

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**"ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TRAFICO VEHICULAR UTILIZANDO
SEMAFOROS INTELIGENTES CON TECNOLOGÍA ARDUINO"**

PRESENTADO POR:

ARNOLD RONALD MACHACA NINACANSAYA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

PUNO – PERU

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA


"ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TRAFICO VEHICULAR
UTILIZANDO SEMAFOROS INTELIGENTES CON TECNOLOGÍA ARDUINO"


TESIS PRESENTADA POR:


ARNOLD RONALD MACHACA NINACANSAYA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE : 
Mg. MARCO ANTONIO QUISPE BARRA

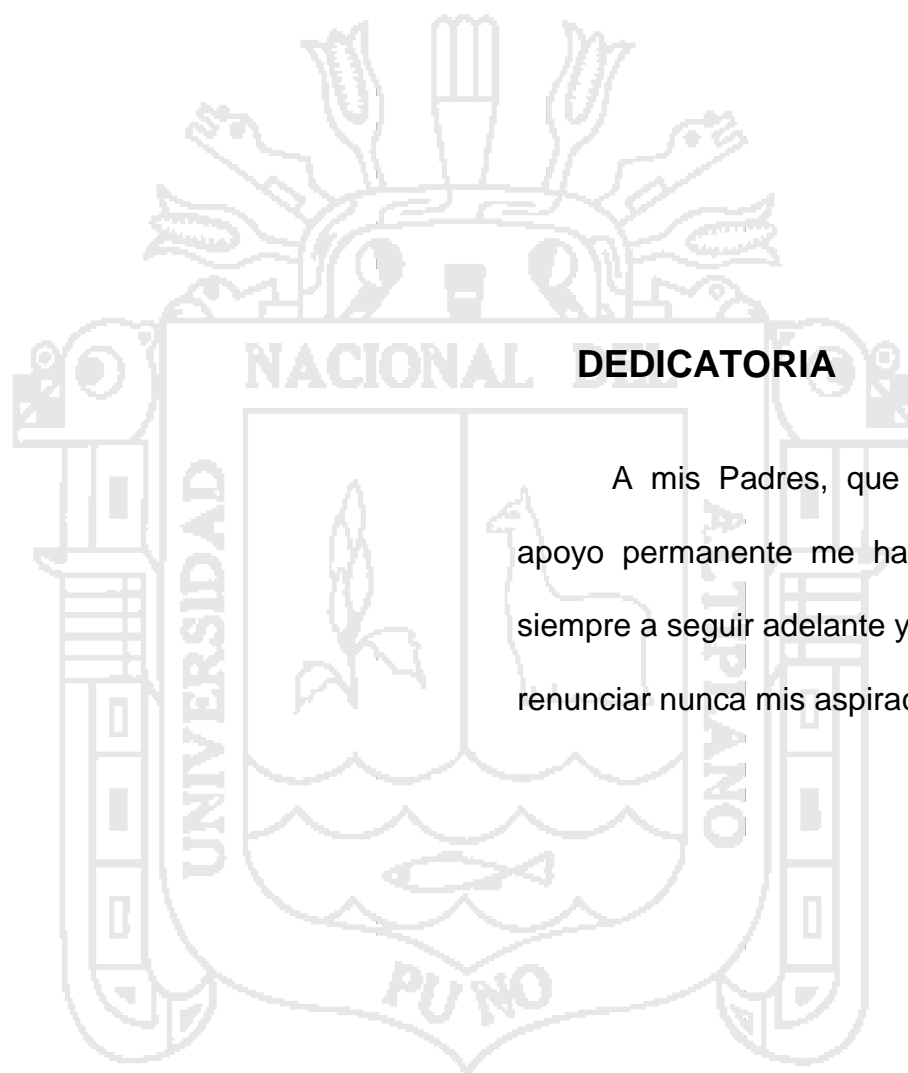
PRIMER MIEMBRO : 
M. Sc. GAVINO JOSE FLORES CHIPANA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. EDDY TORRES MAMANI

DIRECTOR DE TESIS : 
Mg. TEOBALDO RAUL BASURCO CHAMBILLA

ASESOR DE TESIS : 
Dr. IVAN DELGADO HUAYTA

Puno - Perú
2016



DEDICATORIA

A mis Padres, que con su apoyo permanente me han impulsado siempre a seguir adelante y no renunciar nunca mis aspiraciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Concluir este trabajo tan arduo y lleno de dificultades, como es el desarrollo de una tesis, es inevitable creer que el mérito es propio. Sin embargo, aprovecho este momento para agradecer a todos los que me brindaron su apoyo durante la realización de este proyecto.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo este tiempo.

A mi Padre, por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, por ser el ejemplo para seguir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida.

A mi Madre, por enseñarme el camino de la vida, por sus buenos consejos, y por el apoyo incondicional en mi vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios profesionales. Agradecer en sobremanera a los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas en especial a todos los Ingenieros de la escuela Profesional de Ingeniería Electrónica por haberme brindado sabiduría, siendo guía orientador de conocimientos fructíferos para mi formación profesional.

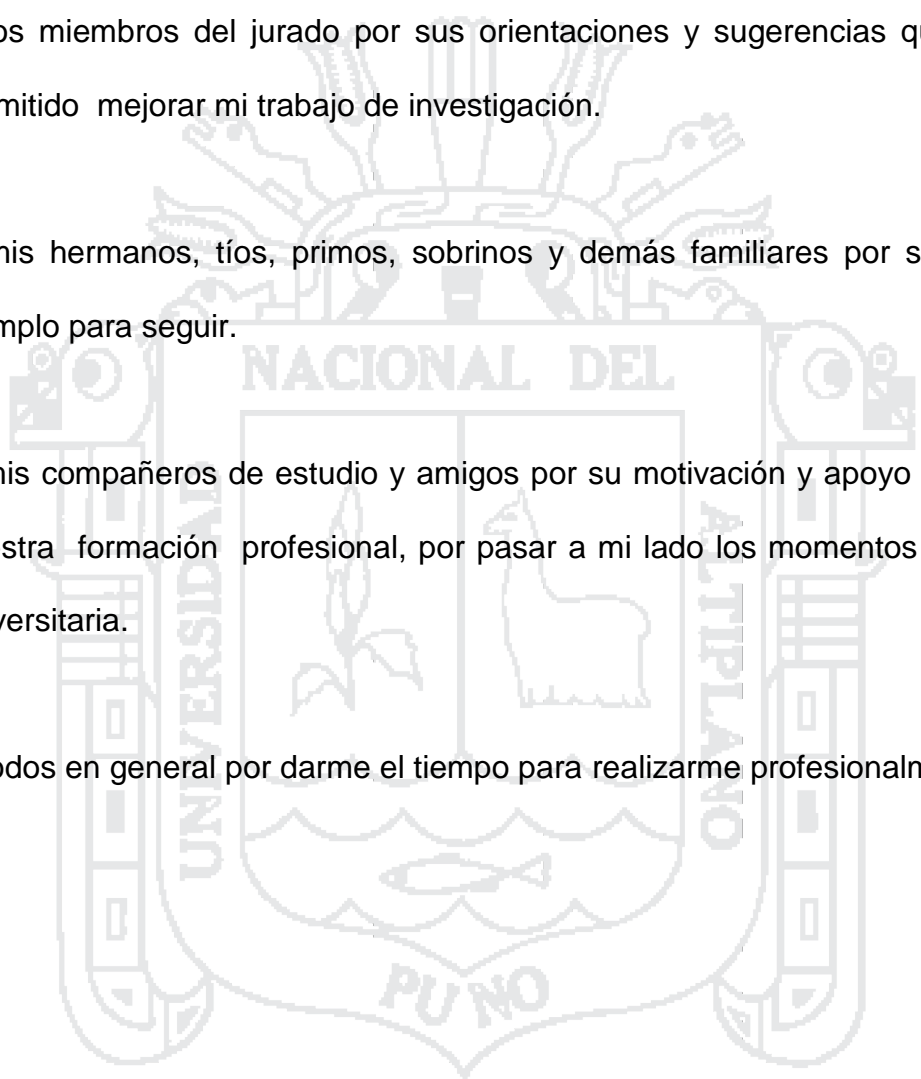
A mi director de tesis y asesor; quienes me han brindado su apoyo incondicional con sus conocimientos y experiencias valiosas durante la realización de este proyecto de tesis.

A los miembros del jurado por sus orientaciones y sugerencias que me han permitido mejorar mi trabajo de investigación.

A mis hermanos, tíos, primos, sobrinos y demás familiares por ser ellos un ejemplo para seguir.

A mis compañeros de estudio y amigos por su motivación y apoyo mutuo en nuestra formación profesional, por pasar a mi lado los momentos de mi vida universitaria.

A todos en general por darme el tiempo para realizarme profesionalmente.



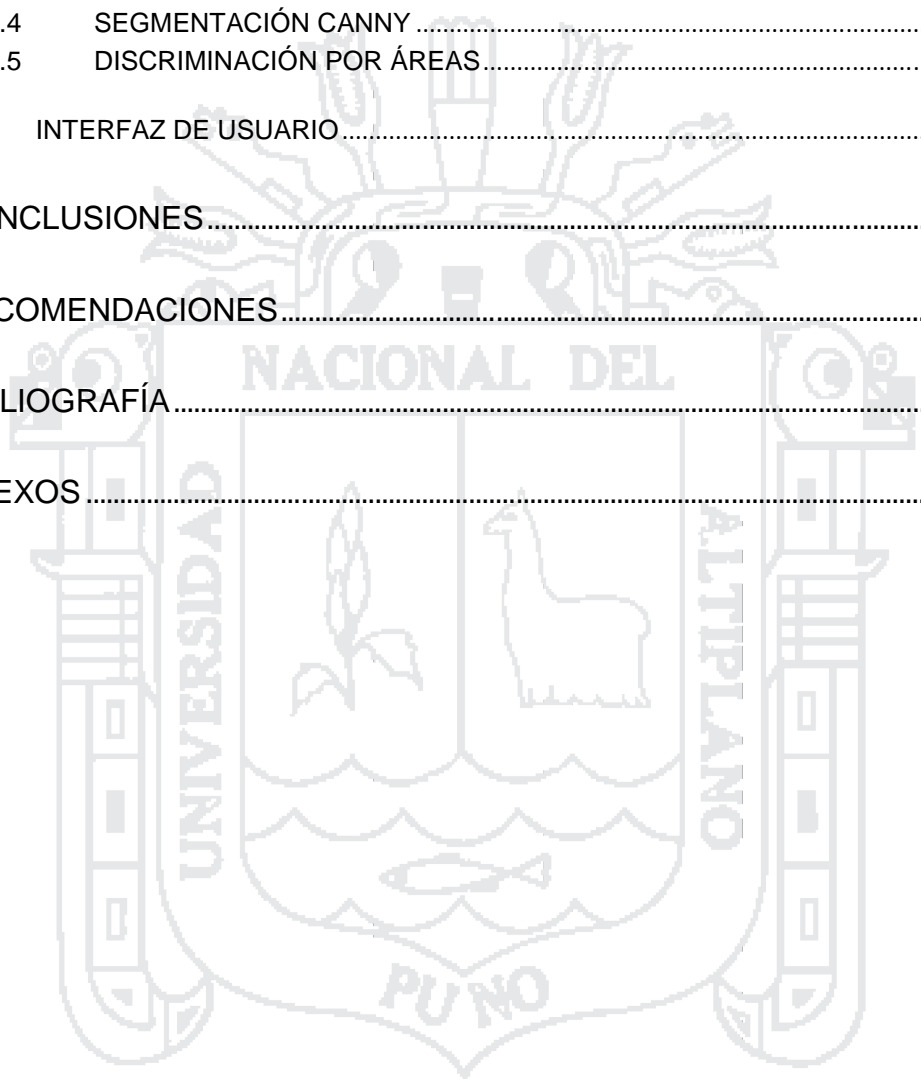
INDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
INDICE.....	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO I.....	15
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	16
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
CAPITULO II.....	19
2 MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.2 SUSTENTO TEORICO.....	21
2.2.1 SEMÁFORO.....	21
2.2.1.1 SEMÁFORO INTELIGENTE.....	21
2.2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SEMÁFOROS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO VEHICULAR.....	22
2.2.2 HORA PUNTA.....	23
2.2.3 TÉRMINOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO.....	23
2.2.3.1 INDICACIÓN DE SEÑAL.....	23

