muestra la interfaz del sensor TrafiCam.



**Figura 2.5.** La arquitectura del sistema TrafiCam con 1TI como interfaz

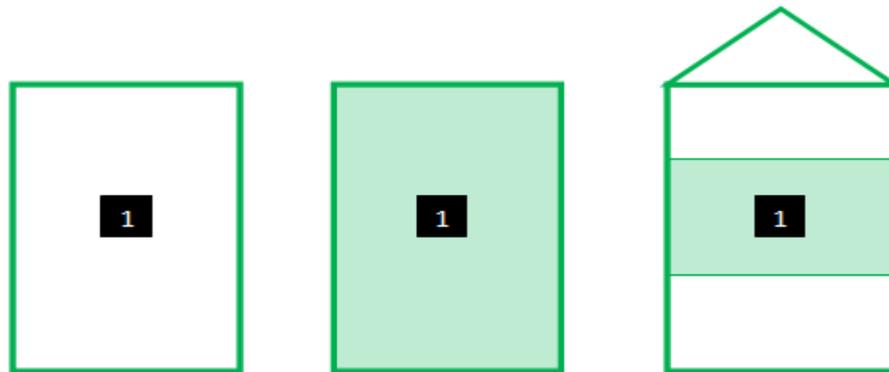
**Fuente:** Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

### 2.9.3 Configuración del Sensor TrafiCam

Una zona puede tener tres funciones de posibles (modos de detección):

- Presencia: detección de presencia de vehículos en movimiento y detenidos (función predeterminada).
- Parada: detección de presencia de vehículos detenidos.
- Lazo: Recuento de vehículos.

Las zonas se muestran según el modo de detección correspondiente.



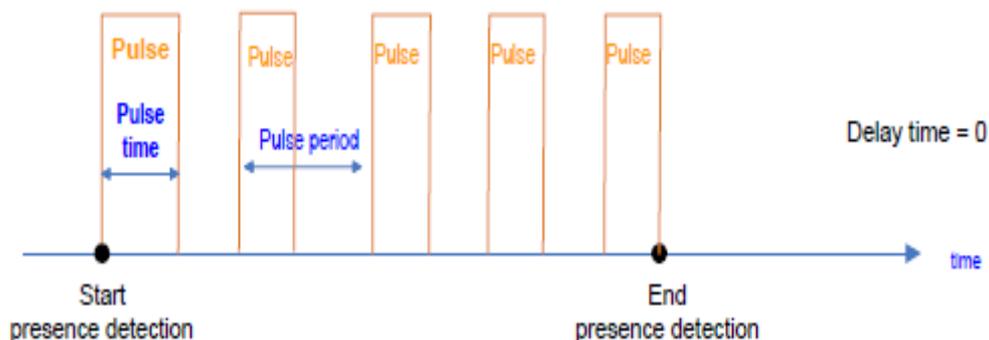
**Figura 2.6.** Zona visualizada según su modo de detección: presencia (izquierda), detención (parte central) y lazo (derecha)

**Fuente:** Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

#### 2.9.4 Establecimiento de la función de generación de impulsos

Esta función sólo es pertinente para las zonas de detección de presencia. TrafiCam puede enviar impulsos al controlador durante la detección de presencia.

Puede definir el modo de impulso, el tiempo de impulsos, el tiempo de retardo y la duración del impulso. En la figura 2.7 se muestra lo expuesto.

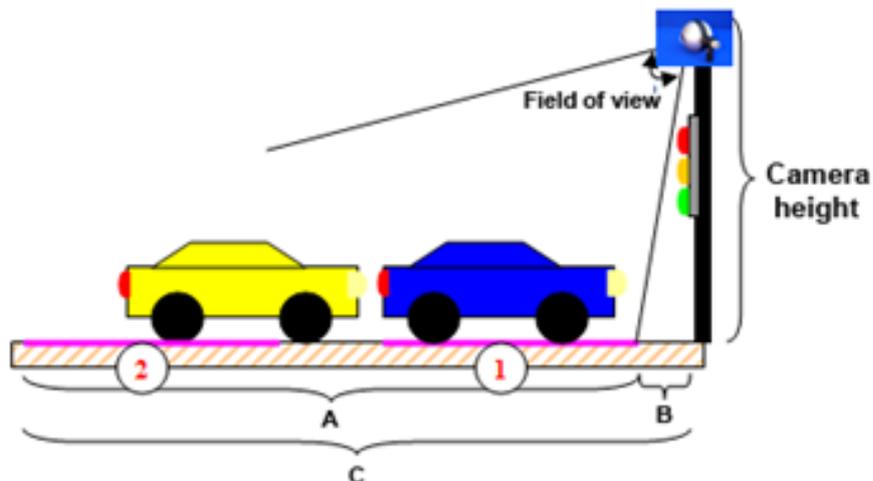


**Figura 2.7.** Función de generación de impulsos

**Fuente:** Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

### 2.9.5 El área de detección en relación con la altura de la cámara y la distancia mínima de detección

En la figura 2.8 se ilustra el área de detección, el área de detección mínima y el área de detección máxima. Las zonas de detección de presencia deben situarse dentro del área de detección.



**Figura 2.8.** Área de detección (A), distancia mínima de detección (B), distancia máxima de detección (C) y zonas de detección de presencia (1, 2)

**Fuente:** Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

El área de detección, la distancia mínima de detección y la distancia máxima de detección guardan relación con la altura de la cámara y el tipo de objetivo.

#### 2.9.5.1 Tipo de objetivo

Hay dos tipos de cámaras TráficoCam disponibles:

- De gran angular

Detección de presencia de vehículos en la zona cercana a la cámara: detección de vehículos en la franja de parada.

- De teleobjetivo

Detección de presencia de vehículos en la zona más distante de la cámara: Detección anticipada de los vehículos que se aproximan al cruce.

**Tabla 2.1** Distancia máxima de detección para TrafiCam con teleobjetivo

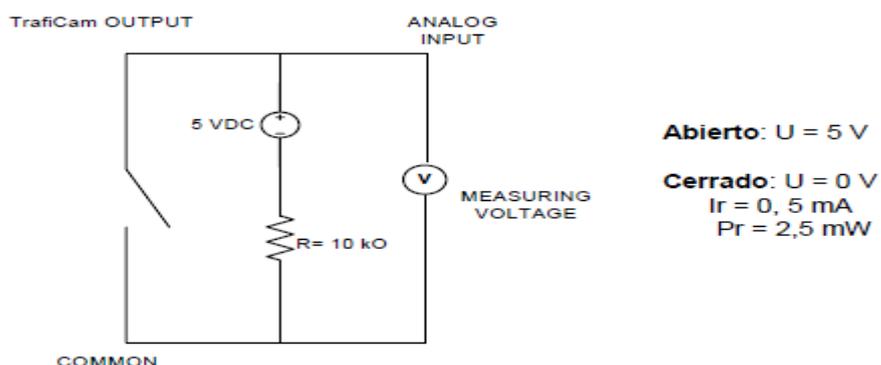
Altura de la cámara	Distancia máxima de detección								
	6 m	7 m	8 m	10 m	12 m	15 m	18 m	20 m	25 m
3 m	37 m	75 m	75 m	75 m	75 m	75 m	75 m	75 m	75 m
4 m	19 m	29 m	50 m	75 m					
5 m	15 m	20 m	28 m	62 m	75 m				
6 m	-	17 m	22 m	38 m	75 m				
7 m	-	16 m	20 m	30 m	48 m	75 m	75 m	75 m	75 m
8 m	-	-	-	26 m	38 m	75 m	75 m	75 m	75 m
9 m	-	-	-	24 m	33 m	57 m	75 m	75 m	75 m
10 m	-	-	-	23 m	31 m	48 m	75 m	75 m	75 m
11 m	-	-	-	-	29 m	43 m	66 m	75 m	75 m
12 m	-	-	-	-	28 m	40 m	57 m	75 m	75 m
13 m	-	-	-	-	27 m	37 m	52 m	66 m	75 m
14 m	-	-	-	-	-	36 m	49 m	60 m	75 m
15 m	-	-	-	-	-	35 m	46 m	56 m	75 m

**Fuente:** Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

### 2.9.6 Diagrama de cableado de salida

El dispositivo TrafiCam tiene cuatro contactos en seco con acoplamiento óptico que sirven de salida. Mediante TrafiCam PC Tool puede establecer que las salidas se abran o cierren al detectarse una presencia.

En la figura 2.9 se ilustra el diagrama de cableado de las salidas.



**Figura 2.9** Diagrama de cableado de salidas de TrafiCam

**Fuente:** Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR

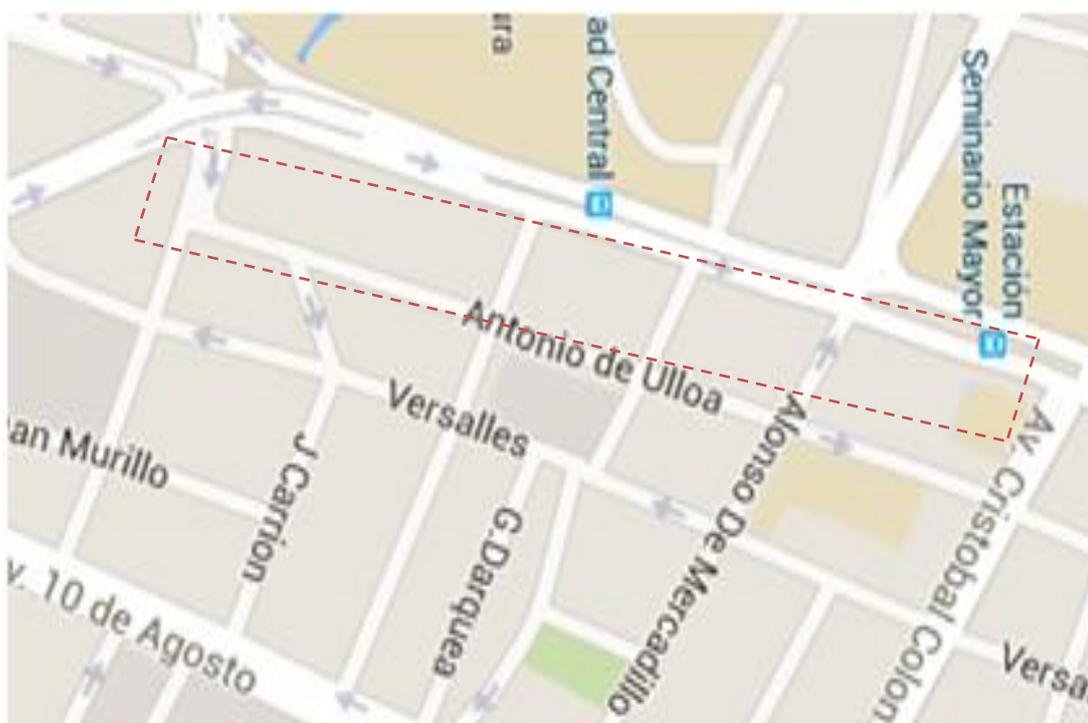
### 3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 Situación actual del tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Quito

A nivel nacional se ha observado el incremento del parque automotor tomando como dato estadístico el proporcionado por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), donde indica que en promedio cada familia posee tres vehículos, esto ha generado que se incremente la congestión vehicular quedando obsoleto o poco útiles los semáforos electromecánicos.

##### 3.1.1 Campo de Aplicación del Proyecto

Para desarrollar el proyecto se considera como una de las calles principales de la ciudad de Quito la av. Pérez Guerrero y av. Colón en sentido Oriente - Occidente, y en sentido Sur - Norte la calle Antonio Ulloa (Figura 3.1).

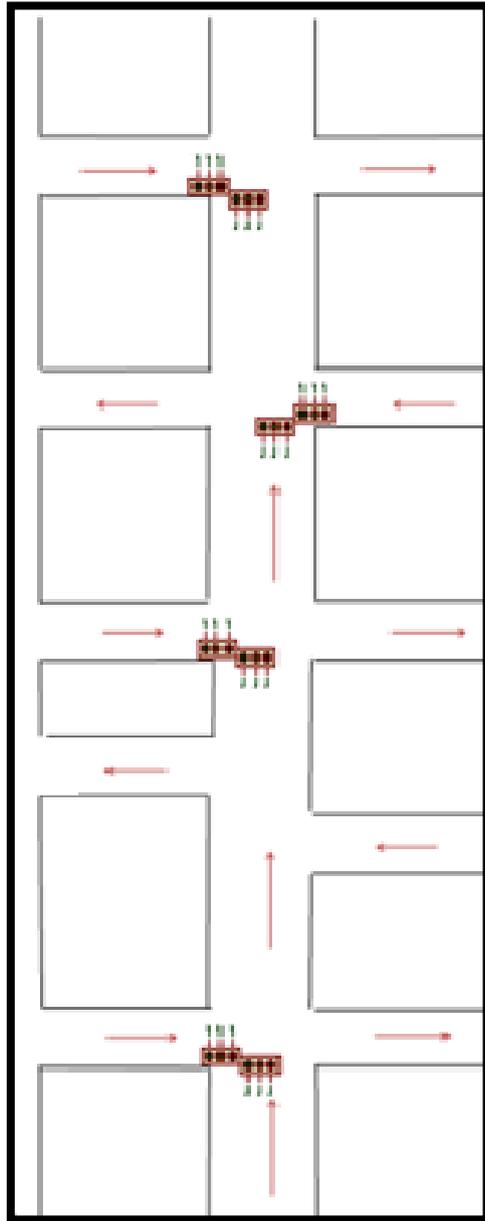


**Figura 3.1.** Campo de Aplicación

**Fuente:** <http://maps.google.es/>

### **3.1.2 Ubicación de semáforos**

En el campo seleccionado se ha identificado que existen ocho intersecciones, de las cuales todos los semáforos son electromecánicos; en el plano que se muestra a continuación (Figura 3.2), se puede observar las ubicaciones de los semáforos en la actualidad.



