



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE  
TELECOMUNICACIONES  
CONSEJO DE ESCUELA



Nº: \_\_\_\_\_

Bárbula, \_\_\_\_de \_\_\_\_\_del 201\_\_.

Ciudadano Profesor:

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.

Presente.

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 10 del «Reglamento de Trabajo Especial de Grado», nos dirigimos a Usted, con el fin de solicitar la aprobación del Departamento, para la realización del Trabajo Especial de Grado titulado: **«ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO»** y el nombramiento del Profesor-Guía correspondiente: EGILDA PEREZ.

Para su información y fines consiguientes, nos permitimos incluir en hojas apartes y por triplicado la exposición de motivos, objetivos a desarrollar y plan de trabajo a cumplir, debidamente firmada. Atentamente,

Br: ANDERSON DIAZ

C.I: 20.480.492

Tlf: 5555-5555555

Br: CRISANTO SANCHEZ

C.I: 22.222.222

Tlf: 6666-6666666

La solicitud que antecede fue sometida a consideración de este Departamento y aprobada con fecha \_\_\_\_\_ designándose como Profesor-Guía al ciudadano Profesor \_\_\_\_\_ de la línea de investigación \_\_\_\_\_. Conforme:

\_\_\_\_\_  
Jefe del Departamento

\_\_\_\_\_  
Profesor -Guía

Recibido en Consejo de Escuela el día \_\_\_\_\_.

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 12 del reglamento respectivo, procediendo con autorización otorgada por el Consejo de Escuela el \_\_\_\_\_ y en atención a la recomendación del Departamento, se aprueba el Trabajo Especial de Grado y Profesor Guía arriba señalado.

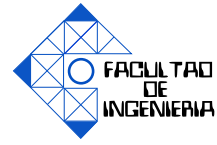
Bárbula, \_\_\_\_de \_\_\_\_\_del 201\_\_.

\_\_\_\_\_  
Director-Presidente del Consejo de  
Escuela de Ingeniería de  
Telecomunicaciones





UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE  
TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA



**ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE SISTEMA DE AFORO  
VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO**

ANDERSON DIAZ  
CRISANTO SANCHEZ

Bárbula, 29 de julio del 2017



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>v</b>
<b>I. El problema</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. . . . .	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. . . . .	3
1.3. OBJETIVOS. . . . .	4
1.3.1. Objetivo General . . . . .	4
1.3.2. Objetivos Específicos . . . . .	4
1.4. ALCANCES . . . . .	4
<b>II. Marco Conceptual</b>	<b>7</b>
2.1. Ingeniería del software . . . . .	7
2.1.1. Proceso del software . . . . .	8
2.1.2. Modelo de procesos del software . . . . .	8
2.2. Aforo Vehicular . . . . .	9
2.2.1. Conteo Manual . . . . .	9
2.2.2. Conteo Mecánico . . . . .	10
2.3. Procesamiento Digital de Imágenes . . . . .	10
2.3.1. Binarización de una imagen . . . . .	10
2.3.2. Modificación del contraste . . . . .	11
2.3.3. Modificación del histograma . . . . .	11
2.3.4. Filtrado de una imagen . . . . .	12
2.3.4.1. Realce de bordes . . . . .	12
2.3.4.2. Detección de contornos . . . . .	12
<b>III. Procedimiento Metodológico</b>	<b>13</b>
3.1. Etapas de la investigación. . . . .	13
3.1.1. Fase 1: Evaluar el software "SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO". . . . .	13
3.1.1.1. Actividad A. Instalación del software . . . . .	13
3.1.1.2. Actividad B. Operabilidad del Software . . . . .	14