2.2.3.2	CICLO O LONGITUD DE CICLO	23
2.2.4	CONGESTIÓN VEHICULAR	24
2.2.4.1	CAUSAS.....	25
2.2.4.2	EFFECTOS NEGATIVOS	26
2.2.5	TECNOLOGÍA LED	27
2.2.6	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES	28
2.2.6.1	CONCEPTO DE IMAGEN	28
2.2.7	VISION ARTIFICIAL	29
2.2.8	IMAGEN DIGITAL	31
2.2.9	ADQUISICIÓN DE IMÁGENES	32
2.2.10	DIGITALIZACIÓN DE IMÁGENES	33
2.2.10.1	MUESTREO	33
2.2.10.2	CUANTIZACIÓN	34
2.2.11	PROPIEDADES DE UNA IMAGEN DIGITAL	34
2.2.12	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES	35
2.2.13	ANÁLISIS DE IMÁGENES.....	36
2.2.14	SEGMENTACIÓN	36
2.2.15	DESCRIPTORES	37
2.2.16	MÉTODOS DE DESCRIPCIÓN	37
2.2.17	ILUMINACIÓN	38
2.2.18	CÁMARA	39
2.2.19	ARDUINO	39
2.2.20	RASPBERRY PI.....	40
2.2.21	MICROCONTROLADOR PIC.....	41
2.2.22	GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICO	43
2.2.22.1	RAM.....	43
2.2.22.2	PIC.....	43
2.2.22.3	CPU	43
2.2.22.4	ADQUISICIÓN DE DATOS.....	43
2.2.22.5	ALGORITMO.....	43
2.2.22.6	ARDUINO	43
2.2.22.7	CÁMARA.....	43
2.2.22.8	COMUNICACIÓN SERIAL.....	44
2.2.22.9	COMUNICACIÓN USB.....	44
2.2.22.10	DRIVER.....	44
2.2.22.11	EFICIENCIA	44
2.2.22.12	INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	44
2.2.22.13	INTERFAZ	44
2.2.22.14	MONITOREO	44
2.2.22.15	PATRÓN	45
2.2.22.16	SEGMENTACIÓN	45
2.2.22.17	VISIÓN ARTIFICIAL.....	45
2.2.22.18	ZÓCALO	45
2.2.22.19	INTERFAZ	45
2.2.22.20	COMUNICACIÓN SERIAL.....	45
2.2.22.21	VISIÓN ARTIFICIAL:	45
2.2.22.22	INTERVALO	46
2.3	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION	46

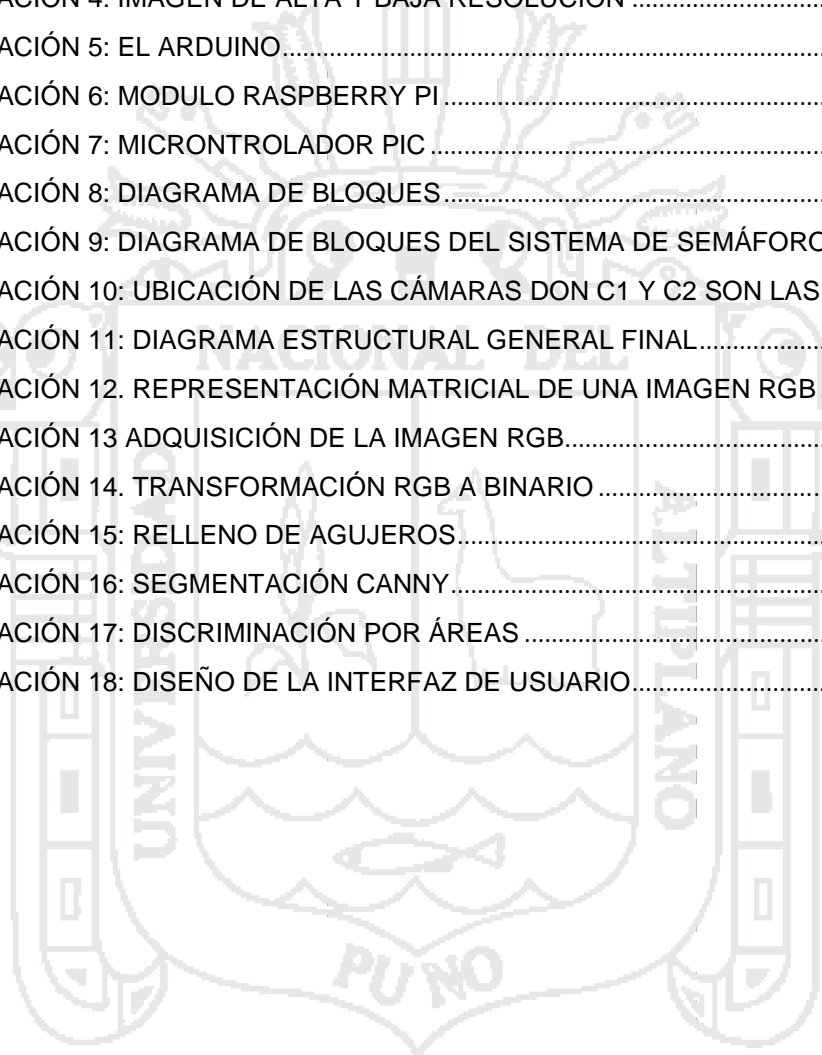
2.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
2.4.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	46
2.4.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	46
CAPITULO III.....		47
3	DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACION.....	48
3.1	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	48
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
3.3	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	48
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACION.....	49
3.5	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	50
3.6	REQUERIMIENTO DE EQUIPOS, MATERIALES Y SERVICIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	50
3.6.1	HARDWARE.....	50
3.6.2	SOFTWARE.....	51
3.6.3	HERRAMIENTAS DE SERVICIO.....	51
3.6.4	MATERIALES DE ESCRITORIO.....	51
3.6.5	SERVICIOS.....	51
3.6.6	HARDWARE.....	51
3.6.7	SOFTWARE.....	52
3.6.8	SERVICIOS.....	52
CAPITULO IV.....		53
4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
4.1	TECNOLOGIAS.....	54
4.2	DETECCIÓN DE AUTOS BASADO EN PROCESAMIENTO DE IMÁGENES.....	54
4.3	REQUISITOS DEL SISTEMA.....	55
4.4	DIAGRAMA DE BLOQUES.....	55
4.5	RENDIMIENTO DEL RASPBERRY PHI RESPECTO A LA PC.....	55
4.6	RENDIMIENTO DEL ARDUINO Y EL MICRONTROLADOR PIC.....	56
4.7	RENDIMIENTO DEL ARDUINO FRENTE AL PLC.....	56
4.8	TABLA COMPARATIVA DE CLASES DE SEMAFORO.....	57

4.9	ESTRUCTURA GENERAL DE SISTEMA.....	58
4.10	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DEL SEMÁFORO INTELIGENTE	59
4.11	ANÁLISIS DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES.....	61
4.11.1	ADQUISICIÓN DE IMÁGENES	61
4.11.2	TRANSFORMACIÓN RGB A BINARIA	63
4.11.3	RELLENO DE AGUJEROS	63
4.11.4	SEGMENTACIÓN CANNY	64
4.11.5	DISCRIMINACIÓN POR ÁREAS.....	65
4.12	INTERFAZ DE USUARIO.....	65
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES.....	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	ANEXOS	71



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: EL SEMÁFORO	21
ILUSTRACIÓN 2: CONGESTIÓN VEHICULAR	25
ILUSTRACIÓN 3: (A) ESTRUCTURA DE UNA IMAGEN DIGITAL; (B) IMAGEN DIGITAL CON TRES ESPECTROS FUENTE	29
ILUSTRACIÓN 4: IMAGEN DE ALTA Y BAJA RESOLUCIÓN	34
ILUSTRACIÓN 5: EL ARDUINO.....	40
ILUSTRACIÓN 6: MODULO RASPBERRY PI	41
ILUSTRACIÓN 7: MICRONTROLADOR PIC	42
ILUSTRACIÓN 8: DIAGRAMA DE BLOQUES.....	55
ILUSTRACIÓN 9: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SEMÁFORO INTELIGENTE	59
ILUSTRACIÓN 10: UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DON C1 Y C2 SON LAS CÁMARAS.....	60
ILUSTRACIÓN 11: DIAGRAMA ESTRUCTURAL GENERAL FINAL.....	61
ILUSTRACIÓN 12. REPRESENTACIÓN MATRICIAL DE UNA IMAGEN RGB.....	62
ILUSTRACIÓN 13 ADQUISICIÓN DE LA IMAGEN RGB.....	62
ILUSTRACIÓN 14. TRANSFORMACIÓN RGB A BINARIO	63
ILUSTRACIÓN 15: RELLENO DE AGUJEROS.....	64
ILUSTRACIÓN 16: SEGMENTACIÓN CANNY.....	64
ILUSTRACIÓN 17: DISCRIMINACIÓN POR ÁREAS	65
ILUSTRACIÓN 18: DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.....	66



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIEMPO DE SECUENCIA DEL SEMÁFORO	24
TABLA 2: TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
TABLA 3: PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	50
TABLA 4: TABLA COMPARATIVA DE CLASES DE SEMÁFORO.....	58



RESUMEN

El presente tema de tesis se centra en realizar el análisis y realizar el diseño de un sistema de semáforos inteligentes para el control del tráfico vehicular basado en tecnología Arduino, dicha tecnología es enfocada al público en general para la vida cotidiana en la ciudad. Esta investigación por sus características se considera de tipo descriptiva y a la vez proyectiva. La metodología para el desarrollo del sistema está basada en el Microcontrolador Arduino por medio de procesamiento digital de imágenes programado en Matlab de manera inteligente con algoritmos para la toma de decisiones en el área del control de tráfico vehicular. En el desarrollo del análisis del semáforo inteligente con tecnología Arduino se hace mención en por qué escoger el Microcontrolador Arduino antes que las diferentes tecnologías existentes tales como el PLC, Microcontrolador PIC y Raspberry pi. En el desarrollo del sistema está constituido por cámaras que adquieren imágenes y envía las imágenes para el procesamiento digital de imágenes usando un software llamado Matlab, la densidad del tráfico vehicular se determina y el Microcontrolador cambia la duración de la luz verde dada para cada carretera según el número de vehículos existentes en la vía de tránsito.

Palabras clave: Semáforo inteligente, control, Arduino, análisis.

ABSTRACT

These thesis topics focuses on the analysis and make the design of a system of intelligent traffic lights to control vehicular traffic based on Arduino technology, such technology is focused to the general public for everyday life in the city. This research by its characteristics is considered descriptive and projective simultaneously. The methodology for system development is based on the Arduino microcontroller by means of digital image processing in Matlab programmed smart algorithms for decision-making in the area of control of vehicular traffic. In the development of intelligent traffic light analysis technology with Arduino mention in Microcontrolador why choose Arduino before the different existing technologies such as PLC, PIC microcontroller and Raspberry pi is. In developing the system it consists of cameras acquire images and sends images to the digital image processing using software called Matlab density of vehicular traffic is determined and the Microcontrolador change the duration of the green light given for each road according to the number of existing vehicles on the track of the transit.

Keywords: Traffic light, control, Arduino, analisis.

INTRODUCCIÓN

El transporte por carretera es uno de los modos más primitivos de transporte. Hoy en día, el aumento constante del número de vehículos circulando dentro de la ciudad, y por eso el uso desmesurado de la carretera está aumentando exponencialmente cada día. Debido a esta razón, la congestión del tráfico en las zonas urbanas se está convirtiendo en un problema inevitable en estos tiempos. La administración ineficiente del tráfico provoca el desperdicio de tiempo muy valioso, la contaminación, el desperdicio de combustible, el costo de transporte y el estrés de los conductores, etc. En esta investigación trata acerca del análisis y diseño de un sistema de control eficiente de la densidad de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes utilizando el Microcontrolador Arduino por medio de cámaras de video para la visión artificial y así tener un tráfico fluido en las intersecciones de las calles.

El proyecto se compone de cuatro capítulos, los que se describen a continuación:

En el capítulo I se muestra el planteamiento del problema de la investigación, formulación, justificación y objetivos. Se formula la hipótesis que se intenta demostrar y las limitaciones de la investigación.

