

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**



TESIS DE GRADO

**“DISEÑO Y MONTAJE DE UN BANCO DE CERTIFICACIÓN DE
MEDIDAS UTILIZANDO AIMAQ-VISION PARA EL LABORATORIO DE
CONTROL AUTOMÁTICO”**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

REALIZADO POR:

**JOSÉ LUIS MURIEL COBO
RENÉ GENARO PORRAS NAVAS.**

RIOBAMBA-ECUADOR

2008

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) José Luis Muriel Cobo

f) René Genaro Porras Navas.

A G R A D E C I M I E N T O

El más sincero agradecimiento a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles al país.

Y en especial a mis padres, y familiares que siempre me han apoyado de una u otra manera en toda mi carrera

José Luis Muriel Cobo

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

René Genaro Porras

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado a mi creador,

A mis padres que supieron conducirme; brindándome de herramientas para
enfrentar la vida.

A mi querido hermano,

A todas esas personas que en el camino de mi formación profesional y personal han
aportado con sus enseñanzas.

A ti, mi Majo por ser impulso, apoyo e inspiración.

Y para el gran orgullo de mi vida Felipe.

Muchas Gracias... .

José Luis Muriel Cobo.

Dedico este trabajo y toda mi carrera a Dios,
por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las
fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

A mis padres, Zoila Navas y Genaro Porras por el apoyo incondicional que me
dieron a lo largo de mi carrera.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o
participaron en mi formación personal y profesional.

A mi esposa Marilú, intentando expresarle mi amor y gratitud por su apoyo
incondicional, su comprensión generosa y tolerancia infinita.

A mis hijas Mayerli y Sofía, Razón de mi ser y sentido en la
vida para seguir adelante.

Muchas gracias...

René Genaro Porras Navas.

RESUMEN

Se ha diseñado y montado un banco de certificación de medidas utilizando IMAQ-VISION para el laboratorio de control automático, con la finalidad de ser herramienta didáctica al momento de certificar y automatizar procesos de medición sin la utilización de calibres o galgas.

Por lo cual se diseñó y construyó el módulo fotográfico, permitiendo el ingreso de las piezas a través de una banda transportadora hasta el objetivo de la cámara del cual se obtuvo imágenes digitalizadas para posteriormente ser analizadas por la herramienta Imaq Find Circular Edge del programa Imaq-Vision;

Se probó 10 veces una pieza de muestra a través del módulo, se debe tomar en cuenta la posición marcada inicial al momento de colocar las piezas en la banda, transparencia de las micas, controlar la intensidad de la luz por medio del difusor y aislamiento de iluminación externa; todo esto contribuye a la exactitud del proceso, obteniéndose 10 valores del perfil de un CD patrón pudiendo variar una décima del valor medido con calibrador con un promedio de 119.62 mm y una desviación estándar 0,071.

Con estos resultados el módulo se presta para el aprendizaje, funcionamiento y perfeccionamiento futuro del mismo por parte de los estudiantes.

Se recomienda utilizar guías de operación así como programa de mantenimiento para su correcto desempeño.

SUMMARY

A certification Bank of Measurements using IMAQ _ VISION has been designed and mounted for the Automatic Control Lab to become a didactical tool which allows, through image acquisition, to analyze and determine the dimensions of pieces or elements to be assayed and certified without the use of ratings or gages and the different applications in the industrial field.

For this, the photography module having a high resolution - camera was constructed where the pieces enter through a transport band into the camera objective from which the digitalized images were obtained to, later, be processed and analyzed by the Imaq Find Circular Edge of the Imaq - Vision program .

To verify its functionality a sample piece was essayed 10 times through the module taking into account the initial position at the moment of placing the pieces into the transport band controlling intensity of the light in front of the camera by the white diffuser and limiting the entrance of the external illumination with a bell isolating the photography zone with the exterior.

All this contributes to the process accuracy, obtaining 10 profile values of a CD pattern being capable of to vary a tenth of the measured value with the rating device with 119.62mm average and a 0.071 standard deviation.

With these results, the module is suitable for further learning, functioning and training on it by the students. It is recommended to use operation guidelines as well a maintenance program for its correct performance.

ÍNDICE

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Conceptos fundamentales	3
2.2 ¿Qué es la adquisición de imágenes?	3
2.3 Proceso para la adquisición de imágenes	3
2.4 Teoría de la imagen	6
2.5 Tipos de cámaras	8
2.6 Teoría del color	9
2.7 Mediciones realizadas con la adquisición de imágenes	11
2.8 Labview y Imaq	13
2.8.1 ¿Qué es Labview?	14
2.8.2 ¿Qué es Imaq?	31
2.8.3 Procesamiento de imágenes con Labview e Imaq	36
2.8.3.1 Proceso de imágenes	42
2.8.3.2 Morfología y modificación de la imagen	53
3. MATERIALES Y MÉTODOS	57
3.1. Mediciones de tolerancias dimensionales con Imaq	57
3.2. Medición y verificación de tolerancias geométricas y de forma con Imaq	58
3.3. Análisis e identificación de imágenes	60
3.3.1 Clasificación de muestras	60
3.4 Aplicación y ejemplos de cada caso	67

3.4.1	Abrir imagen	67
3.4.2	Histogramas	69
3.4.2.1	Histograma color	70
3.4.3	Threshold	72
3.4.3.1	Threshold color	74
3.4.4	Análisis de partículas	77
3.4.5	Reporte de análisis de partícula	87
3.4.6	Inspección de borne de batería	89
4.	MONTAGE DEL MÓDULO FOTOGRÁFICO DE	
	CERTIFICACIÓN DE MEDIDAS	99
4.1	Selección de componentes	99
4.2	Construcción y montaje del equipo de fotografía y	
adquisición de imágenes		101
4.3	Comprobación del equipo fotográfico	112
4.3.1	Ensayos y Pruebas	113
5.	MANUAL DEL EQUIPO	123
5.1	Manual del usuario	120
5.2	Elaboración de un programa de mantenimiento para el equipo	
... ..		122
5.3	Elaboración de guías y manejo del equipo	128
6.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	136
6.1	Discusión previa	136
6.2	Resultados	137
6.3	Conclusiones	137
6.4	Recomendaciones	138
	BIBLIOGRAFÍA	140
	LINKOGRAFÍA	141
	ANEXOS	142

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
1	Tipos de cámaras	8
2	Parámetros del motor paso a Paso... ..	114
3	Parámetros del Imaq Find CoordSys (Pattern)2-matrices... ..	116
4	Parámetros Imaq Find Circular Edge-matrices... ..	117
5	Parámetros de Threshold... ..	118
6	Parámetros del Imaq Find CoordSys (Pattern) 2-piezas... ..	119
7	Parámetros Imaq Find Circular Edge-piezas... ..	119
8	Toma de medidas a las piezas probadas.....	119
9	Ficha de Rodamientos... ..	126
10	Ficha de Motor paso a paso... ..	127
11	Ficha de equipo fotográfico y adquisición de datos... ..	127
12	Ficha de estructura... ..	128
13	Tabla de resultados de medición de diámetros en CDs... ..	137

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
1	Proceso para la adquisición de imágenes	4
2	Sensor Matriz CCD	4
3	Lectura del Sensor CCD	5
4	Disposición de sensores en una cámara RGB	5
5	Obtención de la imagen Final.....	6
6	Proceso de Digitalización	7
7	Cámara de scan progresivo.....	9
8	Colores Aditivos y Sustrativos.....	11
9	Análisis de imágenes en un velocímetro	12
10	Análisis de imagen en productos en serie.....	12
11	Análisis de imagen en células.....	12
12	Diagrama de Bloques.....	13
13	Ventana de panel frontal.....	14
14	Herramientas panel frontal.....	14
15	Controles numéricos.....	15
16	Controles Boleanos.....	15
17	Controles String/Path.....	16
18	Panel de control.....	17
19	Estructura de un while loop.....	21
20	Bundle o sujetador de señales.....	21
21	Menú de acceso a modificación de características de controles e indicadores.....	22
22	Partes de un shift registers.....	23
23	Estructura For Loop	24
24	Pasos para construcción de un array.....	24
25	Tipos de Array.....	25
26	Componentes de una gráfica.....	26

27	Bundle conectado a un graficador...	26
28	Graficador conectado por bundle y array...	27
29	Procedimiento de realizar un cluster...	27
30	Tipos de entradas a estructura de caso...	28
31	Formas de conexión de estructuras de caso...	28
32	Acceso y modo de presentación de estructura de secuencia...	29
33	Secuenciadores...	29
34	Variables de Secuencia...	30
35	Tipos de realizar ecuaciones...	36
36	Pasos para crear imágenes...	37
37	Pasos para análisis imágenes...	41
38	Sección de conectores de imagen única...	41
39	Sección de conectores de imagen mascara...	42
40	Sección de conectores para relleno...	42
41	Sección de conectores que procesan imágenes...	42
42	Formas de conexión a las entradas...	43
43	Formas de conexión a las entradas...	43
44	Combinaciones en conexiones a la entrada de imágenes...	47
45	Imagen desplegada...	48
46	Conexión de terminales de VIs para desplegar una imagen...	61
47	Aplicación de un código muestra de una clasificación...	67
48	Abrir imagen en diagrama de bloques...	68
49	Abrir imagen panel frontal...	68
50	Conectores del Imaq Create...	68
51	Conectores del Imaq Read File...	69
52	Histograma en diagrama de bloques...	69
53	Histograma en panel frontal...	70
54	Conectores del Imaq Histogram...	70
55	Histogram color en diagrama de bloques...	71
56	Histogram color en panel frontal...	71
57	Conectores del Imaq Color Histogram...	72
58	Thershold en diagrama de bloques...	72
59	Thershold en panel frontal...	73

60	Conectores del Imaq Color Histogram	74
61	Thershold en diagrama de bloques	74
62	Thershold en panel frontal	75
63	Imaq Thershold Color conectores	75
64	Extraer ROI diagrama de bloques	76
65	Extraer ROI panel frontal	76
66	Conectores del Imaq ConstructROI	77
67	Análisis de partículas	77
68	Análisis de partículas	78
69	Análisis de partículas diagrama de bloques	78
70	Análisis de partículas-apertura de la imagen diagrama de bloques	79
71	Conectores de Imaq Get Kernel	79
72	Conectores de IMAQ Convolute	80
73	Análisis de partículas- filtrado diagrama de bloques	80
74	Análisis de partículas- filtrado panel frontal	81
75	Análisis de partículas- threshold-panel frontal	81
76	Análisis de partículas-threshold-diagrama de bloques	82
77	Conectores de Imaq FillHole	82
78	Análisis de partículas llenado de huecos-panel frontal	82
79	Análisis de partículas llenado de huecos- diagrama de bloques	83
80	Conectores de Imaq Reject Border	
81	Análisis de partículas remoción de objetos que tocan el borde-panel frontal	83
82	Análisis de partículas remoción de objetos que tocan el borde-diagrama de bloques	83
83	Conectores de Imaq Remove Particle	84
84	Conectores de Imaq Particle Filter 2	
85	Análisis de partículas-filtrado según parámetros diagrama de bloques	84
86	Análisis de partículas-filtrado según parámetros panel frontal	85
87	Conectores del Imaq analysis particle	85
88	Conectores del Imaq overlay text	86
89	Conectores del Number to Decimal String	86

90	Análisis de partículas-medición de área panel frontal...	86
91	Análisis de partículas medida de áreas-diagrama de bloques...	87
92	Reporte de análisis de partículas-panel frontal...	87
93	Reporte análisis de partículas-diagrama de bloques...	88
94	Reporte análisis de partículas- adquisición de imagen-panel frontal...	88
95	Conectores del Imaq Particle Analysis Report...	89
96	Inspección de bornes de batería-panel frontal...	89
97	Inspección de bornes de batería-diagrama de bloques...	90
98	Conectores del Strip Path...	90
99	Conectores del Strip Path...	91
100	Conectores del List Folder...	91
101	Inspección de bornes de batería-construcción de matriz de imágenes..	92
102	Conectores del Index Array...	
103	Inspección de bornes de batería-programa esperando siguiente acción- panel de control...	92
104	Inspección de bornes de batería-ubicación de sistema de coordenadas- panel de control...	93
105	Conectores del Imaq Find CoordSys (Pattern) 2...	94
106	Conectores del Imaq Clamp Vertical Max...	94
107	Conectores del Imaq Find Circular Edge ...	
108	Inspección de bornes de batería- localiza un borde circular en un área de búsqueda-panel frontal...	95
109	Conectores del Array Size...	96
110	Inspección de bornes de batería-ubicación de sistema de coordenadas- panel de control...	96
111	Conectores Quotient and Remainder...	
112	Inspección de bornes de batería-comparación de la imagen patrón con imágenes pruebas-panel de control...	97
113	Inspección de bornes de batería-Toma de medidas -diagrama de bloques...	98
114	Panel Frontal...	103
115	Diagrama de bloques...	104
116	Adquisición de matrices-diagrama de bloques...	105

117	Panel Frontal del control del motor paso a paso...	106
118	Diagrama de bloques-control de motor paso a paso...	106
119	Panel Frontal-pieza fotografiada	108
120	Diagrama de bloques readquisición de la imagen fotografiada...	108
121	Panel Frontal-acondicionamiento de imagen...	109
122	Diagrama de bloques-Threshold de la imagen...	110
123	Diagrama de bloques-comparación de imágenes...	110
124	Diagrama de bloques-ubicación del sistema de coordenadas y medición en valores reales...	111
125	Matriz6.png...	113
126	Matriz5.png.....	113
127	Diagrama de bloques-motor paso a paso...	114
128	Diagrama de bloques-fijar coordenadas...	115
129	Parámetros del Imaq Find CoordSys (Pattern)2-matrices...	116
130	Parámetros Imaq Find Circular Edge-matrices	116
131	Diagrama de bloques-Threshold	118
132	Matriz 1...	129
133	Matriz 2...	129
134	Diagrama de bloques-motor paso a paso...	130
135	Diagrama de bloques-fijar coordenadas...	131
136	Diagrama de bloques-Threshold...	134

LISTA DE ANEXOS

<u>ANEXOS</u>		<u>PÁGINA</u>
1	Componentes adquisición de imágenes	
2	Componentes del control de movimiento	143
3	Esquema estructural del módulo fotográfico	144
		145

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes.

Un gran porcentaje de la industria ecuatoriana realiza el montaje en piezas así como su calibración en diferentes conjuntos, a través de procedimientos manuales, los mismos que presentan dificultades al momento de efectuarlos; esto se debe a que no se cuenta con todos los calibres e instrumentos de medida específicos para el trabajo destinado teniendo que improvisar con los ya existentes, lentitud en el proceso, costos elevados y posibles errores que se puedan presentar al momento de tomar lecturas.

El desarrollo de los automatismos se ha visto en auge durante los últimos tiempos, esto se debe a las ventajas que ofrecen estos sistemas, por tal razón la acogida que han tenido en diferentes áreas de la ciencia y la tecnología, permitiendo que cada vez sea necesario estudiar sus principios para comprender el funcionamiento de muchos conjuntos automáticos, y sus aplicaciones para de esta forma presentar innovaciones y adelantos en este campo.

La competitividad en la actualidad, demanda que los procesos cada vez sean más eficientes, menos costosos, entregando los resultados deseados.

Una de las tantas ventajas que presentan los automatismos es el alto grado de precisión y rapidez que se logra al momento de recopilar información de diferentes fuentes que los proporcionan, una de estas fuentes son datos que se generan al momento de tomar medidas en un montaje o calibración de piezas.

1.2 Justificación.

En vista de que la mayoría de la industria ecuatoriana no cuenta con sistemas de automatización en la certificación de medidas y que los procesos se realizan manualmente hemos visto necesario implementar y diseñar un banco de certificación de medidas.

La calibración de piezas durante revisiones y montaje, requiere de alta precisión, lo cual demanda tiempo y personal calificado. Con la implementación de un sistema de certificación de medidas utilizando Imaq-Vision, el mismo que forma parte de las aplicaciones de LabVIEW, se simplifica el trabajo, disminuyendo horas/hombre, errores de medida, incrementando precisión en las lecturas, rapidez en la toma de datos, y contribuyendo a la agilidad de los procesos.

