



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL  
VEHICULAR UTILIZANDO RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE  
CARACTERES EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION  
INDUSTRIAL DE LA E.I.S.”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa obtención del título de:**  
**INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**PRESENTADO POR:**

Edgar Edison Barragán del Pozo

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

En este trabajo se ha forjado las técnicas y conocimientos adquiridos durante toda esta carrera, agradezco a los maestros en especial a los Ingenieros: Marco Viteri, Jaime Zapata, Director y Miembro de Tesis de Grado respectivamente, de igual manera al Ingeniero Pablo Montalvo quien con sus conocimientos ha sabido guiarme para poder alcanzar los objetivos propuestos.

Del mismo modo agradezco a los profesores de la EIS quienes me han brindado el conocimiento y sabiduría durante toda la carrera, de igual manera a mí querida ESPOCH donde he vivido los mejores momentos de mi vida que perdurarán por siempre en mí.

Habiendo culminado una faceta más de mi vida deseo consagrar el esfuerzo y sacrificio de este trabajo a mis queridos y apreciados padres Franklin y Nelly quienes con su apoyo incondicional me han guiado en todo y forjado por el camino del bien durante toda mi vida. A mis hermanos Tatiana, Froilán y Nelly, quienes de muchas maneras me han brindado su apoyo para alcanzar mis objetivos, y por ultimo dedico este trabajo a un ser tan especial como es mi hijo Alexander ya que con su llegada existió una mayor perseverancia en la culminación de mis estudios.

***Edgar Edison Barragán del Pozo.***

**FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA**

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
<b>Ing. Iván Menes DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	.....	.....
<b>Ing. Raúl Rosero DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS</b>	.....	.....
<b>Ing. Marco Viteri B. DIRECTOR DE TESIS</b>	.....	.....
<b>Ing. Jaime Zapata MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	.....
<b>Tlgo. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN</b>	.....	.....
<b>NOTA DE LA TESIS:</b>	.....	

## **RESPONSABILIDAD DEL AUTOR**

“Yo Edgar Edison Barragán del Pozo, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

**FIRMA:**

-----

Edgar Edison Barragán del Pozo

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ANPR</b>	Reconocimiento Automático del Número de Placa Automatic Number Plate Recognition
<b>CPU</b>	Unidad Central de Procesos Central Unit of Process
<b>ESPOCH</b>	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>EIS</b>	Escuela de Ingeniería en Sistemas
<b>FIE</b>	Facultad de Informática y Electrónica
<b>I/O</b>	Entrada / Salida Input/Output
<b>IEEE</b>	Instituto Electrónico y de Ingenieros Eléctricos Institute of Electrical and Electronical Engineers
<b>IP</b>	Protocolo de Internet Internet Protocol
<b>LABVIEW</b>	Laboratorio de Ingeniería Instrumento Virtual Workbench Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
<b>OCR</b>	Reconocimiento Optico de Caracteres Optical Character Recognition
<b>PCs</b>	Computador Personal Personal Computer
<b>XP</b>	Programación Extrema Xtreme Programing
<b>VI</b>	Instrumento Virtual Virtual Instrument

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL .....	16
1.1 ANTECEDENTES .....	16
1.1.1 Planteamiento del Problema .....	16
1.1.2 Formulación del Problema .....	17
1.1.3 Sistematización del Problema .....	17
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS .....	18
1.2.1 Justificación Teórica .....	18
1.2.2 Justificación Práctica .....	19
1.3 OBJETIVOS .....	20
1.3.1 Objetivo General .....	20
1.3.2 Objetivos Específicos .....	20
1.4 HIPÓTESIS .....	20

### CAPÍTULO II

ADQUISICION Y ACONDICIONAMIENTO DE IMÁGENES .....	21
2.1 INTRODUCCIÓN .....	21
2.2 DETECCIÓN DE PATRONES .....	21
2.3 ADQUISICIÓN DE IMÁGENES .....	22
2.3.1 Almacenamiento de Imágenes .....	25
2.4 BRILLO DE IMAGEN .....	25
2.5 COLOR DE UMBRAL .....	27
2.6 MORFOLOGÍA DE GRISES .....	28
2.7 MORFOLOGÍA BÁSICA .....	29
2.8 MORFOLOGÍA AVANZADA .....	30
2.9 RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES (OCR) .....	32
2.10 ALMACENAMIENTO Y SEÑALES DE ALARMA .....	33

### CAPÍTULO III

ESTUDIO DE LABVIEW Y GUIA DE REFERENCIA DE LA APLICACIÓN OCR..	34
3.1 INTRODUCCIÓN .....	34
3.2 ESTUDIO DEL ENTORNO DE PROGRAMACIÓN LABVIEW 8.6 .....	34
ESTUDIO DE LABVIEW 8.6 .....	35
PROGRAMACIÓN GRÁFICA EN LABVIEW .....	36
INTERFAZ DE USUARIO .....	36
PANEL FRONTAL .....	36
CONTROLES .....	37
INDICADORES .....	38
PANEL DE PROGRAMACIÓN .....	38
3.1.3 Elementos de Programación .....	39
Declaración de variables numéricas .....	39
Variables Locales .....	39
Paleta de Controles .....	40
Paleta de Funciones .....	40
3.3 INTEGRACIÓN DEL OCR CON EL LENGUAJE LABVIEW 8.6 .....	41

<i>IMAQ OCR Create Session</i> .....	42	
<i>IMAQ OCR Dispose Session</i> .....	42	
<i>IMAQ OCR Property</i> .....	43	
<i>IMAQ OCR Threshold Data</i> .....	43	
<i>IMAQ OCR Train</i> .....	43	
<i>IMAQ OCR Character Info</i> .....	44	
<i>IMAQ OCR Rename Character</i> .....	44	
<i>IMAQ OCR Delete Character</i> .....	44	
<i>IMAQ OCR Read Text</i> .....	44	
<i>IMAQ OCR Set Valid Characters</i> .....	45	
<i>IMAQ OCR Read Character Set File</i> .....	45	
<i>IMAQ OCR Write Character Set File</i> .....	45	
<i>IMAQ OCR Verify Text</i> .....	46	
<i>IMAQ OCR Set Reference Character</i> .....	46	
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR.....</b>		<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR</b> .....	<b>47</b>
	<b>4.2.1 FASE I: PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO</b> .....	<b>48</b>
	<b>4.2.1.1 DATOS GENERALES</b> .....	<b>48</b>
	<b>4.2.1.2 RECOPIACION DE LA INFORMACION</b> .....	<b>49</b>
	<b>4.2.1.2.1 Datos de la Institución</b> .....	<b>49</b>
	<b>4.2.1.2.2 Concepto de la Solución</b> .....	<b>49</b>
	<b>4.2.1.3 ESTUDIO DE VIABILIDAD</b> .....	<b>50</b>
	<b>4.2.1.4 Viabilidad Técnica</b> .....	<b>50</b>
	<b>4.2.1.5 ANÁLISIS</b> .....	<b>50</b>
	<b>4.2.1.5.1 Caso de Uso General</b> .....	<b>50</b>
	<b>4.2.1.5.2 Casos de Uso de Alto Nivel</b> .....	<b>51</b>
	<b>4.2.1.5.3 Casos de Uso de Bajo Nivel Refinados</b> .....	<b>53</b>
	<b>4.2.2 FASE II DISEÑO</b> .....	<b>55</b>
	<b>4.2.2.1 Diagrama de Estados</b> .....	<b>55</b>
	<b>4.2.2.2 Diagrama de Componentes</b> .....	<b>56</b>
	<b>4.2.2.3 Diagrama de Actividades</b> .....	<b>56</b>
	<b>4.2.2.4 Diagrama de Despliegue</b> .....	<b>57</b>
	<b>4.2.3 FASE III: CODIFICACIÓN</b> .....	<b>57</b>
	<b>4.2.4 FASE IV: PRUEBAS</b> .....	<b>64</b>
	<b>4.2.4.1 Funcionamiento del sub VI Adquisición de Imagen</b> .....	<b>64</b>
	<b>4.2.4.2 Funcionamiento del sub VI OCR</b> .....	<b>64</b>
	<b>4.2.4.3 Funcionamiento del sub VI Registro y Señal de Alarma</b> .....	<b>65</b>
	<b>4.3 Resultados Obtenidos de la Ejecución del Sistema</b> .....	<b>67</b>
	<b>4.3.1 MÚESTRAS CON ÁNGULO DE 0 GRADOS</b> .....	<b>68</b>
	<i>Primera Muestra</i> .....	<b>68</b>
	<i>Segunda Muestra</i> .....	<b>68</b>
	<i>Tercera Muestra</i> .....	<b>69</b>
	<i>Cuarta Muestra</i> .....	<b>69</b>
	<i>Quinta Muestra</i> .....	<b>70</b>
	<i>Sexta Muestra</i> .....	<b>70</b>



<i>Séptima Muestra</i> .....	71
<i>Octava Muestra</i> .....	71
<i>Novena Muestra</i> .....	72
<i>Decima Muestra</i> .....	72
<i>MUESTRA DE LA PLACA VEHICULAR CON ÁNGULO DE INCLINACION DE 30 GRADOS EN RELACION DEL EJE X</i> .....	73
<i>MUESTRA DE LA PLACA VEHICULAR CON ÁNGULO DE INCLINACION DE 10 GRADOS EN RELACION DEL EJE X EN 3D</i> .....	74
<b>4.3.2 Tabla de Resultados Obtenidos de Muestras tomadas con un ángulo de 0 grados</b> .....	76
<b>4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b> .....	77
<i>Aplicando la Técnica de Coeficiente de Correlación</i> .....	78
<i>Aplicando la Estadística Descriptiva</i> .....	78
<i>REPRESENTACION DE DATOS</i> .....	79
<i>APLICACIÓN</i> .....	79
<b>PRESENTACION, ANALISIS E INTEPRETACION DE RESULTADOS</b> .....	80
<b>COMPROBACION DE LA HIPOTESIS USANDO COEFICIENTE DE CORRELACION</b> .....	80
<i>OPERACIONALIZACION CONCEPTUAL DE VARIABLES</i> .....	80
<i>INDICADORES</i> .....	81
<i>INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE</i> .....	81
<i>INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE</i> .....	84
<i>OPERACIONALIZACION METODOLOGICA</i> .....	87
<i>COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON</i> .....	89
<i>CALCULO DEL COEFICIENTE DE PEARSON</i> .....	94
<i>COMPROBACION DE HIPOTESIS USANDO ESTADISTICA DESCRIPTIVA</i> ...	95
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>GLOSARIO DE TERMINOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA II. 1 PATRÓN PARA ADQUISICIÓN DE LA IMAGEN .....	22
FIGURA II. 2 ALGORITMO DE ADQUISICIÓN DE IMAGEN.....	24
FIGURA II. 3 ADQUISICIÓN DE IMAGEN .....	25
FIGURA II. 4 AUMENTO O DISMINUCIÓN DE BRILLO .....	26
FIGURA II. 5 FUNCIÓN IMAQ COLORBCGLOOKUP .....	26
FIGURA II. 6 IMAGEN SIN BRILLO.....	27
FIGURA II. 7 IMAGEN CON BRILLO .....	27
FIGURA II. 8 FUNCIÓN IMAQ COLOR THRESHOLD .....	28
FIGURA II. 9 COLOR DE UMBRAL .....	28
FIGURA II. 10 FUNCIÓN IMAQ GRAYMORPHOLOGY.....	29
FIGURA II. 11 MORFOLOGÍA DE GRISES .....	29
FIGURA II. 12 FUNCIÓN IMAQ MORPHOLOGY .....	30
FIGURA II. 13 MORFOLOGÍA BÁSICA .....	30
FIGURA II. 14 IMAQ REMOVEPARTICLE .....	31
FIGURA II. 15 MORFOLOGÍA AVANZADA .....	31
FIGURA II. 16 LOCALIZACIÓN DE CARACTERES DE LA PLACA VEHICULAR .....	33
FIGURA III. 17 PANTALLA INICIAL LABVIEW .....	36
FIGURA III. 18 PANEL FRONTAL .....	37
FIGURA III. 19 CONTROLES.....	38
FIGURA III. 20 INDICADORES .....	38
FIGURA III. 21 PANEL DE PROGRAMACIÓN O DIAGRAMA DE BLOQUES .....	38
FIGURA III. 22 PALETA DE CONTROLES .....	40
FIGURA III. 23 PALETA DE FUNCIONES .....	41
FIGURA III. 24 LIBRERÍA OCR.....	42
FIGURA III. 25 LIBRERÍA IMAQ OCR CREATE SESSION .....	42
FIGURA III. 26 LIBRERÍA IMAQ OCR DISPOSE SESSION.....	42
FIGURA III. 27 LIBRERÍA IMAQ OCR PROPERTY .....	43
FIGURA III. 28 LIBERIA IMAQ OCR THRESHOLD DATA .....	43
FIGURA III. 29 LIBRERÍA IMAQ OCR TRAIN .....	43
FIGURA III. 30 LIBRERÍA IMAQ OCR CHARACTER INFO .....	44
FIGURA III. 31 LIBRERÍA IMAQ OCR RENAME CHARACTER .....	44
FIGURA III. 32 LIBRERÍA IMAQ OCR DELETE CHARACTER .....	44
FIGURA III. 33 LIBRERÍA IMAQ OCR READ TEXT .....	45

FIGURA III. 34 LIBERIA IMAQ OCR SET VALID CHARACTERS .....	45
FIGURA III. 35 LIBERIA IMAQ OCR READ CHARACTER SET FILE .....	45
FIGURA III. 36 LIBRERÍA IMAQ OCR WRITE CHARACTER SET FILE .....	45
FIGURA III. 37 LIBRERÍA IMAQ OCR VERIFY TEXT .....	46
FIGURA III. 38 LIBRERÍA IMAQ OCR SET REFERENCE CHARACTER .....	46
FIGURA IV. 39 CASO DE USO GENERAL .....	51
FIGURA IV. 40 CASO DE USO CÁMARA USB .....	52
FIGURA IV. 41 CASO DE USO OCR .....	52
FIGURA IV. 42 CASO DE USO ALMACENAMIENTO Y SEÑAL DE ALARMA .....	53
FIGURA IV. 43 DIAGRAMA DE ESTADOS .....	55
FIGURA IV. 44 DIAGRAMA DE COMPONENTES .....	56
FIGURA IV. 45 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES .....	56
FIGURA IV. 46 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE .....	57
FIGURA IV. 47 PANTALLA DE INICIO DEL PROGRAMA .....	58
FIGURA IV. 48 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PANTALLA DE INICIO .....	58
FIGURA IV. 49 PANTALLA DEL SUB VI ADQUISICIÓN DE IMAGEN .....	59
FIGURA IV. 50 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SUB VI ADQUISICIÓN DE IMAGEN .....	60
FIGURA IV. 51 PANTALLA DEL SUB VI OCR .....	61
FIGURA IV. 52 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SUB VI OCR .....	62
FIGURA IV. 53 PANTALLA DEL SUB VI SEÑAL DE ALARMA .....	63
FIGURA IV. 54 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SUB VI SEÑAL DE ALARMA .....	63
FIGURA IV. 55 FUNCIONAMIENTO DEL SUB VI ADQUISICIÓN DE IMAGEN .....	64
FIGURA IV. 56 FUNCIONAMIENTO EL SUB VI OCR .....	65
FIGURA IV. 57 FUNCIONAMIENTO DEL SUB VI SEÑAL DE ALARMA .....	66
FIGURA IV. 58 ARCHIVO DE REGISTRO DE PLACAS VEHICULARES .....	66
FIGURA IV. 59 ARCHIVO DE REGISTRO DE VEHÍCULOS ROBADOS A BUSCAR .....	67
FIGURA IV. 60 PANTALLA DE PRIMERA MUESTRA .....	68
FIGURA IV. 61 PANTALLA DE SEGUNDA MUESTRA .....	69
FIGURA IV. 62 PANTALLA DE TERCERA MUESTRA .....	69
FIGURA IV. 63 PANTALLA DE CUARTA MUESTRA .....	70
FIGURA IV. 64 PANTALLA DE QUINTA MUESTRA .....	70
FIGURA IV. 65 PANTALLA DE SEXTA MUESTRA .....	71
FIGURA IV. 66 PANTALLA DE SÉPTIMA MUESTRA .....	71
FIGURA IV. 67 PANTALLA DE OCTAVA MUESTRA .....	72

FIGURA IV. 68 PANTALLA DE NOVENA MUESTRA .....	72
FIGURA IV. 69 PANTALLA DE DECIMA MUESTRA .....	73
FIGURA IV. 70 PANTALLA DE ONCEAVA MUESTRA CON ÁNGULO DE 30 GRADOS.....	73
FIGURA IV. 71 PANTALLA DE RECONOCIMIENTO ONCEAVA MUESTRA CON ÁNGULO DE 30 GRADOS .....	74
FIGURA IV. 72 PANTALLA DE REGIÓN DE INTERÉS DE ONCEAVA MUESTRA CON ÁNGULO DE 30 .....	74
FIGURA IV. 73 PANTALLA DE DOCEAVA MUESTRA CON ÁNGULO DE 10 GRADOS.....	75
FIGURA IV. 74 PANTALLA DE RECONOCIMIENTO DE DOCEAVA MUESTRA CON ÁNGULO DE 60 GRADOS.....	75
FIGURA IV. 75 PANTALLA DE REGIÓN DE INTERÉS DE SEXTA MUESTRA CON ÁNGULO DE 60 GRADOS.....	75
FIGURA IV. 76 COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL VEHICULARES .....	91
FIGURA IV. 77 OBTENCIÓN DE LA PLACA DE UN VEHÍCULO .....	92
FIGURA IV. 78 DISTRIBUCIÓN NORMAL DEL COEFICIENTE DE PEARSON .....	94
FIGURA IV. 79 CANTIDAD DE CARACTERES RECONOCIDOS DE LA PLACA VEHICULAR ...	96

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA III. I TABLA CRONOLÓGICA DE LABVIEW .....	35
TABLA III. II TIPOS DE DATOS EN LABVIEW .....	39
TABLA IV. III CASO DE USO REFINADO CÁMARA USB .....	53
TABLA IV. IV CASO DE USO REFINADO OCR .....	54
TABLA IV. V CASO DE USO REFINADO ALMACENAMIENTO Y SEÑAL DE ALARMA .....	54
TABLA IV. VI RESULTADOS OBTENIDOS DE MUESTRAS CON ÁNGULO DE 0 GRADOS .....	76
TABLA IV. VII RESULTADOS OBTENIDOS DE MUESTRAS CON ÁNGULO DE 30 60 90 120 Y 150 GRADOS.....	76
TABLA IV. VIII PROMEDIO DE TIEMPO EMPLEADO EN RECONOCER PLACA VEHICULAR ...	77
TABLA IV. IX VARIABLES DE LA HIPÓTESIS .....	81
TABLA IV. X OPERACIONALIZACION METODOLÓGICA.....	87
TABLA IV. XI CUADRO COMPARATIVO DE SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR .....	90
TABLA IV. XII CUADRO COMPARATIVO DE OBTENCIÓN DE LA PLACA DE UN VEHÍCULO 90	
TABLA IV. XIII CUADROS RESUMEN DE COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL VEHICULARES .....	92
TABLA IV. XIV CUADROS DE VALORES PARA EL CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PEARSON .....	93
TABLA IV. XV CARACTERES RECONOCIDOS .....	96
TABLA IV. XVI TIEMPO EMPLEADO EN EL RECONOCIMIENTO DE LA PLACA.....	97

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día el avance de las nuevas tecnologías y en si el procesamiento de imágenes se ha convertido en un tema de vital importancia y aplicación en beneficio de la sociedad ya que puede ser aplicado en muchos campos. Las ventajas del procesamiento digital de imágenes radican en la gran cantidad de información que puede ser obtenida, manipulada y procesada.

El Sistema de reconocimiento óptico de caracteres esta desarrollado para Identificar y registrar vehículos en Plantas Industriales, Silos, Balanzas, Zonas Portuarias, Control de Rutas, Estacionamientos, Sistemas de Seguridad, etc.

El objetivo del presente trabajo, consiste en diseñar e implementar un sistema de control y seguridad vehicular mediante la captura de la placa del vehículo con una cámara infrarroja que puede grabar video en cualquier condición ambiental. Luego se realiza un procesamiento digital de una imagen capturada para enseguida aplicar un algoritmo de reconocimiento óptico de caracteres que identifica dentro de la imagen las letras y números que componen la placa vehicular. Al finalizar este proceso se realiza un registro del número de placa vehicular en un archivo de Excel llamado **REGISTRO**, en donde este número será comparado con otro número de placa vehicular que se encuentra previamente almacenado en un Archivo de Excel llamado **BDATOS**, si la comparación es verdadera nos da un mensaje de aviso que el vehículo se encuentra registrado en nuestra base de datos.

Para la elaboración de este proyecto prototipo se empleó el paquete IMAQ Visión and Motion del software LabVIEW 8.6 desarrollado por National Instruments, de igual manera se utiliza el paquete de IMAQ USB para el reconocimiento de la Cámara **REG-X** utilizada.