En el capítulo II se presentan los antecedentes de la investigación, se presenta el marco teórico necesarios para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo III se describe el tipo de la investigación realizadas para el desarrollo del proyecto, como fueron procesados y analizados los datos, el ámbito del estudio, la metodología del desarrollo del sistema.

En el capítulo IV se presenta el análisis y desarrollo del sistema para el problema planteado, se describe la estructura y funcionalidad del sistema.

Y por último se dan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y webgrafía a las cuales se recurrió para realizar las consultas durante el desarrollo del presente proyecto de Tesis.





1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El tráfico de vehículos está aumentando continuamente en todo el mundo. La congestión resultante se ha convertido en una preocupación importante para los especialistas en transporte y la toma de decisiones. Los métodos existentes para la gestión del tráfico, la vigilancia y el control no son suficientemente eficientes en términos de rendimiento, coste, mantenimiento y apoyo. La densidad del tráfico en las carreteras en las grandes ciudades tiene hoy en día llegar a ser tan alta que requiere una gran cantidad de planificación para el mejor flujo de tráfico en las carreteras. Normalmente los semáforos están instalados en casi todos los principales cruces de tráfico en las ciudades. Los semáforos normalmente ayudan mucho en la gestión del tráfico fluya pero el patrón de cambio de los semáforos convencionales es una estática tarea repetitiva que no toma en cuenta el tiempo real de la intensidad de tráfico, por lo tanto, se hace necesario el uso de sistemas de control eficientes que permitan tener la máxima fluidez de tráfico vehicular.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El actual creciente número de vehículos circulando por las calles y debido al trabajo ineficiente de los semáforos convencionales, hacen necesarios nuevos sistemas de control de tráfico vehicular para una mayor fluidez en el tránsito de automóviles.

Teóricamente este proyecto está desarrollado en hardware programado bajo lenguaje de alto nivel compilado, usando la tecnología de Microcontrolador Arduino y visión artificial.

Metodológicamente este proyecto sirve para futuros investigadores que quieran mejorar el diseño de este trabajo de investigación o tomarlo de guía para su uso en otras áreas de control.

La realización de este proyecto se justifica de manera social en el hecho de que un semáforo siempre es necesario en la ciudad ya que existe gran cantidad de vehículos en circulación lo que produce una congestión en las principales vías de intersección.

La ingeniería en computación resuelve el problema de sincronización y nos trae un beneficio muy importante como lo es el uso de microcontroladores con algoritmos de programación en hardware.

Las soluciones específicas dadas por la ingeniería en computación son el empleo de algoritmos y sistemas electrónicos que nos permiten el uso de herramientas que nos ayudaran a monitorear adecuadamente el flujo del tráfico vehicular por las distintas vías de las ciudades.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar y diseñar un sistema de control de tráfico vehicular utilizando semáforos inteligentes con Tecnología Arduino.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar un sistema de control de tráfico vehicular utilizando semáforos inteligentes.

Diseñar el sistema de control de tráfico vehicular para la semaforización inteligente con tecnología Arduino.





2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En los últimos años se le ha dado más importancia al estudio del semáforo inteligente de entre ellas se puede mencionar los siguientes:

Gabriela Mercedes Mafla Medina & Aldiniver José Ortiz Espinosa.

(2014). Estudio de los algoritmos de reconocimiento de patrones para la automatización de un semáforo inteligente mediante FPGAS. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Martin Sarabia Aquino. (2012). Paralelización de filtros de correlación para detección de objetos con Matlab. Universidad de colima. Colima.

Pablo Augusto Cobeñas Silva. (2012). Sistemas de contención vehicular. Pontificia universidad católica del Perú. Lima, Peru.

Rafael José Morales Linares & Juan José González Sánchez. (2013). Control del tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Venezuela.

Sergio Renato de Jesus Melean. (2012). Diseño de un tablero simulador y de un controlador semáforo. Universidad Simon Bolívar. Sartenejas, Venezuela.

2.2 SUSTENTO TEORICO

2.2.1 SEMÁFORO

Los semáforos, también conocido técnicamente como señales de control de tráfico, son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales y otros lugares para regular el tráfico, y por ende, el tránsito peatonal.



Ilustración 1: El semáforo

Fuente: Elaborado por el investigador.

2.2.1.1 SEMÁFORO INTELIGENTE

Semáforos inteligentes o señales de tráfico inteligentes son por la definición dada por los desarrolladores de un proyecto piloto en Pittsburgh "Un nuevo sistema que combina la tecnología existente con la inteligencia artificial para crear luces que realmente piensan por sí mismos". También conocido como semáforos inteligentes y semáforos avanzadas Este sistema difiere del sistema de semáforos tradicionales que son avanzados dispositivos de

señalización situadas en los pasos de peatones, intersecciones de carreteras y otros lugares para controlar el flujo de tráfico. Son, en esencia, las señales que utilizan una bobina de inducción enterrado para detectar la presencia de señales que se adaptan a la información que se recibe de un ordenador central acerca de la posición, velocidad y dirección de los vehículos. El proyecto piloto en Pittsburgh puede ser el primer paso en su producción a través de los Estados Unidos de América.

2.2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SEMÁFOROS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO VEHICULAR

- a). Semáforos pre-sincronizados o de tiempos predeterminados.
- b). Semáforos accionados o activados por el tráfico (dependientes del tránsito).

En razón del número de vehículos que llegan el semáforo decide si debe o no cambiar la señal visual, cambiar la luz.

Totalmente accionados. Disponen de medios para ser accionados por el tráfico en todos los accesos de la intersección parcialmente accionados. Disponen de medios para ser accionados por el tránsito en uno o más accesos de la intersección, pero no en todos.

- c). Semáforos con control centralizado.

Semáforo recibe órdenes de una computadora que recibe información del tráfico por medio de sensores y decide que acción debe tomar.

2.2.2 HORA PUNTA

Periodo de tiempo en el que se produce congestión vehicular en las avenidas principales debido a su gran demanda por el ingreso o retiro laboral de trabajadores. Puede ocurrir en cualquier momento del día, en las mañanas, en las tardes, en la noche, etc. Durante la hora punta se producen atascos, congestiones, caos y desorden vehicular.

2.2.3 TÉRMINOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO

A continuación se describen los términos básicos acerca del cálculo de tiempo de los semáforos.

2.2.3.1 INDICACIÓN DE SEÑAL

Es el encendido de una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo.

2.2.3.2 CICLO O LONGITUD DE CICLO

Tiempo necesario para que el semáforo efectúe una secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo.

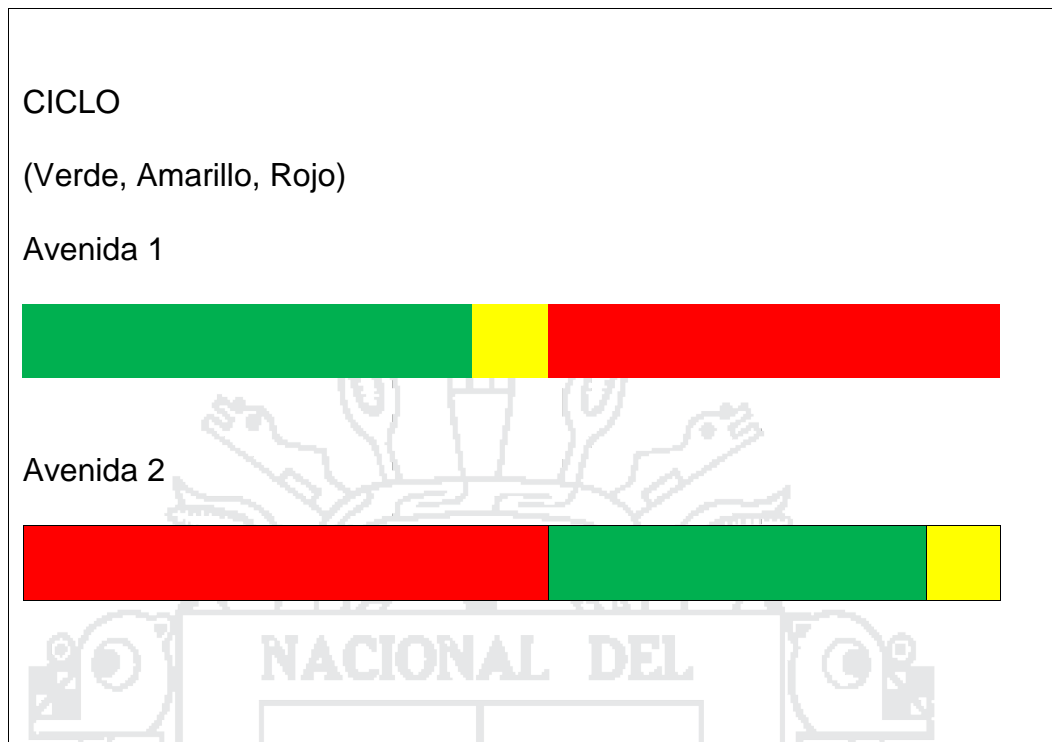


Tabla 1: Tiempo de secuencia del semáforo

Fuente: Elaborado por el investigador.

2.2.4 CONGESTIÓN VEHICULAR

La congestión vehicular o vial se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atascamientos. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

Las consecuencias de las congestiones vehiculares denotan en accidentes, a pesar que los automóviles no pueden circular a gran velocidad, ya que el automovilista pierde la calma al encontrarse estático por mucho tiempo en un lugar de la vía. Esto también deriva en violencia vial, por

otro lado reduce la gravedad de los accidentes ya que los vehículos no se desplazan a una velocidad importante para ser víctima de daños o lesiones de mayor gravedad. También, los vehículos pierden innecesariamente combustible debido a que se está inactivo por mucho tiempo en un mismo lugar, sin avanzar en el trayecto de un punto a otro.



Ilustración 2: Congestión vehicular

Fuente: como mejorar la movilidad en Quito, extraído

de: <https://smartquito.wordpress.com/2014/05/16/como-mejorar-la-movilidad-en-quito/>

2.2.4.1 CAUSAS

La congestión del tráfico se produce cuando el volumen de tráfico o de la distribución normal del transporte genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las carreteras. Hay una serie de circunstancias específicas que causan o agravan la congestión, la mayoría de ellos reducen la capacidad de una carretera en un punto determinado o durante un determinado periodo, o aumentar el número de vehículos necesarios para un determinado caudal de

personas o mercancías. En muchas ciudades altamente pobladas la congestión vehicular es recurrente, y se atribuye a la gran demanda del tráfico, la mayoría del resto se atribuye a incidentes de tránsito, obras viales y eventos climáticos. La velocidad y el flujo también pueden afectar la capacidad de la red, aunque la relación es compleja. Es difícil predecir en qué condiciones un "atasco" sucede, pues puede ocurrir de repente. Se ha constatado que los incidentes (tales como accidentes o incluso un solo coche frenado en gran medida en un buen flujo anteriormente) pueden causar repercusiones (un fallo en cascada), que luego se difunde y crear un atasco de tráfico sostenido, cuando, de otro modo, el flujo normal puede haber continuado durante algún tiempo más.

2.2.4.2 EFECTOS NEGATIVOS

La congestión del tráfico tiene una serie de efectos negativos, en las que podemos mencionar los siguientes:

- J) Pérdida del tiempo de los conductores y pasajeros y esto genera como una actividad no productiva para la mayoría de la gente,
- J) Retrasos, lo cual puede resultar en la hora atrasada de llegada para el empleo, las reuniones, y la educación, lo que al final resulta en pérdida de negocio, medidas disciplinarias u otras pérdidas personales. Lo cual implica muchas veces pérdida de horas de sueño para poder llegar a tiempo y ello pudiera repercutir negativamente en la salud física y/o mental.
- J) Incapacidad para predecir con exactitud el tiempo de viaje, lo que lleva a los conductores la asignación de más tiempo para viajar "por si acaso", y menos tiempo en actividades productivas.