Con la implementación del presente proyecto en el laboratorio de control automático, permitirá al cuerpo estudiantil conocer las innovaciones y aplicaciones en esta área y mejorar su preparación profesional.

1.3 Objetivos.

1.3.1 General.

Implementar un banco de certificación de medidas utilizando Imaq-Vision para el laboratorio de control automático.

1.3.2 Específicos

- Desarrollar las calibraciones y verificación de piezas.
- Determinar las condiciones necesarias para el módulo de fotografía en la adquisición de datos.
- Determinar la técnica que emplea Imaq para tomar datos.

- Analizar los resultados y establecer conclusiones.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos Fundamentales.

En la actualidad la industria ha comenzado a implementar sistemas automatizados que permiten el análisis de imágenes adquiridas por cámaras, esto se debe a las facilidades que presenta los mismos.

En el presente capítulo se analizará algunos conceptos fundamentales de los elementos o factores que intervienen en la adquisición de imágenes.

2.2 ¿Qué es la adquisición de imágenes?

La adquisición de imágenes es el proceso mediante el cual un equipo que es sensible a la luz, captura o plasma un objeto o evento en el tiempo, y lo representa en imágenes.

Este proceso es utilizado, ya que se puede captar pequeñas cantidades de luz que el ojo humano no puede percibir, lográndose alta precisión en el análisis.

2.3 Proceso para la adquisición de imágenes.

Antes de analizar el proceso de adquisición de imágenes se debe tener en cuenta los siguientes elementos que deben componer el mismo:

- a. Software (Programa).
- b. Hardware (cámara)
- c. Bus de datos (Cable).
- d. PC.

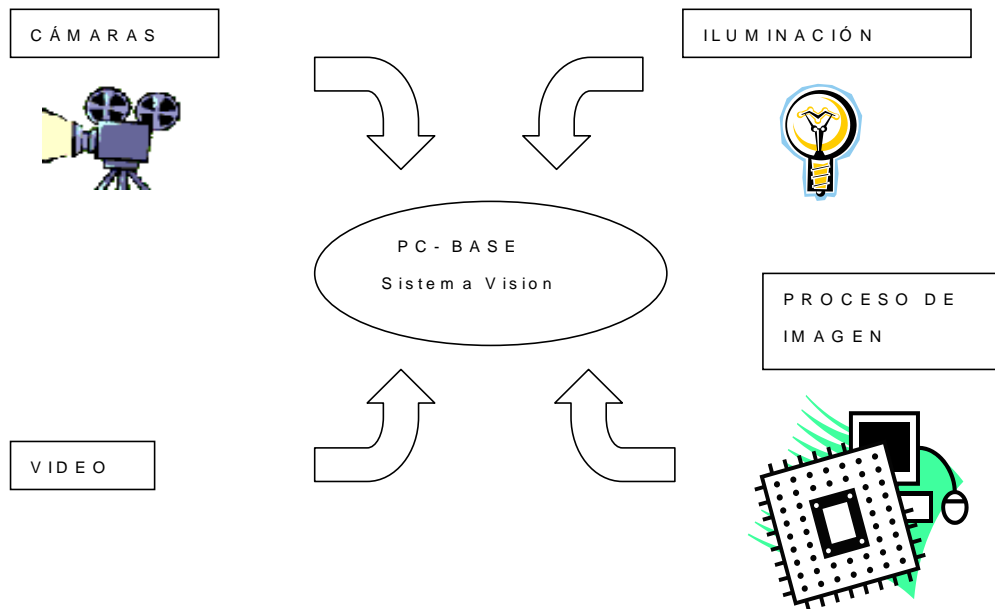


Figura 1.- Proceso para la adquisición de imágenes.

El proceso para la adquisición de imágenes pasa principalmente por las siguientes etapas.

La luz reflejada en el objeto es impresionada en sensores que son sensibles a la misma, un lector ordena la información.

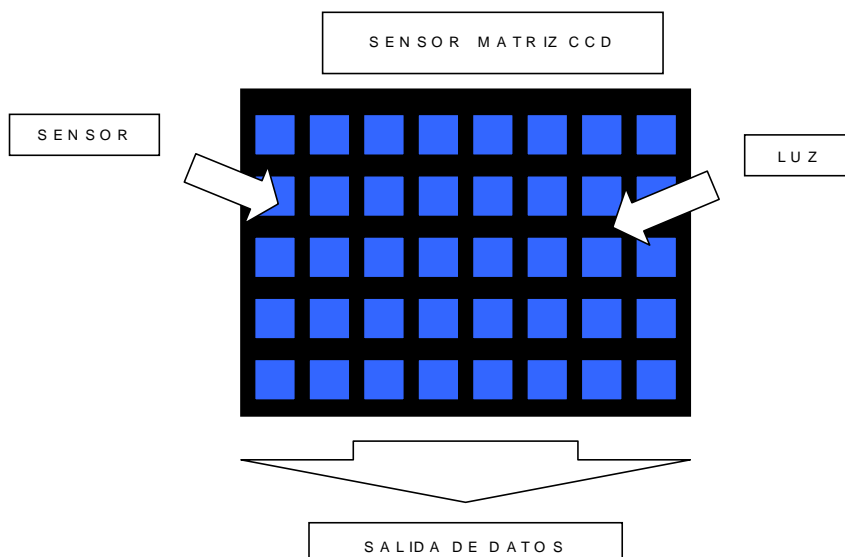


Figura 2.- Sensor Matriz CCD

Este proceso se efectúa sensor a sensor, realizando un barrido horizontal.

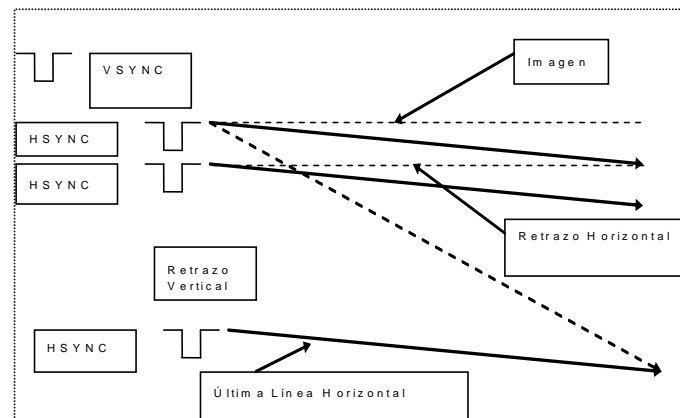
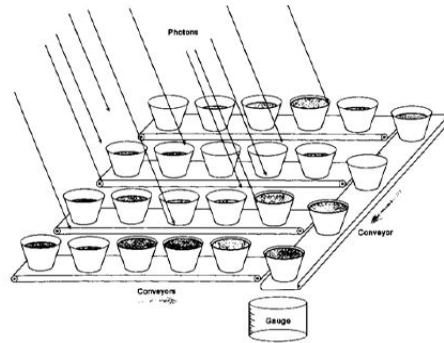


Figura 3.- Lectura del Sensor CCD

El lector para ordenar la información genera una señal de inicio y final para luego ser procesada y digitalizada en el orden correcto.

La cámara está provista de tres grupos de sensores especializados en los tonos de los rojos, de los verde y de los azules, es decir en los colores principales aditivos, que posteriormente se analizarán en la teoría del color.

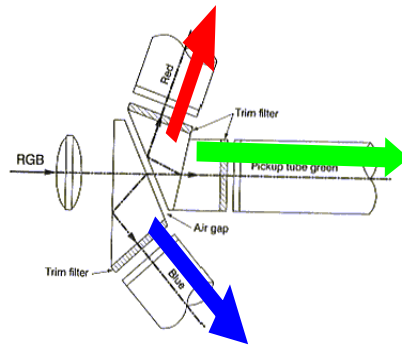


Figura 4.- Disposición de sensores en una cámara RGB.

Estos al reagruparse en el orden indicado forma la imagen, denominándose Field 1, como el barrido horizontal del lector se realiza por dos veces, generándose un Field 2, siendo este un promedio del anterior; obteniéndose una imagen lo más real posible, por posibles modificaciones del objeto al momento de ser tomada la fotografía, de esta forma los resultados son muy precisos.

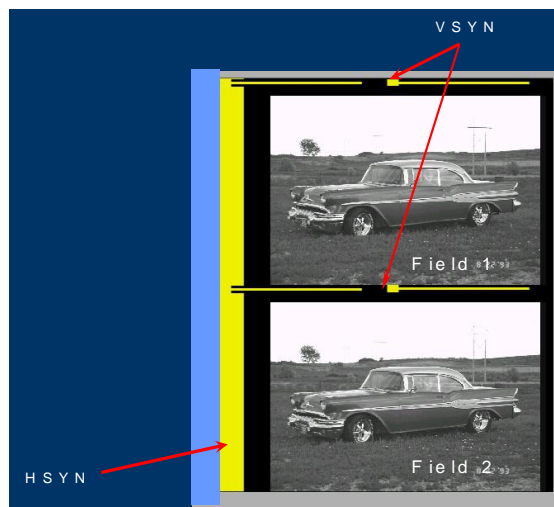


Figura 5.- Obtención de la imagen Final.

2.4 Teoría de la imagen.

Una imagen monocroma desde un punto de vista físico es una función continua $f(x,y)$; que nos indica la variación en el espacio de la cantidad de luz emitida o reflejada por la imagen. Esta cantidad de luz comúnmente se le conoce como: brillo, intensidad o nivel de grises.

Para la creación de una imagen digital se convierten valores continuos en valores discretos; generalmente valores enteros. De esta manera una imagen digital se representa como una tabla de valores o matriz bidimensional, en los cuales cada elemento corresponde a un valor de intensidad luminosa de cada punto por muestreo de la imagen. A este elemento mínimo se conoce como píxel.

En el proceso de digitalización se puede distinguir 3 fases:

- Muestreo
- Cuantificación.
- Codificación del sistema a un código binario.

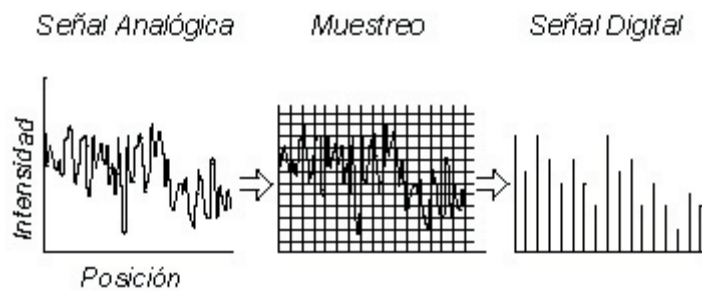


Figura 6.- Proceso de Digitalización.

Posteriormente la computadora interpreta y lee los bits para producir una versión analógica para su visualización o impresión.

En una imagen se puede distinguir ciertas características; que las distinguen unas de otras:

Resolución.- Es la capacidad de distinguir los detalles espaciales finos, uno de los aspectos que determinan la resolución es la frecuencia de muestreo; se expresa generalmente en dpi (puntos por pulgada), ppi (puntos por pulgada).

Dimensiones de píxel.- son las medidas horizontales y verticales de una imagen, expresadas en píxeles. Las dimensiones de píxel se pueden determinar multiplicando tanto el ancho como la altura por el dpi.

Profundidad de bits es determinada por la cantidad de bits utilizados para definir cada píxel. Cuanto mayor sea la profundidad de bits, tanto mayor será la cantidad de tonos (escala de grises o color) que puedan ser representados.

1 bit (2^1) = 2 tonos

2 bits (2^2) = 4 tonos

3 bits (2^3) = 8 tonos

4 bits (2^4) = 16 tonos

8 bits (2^8) = 256 tonos

16 bits (2^{16}) = 65.536 tonos

24 bits (2^{24}) = 16,7 millones de tonos

2.5 Tipos de cámaras

Aquí se puede apreciar las señales VSYN y HSYN, que son las que nos sirven para ordenar y alinear las imágenes que se van generando por el lector.

A continuación se muestra un resumen de las tecnologías que mayormente se utilizan a nivel mundial, como sus ventajas y desventajas que estas presentan.

Tabla 1.- Tipos de cámaras.

Formato	País	Modo	Nombre de Señal	Velocidad de Cuadros (frame/sec)	Resolución de la línea Vertical	Velocidad de línea (lines/sec)	Image Size (WxH) pixels
NTSC	USA, Japón	Mono	RS-170	30	525	15,750	640x480
		Color	NTSC Color	29.97	525	15,734	
PAL	Europa (excepto Francia)	Mono	CCIR	25	405	10,125	768x576
		Color	PAL Color	25	625	15,625	
SECAM	Francia	Mono		25	819	20,475	N/A
		Color		25	625	15,625	

En la tabla 1 se puede observar que en nuestro país como en EEUU y Japón se utiliza el formato NTSC, la velocidad de lectura es de 30 frame/sec y una resolución de 640x480 píxeles, si bien tenemos una alta velocidad de lectura siendo favorable para análisis de objetos en movimiento, tiene una baja resolución, mientras que el formato PAL utilizado principalmente en la Comunidad Europea tiene una baja velocidad de

lectura pero una alta resolución siendo muy adecuado para análisis de objetos estacionarios.

De este análisis podemos clasificar a dos tipos de cámaras principalmente:

- Cámaras de Scan Progresivo.
- Cámaras de Área Digital Progresivo.

Las cámaras de área digital progresiva, son cámaras que se utilizan principalmente en objetos que son estacionarios o tienen un movimiento relativamente pequeño, las mismas que se utilizará en la presente tesis.

Las cámaras de scan progresivo, se utilizan principalmente para objetos en movimiento, su principio de funcionamiento se gráfica en la siguiente ilustración.

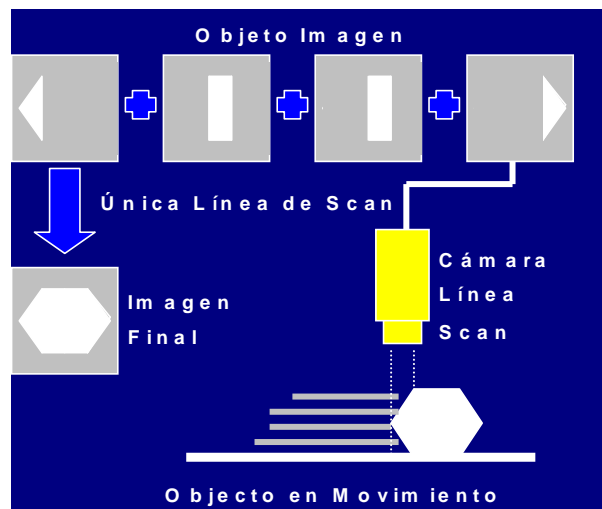


Figura 7.- Cámara de scan progresivo.

Se puede observar que la cámara de este tipo va tomando imágenes por secciones a medida que el objeto se encuentra desplazándose, posteriormente estas imágenes son dispuestas en el orden correcto de esta forma se obtiene la imagen en cuestión.

2.6 Teoría del color.

Empezaremos diciendo que el color en sí no existe, no es una característica del objeto, es más bien una apreciación subjetiva del humano. Por tanto, podemos definirlo como, una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda.

El color es, pues, un hecho de la visión que resulta de las diferencias de percepciones del ojo a distintas longitudes de onda que componen lo que se denomina el "espectro" de luz blanca reflejada en una hoja de papel. Estas ondas visibles son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre los 400 y los 700 nanómetros; más allá de estos límites siguen existiendo radiaciones, pero ya no son percibidos por nuestra vista.

Lo que ocurre cuando percibimos un objeto de un determinado color, es que la superficie de ese objeto refleja una parte del espectro de luz blanca que recibe y absorbe las demás. La luz blanca está formada por tres colores básicos: rojo intenso, verde y azul violeta. Por ejemplo, en el caso de objeto de color rojo, éste absorbe el verde y el azul, y refleja el resto de la luz que es interpretado por nuestra retina como color rojo. Este fenómeno fue descubierto en 1666 por Isaac Newton, que observó que cuando un haz de luz blanca traspasaba un prisma de cristal, dicho haz se dividía en un espectro de colores idéntico al del arco iris: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, y violeta.