El contenido de esta tesis está estructurada en 4 capítulos, en el Capítulo I se expone el Marco Referencial, el Capítulo II contiene la Adquisición y Acondicionamiento de Imágenes, el Capítulo III contiene el Estudio de Labview 8.6 y una Guía de Referencia de la Aplicación OCR, el Capítulo IV, abarca el Diseño e Implementación del Sistema de Control Vehicular y la Comprobación de la Hipótesis.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO REFERENCIAL**

### **1.1 Antecedentes**

#### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

Se debe tener muy en cuenta que la inseguridad ha sido un problema que ha afectado a toda la sociedad, y con el pasar de los años sus índices han aumentado de manera alarmante. En nuestro país el robo de vehículos es uno de los delitos más preocupantes. Solo en la ciudad de Riobamba las estadísticas de los últimos 4 años indican que existe un promedio de 25 robos de vehículos anualmente.

La falta de herramientas tecnológicas acrecienta el problema ya que no permite la rápida, ágil, y efectiva acción de control, permitiendo el tránsito normal por las calles y carreteras de nuestro país de vehículos robados.

Los altos costos que representa adquirir un sistema automatizado para el control vehicular como son: sistemas de posicionamiento global, ANPR, dispositivos de rastreo satelital, cámaras IP, entre otros, dificulta aún más su implementación, por tal razón las



instituciones optan por establecer sistemas manuales para realizar esta tarea, haciéndolo lento e ineficiente.

Actualmente no existe el control de vehículos del personal politécnico que ingresan diariamente a la ESPOCH, siendo esto un problema que acrecienta la falta de seguridad y control de los mismos.

Se ha querido realizar un aporte a nuestra institución y con más razón a nuestra escuela, razones suficientes para aportar con el conocimiento al desarrollo de uno de sus laboratorios. Se debe mencionar sin embargo que dicha investigación dejará tan solo una puerta abierta para futuras investigaciones relacionadas con el tema por ejemplo el control de etiquetado de envases por medio de visión artificial etc., misma que aportarán al desarrollo de toda la juventud que se forma en la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH.

### **1.1.2 Formulación del Problema**

¿Existe en el laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, un sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) de la Placa de un vehículo?

### **1.1.3 Sistematización del Problema**

¿Es importante realizar el control de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) de la placa de un vehículo?

¿Se puede gestionar el control y tratamiento digital de Imágenes que contiene los caracteres de la placa de un vehículo mediante la técnica OCR?

¿Se puede controlar la realización de transformaciones, restauración y mejoramiento de imágenes de la placa de un vehículo?

¿Se puede controlar la extracción de propiedades y características de las imágenes, así como la clasificación, identificación y reconocimiento de patrones?

¿Se puede analizar el método más utilizado para la manipulación de imágenes como es la utilización de filtros?

¿Se puede manipular el resultado de la imagen digitalizada por el OCR y usarlo como tal por cualquier programa o aplicación que lo necesite?

¿Se puede comparar la imagen digitalizada de la placa de un vehículo con cada uno de los registros de una base de datos previamente almacenada?

## **1.2 Justificación del Proyecto de Tesis**

### **1.2.1 Justificación Teórica**

Siendo parte y testigos del gran auge tecnológico de las dos últimas décadas y sobre todo en el área del procesamiento digital de señales existe la motivación a buscar soluciones técnico-económicas, eficientes, y de gran impacto social como lo es la implementación de un programa que permita llevar un registro continuo y permanente de información de la identificación de los automotores con la técnica de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).

En el sistema como tal se plantea realizar un control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) de la Placa de un vehículo, utilizando una cámara USB y posteriormente procesar la imagen en la Plataforma de desarrollo National Instruments Labview 8.6 en tiempo real.

El prototipo proveerá una herramienta de seguridad automatizada, rentable y eficiente, ya que captura la imagen del vehículo, y mediante un proceso de filtrado y acondicionamiento, se obtiene el número de placa, el cual será comparado con una base de datos generando una señal de alerta en caso de alguna anomalía.

Sus aplicaciones son innumerables debido a la gran cantidad de información que se puede obtener de una imagen, como son: registro de vehículos en parqueaderos públicos o privados, seguridad en estaciones de peaje, detección de código de barras, estadísticas de flujo vehicular en avenidas, etc.

Entre las ventajas que ésta aplicación provee tenemos:

- El ahorro que representa la compra de equipos o servicios satelitales.
- Facilidad de instalación y operatividad.
- Gran escalabilidad y fácil actualización.
- Alto grado de confiabilidad de la información procesada.

### **1.2.2 Justificación Práctica**

El proyecto proveerá una herramienta de seguridad automatizada, rentable y eficiente, ya que captura la imagen del vehículo con una cámara USB de alta resolución, y mediante un proceso de acondicionamiento se obtiene el número de placa, el cual será comparado con una base de datos generando una señal de alerta en caso de existencia del vehículo.

Para la implementación de dicha aplicación, es necesario un mínimo de requerimientos de hardware además del conocimiento del Software de desarrollo “National Instruments Labview 8.6”.

Hemos seleccionado Labview porque se basa en un lenguaje de programación gráfica (Código Fuente G), alta velocidad de procesamiento debido a que su código es compilado directamente a código de máquina, y proporciona una herramienta muy potente en el procesamiento de señales.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Diseñar e implementar un sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) de la Placa de un vehículo.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Estudiar las técnicas más importantes para el Reconocimiento Óptico de Caracteres.
- Estudiar y Analizar el Software de desarrollo “National Instruments Labview 8.6”, para integrarlo con el Reconocimiento Óptico de Caracteres.
- Proponer una guía de referencia de la aplicación del Reconocimiento Óptico de Caracteres relacionado con el lenguaje Labview 8.6.
- Implementar un sistema prototipo de seguridad para el control de flujo vehicular.

### **1.4 Hipótesis**

La implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), permitirá obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad.

## **CAPÍTULO II**

### **ADQUISICION Y ACONDICIONAMIENTO DE IMÁGENES**

#### **2.1 Introducción**

Este capítulo abarca información necesaria para el desarrollo de nuestra investigación, la misma que nos permitirá conocer sobre el sistema de control vehicular implementado, qué cámara utilizar, cómo adquirir la imagen y como darle un acondicionamiento necesario a la misma, del mismo modo como se aplica la técnica de OCR sobre la imagen y registro y señal de alarma.

#### **2.2 Detección de Patrones**

El reconocimiento de patrones es un problema clave en visión computacional. Normalmente este proceso se ve afectado por el ruido y errores inherentes al procesamiento de las imágenes, entre sus ventajas se encuentran la efectividad y velocidad de procesamiento.

La técnica de reconocimiento utilizada en la implementación del proyecto se basa en la selección de puntos y en la comparación con el patrón previamente definido.

Para automatizar la captura de una imagen utilizamos el reconocimiento de patrones, en el caso de las placas de los vehículos un patrón que nunca cambia es el nombre de nuestro país “ECUADOR”, el cuál nos sirve de referencia para adquirir la imagen.

La detección de patrones dentro de una imagen en tiempo real dependerá de la calidad y la distancia a la que se encuentre el vehículo con respecto a la cámara, ya que existirá un instante en el que las dimensiones del patrón buscado coincidan con la placa del vehículo en movimiento.

Esta imagen (patrón Ecuador) será llamada desde el sub VI (Interfaz Virtual) de “adquisición de imagen” que se encuentra en una ubicación específica.

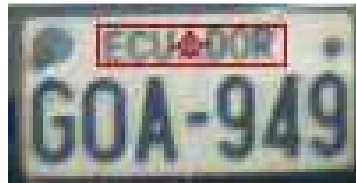


Figura II. 1 Patrón para adquisición de la Imagen

### 2.3 Adquisición de Imágenes

Para la adquisición de imágenes en tiempo real se utiliza una cámara de video, la cual tienen la tarea de convertir las ondas de luz en señales eléctricas, o en su correspondiente formato de video.

En la aplicación se utiliza una **REG-X Close-range Plate Camera**, la misma que ofrece un rendimiento absoluto en aplicaciones de corto alcance de captura de placas vehiculares. Posee una ingeniería de precisión para ofrecer imágenes irrefutables de la placa, tanto en día como en noche, cuenta con el rechazo de Tecnología Ambiental para asegurar la captura coherente y fiable desde corta distancia. Un poderoso arsenal de 850 nm infrarroja asegura de que REG-X funciona bajo cualquier condición de luz ambiental, incluida la completa oscuridad y resplandor de los faros del vehículo. El lente de 16 mm proporciona una fijación efectiva de 400 líneas de

TV y captura en un rango de 4,5 a 7,6 m (15 a 25 pies), REG-X se integra perfectamente con DVR estándar de la industria y es compatible con IP66 para entornos exteriores hostiles. Discreto, compacto y de fácil instalación, REG-X se acopla tanto en 12 V y 24 V. La resolución que nos brinda esta cámara es de 640 x 480 y el formato de imagen es BMP el cual es un archivo en mapa de bits, los mismos que reaccionan de mejor manera frente a la compresión o ampliación, lo que nos garantiza una imagen de mejor calidad y apta para el procesamiento.

La cámara posee un conector de video el cual es conectado con un cable coaxial BELDEN 9104 DUOBONDK(R) II 75 OHM SERIE 59, mediante un conector BNC, al otro extremo tenemos un conector RCA el cual se conecta con una tarjeta EasyCAP la misma que hace el proceso de transformar la señal de video en digital, esta tarjeta nos entrega la señal mediante el puerto USB el cual será conectado al computador, previamente se debe haber instalado los respectivos drivers de la tarjeta ya mencionada para su normal funcionamiento.

Igualmente se cuenta con un programa elaborado en Labview 8.6 para la adquisición de la imagen, este sub VI cuenta con todas las especificaciones propias de la librería Visión and Motion y en especial del IMAQ USB, el cual fue instalado como un anexo a esta librería de Visión. Dentro de ello se realiza la selección del patrón, la selección de la cámara que nos muestra en un número, su nombre y un botón para realizar un stop del sub VI.

Para utilizar una cámara USB en Labview es necesario seguir un procedimiento, el cual se detalla a continuación:



VI para adquisición de imágenes

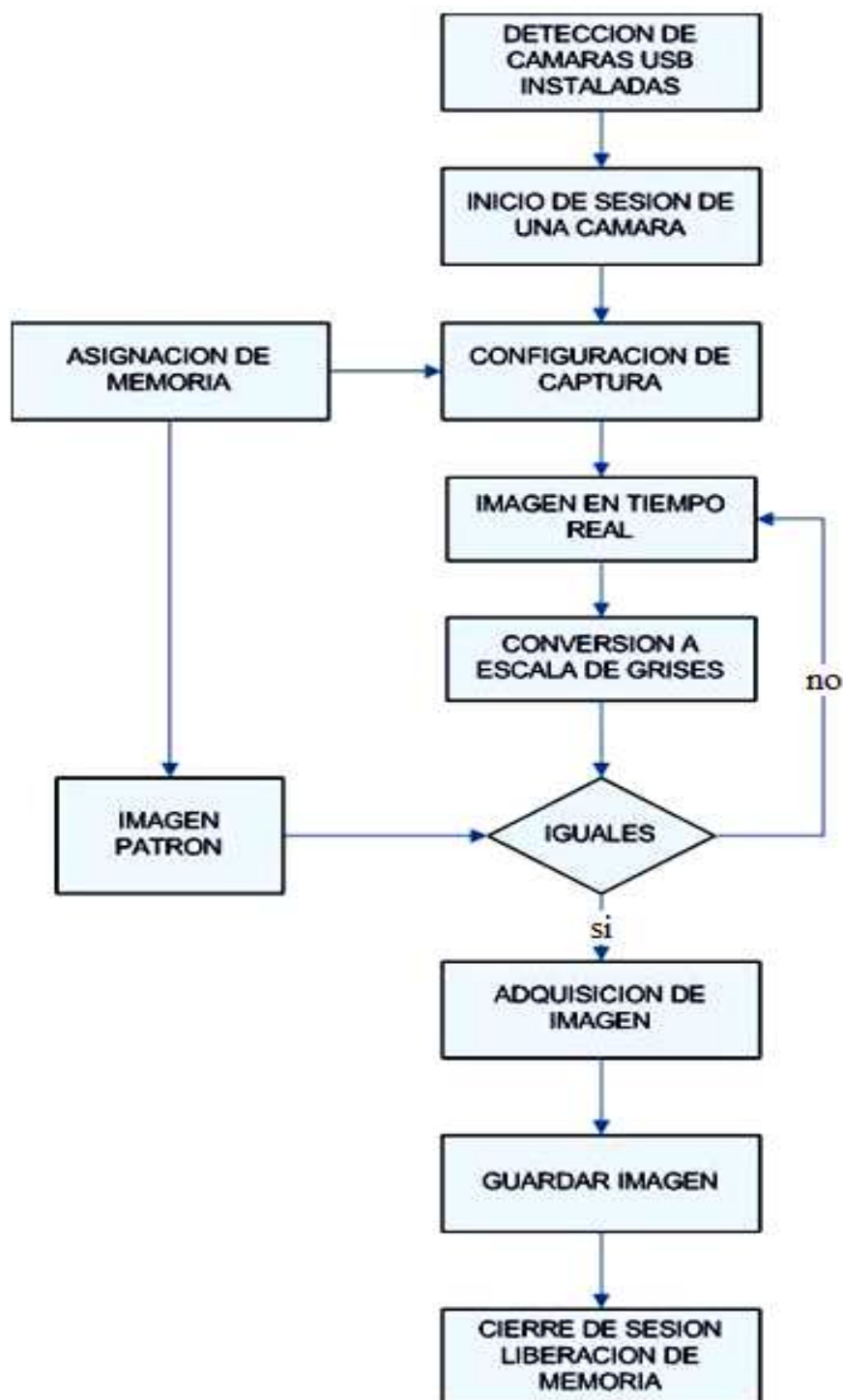


Figura II. 2 Algoritmo de Adquisición de Imagen



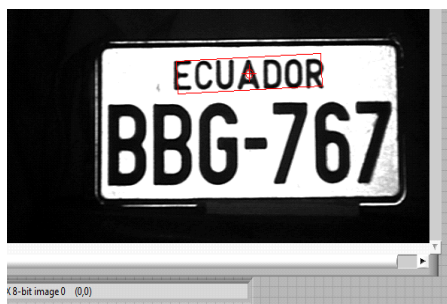


Figura II. 3 Adquisición de Imagen

### 2.3.1 Almacenamiento de Imágenes

Para realizar el almacenamiento de imágenes el sub VI “Adquisición de Imágenes” cuenta con instrucciones de código en Labview para elaborar este proceso, primero crea una carpeta que contendrá la imagen de acuerdo a la fecha y dentro de ella crea otra subcarpeta que contendrá la imagen por una hora específica de acuerdo al momento en que sea tomada la imagen. Esta imagen es almacenada en la siguiente dirección “D:\PROYECTO\REPORTE\Imágenes”, donde el próximo sub VI tomara la imagen de esta ubicación para poder realizar su respectivo proceso.

### 2.4 Brillo de Imagen.

Aumentar el brillo de una imagen consiste en sumar o restar una constante a los colores que constituyen un píxel, cuidando siempre de nunca rebasar los límites 0 y 255. El incrementar o reducir el brillo en una imagen consiste en aumentar o disminuir la ordenada al origen de la línea recta con pendiente a 45 grados que representa los grises.

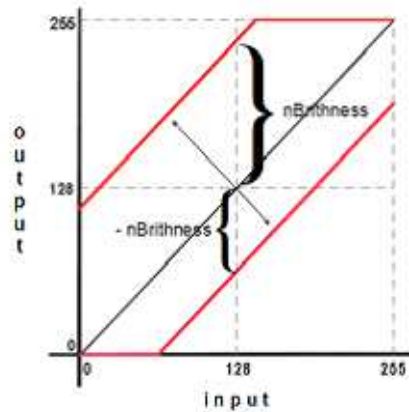


Figura II. 4 Aumento o Disminución de Brillo

La función que se utiliza dentro de Labview para realizar el proceso de brillo de la imagen es:

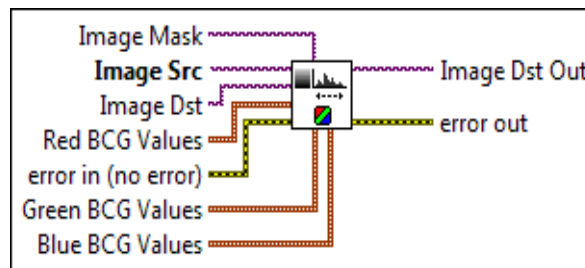


Figura II. 5 Función IMAQ ColorBCGLookup

Teniendo en cuenta estas especificaciones, modificaremos los valores de Brillo, contraste y corrección gamma para recorrer todos los pixeles de una imagen y generaremos su correspondiente donde hemos aumentado o disminuido su claridad en cierta cantidad.

El valor que se asignaran para el brillo es de 166, para el contraste un valor de 82,30 y por ultimo para corrección gamma un valor de 1,95; de acuerdo a esta ejecución realizada se presenta la imagen tanto con brillo como sin él.

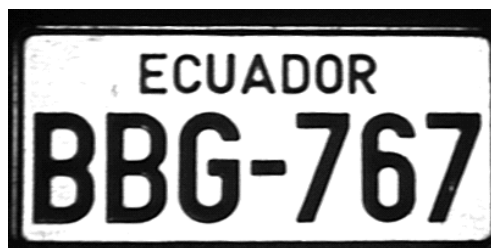


Figura II. 6 Imagen sin Brillo

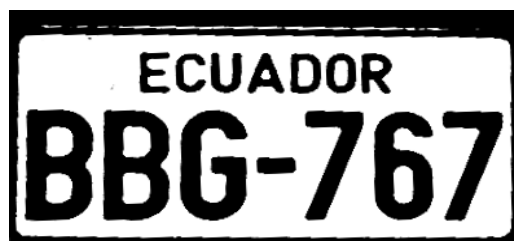


Figura II. 7 Imagen con Brillo

## 2.5 Color de Umbral.

La función umbral se aplica para los tres planos de una imagen RGB o HSL y coloca el resultado en una imagen de 8 bits, del mismo modo el umbral de color se utiliza para eliminar partes de la imagen que caen dentro de un rango de color especificado. Este módulo puede ser utilizado para detectar objetos de valores de color consistente. La interfaz muestra los histogramas de los colores rojo, verde y azul, los cuales con su respectivo valor en píxeles de (0-255), el uso de los histogramas puede filtrar píxeles con los valores de la imagen dejando el objeto deseado a la vista. Se debe tener en cuenta que cuando las condiciones de iluminación decaen se debe a que los valores que se utiliza fallan al segmentar la imagen; se debe especificar el valor más amplio posible del umbral para darse cuenta de los cambios.

La función a utilizarse para este proceso es IMAQ Color Threshold en donde se modificaran los valores necesarios para llegar a una perfección de la imagen.

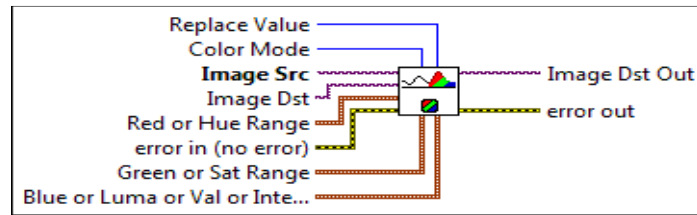


Figura II. 8 Función IMAQ Color Threshold

Se ha escogido el modelo de color RGB y un histograma lineal, en donde los valores mínimos que se asignaron para el color rojo verde y azul es de 0, mientras que los valores máximos fueron de 243,224 y 255 respectivamente.



Figura II. 9 Color de Umbral

## 2.6 Morfología de Grises.

Esta función realiza transformaciones morfológicas en escala de grises. Todos los tipos de imagen de origen (de entrada) y de destino (salida) deben ser las mismas. La imagen de fuente adquirida a una transformación morfológica debe ser creada con un borde capaz de soportar el tamaño del elemento estructurante. Un elemento de  $3 \times 3$  de estructuración requiere un mínimo de una frontera, un elemento de  $5 \times 5$  requiere la estructuración de una frontera mínima de 2, y así sucesivamente. El tamaño del borde de la imagen de destino no es importante.

La función a utilizarse para este proceso es IMAQ GrayMorphology en donde escogemos la opción de dilatación con una medida de  $3 \times 3$  con una sola iteración, a continuación presentamos la respectiva función.

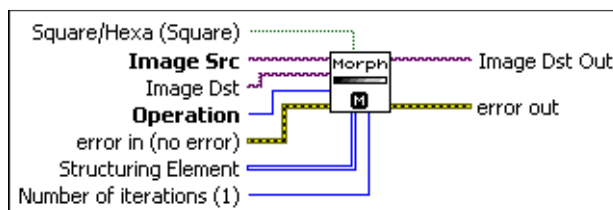


Figura II. 10 Función IMAQ GrayMorphology

La imagen que se obtiene de la selección de estas opciones la presentamos a continuación, para una mejor ilustración.



Figura II. 11 Morfología de Grises

## 2.7 Morfología Básica.

Después de realizar un umbral de la imagen, es posible que se desee mejorar la imagen resultante. Se puede utilizar la morfología primaria binaria o morfología binaria avanzada para eliminar las partículas no deseadas, separar partículas conectadas, o mejorar la forma de las partículas. Las funciones principales de trabajo en la morfología de la imagen en su conjunto por los píxeles de procesamiento individual, operaciones avanzadas se basan en la morfología de los principales operadores morfológicos y el trabajo sobre las partículas en su conjunto en lugar de píxeles individuales.