- J) Desperdicio de combustible, aumenta la contaminación en el aire y las emisiones de dióxido de carbono (que puede contribuir al calentamiento global), debido al aumento de ralentización, aceleración y frenado. Aumento del uso de combustibles, en teoría, también puede causar un aumento de los costes de combustible.
- J) El desgaste de los vehículos como consecuencia de la ralentización en el tráfico y la frecuencia de aceleración y frenado, lo que hace más frecuentes que se produzca reparaciones y reemplazos.
- J) Automovilistas frustrados, el fomento de la ira de carretera y la reducción de la salud de los automovilistas.
- J) Emergencias: si se bloquea el tráfico esto podría interferir con el paso de los vehículos de emergencia para viajar a sus destinos en los que se necesitan con urgencia.
- J) Efecto de la congestión de las arterias principales de las carreteras secundarias y calles como rutas alternativas que pueden afectar barrios, comunidades y los precios de bienes raíces.

2.2.5 TECNOLOGÍA LED

LED son las siglas de Light Emitting Diode (diodo emisor de luz). El diodo es un pequeño dispositivo recubierto de plástico, que lleva un hilo semiconductor dentro y que al aplicarle corriente eléctrica, emite luz de un color predeterminado.

La tecnología LED fue descubierta en los años veinte del siglo pasado por el ruso OlegLósev. En los años cincuenta, con los trabajos de Nick

Holonyak, comenzó a generalizarse en indicadores de encendido o apagado en sus colores verde y rojo. Posteriormente, una de las variantes, el diodo infrarrojo empezó a usarse en mandos de distancia de televisores.

Las ventajas del sistema LED son:

- a. Carece de toxicidad.
- b. Mayor durabilidad, cincuenta veces más que una bombilla normal.
- c. Menor gasto energético.

2.2.6 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Los métodos y técnicas modernas de procesamiento de imágenes permiten la extracción de información en su representación digital de las propiedades, fenómenos naturales y artificiales.

Por otra parte las facilidades de nuestra época que nos permiten adquirir, almacenar, transmitir y compartir imágenes en formatos digitales, hacen que su uso sea cada vez mayor. Es por lo anterior, que es importante abrir una brecha en el área de generación del conocimiento en los conceptos y aplicaciones fundamentales del procesamiento digital de imágenes.

2.2.6.1 CONCEPTO DE IMAGEN

En Gonzalez y Woods (2002) se define una imagen como una función de dos dimensiones $I(x, y)$, donde (x, y) son espaciales y definen las coordenadas de un plano. La amplitud de I , para cualquier par (x, y) , es llamada intensidad o nivel de gris de la imagen en ese punto. Cuando (x, y) y la intensidad tienden al infinito se toman valores discretos, y a esto se llama imagen o imagen digital. A cada elemento identificado por el grupo (x, y) se le da el nombre de pixel y

corresponde a la unidad mínima que integra a la imagen. A cada pixel se le asocia un número que representan el valor del brillo promedio, un número pequeño representa luminosidad baja y un número elevado, una luminosidad alta (Gonzalez y Woods, 2002).

En la actualidad se ha logrado integrar más detalles en las imágenes, de tal forma que una imagen puede contener más de un espectro. La Figura 15 muestra los 3 espectros que integran una imagen a color en RGB. Para cada pixel se registran los niveles correspondientes a la intensidad lumínica de cada color: rojo, verde y azul (que son los que definen el espectro RGB por sus siglas en inglés).

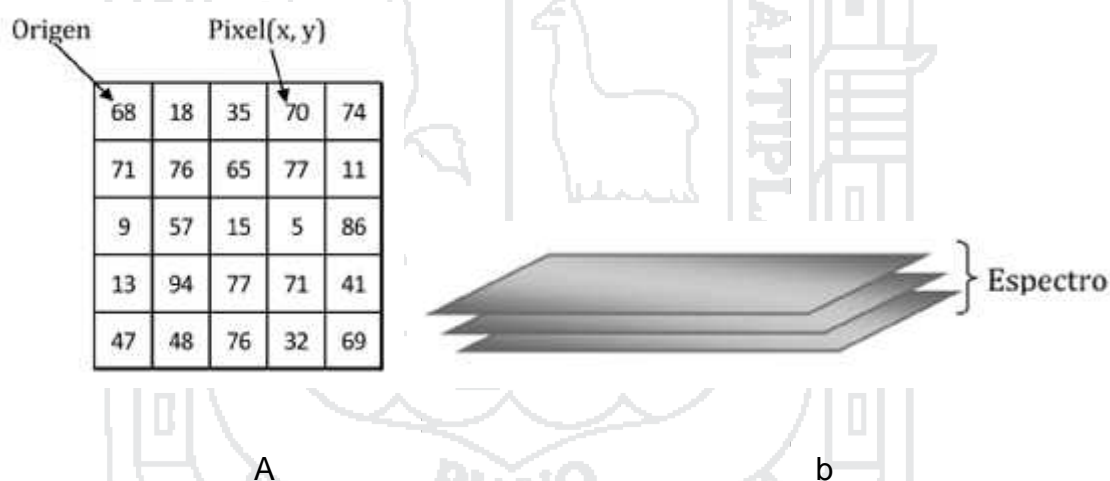


Ilustración 3: (a) Estructura de una imagen digital; (b) Imagen digital con tres espectros fuente

Fuente: Elaborado por el Investigador.

2.2.7 VISION ARTIFICIAL

La visión por computador es el campo de la Inteligencia Artificial que estudia los sistemas dotados con la capacidad de ver el entorno que les rodea.

Este campo es muy extenso y abarca desde las técnicas generales hasta las más especializadas, cubriendo una gran gama de aplicaciones, que incluyen el reconocimiento de caracteres, la interpretación de fotografías, la identificación de huellas dactilares y el control de robots.

Aunque la visión es una actividad que aparentemente no supone ningún esfuerzo para los humanos, para las máquinas supone un problema muy complejo. Las mayores dificultades surgen cuando los sistemas tienen que operar en condiciones de iluminaciones variables y no controladas, con sombras, o tienen que tratar con objetos complejos y difíciles de describir, y con objetos ocultos, como ocurre en las escenas de interiores y en escenas con objetos no rígidos.

Algunos de estos problemas se pueden reducir si tratamos con entornos artificiales como el interior de los edificios, y, por consiguiente, la visión por computador ha sido aplicada en dichos entornos con un mayor éxito.

El primer paso en la visión por computador es la creación de una imagen de la escena en una matriz de dispositivos fotosensibles, como, por ejemplo, las fotocélulas de una cámara de TV. La cámara forma la imagen a través de una lente que produce una proyección en perspectiva de la escena que está dentro del campo visual de la cámara. Las fotocélulas convierten la imagen en una matriz de valores de intensidad que depende del tiempo, $I(x, y, t)$, donde x e y indican la localización de la fotocélula en la matriz, y t indica el tiempo en el que la imagen ha sido formada (cuando tratamos con imágenes en color se forman tres de estas imágenes – una por

cada una de los colores primarios). Por tanto, los agentes reactivos basados en visión deben procesar esta matriz para crear una representación icónica del entorno que les rodea, o un conjunto de características a partir de las cuales pueden calcular la acción que deben tomar.

El tipo de información que se extrae de las imágenes depende del propósito y de las tareas del agente. Para navegar de forma segura por un entorno desordenado, un agente necesitará conocer la localización de los objetos, sus bordes, las puertas y las propiedades de la superficie sobre la que se define su trayectoria.

Para manipular objetos necesitará saber la localización de los objetos, tamaños, formas, composición y texturas. Para otros propósitos, puede ser necesario conocer su color y ser capaz de reconocerlos como elementos de una determinada clase. Basándonos en cómo varía esta información en un determinado intervalo de tiempo, un agente podría requerir la capacidad de predecir posibles cambios futuros. La extracción de esta información a partir de una o más imágenes es una labor compleja.

2.2.8 IMAGEN DIGITAL

Una imagen digital es aquella imagen que se captura por un medio electrónico y se representa por un número finito de elementos denominados píxeles, donde cada uno de ellos tiene una ubicación particular y un valor específico.

El término Píxel es la abreviatura de la expresión inglesa Picture Element o Elemento de Imagen, y es la unidad más pequeña que

encontraremos en las imágenes compuestas por mapa de bits. En realidad cada píxel se compone de tres registros de color azul, rojo y verde, mediante la combinación de cierta cantidad de cada uno de estos registros de color el píxel adopta un color particular.

2.2.9 ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

Para la adquisición de imágenes en tiempo real se utilizan cámaras de video, las cuales tienen la tarea de convertir las ondas de luz en señales eléctricas, o en su correspondiente formato de video.

Matlab trabaja con un sinnúmero de cámaras para la adquisición de imágenes, entre ellas están las cámaras de video, webcams, microscópicas, escáneres entre otras, las mismas que se clasifican en dos grupos, las cámaras analógicas y las digitales.

El proceso para adquirir una imagen digital es similar al sistema humano de visión:

-) La imagen es adquirida por la cámara.
-) La imagen adquirida es convertida de analógica a digital, para que pueda ser procesada.
-) La imagen digital es utilizada como dato de entrada, para que posteriormente a través de un computador y dependiendo del programa de aplicación que se haya diseñado, el mismo se encargará de realizar los cálculos correspondientes.

2.2.10 DIGITALIZACIÓN DE IMÁGENES

Es el proceso de transformación de una imagen analógica a una imagen digital.

Cuando se digitaliza una imagen bidimensional, ésta queda formada por un conjunto de elementos básicos llamados píxeles. Cada píxel contiene cierta información sobre una región elemental de la imagen, como el color o brillo, y la posición. En imágenes en blanco y negro esta información es el brillo. En imágenes a color, la información corresponde a la intensidad de cada una de las componentes de un modelo de color como: RGB, CMYK, HSI, etc.

Para la digitalización de una imagen se realizan dos procesos:

-) Muestreo.
-) Cuantización.

2.2.10.1 MUESTREO

En este proceso se obtiene la imagen, cuando un dispositivo de captura muestrea la imagen fotográfica, divide la imagen en píxeles, y se muestrea en una matriz con m filas y n columnas. El muestreo se utiliza para determinar el tamaño del píxel y el valor del brillo que se le dará a la imagen.

En las siguientes figuras se puede observar ejemplos de muestreos.



Ilustración 4: Imagen de alta y baja resolución

Fuente: Resolución de imágenes, extraído de: <http://gs.ivn.cl/dynamic/ficha/331>

2.2.10.2 CUANTIZACIÓN

En este proceso se asignan los valores a los elementos de la matriz. Cada uno de los valores asignados representa al valor de la variable física en ese punto. En la representación visual se asume un rango de valores y el valor más pequeño de dicho rango corresponde a un nivel de gris negro y el valor más grande al nivel de gris blanco.

2.2.11 PROPIEDADES DE UNA IMAGEN DIGITAL

Una imagen digital tiene tres propiedades básicas:

-) **Resolución:** en esta propiedad se representa el número de filas y el número de columnas de píxeles que contiene la imagen.
-) **Definición:** muestra el grado de nitidez que se puede observar en una imagen. Esta propiedad está relacionado con el número de bits

usados para codificar el valor de un píxel. Para un bit de profundidad n , un píxel puede tomar 2^n valores diferentes.

) **Número de Planos:** es el número de matrices o de arreglos de píxeles por los que se encuentra formada la imagen. Las imágenes que se encuentran en una escala de grises se componen por un solo plano, en cambio una imagen a color se compone por tres planos.

2.2.12 PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

El procesamiento digital de imágenes consiste en la aplicación de varias operaciones de filtrado sobre un conjunto de datos de imagen, para reducir el ruido, remarcar los bordes y encontrar regiones dentro de la imagen, facilitando su interpretación.

Algunas de las operaciones utilizadas en el procesamiento de imágenes son reconocimiento de patrones, codificación, extracción de características, entre otras. Dichas operaciones se expresan generalmente en forma algorítmica, esto quiere decir implementado un software, aunque en algunas ocasiones debido a la velocidad que se requiere en algunas aplicaciones es necesario utilizar un hardware especializado.

Las operaciones que se realizan en el procesamiento de imágenes y que tienen como resultado otra imagen se pueden clasificar en tres grupos:

Operaciones puntuales: la operación sobre un píxel de la imagen de salida se realiza sin tener en cuenta los píxeles vecinos.

Operaciones locales: la operación para obtener un pixel en la imagen de salida tiene en cuenta tanto el pixel correspondiente en la imagen de entrada como una cantidad arbitraria de vecinos de éste.