La existencia de los ocho colores elementales lo descubrió ya Leonardo da Vinci

"Al negro y al blanco le siguen el azul y amarillo, luego el verde y el leonado u ocre; después el color de la mora y el rojo. Estos son ocho colores, y no existen más colores naturales" (Libro de Pintura. 1452-1519).

Síntesis aditiva (televisión), entendemos que a partir de distintas intensidades de las luces de colores azul, rojo y verde podemos obtener una diversidad de colores.

Como base ha de estar presente el color elemental acromático negro.

La síntesis aditiva imita tecnológicamente lo que hace el órgano de la vista, este principio constituye la base técnica de la televisión en color. Los colores elementales aditivos son negro, azul (azul violáceo), verde y rojo (rojo anaranjado).

Síntesis sustractiva (fotografía): Es lo opuesto o contrario a la síntesis aditiva. Se da cuando a una energía de radiación existente se le sustrae algo de su absorción. También se denomina síntesis sustractiva al principio en el que por la capacidad de absorción de tres filtros conjuntados se puede obtener la diversidad del espacio de colores.

En la síntesis sustractiva los efectos de tres capas de filtros combinan sus poderes de absorción frente al blanco. Este es el principio de trabajo de la fotografía en color. Los cuatro colores elementales sustractivos son blancos, amarillos, magenta y turquesa.

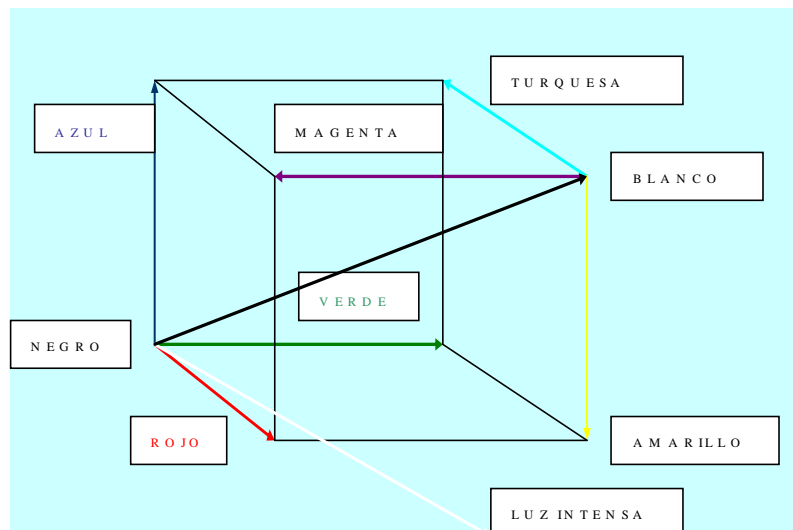


Figura 8.- Colores Aditivos y Sustrativos

En este gráfico muestra los colores aditivos (azul, rojo y verde), que partiendo del negro al sumarse luz se divide los ejes en 256 partes, dando origen a las tonalidades llegando al color del extremo, y el sistema de los colores sustractivos (cian, magenta y amarillo) son aquellos que se encuentran opuestos al negro que partiendo del blanco

dichos colores se les va quitando luz, llegando al color del extremo en su respectivo eje, de igual forma que los anteriores generándose las 256 tonalidades.

2.7 Mediciones realizadas con la adquisición de imágenes.

Entre las varias aplicaciones del análisis de imágenes podemos mencionar las siguientes:

- En la automatización industrial.

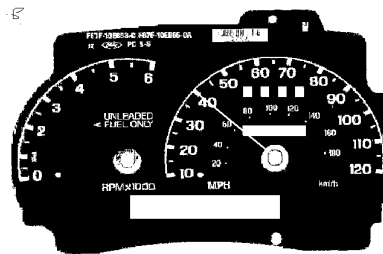


Figura 9.- Análisis de imágenes en un velocímetro

- En la inspección de productos.



Figura 10.- Análisis de imagen en productos en serie

- En análisis de células, sangre, o en aplicaciones metalográficas.

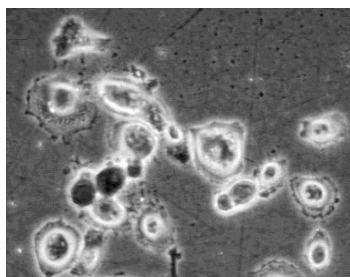


Figura 11.- Análisis de imagen en células

- En control de calidad de productos.

2.8 Labview y Imaq

Los sistemas de adquisición de datos aplicados a la instrumentación (DAQ) basados en PC, tienen que contar con una flexibilidad para futuros cambios, fáciles de manejar y poderosos e ilustrativos.

En el mercado actual se cuenta con muchos programas que satisfacen las necesidades anteriormente mencionadas, entre ellos podemos mencionar:

Visual Basic, el C, el C++, el Visual C++, Pascal, LabWindows, CVI, Labview, y muchos otros, los cuales son diseñados para aplicaciones específicas.

Para nuestra tesis el programa que presta mayores ventajas en la adquisición y manejo de los datos tomados será: Labview y Imaq. A continuación se citan algunas de las ventajas que presentan estos programas:

El lenguaje que utiliza este programa es de forma gráfica (lenguaje G), lo cual nos permite facilidad en el trabajo.

Frente a otros programas como el C++ donde la realización de gráficos como elementos de instrumentación conllevaría más tiempo que los realizados en LabVIEW, ya que éste cuenta con numerosas herramientas de presentación, en gráficas, botones, indicadores y controles.

Es un programa de mucho poder donde se cuentan con librerías especializadas para manejos de DAQ, Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos (útil para una automatización de una empresa a nivel total).

Se logra reducir horas de trabajo por la facilidad que ofrece el programa.

Permite crear bloques o herramientas específicas que se pueden utilizar posteriormente en diferentes aplicaciones.

Es un programa que permite pasar las aplicaciones entre diferentes plataformas como Macintosh y seguir funcionando, se puede comunicar con hardware, tales como: Adquisición de Datos, Vision (IMAQ), y dispositivos de movimiento de control.

2.8.1 ¿Qué es Labview?

Es un programa en el cual se los llama instrumentos virtuales o VIs, por que tiene una apariencia de imitar instrumentos físicos (osciloscopios, multímetros, termómetros, etc.)

Además cuenta con un juego muy comprensivo de herramientas para adquisición, análisis, despliegue e historial de datos, también cuenta con barras de ayuda de problemas.

En Labview se puede crear interfaces, diagramas o paneles frontales simulando leds, diales, botones, etc.

Podemos identificar en Labview cuatro herramientas importantes:

Diagrama de bloques.- en este se muestra el algoritmo en forma gráfica donde los datos se transportan o fluyen a través de líneas.

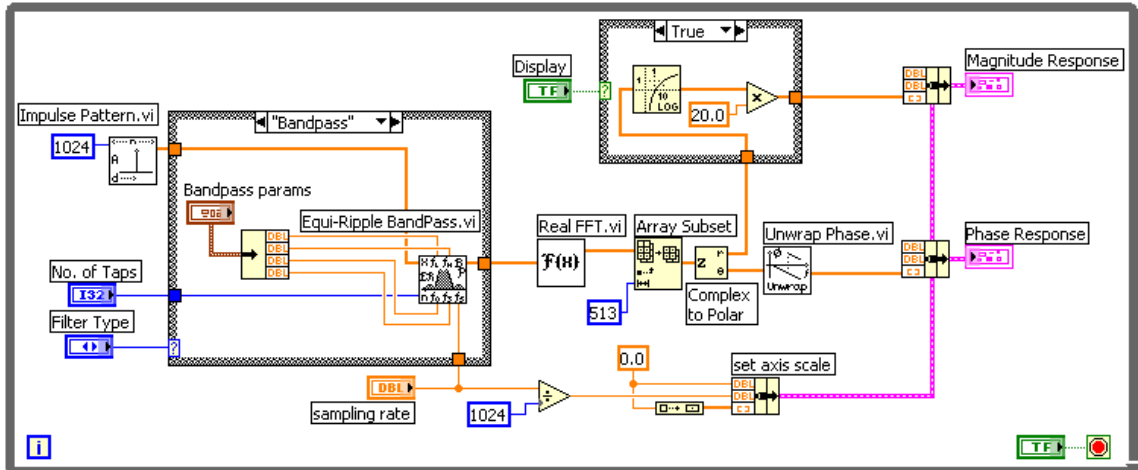


Figura 12.- Diagrama de Bloques

Panel Frontal.- Es donde los datos se pueden apreciar, se manipulan y se controlan.

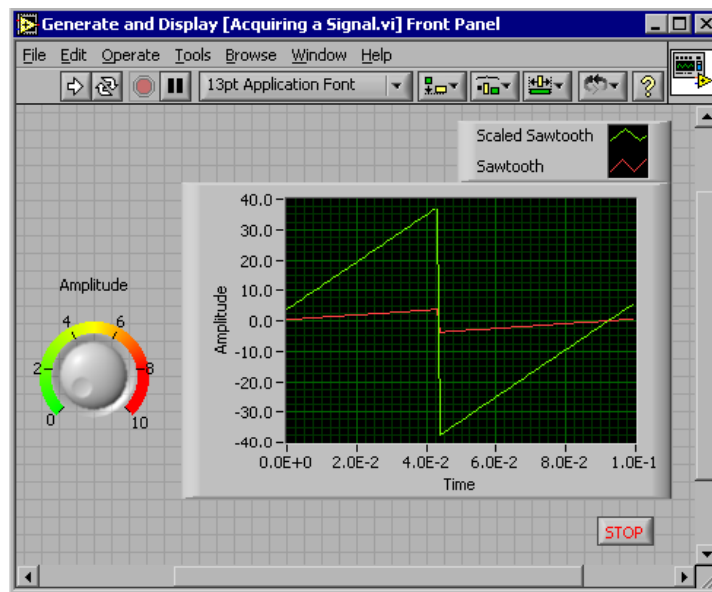


Figura 13.- Ventana de panel frontal

Programa Compilado.- Es una simulación de que el programa se está ejecutando, e indica posibles fallas en el mismo.

Los Datos.- Se requiere la suficiente memoria para el manejo adecuado de toda la información que se está adquiriendo.

Tanto en el panel frontal como el de control existen paletas de herramientas que a continuación se presenta.

Paleta de herramientas del panel frontal.-



Figura 14.- Herramientas panel frontal

Ícono numéric.- permite mostrar diferentes paneles de comparación de escala de medida en los que se puede apreciar como va cambiando la lectura en los mismos.

Estos valores a medir pueden ser: número real, entero, natural y positivo.

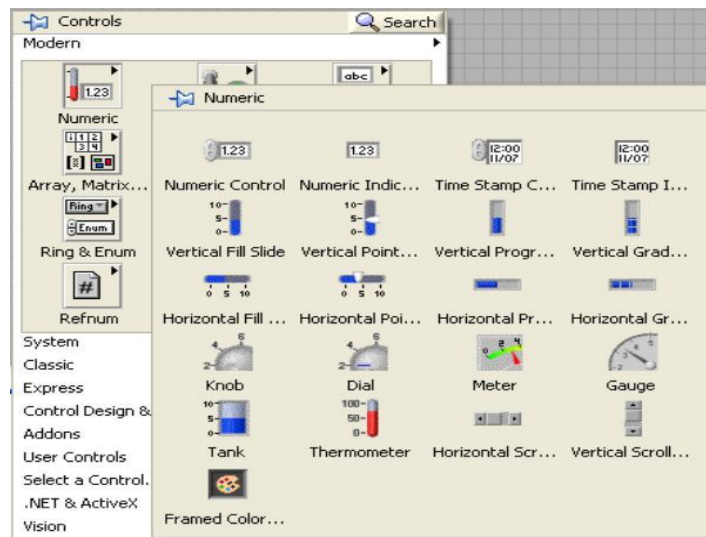


Figura 15.- Controles numéricos

El ícono boolean.- este ícono nos permite mostrar salida y la entrada de datos de tipo discreto, on-off, como es el caso de elementos eléctricos de dos posiciones, por ejemplo botoneras, swichs, interruptores, etc.

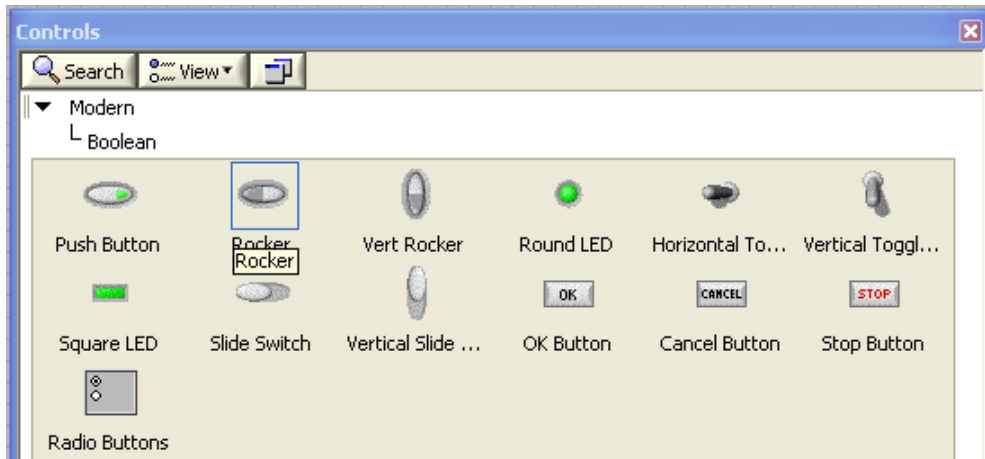


Figura 16.- Controles Booleanos

Icono string & path.- permite ingresar y obtener datos de tipo alfanumérico.

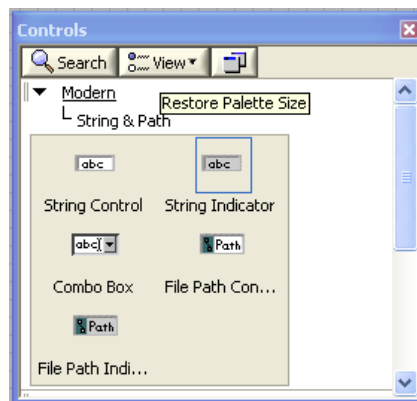


Figura 17.- Controles String/Path

El ícono array y cluster.- Permiten agrupar datos para formar matrices ya sean de entrada o salida. Estas matrices pueden ser de tipo numérico, o de tipo booleano.

También se pueden agrupar datos de diferentes tipos de control o de diferentes tipos de indicador, en un cluster, el cual es una agrupación que posee una sola terminal en el diagrama de bloques, semejante a un conector de un computador; el cual siendo un solo conector, lleva muchas líneas que tiene diferentes señales. En las matrices todas las señales son del mismo tipo.

Ícono Comparison.- Funciones de comparación que devuelven un valor de verdadero o falso según se cumpla dicha comparación.

Ícono Conversion.- Conversiones de tipos de variables, de un formato a otro, por ejemplo convertir un número a otro que ocupe 32 bits en memoria, o convertir un número a una matriz de boléanos cuya representación en binario corresponda al número.

Ícono String.- Presenta herramientas para manipular cadenas de caracteres.

Ícono Array y Clusters.- Maneja las herramientas para el uso de matrices y agrupaciones.

Ícono File I/O.- Es un administrador de archivos y sirve para guardar la información.

Ícono Time & Dialog.- Reportadores de tiempo, esferas, flechas, y cuadros que dan anuncios.

Ícono VI.- Sirve para llamar VI que a menudo se utiliza.

Ícono Análisis.- Sirve para analizar señales de entradas, los cuales pueden ser sometidas a diferentes procesos matemáticos.

Ícono Comunicación.- Para la adquisición de datos, lectura y escritura de datos a las tarjetas insertables, toma y control de señales análogas y digitales y control de los circuitos contadores que hay en algunas tarjetas.

Ícono Instruments I/O.- Comunicación con instrumentos medidores a través de puertos GPIB, serial o VISA.

Consideraciones al momento de crear un programa.

Al momento de crear un programa se crea dos paneles, el uno corresponde al panel frontal y el otro diagrama de bloques, los cuales cuenta con sus paneles de herramientas que anteriormente fueron explicadas.