**Figura 3.2.** Plano de semaforización actual en el centro del campo de aplicación

**Fuente:** Autor

### 3.1.3 Funcionamiento de los semáforos

Actualmente los semáforos de la ciudad de Quito, en el punto de aplicación funcionan de manera electromecánica, y sus focos aunque ya usan tecnología LED, el sistema es poco eficiente.

Su actividad está dada en base a ciclos ya establecidos, los tiempos asignados para los semáforos son de veinte y cinco segundos en color verde, tres segundos en color amarillo y veinte y ocho segundos en color rojo; este período de tiempo está dado tanto para las calles principales como para las calles secundarias.



**Figura 3.3.** Ciclo del Funcionamiento de un semáforo electromecánico

**Fuente:** Autor

Mediante el estudio de campo realizado en el punto de aplicación de la ciudad de Quito se pudo determinar que las calles principales, sentido Sur-Norte, existen un promedio de once vehículos paralizados en el periodo de detención, una vez que cambia de ciclo al de avanzar, el flujo vehicular que se pudo apreciar es de siete vehículos, quedando para el siguiente ciclo cuatro vehículos en detención.

Por otra parte en las calles transversales, Oriente-Occidente, se hizo un estudio similar pudiendo notar que existen cuatro vehículos en la etapa de detención, dado paso al periodo de avanzar por el tiempo estimado y propuesto de los semáforos, los cuatro vehículos logran circular, de modo que para el siguiente ciclo no existe presencia vehicular, quedando un tiempo disponible para que puedan cruzar tres vehículos más.

En la tabla 3.1 se puede observar lo expuesto:

**Tabla 3.1.** Flujo Vehicular actual

Semáforo	Vehículos en detención (Rojo)	Flujo Vehicular (Verde)	2 Fase de Detenciones
Amarillo			0
N - S	11	7	4
E - O	4	4	0
<b>Total del Ciclo por intersección</b>	15	11	4

**Fuente:** Autor

Una vez realizado el estudio de campo, se realizó una tabla de resultados en donde se determinó los siguientes parámetros.

**Tabla 3.2.** Resultados por Ciclo

Número de vehículos en detención dentro de la vía principal cuando el semáforo se encuentra en rojo	11
Tiempo promedio por vehículo (Seg)	4
Capacidad de Flujo en Vehículos unilateral	7
Tiempo desperdiciado segundos ( tres vehículos )	12
Mayor fluidez por ciclo	27,3%

**Fuente:** Autor

Con el estudio realizado se comprobó que el tiempo promedio que demora pasar un vehículo es de cuatro segundos, el flujo vehicular que existe es de siete carros en las vías principales y el tiempo desperdiciado corresponde a tres vehículos ausentes de las calles secundarias con doce segundos, dando un porcentaje de desperdicio total de 27,3% en tiempo.

## **3.2 Requerimiento de semaforización para el sistema inteligente**

### **3.2.1 Funcionamiento**

Con la construcción de un prototipo de semáforos inteligentes se busca simular su funcionamiento y obtener una idea clara de cómo se podría disminuir el congestionamiento vehicular en la ciudad; en el presente proyecto se aplicó el uso de microcontroladores ATmega los cuales son los encargados de operar el sistema de forma correcta, ya que controla los semáforos y los sincronizan, de manera que los semáforos en horas regulares operan bajo el sistema denominado olas de verde, este sistema se basa en que si se tiene un número de semáforos en línea (tres semáforos), los tres semáforos arrancan en verde, el primer semáforo sentido sur-norte pasa a rojo pero los otros dos siguen en verde después de un tiempo determinado se enciende el rojo del segundo semáforo y el tercero permanece en verde, posteriormente el tercer semáforo será el último en pasar a rojo; de este modo los tres semáforos están en rojo después de un tiempo determinado nuevamente inician en verde los semáforos de las vías principales, este sistema es correcto ya que evita congestiones y da prioridad a la vía principal.

En la siguiente fase los microcontroladores ATmega trabajan de manera independiente y autónoma ya que toman decisiones según la programación y de acuerdo a las señales enviadas por los interruptores que simulan las cámaras sensores, y están colocados estratégicamente para la mejor recepción de información, el interruptor simula los datos de la cámara sensor de presencia vehicular y envía a los microcontroladores ATmega, estos procesan la información de manera rápida para tomar las medidas de la manera más activa y acertada posible.

Es decir que los semáforos para las horas picos operan de modo que los interruptores detectan o simulan que la calle está congestionada y procede a enviar información a los microcontroladores ATmega, estos según la programación asignada funcionan de modo que encienda el color verde en las vías principales y el color rojo en las vías alternas o viceversa dependiendo del tráfico que exista, dando prioridad a la calle principal la Antonio Ulloa.

Otra de las características de este prototipo es que los semáforos están sincronizados con el fin de que si en algún momento existe corte o pérdida de energía eléctrica los dispositivos al momento de retornar la energía vuelvan de igual forma en sincronismo y con una protección en donde los semáforos de las calle principal se encienden intermitentemente en color rojo y los semáforos de las calles alterna arrancan

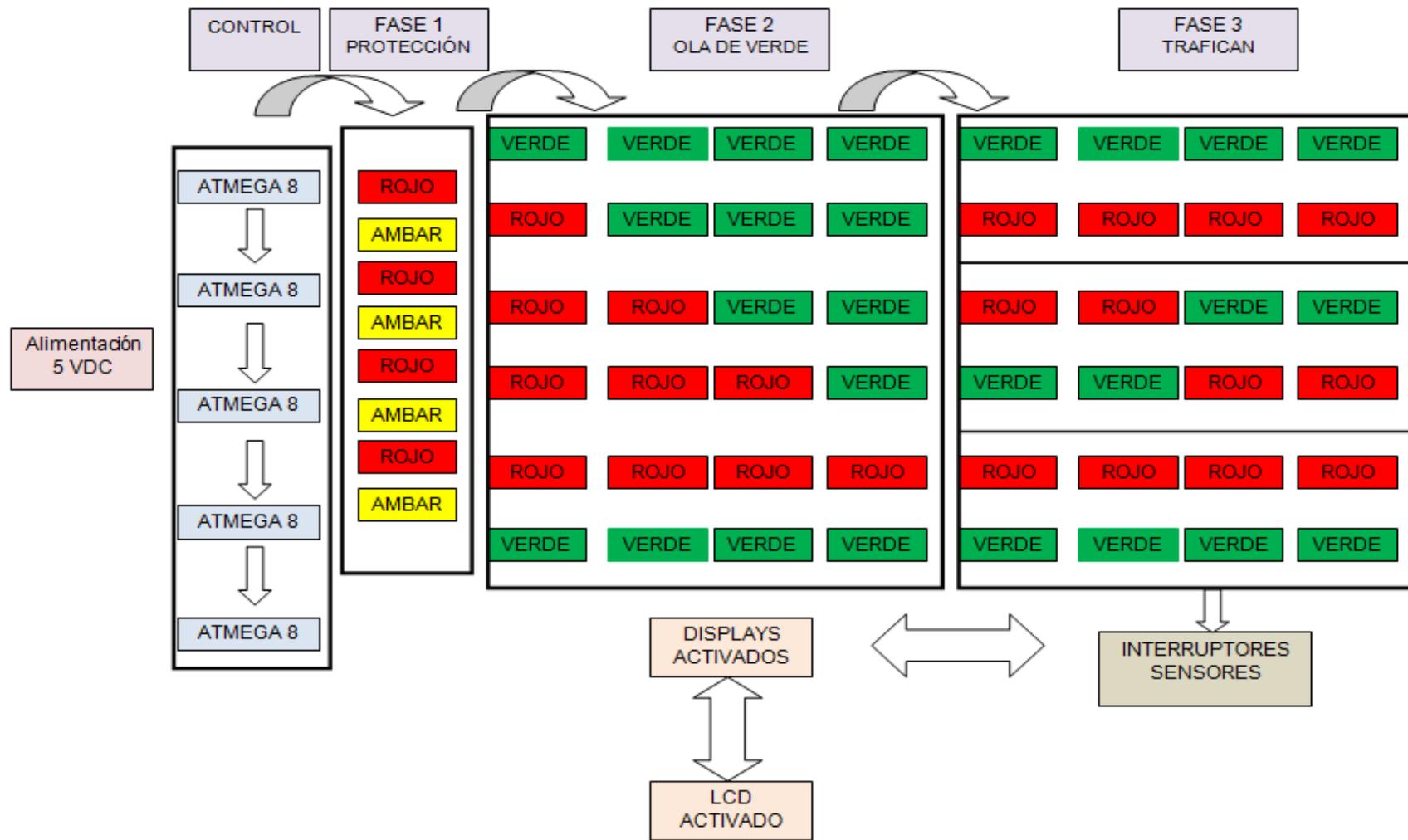
intermitentemente en color amarillo esto por cuatro veces y una vez finalizado esta condición el prototipo opera ya bajo el denominado sistema olas de verde.

En general este proyecto tiene programación e interpretación de información, todo será efectivo ya que los microcontroladores ATmega que controlan los semáforos están perfectamente coordinados con los interruptores (cámara sensor), para que la información captada sea rápidamente procesada simulando una mayor fluidez vehicular.

El sistema también está constituido con displays dobles multiplexados, que en todas sus fases cuenta el tiempo restante en color verde, así como también el tiempo sobrante del color rojo, este proceso en el prototipo permite simular que los conductores visualicen que tiempo resta para ambas vías; en la primera fase, en la vía principal se puede observar cuanto tiempo tiene el color verde en cada intersección y por ende que período tiene para avanzar, por otra parte en la calle secundaria el display muestra el tiempo restante del color rojo de espera.

Una última parte, el sistema cuenta con un LCD en donde se muestra la hora, también publica mensajes de tránsito como “maneje con precaución, utilice el cinturón de seguridad”. La pantalla en la tercera fase, cuando los interruptores que simulan el (sensor cámara) detectan presencia vehicular en todas sus intersecciones es decir todas las calles están congestionadas el microcontrolador ATmega enviará un mensaje que indicara el siguiente texto “CALLES DEL CENTRO CONGESTIONADAS UTILICE VÍAS ALTERNAS”, el LCD está ubicado en la entrada a la calle Ulloa para que en el momento que se arroje este mensaje los conductores ya no ingresen a dicha vía.

En la figura 3.4 se muestra el diagrama de funcionamiento del sistema de semaforización inteligente.



**Figura 3.4.** Funcionamiento del Sistema Inteligente de Semaforización

Fuente: Autor

### 3.2.2 Ubicación

Realizado el análisis de la ubicación actual de los semáforos, su tiempo de ciclo y el funcionamiento de los semáforos inteligentes, se considera necesario sustituir el actual sistema electromecánico por un sistema inteligente de semaforización con el fin de evitar el congestionamiento en una de las principales calles de la ciudad; el sistema funciona entre la calle Av. Pérez Guerrero y Av. Cristóbal Colón el fin es que no se llenen sino más bien que los conductores busquen vías de acceso alternas y de este modo conseguir fluidez especialmente en horas picos.

En la figura 3.5 se muestra una parte del punto de aplicación en donde se puede apreciar claramente congestión vehicular, y es por ello que se propone el requerimiento de un sistema de semaforización inteligente en las calles antes mencionadas.