La morfología de las funciones avanzadas requiere que se especifique el tipo de conectividad para su uso. Conectividad NI Visión específica cómo se determina si dos píxeles adyacentes pertenecen a la misma partícula.

Todas las imágenes de origen y de destino deben ser imágenes binarias de 8 bits. La imagen de fuente conectada a una transformación morfológica debe haber sido creada

con un borde capaz de soportar el tamaño del elemento estructurante. Un elemento de  $3 \times 3$  estructuraciones requiere de un mínimo de una frontera, un elemento de  $5 \times 5$  requiere la estructuración de una frontera mínima de 2, y así sucesivamente. El tamaño del borde de la imagen de destino no es importante.

La función a utilizarse para este proceso es IMAQ Morphology en donde escogemos la opción de erosionar objetos con una medida de  $3 \times 3$  con dos iteración y de igual manera seleccionamos la opción de cuadrado para sobresaltar los caracteres de la placa, a continuación presentamos la respectiva función utilizada.

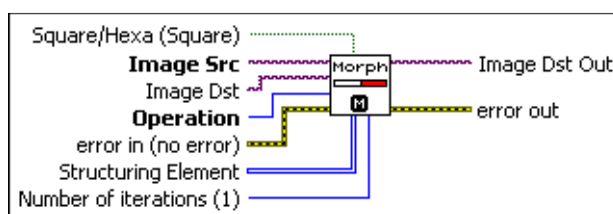


Figura II. 12 Función IMAQ Morphology

Cabe presentar la imagen que se obtiene del proceso que realiza esta función en nuestro sub VI.



Figura II. 13 Morfología Básica

## 2.8 Morfología Avanzada.

Para contar los objetos, se utiliza una técnica de procesamiento de imagen común que se llama análisis de partículas, a menudo se refiere como el análisis de burbuja. Análisis de Blob es el proceso de detección y análisis de distintas formas de dos dimensiones dentro de una región de la imagen. Se debe utilizar la función IMAQ RemoveParticle para

eliminar las partículas grandes o pequeñas que no interesen. También se puede utilizar el Erode, abierta, y las funciones popen en el IMAQ Morfología para eliminar las partículas pequeñas. A diferencia de IMAQ RemoveParticle, estas tres funciones anteriores alteran el tamaño y la forma de las partículas restantes.

Esta función elimina o mantiene las partículas resistentes a un número determinado de 3 x 3 erosiones. Las partículas que se mantienen son exactamente de la misma forma que las que se encuentran en la imagen original. La imagen de origen debe ser una imagen binaria de 8 bits. Dentro de la aplicación realizada con la función IMAQ RemoveParticle se ha escogido la opción “Borrar Objetos Pequeños” con dos iteraciones y del mismo modo se ha escogido la conectividad de 4/8 para sobresaltar los caracteres de la placa y dar una mejor presentación para aplicar la técnica del OCR, a continuación presentamos la respectiva función utilizada.

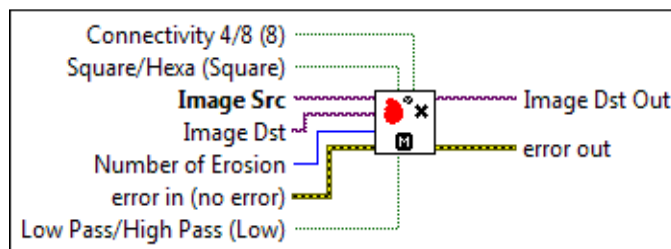


Figura II. 14 IMAQ RemoveParticle

Luego del proceso de esta función se ha obtenido la imagen que presentamos a continuación, la misma que ya será procesada dentro del OCR.



Figura II. 15 Morfología Avanzada

## **2.9 Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).**

El Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), en general es una aplicación dirigida a la digitalización de textos. Identifican automáticamente símbolos o caracteres que pertenecen a un determinado alfabeto, a partir de una imagen para almacenarla en forma de datos con los que podremos interactuar mediante un programa de edición de texto o similar.

El proceso básico que se lleva a cabo en el Reconocimiento Óptico de Caracteres es convertir el texto que aparece en una imagen que podrá ser editado y utilizado como tal por cualquier otro programa o aplicación que lo necesite.

Partiendo de una imagen perfecta, es decir, una imagen con sólo dos niveles de gris, el reconocimiento de estos caracteres se realizará básicamente comparándolos con unos patrones o plantillas que contienen todos los posibles caracteres. De tal manera que, las imágenes reales no son perfectas, por lo tanto el Reconocimiento Óptico de Caracteres se encuentra con varios problemas:

- El dispositivo que obtiene la imagen puede introducir niveles de grises al fondo que no pertenecen a la imagen original.
- La resolución de estos dispositivos puede introducir ruido en la imagen, afectando los píxeles que han de ser procesados.
- La distancia que separa a unos caracteres de otros, al no ser siempre la misma, puede producir errores de reconocimiento.
- La conexión de dos o más caracteres por píxeles comunes también puede producir errores.

En la aplicación realizada se hace referencia al procedimiento de localizar la región de interés que relacionan a los caracteres obtenidos con una base de datos que es una



plantilla de caracteres previamente establecidos y realizados en NI Visión Assistant, la secuencia para la lectura OCR se detalla en la siguiente figura.



Figura II. 16 Localización de Caracteres de la placa Vehicular

### **2.10 Almacenamiento y Señales de Alarma.**

La información que ha sido recabada sobre las placas vehiculares será almacenada en una hoja de cálculo de Excel para construir una base de datos de todos los vehículos que fueron capturados por nuestra cámara. El manejo que se de a la misma dependerá del uso que tenga la aplicación. Nuestro objetivo es compararla con otra base de datos que ha sido previamente elaborada con el número de placas que simularán vehículos robados y se generará una señal de alerta en caso de encontrar alguna coincidencia.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO DE LABVIEW Y GUIA DE REFERENCIA DE LA APLICACIÓN OCR**

#### **3.1 Introducción**

Este capítulo contiene la información del estudio del programa LabVIEW 8.6, el cual se ha utilizado para el desarrollo de nuestra aplicación que es el SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR; dicha información nos permitirá conocer la programación utilizada en este lenguaje como interactúa y se integra con la técnica de OCR.

#### **3.2 Estudio del entorno de programación Labview 8.6**

Labview es el acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench, es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla. National Instruments es la empresa desarrolladora y propietaria de LabVIEW, comenzó en 1976 en Austin, Texas y sus primeros productos eran dispositivos para el bus de instrumentación GPIB. En abril de 1983 comenzó a desarrollar lo que sería su producto estrella: LabVIEW, que vería la luz en octubre de 1986 con el lanzamiento de LabVIEW 1.0 para Macintosh y en 1990 la

versión 2. Para Windows habría que esperar a septiembre de 1992. Los principales hitos de LabVIEW pueden verse en la tabla siguiente.

Tabla III. I Tabla Cronológica de LabVIEW

Fecha	Versión
Abril de 1983	Inicia el desarrollo de LabVIEW
Octubre de 1986	LabVIEW para Macintosh
Enero de 1990	LabVIEW 2.0
Septiembre de 1992	LabVIEW para Windows
Octubre de 1992	LabVIEW para Sun
Octubre de 1993	LabVIEW 3.0 multiplataforma
Abril de 1994	LabVIEW para Windows NT
Octubre de 1994	LabVIEW para Power Macintosh
Octubre de 1995	LabVIEW para Windows 95
Mayo de 1997	LabVIEW 4.0
Marzo de 1998	LabVIEW 5.0
Febrero de 1999	LabVIEW 5.1, LV para Linux y LV Real-Time
Agosto de 2000	LabVIEW 6i
Enero de 2002	LabVIEW 6.1
Mayo de 2003	LabVIEW 7 Express, LabVIEW PDA y FPGA
Mayo de 2004	LabVIEW 7.1
Mayo de 2005	LabVIEW DSP
Junio de 2005	LabVIEW Embedded
Agosto de 2006	LabVIEW 8.20
Abril de 2007	LabVIEW 8.5, primera version del toolkit FPGA y del toolkit Statechart
Octubre de 2008	LabVIEW 8.6, limpieza automática de los diagramas
2009	LabVIEW 2009

### Estudio de LabVIEW 8.6

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactivo basado en software. Puede diseñar el software especificando el sistema funcional, el diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación. Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).

## Programación gráfica en Labview

Cuando se diseñan programas con Labview está trabajando siempre bajo algo denominado VI, es decir, un instrumento virtual, se pueden crear VI a partir de especificaciones funcionales que se diseñe. La figura III.1 nos indica la primera pantalla de Labview. En Blank VI se puede acceder a la creación de un nuevo VI. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una sub función dentro de un programa general. Los VI's se caracterizan por: ser un cuadrado con su respectivo símbolo relacionado con su funcionalidad, tener una interfaz con el usuario, tener entradas con su color de identificación de dato, tener una o varias salidas y por su puesto ser reutilizables.

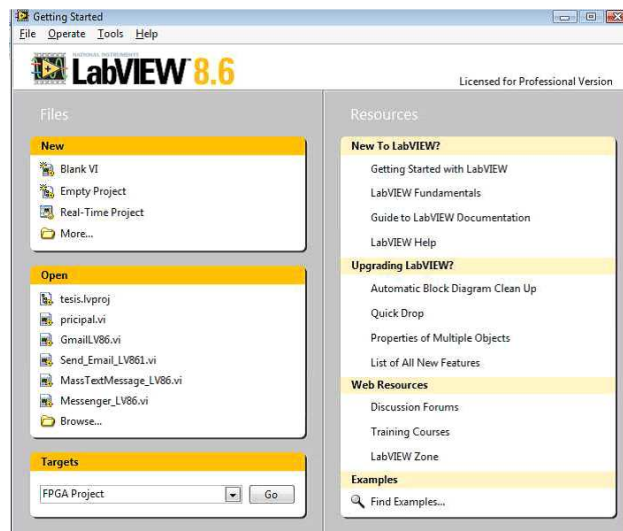


Figura III. 17 Pantalla Inicial Labview

## Interfaz de Usuario

En el ambiente de trabajo de Labview existen dos paneles:

### Panel Frontal

El panel frontal (Figura III.2) de un VI es una combinación de controles e indicadores. Los controles son aquellos elementos que entregan datos al diagrama en bloques desde el panel frontal por entrada desde teclado o con el mouse, simulan los dispositivos de

entrada de datos del VI y pasan los datos al diagrama en bloque del VI. Los indicadores son aquellos elementos que entregan datos al panel frontal desde el diagrama de bloques para ser visualizados en el display, los dispositivos simulan la salida de datos del VI que toman los datos desde el diagrama en bloque del VI.

Para adicionar controles o indicadores al panel frontal se seleccionan estos de la paleta de controles que se encuentra en una ventana flotante y a la cual se accede a través de accionar el botón derecho del ratón sobre el panel frontal. A los controles e indicadores se les puede cambiar el tamaño, la forma, y la posición, además cada control o indicador tiene un pop-up menú en el cual se pueden cambiar varios atributos o seleccionar diferentes opciones.

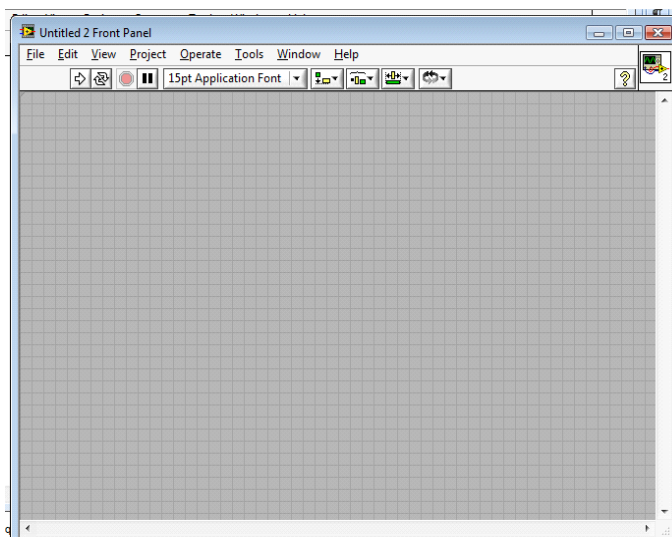


Figura III. 18 Panel Frontal

### Controles

- Entregan datos al diagrama de bloques por medio del teclado o el ratón
- Simulan dispositivos de entrada de datos del VI



Figura III. 19 Controles

### Indicadores

- Muestran datos en el panel frontal desde el diagrama de bloques para ser visualizados
- Simulan los dispositivos de salida de datos del VI.



Figura III. 20 Indicadores

### Panel de programación

- La ventana Diagrama (Figura III.5) almacena el diagrama de bloques del VI, el código fuente gráfico (Lenguaje G) del Instrumento Virtual.
- Se construye este diagrama con bloques funcionales denominados nodos, conectándose o uniéndose entre sí según sea el objetivo.
- Estos nodos realizan todas las funciones necesarias para el VI y controlan el flujo de la ejecución del VI.

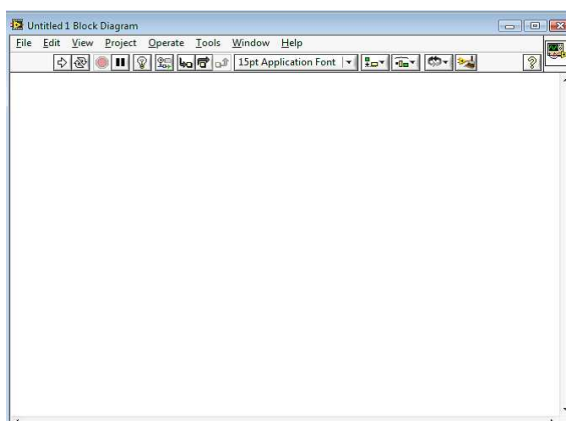


Figura III. 21 Panel de Programación o Diagrama de Bloques

### 3.1.3 Elementos de Programación

#### Declaración de variables numéricas

- Cuando se pone un control o indicador en el panel frontal, LabView pone un terminal correspondiente a este control o indicador en el diagrama en bloque.
- Este terminal desaparece solo cuando se borra el control o indicador.
- Los enlaces o alambres son los caminos de los datos entre los terminales fuente y los terminales destino.
- No se permite enlazar dos terminales fuentes ni dos terminales destinos, y si se permite enlazar un terminal fuente a varios terminales destino.

A continuación se presenta los tipos de datos existentes en LabView

Tabla III. II Tipos de datos en Labview

Long	I32	32 (4 bytes)	-2147483648 hasta 2147483647
Word	I16	16 (2 bytes)	-32768 hasta 32767
Byte	I8	8 (1 bytes)	-128 hasta 127
Long Unsigned	U32	32 (4 bytes)	0 hasta 4294967295
Word Unsigned	U16	16 (2 bytes)	0 hasta 65535
Byte Unsigned	U8	8 (1 bytes)	0 hasta 255
Extended	EXT	96 (12 bytes)	-1.00E-507 hasta 9.00E+515
Double	DBL	64 (8 bytes)	-5.00E-324 hasta 1.70E+308
Single	SGL	32 (4 bytes)	-1.40E-45 hasta 3.40E+38
Complex Extended	CXT	192 (24 bytes)	-1.00E-507 hasta 9.00E+515
Complex Double	CDB	128 (16 bytes)	-5.00E-324 hasta 1.70E+308
Complex Single	CSG	64 (8 bytes)	-1.40E-45 hasta 3.40E+38
Cadena(String)	abc	1 byte/caracter	Conjunto de Caracteres ascii.
Arreglos(Array)	[...]	Según el tipo de los elementos del arreglo	
Grupos (Cluster)			
Path			
Device			

#### Variables Locales

Las variables locales permiten hacer lecturas y escrituras sobre el control o indicador al cual está asociado.

### Paleta de Controles

Para generar el panel frontal se colocan controles e indicadores de la paleta de controles (Figura III.6). Cada icono representa una sub paleta, la cual contiene controles para colocar en el panel frontal.

Un control es un objeto que utiliza el usuario para interactuar con el VI, introduciendo datos o controlando el proceso. Unos ejemplos sencillos de controles son los botones, controles deslizantes, diales, cuadros de texto. Un indicador es un objeto del panel frontal que muestra datos al usuario. Se pueden citar como ejemplos: gráficas, termómetros, medidores analógicos y digitales. Cuando se coloca un control o indicador en el panel frontal, automáticamente aparece un terminal en el diagrama de bloques.



Figura III. 22 Paleta de Controles

### Paleta de Funciones

Para construir el diagrama de bloques se usan los terminales generados en el panel de control por los controles e indicadores, y los VI's, funciones y estructuras de la paleta de funciones (Figura III.7). Cada icono de la paleta representa una sub paleta, la cual



contiene VIs y funciones para colocar en el diagrama de bloques. Las estructuras, VI's y funciones (llamados en conjunto nodos) de la paleta de funciones proporcionan la funcionalidad al VI. Cuando se añaden nodos a un diagrama de bloques, se pueden conectar entre si y a los terminales generados por los controles e indicadores del panel de control mediante la herramienta de conexión (*Wiring Tool*) de la paleta de herramientas. Al final, un diagrama de bloques completo se asemeja a un diagrama de flujo.



Figura III. 23 Paleta de Funciones

### 3.3 Integración del OCR con el lenguaje Labview 8.6.

Se utiliza OCR VIs para desarrollar el reconocimiento óptico de caracteres. OCR es el proceso mediante el cual el software de visión artificial lee el texto y / o caracteres de una imagen. Cabe destacar que OCR se encuentra en la librería de Visión and Motion, seguida de Machine Visión. En el momento de realizar la respectiva instalación del

programa LabVIEW y la librería mencionada también se instala por defecto la sub librería de OCR

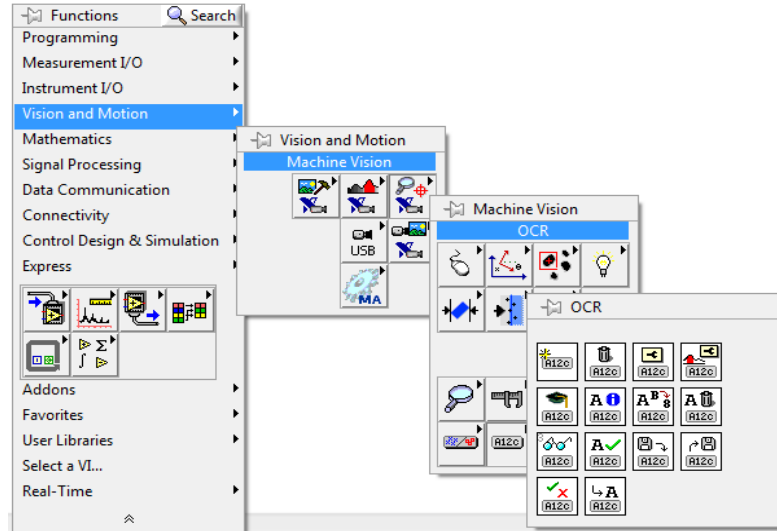


Figura III. 24 Librería OCR

A continuación se presentara las librerías que componen el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) dentro de LabVIEW.

### IMAQ OCR Create Session

Crea una sesión de reconocimiento óptico de caracteres y devuelve un refnum asociado a la sesión.

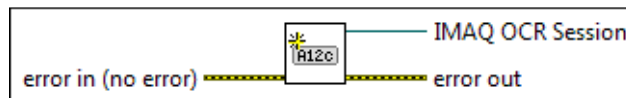


Figura III. 25 Librería IMAQ OCR Create Session

### IMAQ OCR Dispose Session

Dispone de la sesión de OCR y libera los recursos asociados a este período de sesiones.

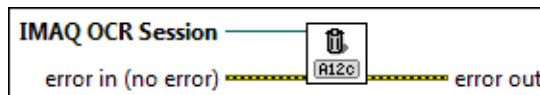


Figura III. 26 Librería IMAQ OCR Dispose Session

### IMAQ OCR Property

Obtiene y establece el valor de la propiedad especificada por la propiedad. Se puede utilizar polimórficos VI para establecer el valor de una propiedad de I32, una propiedad de cadena, o una propiedad Boolean. El tipo de datos que el alambre a la entrada de la propiedad determine que instancia polimórfica usar.

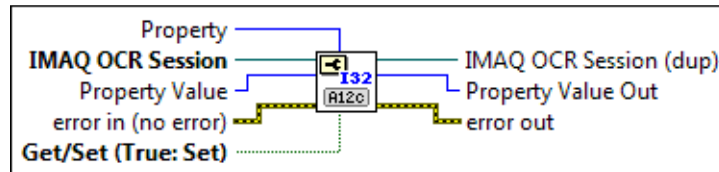


Figura III. 27 Librería IMAQ OCR Property

### IMAQ OCR Threshold Data

Esta librería obtiene y establece el umbral de los datos.