Para identificar si es control o indicador se lo realiza observando los bordes. Los controles tienen más gruesa que los indicadores; si se desea cambiar de control a indicador o viceversa hace clic derecho en el icono en cuestión.

Para ir depurando el programa se puede ayudar por el método paso a paso, puntos de ruptura y probadores.

Al aparecer una flecha rota indica que existe un error en el programa creado.

Al momento de crear el programa se puede ir colocando nodos, terminales y cables en el diagrama de bloques.

Sub-VI.- Es un VI dentro de otro VI; pudiendo asemejarse a una subrutina, el mismo que cuenta con las siguientes ventajas:

- Modular.
- Fácil de corregir errores.
- No tiene que crear códigos.
- El espacio requerido de memoria es menor.

Para crear un Sub VIs se lo realiza por el menú de funciones y luego select VI; a continuación se siguen los siguientes pasos:

- Crear ícono
- Crear conector.
- Asignar terminales.
- Salvar el VI
- Insertar el VI dentro del VI principal.

Se debe tener en cuenta en los subVI, para que estos funcionen debe construirse el ícono y el conector, el primero se lo realiza con el ícono editor y el segundo define el número de conectores automáticamente

Estructuras Loops Y Charts.

Estructura While Loop

Para acceder a los "while loops" se dirige por el diagrama de bloques al panel de funciones, escogemos "exc control" finalmente "while loop", realizando un clic de arrastre se forma una caja redimensionable la cual puede contener elementos.

Esta estructura permite que el ciclo se repita cuantas veces la condición de paro no sea verdadera, en el momento de convertirse en verdadera la estructura se detiene.

Esta estructura tiene un terminal de iteración y un terminal de paro.

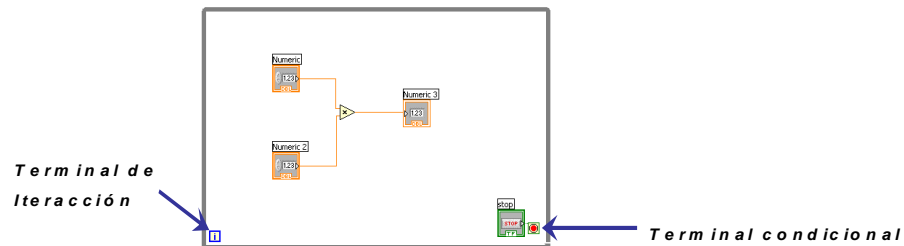


Figura 19.- Estructura de un while loop

G ráfica de barrido o waveform charts.- para acceder a los "waveform charts" se lo realiza por el panel frontal, ingreso "graph inds" escojo "chart".

El mismo se presenta en el panel frontal a manera de pantalla. Existen tres tipos de gráficos.

M odo Strip Chart: realiza un despliegue de la gráfica.

M odo Scope Chart: realiza un despliegue de la gráfica borrando el lado derecho de la misma.

M odo Sweep Chart: realiza un despliegue de la gráfica cortándose en un vertical y apareciendo al lado derecho nuevos datos.

Conexión de señales a las gráficas de barrido.

Se puede conectar una señal o señales múltiples a los graficadores, los mismos que se presenta en la gráfica. En el caso de las señales múltiples se los puede agrupar en un bundle que es un sujetador de señales.

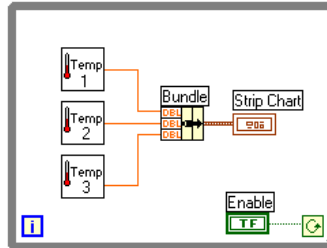


Figura 20.- Bundle o sujetador de señales

Modificación de controles e indicadores.

Al momento de escoger un interruptor, en el mismo se puede cambiar las características, si realizamos clic derecho escogemos "mechanical actions" en el mismo aparece una serie de opciones.

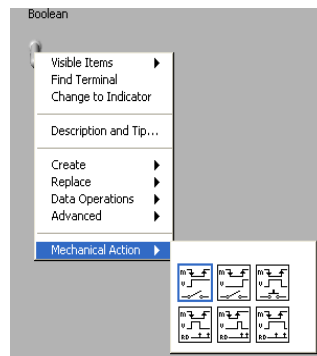


Figura 21.- Menú de acceso a modificación de características de controles e indicadores

Al momento se seleccionan controles numéricos de igual manera que en el caso anterior se puede modificar características del control tales como número de cifras significativas.

Se puede prefijar el rango de datos en ellos se puede considerar los rangos máximos, mínimos permisibles del control numérico como también considerar o no valores cercanos a este rango.

Shift Registers

Se los coloca o activa en los bordes izquierdo y derecho de las estructuras While y For Loop; para añadir un registro haga click derecho sobre el borde derecho o izquierdo de la estructura; la terminal derecha almacena los datos hasta que la interacción termina. Al terminar la interacción, los datos pasan a la terminal izquierda para que se puedan utilizar al principio de la siguiente interacción.

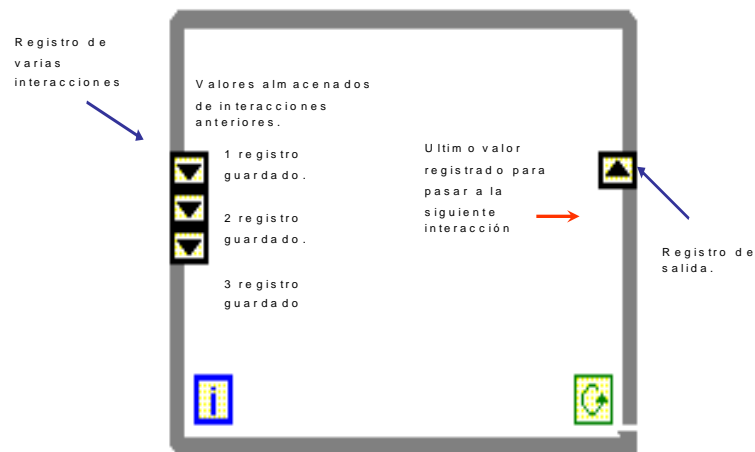


Figura 22.- Partes de un shift registers

Modificación de Gráficas.

Para la modificación de gráficas se debe estar visualizado en el panel frontal las diferentes barras de tareas, realizamos click derecho en el icono del gráfico accedemos a visible ítems y escogemos una serie barras que deseamos que aparezcan, las mismas que nos sirven para ir modificando características de la gráfica tales como:

- Cambio de la escala de los ejes.
- Botón de de zoom .
- Formato de las marcas de escala.
- Movimientos por la pantalla .

Estructura For Loop

La estructura "for loop" tiene un funcionamiento similar a la estructura "while loop", la diferencia radica en que la "for loop" realiza iteraciones basadas en un número entero que se le asigna en la estructura y la segunda se basa en una condición por lo tanto esta continuamente chequeando. La estructura for loop cumple el ciclo simplemente.

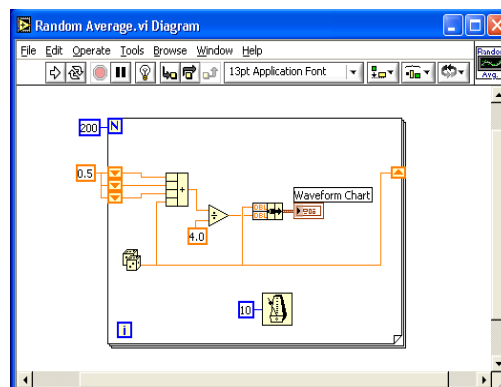


Figura 23.- Estructura For Loop

Arreglos Array .- Un arreglo es una colección de datos de la misma clase, un arreglo puede tener una a más dimensiones y hasta un total de dos a la treinta y una, para incrementar el número de elementos se lo puede realizar por medio del índice, se debe tener en cuenta que el índice cero indica el primer elemento.

Para la construcción de array, se lo realiza a través del panel de control, buscamos en el menú la paleta array and clusters; una vez que se escogió el arreglo se debe ingresar objetos que se quieren mostrar en el arreglo.

1. Selección de arreglo (Array)

2. Arrastre el objeto dentro de la estructura del arreglo

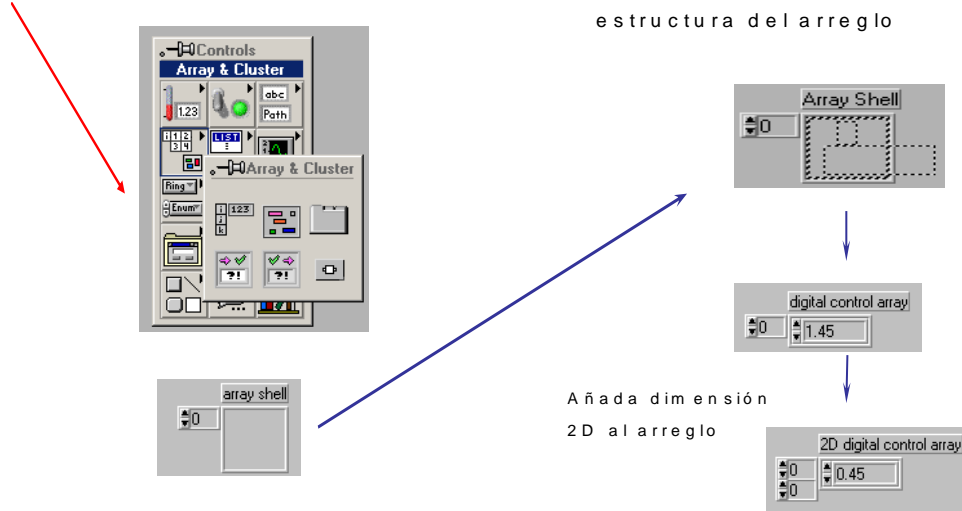
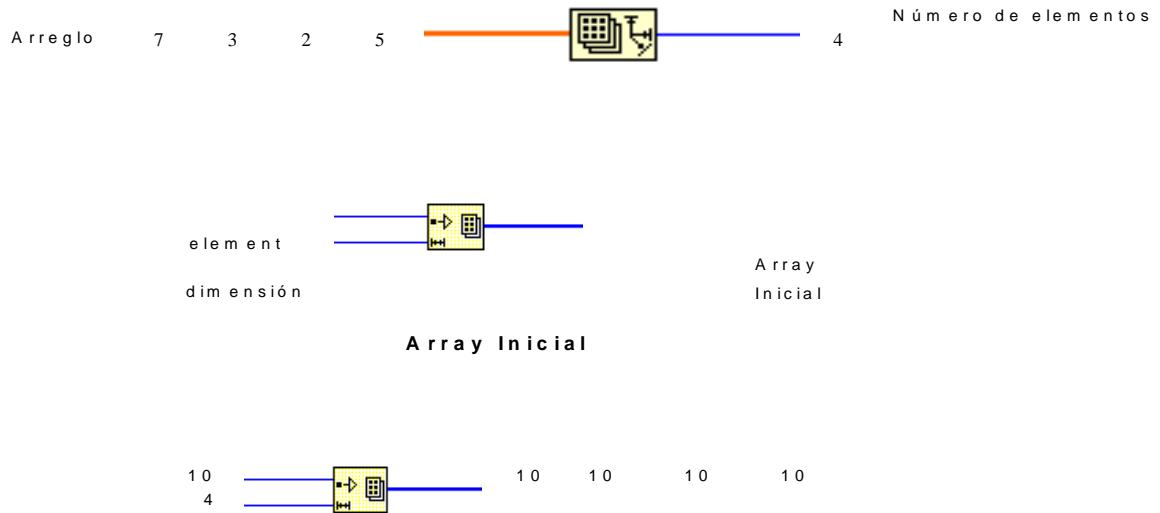


Figura 24.- Pasos para construcción de un array

Se puede utilizar estructuras for y while loop, las mismas que por sus características de generar datos ya sea por un número de iteraciones o por una condición que se cumpla, se puede ir marcando automáticamente los valores en el array.

Diversos tipos de arreglos.





Construcción

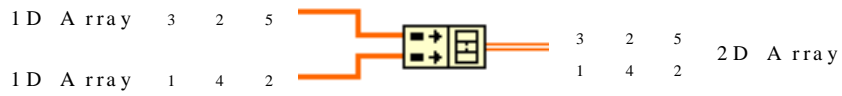
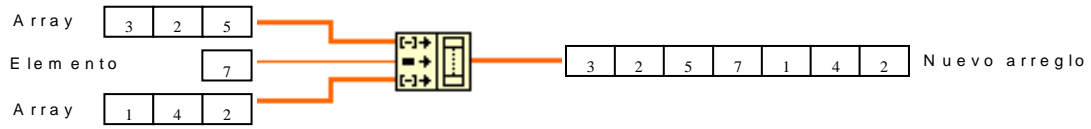
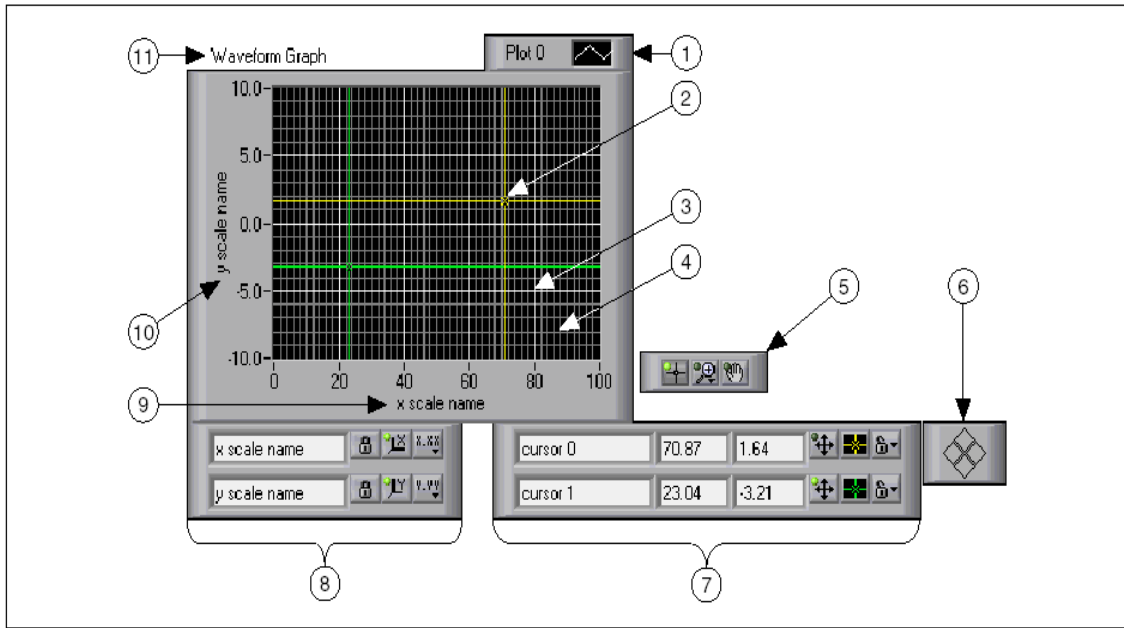


Figura 25.- Tipos de Array

G r á f i c a s .

Las gráficas son indicadores en dos dimensiones en los cuales se representan arreglos llamados trazos, la diferencia que radica entre un waveform graph es que este es una representación espaciada uniformemente de una función.

Para acceder se lo realiza en la subpaleta graph del menú de control.



- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| 1 Leyenda de plano | 4 Marca de mini-rejilla | 7 Leyenda del cursor | 10 Escala-Y |
| 2 Cursor (solo gráfico) | 5 Paleta de gráfico | 8 Leyenda de escala | 11 Etiqueta |
| 3 Marcador de malla | 6 Cursor | 9 Escala-X | |

Figura 26.- Componentes de una gráfica.

Como en los casos anteriores se puede indicar una sola señal o un conjunto de señales a través de un bundle.

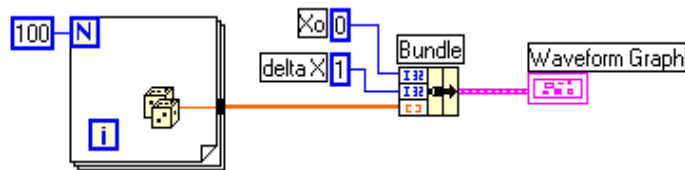


Figura 27.- Bundle conectado a un graficador.