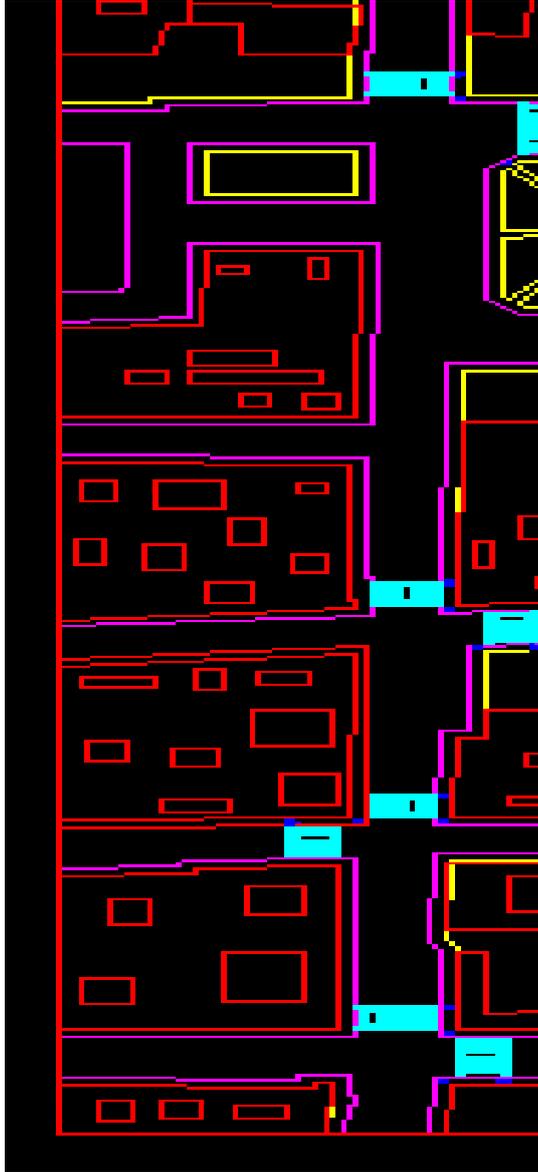
**Figura 3.5.** Punto de aplicación del sistema de semaforización inteligente.

**Fuente:** Google Earth

### **3.3 Construcción de la maqueta de simulación del sistema inteligente de semaforización**

#### **3.3.1 Croquis de Quito:**

En la figura 3.6 se muestra el diseño del prototipo realizado en Autocad del punto de aplicación; se tomó la imagen que proporciona google earth para ciertos detalles y se utilizó fotografías de las edificaciones más representativas para dar más realismo a la maqueta.



**Figura 3.6.** Plano de la Maqueta  
**Elaborado por:** Arq. Gonzalo Díaz

### **3.3.2 Escala y Medidas**

Las medidas de la maqueta es de 1,50 x 0,70 metros, la escala aproximada es de 1:500; esta es una escala referencial de la maqueta, ya que se tuvo que distorsionar un poco la maqueta para ubicar los semáforos en las calles, así como de los edificios.

### **3.3.3 Prototipo Final**

En la figura 3.7 se muestra la maqueta terminada en donde se puede apreciar claramente los semáforos, calles y edificaciones del punto de aplicación seleccionado.



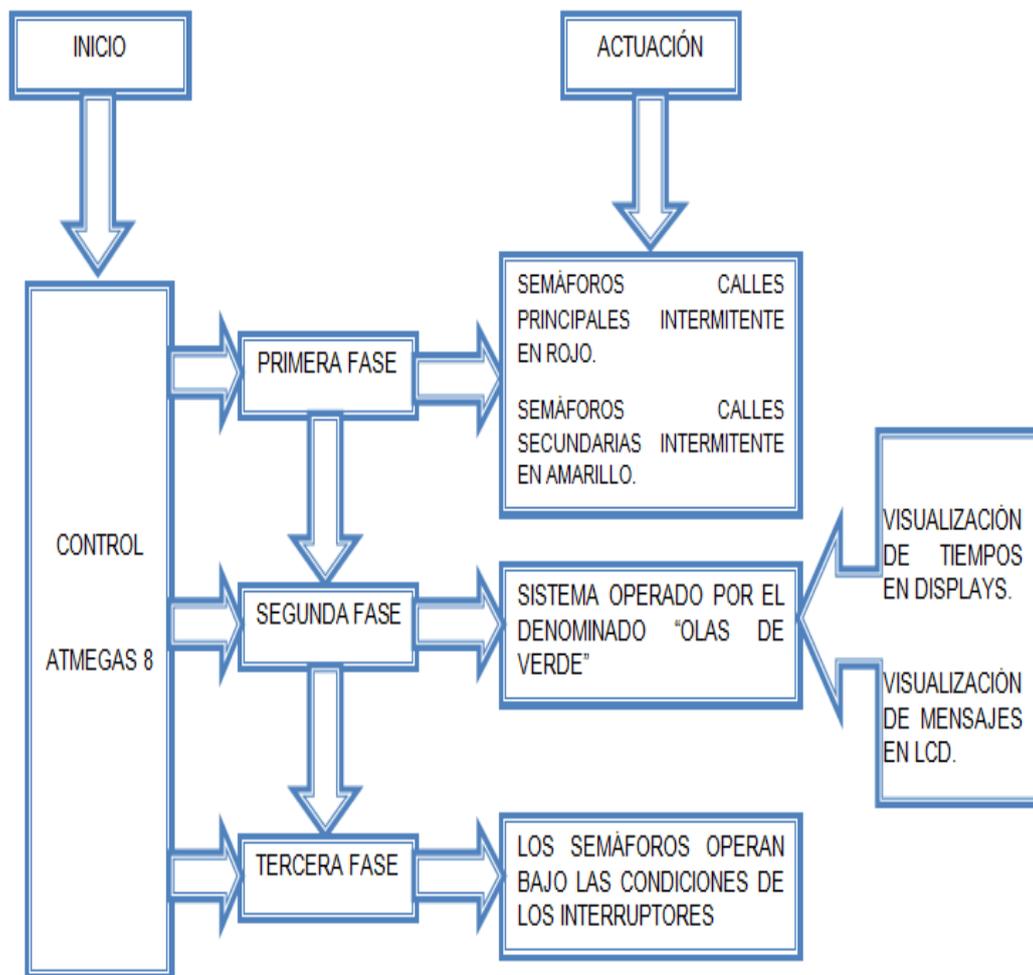
**Figura 3.7.** Prototipo Final

**Fuente:** Autor

### **3.4 Diseño de Hardware**

El hardware consta de 3 etapas: la etapa de inicio, la etapa de control y la etapa de actuación.

- Etapa de inicio: Arranque del sistema.
- Etapa de control: Microcontroladores Atemega 8.
- Etapa de actuación: Semáforos LED's, displays multiplexados, LCD.



**Figura 3.8.** Diagrama de bloques de hardware del sistema

**Fuente:** Autor

### 3.5 Diagrama del circuito

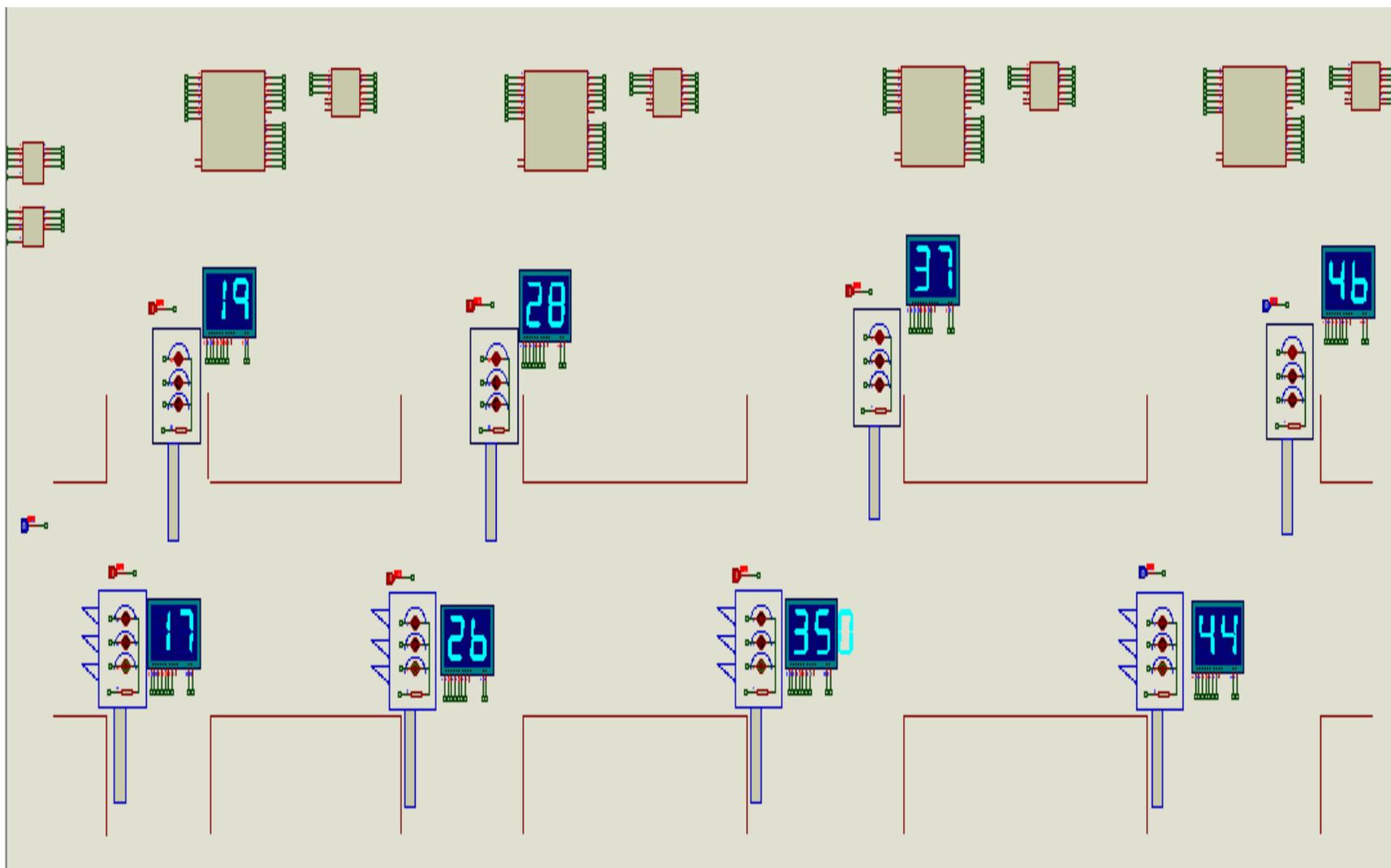
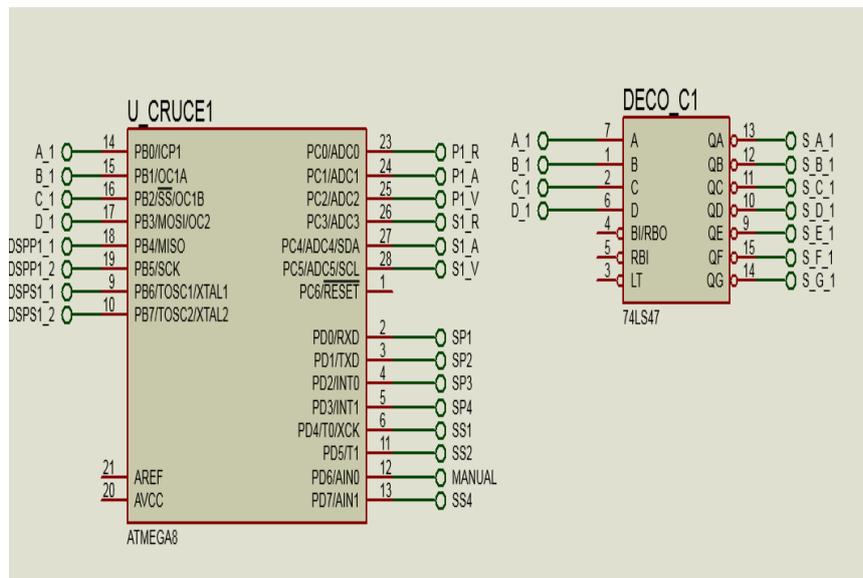


Figura 3.9. Diagrama del circuito

Fuente: Autor

En el diagrama del circuito, figura 3.9 se puede observar la distribución de los componentes electrónicos utilizados en el desarrollo del presente proyecto; como son los semáforos con sus LED's, los displays multiplexados, los interruptores que simulan las cámaras sensores detectores de presencia vehicular, la pantalla LCD y los cuatro microcontroladores ATmega 8.

A continuación en la figura 3.10 se muestra la distribución de pines del microcontrolador ATmega 8.



**Figura 3.10.** Diagrama del circuito

Fuente: Autor

### 3.6 Implementación de Hardware

#### 3.6.1 Implementación física de los sistemas electrónicos en la maqueta

Una vez elaborada la maqueta, trabajo desarrollado por GD CONSTRUCTORA, se realizó la instalación de semáforos por intersección con sus respectivos displays dobles multiplexados, instalación de interruptores que simulan las cámaras de detección de presencia vehicular y la instalación de la pantalla LCD.

En figura 3.11 se muestra la maqueta con los dispositivos antes mencionados.