---

3.1.2.	Fase 2: Revisar las fuentes bibliográficas referentes al procesamiento de imágenes para la detección de objetos. . . . .	14
3.1.2.1.	Actividad C. Recopilar información referente al procesamiento de imágenes. . . . .	14
3.1.2.2.	Actividad D. Estudio de detección de objetos. . . . .	15
3.1.3.	Fase 3: Realizar un estudio de algoritmos de conteo vehicular y la posterior selección del mas robusto. . . . .	15
3.1.3.1.	Actividad E. Evaluación de algoritmos de conteo vehicular. . . . .	15
3.1.4.	Fase 4: Diseño del Software para el conteo de vehículos automatizado así como la evaluación y validación del mismo. . . .	15
3.1.4.1.	Actividad F. Elección del lenguaje a usar en el diseño del software. . . . .	16
3.1.4.2.	Actividad G. Estructuración del software. . . . .	16
3.1.5.	Actividad H. Programación del software. . . . .	16
3.2.	Cronograma de Actividades . . . . .	17

# **ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO**

por

ANDERSON DIAZ y CRISANTO SANCHEZ

Presentado en el Departamento de Electrónica y Comunicaciones de la Escuela  
de Ingeniería Eléctrica  
de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones  
el 29 de julio del 2017 , en calidad de solicitud  
para su respectiva consideración.

## **RESUMEN**

El resumen debe describir claramente el problema de la investigación, el objetivo principal propuesto, la importancia o el aporte de la investigación y la planificación del abordaje metodológico propuesto. Debe tener máximo 250 palabras. Incluir, al final del resumen, palabras claves que definan su proyecto. Las palabras claves no se cuentan dentro de las 250 palabras. . .

Palabras Claves: AFORO, PROCESAMIENTO, DETECCIÓN

Tutor: EGILDA PEREZ

Profesor del Departamento de Electrónica y Comunicaciones de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

Escuela de Telecomunicaciones. Facultad de Ingeniería



# Capítulo I

## El problema

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El estudio del tránsito terrestre juega un papel fundamental cuando es requerido la remodelación o construcción de una vialidad, elevado o cualquier infraestructura ya que dicho estudio proporciona información de la cantidad de vehículos que circulan por una vía pública y así saber a ciencia cierta como sera el impacto generado en el tránsito vehicular debido a lo mencionado anteriormente. El aforo vehicular esta vinculado directamente con el EIV(ESTUDIO DEL IMPACTO VIAL) debido a que otorga un histograma de la cantidad de vehículos clasificados según el tipo que circulan cierta cantidad de horas al día durante un tiempo determinado, donde el mismo depende de la cantidad de días que se realice el conteo vehicular. Asimismo existe una cantidad considerable de usuarios que necesitan dicha información tales como las direcciones de tránsito y vialidad, compañías de ingeniería, constructoras, consultorías, empresas de mercadotecnia y cualquier otra empresa que requiera un aforo vehicular para un EIV, previo o posterior a algún proyecto.

Ahora bien el conteo de vehículos es realizado de manera manual lo que trae como consecuencia que se generen errores debido a las limitaciones del grupo de personas encargados del conteo, debido a ello se han realizado investigaciones en cuanto a la creación de algoritmos de conteo vehicular así como también el diseño

de programas que efectúen un conteo vehicular de forma digital, facilitando de esta manera el aforo vehicular y en consecuencia disminuyendo el error generado debido al conteo manual.

En cuanto a las herramientas que suelen ser utilizadas para solventar los inconvenientes generados del conteo manual, la vídeo detección ofrece la mayor cantidad de ventajas, obteniendo mejor resultado en el reconocimiento vehicular; siendo las cámaras una de las herramientas más simples de instalar, ubicadas en la categoría de sensores no intrusivos, es decir, no afecta al tránsito durante su instalación o medición, permitiendo una detección óptima y una solución económica. En otras palabras esta es una herramienta versátil que le permite al usuario simplificar el trabajo y disminuir el tiempo de procesamiento impulsada por el avance tecnológico en el área de la visión por computador, además de contar vehículos, proporcionar datos como velocidad, tipo de vehículo, densidad, reconocimiento de placa, entre otros.

El trabajo de Quesada (2015) sobre un algoritmo de estimación del número de elementos móviles en vídeos digitales orientado a la gestión del tráfico vehicular, muestra un estudio sobre conteo vehicular utilizando vídeos con fondo estático de la base de datos Lankershin Boulevard, detectando a los vehículos y contándolos al pasar por una línea marcada por el programador. Los resultados fueron satisfactorios, disminuyendo el costo computacional, arrojando un error porcentual muy próximo a otros métodos actuales, generando el aporte de la implementación del algoritmo Principal Component Pursuit (PCP) y recomendaciones de gran importancia para futuros estudios.