Operaciones globales: la operación para obtener un pixel en la imagen de salida tiene en cuenta tanto el pixel correspondiente en la imagen de entrada así como todos los demás píxeles en la imagen original.

2.2.13 ANÁLISIS DE IMÁGENES

El análisis de imágenes extrae información necesaria sobre el contenido de una imagen o de objetos dentro de la misma.

Combina técnicas que describen la distribución de la intensidad de los píxeles en la imagen, con el fin de determinar cuántos píxeles existen para cada valor de la escala de grises, y de esta manera comprender el contenido de la imagen y así poder decidir el tipo de herramienta de inspección a usar en una determinada aplicación.

Para realizar el análisis de imágenes se utiliza ciertas funciones como:

-) Histograma.
-) Perfiles de línea.
-) Medición de intensidades.

2.2.14 SEGMENTACIÓN

Segmentar una imagen es dividir la misma en regiones u objetos de interés. Para la segmentación de una imagen se pueden tomar en cuenta

varias características como la textura, la dirección de los bordes, los tonos de gris, la magnitud del gradiente, entre otras.

La operación de segmentación tiene como objetivo identificar si un píxel pertenece, o no, al objeto de estudio, para posteriormente producir una imagen binaria.

Existen algoritmos para la segmentación de imágenes, éstos se basan en algunas propiedades como:

-) Discontinuidad: dividir la imagen en base a los cambios de intensidad.
-) Similitud: dividir la imagen en regiones u objetos que sean similares en base a criterios previamente definidos.
-) Conectividad: de los píxeles que conforman la imagen.

2.2.15 DESCRIPTORES

Un descriptor de una imagen es una manera de representar a una imagen por sus características, con fines de almacenamiento y recuperación.

2.2.16 MÉTODOS DE DESCRIPCIÓN

Existen varios métodos para describir los objetos presentes en una imagen digital. Los más comunes son:

a) DESCRIPTORES DE FORMA

I. Los descriptores de forma parten de una información binaria de pertenencia de un píxel al objeto. Dentro de estos podemos distinguir los siguientes:

A. Descriptores de Contorno: se encargan de la información binaria de pertenencia al contorno.

B. Descriptores de Región: se encargan de la información binaria de pertenencia al interior del objeto, no sólo con los del contorno.

b) DESCRIPTORES DE TEXTURA

I. Niveles de gris: aquellos que parten del histograma del objeto.

II. Distribución espacial de niveles: aquellos que parten de información de distribución espacial del nivel de gris.

2.2.17 ILUMINACIÓN

La parte más crítica para un sistema de visión es la iluminación. Una iluminación adecuada facilita la identificación del objeto de interés, resalta sus características, disminuye la complejidad de la imagen y mejora el tiempo de respuesta del procesamiento digital.

Las cámaras tienen como objetivo capturar la luz reflejada de los objetos. En aplicaciones de visión la iluminación tiene como propósito controlar la forma en que la cámara va a ver el objeto.

Existen diferentes tipos de fuente de luz entre los principales tenemos:

-) Lámparas de Tungsteno.
-) Lámparas fluorescentes.
-) Halógenos.
-) Diodos emisores de luz.
-) Láser.

2.2.18 CÁMARA

La función de la cámara en un sistema de visión artificial es adquirir la imagen proyectada por el sensor para posteriormente transferirla a un sistema electrónico.

Debido a su rápida evolución las cámaras se clasifican de acuerdo al tipo de sensor que utilizan. Estos pueden ser CCD (Charge Coupled Device o Dispositivo de carga acoplada) y CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor o Semiconductor complementario de óxido metálico).

2.2.19 ARDUINO

Arduino (en EEUU, Genuino a nivel internacional) es una compañía de hardware libre, y comunidad tecnológica, que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware y software compuesta respectivamente por circuitos impresos que integran un microcontrolador, y un entorno de desarrollo (IDE) en donde se programa cada placa. Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios. Toda la plataforma, tanto para sus componentes de hardware como de software son liberados bajo licencia de código abierto que permite libertad de acceso a los mismos.

El hardware consiste en una placa de circuito impreso con un microcontrolador, usualmente Atmel AVR, puertos digitales y analógicos de entrada/salida, los cuales pueden conectarse a placas de expansión (shields) que amplían las características de funcionamiento de la placa Arduino.

Asimismo posee un puerto de conexión USB desde donde se puede alimentar la placa y establecer comunicación serial con el computador.



Ilustración 5: El Arduino

Fuente: Curso de robotica-programacion en Arduino, extraído de <http://thedoctoracademy.com/curso-robotica-programacion-arduino/>

2.2.20 RASPBERRY PI

La tarjeta Raspberry Pi 15 es una tarjeta compacta basada en el micro-controlador ARM1176JZF-S a 700MHz.

Incorpora un procesador gráfico (GPU) Video Core IV y 512MB de memoria RAM. No incluye disco duro, pero incorpora un zócalo para tarjetas SD para el almacenamiento permanente.

La fundación de Raspberry Pi da soporte para distribuciones con arquitectura ARM, Raspbian (derivada de Debian), Arch Linux ARM (derivado de Arch Linux) y Pidora (derivado de Fedora).

Además posee 1 entrada de vídeo, salidas de audio y vídeo, 8 GPIOs, puertos SPI, I 2 C y 1 UART.

El consumo energético es de unos 700mA y sus dimensiones de 85,60mmx53,98mm.

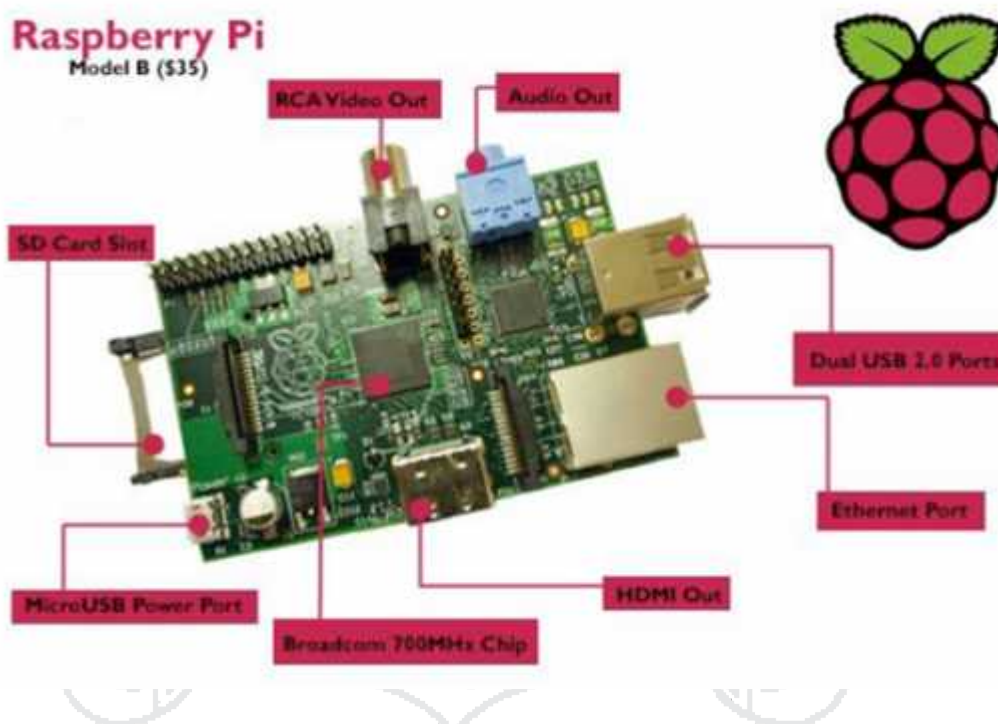


Ilustración 6: Módulo Raspberry pi

Fuente: Raspberry, extraído de: <http://www.raspberrypi.org/>

2.2.21 MICROCONTROLADOR PIC

Los PIC son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es microcontrolador PIC, aunque generalmente se utiliza como controlador de interfaz periférico. El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000. .

Siendo en general una buena CPU, ésta tenía malas prestaciones de entrada y salida, y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento del sistema quitando peso de entrada/salida a la CPU. El PIC utilizaba microcódigo simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador.

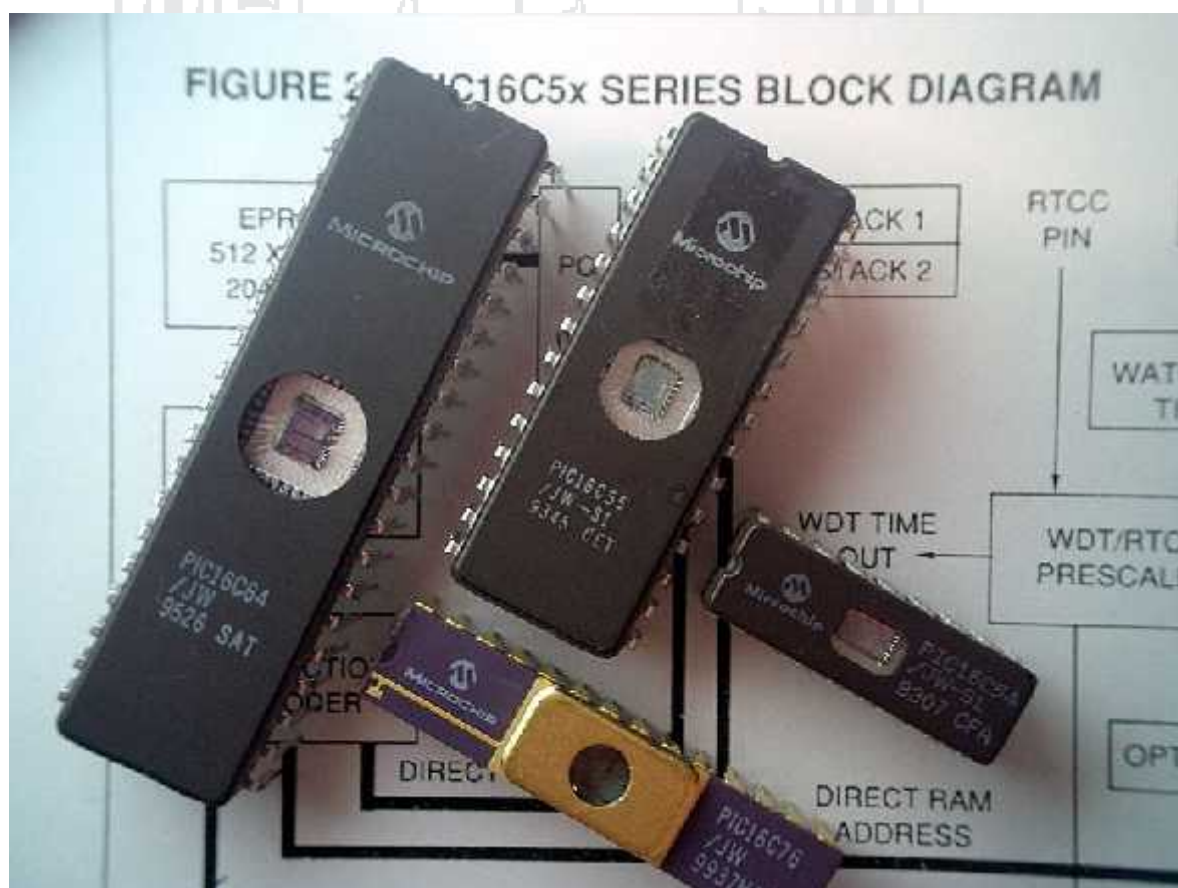


Ilustración 7: Micronrolador pic

Fuente: “micronrolador pic” – wikipedia.

2.2.22 GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICO

2.2.22.1 RAM

Random Access Memory

2.2.22.2 PIC

Peripheral Interface Controller

2.2.22.3 CPU

Unidad central de procesamiento de datos

2.2.22.4 ADQUISICIÓN DE DATOS

Es tomar un conjunto de muestras y digitalizarlas de manera que puedan ser procesadas por una computadora.

2.2.22.5 ALGORITMO

Es un conjunto de reglas definidas, ordenadas y finitas que permiten dar solución a un problema.

2.2.22.6 ARDUINO

Es una plataforma de hardware y software libre para el desarrollo de prototipos electrónicos.