**Figura 3. 11.** Colocación de semáforos, displays, LCD

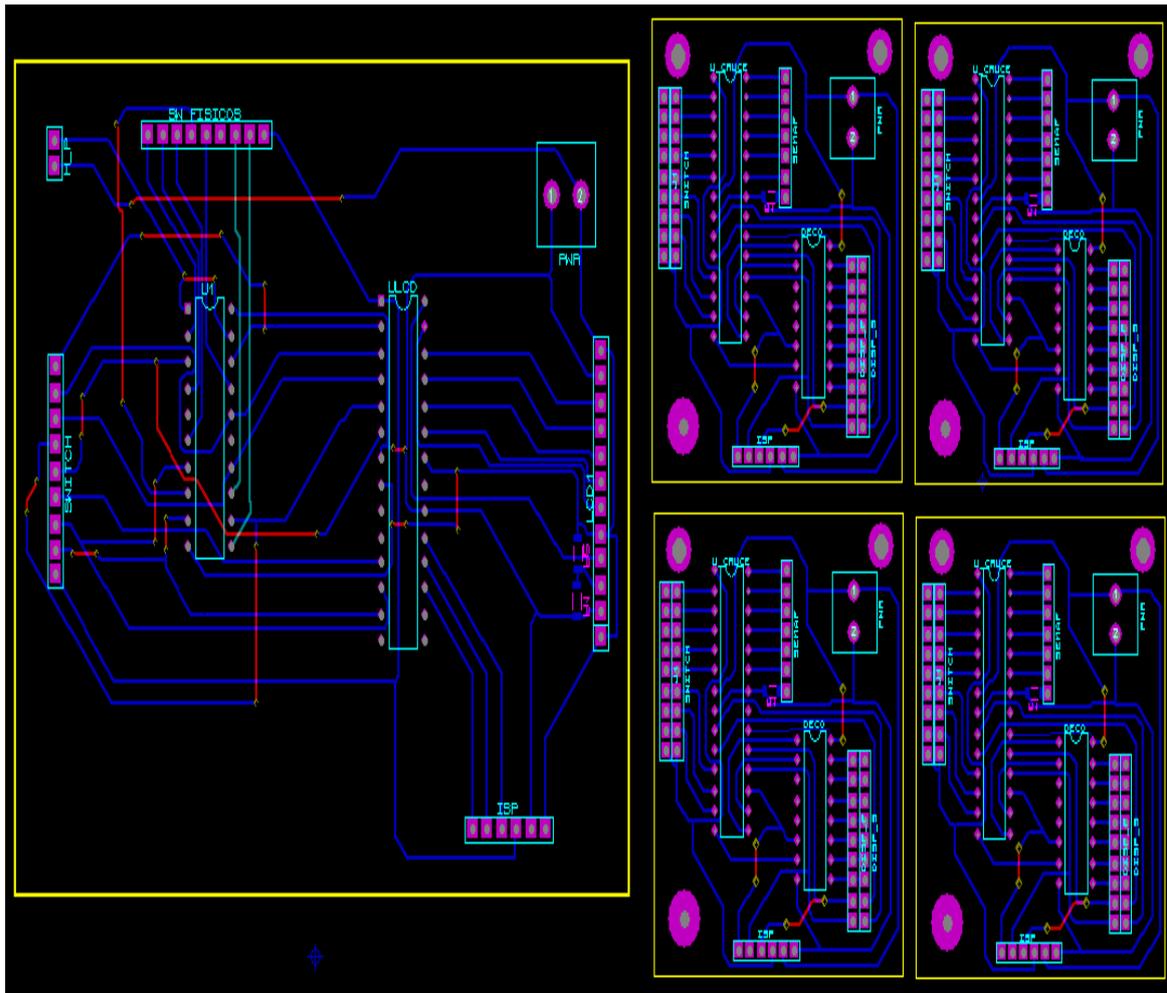
**Fuente:** Autor

### **3.6.2 Implementación física de placas y estructura de cableado**

Instalado los semáforos, contadores, switch y LCD se procedió con el desarrollo de placas PCB con las que trabaja el sistema.

#### **3.6.2.1 Desarrollo de PCB**

La placa se desarrolló en el software ARES, se utiliza una placa para cada cruce. Las placas para los cuatro cruces son las mismas que se muestran a continuación en la figura 3.12.

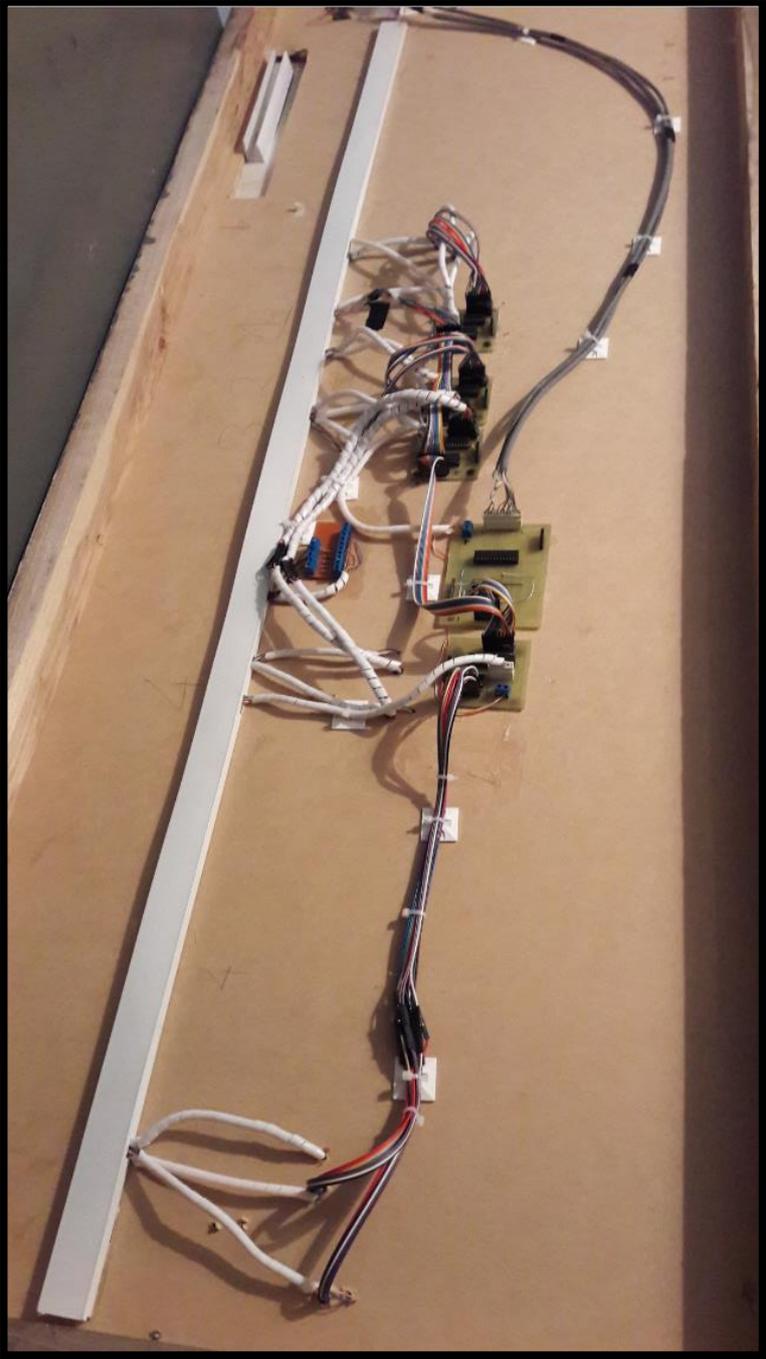


**Figura 3.12.** Placa de cada intersección

**Fuente:** Autor

### 3.6.2.1 Instalación de cableado

Una vez desarrolladas las placas e instaladas en la parte inferior de la maqueta se procedió a realizar las conexiones de los semáforos, contadores, switch y LCD; para el cableado se utilizó una canaleta por donde pasan la mayoría de cables, se usó cable tipo arduino y cable de tipo mox, para cubrir los cables restantes se empleó el uso de cinta tipo espiral, finalmente se utilizó bases adhesivas y amarras plásticas para la sujeción de cables; quedando la parte de cableado de la siguiente manera como se muestra en la figura 3.13.



**Figura 3.13.** Instalación de placas y estructura de cableado.

**Fuente:** Autor

### 3.7 Implementación de Software

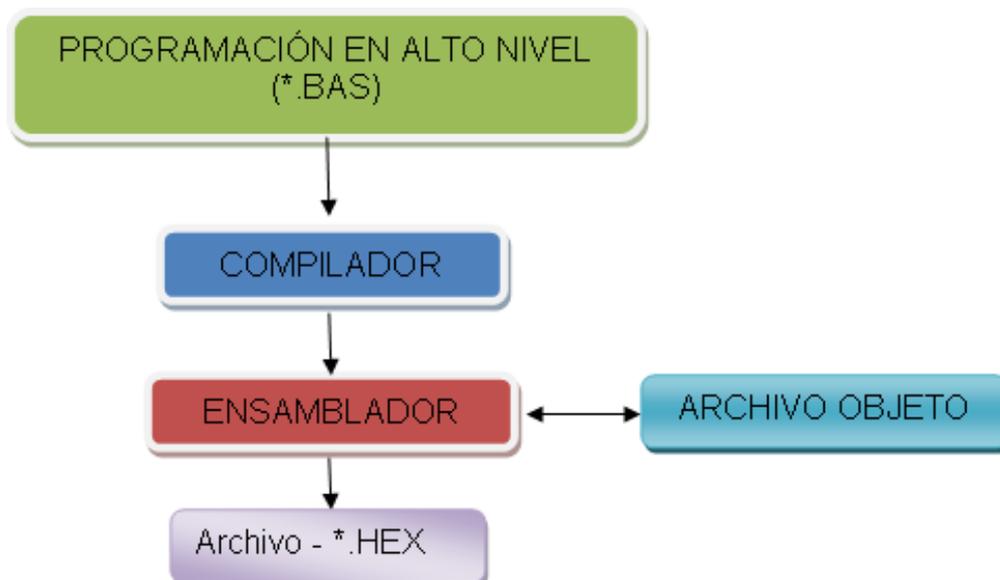
#### 3.7.1 Lenguaje de Programación Basic

El lenguaje que se utilizó para programar el sistema inteligente de semaforización es Basic, un lenguaje de programación de alto nivel; este lenguaje proporciona herramientas, fáciles de usar al momento de interactuar con los elementos internos de un microcontrolador.

Además es un lenguaje de programación de propósito general que ofrece economía sintáctica, control de flujo, estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores. Es un lenguaje que no está especializado en ningún tipo de aplicación. Esto lo hace un lenguaje versátil y potente, con un campo de aplicación ilimitado y sobre todo se puede aprender de forma rápida.

#### 3.7.2 Software utilizado BASCOM, AVR

Para la programación de los microcontroladores ATmega se utilizó la herramienta de BASCOM-AVR desarrollada por la empresa MCS Electronics, sirve para realizar programas en alto nivel para microcontroladores ATmega, el cual posee un compilador y un ensamblador que traduce las instrucciones estructuradas en un lenguaje de máquina (código binario).



**Figura 3.14.** Diagrama de bloques de programación estructurada

**Fuente:** Autor

### 3.8 Pruebas de comprobación

Se detalla a continuación las pruebas de operatividad del prototipo.

**Tabla 3.3.** Pruebas de encendido

PROCEDIMIENTO	FUNCIONAMIENTO	
	CORRECTO	INCORRECTO
Encendido de LED's	√	
Encendido de contadores	√	
Encendido de LCD	√	
Activación switch hora pico	√	
Activación switch en 4 intersecciones	√	

**Fuente:** Autor

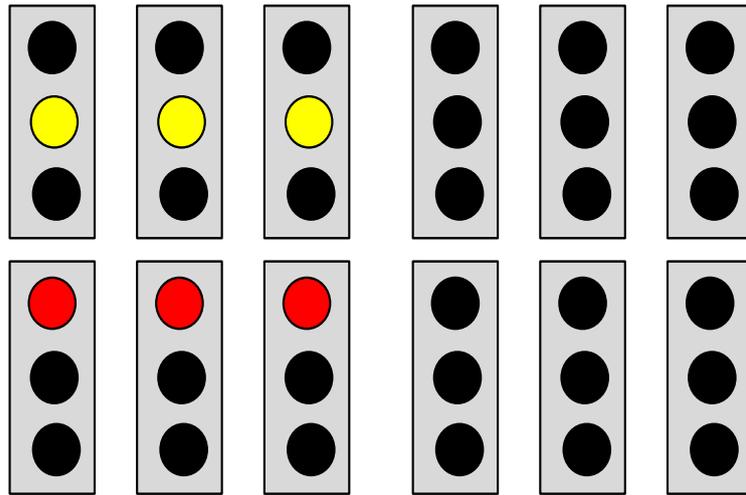
### 3.9 Pruebas de operatividad

El prototipo dispone de un interruptor ON/OFF para el arranque del sistema.