En relación con el conteo vehicular de manera automatizada, en la universidad de Carabobo se realizó un sistema de aforo vehicular automatizado titulado "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO" donde se plantearon algunas recomendaciones las cuales son plasmadas a continuación:

1. Modificar el sistema desarrollado para ser utilizado en vídeos en vivo.

2. Buscar otra forma de delimitar los intervalos de aforo y así distribuir en el tiempo correctamente los vehículos aforados, de manera que no se requiera de un vídeo con valores de cuadros por segundo constantes.
3. Añadir al sistema un módulo de reconocimiento que sea capaz de monitorear, detectar y clasificar los resultados del módulo de detección con la finalidad de determinar si un vehículo corresponde a la clasificación de liviano, bus, pesado entre otros.
4. Modificar el sistema desarrollado para disminuir el tiempo de aforo, implementando procesamiento en paralelo. De esta forma se podría analizar vídeos de larga duración en fracciones de su tiempo.

Con esto queremos decir que partiremos de las recomendaciones planteadas en el trabajo de grado titulado "DESARROLLO DE UN SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO" permitiendo realizar una actualización del mismo y por ende obtener un software mas potente.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

El aforo vehicular manual usado en el EIV contiene algunas desventajas dentro de las cuales puede mencionarse el dinero usado en la contratación del personal encargado de efectuar el conteo vehicular, el error generado debido a la distracción por parte del personal, el tiempo invertido en dicho conteo; también debe ser tomado en cuenta el hecho de que en el trabajo de grado titulado: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO realizado en la FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO dejo plasmadas unas recomendaciones dando a entender que puede realizarse una actualización del mismo creando de esta manera un software más poderoso. Es por ello que debe realizarse una actualización del SOFTWARE SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO permitiendo así un EIV mas efectivo y fiable de manera automatizada, que tome en cuenta la clasificación del vehículo según su forma para así

determinar el grado de ocupación y las condiciones en que opera cada segmento de la vía pública, otro elemento importante a tomar en consideración es el tiempo usado en el conteo en donde el mismo debe ser lo mas corto posible; es por ello que se implementara un procesamiento en paralelo con lo que se podría procesar vídeos de larga duración en fracciones de su tiempo.

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. Objetivo General**

ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Evaluar el software "SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO ".
2. Realizar las mejoras del Software para el conteo de vehículos automatizado.
3. Evaluar y validar el software diseñado.

### **1.4. ALCANCES**

La ACTUALIZACIÓN DEL SOFTWARE SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO permitirá realizar conteo de vehículos procesando vídeos en vivo, así como clasificar los automóviles según el tipo ya sea pesado, bus, liviano entre otros. El software diseñado sera multiplataforma y autoejecutable, la instalación del mismo sera intuitiva para cualquier usuario en general.

La versión mejorada del SOFTWARE SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO podrá distribuir en el tiempo

correctamente los vehículos aforados, de manera que no se requiera de un vídeo con valores de cuadros por segundo constantes. También tendrá la capacidad de analizar vídeos de larga duración en fracciones de su tiempo y así poder disminuir el tiempo de aforo debido al procesamiento en paralelo. Este software sera usado por dos entes gubernamentales, la Alcaldía de San Diego y la Alcaldía de Maracay para así constatar la calidad del mismo.



## Capítulo II

# Marco Conceptual

### 2.1. Ingeniería del software

La ingeniería del software es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de este después de que se utiliza. En esta definición, existen dos frases clave:

- **Disciplina de la ingeniería:** Los ingenieros hacen que las cosas funcionen. Aplican teorías, métodos y herramientas donde sean convenientes, pero las utilizan de forma selectiva y siempre tratando de encontrar soluciones a los problemas, aun cuando no existan teorías y métodos aplicables para resolverlos. Los ingenieros también saben de que deben trabajar con restricciones financieras y a nivel de organización, por lo que buscan soluciones tomando en cuenta estas restricciones.
- **Todos los aspectos de producción de software:** La ingeniería del software no solo comprende los procesos técnicos del desarrollo de software, sino también con actividades tales como la gestión de proyectos de software y el desarrollo de herramientas, métodos y teorías de apoyo a la producción del software.