2.2.22.7 CÁMARA

Dispositivo electrónico cuya función es capturar imágenes.

2.2.22.8 COMUNICACIÓN SERIAL

Es el proceso de envío de datos de un bit a la vez.

2.2.22.9 COMUNICACIÓN USB

Es una interfaz de entrada/salida para transmisión de datos y distribución de energía.

2.2.22.10 DRIVER

Es un programa que permite la interacción entre un sistema operativo con un periférico.

2.2.22.11 EFICIENCIA

Se refiere al margen de error que se obtiene al realizar un determinado estudio.

2.2.22.12 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Rama de la informática que pretende desarrollar programas que permitan exhibir un comportamiento inteligente.

2.2.22.13 INTERFAZ

Interfaz de usuario es el medio que permite a una persona comunicarse con una máquina.

2.2.22.14 MONITOREO

Es una evaluación continua de una acción en progreso.

2.2.22.15 PATRÓN

Es una descripción estructural o cuantitativa de un objeto o alguna entidad de interés.

2.2.22.16 SEGMENTACIÓN

Es el proceso de dividir una imagen digital en varias partes, con el objetivo de facilitar su análisis.

2.2.22.17 VISIÓN ARTIFICIAL

Es un conjunto de técnicas que permiten la adquisición, procesamiento y análisis de información obtenida a través de imágenes.

2.2.22.18 ZÓCALO

Es el soporte que un componente electrónico tiene para conectar otro sobre él, y lo realiza mediante pins o contactos.

2.2.22.19 INTERFAZ

Interfaz de usuario es el medio que permite a una persona comunicarse con una máquina.

2.2.22.20 COMUNICACIÓN SERIAL

Es el proceso de envío de datos de un bit a la vez.

2.2.22.21 VISIÓN ARTIFICIAL:

La visión artificial, también conocida como Visión por Computador del inglés "Computer Vision", es un sub-campo de la inteligencia artificial. El

propósito de la visión artificial es programar un computador para que "entienda" una escena o las características de una imagen.

2.2.22.22 INTERVALO

Cualquiera de diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.

2.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION

Mediante el análisis y diseño de un sistema de control de tráfico vehicular se pretende reducir la congestión vehicular permitiendo así un flujo de tránsito más fluido en horas punta, se podrá evitar el congestionamiento que genera malestar en los usuarios. Entre las mejoras tenemos:

-) Se logra la reducción del tráfico vehicular.
-) El diseño permitirá identificar las causas del problema de tráfico vehicular, así mismo brindar una posible solución para reducir el tráfico.
-) El diseño de este sistema de control de transporte permitirá que el flujo vehicular sea más fluido.

2.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Semáforos inteligentes con tecnología Arduino.

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Sistemas de control de tráfico vehicular.



3 DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACION

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

En la presente investigación es de propósito investigativo, analítico-experimental, la misma que contribuirá a ser experimentada.

Por la naturaleza del estudio la presente investigación es de propósito exploratoria y descriptiva debido a que se profundiza el análisis.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo de la investigación podemos encontrar las diferentes tecnologías para el funcionamiento del semáforo inteligente, de entre ellas podemos mencionar los siguientes:

-) Arduino.
-) PIC.
-) Raspberry pi.

3.3 ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación titulado: “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE TRAFICO VEHICULAR UTILIZANDO SEMAFOROS INTELIGENTES CON TECNOLOGÍA ARDUINO” Elaborado por el tesista Bach. Arnold Ronald Machaca Ninacansaya, se llevó a cabo en el domicilio del Investigador, en las calles principales de la ciudad de Puno y en los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicados en la Ciudad Universitaria, Puno, Perú.

Ubicación geográfica:

Latitud Sur : 15° 54'

Longitud Oeste : 70° 08'

Altitud : 3827 m.s.n.m.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACION

Se tomó en cuenta el modelo tradicional que ya tenían implementado para realizar un diseño de semáforos inteligentes para una mejora óptima de su funcionamiento, donde se utilizaron los siguientes recursos.

Método	Técnica	Instrumento
Descripción	Observación	Apuntes
Análisis de datos	Observación	Lectura y observación

Tabla 2: Técnica de recolección de datos

Fuente: Elaborado por el investigador.

Los materiales utilizados en este proyecto son:

Libros; material donde se obtuvo la información conceptual tanto digital como físico.

Manuales; material donde se obtuvo información sobre el funcionamiento de los softwares, tanto físico como digital.

Software; en general se usó los siguientes softwares.

) Matlab.

-) Microsoft office.
-) Arduino.

3.5 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Para el procesamiento y análisis de los datos del presente proyecto se utilizaron los siguientes recursos.

Método	Técnica	Instrumento
Simulación	Observación	Software
Observación	Observación	Lectura y observación

Tabla 3: Procesamiento y análisis de datos.

Fuente: Elaborado por el investigador.

3.6 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS, MATERIALES Y SERVICIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

3.6.1 HARDWARE

-) PC con procesador Intel Core I5, 4Gb de RAM, 1Gb de Video.
-) Placa de adquisición de video analógico y digital.
-) Unidades de almacenamiento USB, CD‘ S.
-) Cámara de video con comunicación con función de mando a distancia.
-) Microcontrolador Arduino.
-) Cámara de video.

3.6.2 SOFTWARE

-) Sistema Operativo Windows 7.
-) Matlab 2012.
-) Microsoft office 2012.

3.6.3 HERRAMIENTAS DE SERVICIO

-) Procesador de texto.
-) Herramienta de planificación.
-) Herramientas de diseño de diagramas.

3.6.4 MATERIALES DE ESCRITORIO

-) Papel continuo.
-) Papel A4 80g.
-) Otros.

3.6.5 SERVICIOS

-) Energía Eléctrica.
-) Acceso a Internet.

3.6.6 HARDWARE

-) PC Intel Core i5, Placa compatible, 4GB de tarjeta de video, 8Gb de RAM, Tarjeta de adquisición de video.
-) Cámara fotográfica de alta velocidad, con comunicación a PC.
-) Cable USB y HDMI.

3.6.7 SOFTWARE

-) SO Windows 7.
-) Drivers de cámara Fotográfica.

3.6.8 SERVICIOS

El lugar debe contar con servicio de Energía eléctrica.





4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TECNOLOGIAS

En cuanto a la tecnología de semaforización inteligente, existen diferentes formas de implementación de semáforos inteligentes, y esto puede ser desde una simple decisión del estado en que debe permanecer (luz verde o roja) de acuerdo al tránsito vehicular hasta una decisión de mayor jerarquía, como la de tomar una decisión a causa de un accidente, cambiar el flujo del tráfico, dar derecho de paso a un vehículo de emergencia, etc.

La toma de decisión de un semáforo depende mucho del tipo de la tecnología que se utiliza.

4.2 DETECCIÓN DE AUTOS BASADO EN PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

El procesamiento de imágenes es una forma de procesamiento de señal por el cual la entrada es una imagen, como una fotografía o fotograma de vídeo; la salida de procesamiento de imágenes puede ser una imagen o un conjunto de características o parámetros relacionados con la imagen. Más técnicas de procesamiento de imágenes implican tratar la imagen como una señal de dos dimensiones y aplicando técnicas de procesado de señal estándar al proceso de detección de auto realiza el procesamiento de las imágenes que es escogido de fotogramas de vídeo de la cámara. Equipo se utiliza para realizar por Matlab software de procesamiento de imágenes.

4.3 REQUISITOS DEL SISTEMA

Para este sistema se requieren estos hardware a implementarse, un ordenador Personal (controlador principal), cámara de video, Arduino, cables eléctricos y fuente de alimentación.

4.4 DIAGRAMA DE BLOQUES

A continuación se muestra el diagrama de bloques del hardware del proceso de semaforización inteligente.

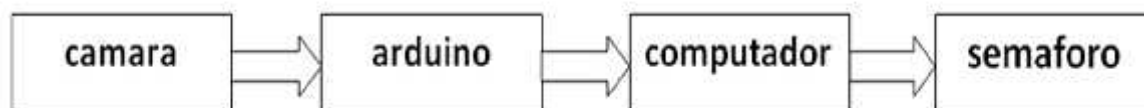


Ilustración 8: Diagrama de bloques

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.5 RENDIMIENTO DEL RASPHERRY PHI RESPECTO A LA PC

Raspberry Pi es una buena opción para varias aplicaciones de procesamiento de imágenes porque tiene muchas características tales como Compatibilidad con muchos dispositivos de cámara, control de cualquier dispositivos de hardware utilizando (GIOP), se puede conectar a internet por cable LAN o Wi-Fi, Puede controlar remotamente por una PC también se trabaja con sistema operativo Linux.

Por otra parte tiene algunas desventajas como la velocidad del procesador es lenta comparando con microprocesador de la PC, es solo de

800MHz. Este enlentecimiento en la velocidad no es conveniente para este proyecto porque hay una falta en el procesamiento y envío de los datos deseados para el microcontrolador.

Así que el equipo se utiliza para realizar procesamiento de imágenes por el software Matlab porque la velocidad de la computadora es lo suficientemente alta para aplicar el tratamiento de la imagen.

4.6 RENDIMIENTO DEL ARDUINO Y EL MICRONTROLADOR PIC

Arduino es una plataforma de computación física de código abierto basada en una simple placa de E/S y un entorno de desarrollo que implementa el procesamiento/lenguaje de cableado

El microcontrolador de PIC de microchip 16F877A de 8 bits procesador tiene 8K de espacio de programa y 33 líneas de E/S, 8 de los cuales son 10 bits analógicas al convertidor digital. Corre hasta 20MHz con cristal externo.

Arduino es elegido porque es más fácil en uso, más sencillo en programación, no es necesario un circuito de energía, es también más confiable

4.7 RENDIMIENTO DEL ARDUINO FRENTE AL PLC

El PLC (Controlador Lógico Programable) ha sido y sigue siendo el componente básico en el mundo de la automatización industrial. La aplicación industrial hizo que los sistemas PLC fueran muy costosos, tanto para comprar como para reparar, y también debido a las habilidades altamente específicas solicitadas a los diseñadores de software para extraer el máximo potencial de los controladores. Arduino es una especie de controlador programable

universal, aunque sólo es el “núcleo” y, en cualquier caso, se ha construido para aplicaciones generales; con un poco de hardware externo (esencialmente las interfaces capaces de transferir las señales de los sensores hacia los actuadores, reduciendo la EMI que puede dañar el microcontrolador) y un software adecuado puede, sin embargo, convertirse en algo muy similar a un PLC.

4.8 TABLA COMPARATIVA DE CLASES DE SEMAFORO

A continuación se muestra las ventajas del semáforo inteligente con respecto al semáforo tradicional.



SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA INTELIGENTE
<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="264 367 632 409">) Tiempo de espera fijo. <li data-bbox="264 443 676 846">) Funcionan en base a una secuencia, por lo cual las luces siempre se encuentran en funcionamiento sin tomar en cuenta el tráfico. <li data-bbox="264 880 743 992">) No realiza conteo ni detección de los autos. 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="772 367 1382 622">) Tiempo de espera variable, dependiendo el caso dicho tiempo se reduce, ya que este actúa en función de la cantidad de autos. <li data-bbox="772 656 1398 992">) Si no existe presencia de autos las luces siempre estarán en rojo, si se detecta presencia de autos el semáforo empieza a funcionar en base al tráfico existente. <li data-bbox="772 1025 1382 1361">) Detecta y realiza el conteo de los autos que transitan cada una de las vías, a través de esta información el sistema puede tomar decisiones para reducir el congestionamiento.

Tabla 4: Tabla comparativa de clases de semáforo

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.9 ESTRUCTURA GENERAL DE SISTEMA

En la figura siguiente se presentan los elementos que intervienen en el sistema de detección y procesamiento de imágenes de los autos y su flujo de proceso para su automatización del sistema de semáforos inteligentes con tecnología Arduino.