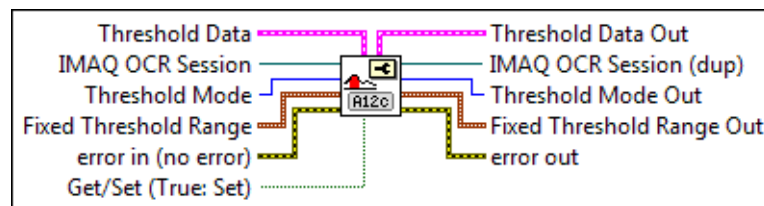


Figura III. 28 Librería IMAQ OCR Threshold Data

### IMAQ OCR Train

Asigna valores a los objetos que NI Visión identifica en la imagen. Los personajes recién formados se añaden al conjunto de caracteres formados existentes. Una imagen puede contener no más de 255 objetos

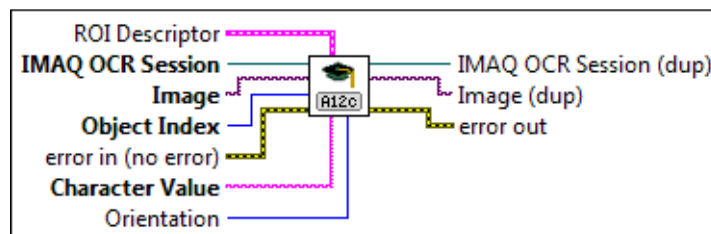


Figura III. 29 Librería IMAQ OCR Train

### IMAQ OCR Character Info

Recupera información sobre el carácter formado en el índice especificado

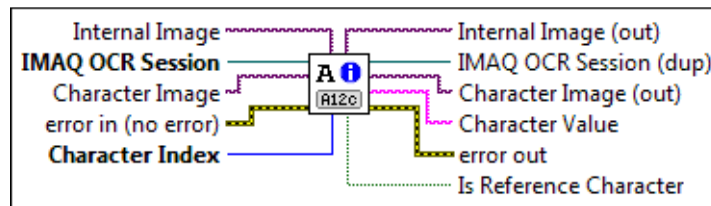


Figura III. 30 Librería IMAQ OCR Character Info

### IMAQ OCR Rename Character

Cambia el nombre del personaje formado en el índice especificado por el carácter de índice.

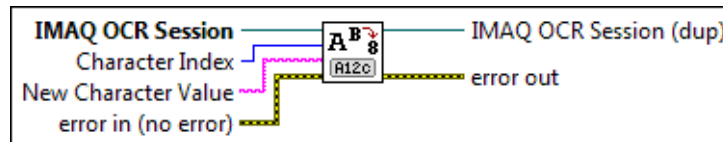


Figura III. 31 Librería IMAQ OCR Rename Character

### IMAQ OCR Delete Character

Elimina un personaje de carácter conjunto entrenado en el índice especificado por el carácter de índice.

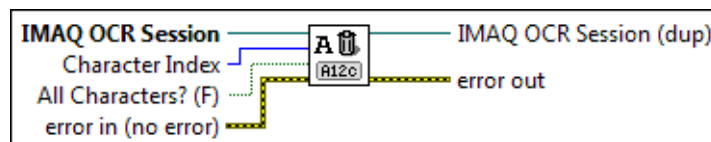


Figura III. 32 Librería IMAQ OCR Delete Character

### IMAQ OCR Read Text

Lee el texto de la imagen. El VI identifica todos los objetos de la imagen basada en las propiedades que se establece y, a continuación compara cada objeto con todos los personajes en el archivo de conjunto de caracteres.

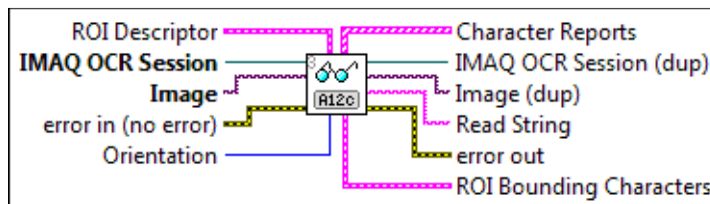


Figura III. 33 Librería IMAQ OCR Read Text

### IMAQ OCR Set Valid Characters

Especifica los caracteres que son válidos para cada posición de carácter en la imagen.

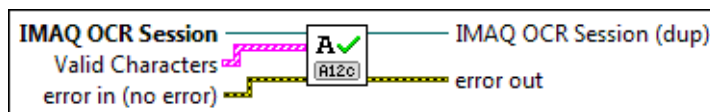


Figura III. 34 Librería IMAQ OCR Set Valid Characters

### IMAQ OCR Read Character Set File

Lee un conjunto de caracteres y las propiedades de la sesión del juego de caracteres del archivo especificado por Ruta de archivo.

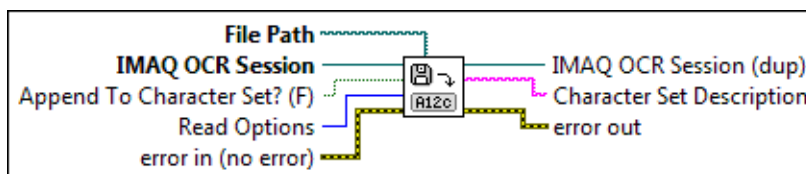


Figura III. 35 Librería IMAQ OCR Read Character Set File

### IMAQ OCR Write Character Set File

Almacena el carácter de formación conjunto y las propiedades de la sesión en el archivo especificado por la Ruta de archivo.

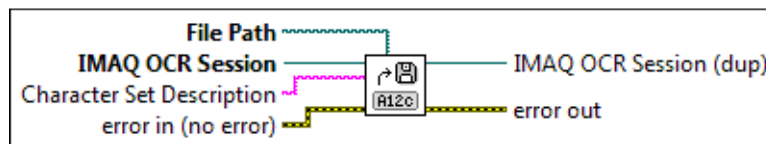


Figura III. 36 Librería IMAQ OCR Write Character Set File

### IMAQ OCR Verify Text

Verifica la exactitud del texto en la imagen. Para cada personaje, los controles VI de la existencia de un personaje de referencia para la clase de caracteres espera y compara el carácter de la imagen del personaje de referencia.

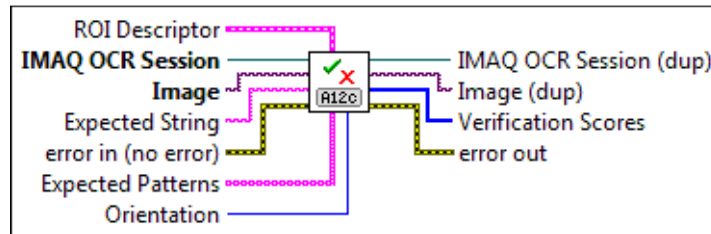


Figura III. 37 Librería IMAQ OCR Verify Text

### IMAQ OCR Set Reference Character

Establece un personaje como el personaje de referencia para la clase de caracteres. Si la clase de personaje que ya tiene un carácter de referencia, el nuevo personaje se sustituirá el antiguo como el carácter de referencia.

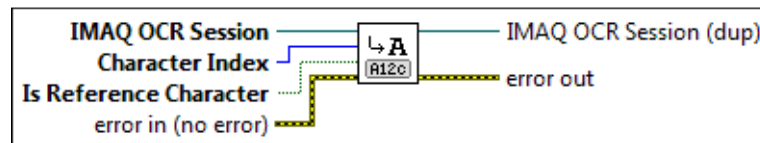


Figura III. 38 Librería IMAQ OCR Set Reference Character

Estas son todas las funciones existentes del OCR en LabVIEW, y como ya se mencionó anteriormente en el momento de instalar la Librería de Visión viene incluida la función de OCR.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR**

#### **4.1 Introducción**

Para realizar un buen software sea cual fuera este se deberá seguir una metodología de desarrollo que mejor se adapte a los requerimientos. La metodología que más se acopla a la elaboración del Sistema de Control Vehicular utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres es Extreme Programming XP.

En el transcurso de este capítulo se desarrollará la parte del Diseño, Desarrollo y las Pruebas del Software, estas actividades con sus respectivas sub actividades.

Para la comprobación de la hipótesis se utilizó el método Coeficiente de Correlación e igualmente el método de Estadística descriptiva.

#### **4.2 Arquitectura del Sistema de Control Vehicular.**

El desarrollo del Sistema de Control Vehicular utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres al igual que cualquier otro producto necesita de un proceso establecido como una metodología que guíe al desarrollador hacia el objetivo final al cual debe llegar y de esta forma pueda presentar un producto de mejor calidad en menor tiempo. La

Metodología XP es una metodología ágil, moderna y basada en tecnología actual por esta razón a sido seleccionada para trabajar en este proyecto.

Empieza con la fase de **Planificación y Análisis**, en donde se analizará la funcionalidad que tendrá el sistema. Con el objetivo de tener un vínculo más estrecho para poder alcanzar mayor confiabilidad y determinar correctamente la funcionalidad del sistema.

En la fase de **Diseño** se empieza a estructurar y armar la aplicación, es aquí donde se diseña el nivel más bajo del sistema, La estructura de la aplicación, es decir los diagramas que sean necesarios para la implementación de nuestro proyecto.

Para la fase de **Codificación** se construye el código (VI) de cada uno de los componentes que han llegado hasta esta fase y en donde se puede ejecutar sucesivas iteraciones hasta llegar a un código óptimo.

Finalmente en la fase de **Pruebas** todo código generado en nuestro caso VI debe ser puesto tanto a pruebas unitarias como a pruebas globales del sistema, todo esto se puede modificar en posteriores iteraciones.

## **4.2.1 FASE I: PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO**

### **4.2.1.1 DATOS GENERALES**

#### **TITULO**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR  
UTILIZANDO RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES EN EL  
LABORATORIO DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL DE LA EIS”

#### **NOMBRE DEL PRODUCTO**

“*SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR*”



## **PROPIETARIO**

Edgar Edison Barragán del Pozo

### **4.2.1.2 RECOPIACION DE LA INFORMACION**

#### **4.2.1.2.1 Datos de la Institución**

##### **Nombre**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Informática y Electrónica Escuela de Ingeniería en Sistema Laboratorio de Automatización Industrial

#### **4.2.1.2.2 Concepto de la Solución**

El sistema de control y seguridad vehicular permitirá la captura de la placa de un vehículo mediante una cámara infrarroja que es capaz de tomar fotos día y noche. Luego se realiza un procesamiento digital de una imagen capturada para enseguida aplicar un algoritmo de reconocimiento óptico de caracteres que identifica dentro de la imagen las letras y números que componen la placa vehicular. Al finalizar este proceso se realiza el registro del número de placa vehicular en un archivo de Excel llamado REGISTRO, en donde este número será comparado con otro número de placa vehicular que se encuentra previamente almacenado en un Archivo de Excel llamado BDATOS, si la comparación es verdadera nos da un mensaje de aviso que el vehículo se encuentra registrado en nuestra base de datos.

Para la realización de este trabajo se empleará el paquete IMAQ Visión and Motion y en específico la función IMAQ OCR del software LabVIEW 8.6 desarrollado por National Instruments, de igual manera se utiliza el paquete de IMAQ USB para el reconocimiento de la Cámara **REG-X** utilizada.

### **4.2.1.3 ESTUDIO DE VIABILIDAD**

#### **4.2.1.4 Viabilidad Técnica**

✓ Estudio

El estudio que se realiza para la obtención de los requisitos necesarios para el desarrollo del presente proyecto, no presenta ningún inconveniente ya que la información que se manejará no es considerada como sensible; por el contrario es información que será adquirida en el desarrollo del proyecto.

✓ Desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se usará herramientas de software propietarias, las estas herramientas a utilizar son: LabVIEW 8.6; Office 2007; Ulead Video studio (Driver de la tarjeta EasyCAP).

### **4.2.1.5 ANÁLISIS**

#### **4.2.1.5.1 Caso de Uso General**

Este diagrama de Caso de Uso General nos indica la funcionalidad del sistema desde el momento que inicia el sistema es decir cuando adquiere la imagen hasta cuando termina su ejecución es decir emitiendo una señal de alarma en caso que ce haya encontrado la coincidencia del vehículo buscado.

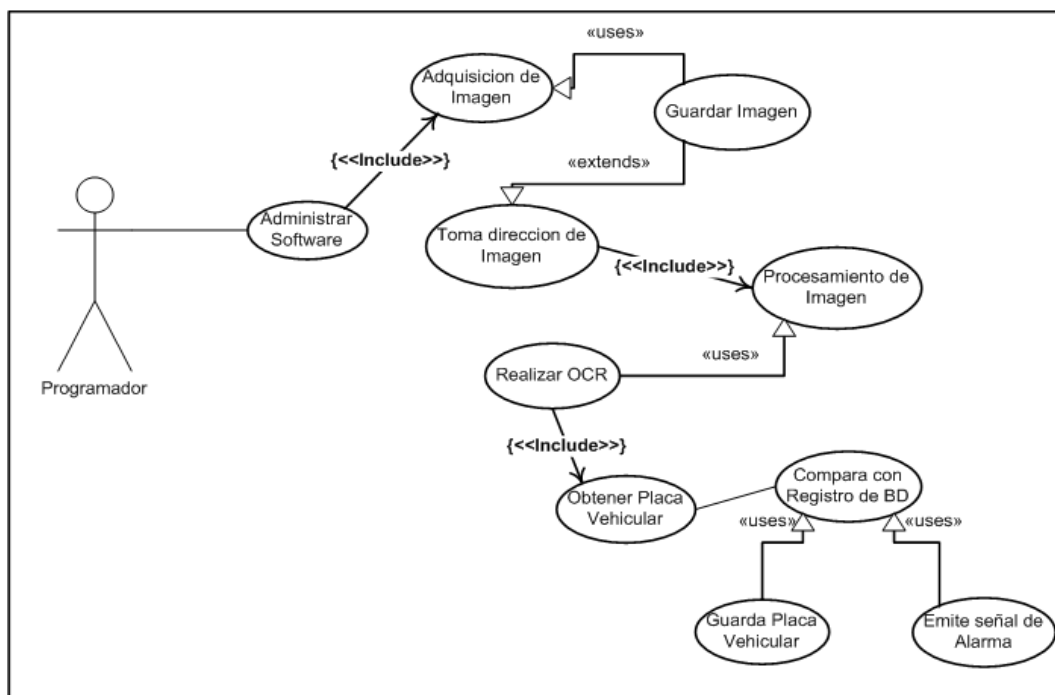


Figura IV. 39 Caso de Uso General

#### 4.2.1.5.2 Casos de Uso de Alto Nivel

Se ha realizado los casos de uso de alto nivel refiriéndonos a cada sub VI que forman parte del sistema de Control Vehicular.

- **Cámara USB**

Este diagrama de caso de uso se refiere a la funcionalidad misma del sub VI Adquisición de Imagen.

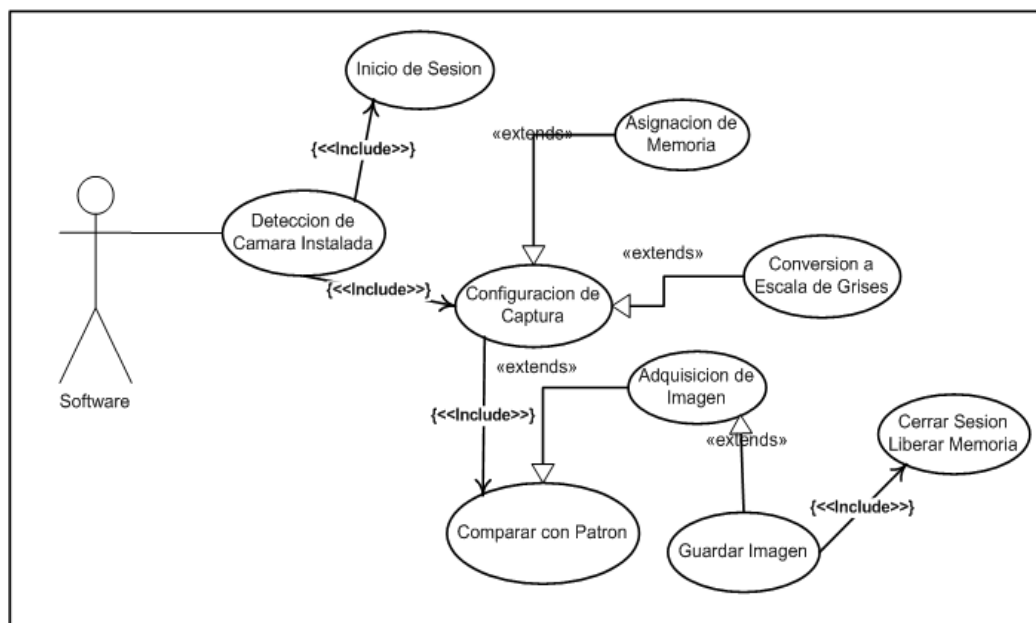


Figura IV. 40 Caso de Uso Cámara USB

- **OCR**

El diagrama de caso de uso OCR hace énfasis en el funcionamiento del sub VI Reconocimiento Óptico de Caracteres y en forma específica nos indica su importancia.

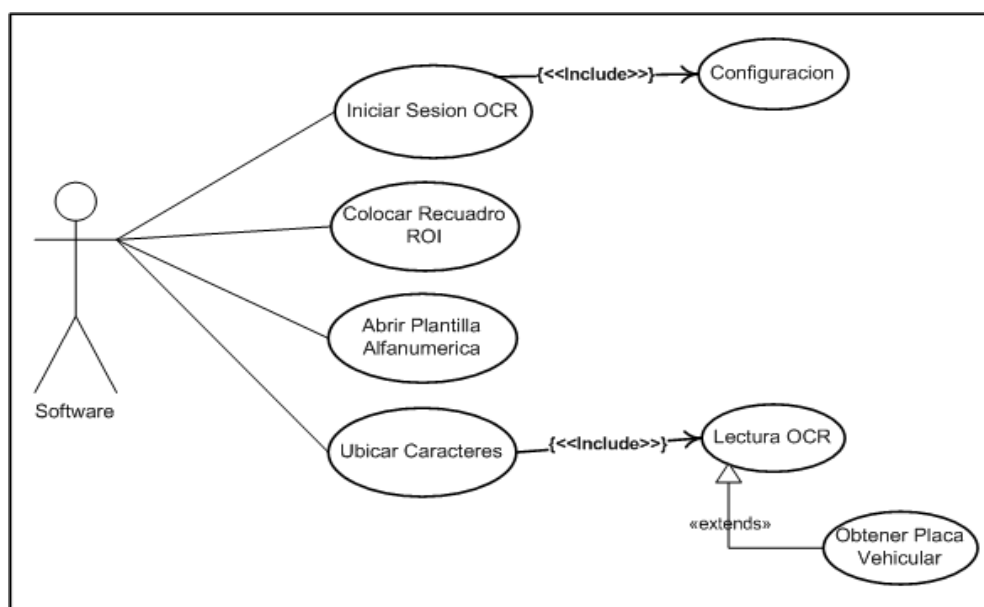


Figura IV. 41 Caso de Uso OCR

- **Almacenamiento y Señal de Alarma**

Igualmente el caso de uso Almacenamiento y Señal de Alarma se refiere a la funcionalidad del sub VI del mismo nombre, y nos da a conocer sus pasos específicos utilizados.

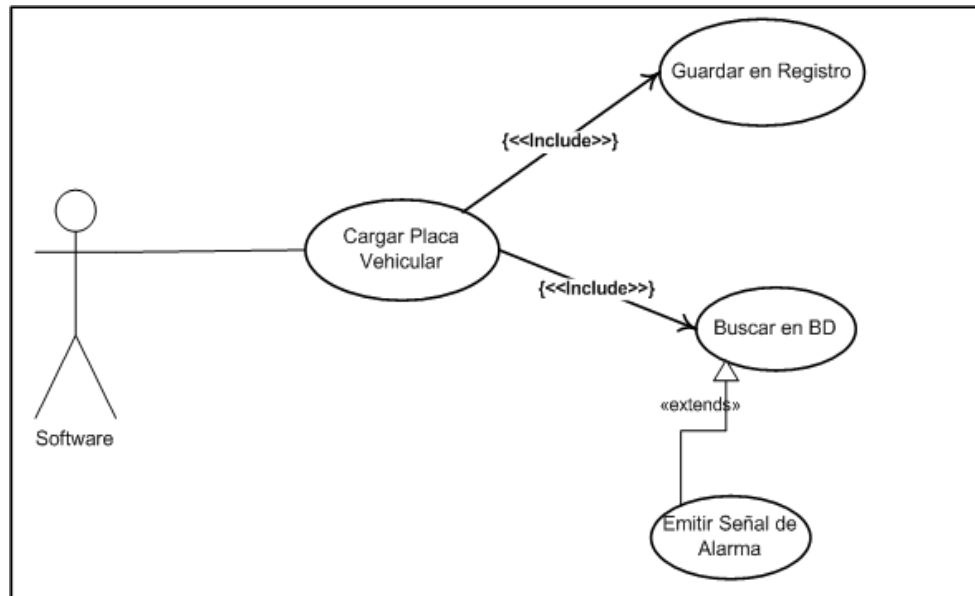


Figura IV. 42 Caso de Uso Almacenamiento y Señal de Alarma

#### 4.2.1.5.3 Casos de Uso de Bajo Nivel Refinados

- **Cámara USB**

Tabla IV. III Caso de Uso Refinado Cámara USB

<b>Identificador Caso de Uso</b>	CU-Cámara
<b>Nombre del Caso de Uso</b>	Cámara USB
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Propósito</b>	Adquirir imagen de placa vehicular
<b>Visión General</b>	El administrador deberá configurar la cámara USB para esto debe haber encendido y dar clic en el icono donde se ejecuta el sub VI.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Referencias</b>	Encender cámara USB
<b>Curso Típico de Eventos</b>	

<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1 El administrador accede a la pantalla del sub VI Proyecto y presiona el icono ejecutar.	2 El sistema adquiere la imagen de la placa de un vehículo y guarda en una dirección específica.
<b>Cursos Alternativos</b>	
Línea 1. Acción mal realizada, se identifica el error y se cancela la operación.	