La primera fase está dada de modo que al encender el interruptor el circuito de semáforos inteligentes arranquen con una protección previa, es decir el color amarillo en todos los semáforos de la calle principal y el color rojo de las calles secundarias operen por cinco segundos de forma intermitente, transcurrido este tiempo ambos semáforos tanto el de la calle principal como los semáforos de las calles secundaria permanecerán en rojo por un segundo, antes de iniciar con su siguiente ciclo.

Esta fase es denominada fase de protección permite simular que si en algún momento existe corte de energía los semáforos entren nuevamente a operar con esta protección; otra de las particularidades de este ciclo es que a partir de las 01:00 hasta las 05:00 de la mañana los semáforos deben estar en esta condición.

En la figura 3.15 se muestra el color de encendido de los semáforos de la calle principal y el color de encendido de las calles alternas en la fase de protección.



**Figura 3.15.** Fase de protección y arranque del sistema

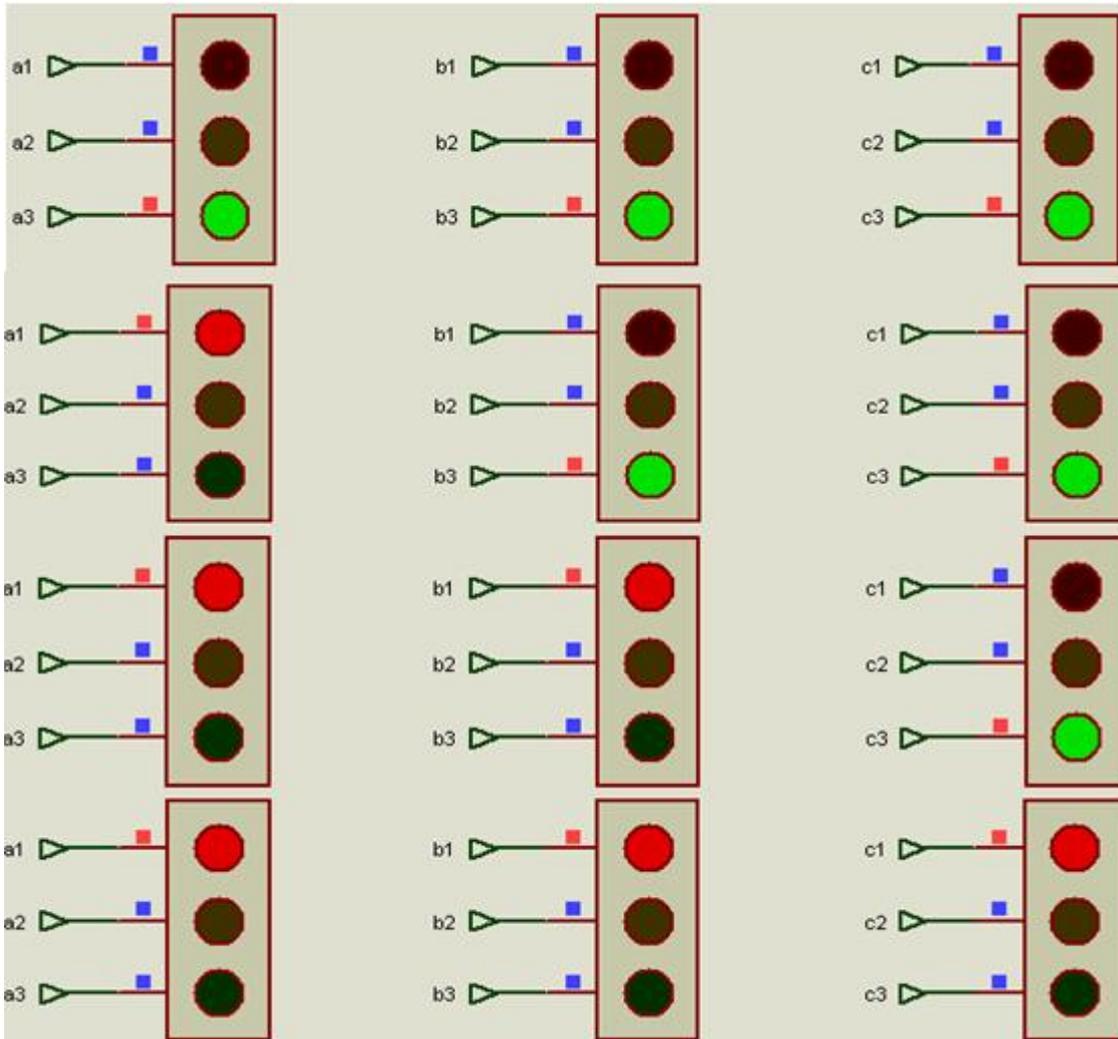
**Fuente:** Autor

Una vez concluida la fase de protección, inmediatamente el sistema entra a funcionar en su segunda fase, fase denominada “olas de verde”; en donde de acuerdo a la programación, los microcontroladores ATmega trabajarán de forma sincronizada.

El sistema opera de la siguiente manera. Los cuatro semáforos en línea de la calle Ulloa se encienden todos en verde, transcurrido veinte segundos el primer semáforo en sentido sur-norte comprendido entre las calles Ulloa y Ramírez Dávalos es el primero en ponerse en rojo, los otros tres semáforos de la Ulloa permanecen en verde, el siguiente semáforo en pasar a rojo es el semáforo de la intersección comprendida entre la Ulloa y Alfonso de Mercadillo; transcurrido un tiempo el semáforo de la intersección de la Ulloa y Vicente Aguirre se pasa a rojo, finalmente el semáforo de la Ulloa y Cristóbal Colón es el último semáforo en pasar a rojo; el periodo de intervalos de estas transiciones es de siete segundos para poder apreciar la “ola de verde” del sistema. Una vez que el último semáforo de la Ulloa y Colón pasa a rojo resta nueve segundos de todos los semáforos de la Av. Principal, transcurrido este periodo todos los semáforos de la Ulloa pasan a verde nuevamente este sistema opera durante horas regulares.

En esta fase los displays cuentan el tiempo real tanto para el color verde como para el color rojo, en el cambio de color de verde-rojo los semáforos pasan por el color amarillo en ese lapso los displays permanecen en “cero”.

En la figura 3.16 se puede apreciar lo expuesto en el párrafo anterior.



**Figura 316.** Sistema ola de verde

**Fuente:** Autor

La tercera fase del proyecto está dada por la activación de los interruptores, los mismos que están programados en configuración pull up, lo que quiere decir que se pueden limitar el uso resistencias de sujeción externas en los pines de los puertos configurados como entradas.

La configuración pull-up se habilita pin por pin independientemente escribiendo un "0" en su registro de salida PORT. Esta configuración solo será efectiva en los pines que actúan como entradas; es así que cuando el interruptor se active, es decir cierre su contacto, enviará una señal al microcontrolador ATmega y procederá a encender o apagar los semáforos según lo programado.

Existen cuatro condiciones en esta fase, a continuación se detalla cada una de ellas.

- La primera condición simula que el interruptor de la calle principal Ulloa y Colon está activado. Los semáforos trabajan de la siguiente manera.

**Tabla 3. 4.** Tabla de ciclos en primera condición

Semáforo Ulloa 1	Semáforo Ulloa 2	Semáforo Ulloa 3	Semáforo Ulloa 4
Rojo	Rojo	Rojo	Verde
Semáforo R. Dávalos	Semáforo A. Mercadillo	Semáforo V. Aguirre	Semáforo C. Colón
Verde	Verde	Verde	Rojo

**Fuente:** Autor

Una vez terminado el ciclo los semáforos retoman su fase normal, es decir después de un tiempo determinado todos los semáforos de la calle Ulloa vuelven a verde.

Esta condición detiene los tres semáforos anteriores de la Ulloa en rojo ya que la intención del sistema es descongestionar el tramo que la cámara en este caso el interruptor simuló presencia vehicular, mientras se simule que el switch este activado el sistema se encierra en este periodo y ejecuta únicamente el paso de la calle Ulloa y Colón hasta que el interruptor deje de simular presencia vehicular.

La detección de presencia vehicular es detectada cada diez segundos, este tiempo es para que los displays sincronicen su tiempo de conteo.

- La segunda condición está dado cuando los interruptores de las intersecciones Ulloa y Colón ambos estén activados, los semáforos operaran de la siguiente manera.

Una vez detectado permanece el semáforo de la Ulloa cuatro en color verde y los tres primeros en rojo, después de 10 segundos el semáforo de la Ulloa y Colón que estaba en verde da paso a rojo para simular descongestión en la vía secundaria, una vez terminado este ciclo los semáforos de la calle principal Ulloa todos vuelven a verde y realizan su fase “olas de verde”.

**Tabla 3. 5.** Tabla de ciclos segunda condición

Semáforo Ulloa 1	Semáforo Ulloa 2	Semáforo Ulloa 3	Semáforo Ulloa 4
Rojo	Rojo	Rojo	Verde
Semáforo R. Dávalos	Semáforo A. Mercadillo	Semáforo V. Aguirre	Semáforo C. Colón
Verde	Verde	Verde	Rojo

Semáforo Ulloa 1	Semáforo Ulloa 2	Semáforo Ulloa 3	Semáforo Ulloa 4
Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Semáforo R. Dávalos	Semáforo A. Mercadillo	Semáforo V. Aguirre	Semáforo C. Colón
Verde	Verde	Verde	verde

**Fuente:** Autor

- La tercera condición está determinada cuando los switch simulan detectar presencia vehicular en las intersecciones Ulloa - Ramírez Dávalos y Ulloa - Antonio de Mercadillo. Los semáforos de la vía principal de la Ulloa todos operan en color verde después de un tiempo determinado (diez segundos) los semáforos de la Ulloa y

Ramirez Dávalos pasa de verde a rojo al igual que el semáforo de la Ulloa y Antonio de Mercadillo, los semáforos de la Vicente Aguirre y Colón se mantienen en verde.

**Tabla 3. 6. Tabla de ciclos tercera condición**

<b>Semáforo Ulloa 1</b>	<b>Semáforo Ulloa 2</b>	<b>Semáforo Ulloa 3</b>	<b>Semáforo Ulloa 4</b>
Verde	Verde	Verde	Verde
<b>Semáforo R. Dávalos</b>	<b>Semáforo A. Mercadillo</b>	<b>Semáforo V. Aguirre</b>	<b>Semáforo C. Colón</b>
Rojo	Rojo	Rojo	Rojo

<b>Semáforo Ulloa 1</b>	<b>Semáforo Ulloa 2</b>	<b>Semáforo Ulloa 3</b>	<b>Semáforo Ulloa 4</b>
Rojo	Rojo	Verde	Verde
<b>Semáforo R. Dávalos</b>	<b>Semáforo A. Mercadillo</b>	<b>Semáforo V. Aguirre</b>	<b>Semáforo C. Colón</b>
Verde	Verde	Rojo	Rojo

**Fuente:** Autor

- La cuarta condición se simula cuando se activan todos los interruptores, señalando que todas las intersecciones están congestionadas. En esta condición se despliega un mensaje en la pantalla LCD indicando el siguiente texto “CALLES DEL CENTRO CONGESTIONADAS UTILICEN VÍAS ALTERNAS” los semáforos operan de la siguiente manera; en un mismo tiempo y por un periodo definido los cuatro semáforos de la Ulloa trabajan en verde, transcurrido un tiempo los mismo cuatro semáforos pasan todos a rojo y dando paso a las vías secundarias con la activación de color verde.