En resumen, los ingenieros de software adoptan un enfoque sistemático y organizado en su trabajo, ya que es la forma mas efectiva de producir software de alta calidad.

### **2.1.1. Proceso del software**

Un proceso del software es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un producto de software. Estas actividades son llevadas a cabo por los ingenieros de software. Existen cuatro actividades fundamentales de procesos que son comunes para todos los procesos del software las cuales son:

- Especificación del software donde los clientes o ingenieros definen el software a producir y las restricciones sobre su operación.
- Desarrollo del software donde el software se diseña y programa.
- Validación del software donde el software se valida para asegurar que es lo que el cliente requiere.
- Evolución del software donde el software se modifica para adaptarlo a los cambios requeridos por el cliente y el mercado.

### **2.1.2. Modelo de procesos del software**

Un modelo de procesos del software es una descripción simplificada de un proceso del software que presenta una visión de ese proceso. Estos modelos pueden incluir actividades que son parte de los procesos y productos de software y el papel de las personas involucradas en la ingeniería del software. Algunos ejemplos de estos tipos de modelos que se pueden producir son:



- Un modelo de flujo de trabajo: Muestra la secuencia de actividades en el proceso junto con entradas, salidas y dependencias. Las actividades en este modelo representan acciones humanas.
- Un modelo de flujo de datos o de actividad: Representa el proceso como un conjunto de actividades, cada una de las cuales realiza alguna transformación en los datos. Muestra como la entrada en el proceso, tal como una especificación, se transforma en una salida, tal como un diseño. Pueden representar transformaciones llevadas a cabo por las personas o por las computadoras.
- UN modelo de rol acción: Representa los roles de las personas involucradas en el proceso del software y las actividades de las que son responsables.

## **2.2. Aforo Vehicular**

El conteo de tráfico vehicular es realizado con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Estos datos son expresados con respecto al tiempo y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad de servicio prestado a los usuarios.

Generalmente se realiza en el punto o tramo de carretera de interés, la cual se realizará durante todo el día, fijando mayor énfasis a la hora pico. Como sabemos, son dos picos de afluencia vehicular, una es cuando los usuarios de la vía se dirigen a su lugar de trabajo o estudio y la otra cuando retornan a sus hogares.

### **2.2.1. Conteo Manual**

En su forma más simple requiere de una persona que anote el número de autos que circulan por el punto o tramo de estudio, en intervalos de tiempo de 15 minutos, manejando los movimientos por dirección y por tipo de vehículo, el cual se registra en una hoja de campo. En el registro se realiza un croquis del movimiento con respecto a la dirección del norte. La clasificación de los vehículos puede ser tan

simple como la distinción entre automóvil y camión. Se puede utilizar una descripción más detallada de los vehículos comerciales (camiones), por número de ejes y peso. Cabe destacar que a mayor distinción entre vehículos y mayor afluencia, es necesario disponer de aproximadamente 15 personas.

### **2.2.2. Conteo Mecánico**

Son contadores que funcionan de forma automática sobre la vía, los cuales transmiten impulsos o señales por los vehículos que pasan. Este mecanismo debe ser considerado en la mayoría de los aforos en que se requieren más de 12 horas de datos continuos del mismo lugar. Sirve además para determinar la variación horaria en particular y selecciona la hora de máxima demanda vehicular. De este tipo de aforo existen varios tipos como lo son detectores magnéticos, tubos de precisión, pistola radar, sensores de microondas y detección por computadora mediante procesamiento digital de señales.

## **2.3. Procesamiento Digital de Imágenes**

El procesamiento digital de imágenes es el conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes digitales con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información dentro de la misma. Antes de extraer la información directamente de la imagen, se acostumbra a ejecutar un procesamiento previo para obtener otra que nos permita realizar la extracción de datos, más sencilla y eficientemente.