También existe la posibilidad que se pueda conectar algunas señales a través de un array y de estos a un bundle.

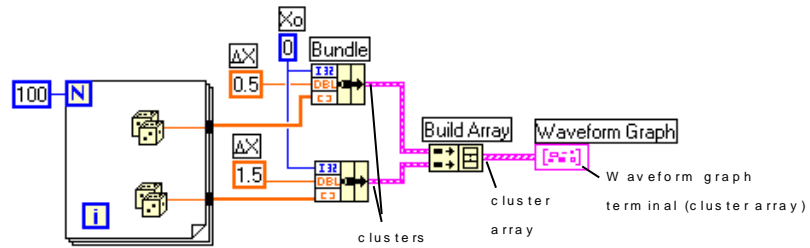


Figura 28.- Graficador conectado por bundle y array

Clusters.- son estructuras que agrupan datos de diferente tipo, cumpliendo con la condición de que sean o bien indicadores o controles, también se puede decir que los clusters son diferentes alambres unidos en uno solo.

Seleccionar la pre-forma shell del cluster.

Luego se coloca objetos dentro de la pre-forma (shell)

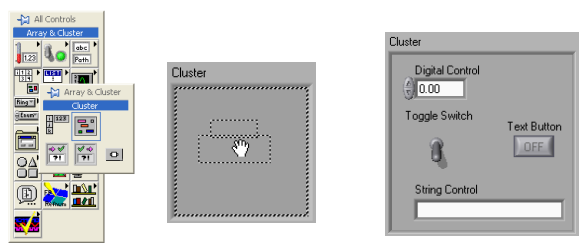


Figura 29.- Procedimiento de realizar un cluster

Estructuras de caso

Estructura de caso nos permiten elegir una secuencia de acción dependiendo de un valor condicional de entrada.

Estas se la encuentra en la paleta de control, los valores condicionales pueden ser un valor numérico, boleano o una cadena de caracteres.

Estas estructuras pueden colocarse como una serie de naipes, o se puede llamar por medio de clic en la ventana.

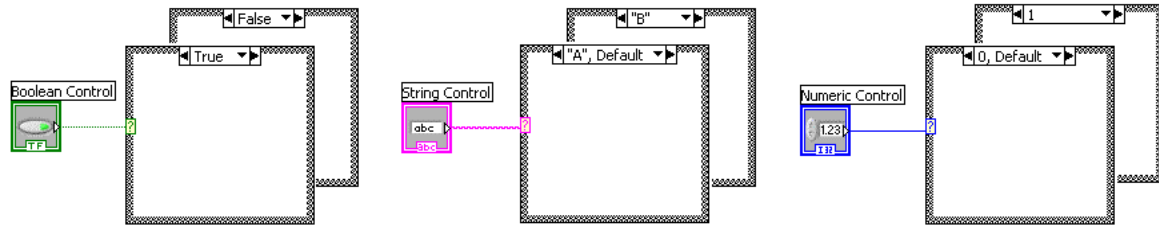


Figura 30.- Tipos de entradas a estructura de caso

Todas las ventanas deben ser conectadas a los túneles de salida.

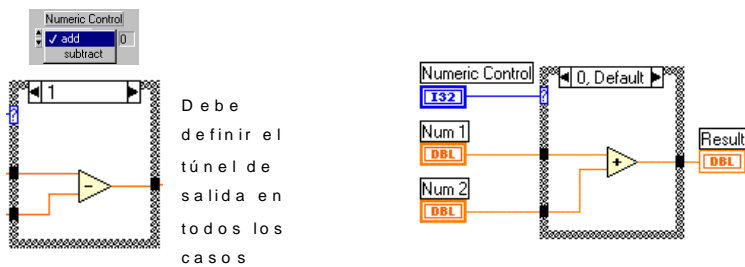


Figura 31.- Formas de conexión de estructuras de caso

Estructuras de secuencia.

En un lenguaje basado en texto, las declaraciones del programa se ejecutan en el orden en que aparecen. En un flujo de datos, un nodo se ejecuta cuando los datos están disponibles en todas sus terminales de entrada.

Algunas veces es difícil determinar el orden exacto de ejecución. A menudo, ciertos eventos deben suceder antes que otros. Cuando se requiere controlar el orden de la ejecución del código en su diagrama de bloques, se puede utilizar una "sequence structure" (estructura de secuencia).

Estructura de Secuencia: Usada para controlar el orden en que los nodos en un diagrama que se ejecutaran.

En la paleta de "execution control" (control de ejecución).

- Luce como un pedazo de rollo de película.

- Utilizada para ejecutar diagramas secuencialmente.
- Hacer clic derecho con el ratón en los bordes para crear un nuevo cuadro.

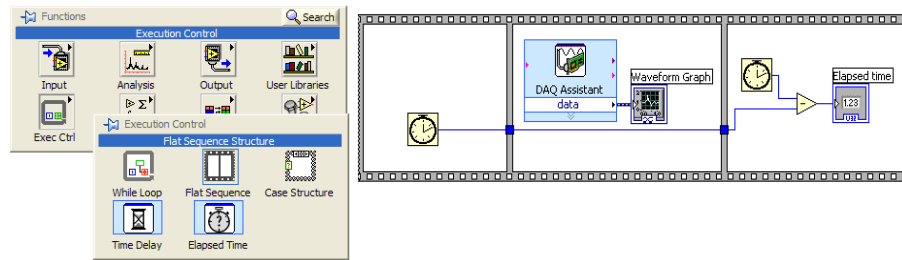


Figura 32.- Acceso y modo de presentación de estructura de secuencia.

Otro tipo de secuencia se encuentra en la paleta de funciones, se asemeja a un rollo de película, y se ejecuta uno a la vez en la secuencia establecida.

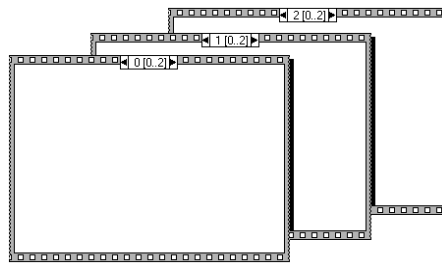


Figura 33.- Secuenciadores

Variables de secuencia.

Son variables que pasan diferente marcos de estructura de secuencia, los mismos se crean en el borde del marco.

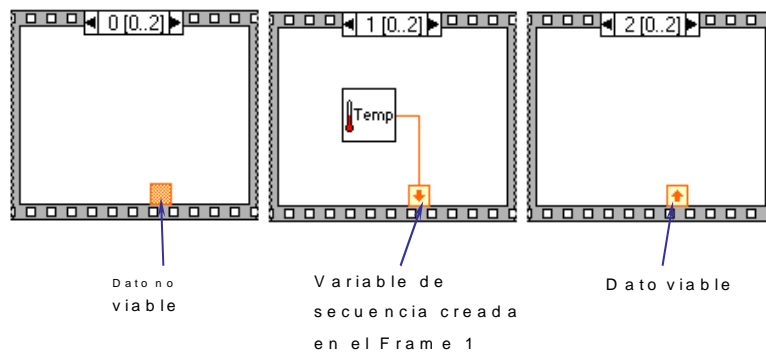


Figura 34.- Variables de Secuencia

Nodos de fórmula.- Algunas veces es preferible programar expresiones matemáticas con funciones basadas en texto, en lugar de hacerlo con íconos (los que pueden tomar mucho espacio en el diagrama).

Nodo de fórmula: Nos permite implementar ecuaciones complicadas usando instrucciones basadas en texto.

Localizada en la subpaleta de Structures (estructuras).

Las cajas pueden cambiar de tamaño para introducir fórmulas algebraicas directamente a los diagramas de bloque.

Para agregar variables, se presiona el botón derecho del mouse y se escoge la opción de agregar entrada (Add Input) o agregar salida (Add Output). Hay que nombrar las variables de la misma manera en que serán usadas en la fórmula.

Los nombres son sensibles a capitalización

Las declaraciones deben terminar con un punto y coma (;)

Al usar varias fórmulas en un solo nodo de fórmula, cada variable asignada (las que aparecen en la parte izquierda de cada fórmula) deben de tener una terminal de salida en el nodo de fórmula. Sin embargo, estas terminales de salida no necesitan ser cableadas.

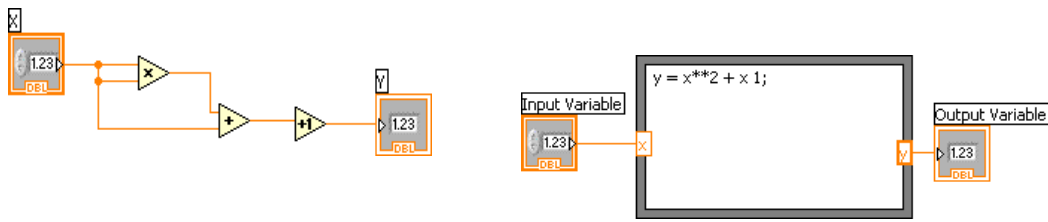


Figura 35.- Tipos de realizar ecuaciones.

2.8.2 ¿Qué es Imaq?

Paleta de control de imaq vision.

La paleta se encuentra en el nivel superior del panel de control de Lab View. Contiene los siguientes elementos:



Imaq image.ctl.- este control describe el tipo de datos de la imagen.



Image display.- este control despliega las imágenes directamente en Labview desde el panel. También este control puede crear regiones de interés ROIs.



Imaq vision controls.- este control permite funcionalidad correspondiente a controles Imaq Vision VI directamente dentro de propios VIs.



Machine vision controls.- este control permite funcionalidad correspondiente a controles de la máquina de Vision directamente dentro de propios VIs.

Funciones de paletas de Imaq Vision.

Imaq Visión para Lab view se organiza en tres funciones principales de paletas: Vision Utilities, Image Processing, y Machine Vision.

Vision Utilities.



Permiten manipular y desplegar las imágenes en IM AQ Vision.



Image management.- este grupo de VI que maneja imágenes. Estos Vis crean imágenes, colocan y leen atributos de una imagen tales como tamaño y desplazamiento, y copia una imagen en otra.



Files.- es un grupo de VIs que leen imágenes desde archivos, escriben imágenes a archivos en diferentes formatos, y obtienen información acerca de las imágenes contenidas en un archivo.



External display.- despliegan imágenes en ventanas externas.



Region of interest.- es un grupo de VIs que maneja ROIs. Se usa estos VIs para programadamente definir ROIs y convertir ROIs a imágenes de máscara.



Image Manipulation.- es un grupo de VIs que modifica el volumen espacial de las imágenes.



Pixel Manipulation.- es un grupo de VIs que leen y modifican individualmente los píxeles en una imagen.



Overlay.- Es un grupo de Vis que recubren gráficos en un ambiente desplegado de imagen sin alterar el valor del píxel de la imagen.



Calibration.- Es un grupo de VIs que espacialmente calibra una imagen para tomar medidas exactas del mundo real sin tener en cuenta la perspectiva de la cámara o distorsión de la lente.



Color Utilities.- Es un grupo de VIs que accede a los datos de las imágenes coloridas.

El Proceso de la Imagen.



Las funciones del proceso de la imagen analizan, filtran y procesan imágenes en IMAQ Vision.



Processing.- es un grupo de Vis que procesa imágenes binarias y en escala de grises.



Filtres.- es un grupo de Vis que filtran la imagen para reforzar la información en la imagen.



Morphology.- es un grupo de VIs que realiza los funcionamientos morfológicos en una imagen; tales como dilatación y erosión, en escala de grises e imágenes binarias. Otros VIs realizan mejoramiento de imágenes tales como relleno de agujeros en partículas, quitando partículas que tocan zonas fronterizas, o en función de ciertas formas características.



Análisis.- es un grupo de Vis que analiza el contenido de escala de grises e imágenes binarias.



Color processing.- es un grupo de VIs que analiza y procesa el color de las imágenes.



Operators.-es un grupo de Vis que realizan operaciones básicas aritméticas y lógicas.



Frequency Domain— es un grupo de VIs que analiza y procesa las imágenes en el dominio de frecuencia.

Máquina de Visión.



La Imaq Máquina Visión es conjunto VIs de alto nivel que simplifican las tareas mecánicas comunes de visión.



Select region of interest.- es un grupo de Vis que seleccionan herramientas ROI, dibujan ROIs específicos en la ventana de imagen, y retornan la información sobre ROIs con una programación muy pequeña.



Coordinate System.- es un grupo de VIs que se encuentran en un sistema de coordenadas asociado con un objeto en una imagen.



Count and Measure Objects.- es un VI que en los límites de la imagen aísla los objetos del fondo, de esta manera encuentra y mide las características de los objetos. El VI también puede ignorar los objetos no deseados en la imagen al hacer las medidas.



Measure Intensities.- es un grupo de VI que mide la intensidad del píxel a un punto o a la estadística de una línea o de una región rectangular en particular de la imagen.



Measure Distances.- es un grupo de VIs que mide las distancias, como el mínimo y la distancia horizontal máxima entre dos bordes verticalmente orientados o el mínimo y máximo vertical distancia entre dos bordes horizontalmente orientados.



Locate Edges.- es un grupo de VIs que localizan la vertical, horizontal, y bordes redondos.



Find Patterns.- es un VI que aprenden y buscan patrones en una imagen.



Searching and Matching.- es un grupo de Vis que crean y buscan patrones en escala de grises e imágenes coloridas. Esta subpaleta también contiene un VI que busca objetos con formas predefinidas en las imágenes binarias.



Caliper.- es un grupo de VIs en que encuentran los bordes a lo largo de diferentes perfiles en las imágenes.



Analytic geometry.- es un grupo de VIs que realizan el cómputo de la geometría analítica en un juego de puntos en una imagen. Usar estos VIs para encajar líneas, círculos y elipse a un juego de puntos en la imagen.



OCR.- es un grupo de VIs que realizan el reconocimiento del carácter óptico en la región de la imagen.



Classification.- es un grupo de VIs que clasifican los objetos binarios conforme a su forma o cualquier rasgo.



Instrument Readers.- es un grupo de VIs que acelera el desarrollo de aplicaciones que requieren la lectura de los despliegues del segmento-siete, los metros, medidas, 1D barcodes, o 2D barcodes.

2.8.3. Procesamiento de imágenes con Labview e Imaq.

En los siguientes gráficos se muestra los pasos en forma general para crear una aplicación con Imaq Vision.