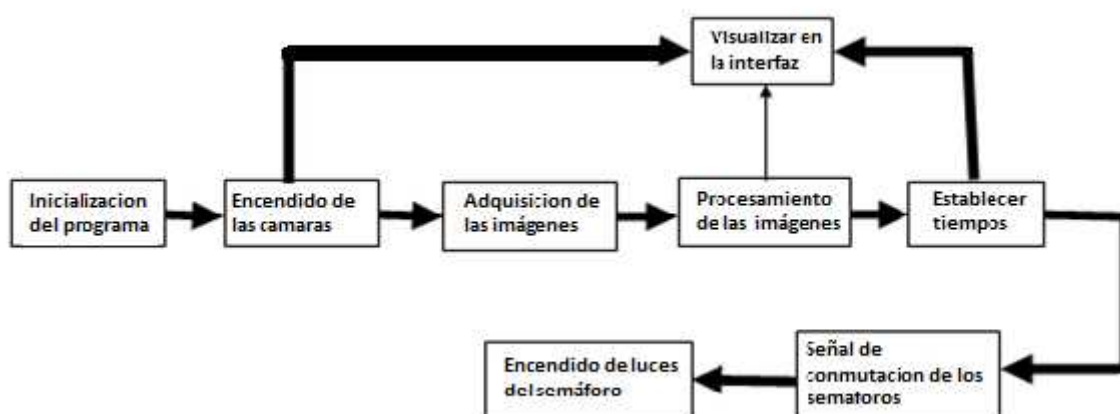


Ilustración 9: Diagrama de bloques del sistema de semáforo inteligente

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.10 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DEL SEMÁFORO INTELIGENTE

La imagen es capturada por una cámara de video colocada estratégicamente junto al semáforo. Es entonces transferido al ordenador mediante un cable de conexión. La adquisición de imágenes y su posterior procesamiento es realizado por utilizando MATLAB.

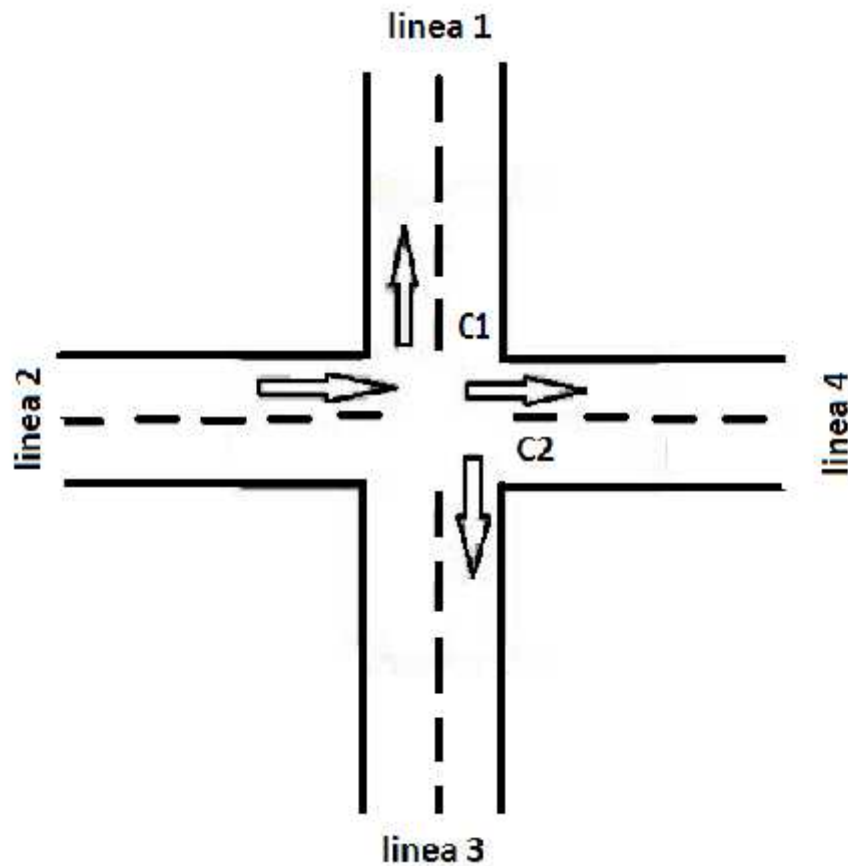


Ilustración 10: Ubicación de las cámaras don C1 y C2 son las cámaras

Fuente: Elaborado por el investigador.

Las cámaras de video tienen la capacidad de tomar imágenes de todos los autos de la vía. La imagen adquirida se convierte en una imagen de escala de grises para más procesamiento. La imagen de escala de grises es entonces convertido a una imagen binaria que contiene sólo dos colores, blanco y negro. Esta imagen se conoce como el Imagen umbral.

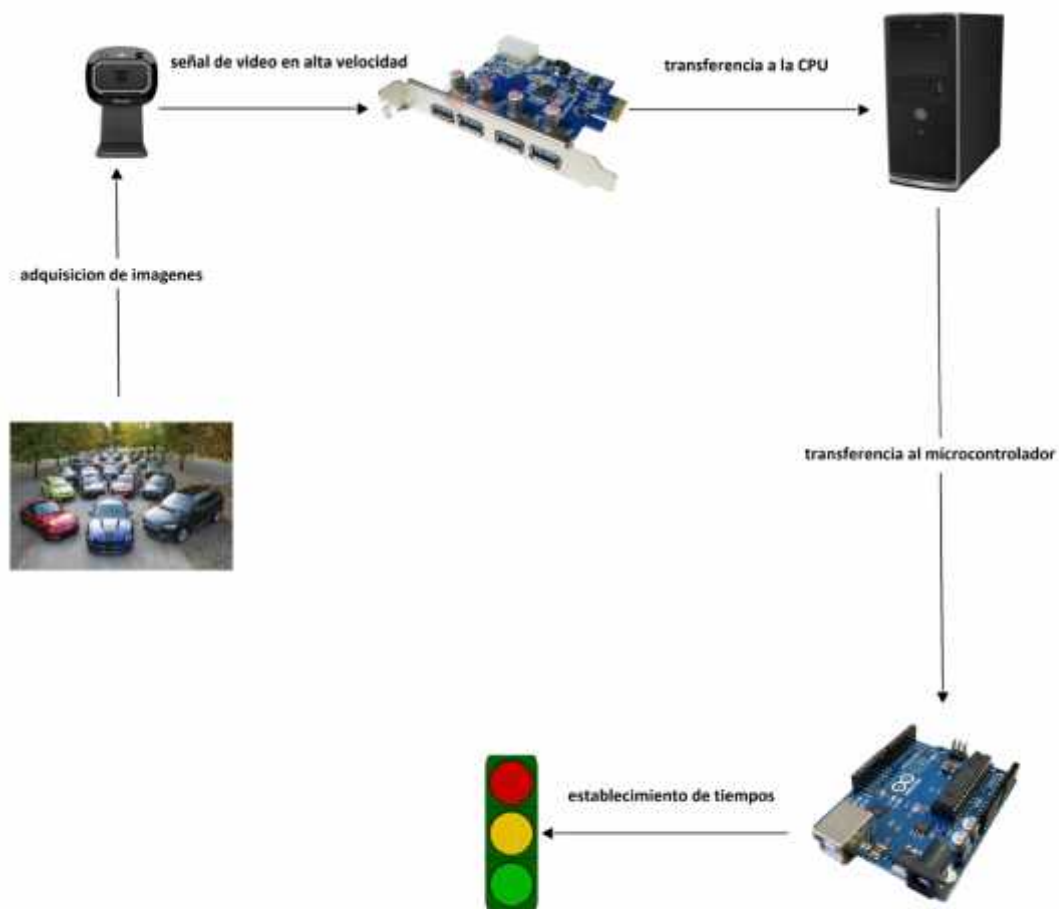


Ilustración 11: Diagrama estructural general final

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.11 ANÁLISIS DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

4.11.1 ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

En Matlab una imagen en formato de color RGB se representa por tres matrices bidimensionales, correspondientes a los planos R, G y B.

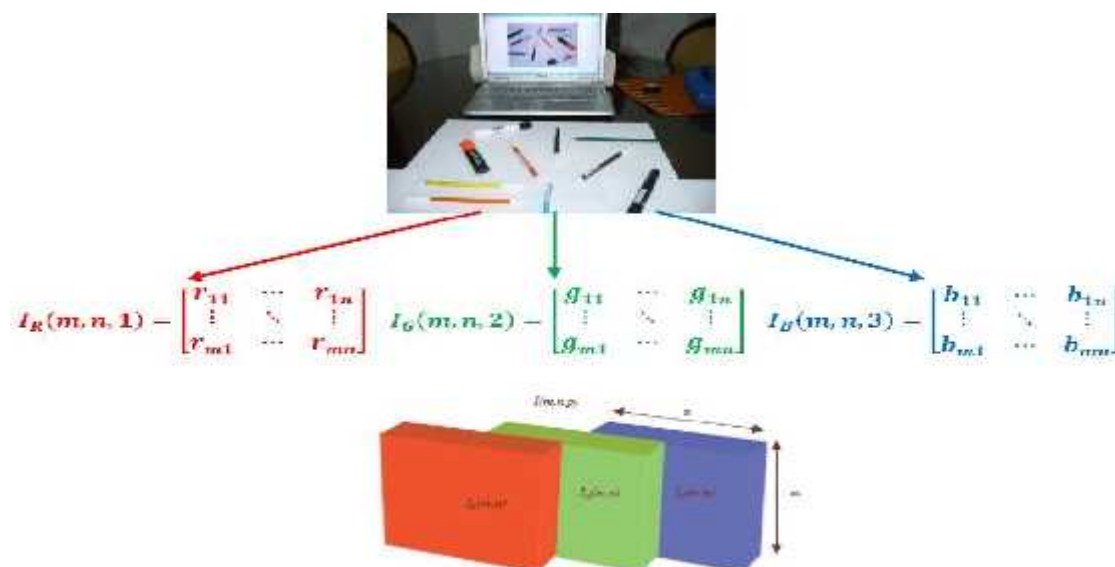


Ilustración 12. Representación matricial de una imagen RGB

Fuente: Tutorial de visión artificial usando Matlab orientado a Zigbee extraído de: <http://plataformaszigbee.blogspot.pe/2012/08/tutorial-de-vision-artificial-usando.html>

En la siguiente ilustración se muestra la imagen RGB tomada de un prototipo de vías de tráfico con vehículos.



Ilustración 13: adquisición de la imagen RGB

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.11.2 TRANSFORMACIÓN RGB A BINARIA

El código en Matlab `BW = im2bw (I, nivel)` convierte la imagen a la escala de grises que en una imagen binaria. La imagen de salida BW sustituye a todos los píxeles de la imagen de entrada con luminancia mayor que el nivel con el valor 1 (blanco) y sustituye a todos los otros píxeles con el valor 0 (negro).

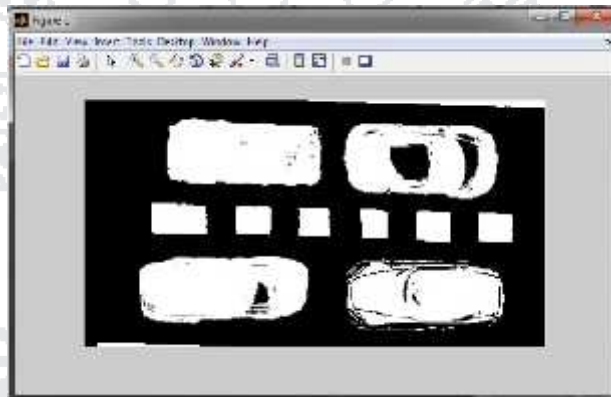


Ilustración 14: Transformación RGB a binario

Fuente: Elaborado por el Investigador.

4.11.3 RELLENO DE AGUJEROS

Con la función `imfill` de Matlab se puede utilizar para rellenar todos los agujeros,

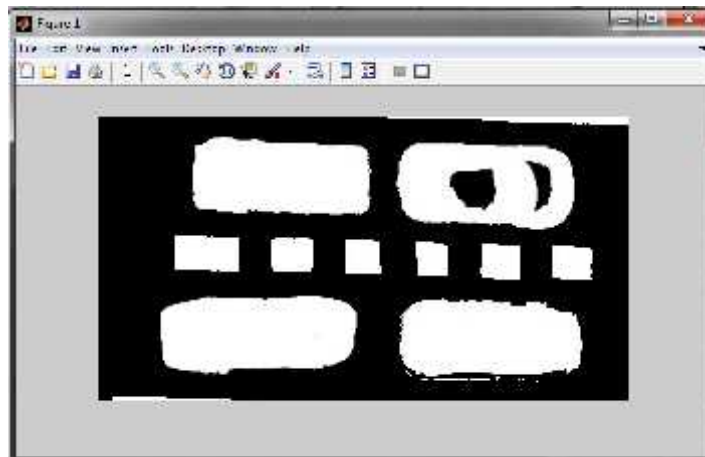


Ilustración 15: Relleno de agujeros

Fuente: Elaborado por el Investigador.