**Tabla 3. 7. Tabla de ciclos cuarta condición**

<b>Semáforo Ulloa 1</b>	<b>Semáforo Ulloa 2</b>	<b>Semáforo Ulloa 3</b>	<b>Semáforo Ulloa 4</b>
Verde	Verde	Verde	Verde
<b>Semáforo R. Dávalos</b>	<b>Semáforo A. Mercadillo</b>	<b>Semáforo V. Aguirre</b>	<b>Semáforo C. Colón</b>
Rojo	Rojo	Rojo	Rojo

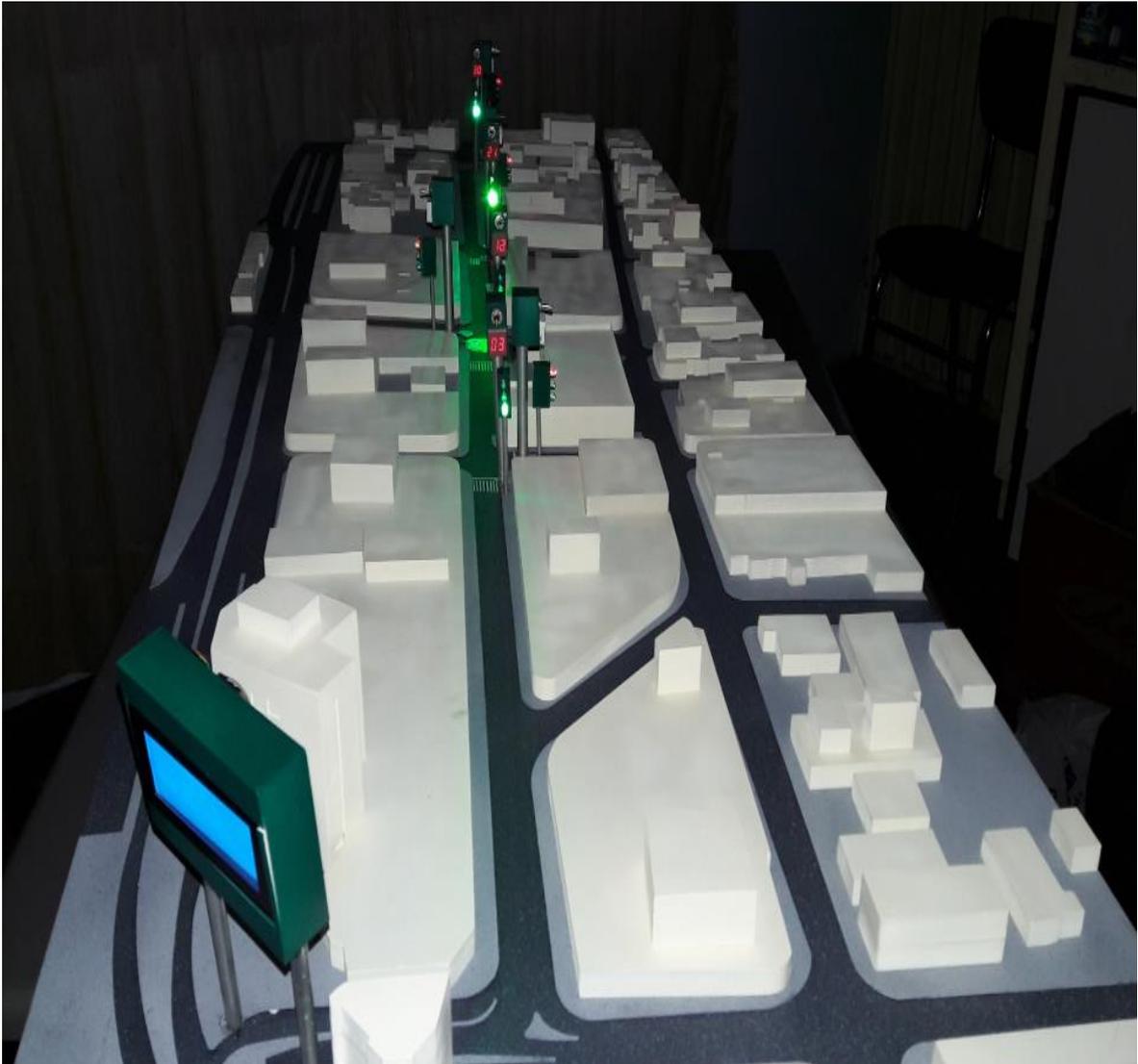
<b>Semáforo Ulloa 1</b>	<b>Semáforo Ulloa 2</b>	<b>Semáforo Ulloa 3</b>	<b>Semáforo Ulloa 4</b>
Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
<b>Semáforo R. Dávalos</b>	<b>Semáforo A. Mercadillo</b>	<b>Semáforo V. Aguirre</b>	<b>Semáforo C. Colón</b>
Verde	Verde	Verde	Verde

**Fuente:** Autor

### 3.10 Prueba de funcionamiento final en el prototipo.

Desarrollada la maqueta e instalado los semáforos e interruptores, definida la programación, el grabado de los microcontroladores ATmegas y realizada las placas; se procede a comprobar el correcto funcionamiento.

En la figura 3.17 se puede apreciar el sistema ola de verde, los semáforos de la calle principal “Ulloa” arrancan todos en verde.



**Figura 3. 17.** Pruebas de la maqueta de simulación de semáforos inteligentes

**Fuente:** Autor

En la figura 3.18 se muestra la presencia de congestión vehicular con la activación de los interruptores y como se activan ciertos semáforos en rojo y otros en verde.



**Figura 3. 18.** Pruebas simulación de semáforos inteligentes

**Fuente:** Autor

### 3.11 Análisis de costo del proyecto

El presupuesto definido para el diseño y construcción de un prototipo de sistema de semaforización inteligente es de \$ 2400,00 (dos mil cuatrocientos dólares), donde se considera materiales, insumos, herramientas, mano de obra e ingeniería necesaria para diseñar, programar y manejar una idea clara del sistema inteligente de semaforización en una de las principales calles de Quito.

En la tabla 3.8 se detalla los rubros utilizados para el desarrollo del prototipo.

**Tabla 3. 8. Costos del proyecto**

ÍTEM	CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNT.	TOTAL
1	1	ELABORACIÓN DE MAQUETA	\$500.00	\$500.00
2	16	DIODOS LED ULTRA-BRILLANTE ROJO	\$0.50	\$8.00
3	16	DIODOS LED ULTRA-BRILLANTE AMBAR	\$0.50	\$8.00
4	16	DIODOS LED ULTRA-BRILLANTE VERDE	\$0.50	\$8.00
5	8	INTERRUPTORES (SWITCH)	\$0.50	\$4.00
6	5	ATMEGA 8	\$6.00	\$30.00
7	8	DISPLAY DOBLE	\$3.00	\$24.00
8	4	DECODIFICADOR 7447	\$2,00	\$8.00
9	5	PLACAS	\$5.00	\$25.00
10		CABLE ARDUINO	50,00	\$50.00
11	1	LCD 20 X 4	\$20,00	\$20.00
12	1	FUENTE DE PODER	\$15,00	\$15.00
13	1	MATERIALES EXTRAS	\$50,00	\$50.00
14	1	INGENIERO ELECTRÓNICO	\$1500,00	\$1500,00
15	1	MANO DE OBRA	\$200,00	\$200,00
		<b>TOTAL</b>		<b>\$2400.00</b>

Elaborado por: Autor

## CONCLUSIONES

- Para el presente trabajo se tomó como campo de estudio las calles comprendidas entre la Pérez Guerrero y Cristóbal Colón en sentido Oriente - Occidente, y en sentido Sur - Norte la calle Ulloa, en donde existen cuatro intersecciones, de las cuales todas operan mediante semaforización electromecánica y se generó una idea clara de cómo mejorar la fluidez vehicular si las intersecciones antes mencionadas operan bajo un sistema de semaforización inteligente, con la utilización de semáforos con tecnología LED, contadores digitales para las vías y uso de cámaras detectoras de presencia vehicular.
- Se construyó la maqueta donde se puede realizar una simulación del sistema inteligente de semaforización; en horas regulares a través del sistema olas de verde, donde los semáforos trabajan de manera sincronizada y para las horas pico mediante la activación de interruptores que simulan demanda de tráfico que existe en el momento, al activar los switch mismos que envían una señal al microcontrolador ATmega y mediante la programación definida controla el sistema de forma autónoma y a la vez coordinada con todo el medio; de esta manera previo un estudio de movilidad se podrá ejecutar el proyecto realizando los ajustes necesarios a la programación permitiendo mejorar la fluidez vehicular en el punto de aplicación seleccionado.
- Se realizaron varias pruebas previas para el desarrollo del proyecto, una de ellas fue la utilización de un microcontrolador ATmega 2560, microcontrolador de cien pines, con el que se pretendió controlar todo el sistema; debido a que se necesita controlar ocho displays multiplexados y por cada display un decodificador, al momento de ensamblar el sistema los contadores presentaban una intermitencia perceptible al ojo humano por lo que se desistió de la idea y se empleó el uso de microcontroladores ATmega, uno por cada intersección; es así que el sistema cuenta con cinco microcontroladores ATmega 8 los mismo que están sincronizados uno con otro para que el sistema inteligente de semaforización en todo momento trabaje de manera sincronizada.
- Para la simulación de la cámara TrafiCam, se empleó el uso de interruptores y en programación se configuró al microcontrolador ATmega para que los interruptores trabajen en configuración pull-up mediante resistencias internas que se activan cuando se configura un puerto como entradas, y no necesita de hardware adicional para activar los mismos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un mayor control del uso de los espacios públicos utilizados para estacionamiento en el punto de aplicación ya que funcionan varias oficinas, establecimientos de servicio público, y negocios que aglomeran gran cantidad de gente.
- Se recomienda cambiar los semáforos electromecánicos por el sistema inteligente de semaforización, aplicando la tecnología LED que le permitirá incrementar el tiempo de vida del foco y disminuir el consumo de energía eléctrica.
- Se recomienda implementar el sistema de semaforización inteligente en el punto de aplicación, lo cual permitirá disminuir la congestión vehicular ayudando a reducir problemas como exceso de congestión, demora en el tiempo de circulación, incremento del uso de combustible y molestias en la ciudadanía.
- En caso de ejecutarse el proyecto, se recomienda realizar el estudio de movilidad para realizar los ajustes necesarios a la programación, puesto que el estudio es resultado de un muestreo aleatorio; además es necesario realizar un mantenimiento cuatrimestral al sistema, lo que permitirá que se verifique su correcto funcionamiento; así como realizar ajustes técnicos que se consideren necesarios.
- Se recomienda revisar la fuente de alimentación de voltaje con la que trabaja la maqueta, debe estar operando en 5 VDC.
- Se recomienda mantener el selector de hora pico en off mientras se realice la demostración de las dos primeras fases; para la tercera fase del sistema activar el selector de hora pico y simular únicamente las condiciones programadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Servidorsma, Salgado Melendez (2007). Señalización y Semaforización, Primera Edición, Instituto de Desarrollo Urbano. IDU-031-2006.
- Carlos, A. Reyes. (2008). Microcontroladores PIC Programación en Basic (3a. Ed.). Ecuador: RISPERGRAF.
- Ramiro, Valencia B. (2008). Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores MICROCONTROLADORES ATMEGA. Ecuador: RISPERGRAF.
- Oppenheim, AV. (1997). Señales y Sistemas (2a. Ed.). México: Mc Graw Hill.
- Data sheet TRAFICAM VEHICLE PRESENCE SENSOR ([www.traficam.com](http://www.traficam.com))
- Tomasi, Wayne (2003). Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Cuarta Edición, Pearson Education. ISBN: 970-26-0316-1.
- Couch, LW. (2008). Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos (7a. Ed.). México: Prentice Hall Hispanoamericana.

**ANEXOS**

ANEXO A. ARTÍCULO PUBLICADO POR EL DIARIO EL COMERCIO ACERCA DE LA  
CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL PAÍS

## Congestión vehicular en 9 ciudades del Ecuador

Me gusta A una persona le gusta esto. Sé el primero de tus amigos. 1387



### COMPARTIR

Varias redacciones · 5 de July de 2010 00:00

Nueve ciudades del país tienen problemas por la congestión del tránsito vehicular.

1

Tweet

### VALORAR ARTICULO

Eso ocurre por el aumento del número de vehículos, pocas calles destinadas para el tráfico vehicular, construcción de nuevos accesos y el ingreso de carros de otras ciudades.



Indignado



Guayaquil, Cuenca, Latacunga, Ambato, Ibarra, Loja, Manta, Santo Domingo y Machala se caotizan en las horas pico.  
Por ejemplo, entre Ibarra y Otavalo, el tránsito es un caos los fines de semana y los feriados, por la llegada de los turistas. En las otras hay pocas calles de desfogue y muchos vehículos.

En Loja, una ciudad de 175 000 habitantes, se adoptó hace ocho años una medida para descongestionar el tránsito. Se creó el Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado, que creó 2 400 espacios para estacionamiento rotativo.

Eso dio más fluidez, sin embargo, también ha aumentado la cantidad de vehículos. Hay un carro por cada 6,5 habitantes, lo cual es elevado, dijo Wilson Jaramillo, jefe de la Unidad Municipal de Tránsito y Transporte. A ese problema se suma un decadente sistema de semaforización.

En Manta, los embotellamientos se registran en la zona del redondel cercano a la fábrica de atún Inepaca y la terminal terrestre. Allí se unen las vías Puerto-Aeropuerto, de la Cultura y la avenida Malecón. Los conductores de vehículos se quejan por la falta de sitios de parqueo. Los semáforos no bastan en Guayaquil

A las 08:00 un oficial de la Comisión de Tránsito del Guayas (CTG) agita constantemente su brazo derecho. Busca que el tránsito fluya en la esquina de Juan Montalvo y Escobedo, en el centro de Guayaquil.

Pese a que el semáforo marca rojo para los vehículos que circulan por Escobedo –de norte a sur– el vigilante de tránsito, en coordinación de otro ubicado en la siguiente manzana en Padre Aguirre, da paso a los vehículos.