### **2.3.1. Binarización de una imagen**

Consiste en comparar los niveles de gris presentes en la imagen con un valor (umbral) predeterminado. Si el nivel de gris de la imagen es menor que el umbral predeterminado, se le asigna al píxel de la imagen binarizada el valor 0 (negro), y si es mayor, se le asigna un 1 (blanco); de esta forma se obtiene una imagen en blanco

y negro. Generalmente se utiliza un umbral de 128 si se trabaja con 256 niveles de gris, sin embargo, en algunas aplicaciones se requiere de otro umbral.

### 2.3.2. Modificación del contraste

La modificación del contraste consiste en aplicar una función a cada uno de los píxeles de la imagen, de la forma:  $P = (m^a)$  donde:

- $m$  es el valor de gris de la imagen original.
- $p$  es el nuevo valor de gris en la imagen resultante.
- $a$  es la potencia a la que se eleva.

El valor 255 se utiliza para normalizar los valores entre 0 y 255 si se trabaja con imágenes con niveles de gris de 8 bits, de lo contrario se debe remplazar este valor por el valor máximo representable con el número de bits utilizados. Con la función cuadrada y cúbica se oscurece la imagen resultante. Con las funciones raíz cuadrada, raíz cúbica y logarítmica sucede lo inverso.

### 2.3.3. Modificación del histograma

Si se desea adquirir información global de la imagen, la forma más fácil de hacerlo es analizar y modificar el histograma. Esto se hace con la idea de que éste se ajuste a una forma predeterminada; la forma más usual se conoce como ecualización del histograma, en la que se pretende que éste sea horizontal, es decir, que para todos los valores de gris se tenga el mismo número de píxeles.

### 2.3.4. Filtrado de una imagen

El filtrado es una técnica para modificar o mejorar a una imagen. Por ejemplo, un filtro puede resaltar o atenuar algunas características. El filtrado es una operación de vecindario, en la cual el valor de un píxel dado en la imagen procesada se calcula mediante algún algoritmo que toma en cuenta los valores de los píxeles de la vecindad de la imagen original.

#### 2.3.4.1. Realce de bordes

El realce de bordes en una imagen tiene un efecto opuesto a la eliminación de ruido; consiste en enfatizar o resaltar aquellos píxeles que tienen un valor de gris diferente al de sus vecinos. Cabe resaltar que si la imagen contiene ruido, su efecto se multiplicará, por lo que se recomienda primero eliminar el ruido.

#### 2.3.4.2. Detección de contornos

La detección de contornos es un paso intermedio en el reconocimiento de patrones en imágenes digitales. En una imagen, los contornos corresponden a los límites de los objetos presentes en la imagen. Para hallar los contornos se buscan los lugares en la imagen en los que la intensidad del píxel cambia rápidamente, generalmente usando alguno de los siguientes criterios:

1. Lugares donde la primera derivada (gradiente) de la intensidad es de magnitud mayor que la de un umbral predefinido.
2. Lugares donde la segunda derivada (laplaciano) de la intensidad tiene un cruce por cero.

En el primer caso se buscarán grandes picos y en el segundo cambios de signo.

## Capítulo III

# Procedimiento Metodológico

### 3.1. Etapas de la investigación.

La realización de este proyecto consta de 4 etapas las cuales serán descritas a continuación.

#### 3.1.1. Fase 1: Evaluar el software "SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO".

Para empezar ya que se diseñara una versión mejorada de este software el objetivo principal de esta fase es evaluar el rendimiento, que tan llamativa e intuitiva es la interfaz gráfica, requerimientos; así como también si dicho software es multiplataforma.y así concluir si tomamos como punto de partida las lineas de código de este software o iniciamos desde cero.

##### 3.1.1.1. Actividad A. Instalación del software

Debe determinarse si el software es multiplataforma, si es fácil de instalar es decir si el mismo es un programa autoejecutable (instalación intuitiva para el usuario) o deben instalarse los paquetes que permitan que el software pueda ser instalado

en un computador. Antes de la instalación deben obtenerse los requerimientos mínimos del ordenador en el cual será instalado el software; si los mismos no pueden obtenerse se procederá a su instalación en distintos ordenadores con distintas capacidades para así determinar cuáles son los requerimientos mínimos y los óptimos en cuestión.