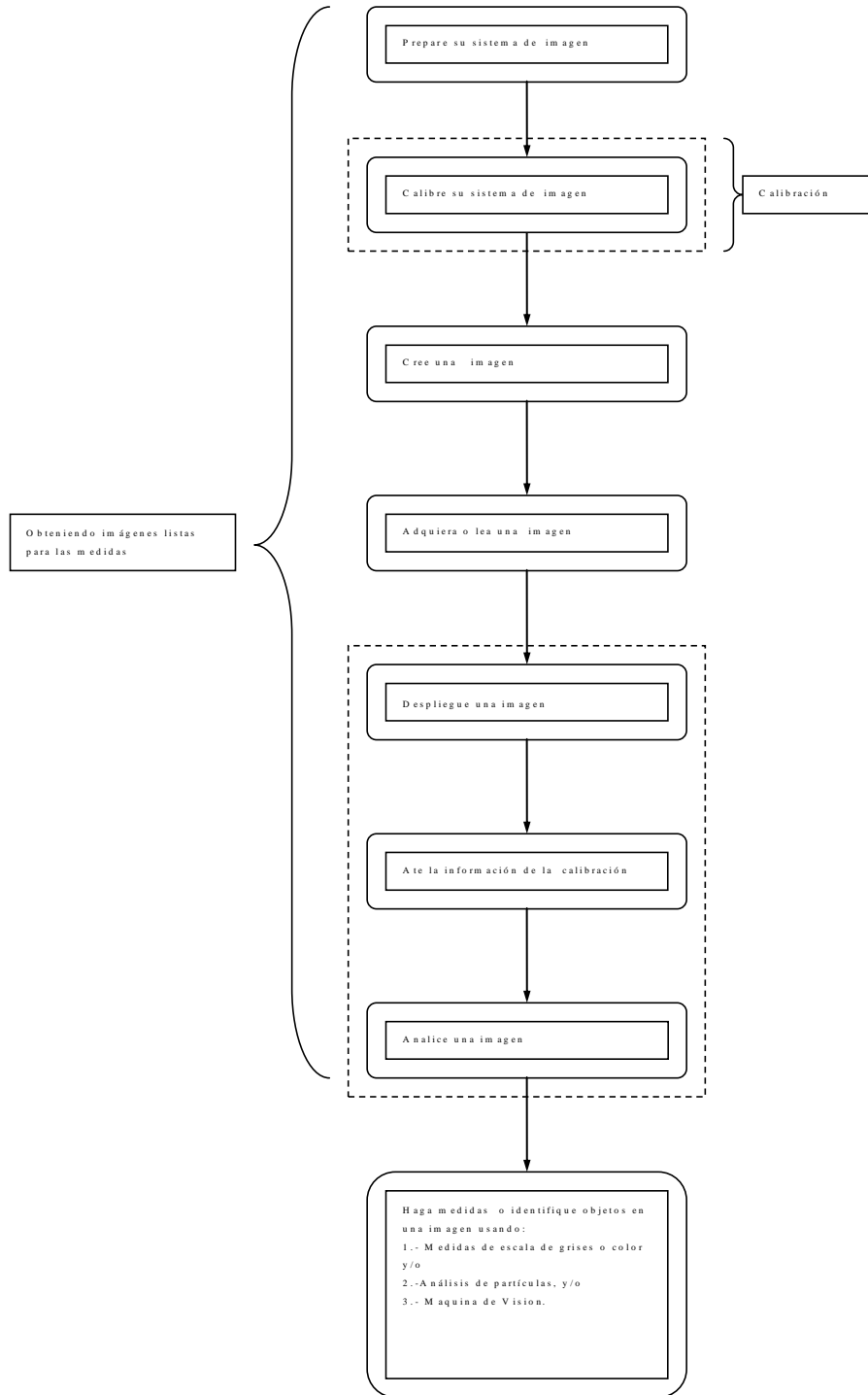


Figura 36.- Pasos para crear imágenes

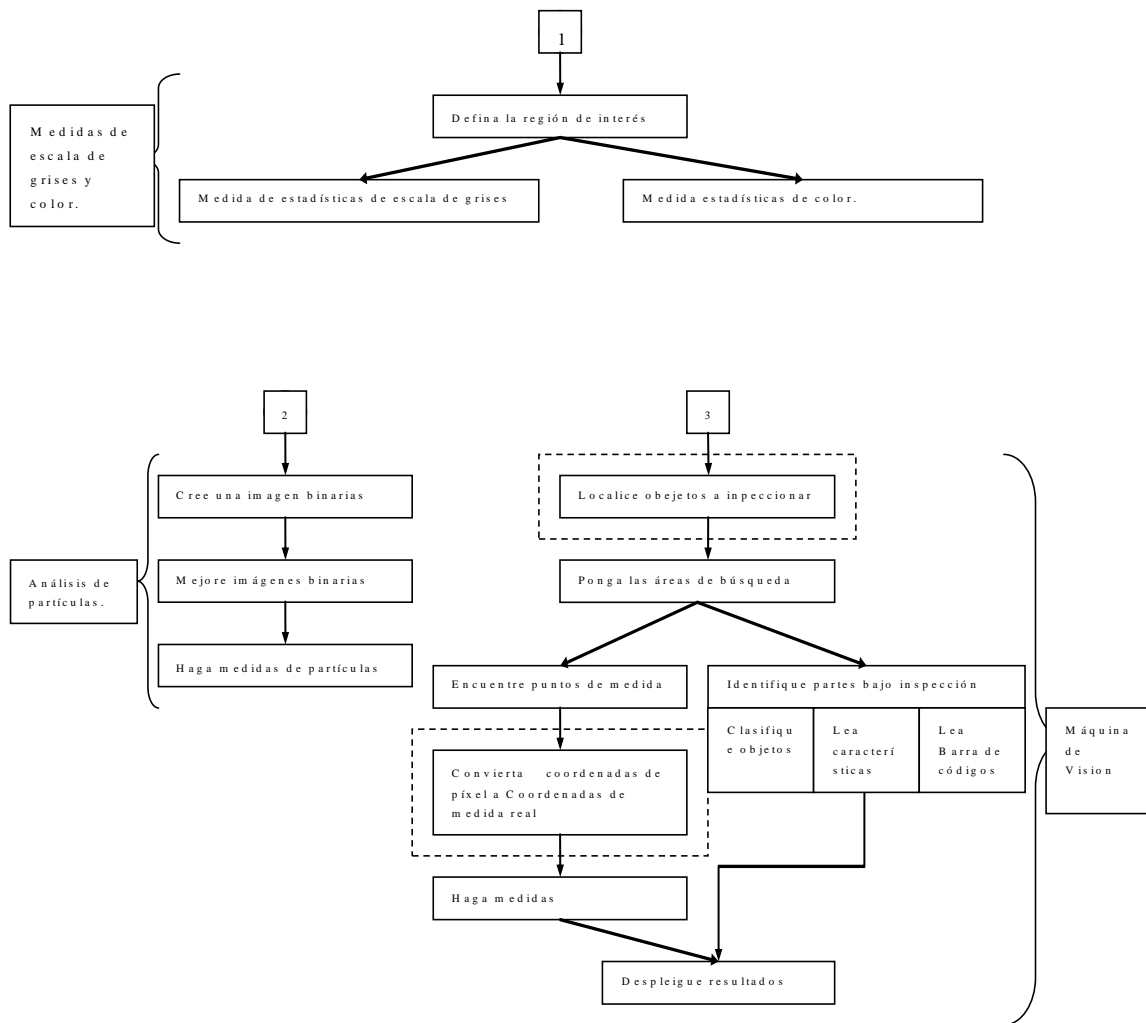


Figura 37.- Pasos para análisis imágenes

Prepare su sistema de imágenes.

Previamente a la adquisición, análisis y procesamiento de las imágenes; se debe preparar el sistema de imágenes.

La manera en que se prepara el sistema depende en adelante del ambiente de imágenes y del tipo de análisis y procesos que se necesite hacer. El sistema de imágenes debe producir las imágenes con la suficiente calidad para que se pueda extraer la información necesaria de las imágenes.

Para preparar el sistema de imágenes se debe seguir los siguientes pasos:

1. Definir el tipo de equipo que se necesita, los requerimientos espaciales dados y el tamaño del objeto que se va inspeccionar.
2. Asegurar que el sensor de la cámara sea bastante grande a fin de satisfacer el requisito de la resolución mínimo.
3. Asegurar que el lente tenga una profundidad de campo bastante alta para guardar todos sus objetos en el enfoque sin tener en cuenta la distancia focal.
4. Asegurar que el lente tenga una distancia focal que se encuentre dentro de las necesidades.
5. Asegurar que la iluminación proporcione bastante contraste entre el objeto bajo inspección y el fondo para extraer la información que se necesita de la imagen.
6. La posición de la cámara tiene que ser perpendicular al objeto sujeto a inspección.
7. Seleccionar un dispositivo de adquisición de imágenes que satisfaga sus necesidades.
8. Configurar el software para el dispositivo de adquisición de imagen.

Calibre su Sistema de Imágenes.

En perspectiva los errores ocurren cuando el eje de la cámara no es perpendicular al objeto bajo inspección. La distorsión de no linealidad puede provocar aberraciones en el lente de la cámara. En perspectiva los errores y aberraciones del lente causan que las imágenes aparezcan torcidas. Esta distorsión cambia de sitio la información en una imagen, sin ser motivo suficiente para desechar la información.

Usar calibración simple si sólo se quiere asignar las coordenadas del mundo real a las coordenadas del píxel. Usar en perspectiva y calibración de distorsión no lineal si se necesita compensar los errores de perspectiva y distorsión de lente de no lineal.

Creación de una imagen

Usar el IMAQ Create VI (la Visión la Dirección de Utilities»Image) para crear una referencia de la imagen. Cuando se crea una imagen, especificar el tipo de datos:

- Escala de Grises (U8, predeterminado)— 8-bit
- Escala de Grises (I16)— 16-bit
- Escala de Grises (SGL)— Punto Flotante
- Complejo (CSG)
- RGB (U32)— 32-bit RGB
- HSL (U32)— 32-bit HSL
- RGB (U64)— 64-bit RGB

Determinar el número de imágenes requeridas a través de un análisis de la aplicación, en función de las diferentes fases del proceso y al almacenamiento de la imagen original después de cada proceso.

El tamaño fronterizo en las imágenes se predefine en tres píxeles.

Cuando se crea una imagen, Imaq Vision crea una estructura de imagen interior para sostener las propiedades de la imagen; tales como su nombre y el tamaño fronterizo.

Sin embargo, ninguna memoria se asigna para guardar los píxeles de la imagen en este momento.

Imaq Vision asigna automáticamente la cantidad apropiada de memoria cuando el tamaño de la imagen se modifica.

Durante el desarrollo, se puede examinar los volúmenes de la imagen al momento de correr el programa.

La mayoría de los VIs que pertenecen a la Imaq Vision biblioteca requieren de una entrada de uno o más referencias de la imagen. El número de imágenes referenciales de un VI tomadas depende de la imagen que procesa la función y del tipo de imagen que se quiere usar.

Los VIs de Imaq Visión que analizan las imágenes pero no modifican los volúmenes requiere la entrada de una sola referencia de la imagen. VIs que procesan los volúmenes de imágenes puede requerir una fuente de la imagen y el destino de la imagen, o el VIs puede tener una imagen de destino optativa.

Se debe proporcionar una imagen de destino; en caso contrario los VI modifican la fuente de la imagen.

Al final de cada aplicación, dispone de cada imagen que se creó usando el Imaq Dispose VI (la Visión la Dirección de Utilities» Image).

Las entradas y combinaciones del rendimiento

Dependiendo del tipo de función que realiza un VI, las diferentes combinaciones de entradas y salidas son posibles. Se puede usar esta flexibilidad para decidir qué imagen se va a procesar y dónde guardar la imagen resultante. Si no se alambra la imagen de destino, la imagen de la fuente se usa y pasa al destino de salida.

El análisis de la imagen

La siguiente sección conector sólo se aplica a VIs que analizan una imagen y por consiguiente no modifica tamaño o volúmenes de la imagen.

Los ejemplos de estos tipos de funcionamientos incluyen el análisis de la partícula y cálculos de histograma.

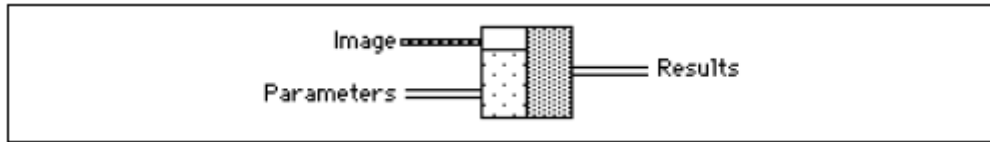


Figura 38.- Sección de conectores de imagen única

Las máscaras de la imagen

La siguiente sección de conector introduce una máscara de la imagen.

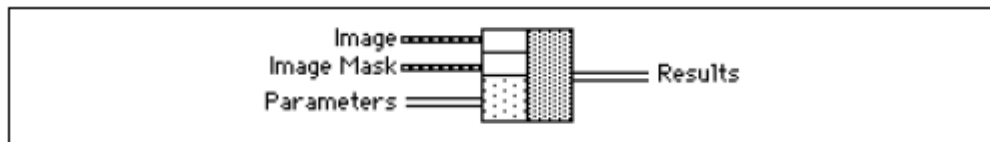


Figura 39.- Sección de conectores de imagen máscara

La presencia de una entrada de imagen máscara indica que el proceso o el análisis es dependiente en los contenidos de otra imagen: la imagen máscara.

Los únicos píxeles en la imagen que se procesan son aquellos cuyos correspondientes píxeles en la imagen máscara no son ceros. Si un píxel de imagen máscara es 0, el píxel de la imagen correspondiente no se cambia. La imagen máscara debe ser de 8 bits.

Si se quiere aplicar un proceso o función de análisis a una imagen entera, no se debe conectar la entrada de imagen máscara. Conectando la misma imagen a ambos la imagen de las entradas y la máscara de la imagen también da el mismo efecto como salir de la imagen máscara de entrada desconectado, excepto en este caso la imagen debe estar un tamaño de 8 bits.

El relleno de la imagen

La siguiente sección de conector se aplica a VIs que realizan un funcionamiento que rellena una imagen.

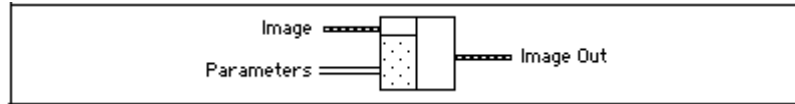


Figura 40.- Sección de conectores para relleno

Los ejemplos de este tipo de funcionamiento incluyen la lectura de un archivo, adquisición de una imagen desde un dispositivo de Imaq, o transformando una serie 2D dentro de una imagen.

Este tipo de VI puede modificar el tamaño de una imagen.

2.8.3.1 Procesamiento de imágenes.

La siguiente sección de conector se aplica a VIs que procesan una imagen.

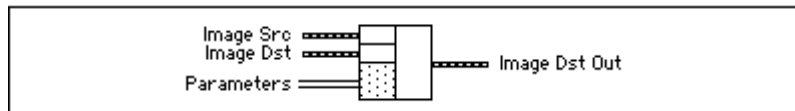


Figura 41.- Sección de conectores que procesan imágenes

Este conector es el tipo más común en Imaq Vision. La entrada imagen Src recibe la imagen a procesarse. La entrada imagen de Dst puede recibir cualquiera otra imagen o la original, dependiendo de sus metas. Si dos diferentes imágenes se conectan a las dos entradas, la imagen Src original no es modificada. Como se muestra en los diagramas siguientes, si la imagen Dst y Src reciben las entradas la misma imagen, o si nada se conecta a la imagen Dst, la imagen procesada se pone en la imagen original, y los datos originales de la imagen son perdidos.



Figura 42.- Formas de conexión a las entradas

La entrada de la imagen Dst es la imagen que recibe los resultados del proceso.

Dependiendo de la funcionalidad de los VI, esta imagen o puede ser la misma o un tipo de imagen diferente, que la fuente de imagen. La imagen que se conectó a imagen Dst se vuelve al tamaño de la imagen de fuente.

La aritmética y los funcionamientos lógicos

La siguiente sección de conector se aplica a VIs que realizan operaciones aritméticas, funcionamientos lógicos entre dos imágenes.

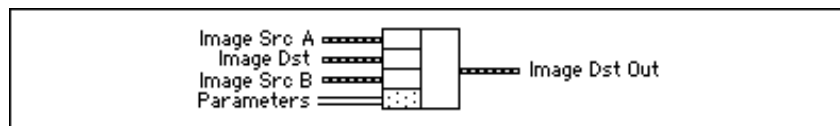


Figura 43.- Formas de conexión a las entradas

Dos imágenes fuente existen para la imagen del destino. Se puede realizar operaciones entre dos imágenes, A y B, y entonces cualquiera almacena el resultado en otra imagen, imagen Dst, o en una de las dos imágenes de la fuente, A o B.

Puede considerarse que los datos originales sean innecesarios después de haber ocurrido el proceso. Las combinaciones siguientes son posibles en la siguiente sección.

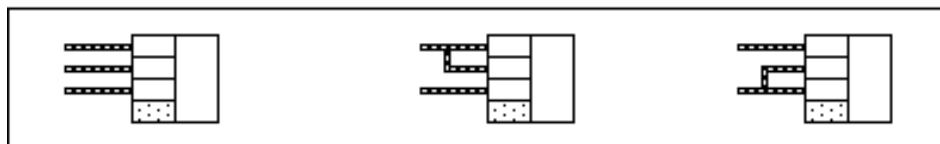


Figura 44.- Combinaciones en conexiones a la entrada de imágenes.