- **OCR**

Tabla IV. IV Caso de Uso Refinado OCR

<b>Identificador Caso de Uso</b>	CU-OCR
<b>Nombre del Caso de Uso</b>	OCR
<b>Actores</b>	Software
<b>Propósito</b>	Convertir la imagen de la placa vehicular en caracteres
<b>Visión General</b>	El software será capaz de extraer la imagen desde una dirección específica y realizar los procesos de tratamiento de la misma para convertir en caracteres.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Referencias</b>	Encender cámara USB
<b>Curso Típico de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1 El administrador accede a la pantalla del sub VI Proyecto y presiona el icono ejecutar.	2 El sistema devuelve los caracteres de la placa vehicular.
<b>Cursos Alternativos</b>	
Línea 1. Acción mal realizada, se identifica el error y se cancela la operación.	

- **Almacenamiento y Señal de Alarma**

Tabla IV. V Caso de Uso Refinado Almacenamiento y Señal de Alarma

<b>Identificador Caso de Uso</b>	CU-Señal de Alarma
<b>Nombre del Caso de Uso</b>	Almacenamiento y Señal de Alarma
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Propósito</b>	Guardar el número de placa vehicular y comparar con una BD
<b>Visión General</b>	El software será capaz de coger el número de placa vehicular que devuelve el sub VI OCR para guardar en un registro de EXCEL y compararlo con otro registro que contiene números de placas de vehículos robados y en caso de coincidencia emitir una señal de alarma.
<b>Tipo</b>	Primario

<b>Referencias</b>	Encender cámara USB
<b>Curso Típico de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1 El administrador accede a la pantalla del sub VI Proyecto y presiona el icono ejecutar.	2 El sistema emite la señal de alarma si encontró la coincidencia.
<b>Cursos Alternativos</b>	
Línea 1. Acción mal realizada, se identifica el error y se cancela la operación.	

## 4.2.2 FASE II DISEÑO

### 4.2.2.1 Diagrama de Estados

Este diagrama nos indica los estados que tiene que pasar el sistema de control vehicular para su funcionamiento.

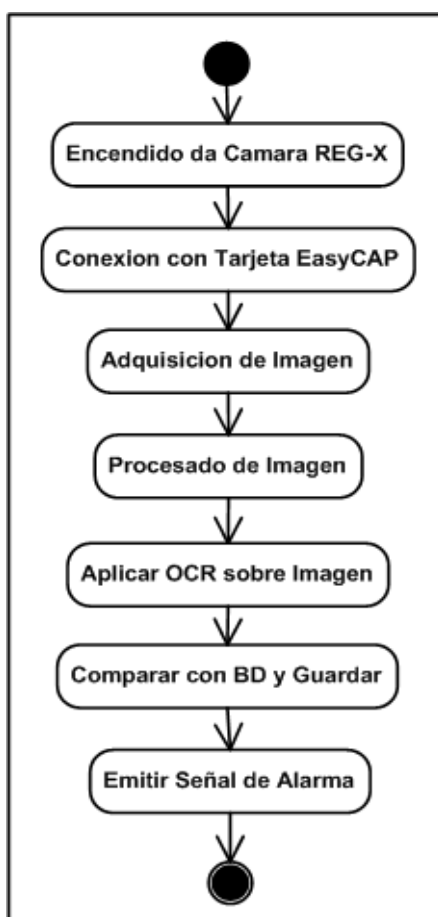


Figura IV. 43 Diagrama de Estados

#### 4.2.2.2 Diagrama de Componentes

Este diagrama nos indica los componentes software que utiliza el sistema de control vehicular para su implementación.

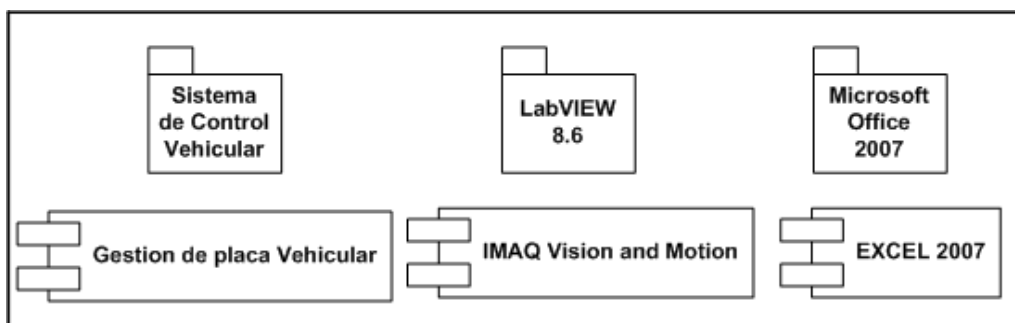


Figura IV. 44 Diagrama de Componentes

#### 4.2.2.3 Diagrama de Actividades

Este diagrama nos especifica cada una de las actividades que realiza el Sistema de Control Vehicular tomando en consideración cada uno de sus actores.

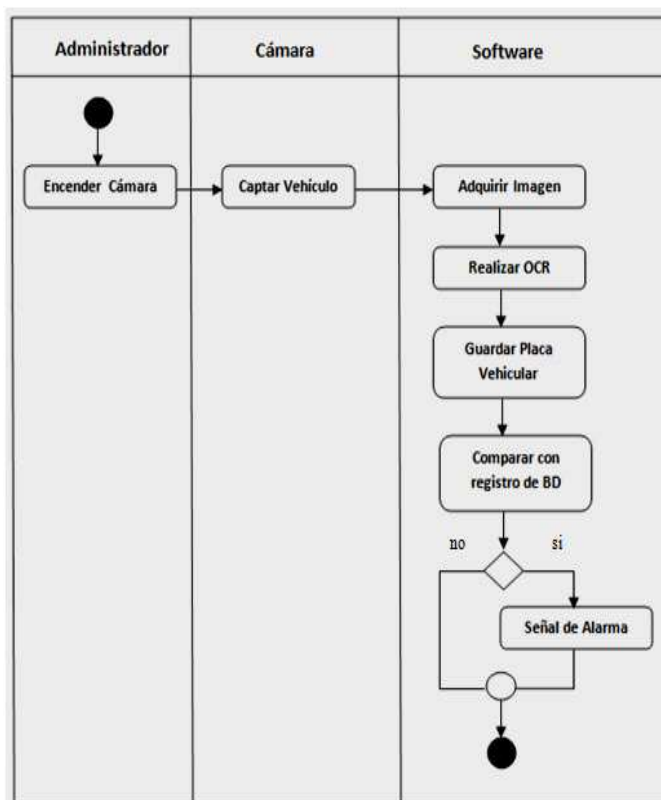


Figura IV. 45 Diagrama de Actividades



#### 4.2.2.4 Diagrama de Despliegue

Este diagrama se especifica la estructura misma del sistema y las partes que lo conforman.

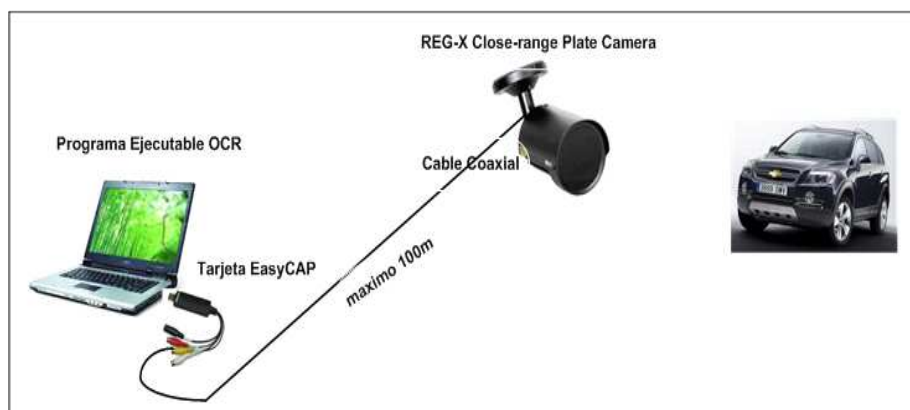


Figura IV. 46 Diagrama de Despliegue

#### 4.2.3 FASE III: CODIFICACIÓN

La codificación de la aplicación estará presente en el medio de almacenamiento que se entregue junto con la documentación.

La codificación de este programa son los diagramas de bloques de cada sub VI. Para la implementación de la aplicación se usará LabVIEW 8.6 y EXCEL 2007.

El resultado de la implementación de la aplicación “SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR” se muestra a continuación mediante las pantallas del resultado final.

- **Pantalla de Inicio del Programa**

Después de ejecutar el programa, se presenta la pantalla donde muestra la primera interfaz del programa, este es el proyecto principal es decir es un VI, el mismo que contiene al resto de sub VIs.

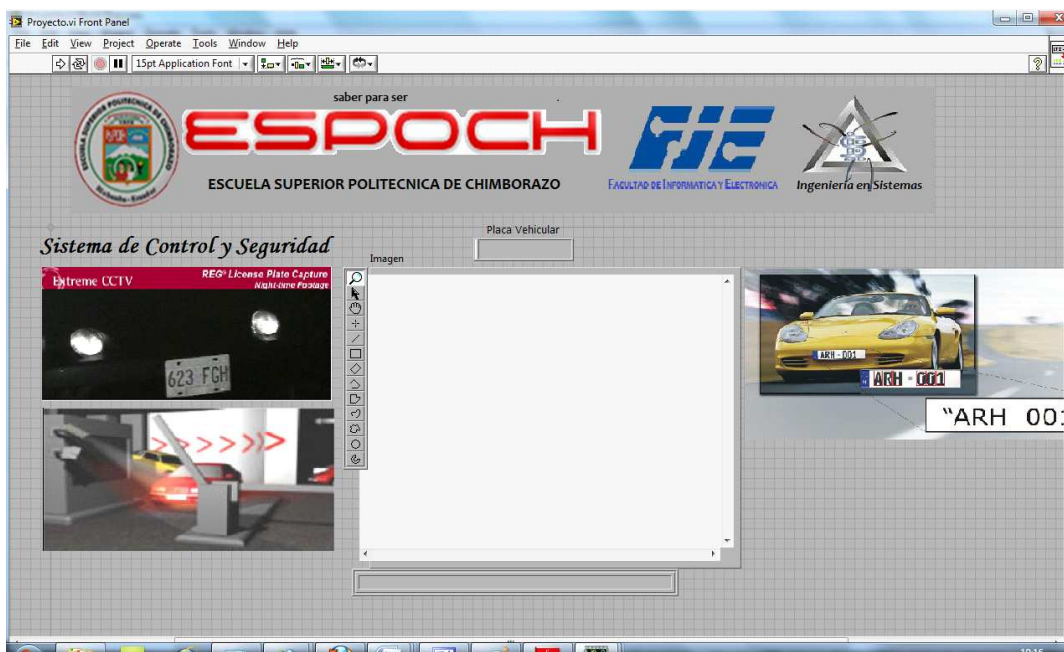


Figura IV. 47 Pantalla de Inicio del Programa

Su respectivo diagrama de bloques es el que se presenta a continuación:

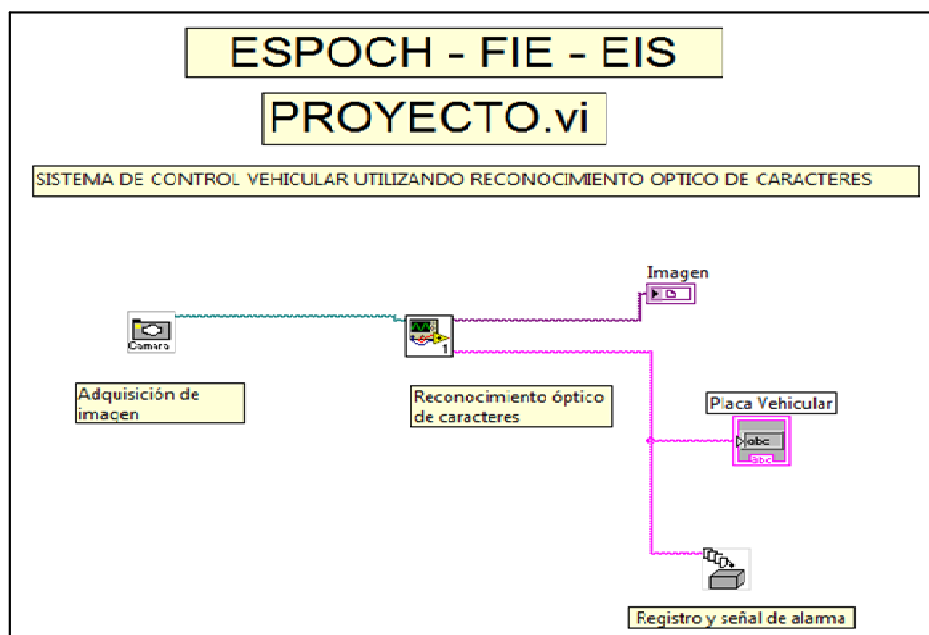


Figura IV. 48 Diagrama de Bloques de la pantalla de Inicio

- **Pantalla de Cámara USB**

Esta es la pantalla del panel de control del sub VI “Adquisición de Imagen” en donde nos muestra las imágenes que se adquieren de una placa vehicular. Del

mismo modo especifica el patrón tomado, la selección de las cámaras disponibles, el nombre de la cámara utilizada y un botón de stop.

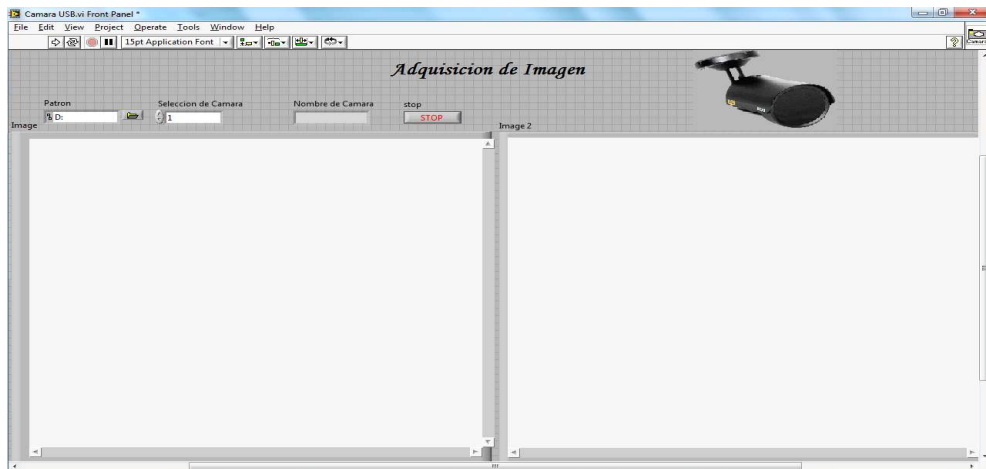


Figura IV. 49 Pantalla del sub VI Adquisición de Imagen

El siguiente diagrama de bloques pertenece al sub VI especificado anteriormente:

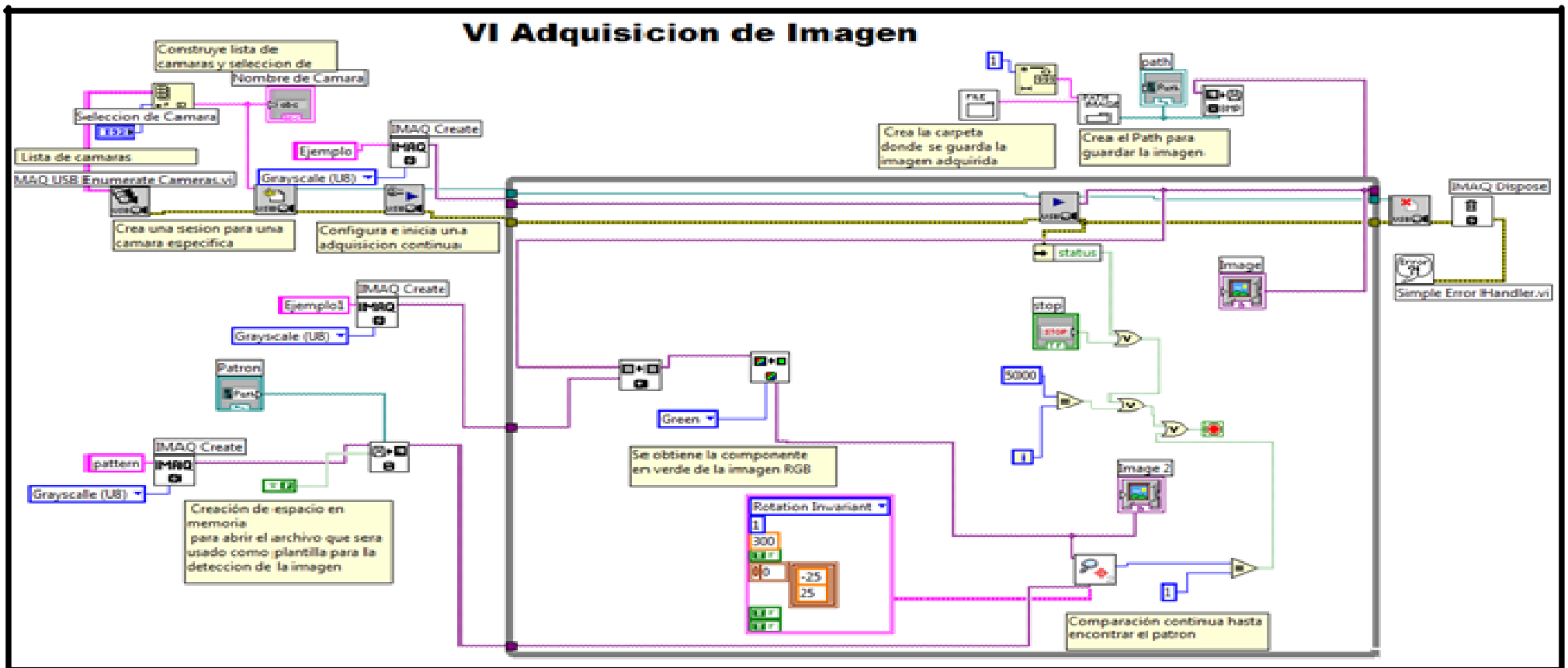


Figura IV. 50 Diagrama de Bloques del sub VI Adquisición de Imagen

- **Pantalla de Reconocimiento Óptico de Caracteres**

Esta pantalla pertenece al sub VI “Reconocimiento Óptico de Caracteres” el cuál tiene dos entradas. La primera entrada es la plantilla alfanumérica que contiene los caracteres utilizados para reconocer los caracteres y la segunda entrada es la imagen de la placa vehicular. La salida es el TextBox “Placa Vehicular” la cual nos presenta en número de la placa que se encuentra en la imagen.