#### **3.1.1.2. Actividad B. Operabilidad del Software**

Se evaluará que tan vistosa y perspicaz es la interfaz gráfica así como la rapidez de detección vehicular mediante procesamiento digital de vídeo. Los recursos del computador usados por el software deben ser tomados en consideración, es decir, si es poco o mucho en cuanto a la memoria RAM y el uso de la CPU; y así saber si la ejecución del mismo en una PC es fiable (el computador no este lento) o no para un usuario en general.

#### **3.1.2. Fase 2: Revisar las fuentes bibliográficas referentes al procesamiento de imágenes para la detección de objetos.**

Se realizará un estudio de las distintas técnicas de detección de objetos así como los principales conceptos de procesamiento de imágenes.

##### **3.1.2.1. Actividad C. Recopilar información referente al procesamiento de imágenes.**

Se realizará una recopilación de documentos concernientes al procesamiento de la imagen a nivel computacional, ya sea en internet o en la biblioteca de la Universidad de Carabobo para así obtener conocimientos fuertes en dicha área.

**3.1.2.2. Actividad D. Estudio de detección de objetos.**

Se estudiarán los distintos algoritmos de detección de objetos, también serán realizados cursos en internet que hablen sobre la detección de objetos y de esta manera poder entender como es realizado la detección de objetos mediante el procesamiento de imágenes y como el ordenador aprende a partir de un modelo la dicha detección de un objeto en específico.

**3.1.3. Fase 3: Realizar un estudio de algoritmos de conteo vehicular y la posterior selección del mas robusto.**

Se efectuara una evaluación de algoritmos de conteo vehicular para así determinar el de mejor rendimiento y de menor consumo de recursos por parte del ordenador.

**3.1.3.1. Actividad E. Evaluación de algoritmos de conteo vehicular.**

Debido al estudio previo de algoritmos de detección de objetos que permitió llevar a cabo la clasificación de los mismos respecto a sus capacidades de detección deberá buscarse el algoritmo mas idóneo para el conteo vehicular, aunque sera evaluada la opción de tomar como algoritmo de conteo vehicular el usado por los estudiantes BLANCO BRITO OSCAR y HERNANDEZ ZAFRA EDWING en el trabajo de grado titulado "SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO".

**3.1.4. Fase 4: Diseño del Software para el conteo de vehículos automatizado así como la evaluación y validación del mismo.**

En esta fase deben tomarse en cuenta los criterios de rediseño del software, ya sea el lenguaje de alto nivel que se usara si el mismo sera multiplataforma; fijar también los requerimientos de Hardware entre otras cosas la cuales serán descritas a continuación:

#### **3.1.4.1. Actividad F. Elección del lenguaje a usar en el diseño del software.**

Se efectuara una investigación de los distintos lenguajes de programación ya sea AdA, ALGOL, Basic, C++, Clipper, MATLAB, Java, COBOL, python, etc..., y así determinar cual es el mas versátil e idóneo para la creación del software; la escogencia del mismo esta sujeta a la cantidad de documentación que hable del lenguaje, que sea multiplataforma, orientado a objetos; entre otras cosas.

Por ultimo se deberá elegir que biblioteca de visión por computador se usara para poder realizar la detección y posterior conteo de los vehículos, la misma deberá estar actualizada y libre al publico en general. OpenCV y scikit-image pueden ser elegidas ya que ayudan a la finalidad principal del software, la detección y posterior clasificación según la forma del vehículo.

#### **3.1.4.2. Actividad G. Estructuración del software.**

En esta actividad deberán fijarse las características del software, ya sea la interfaz gráfica, los requerimientos mínimos de un ordenador para su plena operabilidad, si el mismo sera autoejecutable y multiplataforma así como el tiempo estimado de culminación de dicho software.

#### **3.1.5. Actividad H. Programación del software.**

En esta etapa del trabajo de grado se procede a la programación pertinente de las líneas de código usadas en la creación de la versión mejorada del SOFTWARE: SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO . El camino dentro del cual se transitara en la actualización del software esta sujeta a ensayos y errores, cosa que es inevitable en el rediseño de un software. Serán tomados en cuenta los cursos disponibles, documentación en la web referente al lenguaje que se usara en la programación del software. Así como tutoriales prácticos sobre las técnicas de detección de objetos estudiadas con anterioridad.