Es parte de los operativos que la CTG ejecuta durante las horas pico. Luis Lalama, jefe de Tránsito, dice que la idea es reforzar con uniformados las calles más conflictivas para minimizar los embotellamientos.

Se calcula que por las calles de Guayaquil circulan 240 000 vehículos. Esta cifra representa cerca del 80% del total de automotores revisados en Guayas.

Las principales causas de la congestión son la movilidad de trabajadores, sobre todo desde el norte y de Samborondón, así como por la entrada y salida de estudiantes de los planteles.

Las vías Américas, Plaza Dañín, Pedro Menéndez, Benjamín Rosales, Del Periodista, Francisco de Orellana, Del Bombero, Parra Velasco, Las Aguas, Tanca Marengo y Casuarina son las más complicadas en horas pico. Las horas pico son un lío en Cuenca

Desde hace más de una década, la congestión vehicular se mantiene en Cuenca. Según datos de la Unidad Municipal de Tránsito, en este cantón con 480 000 habitantes hay 85 000 vehículos y cada año ingresan otros 9 000.

El 30% de la población se moviliza en auto y el 70% utiliza el servicio público. Hay 475 buses y 3 517 taxis, que confluyen todo el día en la ciudad.

En horas pico (07:00, 12:30 y 17:00), en sectores como el Centro Histórico, zona rosa, Nueve de Octubre, terminal terrestre, El Ejido, feria libre de El Arenal, Universidad de Cuenca se registran los mayores congestionamientos.

Las últimas tres administraciones municipales se acogieron a créditos bancarios para ejecutar algunas obras prioritarias para ordenar el tránsito.

Se empezó con la reducción de la flota de transporte urbano, arreglo de las calles céntricas, mejora de la semaforización y señalización y construcción de vías exclusivas. Desde hace casi dos años, entró a funcionar el Sistema Integrado de Transporte Público.

Actualmente, el Municipio construye las terminales de transferencia y se analizan alternativas para reducir el tránsito diario en la ciudad. **Caos en Latacunga**

La gestión vehicular afecta a Ambato y Latacunga. La inadecuada planificación urbana, el crecimiento del parque automotor y el funcionamiento de las oficinas municipales y estatales en el centro son las causas.

En Ambato, un estudio realizado por la Unidad Municipal de Transporte (UMT) indica que el centro de la ciudad se congestiona en las horas pico. “Es necesario aplicar medidas como el pico y placa”, dijo Trajano Sánchez, director de la UMT.

En Latacunga, dos cuadras de la avenida Eloy Alfaro, en el norte de la ciudad, están cerradas desde hace cuatro meses. Allí, se construye un viaducto para descongestionar el tránsito. Esta avenida conecta al centro de la urbe con la vía Latacunga-Quito.

Los buses interprovinciales, urbanos y los camiones, causantes de la congestión en la Panamericana, circulan por las calles Flavio Alfaro y Gral. Julio Andrade.

Según Danilo Freire, jefe de Tránsito de Cotopaxi, la obra ayudará a mejorar la circulación. El propósito es que los carros que vienen de Quito al centro de Latacunga utilicen el viaducto para salir a la calle Félix Valencia, sin atravesar la Panamericana.

Otras de las calles congestionadas son la 5 de Junio, Marqués de Maenza, Rumiñahui y otras. **Congestión en los feriados en Ibarra**

La vocación turística de Imbabura es uno de los factores que provoca los embotellamientos de las vías. Ese es el punto de vista de Mario Torres, jefe de Tránsito de Imbabura.

El caos vehicular se evidencia especialmente los fines de semana y los días feriados. El problema es mayor en los ingresos y salidas de las ciudades de Ibarra, Otavalo, Atuntaqui y Cotacachi.

A los 30 000 vehículos que circulan regularmente en la provincia se suman otros, según el registro del peaje de San Roque, asegura Torres.

En Ibarra, el problema se evidencia desde el sector de La Florida, en el sur, hasta el redondel de La Madre, en el centro. También en la avenida Pérez Guerrero, por la presencia del mercado Amazonas.

Los semáforos no funcionan. Hacia el norte, hay problemas en la salida de la urbe hasta el ingreso a Yahuarcocha.

Para Pablo Carrera, delegado provincial de Consejo Nacional de Transporte, de Imbabura, la provincia requiere una reorganización frente al acelerado crecimiento del parque automotor.

En eso coincide Torres. “Más hoy en que se amplía la Panamericana de dos a seis carriles, entre Otavalo e Ibarra”. Considera que el Municipio debe ampliar las calles y abrir una vía perimetral. Machala busca ordenar buses

La salida de los buses urbanos del centro de Machala (El Oro) es un tema pendiente desde el 2008. Ese año la Comisión de Tránsito y Transporte Vial de El Oro resolvió que se rediseñen las líneas de buses.

La disposición se basa en un estudio previo hecho por la Municipalidad, que determinó la urgencia de descongestionar el centro. En algo se palió la congestión con el cambio de sentido en dos principales vías: Pichincha y Bolívar, y con el retiro de parterres centrales en otras.

Para el Cabildo, el problema persiste por los buses de las tres cooperativas de transporte urbano que existen en Machala. 300 unidades concentran sus recorridos por las calles del casco comercial.

Debido a ello la avenida 25 de Junio (antes 9 de Octubre), la principal arteria de ingreso a la urbe, se congestiona en horas pico. Es que la vía también conduce a la parroquia turística Puerto Bolívar.

Otro caos se genera en la calle Rocafuerte, paralela a la 25 de Junio, salida de la ciudad.

Un lío mayor se observa en la calle Sucre. Esta vía atraviesa por el sector del Mercado Central y el de los hoteles. Al mediodía es casi imposible pasar, porque se llena de comerciantes y de carros mal parqueados. El centro se caotiza en Santo Domingo

En Santo Domingo, uno de los sitios más conflictivos para la circulación vehicular es el Círculo de los Continentes. Desde ese sitio parten las vías del Anillo Vial (av. Abraham Calazacón).

A un costado de este redondel está el principal centro comercial, Paseo Shopping. La afluencia vehicular se incrementa porque ahí funcionan las salas de cine.

En el Círculo de los Continentes confluyen las dos únicas vías del centro de la ciudad: 29 de Mayo y Quito. El comercio informal y los buses urbanos congestionan las calles durante el día.

Por las carreteras del Anillo Vial se llega a estas dos arterias del centro urbano.

En la avenida Quito. En este acceso están las principales entidades bancarias, el Palacio de Justicia, la Fiscalía, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Banco de Fomento. Además, hay planteles y varios locales comerciales y discotecas.

A diario se ve a los carros parqueados a los costados en esta vía y eso forma la congestión, principalmente, en horas pico (07:00 a 09:00 y de 16:00 a 19:00).

Lo mismo pasa en la avenida 29 de Mayo, otro espacio donde abunda el comercio. Otro punto donde hay dificultad es la vía a Quinindé. Ahí se halla la terminal terrestre y la Policía.

## ANEXO No. 1 CERTIFICADO DE ASESORÍA



Quito 21 de septiembre de 2012

### CERTIFICADO

Por medio de la presente me permito dar a conocer que el señor Dennis Willian Caiza Oña con C.I 172395826-8, estudiante del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, estudiante de la carrera de Electrónica mención Instrumentación & Aviónica, estuvo visitando las oficinas de la EPMMOP la sala de semaforización con el fin de ampliar y tener una idea claro de como se manejan los semáforos de la ciudad de Quito.

El asesoramiento lo recibió por parte del Ing. Jaime Andrade encargado del departamento antes mencionado.

El presente puede a ser uso de la presente para fines convenientes.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

ATENTAMENTE



Ing. Jaime Andrade

## ANEXO No. 2 PROGRAMACIÓN ATMEGA 8 CRUCES

\$regfile = "m8def.dat"

\$crystal = 8000000

\$hwstack = 64

\$swstack = 64

\$framesize = 64

'\$baud = 19200

Config Portd = Input

Pind = 255

Config Portc = Output

Config Portb = Output

P1 Alias Pind.0

P2 Alias Pind.1

P3 Alias Pind.2

P4 Alias Pind.3

S1 Alias Pind.4

S2 Alias Pind.5

S3 Alias Pind.6

S4 Alias Pind.7

P1\_r Alias Portc.0

P1\_a Alias Portc.1

P1\_v Alias Portc.2

S1\_r Alias Portc.3

S1\_a Alias Portc.4

S1\_v Alias Portc.5

Dim Contaux As Byte

Dim Cont\_p As Byte

Dim Cont\_s As Byte

Dim Decena\_1 As Byte

Dim Decena\_1\_aux As Byte

Dim Unidad\_1 As Byte

Dim Decena\_2 As Byte

Dim Decena\_2\_aux As Byte

Dim Unidad\_2 As Byte

Dim Prisec As Bit

Dim Ciclo\_f1 As Byte

Dim Ciclo\_f2 As Byte

```

Dim Ciclo_f3 As Byte
Dim Ciclo_f4 As Byte
Dim Ciclo_f5 As Byte
Dim I As Byte
Dim T_mx As Byte
Dim T_mi As Byte
On Timer0 Tiempo
Enable Timer0
Enable Interrupts
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024
Timer0 = 158
Start Timer0
Primera:
For I = 1 To 3
    Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    Wait 1
    Reset P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    Wait 1
Next I
Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
T_mx = 22
T_mi = T_mx - 2
Cont_p = T_mi
Cont_s = T_mx
Do

```

'=====BARRIDO=====00

```

Decena_1 = Cont_p / 10
Decena_1_aux = Decena_1 * 10
Unidad_1 = Cont_p - Decena_1_aux

```

```

Portb = Decena_1 Or 128          '32
Gosub Rutina1
Portb = Unidad_1 Or 64         '16
gosub Rutina1
Decena_2 = Cont_s / 10
Decena_2_aux = Decena_2 * 10
Unidad_2 = Cont_s - Decena_2_aux
Portb = Decena_2 Or 32        '128
Gosub Rutina1
Portb = Unidad_2 Or 16       '64
Gosub Rutina1

```

```
'=====
```

```
Loop
```

```
End
```

```
Rutina1:
```

```
'=====FASE
```

```
2=====
```

```
'P4 ACTIVADO
```

```
If Pind = 183 Then
```

```
  If Ciclo_f2 = 0 Then
```

```
    If Cont_s = 22 Then
```

```
      Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
```

```
      Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
```

```
    End If
```

```
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
```

```
    Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
```

```
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
```

```
  End If
```

```
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
```

```
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
```

```
    Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
```

```
    Cont_p = 27 : Cont_s = 25
```

```
    Ciclo_f2 = 1
```

```
  End If
```

```
End If
```

```
If Ciclo_f2 = 1 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
    Cont_p = 12 : Cont_s = 10
  End If
End If
```

```
'=====
=====
'=====FASE
3=====
```

'P4,S4 ACTIVADOS

```
Elseif Pind = 55 Then
  If Ciclo_f3 = 0 Then
    If Cont_s = 22 Then
      Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
      Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    End If

    If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
      Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
      Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    End If

    If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
      Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
      Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
      Cont_p = 27 : Cont_s = 25
      Ciclo_f3 = 1
    End If
  End If
End If
If Ciclo_f3 = 1 Then
```

```
If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
  Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
End If
```

```
If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
  Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
  Cont_p = 12 : Cont_s = 10
  Ciclo_f3 = 2
End If
```

```
End If
```

```
If Ciclo_f3 = 2 Then
```

```
If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
  Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
End If
```

```
If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
  Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
  Cont_p = 12 : Cont_s = 10
  Ciclo_f3 = 1
End If
```

```
End If
```

```
'=====
=====
```

```
'=====FASE
4=====
```

```
'P1,S1,P2,S2 ACTIVADOS
```

```
Elseif Pind = 140 Then
```

```
If Ciclo_f4 = 0 Then
```

```
If Cont_s = 22 Then
```

```
    Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
End If
If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
    Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
End If
If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
    Cont_p = 27 : Cont_s = 25
    Ciclo_f4 = 1
End If
End If
If Ciclo_f4 = 1 Then
    If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
        Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
        Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
    End If
    If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
        Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
        Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
        Cont_p = 10 : Cont_s = 12
        Ciclo_f4 = 2
    End If
End If
If Ciclo_f4 = 2 Then
    If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
        Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
        Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    End If
    If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
        Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
        Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
        Cont_p = 12 : Cont_s = 10
        Ciclo_f4 = 1
    End If
End If
```