En la sección a la izquierda, las tres imágenes son todo diferente. La imagen Src A y la imagen Src B están intactos después de procesar los resultados de este funcionamiento se guardan en la imagen Dst.

En la sección del centro, imagen Src A también se conecta a la imagen Dst, que por consiguiente recibe los resultados de la operación. En esta operación, los datos de la fuente para la imagen Src A se sobrescriben.

En la sección de la derecha, Imagen Src B recibe los resultados de la operación y los datos de la fuente se sobrescriben.

La mayoría de las operaciones entre dos imágenes requieren que las imágenes tengan el mismo tipo y tamaño. Sin embargo algunas operaciones aritméticas pueden trabajar entre dos tipos diferentes de imágenes.

Adquisición o lectura una imagen

Después de que se crea una imagen referencial, se puede adquirir una imagen en el sistema de imágenes de tres maneras. Se puede adquirir una imagen con una cámara a través de su dispositivo de adquisición de imagen, cargar una imagen desde un archivo guardado de la computadora, o convertir los datos guardados en una 2D serie a una imagen.

VIs que adquieran imágenes, las imágenes cargadas de un archivo, o datos convertidos de una serie 2D, automáticamente se asigna un espacio que exigen los datos de imagen.

Se debe usar uno de los métodos siguientes para adquirir las imágenes con dispositivos Imaq de la National Instruments:



Se debe adquirir una sola imagen usando "Imaq Snap VI" (Image Adquisición). Cuando se selecciona este VI, inicializa el dispositivo de Imaq y adquiere el próximo marco video entrante.



Se adquiere las imágenes continuamente a través del “grab adquisición”. Las funciones del “grab” realizan una adquisición que dobla continuamente en la memoria.



Se debe usar el “Imaq Grab Setup VI” (la Adquisición de la Imagen) para empezar la adquisición.



Se debe usar los Imaq Grab Adquiere VI (la Adquisición de la Imagen) para devolver una copia de la imagen actual.

Se debe usar el Imaq Stop VI (Imagen Adquisición»Low-Level Adquisición) para detener la adquisición.



Se adquiere un número fijo de imágenes que usan Imaq Sequence VI. Imaq Sequence VI adquiere una imagen después de otra hasta que haya adquirido el número de imágenes que se pidió.

Si se desea adquirir sólo ciertas imágenes, Imaq suministra una sucesión con una tabla que describe el número de cuadros a saltar después de cada uno de los cuadros adquiridos.



Cuando se ha terminado con la adquisición de la imagen, se debe usar el VI Imaq Close.



Se desea abrir y leer datos de un archivo en su computadora en imágenes referenciales el Imaq ReadFile VI (Visión Utilities»Files).

Se pueden leer archivos de imágenes guardados en un formato estándar por ejemplo: BMP, TIFF, JPEG, PNG, y AIPD—o un formato no estándar que se especifique. En todos los casos, el software convierte los píxeles automáticamente y éste lee en el tipo de imagen de interés.



Para abrir un archivo de imagen que contiene información adicional, como la información de la calibración, información de la plantilla para emparejar el modelo, o

información de cubiertas use el Imaq Read Imagen and Vision Info VI (la Visión Utilities » Files)



Para recuperar propiedades de imágenes, tamaños de imágenes, profundidad de píxeles, recomendar tipos de imágenes y calibración de unidades. Sin estar leyendo actualmente todos los datos de la imagen se puede utilizar Imaq Get File Info VI (Vision Utilities » Files).



Se debe utilizar Imaq Avi Open y Imaq Avi Read Frame para abrir y leer datos en archivos Avi almacenados en las imágenes de la computadora de referencia Imaq Vision automáticamente convierte los píxeles y lee en el tipo de imagen que se desea utilizar.



Cuando se ha terminado con archivos Avi, se debe utilizar Imaq Avi Close, para la liberación de recursos asociados con archivos Avi.



Se debe utilizar el Imaq Array to Image VI (Vision Utilities » Pixel Manipulation) para convertir una serie 2D en una imagen. También se



puede usar Imaq Image to Array VI (Vision Utilities » Pixel Manipulation) para convertir una imagen a una serie 2D de Lab VIEW.

Mostrar una imagen.

Se puede usar sobre métodos o mostrar una imagen directamente del panel de enfrente usando la el Image Display en la paleta del Vision Control.

Desplegar ventanas externas



Se puede mostrar una imagen en una ventana externa usando el Imaq Window Draw VI (Vision Utilities » Display). Se puede mostrar imágenes en diferentes



ventanas externas usando el Imaq Window Setup VI (Vision Utilities » Display) para configurar la apariencia de cada ventana externa.



También se puede usar el Imaq Window Move VI (Vision Utilities » Display) para

posicionar la ventana de la imagen externa en una locación particular del monitor.

Las ventanas de imagen externas no son paneles de Labview. Ellos se manejan directamente por Imaq Vision. Por ejemplo si se requiere desplegar una imagen binaria a una imagen que contiene regiones de valores particulares de cada píxel.

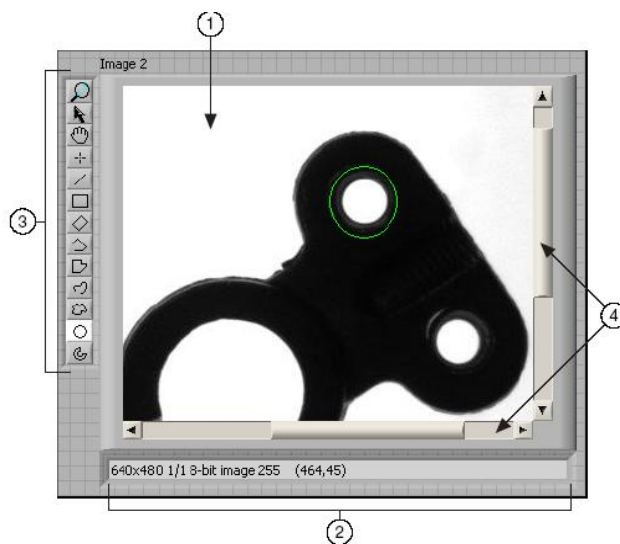


Se puede usar la paleta colorida para desplegar imágenes en escala de grises por la aplicación de la paleta colorida para la ventana. Se puede usar el Imaq Get Palette VI (Vision Utilities» Display) para obtener paletas de colores predefinidas. Por ejemplo si se requiere desplegar una imagen binaria una imagen que contiene regiones particulares con valores de píxel de uno y un fondo de la región con valores de píxel de cero – utilizando la paleta binaria predefinida.

Control del despliegue de imágenes



Se usa el control de despliegue de imágenes para desplegar una imagen en panel frontal Labview que es mostrado en la figura.



1 Área de despliegue de imagen

2 Indicador de información de imagen.

3 Paleta de herramientas de ROI

4 Barras de desplazamiento.

Figura 45.- Imagen desplegada.

Para desplegar una imagen, conecte la salida de la imagen de un Imaq Vision VI, la imagen desplegada dentro del terminal de la imagen desplegada en el diagrama de bloque, como se muestra en la figura

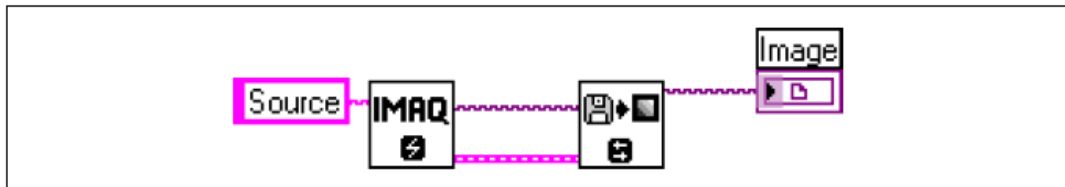


Figura 46.- Conexión de terminales de VIs para desplegar una imagen.

El control de imagen desplegado contiene los siguientes elementos:

1. Área de despliegue – Despliega una imagen
2. Indicador de la información de la imagen.- Despliega información acerca de su imagen y del ROI que se ha estado frecuentemente dibujando.
3. Herramientas de la paleta ROI.- Contiene herramientas para dibujar ROIs, panning y zooming. Distintos despliegues de ventanas externos, cada control de despliegue de imagen usa sus propios juegos de herramientas.
4. Scrollbars- Permite posicionar imágenes en el área de despliegue.

Existen diferentes propiedades para desplegar imágenes.

Modo instantáneo.- Determina si el control realiza una copia de la imagen o a su vez tiene una referencia para la imagen. Se activa esta propiedad cuando se requiere imágenes en tiempo real; por lado contrario se desactiva esta propiedad cuando se necesita desplegar resultados rápidamente, tales como una adquisición por grabación. Esta propiedad esta disponible por defecto.

Paleta.- Determina con que color de paleta el Image Display control usa para desplegar imágenes.

Máximo contador de contorno.- Coloca el máximo número de contornos ROI ha usarse que puede dibujar en una imagen desplegada.

El control de imágenes desplegadas también incluye los siguientes métodos:

Borrar el ROI.- Remueve cualquier ROIs en el control de despliegue de imágenes.

Actualiza la Imagen.- Actualiza, despliega y muestra la última imagen.

Relacionar información de la calibración.



Si se requiere relacionar información de la calibración de los parámetros establecidos para cada imagen que se adquiere se debe utilizar el Imaq Set Calibration Info VI (**Vision Utilities» Calibration**).

Este VI toma una imagen fuente que contenga información de la calibración y el destino de la imagen que se quiere calibrar.

Porque la calibración de la información es parte de la imagen, esto es propagándose a lo largo del procesamiento y el análisis de la imagen.

Funciones que modifican el tamaño de la imagen, por ejemplo transformaciones geométricas, anulan la información de la calibración. Se debe usar el Imaq Write



Image Vision Info (**Vision Utilities» Calibration**) para guardar la imagen y toda la información de la calibración ligada a un archivo.

Analizar una imagen

Cuando se adquiere y despliega una imagen se puede hacer un análisis del contenido de la imagen por las siguientes razones:

- Determinación de calidad de la imagen.

- Obtención de valores o parámetros que se puede usar en las funciones del procedimiento mediante el proceso de inspección.

El histograma y las herramientas de línea de perfil son herramientas que ayudan en el análisis de la calidad de tus imágenes.



Se debe usar el Imaq Histogram y Imaq Histogram Vls (**Image Processing»Analysis**) para analizar la distribución del conjunto de las escala de grises en la imagen. Use el histograma de la imagen para analizar dos importantes criterios que definen la calidad de una imagen: saturación y contraste. Si su imagen es poco expuesta por que la imagen fue adquirida en un ambiente sin la suficiente luz, la mayoría de sus píxeles tendrán valores de baja intensidad los cuales aparecen a concentraciones de picos ubicados en la izquierda del histograma. Si su imagen es sobreexpuesta por que la imagen fue adquirida en un ambiente con mucha luz, la mayoría de los píxeles tendrá valores de alta intensidad los cuales aparecerán en concentraciones de picos en la derecha del histograma.

Si la imagen tiene una apropiada cantidad de contraste del histograma tendrá distintas regiones de concentraciones de píxeles. Use la información del histograma para decidir si la calidad de la imagen es suficiente para separar objetos de interés del fondo.

Si se requiere encontrar la calidad de la imagen que se requiere o necesita, se debe utilizar el histograma para determinar el rango de valores de píxeles que corresponden a objetos en la imagen. Se puede usar este rango en funciones de procesamiento como por ejemplo, determina el umbral de rango durante el análisis de partículas.

Si no se encuentra la calidad de la imagen que se necesita intente mejorar las condiciones de la imagen para conseguir la calidad necesaria de la imagen. Se puede necesitar reevaluar y modificar cada componente de la estructura o sistema de imagen: equipo de luces y estructura, adquisición del dispositivo de parámetros.

Si se obtiene las mejores condiciones posibles con su configuración, pero la calidad de la imagen todavía no es lo que se necesita, intente mejorar la calidad de la imagen usando técnicas de procesamiento de imágenes.



Se debe utilizar el Imaq Line Profile VI (**Image Processing»Analysis**) para conseguir la distribución de píxeles a lo largo de una línea en la imagen, o se



debe utilizar el Imaq ROI Profile VI (**Image Processing»Analysis**) para conseguir la distribución de píxeles a lo largo de una ruta dimensional en la

imagen, es decir la distribución de ROI.

Se debe utilizar una línea de contorno para analizar la imagen dibuje una línea específica en la frontera de un objeto en la imagen. Usar IM AQ Line Profile para examinar los valores de los píxeles a lo largo de la línea.

Mostrando una distribución de píxeles a lo largo de una línea, se puede determinar si la calidad de la imagen es suficientemente buena para proveer con bordes afilados al límite del objeto. También se puede determinar si la imagen es ruidosa, e identificar las características del ruido.

Si la calidad de la imagen se encuentra bajo los parámetros establecidos. Use la información de la distribución de píxeles para determinar algunos parámetros de inspección de funciones que se requiere usar por ejemplo use la información de una línea de borde para determinar la fuerza en el borde del límite del objeto. Se puede ingresar a esta información dentro de Imaq Edge Tool VI (**Machine Vision»Caliper**) para encontrar los objetos a lo largo una línea.

Mejoramiento de una imagen.

Con la información que se obtiene del análisis de la imagen, se puede mejorar la calidad de las imágenes a ser inspeccionadas, para ello se puede usar "lookup" tablas de búsqueda, filtros, morfología en escala de grises y la transformada rápida de Fourier.

Lookup Tables

Aplique transformaciones a tablas de búsqueda (LUT) para resaltar detalles en imágenes en áreas que contienen información significativa a expensas de otras áreas.

Una transformación LUT convierte valores de entrada en escala de grises de una imagen fuente a otros valores de escala de grises en la imagen transformada. Imaq Vision provee cuatro VIs que directamente o indirectamente aplicadas tablas de búsqueda a una imagen:



Imaq Math Lookup (Image Processing»Processing).— Convierte los valores del píxel de una imagen para reemplazar estos con valores desde una tabla de búsqueda basados en transformaciones matemáticas. IMAQ Vision tiene siete predefinidos en tablas de búsqueda basados en transformaciones matemáticas.



Imaq Equalize (Image Processing» Processing)— Distribuye valores de la escala de grises uniformemente dentro de un rango de escala de grises dado. Use Imaq Equalize para incrementar el contraste en imágenes que contenga pocos valores en escala de grises.



Imaq Inverse (Image Processing»Processing)— Invierte las intensidades del píxel de una imagen para procesar el negativo de una imagen. Por ejemplo Imaq Inverse antes de aplicar automáticamente threshold si los píxeles del fondo son más luminosos que los píxeles del objeto.

Filters

Filtra la imagen cuando se requiere mejorar la agudeza de transición en la imagen o incrementar la señal en conjunto a la relación de ruido de la imagen. Se puede cambiar escogiendo paso bajo o paso alto dependiendo de sus necesidades.

Los filtros de paso bajo remueven detalles insignificantes aplanando la imagen, remueven afinando detalles, y aplanando los bordes entre los objetos y el fondo. Se

puede usar de Imaq Low Pass VI (Image Processing»Filters) o definir tu propio filtros de paso bajo de Imaq Convolute VI o Imaq NthOrder VI.



Los filtros de paso alto dan énfasis a detalles, como los bordes, los límites del objeto, o las grietas. Estos detalles representan las transiciones afinadas en el valor de intensidad. Se puede definir que sus propios filtros de paso alto con Imaq convolute o Imaq NthOrder o usar el Imaq Edge Detection VI o IMAQ Canny Edge Detection VI (Image Processing»Filters). Imaq Edge Detection permite encontrar los bordes en una imagen usando detección de bordes en granos predefinidos tales como los Sobel, Prewitt, y granos Roberts.

Filtros de Circunvolución.



Imaq Convolute (Image Processing»Filters).- permite usar los parámetros predefinidos de filtro de paso bajo y alto. Cada filtro se define con un coeficiente de grano. Use el Imaq Get Kernel VI (Image Processing»Filters) para recuperar los granos predefinidos. Si los granos predefinidos no se encuentran a sus necesidades, defina su propio filtro personalizado usando Labview 2D serie de los números de los puntos flotantes.