Ya para culminar solo queda recalcar que la realización de este trabajo de grado tomara en cuenta las recomendaciones planteadas por los ya ingenieros BLANCO BRITO OSCAR y HERNANDEZ ZAFRA EDWING en el trabajo de grado titulado "SISTEMA DE AFORO VEHICULAR MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE VÍDEO". También debe acotarse que puede que se usen las líneas de código del trabajo de grado antes mencionado en el diseño del software y así poder crear una versión mejorada del mismo

### **3.2. Cronograma de Actividades**

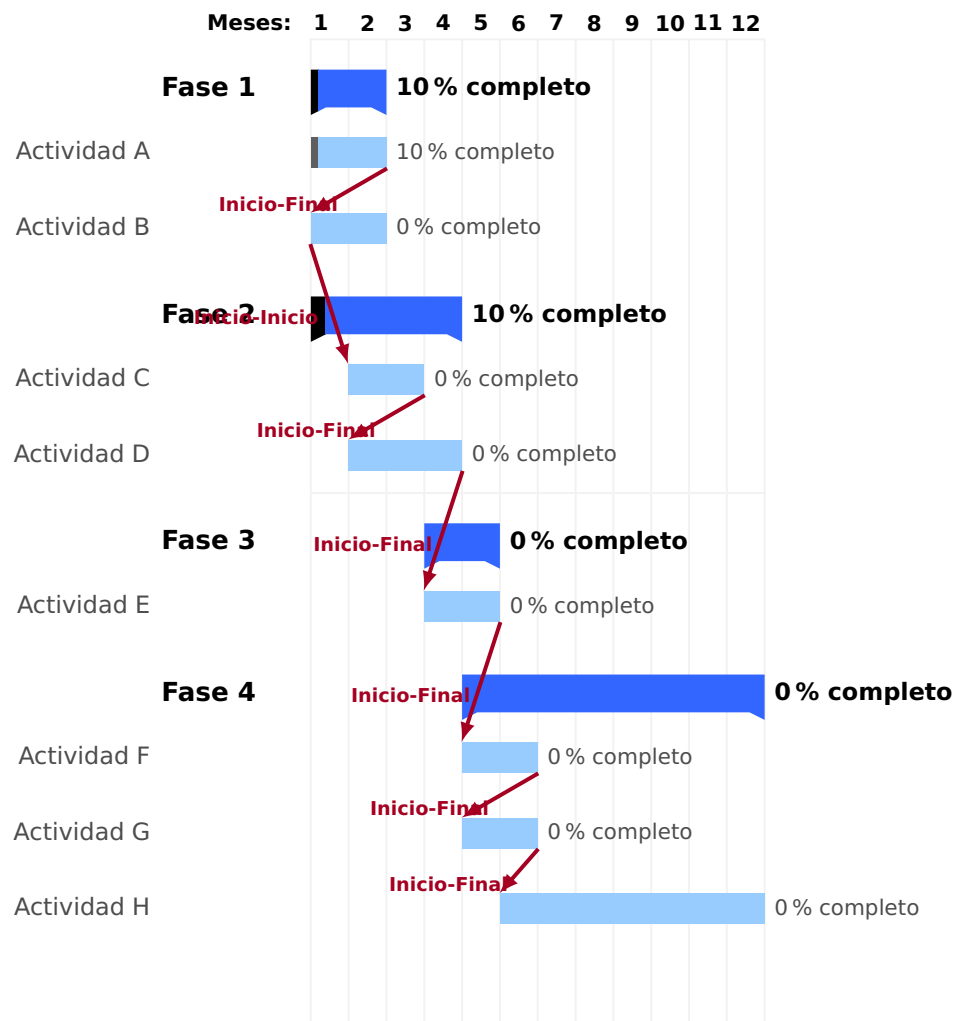


Figura 3.1: Diagrama de Gantt con indicadores y enlaces