End If

'=====

'=====FASE

5=====

' TODOS ACTIVADOS

Elseif Pind = 0 Then

  If Ciclo\_f5 = 0 Then

    If Cont\_s = T\_mx Then

      Reset P1\_r : Reset P1\_a : Set P1\_v

      Set S1\_r : Reset S1\_a : Reset S1\_v

    End If

    If Cont\_p = 0 And Cont\_s = 2 Then

      Reset P1\_r : Set P1\_a : Reset P1\_v

      Set S1\_r : Reset S1\_a : Reset S1\_v

    End If

    If Cont\_p = 0 And Cont\_s = 0 Then

      Set P1\_r : Reset P1\_a : Reset P1\_v

      Reset S1\_r : Reset S1\_a : Set S1\_v

      Cont\_p = 27 : Cont\_s = 25

      Ciclo\_f5 = 1

    End If

  End If

  If Ciclo\_f5 = 1 Then

    If Cont\_p = 2 And Cont\_s = 0 Then

      Set P1\_r : Reset P1\_a : Reset P1\_v

      Reset S1\_r : Set S1\_a : Reset S1\_v

    End If

    If Cont\_p = 0 And Cont\_s = 0 Then

      Reset P1\_r : Reset P1\_a : Set P1\_v

      Set S1\_r : Reset S1\_a : Reset S1\_v

      Cont\_p = 20 : Cont\_s = 22

      Ciclo\_f5 = 2

    End If

  End If

  If Ciclo\_f5 = 2 Then

```
If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
  Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
  Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
End If
If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
  Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
  Cont_p = 22 : Cont_s = 20
  Ciclo_f5 = 1
End If
End If
```

```
'=====
=====
```

```
'=====FASE
1=====
```

Else

'NINGUNO ACTIVADO O HORA PICO

```
If Ciclo_f1 = 0 And Ciclo_f2 = 0 And Ciclo_f3 = 0 And Ciclo_f4 = 0 And Ciclo_f5 = 0 Then
```

```
  If Cont_s = 22 Then
```

```
    Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
```

```
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
```

```
  End If
```

```
If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
```

```
  Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
```

```
  Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
```

```
End If
```

```
If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
```

```
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
```

```
  Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
```

```
  Cont_p = 36 : Cont_s = 34
```

```
  Incr Ciclo_f1
```

```
End If
```

```
End If
```

```
If Ciclo_f1 = 1 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    Cont_p = 20 : Cont_s = 22
    Ciclo_f1 = 0
  End If
End If
```

'=====ciclof\_2=====

```
If Ciclo_f2 = 1 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
    Cont_p = 9 : Cont_s = 7
    Ciclo_f2 = 2
  End If
End If
If Ciclo_f2 = 2 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
  End If
End If
```

```
Cont_p = 20 : Cont_s = 22
Ciclo_f2 = 0
End If
```

```
End If
```

```
'=====
```

```
'=====ciclof_3=====
```

```
If Ciclo_f3 = 1 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    Ciclo_f3 = 0
    Cont_p = 20 : Cont_s = 22
  End If
End If
```

```
End If
```

```
If Ciclo_f3 = 2 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
    Ciclo_f3 = 1
    Cont_p = 12 : Cont_s = 10
  End If
End If
```

```
End If
```

```
'=====
```

```
'=====ciclof_4=====
```

```
If Ciclo_f4 = 2 Then
```

```
If Cont_p = 0 And Cont_s = 2 Then
  Reset P1_r : Set P1_a : Reset P1_v
  Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
End If
If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
  Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
  Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
  Cont_p = 12 : Cont_s = 10
  Ciclo_f4 = 3
End If
End If
If Ciclo_f4 = 1 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Reset S1_a : Set S1_v
    Cont_p = 12 : Cont_s = 10
    Ciclo_f4 = 3
  End If
End If
If Ciclo_f4 = 3 Then
  If Cont_p = 2 And Cont_s = 0 Then
    Set P1_r : Reset P1_a : Reset P1_v
    Reset S1_r : Set S1_a : Reset S1_v
  End If
  If Cont_p = 0 And Cont_s = 0 Then
    Reset P1_r : Reset P1_a : Set P1_v
    Set S1_r : Reset S1_a : Reset S1_v
    Cont_p = 20 : Cont_s = 22
    Ciclo_f4 = 0
  End If
End If
'
```

=====

'=====ciclof\_5=====

If Ciclo\_f5 = 2 Then

  If Cont\_p = 0 And Cont\_s = 2 Then

    Reset P1\_r : Set P1\_a : Reset P1\_v

    Set S1\_r : Reset S1\_a : Reset S1\_v

  End If

  If Cont\_p = 0 And Cont\_s = 0 Then

    Set P1\_r : Reset P1\_a : Reset P1\_v

    Reset S1\_r : Reset S1\_a : Set S1\_v

    Cont\_p = 22 : Cont\_s = 20

    Ciclo\_f5 = 1

  End If

End If

If Ciclo\_f5 = 1 Then

  If Cont\_p = 2 And Cont\_s = 0 Then

    Set P1\_r : Reset P1\_a : Reset P1\_v

    Reset S1\_r : Set S1\_a : Reset S1\_v

  End If

  If Cont\_p = 0 And Cont\_s = 0 Then

    Reset P1\_r : Reset P1\_a : Set P1\_v

    Set S1\_r : Reset S1\_a : Reset S1\_v

    Cont\_p = 20 : Cont\_s = 22

    Ciclo\_f5 = 0

  End If

End If

'=====

'=====

=====

End If

Return

Tiempo:

Incr Contaux

```
If Contaux = 80 Then
  If Cont_p > 0 Then Decr Cont_p
  If Cont_s > 0 Then Decr Cont_s
  Contaux = 0
End If
Timer0 = 158
Return
```

### ANEXO No. 3 PROGRAMACIÓN ATMEGA 8 LCD

```
$regfile = "m8def.dat"
$crystal = 8000000
$hwstack = 40
$swstack = 40
$framesize = 40
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.0 , Db5 = Portc.1 , Db6 = Portc.2 , Db7 = Portc.3 , E =
Portc.4 , Rs = Portc.5
Config Lcd = 20 * 4
Cursor Off
Dim Segundos As Byte : Dim Segundos_str As String * 2
Dim Minutos As Byte : Dim Minutos_str As String * 2
Dim Horas As Byte : Dim Horas_str As String * 2
Horas = 12 : Minutos = 00 : Segundos = 0
Dim Contaux As Byte
On Timer0 Tiempo
Enable Timer0
Enable Interrupts
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024
Timer0 = 158
Start Timer0
  Locate 1 , 1 : Lcd " SISTEMA "
  Locate 2 , 1 : Lcd " DE "
  Locate 3 , 1 : Lcd " SEMAFORIZACION "
  Locate 4 , 1 : Lcd " IINTELIGENTE "
Wait 4
Do
'=====HORA=====

  If Horas < 10 Then
    Horas_str = Str(horas)
    Horas_str = "0" + Horas_str
  End If
  If Horas > 9 Then Horas_str = Str(horas)
  If Minutos < 10 Then
    Minutos_str = Str(minutos)
```

```

    Minutos_str = "0" + Minutos_str
End If
If Minutos > 9 Then Minutos_str = Str(minutos)
If Segundos < 10 Then
    Segundos_str = Str(segundos)
    Segundos_str = "0" + Segundos_str
End If
If Segundos > 9 Then Segundos_str = Str(segundos)
' Print Horas_str ; ":" ; Minutos_str ; ":" ; Segundos_str
' Print Horas ; ":" ; Minutos ; ":" ; Segundos

'=====

If Pind = 0 Then

    Locate 1 , 1 : Lcd " CALLES DEL CENTRO "
    Locate 2 , 1 : Lcd " CONGESTIONADAS "
    Locate 3 , 1 : Lcd " UTILICE "
    Locate 4 , 1 : Lcd " VIAS ALTERNAS "

Elseif Pind = 255 Or Pind = 254 Then
    Locate 1 , 1 : Lcd " HORA "
    Locate 2 , 1 : Lcd " " ; Horas_str ; ":" ; Minutos_str ; ":" ; Segundos_str ; " "
    Locate 3 , 1 : Lcd "MANEJ CON PRECAUCION"
    Locate 4 , 1 : Lcd " "

Else
    Locate 1 , 1 : Lcd " HORA "
    Locate 2 , 1 : Lcd " " ; Horas_str ; ":" ; Minutos_str ; ":" ; Segundos_str ; " "
    Locate 3 , 1 : Lcd "MANEJ CON PRECAUCION"
    Locate 4 , 1 : Lcd " "

End If

Loop
Tiempo:
Incr Contaux

```

```
If Contaux = 90 Then
Incr Segundos
'Incr Minutos
If Segundos > 59 Then
  Segundos = 0
  Incr Minutos
End If
If Minutos > 59 Then
  Minutos = 0
  Incr Horas
End If
If Horas > 23 Then Horas = 0
Contaux = 0
Timer0 = 158
End If
Return
```

## ANEXO No. 4 PROGRAMACIÓN ATMEGA 8 LCD

### Features

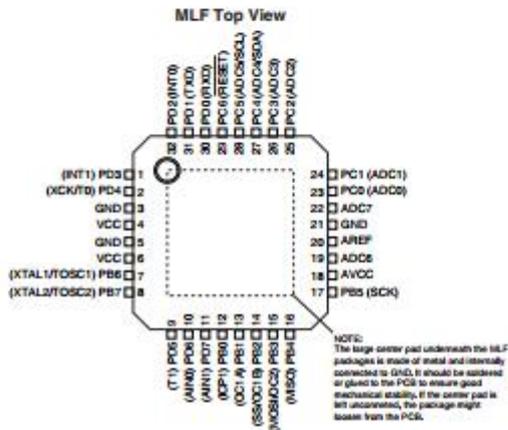
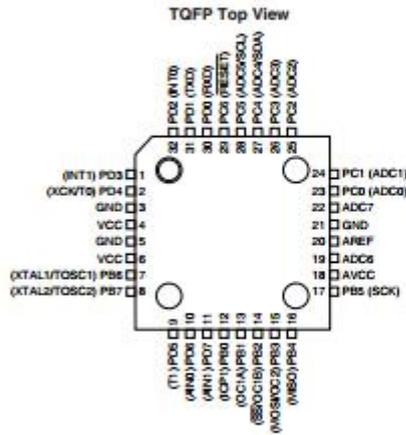
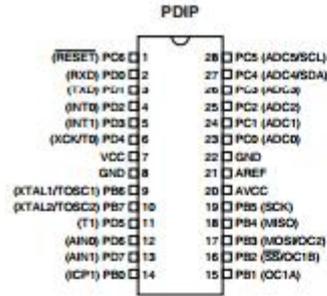
- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 8Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512Bytes EEPROM
  - 1Kbyte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Eight Channels 10-bit Accuracy
  - 6-channel ADC in PDIP package
    - Six Channels 10-bit Accuracy
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7V - 5.5V (ATmega8L)
  - 4.5V - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
  - 0 - 8MHz (ATmega8L)
  - 0 - 16MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4Mhz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6mA
  - Idle Mode: 1.0mA
  - Power-down Mode: 0.5µA



**8-bit Atmel with  
8KBytes In-  
System  
Programmable  
Flash**

**ATmega8  
ATmega8L**

# Pin Configurations



## **ANEXO No. 5 ESPECIFICACIÓN DE HARDWARE TRAFICAM**

- **CÁMARA**

CMOS, blanco y negro, sensor 1/3 pulg., resolución 640x480, frecuencia de imagen 30 fps

- **MATERIALES**

Sensor

Carcasa frontal y posterior: policarbonato

Sección intermedia: poliamida reforzada con fibra

Soporte de montaje: poliamida reforzada con fibra

Tubo: aluminio

- **COMUNICACIÓN**

Puerto de servicio RS485 para la configuración

- **SALIDAS**

4 contactos en seco con acoplamiento óptico;  $I_{m\acute{a}x} = 50 \text{ mA}$ ,  $P_{m\acute{a}x} = 300 \text{ mW}$ ,  $U_{m\acute{a}x} = 48 \text{ V CC}$

- **ENTRADA DE VOLTAJE DE SUMINISTRO DE ALIMENTACIÓN**

12-26 V CA/CC

- **CONSUMO DE ENERGÍA**

85 mA A 12 V de CC (1,2 W)

50 mA a 24 V de CC (1,2 W)

- **CONDICIONES AMBIENTALES**

Intervalo de temperaturas: entre - 34 °C y +80 °C

Humedad relativa del 0 al 95 % sin condensación

Alojamiento: impermeable según IP67

Materiales: impermeables, resistentes a la luz UV

- **ESPECIFICACIÓN DE HARDWARE: 1TI**

- **COMUNICACIÓN**

USB entre 1TI y PC

RS-485 entre 1TI y TrafiCam

- **SALIDAS**

4 contactos en seco con acoplamiento óptico (salida de detección) + 1 contacto en seco con acoplamiento óptico (salida de error)

- **ENTRADA DE VOLTAJE DE SUMINISTRO DE ALIMENTACIÓN**

12-26 V CA/CC

- **CONSUMO DE ENERGÍA**

78 mA A 12 V de CC (1,0 W)

42 mA a 24 V de CC (1,0 W)