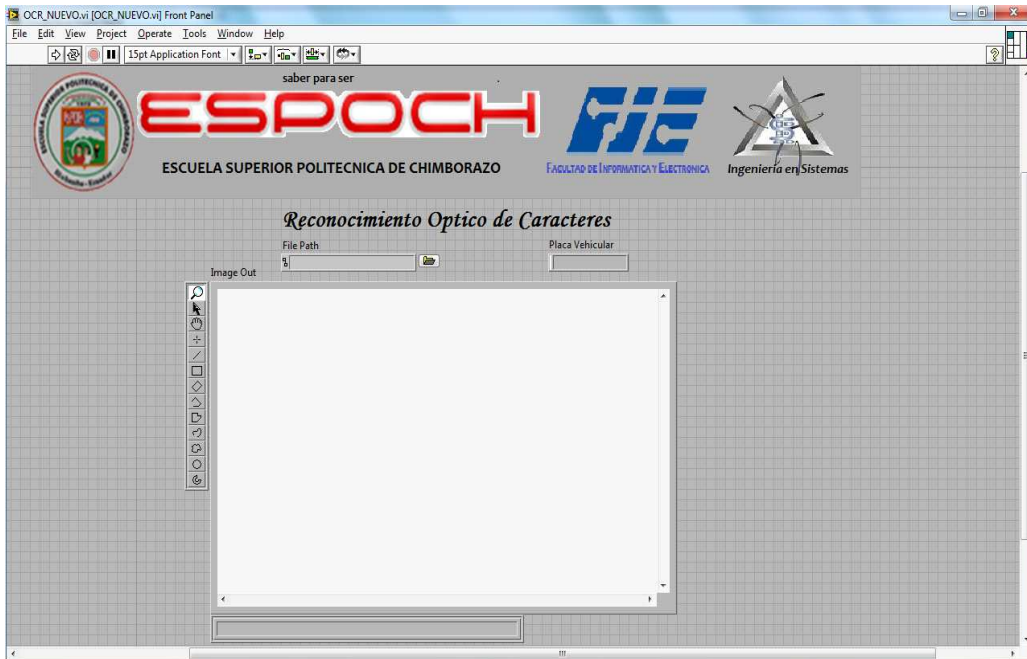


Figura IV. 51 Pantalla del sub VI OCR

Su respectivo diagrama de bloques se indica a continuación:

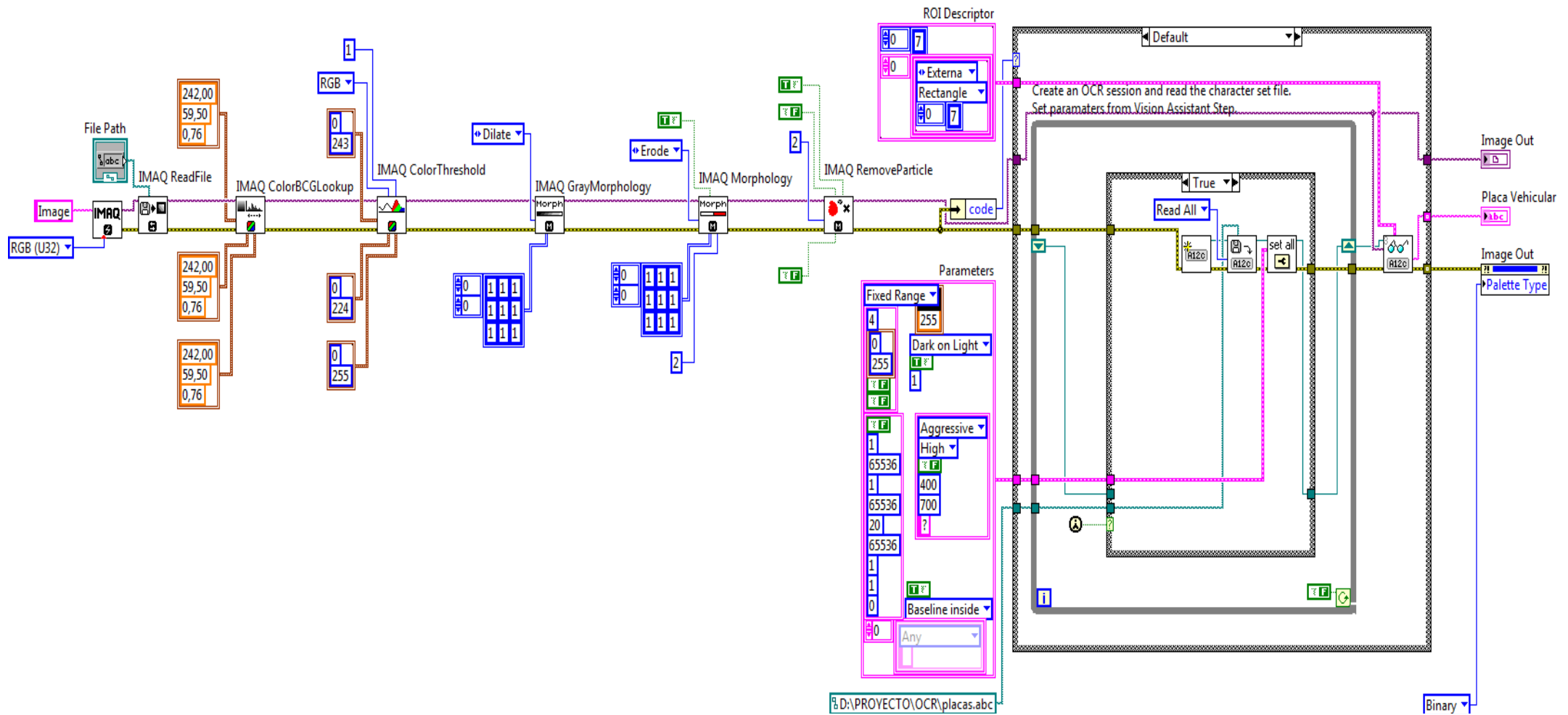


Figura IV. 52 Diagrama de Bloques del sub VI OCR

- **Almacenamiento y Señal de Alarma**

Esta es la pantalla del sub VI que especifica el “Almacenamiento y Señal de Alarma” el cuál almacena el número de placa vehicular en el archivo de EXCEL y lo compara con el otro número de placa previamente guardado en el otro archivo de EXCEL y si son iguales nos da la señal de alarma.

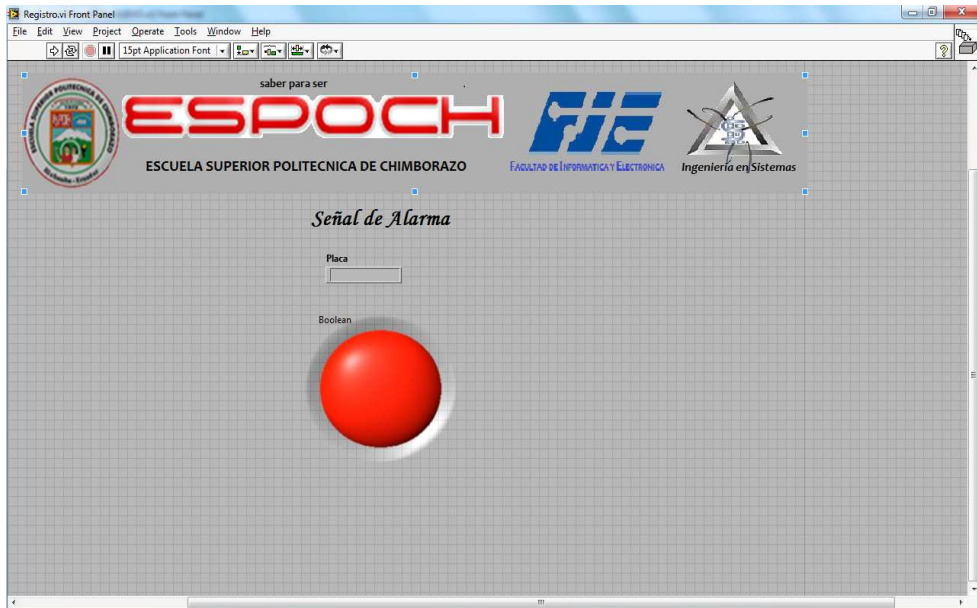


Figura IV. 53 Pantalla del sub VI Señal de Alarma

Su respectivo diagrama de bloques se indica a continuación:

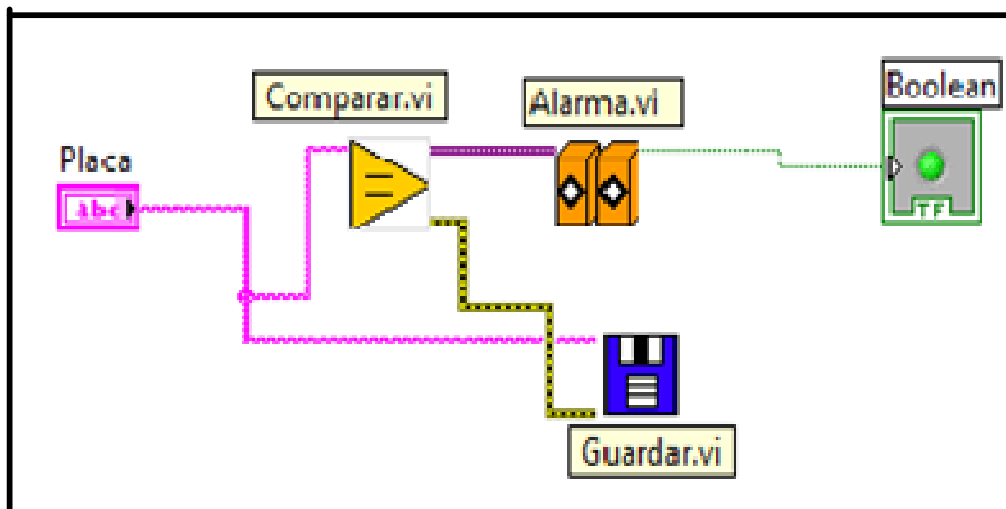


Figura IV. 54 Diagrama de Bloques del sub VI Señal de Alarma

#### 4.2.4 FASE IV: PRUEBAS

En esta fase se realizan los procesos que permiten verificar y revelar la calidad del proyecto software. Del mismo modo se identifica posibles fallos de implementación, calidad, o usabilidad del programa. Básicamente se probará las aplicaciones que han sido construidas para la culminación del proyecto.

##### 4.2.4.1 Funcionamiento del sub VI Adquisición de Imagen

Este Sub VI adquiere la imagen de la placa de un vehículo mediante la comparación con el patrón que se ha tomado como referencia que es “ECUADOR”, ya que este patrón no cambia en ninguna placa de los vehículos del nuestro país. La siguiente pantalla presenta la manera en que la imagen es adquirida para su próximo proceso.



Figura IV. 55 Funcionamiento del sub VI Adquisición de Imagen

##### 4.2.4.2 Funcionamiento del sub VI OCR

El sub VI OCR es el encargado de obtener los caracteres de la imagen que fue adquirida por el sub VI anterior mediante la utilización de una plantilla alfanumérica que sirve como una base de datos para seleccionar los diferentes caracteres de la placa vehicular. La imagen que se presenta nos indica el número de placa transformado a caracteres en un tipo TextBox de LabVIEW 8.6





Figura IV. 56 Funcionamiento el sub VI OCR

#### 4.2.4.3 Funcionamiento del sub VI Registro y Señal de Alarma

Una vez obtenido el número de placa vehicular este sub VI lo guarda en un archivo de EXCEL llamado REGISTRO para enseguida comparar con otro número de placa que se encuentra en otro archivo de EXCEL llamado BDATOS, si coinciden este sub VI emitirá una señal de alarma informando que el vehículo ha sido encontrado.

El sonido a utilizar como señal de alerta tiene una extensión .wav el cual es compatible con las librería de utilizadas de LabVIEW 8.6.

Las fórmulas utilizadas en Excel para la comparación del número de placa en la base de datos son:

COINCIDIR (B3; A: A; 0); devuelve la posición relativa en una matriz si coincide con el carácter buscado, caso contrario genera código de error.

ESERROR (C3); comprueba si un valor es un error

De igual manera se presenta la imagen de los archivos que contienen el registro del número de placa.



Figura IV. 57 Funcionamiento del sub VI Señal de Alarma

Este es el archivo de EXCEL donde se guardan los números de placas adquiridas por la cámara.



Figura IV. 58 Archivo de Registro de Placas Vehiculares

En la siguiente pantalla se muestra el archivo de EXCEL en donde se encuentra registrado los números de placas de los vehículos que se desea buscar.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		<b>BASE DE DATOS DE VEHICULOS ROBADOS QUE SE DESEA ENCONTRAR</b>						
2	<b>PLACAS INGRESADAS</b>	<b>VEHICULO ENCONTRADO</b>						
3	BBG-767	BBG-767	3	FALSO				
4	PSR-919							
5	PWH-971							
6	HCH-217							
7	GLS-215							
8	GUY-548							
9	GOA-949							
10	GMB-583							
11	GMB-926							
12	GOA-611							
13	GOE-529							
14	LYJ-215							
15	GJE-628							
16	GIV-995							
17	GJE-628							
18	GKJ-608							
19	GMB-006							
20	GMZ-591							
21	GOA-611							
22	GPJ-882							
23	GJT-136							
24								

Figura IV. 59 Archivo de Registro de Vehículos Robados a Buscar

### 4.3 Resultados Obtenidos de la Ejecución del Sistema.

La implementación de este proyecto prototipo debe cumplir con ciertas instrucciones que permitirán tener un buen desempeño y así llegar a un óptimo resultado, dentro de ellas tenemos las siguientes:

- La placa vehicular debe mantener el fondo reflectivo que emite la Policía Nacional al vehículo en el momento de su respectiva matrícula.
- Los números de la placa del vehículo deben ser claros para poder aplicar el Reconocimiento Óptico de Caracteres.
- La posición de la placa debe estar ubicada correctamente en el lugar indicado, y en caso de no estar así no debe tener una inclinación mayor de 10 grados.
- El contorno de la placa no debe tener ningún de tipo de marco que frecuentemente se utiliza.

A continuación se presenta las muestras de 10 placas vehiculares que se ha tomado como ejemplo para este proyecto prototipo, se utiliza las pantallas del sub VI Proyecto que es el programa principal, ya que aquí se hace referencia al tiempo empleado que se demora en tomar la imagen, procesarla a caracteres y emitir la señal de alarma.

#### 4.3.1 MÚESTRAS CON ÁNGULO DE 0 GRADOS

##### **Primera Muestra.**

Esta pantalla nos indica la primera placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 60 Pantalla de Primera Muestra

##### **Segunda Muestra.**

Del mismo modo esta pantalla nos indica la segunda placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 61 Pantalla de Segunda Muestra

**Tercera Muestra.**

Igualmente esta pantalla nos indica la tercera placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 62 Pantalla de Tercera Muestra

**Cuarta Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 63 Pantalla de Cuarta Muestra

**Quinta Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.

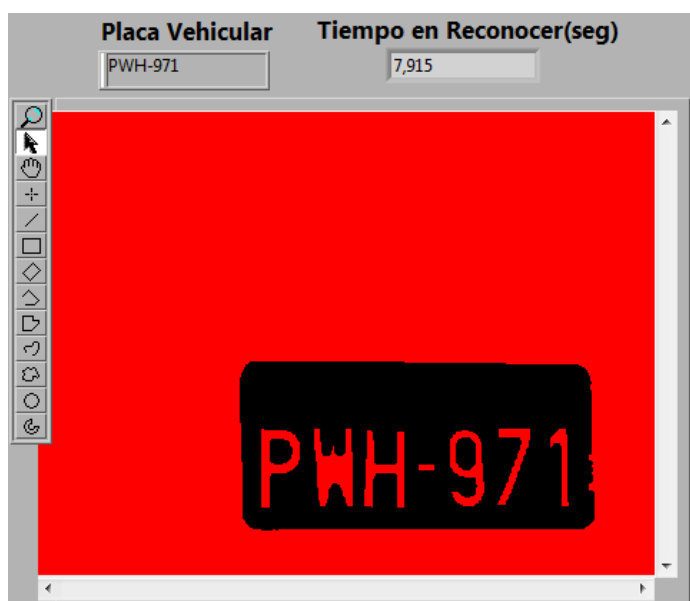


Figura IV. 64 Pantalla de Quinta Muestra

**Sexta Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 65 Pantalla de Sexta Muestra

**Séptima Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 66 Pantalla de Séptima Muestra

**Octava Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 67 Pantalla de Octava Muestra

**Novena Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.



Figura IV. 68 Pantalla de Novena Muestra

**Decima Muestra.**

Esta pantalla especifica la cuarta placa vehicular que ha sido adquirida por la cámara la misma que adquiere los caracteres de manera exitosa.





Figura IV. 69 Pantalla de Decima Muestra

Para presentar las pantallas de las muestras tomadas en ángulos de 30, 60, 90, 120 y 150 grados se ha tomado la imagen del sub VI OCR para poder demostrar la región de interés de los caracteres, ya que en un ángulo de 0 grados esta región es precisa con cada carácter de la placa.

#### **MUESTRA DE LA PLACA VEHICULAR CON ÁNGULO DE INCLINACION DE 30 GRADOS EN RELACION DEL EJE X**

Esta pantalla nos indica la captura de la imagen de la placa vehicular con un ángulo de 30 grados, en donde el patrón utilizado reconoce a la placa.



Figura IV. 70 Pantalla de Onceava Muestra con ángulo de 30 grados

Esta pantalla nos indica que la imagen de la placa obtenida con un ángulo de 30 grados el sistema reconoce los caracteres como signos de interrogación.

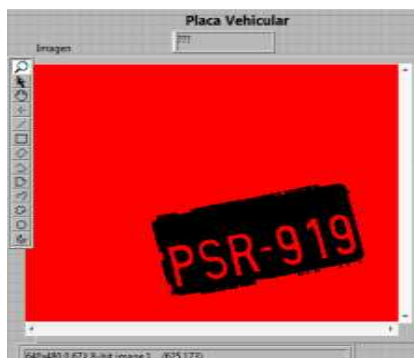


Figura IV. 71 Pantalla de Reconocimiento Onceava Muestra con ángulo de 30 grados

En esta pantalla se indica la región de interés que aplica el sub VI "OCR" para detectar los caracteres, se puede observar que no reconoce perfectamente los caracteres de la placa.

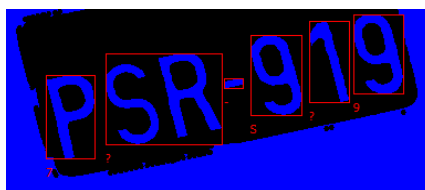


Figura IV. 72 Pantalla de Región de interés de Onceava Muestra con ángulo de 30

### **MUESTRA DE LA PLACA VEHICULAR CON ÁNGULO DE INCLINACION DE 10 GRADOS EN RELACION DEL EJE X EN 3D**

Esta pantalla nos indica la captura de la imagen de la placa vehicular con un ángulo de 10 grados de inclinación pero en el eje X en 3 dimensiones, en donde el patrón utilizado si reconoce el patrón especificado de la placa.



Figura IV. 73 Pantalla de Doceava Muestra con ángulo de 10 grados

Esta pantalla nos indica que la imagen de la placa obtenida con un ángulo de 10 grados el sistema reconoce los caracteres como signos de interrogación.

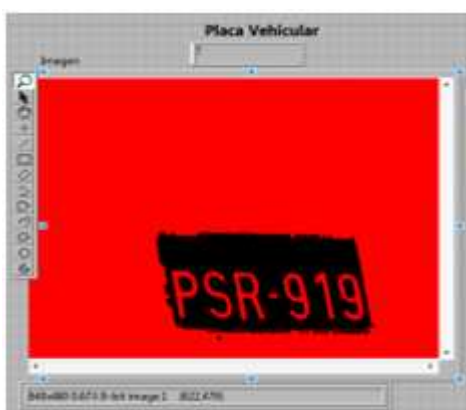


Figura IV. 74 Pantalla de Reconocimiento de Doceava Muestra con ángulo de 60 grados

En esta pantalla se indica la región de interés que aplica el sub VI “OCR” para detectar de cada uno de los caracteres, se puede observar que reconoce a toda la placa como un solo carácter el cuál no es reconocido.



Figura IV. 75 Pantalla de Región de interés de Sexta Muestra con ángulo de 60 grados

#### 4.3.2 Tabla de Resultados Obtenidos de Muestras tomadas con un ángulo de 0 grados.

Para la elaboración de la siguiente tabla de resultados se hace referencia a las imágenes presentadas anteriormente.

Tabla IV. VI Resultados Obtenidos de muestras con ángulo de 0 grados

TABLA DE RESULTADOS				
Cantidad	Número de Placas	Información Adquirida	Caracteres Acertados	Porcentaje de Acierto/Caracter
1	BBG-767	BBG-767	7	100%
2	H CJ-217	H CJ-217	7	100%
3	PWH-971	PWH-971	7	100%
4	PSR-919	PSR-919	7	100%
5	GKE-612	GKE-612	7	100%
6	PKL-134	PKL-134	7	100%
7	PFR-729	PFR-729	7	100%
8	BBW-671	BBW-671	7	100%
9	PBT-321	PBT-321	7	100%
10	HB Y-730	HB Y-730	7	100%
Probabilidad Total de Acierto				100%

#### 4.3.3 Tabla de Resultados Obtenidos de Muestras tomadas con un ángulo de 30en relación al eje X y 10 grados en relación al eje X en 3D.

En la elaboración de la siguiente tabla de resultados se tomo en consideración las muestras tomadas anteriormente.

Tabla IV. VII Resultados Obtenidos de muestras con ángulo de 30 grados en el eje X y10 grados en el eje X en 3D

TABLA DE RESULTADOS					
Eje Utilizado	Número de Placa Utilizada	Información Adquirida	Caracteres Reconocidos	Caracteres Acertados	Porcentaje de Acierto/Caracter
X	PSR-919	???	3	0	0%
X en 3D	PSR-919	???	4	0	0%
Probabilidad Total de Acierto					0%

#### 4.3.4 Tabla de Resultados Obtenidos del tiempo que emplea el sistema de Control Vehicular en realizar su Reconocimiento.

En la elaboración de la siguiente tabla de resultados se tomo en consideración las muestras tomadas con un ángulo de grados en donde nos indica el tiempo de reconocimiento.

Tabla IV. VIII Promedio de tiempo empleado en reconocer placa vehicular

<b>TABLA DE RESULTADOS DE TIEMPO</b>		
<b>Muestra</b>	<b>Número de Placas</b>	<b>Tiempo Empleado en Reconocer Placa</b>
<b>1</b>	HCI-217	8,428 seg
<b>2</b>	BBG-767	8,97 seg
<b>3</b>	GKE-612	7,967 seg
<b>4</b>	PKL-134	7,988 seg
<b>5</b>	PWH-971	7,915 seg
<b>6</b>	PSR-191	8,693 seg
<b>7</b>	BBW-671	8,428 seg
<b>8</b>	PRF-792	7,66 seg
<b>9</b>	PBT-321	8,693 seg
<b>10</b>	HBV-730	8,693 seg
<b>Promedio de Tiempo Total</b>		<b>8,3435 seg</b>

### 4.3 Comprobación de la Hipótesis

La comprobación de la hipótesis: “La implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), permitirá obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad”, se la realizó de dos maneras:

- 1 Aplicando la Técnica de Coeficiente de Correlación y
- 2 Aplicando la Técnica de Estadística Descriptiva

### **Aplicando la Técnica de Coeficiente de Correlación.**

Esta técnica resulta una herramienta útil a la hora de analizar el comportamiento de dos o más variables relacionadas, es decir si los cambios en una de ellas influye en los valores de la otra, diremos que las variables están correlacionadas o bien que hay relación entre ellas.

### **Aplicando la Estadística Descriptiva**

La investigación cuya finalidad es el análisis o experimentación de situaciones para el descubrimiento de nuevos hechos, la revisión o establecimiento de teorías y las aplicaciones prácticas de las mismas, se basa en los principios de Observación y Razonamiento y necesita en su carácter científico el análisis técnico de Datos para obtener de ellos información confiable y oportuna.