4.11.4 SEGMENTACIÓN CANNY

La detección de bordes método Canny se utiliza para la segmentación de imágenes y extracción de datos.

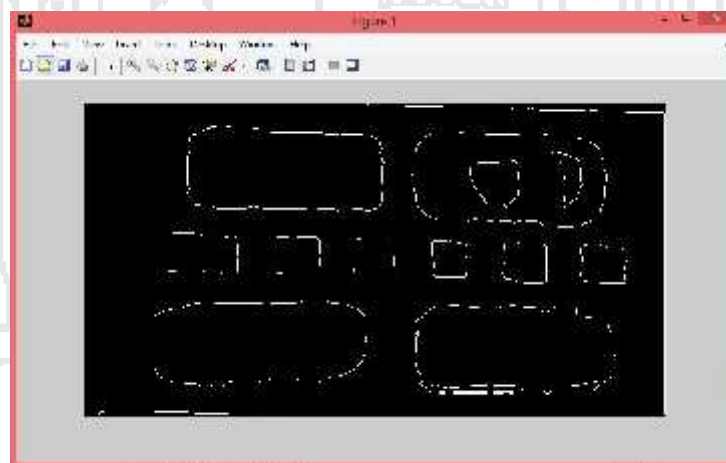


Ilustración 16: Segmentación Canny

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.11.5 DISCRIMINACIÓN POR ÁREAS

Se Realiza la discriminación de objetos con áreas menores a 1.5 cm

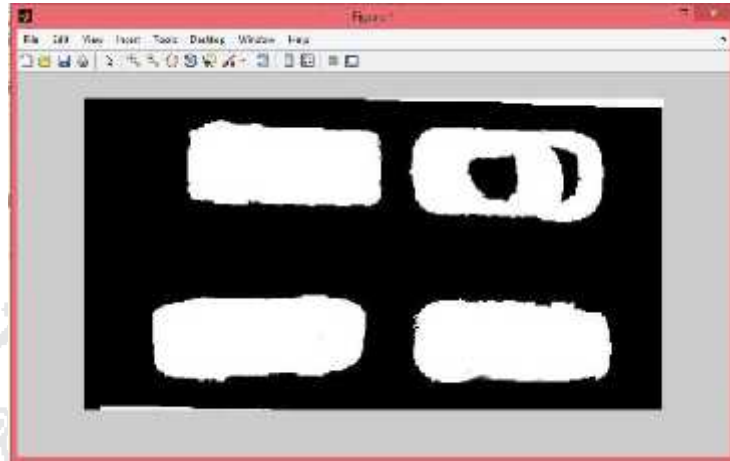


Ilustración 17: Discriminación por áreas

Fuente: Elaborado por el Investigador.

4.12 INTERFAZ DE USUARIO

La aplicación nos ofrece la función de ver la cantidad de autos presentes en la vía principal y secundaria, así también está la función de reiniciar, que reinicializa todo el programa.

A continuación se muestra la interfaz de usuario.

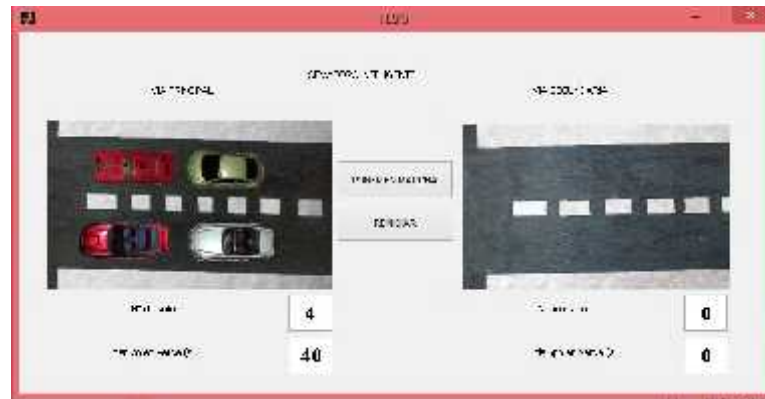


Ilustración 18: Diseño de la interfaz de usuario

Fuente: Elaborado por el investigador.



CONCLUSIONES

PRIMERO.-Con la utilización de los semáforos inteligentes, se solucionan los problemas de congestión, es posible controlar el tráfico de manera eficiente así como minimizar los riesgos de accidentes. Pero como la tasa de vehículos crece en forma masiva, es imposible dejar todo en manos de este tipo de tecnología, es necesario buscar otras alternativas que se combinen a los semáforos inteligentes.

SEGUNDO.-Con esta tecnología se pretende que los vehículos pasen el menor tiempo posible detenidos por los altos de los semáforos y lleguen a su destino con mayor rapidez y seguridad. De esta forma se podría regular de mejor manera el tráfico vehicular.

TERCERO.-Utilizar los semáforos inteligentes en sí no trae muchos inconvenientes, es decir, que es posible contar con dichos dispositivos, pero para aprovecharlos de la mejor manera es necesario contar con la infraestructura adecuada.

CUARTO.-Este sistema puede ser eficaz para combatir la creciente presión del tráfico en las intersecciones de las calles. Usar procesamiento de imágenes para estimar la densidad de vehículos en las carreteras y regula el tráfico a intervalos fijos de hora.

QUINTO.-Este sistema es eficiente y no requiere la instalación de maquinaria compleja para controlar la densidad del tráfico, este sistema no sólo salvará el tiempo consumido en espera en cruces de carreteras, sino también hará conservar una gran cantidad de recursos económicos.

RECOMENDACIONES

PRIMERO.-Modernizar el sistema semafórico actual por el sistema propuesto para mejorar la movilidad vehicular en las ciudades.

SEGUNDO.-mejorar y hacer pruebas durante el tráfico de la noche y trabajar con más profundidad la etapa del pre-procesamiento.

TERCERO.-Usar el presente proyecto de investigación como guía para trabajos e investigaciones posteriores.



BIBLIOGRAFÍA

1. Arduino. (marzo del 2016). obtenido de www.arduino.cc/en/
2. Bao Obregon, Danniella & Cerna Fukuzaki, Francisco. (2012). Diseño de un sistema de control de transporte inteligente para un tramo de la Av. Faucett. Universidad tecnológica del Peru, Peru.
3. Congestión vehicular. (abril del 2016). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Congesti%C3%B3n_vehicular
4. El semáforo. (mayo del 2016). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Sem%C3%A1foro>
5. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). Digital Image Processing: Prentice Hall.
6. Hernández Sampieri, Fernández Calos & Baptista. (2003). Metodología de la Investigación, editorial McGraw-Hill, Bogotá.
7. Marr, D. Vision. (1982). A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information.
8. Martin Sarabia Aquino. (2012). Paralelización de filtros de correlación para detección de objetos con Matlab. Universidad de colima. Colima, Mexico.
9. Microcontroladores Pic. (abril del 2016). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC
10. Nilsson, N. (2001). Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis. 1a.ed. Madrid,
11. Rafael Jose Morales Lima & Juan Jose Gonzales Sanchez. (2013). control de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes. Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela.
12. Raspberry. (abril del 2016). Obtenido de <http://www.raspberrypi.org/>

13. Tecnología Led (abril del 2016) obtenido de:

<http://www.lacomunidadpetrolera.com/2014/06/min-electricidad-adquirira-30-millones-de-bombillos-led-en-2014.html>



ANEXOS**ANEXO 01:****PROGRAMCION DEL BOTON PONER EN MARCHA**

global video1

global video2

global m

m=arduino('COM4');

m.pinMode(2,'output');

m.pinMode(3,'output');

m.pinMode(4,'output');

m.pinMode(5,'output');

m.pinMode(6,'output');

m.pinMode(7,'output');

handles.output=hObject;

axes(handles.axes1); axes(handles.axes2);

image1=videoinput('winvideo',2); image2=videoinput('winvideo',3);

captura1=image(zeros(500,1000,3),'Parent',handles.axes1);

captura2=image(zeros(500,1000,3),'Parent',handles.axes2);

preview(image1,imagen1); preview(image2,imagen2);


```
a=0;

while (a<10)

a=b+1;

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

b1=getsnapshot(video1); b2=getsnapshot(video2);

grab1=imcrop(a1,[200 170 900 250]);grab2=imcrop(a2,[150 0 900 100]);

capt1=grab1+30; capt2=grab2+30;

z1=im2bw(capt1);bw2=im2bw(capt2);

x1=im?ll(z1,'holes');x2=im?ll(z2,'holes');

dec1=edge(x1,'canny',0.4);bordes2=edge(x2,'canny',0.4);

p1=bordes1+x1;p2=bordes2+x2;

A1=bwareaopen(p1,1500);A2=bwareaopen(p2,1500);

[L1, N1]=bwlabel(A1);[L2, N2]=bwlabel(A2);

s=N1-1; t=N2;

set(handles.n1,'String',(s));set(handles.n2,'String',(t));

if(s==0);

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

set(handles.tv1,'String','10');

pause(10)
```

```
elseif(s==1||s==2)

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

set(handles.tv1,'String',('30'));

pause(30)

elseif(s==3||s==4)

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

set(handles.tv1,'String',('50'));

pause(50)

elseif(s==5||s==6)

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

set(handles.tv1,'String',('70'));

pause(70)else

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

set(handles.tv1,'String',('90'));

pause(90)

end

ift==0

m.digitalWrite(4,1);m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(6,0);

set(handles.tv1,'String',('10'));
```

```
pause(10)

else

m.digitalWrite(4,0); m.digitalWrite(5,1);m.digitalWrite(3,1);

b2=getsnapshot(video2);

pause(3)

rec2=imcrop(i2,[150 0 900 100]);

z2=im2bw(img2);

x2=im?ll(z2,'holes');

dec2=edge(x2,'canny',0.4);

p2=bordes2+x2;

h2=bwareaopen(p2,2000);

[L2, N2]=bwlabel(h2);

t=N2;

set(handles.t,'String',(t));

tv2=15*t;

m.digitalWrite(3,0);m.digitalWrite(5,0);m.digitalWrite(2,1);m.digitalWrite(7,1);set(

handles.

tv2,'String',(tv2));

pause(tv2)
```

```
m.digitalWrite(2,1);m.digitalWrite(6,1);m.digitalWrite(7,0);
```

```
pause(5)
```

```
end
```

```
end
```

```
m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(3,0);m.digitalWrite(4,0);
```

```
m.digitalWrite(5,0);m.digitalWrite(6,0);m.digitalWrite(7,0);
```

```
delete(instr?nd({'Port'},{'COM4'}));set(handles.tv1,'String',("));
```

```
set(handles.tv2,'String',("));
```

```
set(handles.s,'String',(")); set(handles.t,'String',("));
```

```
closepreview(video1);closepreview(video2);
```



ANEXO 02**PROGRAMACIÓN DEL BOTÓN REINICIAR**

global video1

global video2

global m

```
m.digitalWrite(2,0);m.digitalWrite(3,0);m.digitalWrite(4,0);
```

```
m.digitalWrite(5,0);m.digitalWrite(6,0);m.digitalWrite(7,0);
```

```
delete(instr?nd({'Port'},{'COM4'}));
```

```
closepreview(video1);closepreview(video2);
```

```
set(handles.tv1,'String',(""));set(handles.tv2,'String',(""));
```

```
set(handles.n1,'String',("")); set(handles.n2,'String',(""));
```



ANEXO 03:**Características del Arduino**

Microcontrolador: ATmega328

- Voltage: 5V
- Voltage entrada (recomendado): 7-12V
- Voltage entrada (limites): 6-20V
- Digital I/O Pins: 14 (de los cuales 6 son salida PWM)
- Entradas Analógicas: 6
- DC Current per I/O Pin: 40 mA
- DC Current parar 3.3V Pin: 50 mA
- Flash Memory: 32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son utilizados para el arranque
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed: 16 MHz

VENTANA TOMADA DURANTE EL DESARROLLO DEL DISEÑO