Este análisis de Datos requiere de la Estadística como una de sus principales herramientas, por lo que los investigadores de profesión y las personas que de una y otra forma la realizan requieren además de los conocimientos especializados en su campo de actividades, del manejo eficiente de los conceptos, técnicas y procedimientos estadísticos. La estadística por su parte provee de procedimientos y técnicas empleadas para recolectar, organizar y analizar datos, los cuales sirven de base para tomar decisiones en las situaciones de incertidumbre.

Se aplicó en la presente investigación la estadística descriptiva, para por medio de la toma de datos de una muestra de la población realizar un análisis de los resultados obtenidos y así poder sacar conclusiones.

## **REPRESENTACION DE DATOS**

Los datos son colecciones de un número cualquiera de observaciones relacionadas entre sí, para que sean útiles se deben organizar de manera que faciliten su análisis, se puedan seleccionar tendencias, describir relaciones, determinar causas y efectos y permitan llegar a conclusiones lógicas y tomar decisiones bien fundamentadas; por esa razón es necesario conocer los métodos de Organización y Representación, la finalidad de éstos métodos es permitir ver rápidamente todas las características posibles de los datos que se han recolectado.

De este tipo de representaciones, se tienen las siguientes:

### **1 Representación Tabular:**

Presenta las variables y las frecuencias con que los valores de éstas se encuentran presentes en el estudio.

### **2 Representación Gráfica:**

Se llaman gráficas a las diferentes formas de expresar los datos utilizando los medios de representación que proporciona la geometría.

## **APLICACIÓN**

En esta investigación las técnicas utilizadas fueron la de Coeficiente de Correlación y la de Estadística Descriptiva para la comprobación de la Hipótesis. La información de cada una de ellas se analizó anteriormente.

Además se aplicó el tipo de representación tabular y gráfica en el caso de la Toma de Datos Aleatorios que se les aplico a varios estudiantes de la EIS para verificar si lo que observaban en cuanto al grado de rapidez y confiabilidad del sistema era efectiva.

## **PRESENTACION, ANALISIS E INTEPRETACION DE RESULTADOS**

### **COMPROBACION DE LA HIPOTESIS USANDO COEFICIENTE DE CORRELACION**

La hipótesis del presente estudio planteo que:

La implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), permitirá obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad.

A partir de esta información se puede identificar las variables dependientes e independientes que intervienen.

**h1** = “La implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), permitirá obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad”

**h2** = “La implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), NO permitirá obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad”.

### **OPERACIONALIZACION CONCEPTUAL DE VARIABLES**

**Variable Independiente:** Implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).

**Variable Dependiente:** Obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad.



Tabla IV. IX Variables de la Hipótesis

Variable	Tipo	Concepto
Implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Independiente</li> <li>• Compleja</li> </ul>	Especificación de los recursos hardware y software necesarios para la implementación de la red
Obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependiente</li> <li>• Compleja</li> </ul>	<p>Usar tecnologías diferentes a las tradicionales para mejorar los procesos de Reconocimiento de placas vehiculares.</p> <p>Usar herramientas software para realizar el OCR de la placa vehicular y verificar su optima funcionalidad.</p>

## INDICADORES

A continuación se detallan algunos indicadores que van a ser valorizados los cuales nos permitirán establecer mediciones tanto de la variable independiente como dependiente.

### INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Para aplicaciones industriales donde se necesita una identificación rápida y precisa de texto alfanumérico, el reconocimiento óptico de caracteres es la respuesta. OCR se utiliza a menudo para automatizar aplicaciones de inspección para identificar o clasificar los componentes

### Aplicaciones

Sus aplicaciones son innumerables debido a la gran cantidad de información que se puede obtener de una imagen, como son: registro de vehículos en parqueaderos públicos

o privados, seguridad en estaciones de peaje, detección de código de barras, estadísticas de flujo vehicular en avenidas, etc.

### **Área de Adquisición**

El área para adquirir la imagen no es problema alguno ya que con la cámara REG-X infrarroja utilizada funciona en todas las condiciones de luz ambiental y puede tomar la respectiva imagen.

### **Distancia para Adquisición de Imagen**

La cámara REG-X nos proporciona un lente de 16 mm fijo el mismo que nos da 400 líneas de TV de captura de un rango de 4,5 a 7,6 m (15 a 25 pies) lo cual nos facilita para poder aplicar la técnica de OCR.

### **Tratamiento de Imagen**

Una vez adquirida la imagen se realiza el proceso de tratamiento de la imagen el cual es realizado en el sub VI OCR. En el capítulo dos se explica todo este proceso ya que es la base fundamental para que el OCR aplicado pueda tener un completo éxito.

### **Almacenamiento de Datos**

Sin lugar a duda esta fase dentro de esta aplicación es importante porque una vez adquirido el número de placa vehicular se debe almacenar en un registro para con ello poder darle algún tipo de procesamiento. En este proyecto se ha tomado como ejemplo utilizar el número de placa para un sistema de seguridad vehicular.

### **Fiabilidad**

Este sistema de control vehicular realizado mantiene un buen funcionamiento ya que extrae sin ningún tipo de inconvenientes el número de placa de un vehículo en cualquier tipo de condiciones ambientales. Así lo indican las diez muestras adquiridas tomadas como ejemplo.

### **Seguridad**

Este software mantiene su seguridad ya que al trabajarse únicamente con el acceso ejecutable de dicho sistema no se puede ver la implementación de cada sub VI que compone el programa.

### **Manejabilidad**

El sistema de control vehicular implementado es fácil de manejar gracias a su interfaz muy amigable que posee. En cada figura que se ha tomado de las interfaces nos presentan lo mencionado.

### **Operabilidad**

Dentro del funcionamiento del sistema de control vehicular no existe ningún tipo de riesgo que aquejen al normal desempeño del mismo. No existe una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación.

### **Costos de Infraestructura**

Para la implementación del sistema de control vehicular no existieron gastos de infraestructura, únicamente gastos de hardware.

### **Movilidad**

El sistema es muy transportable ya que únicamente basta con ubicar la cámara REG-X en el lugar indicado y el sistema funciona perfectamente.

### **Desplazamiento**

Este parámetro tiene una gran concordancia con el anterior, y se puede decir que cumple al cien por ciento con el desplazamiento del sistema mismo.

### **Escalabilidad**

El sistema de control vehicular puede seguir creciendo y utilizar el mismo código fuente ya que bastaría con realizar la configuración para poner en red las cámaras y manipular el mismo sistema sin tener que programar nuevamente.

### **Garantía**

Este sistema funcionara mientras la cámara utilizada este en funcionamiento ya que sin ella no sería posible el desempeño del software, por tanto existe una garantía de 3 años más o menos.

### **Soporta Varios Sistemas Operativos**

Este sistema por ser implementado en LabVIEW puede funcionar en cualquier tipo de sistema operativo existente. Su implementación fue realizada bajo la plataforma de Windows 7 Ultimate.

### **INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

En este punto se hace énfasis en el alto grado de rapidez y confiabilidad que tiene el sistema implementado.

### **Retardo**

Se refiere al tiempo que se demora el programa en realizar todo su trabajo de inicio a fin. De acuerdo a las muestras tomadas se tiene un tiempo promedio de 8,3435 segundos en el proceso de funcionamiento del sistema es decir adquirir la imagen, transformarla a caracteres y emitir la señal de alarma.

### **Capacidad**

El sistema de control vehicular está muy bien estructurado por lo tanto mantiene una gran capacidad de procesamiento de funcionalidad, las muestras tomadas de las placas vehiculares nos muestran lo dicho.

### **Calidad de los objetos a inspeccionar y de su entorno.**

Dentro de este sistema se obtiene la imagen sin ningún problema ya que la cámara utilizada únicamente enfoca a la placa vehicular que posee fondo reflectivo. Luego de realizar esta fase se procesa la imagen y se transforma en el correspondiente número de placa vehicular.

### **Condiciones de iluminación exterior y posibles interferencias puntuales.**

La iluminación no es un problema en este sistema ya que la cámara utilizada posee leds infrarrojos y pueden iluminar en cualquier condición que este el tiempo.

### **Condiciones Ambientales.**

No existen inconvenientes con este parámetro ya que de acuerdo a la cámara utilizada que es una REG-X funciona en cualquier condición ambiental.

### **Nivel de preparación técnica para la Instalación y Configuración.**

Existe un nivel bajo de preparación técnica para su instalación y configuración en el sistema ya que basta con conectar la cámara que es muy fácil y ejecutar el software para que esté en funcionamiento el mismo.

### **Nivel de Conocimientos en Tecnologías de Información del Usuario/Explotador.**

El usuario no debe ser un experto ni tener conocimientos en tecnologías de información para hacer funcionar el sistema de control vehicular.

### **Capacidad del sistema de inspección para la integración en entornos de Comunicación, Redes y Bases de Datos.**

El sistema implementado puede funcionar en red e incluso conectarse a bases de datos existentes bastaría con realizar las configuraciones necesarias para que funcione perfectamente esta aplicación.

### **Integración en Sistemas de Control de Accesos ya Existentes.**

Se puede integrar algún sistema existente a este software como puede ser de base de datos, redes o un sistema de gestión de control de seguridad realizado en LabVIEW.

### **Velocidades y Conectividad**

La velocidad de ejecución del software es muy eficiente ya que por ser un sistema realizado en LabVIEW no necesita de muchos recursos para su funcionamiento. De acuerdo a las muestras tomadas que especifican el tiempo de funcionamiento nos indican que el sistema tiene una velocidad de 8,3435 segundos en realizar todo su proceso el cual es un tiempo muy rápido.

### **Disponibilidad**

El sistema de control vehicular se encuentra completamente disponible para ponerse en funcionamiento con un alto grado de certeza en cada una de sus adquisiciones que realiza.

### **Total de Retardo de OCR**

No existe tiempos de retardo en este sistema ya que su ejecución es en tiempo inmediato y no tiene interferencias con ningún otro tipo de señal y con las muestras tomadas se observa que el tiempo de ejecución del sub VI OCR es de 3 a 4 segundos.

### **Corrección y Detección de Errores**

La corrección y detección de errores se lo realiza en el sub VI OCR donde se corrige todo error de manera precisa en cuanto a la imagen adquirida para su próximo proceso de reconocimiento de caracteres.

### **Nivel de Redundancia**

No existe redundancia en cuanto a las funciones utilizadas en cada sub VI, se utiliza lo necesario para que no se de pérdidas de tiempo.

## OPERACIONALIZACION METODOLOGICA

Tabla IV. X Operacionalización Metodológica

Variable	Indicador	Técnica	Fuente de Verificación
Implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones.</li> <li>• Área de Adquisición</li> <li>• Distancia para Adquisición de Imagen</li> <li>• Tratamiento de Imagen</li> <li>• Almacenamiento de Datos</li> <li>• Fiabilidad</li> <li>• Seguridad</li> <li>• Manejabilidad</li> <li>• Operabilidad</li> <li>• Costos de Infraestructura</li> <li>• Movilidad</li> <li>• Desplazamiento</li> <li>• Escalabilidad</li> <li>• Garantía</li> <li>• Soporta Varios Sistemas Operativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de documentación de los productos de estudio.</li> <li>• Pruebas y monitoreo de OCR.</li> <li>• Revisión de portales WEB.</li> <li>• Técnicas de Observación.</li> <li>• Solicitud de soporte técnico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales Técnicos.</li> <li>• Manuales de Usuario.</li> <li>• Consultad Internet.</li> <li>• Políticas de Seguridad</li> <li>• Documentación de los productos.</li> <li>• Ayuda de la herramientas.</li> <li>• Referencia Bibliográfica.</li> </ul>

<p>Obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retardo.</li><li>• Capacidad</li><li>• Calidad de los objetos a inspeccionar y de su entorno.</li><li>• Condiciones de iluminación exterior y posibles interferencias puntuales.</li><li>• Condiciones Ambientales.</li><li>• Nivel de preparación técnica para la instalación y configuración.</li><li>• Nivel de conocimientos en tecnologías de información del usuario/explotador.</li><li>• Capacidad del sistema de inspección para la integración en entornos de comunicación, redes y bases de datos.</li><li>• Integración en sistemas de control de accesos ya existentes.</li><li>• Velocidades y Conectividad</li><li>• Disponibilidad y Fiabilidad</li><li>• Total de Retardo de OCR</li><li>• Corrección y Detección de Errores</li><li>• Nivel de Redundancia</li><li>• Limitaciones de Compartición</li></ul>		
---	---	--	--



## COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON

Para la comprobación de la hipótesis que establece la relación directa entre dos variables, en el presente trabajo se ha utilizado el estadístico del coeficiente de correlación de Pearson. Este índice nos indica el grado de relación existente entre dos variables, puede oscilar entre 1 y -1. Cuando el coeficiente es próximo a 0 es que no existe relación entre las variables. Con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05 = 5\%$  y un número de grados de libertad de  $v = n - L$ , siendo  $n$  el número de características evaluadas y  $L$  el número de variables que intervienen:  $v = 30 - 2 = 28$ . En la tabla de significación del coeficiente de correlación de Pearson basada en la ley de Snodcor (Ver Anexo 1). Se tiene que el coeficiente será significativo si es igual o superior a **0.381**.

De forma que la hipótesis se expresa como sigue:

$$H_0: |r_{xy}| < 0.381$$

$$H_1: |r_{xy}| \geq 0.381$$

$$v = 28$$

$$\alpha = 0.05$$

Siendo:

**X = Variable Independiente:** Implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).

**Y = Variable Dependiente:** Obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad.

Las siguientes tablas comparativas, muestran la relación de indicadores de las variables de la hipótesis, estos indicadores están calificados con valores del 1 al 10.

Tabla IV. XI Cuadro Comparativo de Sistema de Control Vehicular

<b>Indicador</b>	<b>Control Vehicular por ANPR</b>	<b>Control Vehicular por OCR</b>
• Aplicaciones.	8	6
• Área de Adquisición	9	10
• Distancia para Adquisición de Imagen	9	10
• Tratamiento de Imagen	8	9
• OCR	9	9
• Almacenamiento de Datos	8	10
• Fiabilidad	10	10
• Seguridad	9	8
• Manejabilidad	9	9
• Operabilidad	8	9
• Costos de Infraestructura	9	10
• Movilidad	9	10
• Desplazamiento	9	8
• Escalabilidad	9	7
• Garantía	8	10
<b>Promedio</b>	<b>8,73</b>	<b>9</b>

Tabla IV. XII Cuadro Comparativo de Obtención de la Placa de un Vehículo

<b>Indicador</b>	<b>Obtención de Placa /ANPR</b>	<b>Obtención de Placa /OCR</b>
• Retardo	8	8
• Capacidad	9	10
• Calidad de los objetos a inspeccionar y de su entorno.	9	10
• Condiciones de iluminación exterior y posibles interferencias puntuales.	8	10
• Condiciones Ambientales.	9	9
• Nivel de preparación técnica para la instalación y configuración.	8	9
• Nivel de conocimientos en tecnologías de información del usuario/explotador.	9	10
• Capacidad del sistema de inspección para la integración en entornos de comunicación, redes y	10	9

bases de datos.		
• Integración en sistemas de control de accesos ya existentes.	8	10
• Velocidades y Conectividad	9	9
• Disponibilidad y Fiabilidad	9	10
• Total de Retardo de OCR	9	10
• Corrección y Detección de Errores	9	8
• Nivel de Redundancia	10	6
• Limitaciones de Compartición	9	10
<b>Promedio</b>	<b>8,86</b>	<b>9,2</b>

El siguiente grafico muestra una comparación de los dos tipos de sistemas de control vehicular tomando en cuenta los indicadores de la variable independiente, aquí se indica los promedios de los valores tomados anteriormente.

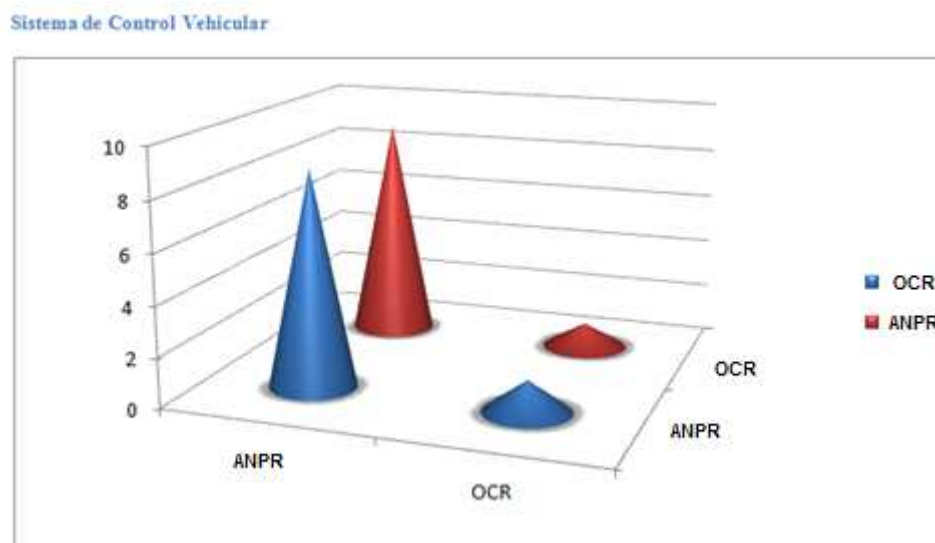


Figura IV. 76 Comparación de Sistemas de Control Vehiculares

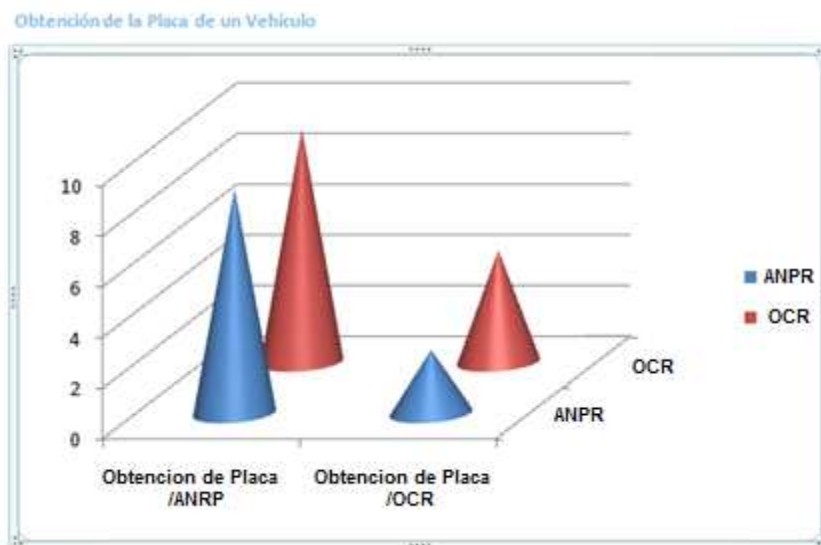


Figura IV. 77 Obtención de la Placa de un Vehículo

Tabla IV. XIII Cuadros Resumen de Comparación de Sistemas de Control Vehiculares

Indicadores		ANPR		OCR	
X	Y	X	Y	X	Y
• Aplicaciones.	• Retardo	8	8	6	8
• Área de Adquisición	• Capacidad	9	9	10	10
• Distancia para Adquisición de Imagen	• Calidad de los objetos a inspeccionar y de su entorno.	9	9	10	10
• Tratamiento de Imagen	• Condiciones de iluminación exterior y posibles interferencias puntuales.	8	8	9	10
• OCR	• Condiciones Ambientales.	9	9	9	9
• Almacenamiento de Datos	• Nivel de preparación técnica para la instalación y configuración.	8	8	10	9
• Fiabilidad	• Nivel de conocimientos en tecnologías de información del usuario/explotador.	10	9	10	10
• Seguridad	• Capacidad del sistema de inspección para la integración en entornos de comunicación, redes y bases de datos.	9	10	8	9
• Manejabilidad	• Integración en sistemas de control de accesos ya existentes.	9	8	9	10
• Operabilidad	• Velocidades y Conectividad	8	9	9	9
• Costos de Infraestructura	• Disponibilidad y Fiabilidad	9	9	10	10
• Movilidad	• Total de Retardo de OCR	9	9	10	10
• Desplazamiento	• Corrección y Detección de Errores	9	9	8	8

• Escalabilidad	• Nivel de Redundancia	9	10	7	6
• Garantía	• Limitaciones de Compartición	8	9	10	10

Tabla IV. XIV Cuadros de Valores para el cálculo del Coeficiente de Pearson

N	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	8	8	64	64	64
2	9	9	81	81	81
3	9	9	81	81	81
4	8	8	64	64	64
5	9	9	81	81	81
6	8	8	64	64	64
7	10	9	90	100	81
8	9	10	90	81	100
9	9	8	72	81	64
10	8	9	72	64	81
11	9	9	81	81	81
12	9	9	81	81	81
13	9	9	81	81	81
14	9	10	90	81	100
15	8	9	72	64	81
16	6	8	48	36	64
17	10	10	100	100	100
18	10	10	100	100	100
19	9	10	90	81	100
20	9	9	81	81	81
21	10	9	90	100	81
22	10	10	100	100	100
23	8	9	72	64	81
24	9	10	90	81	100
25	9	9	81	81	81
26	10	10	100	100	100
27	10	10	100	100	100
28	8	8	64	64	64
29	7	6	42	49	36
30	10	10	100	100	100
<b>Σ</b>	<b>266</b>	<b>271</b>	<b>2422</b>	<b>2386</b>	<b>2473</b>

### CALCULO DEL COEFICIENTE DE PEARSON

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{30(2422) - (266)(271)}{\sqrt{(30(2386) - (226)^2)(30(2473) - (271)^2)}}$$

$$r_{xy} = \frac{(7260) - 72086}{\sqrt{((71580) - (70756))((74190) - (73441))}}$$

$$r_{xy} = \frac{574}{\sqrt{(834)(749)}}$$

$$r_{xy} = \frac{574}{\sqrt{617176}}$$

$$r_{xy} = \frac{574}{785,6054}$$

$$r_{xy} = 0,730647$$

El coeficiente de correlación entre las variables X e Y, es significativo al 1 por mil, por ser el valor absoluto superior a  $r(15, 0.001) = 0,73$

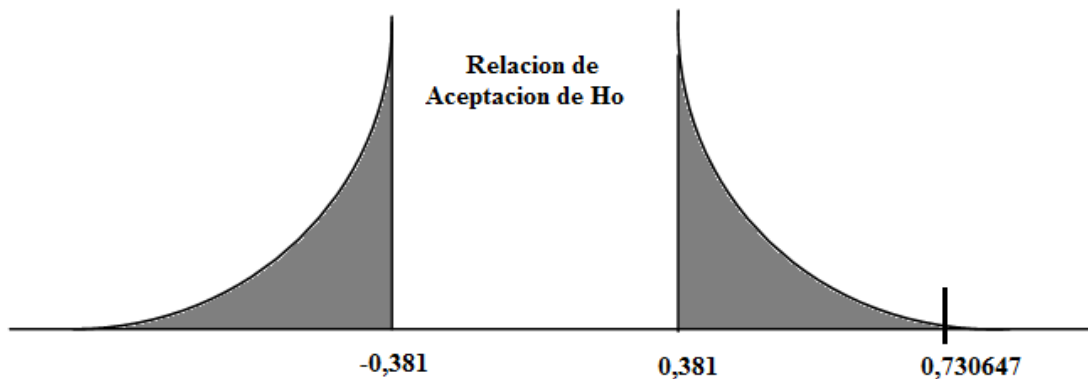


Figura IV. 78 Distribución Normal del Coeficiente de Pearson

Las áreas sombreadas representan la zona de rechazo y la parte en blanco, la zona de aceptación de la hipótesis nula. Se ubica el valor de la tabla 0,381.

$$H_0: |r_{xy}| < 0,381$$

$$H_0: |0,730647| < 0,381$$

$$H_0: 0,730647 < 0,381$$

**Ho: No Satisface**

**H1:  $|r_{xy}| \geq 0,381$**

H1:  $|0,730647| \geq 0,381$

H1:  $0,730647 \geq 0,381$

**H1: Si Satisface**

Dado que  $r_{xy} = 0,730647$  con un nivel de significación de 0.001 es mayor que 0.381, se rechaza la hipótesis nula Ho. Por lo tanto se acepta la hipótesis H1 comprobando que: “La implementación del sistema de control vehicular mediante el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR), permitirá obtener el número de placa de un vehículo con alto grado de rapidez y confiabilidad”.

#### **COMPROBACION DE HIPOTESIS USANDO ESTADISTICA DESCRIPTIVA**

Para realizar la comprobación de la hipótesis usando estadística descriptiva se escogió una muestra de 10 estudiantes de la EIS para que observen las 10 placas vehiculares y así poder tomar datos acerca de lo que observaban cuando está en funcionamiento el sistema de control vehicular. Para lo cual se escogieron dos variables:

- Una para la cantidad de caracteres reconocidos de la placa vehicular.
- Otra el tiempo empleado para reconocer el número de placa vehicular.

Al evaluar a la primera variable, se pidió a los estudiantes dieran un juicio al observar los caracteres reconocidos de la placa vehicular.

Es importante mencionar que las placas utilizadas de prueba cumplan con las especificaciones de poseer fondo reflectivo y se mantengan a una distancia considerable.

Como resultado de este proceso se obtuvo:

**Para la Cantidad de Caracteres Reconocidos de la Placa Vehicular**

Tabla IV. XV Caracteres Reconocidos

<b>Cantidad de Caracteres Reconocidos</b>		
<b>Manifestaciones</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
Si Reconoce	9	90
No Reconoce	1	10
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

El 90% es decir de los 10 estudiantes entrevistados 9 manifestaron que el sistema reconoce todos los caracteres de las 10 placas adquiridas, mientras el 10% correspondiente a 1 enunció que en una placa no se reconoció correctamente un caracter.

**Conclusión:** El Sistema de Control Vehicular mediante el Reconocimiento óptico de caracteres permite reconocer el número de placa con una confiabilidad del 90% es decir es confiable.

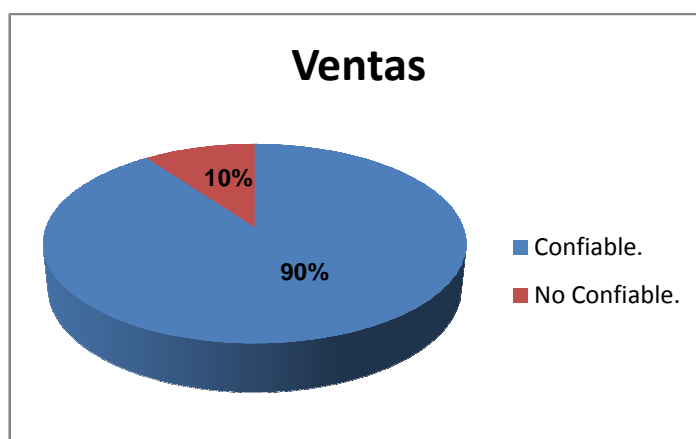


Figura IV. 79 Cantidad de Caracteres Reconocidos de la Placa Vehicular



### Para el Tiempo Empleado en el Reconocimiento de la Placa

Como nuestro sistema esta dividido en tres secciones (sub VIs). La primera es la adquisición de la imagen la segunda es el proceso de Reconocimiento de Caracteres (OCR) y la tercera el almacenamiento y señal de alarma. Para cada sub VI se ha dado tiempos de ejecución Que se detallan a continuación

Tabla IV. XVI Tiempo Empleado en el Reconocimiento de la Placa

<b>Tiempo Empleado en el Reconocimiento</b>	
<b>Sub VIs</b>	<b>Tiempo(seg)</b>
Adquisición de Imagen	2
Reconocimiento de Caracteres	3,3435
Almacenamiento y Señal de Alarma	3
<b>TOTAL</b>	<b>8,3435</b>

El 80% es decir de los 10 estudiantes entrevistados 8 manifestaron que el sistema es rápido en cuanto al tiempo de su ejecución mientras que el 20% correspondiente a 2 estudiantes manifestaron que no les parece que el sistema es rápido ya que ellos consideran que 5 segundos seria rápido.

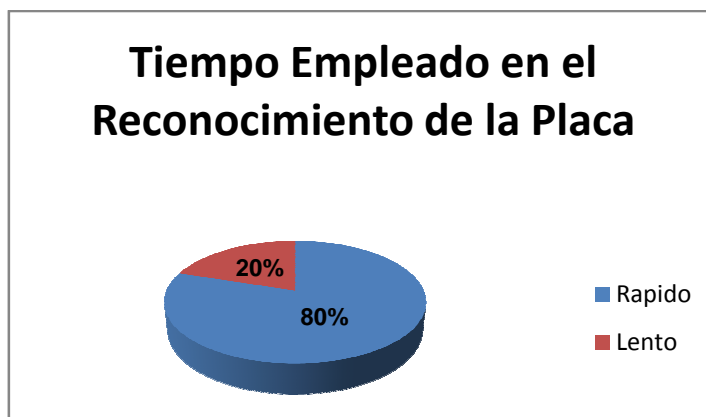


Figura IV. 80 Tiempo Empleado en el Reconocimiento de la Placa

**Conclusión:** El tiempo empleado que el sistema de Control Vehicular utiliza para reconocer una placa de un vehículo es de 8,3435 segundos el cual es aceptado por 8 de 10 estudiantes encuestados en la escuela de ingeniería en sistemas por lo tanto el sistema es rápido.

**Conclusión final:** Se acepta la hipótesis como resultado de estos estudios realizados.

## CONCLUSIONES

- Se concluye manifestando que de acuerdo a las muestras tomadas el prototipo del Sistema de Control Vehicular implementado asegura su total reconocimiento de caracteres de forma eficiente y confiable cuándo la placa del vehículo adquirida tiene un ángulo de 0 grados en el eje X ya que así la imagen tomada es confiable para aplicar la técnica de OCR.
- Con las muestras tomadas con un ángulo de 30 grados en el plano de 2D y en 10 grados en el plano de 3D se manifiesta que el Sistema de Control Vehicular no asegura el correcto reconocimiento de los caracteres de la placa de un vehículo de forma eficiente y confiable, ya que la región de interés que aplica el sub VI “OCR” no reconoce los caracteres de forma individual si no emparejando los caracteres.
- Después del análisis de la hipótesis propuesta mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson y Estadística Descriptiva se ha llegado a la conclusión que el Sistema de Control Vehicular Utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres desarrollado en el Laboratorio de Automatización de la EIS aseguran la rapidez y confiabilidad.
- El tiempo empleado que se tarda el sistema de Control Vehicular en reconocer el número de placa y emitir la señal de alarma esta en un tiempo promedio de 8,3435 segundos de acuerdo a las muestras tomadas en donde se especifica este parámetro y de acuerdo a las opiniones de estudiantes encuestados para la comprobación de la hipótesis, se dice que el sistema es rápido.

- La herramienta LabVIEW 8.6 que permitió la elaboración del sistema de control vehicular fue escogida por acoplarse a los requerimientos, necesidades y facilidades previstas para el desarrollo del mismo.
- Para el desarrollo de aplicaciones que abarcan la informática y la mecatrónica se adaptó las fases de la metodología XP de acuerdo a nuestras necesidades para incluir aspectos de trabajo software y procesos de automatización.
- Este proyecto realizado tiene como gran finalidad brindar una herramienta rentable y sobre todo muy confiable, el cual podrá ser usado para solucionar uno de los principales problemas de la sociedad como es la inseguridad.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar una estandarización de las placas vehiculares además de una revisión periódica del estado de las mismas, ya que con ello existirá una mejor implementación de proyectos similares al presentado.
- La seguridad de nuestro país requiere de un mayor control e impulso por parte de los organismos seccionales y del gobierno central, así como por cada uno de los ciudadanos de esta nación; por tal razón se debe aprovechar el uso de nuevas tecnologías en el área de la visión computacional para disminuir los índices de robo de vehículos.
- Para el estudio, tratamiento de Imágenes, y elaboración del sistema de control vehicular se puede usar diferentes aplicaciones de software, de donde se debe elegir la que mejor se acople a las necesidades de los desarrolladores y de las empresas, y que a la vez cuenten con las características necesarias para cumplir los requerimientos de usuario.
- Se recomienda utilizar la metodología que mejor se acople al desarrollo del sistema que se requiera elaborar y que preste las facilidades para cumplir con todos los requerimientos establecidos.

## RESUMEN

Se diseñó e implementó un Sistema prototipo de Control Vehicular utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) en el Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para reconocer el número de placas de vehículos.

Para la implementación se empleó una cámara **REG-X**, la misma que ofrece un rendimiento absoluto en aplicaciones de corto alcance de captura de placas vehiculares, se utilizó una tarjeta de video EasyCAP de cuatro canales de entrada la cual se encarga de transformar la señal analógica emitida por la cámara a una señal digital que pueda ser utilizada por el programa; para la unión de la tarjeta digital y la cámara se requiere un cable coaxial de 10 m de distancia con sus respectivos conectores.

El programa aplicado es el LabVIEW 8.6 con la librería IMAQ Visión y sus componentes, igualmente se instaló la librería de IMAQ USB para el reconocimiento de la cámara. Se adquiere la imagen a una distancia de 4 m luego es procesada aplicándole una serie de técnicas de acondicionamiento de imágenes para enseguida dedicarle la técnica de OCR que es parte de la Librería de IMAQ Visión, el número de placa obtenido será guardado en un archivo de EXCEL en donde se hará una comparación con otro número de placa de un vehículo que se encuentra registrado en otro archivo de EXCEL el cual contiene los números de placas de los vehículos robados, si existe coincidencia el sistema nos dará una señal de alarma informándonos que el vehículo ha sido encontrado.

El prototipo implementado asegura el correcto reconocimiento de caracteres de forma eficiente y confiable cuándo la placa del vehículo adquirida tiene un ángulo de 0 grados ya que así la imagen tomada es precisa para aplicar la técnica de OCR.

Mediante este proyecto se puede brindar una herramienta rentable el cual podrá ser usado para solucionar uno de los principales problemas de la sociedad como es la inseguridad.

Se recomienda adquirir el sistema de Control Vehicular utilizando Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) a entidades públicas y privadas encargadas de la seguridad vehicular.

## SUMMARY

It was designed and implemented a prototype system of traffic Control, using optical character recognition (OCR) in the laboratory Industrial Automation Engineering school systems Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, to recognize the number of vehicles.

For the implementation we used a REG-X the same offers absolute performance in short range applications capture license plates and used a video card EasyCAP four input channels which transforms the analog signal emitted by the camera of a digital signal that can be used by program, for connecting digital card and the camera is required coaxial cable of 10 m with their connectors.

The program is applied to the LabVIEW 8.6 and IMAQ USB Vision components also installed the IMAQ USB library for recognizing the camera. The image is acquired at a distance of 4m then processed by applying a series of conditioning techniques images to immediately spend OCR technology that is part of the IMAQ Vision library, the license plate number obtained will be kept in a EXCEL file, which contains the license plate numbers of vehicles stolen, if any match the system will give an alarm signal informing that the vehicle has been found.

The implemented prototype ensures correct recognition characters in an efficient and reliable when the license plate has acquired an angle of 0 degrees and image taken is required to apply OCR technology.

This project can provide a cost-effective tool which can be used to solve major problems such as insecurity.

We recommend purchasing the vehicle control system using the OCR Optical Character recognition to public and private responsible for vehicle safety.

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

### **OCR**

Reconocimiento Óptico de Caracteres

### **EFICACIA**

Indicador de mayor logro de objetivos o metas por unidad de tiempo, respecto a lo planeado.

### **VI**

Interfaz Virtual.

### **FALTA**

(Fault): Desviación, no permitida de una variable o característica del sistema.

### **MAL FUNCIONAMIENTO**

(Malfunction): Irregularidad intermitente en el comportamiento normal de un sistema.

### **FALLO**

(Failure): Interrupción permanente, total o parcial, en el comportamiento normal del sistema.

### **ALARMA**

(Alarm): Alerta de falta provocada por la superación de un umbral asociado a una variable.

### **EVENTO**

(Event): Sucesos característicos que identifican un cambio significativo en una característica asociada a una variable.

### **ERROR**

(Error): Desviación entre una medida o cálculo de una variable y su valor verdadero.



## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET**

#### **RECONOCIMIENTO OPTICO DE CARACTERES**

[http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370281M-1/imaqvision/imaq\\_colorbcglookup/](http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370281M-1/imaqvision/imaq_colorbcglookup/)

2010-09-10

[http://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento\\_%C3%B3ptico\\_de\\_caracteres](http://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento_%C3%B3ptico_de_caracteres)

2010-09-10

<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://zone.ni.com/devzone/cda/epd/p/id/547>

2010-09-12

<http://www.pages.drexel.edu/~rs429/dasl/basicIMAQ/index.html>

2010-09-14

#### **RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES**

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/ramirez\\_r\\_ja/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/ramirez_r_ja/capitulo4.pdf)

2010-10-26

[http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW\\_2009/Cap%C3%ADtulo\\_1.1\\_Caracter%C3%Asticas\\_principales](http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009/Cap%C3%ADtulo_1.1_Caracter%C3%Asticas_principales)"2010-04-26

2010-10-26

#### **HIPOTESIS**

<http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/auprides/16417/capitulo%204.pdf>

2010-12-10

<http://sitios.ingenieria-usac.edu.gt/estadistica/estadistica2/estadisticadescriptiva.html>

2011-01-05

<http://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>

2011-01-05

<http://www.sepeap.org/archivos/libros/estadistica/tablah.pdf>

2011-01-05

### **COSTO DE LABVIEW**

<http://www.ni.com/labview/buy/esa/>

2010-11-28

<http://www.ni.com/labview/products/esa/>

2010-11-28

<http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=HYPERLINK>

2010-11-28

[http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=&ItemID=&FolderID=&DP=VisionPro\\_6.1\\_Trial.exe"&HYPERLINK](http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=&ItemID=&FolderID=&DP=VisionPro_6.1_Trial.exe)

2010-11-28

[http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=&ItemID=&FolderID=&DP=VisionPro\\_6.1\\_Trial.exe"ItemID=HYPERLINK](http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=&ItemID=&FolderID=&DP=VisionPro_6.1_Trial.exe)

2010-11-28

[http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=&ItemID=&FolderID=&DP=VisionPro\\_6.1\\_Trial.exe"&HYPERLINK](http://www.cognex.com/global/LTDelivery.aspx?id=&ItemID=&FolderID=&DP=VisionPro_6.1_Trial.exe)

2010-11-28

### **TARJETA DE VIDEO EASYCAP**

[http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-7419526-tarjeta-usb-captura-video-y-audio-s-video-graba-vhs-en-dvd-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-7419526-tarjeta-usb-captura-video-y-audio-s-video-graba-vhs-en-dvd-_JM)

2010-11-15

[http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-7266837-tarjeta-captura-4-canales-video-cctv-1-canal-audio-por-usb-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-7266837-tarjeta-captura-4-canales-video-cctv-1-canal-audio-por-usb-_JM)

2010-11-15

[http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-7285719-capturador-de-video-de-4-canales-video-camaras-de-seguridad-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-7285719-capturador-de-video-de-4-canales-video-camaras-de-seguridad-_JM)

2010-11-15

### **METODOLOGIA UTILIZADA**

[http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370281M-01/imaqvision/ocr\\_pal/](http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370281M-01/imaqvision/ocr_pal/)

2011-02-02

<http://www.scribd.com/doc/13349706/Justificacion-metodologia-XP>

2011-02-02

# **ANEXOS**

Tabla IV. 17 Significación del Coeficiente de Correlación de Pearson

$r$ \ $\alpha$	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
1	0.988	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.900	0.950	0.980	0.990	0.998	0.999
3	0.805	0.878	0.934	0.959	0.986	0.991
4	0.729	0.811	0.882	0.917	0.963	0.974
5	0.669	0.755	0.833	0.875	0.935	0.951
6	0.621	0.707	0.789	0.834	0.905	0.925
7	0.582	0.666	0.750	0.798	0.875	0.898
8	0.549	0.632	0.715	0.765	0.847	0.872
9	0.521	0.602	0.685	0.735	0.820	0.847
10	0.497	0.576	0.658	0.708	0.795	0.823
11	0.476	0.553	0.634	0.684	0.772	0.801
12	0.457	0.532	0.612	0.661	0.750	0.780
13	0.441	0.514	0.592	0.641	0.730	0.760
14	0.426	0.497	0.574	0.623	0.711	0.742
15	0.412	0.482	0.558	0.606	0.694	0.725
16	0.400	0.468	0.542	0.590	0.678	0.708
17	0.389	0.456	0.529	0.575	0.662	0.693
18	0.378	0.444	0.515	0.561	0.648	0.679
19	0.369	0.433	0.503	0.549	0.635	0.665
20	0.360	0.423	0.492	0.537	0.622	0.652
21	0.352	0.413	0.482	0.526	0.610	0.640
22	0.344	0.404	0.472	0.515	0.599	0.629
23	0.337	0.396	0.462	0.505	0.588	0.618
24	0.330	0.388	0.453	0.496	0.578	0.607
25	0.323	0.381	0.445	0.487	0.568	0.597
26	0.317	0.374	0.437	0.479	0.559	0.588
27	0.311	0.367	0.430	0.471	0.550	0.579
28	0.306	0.361	0.423	0.463	0.541	0.570
29	0.301	0.355	0.416	0.456	0.533	0.562
30	0.296	0.349	0.409	0.449	0.526	0.554
35	0.275	0.325	0.381	0.418	0.492	0.519
40	0.257	0.304	0.358	0.393	0.463	0.490
45	0.243	0.288	0.338	0.372	0.439	0.465
50	0.231	0.273	0.322	0.354	0.419	0.443
60	0.211	0.250	0.295	0.325	0.385	0.408
70	0.195	0.232	0.274	0.302	0.358	0.380
80	0.183	0.217	0.257	0.283	0.336	0.357
90	0.173	0.205	0.242	0.267	0.318	0.338
100	0.164	0.195	0.230	0.254	0.303	0.321
120	0.150	0.178	0.210	0.232	0.277	0.294
150	0.134	0.159	0.189	0.208	0.249	0.264
200	0.116	0.138	0.164	0.181	0.216	0.230
300	0.095	0.113	0.134	0.148	0.177	0.188
500	0.074	0.088	0.104	0.115	0.138	0.146
1000	0.052	0.062	0.073	0.081	0.098	0.104