Nth Orden de Filtro.- permite definir un filtro de paso alto o bajo dependiendo del valor de N que se escoge, le permite definir un filtro de paso alto o bajo dependiendo del valor de N que usted escoge.

Un orden de filtro Nth específico, el filtro medio, quita una mancha ruidosa, el cual aparece como pequeños puntos blancos o negros.

2.8.3.2 Morfología y modificación de la imagen.

Morfología de Escala de Grises.

Realizar la morfología en escala de grises cuando se requiere filtrar los rasgos de una imagen en escala de grises.

La morfología de escala de grises permite quitar o reforzar rasgos aislados, tales como píxeles luminosos en un fondo oscuro.

Se debe usar estas transformaciones en una imagen de escala de grises para reforzar rasgos indistintos antes del "thresholding" de la imagen, en la preparación para el análisis de la partícula.

Las transformaciones morfológicas de la escala de grises comparan un píxel para esos píxeles rodeándolo. La transformación mantiene el más pequeño valor del píxel cuando realiza y erosiona o mantiene el valor del píxel más grande al realizar una dilatación.

Se debe utilizar the IMAQ GrayMorphology VI (**Image Processing» Morphology**) para realizar una de las siguientes siete transformaciones:

Erosion — Reduce el brillo de píxeles que son rodeados de los vecinos con una más bajo intensidad. Defina la zona con un elemento estructurando.

Dilation — Incrementa el brillo de píxeles rodeándose por píxeles vecinos con una intensidad más alta. Una dilatación tiene el efecto opuesto de una erosión.

Opening — Remueve los píxeles luminosos aislando las regiones oscuras y aplanando los límites.

Closing — Remueve las manchas oscuras aislándolas en las regiones luminosas y aplanando los límites.

Proper-opening — Remueve los píxeles luminosos aislándoles en las regiones oscuras y aplanando las regiones límites.

Proper-closing — Remueve los píxeles oscuros aislando en las regiones luminosas y aplanando las regiones límites

Auto-median — Genera partículas más simples que tienen menos detalles.

FFT

Se debe usar FFT para convertir una imagen dentro de un dominio de frecuencia. En una imagen, los detalles y los filos de bordes son asociados por medio de frecuencias altas espaciales porque ellos introducen significativamente las variaciones de niveles de grises sobre cortas distancias.

Gradualmente, los patrones variables son asociados con frecuencias bajas espaciales.

Una imagen puede tener conflictos extraños, como las rayas periódicas; introducidos durante el proceso de digitalización. En el dominio de frecuencia, el patrón del período es reducido a un juego limitado de frecuencias espaciales altas. También, los parámetros de la imagen pueden producir una iluminación no uniforme del campo de visión, lo cual produce una imagen con luz tendiendo a sobreponerse en la información que usted quiere analizar. En el dominio de frecuencia, la tendencia ligera aparece como un juego limitado de frecuencias bajas alrededor del promedio de intensidad de la imagen (el componente de DC).

Pueden usar algoritmos que trabajan en el dominio de frecuencia para aislar y remover estas frecuencias no deseadas de la imagen. Complete los siguientes pasos para obtener una imagen en el cual el modelo no deseado lo tiene desaparecido pero los rasgos globales permanecen:



1. Use el Imaq FFT VI (Image Processing»Frequency Domain) para convertir una imagen desde el dominio espacial al dominio de frecuencia.

Este VI procesa la FFT de la imagen y los resultados en una imagen compleja representando la información de frecuencia de la imagen.



2. Mejore la imagen en el dominio de frecuencia con un filtro de frecuencia de paso bajo o alto. Especifique qué tipo de filtro para usar con el Imaq Complex



Attenuate VI (Image Processing»Frequency Domain) o el Imaq Complex Truncate VI (Image Processing»Frequency Domain). Los filtros de paso

suavizan, los detalles, las texturas, y filos en una imagen. Los filtros de paso alto dan énfasis a los detalles, las texturas, y los filos en las imágenes, pero ellos también dan énfasis al ruido.

- Paso Bajo atenuación — La cantidad de atenuación es directamente proporcional a la frecuencia de la información. A las frecuencias bajas, hay una atenuación pequeña. Cuando las frecuencias aumentan, la atenuación aumenta. Esta operación conserva todos los ceros de la información de frecuencia. Información de frecuencia cero corresponde al componente de DC de la imagen o al promedio de la intensidad de la imagen en el dominio espacial.

- Atenuación de paso alto— La cantidad de atenuación es inversamente proporcional a la información de frecuencia. A las frecuencias altas, hay atenuación pequeña. Cuando las frecuencias disminuyen, la atenuación incrementa. El cero componente de frecuencia es quitado completamente.

- Truncación de paso bajo — Componentes de frecuencia sobre la frecuencia ideal del atajo son removidas, y las frecuencias debajo de él permanecen inalterados.

- Truncación de paso alto— Componentes de frecuencia sobre el atajo de la frecuencia ideal permanece inalterada, y las frecuencias debajo de está son removidos o quitados.



3. Para transformar la imagen del fondo al dominio espacial, usar el `Image Inverse FFT VI` (Image Processing»Frequency Domain).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Mediciones de tolerancias dimensionales con Imaq.

Se puede realizar diferentes tipos de medidas ya sea directamente de la imagen o desde puntos que se detectan en la imagen.

Medición de distancias

Usar el conector VIs (Machine Vision»Measure Distances) para medir la separación entre dos bordes en una región de búsqueda rectangular.

Especificar los parámetros para la detección del borde y la separación entre las líneas de búsqueda que se quiere usar dentro de la región de búsqueda para encontrar los bordes.



Usar el Imaq Select Rectangle VI (Machine Vision»Select Region of Interest) para generar una entrada válida para el VIs conector.

Primero usar la función de rastreo para detectar los puntos a lo largo de los dos bordes del objeto sujeto a inspección. Luego el VI calcula la distancia entre los puntos detectados en los bordes de cada línea rastreada.

Los VIs devuelve la distancia mas larga o mas corta en cualquiera de las direcciones horizontal o vertical, y luego ubican los resultados de las coordenadas de todos los puntos que se requiere encontrar.



Los siguiente items describen la posibilidad de los VI conectores.

• Imaq Clamp Horizontal Max— Mide la separación de la horizontal más larga entre dos bordes en una región de búsqueda rectangular.

- **Imaq Clamp Horizontal Min.**- Encuentra la separación horizontal más pequeña entre dos bordes orientados verticalmente.

- **Imaq Clamp Vertical Max.**- Encuentra la separación vertical más larga entre dos bordes orientados horizontalmente.

- **Imaq Clamp Vertical Min.**- Encuentra la separación vertical más pequeña entre dos bordes orientados horizontalmente.

Usar el **Imaq Point Distances VI** (Machine Vision»Analytic Geometry).- para calcular o procesar las distancias entre pares consecutivos de puntos en un juego de puntos.

3.2 Medición y verificación de tolerancias geométricas y de forma con Imaq.

Usar los siguientes VIs (Machine Vision»Analytic Geometry) para hacer medidas geométricas de los puntos que detectó en la imagen.



- **Imaq Fit Line.**- Prepara una línea hacia un juego de puntos y calcula la ecuación preparada de la línea.



- **Imaq Fit Circle 2.**- Prepara un círculo hacia un juego de al menos tres puntos y calcula esa área, perímetro y radio.



- **Imaq Fit Ellipse 2.**- Prepara una elipse hacia un juego de al menos seis puntos y calcula el área, perímetro y la longitud de los ejes menores y mayores.



- **Imaq Lines Intersection.**- Encuentra el ángulo y el punto de intersección de dos líneas especificadas por su punto de inicio y su punto de final.



- **Imaq Perpendicular Line.**- Encuentra la línea perpendicular y la distancia de un punto hacia una línea.



• Imaq Bisecting Line.- Encuentra la línea que une los ángulos formados por dos líneas.



• Imaq Mid Line.- Encuentra la línea que se ubica en la mitad de la vía entre un punto y una línea y es paralela hacia la línea.



• Imaq Polygon Área.- Calcula el área de un polígono especificado por sus vértices.

Realizando medidas en instrumentos de lectura.

Usar los siguientes VI para hacer medidas basadas en los valores obtenidos por un medidor y un lector LCD:

• Usar el Imaq Get Meter or Imaq Get Meter 2 VIs (Machine Vision»Instrument Readers) para calibrar un medidor o un calibrador que se desea leer.



Imaq Get Meter Calibreter.- Usando una posición inicial y el mayor valor que indica la aguja. Este VI calcula la posición de la base de la aguja y el arco trazado por la punta de la aguja.



Imaq Get Meter 2.- Calibra la medida usando tres puntos en el medidor: la base de la aguja, la punta de la aguja y su posición inicial, y la punta de la aguja como su posición de escala completa. Este VI calcula la posición de los puntos a lo largo del arco cubierto por la punta de la aguja



Usar el Imaq Read Meter VI (Machine Vision»Instrument Readers) para leer la posición de la aguja usando la base de la aguja y el juego de puntos del arco trazado por la punta de la aguja.



Usar el Imaq Get LCD ROI VI (Machine Vision»Instrument Readers) para calcular el ROI alrededor de cada dígito en un LCD o LED.

Para encontrar el área de cada dígito, todos los segmentos del indicador deben ser activados.



Usar el Imaq Read Single Digit VI (Machine Vision»Instrument Readers) para leer un dígito de un LCD o LED.

Usar el Imaq Read LCD VI (Machine Vision»Instrument Readers) para leer múltiples dígitos en un LCD o LED.

3.3. Análisis e identificación de imágenes

Para el análisis de muestras se puede realizar por medio de tres métodos que a continuación se describe.

3.3.1. Clasificación de muestras.

Usar la clasificación para identificar un objeto no conocido comparando un juego de sus facciones significativas hacia un juego de facciones que conceptualmente representan las clases de los objetos conocidos. Las aplicaciones típicas envueltas en la clasificación, incluyen lo siguiente.

- Almacenado— Tipos de objetos de variadas formas. Por ejemplo almacenando de diferentes partes mecánicas en una correa de transmisión dentro de diferentes recipientes.
- Inspección — Inspecciona objetos dando a cada objeto un resultado de la identificación y luego descarta objetos que no se acercan al emparejamiento del juego de adiestramiento.

Antes de que se clasifique a los objetos, se debe adiestrar la sección clasificadora con muestras de los objetos usando el NI Interfase de clasificación adiestrada.



1. En la parte del código de iniciación, usar el archivo de clasificación de lecturas Imaq (Machine Vision»Classification) para leer un clasificado que se creó usando el NI Classification Training Interface.



2. Use el Imaq Classify (Machine Vision»Classification) para clasificar el objeto dentro del ROI de la imagen bajo inspección dentro de una de las clases que se creó usando el NI Classification Training Interface.



3. Use el Imaq Dispose Classifier (Machine Vision»Classification) para liberar los recursos de la sección de clasificación usada.

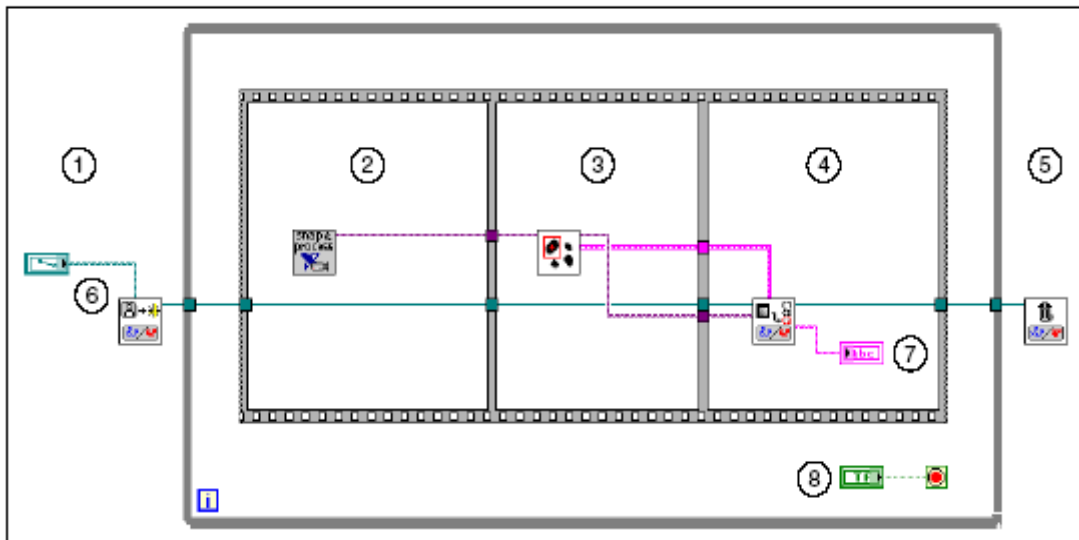


Figura 47.- Aplicación de un código muestra de una clasificación.

1 Lectura de un archivo clasificado.

2 Obtención y preproceso de la imagen

3 Localización de la muestra para clasificar

4 Clasificación de la muestra

5 Ordenación de la sección clasificada

6 Sendero hacia el archivo de clasificación adiestrado

7 Clase

8 Detención

Lectura de caracteres

Usar el OCR para leer el texto y / o los caracteres en la imagen. Los típicos usos del OCR en una aplicación de inspección incluyen clasificar o identificar componentes.

Antes que se lea el texto y / o los caracteres en una imagen, debe entrenarse en la sección OCR con las muestras de los caracteres usando el NI OCR conector adiestrador.

Dirigirse a Start»Programs»National Instruments»Vision»OCR Training para empezar el NI OCR conector adiestrador.

Después que se ha realizado un adiestramiento de las muestras de los caracteres que desee leer, usar el siguiente VIs para leer los caracteres:



1. En la parte del código de iniciación, usar el Imaq OCR Archivo de lectura de caracteres (Machine Vision»OCR) para leer en una sesión que se creó usando el NI OCR conector adiestrador



2. Usar el Imaq OCR Read Text (Machine Vision»OCR) para leer los caracteres dentro del ROI de la imagen bajo la inspección.



3. Usar el Imaq OCR Sección ordenadora (Machine Vision»OCR) para liberar a los recursos que en la sesión OCR fueron usados.

Lectura de los códigos de barra

Usar el lector de código de barra VIs para leer los valores codificados en el código de barras 1D, Datos de código de barras de la matriz, y el código de barras PDF417

Lectura del código de barras 1D



Usar el Imaq Read Barcode (Machine Vision»Instrument Readers) para leer los valores codificados en un código de barras 1D

El Imaq Visión respalda los siguiente tipos de códigos de barra 1D: Codebar, Código 39, Código 93, Código 128, EAN 8, EAN 13, Intervalos 2 de 5, MSI, y UPCA.

Lectura de datos de la matriz de código de barras.



Usar el Imaq lector de datos de la matriz de código de barras (Machine Vision»Instrument Readers) para leer los valores codificados en un dato de la matriz de código de barras. El VI puede determinar automáticamente la locación de un código de barra buscar opciones apropiadas para su aplicación. Sin embargo, se puede mejorar el desempeño de la aplicación especificando valores de control específicos para su aplicación.

En su defecto, el Imaq lector de datos de matriz de código de barras detecta si el código de barra tiene celdas negras en un ambiente blanco o celdas blancas en un ambiente negro. Si el código de barras en la aplicación tiene una celda consistente hacia el contraste del ambiente, se puede mejorar el desempeño del VI situando el Contraste hacia Blanco en Negro o Negro en Blanco.

En su defecto, el Imaq lector de datos de matriz de código de barra las celdas del código de barras son cuadros. Si el código de barras que se necesita leer tiene celdas redondas, sitúe el Cell Shape (figura de las celdas) hacia el Round Cells. (Celdas redondas)

Especifique las celdas redondas solo si los datos de matriz de la celda son redondos y tienen claramente definidos los bordes. Si la celda en la matriz se toca entre si, se debe situar Cell Shape (Figura de las celdas) hacia el Square Cells (celdas cuadradas).

En su defecto el Imaq, lector de datos de matriz de código de barra asume que la figura del código de barra es cuadrada. Si la figura de su código de barra es rectangular sitúe el Barcode Shape (Figura del código de barras) hacia el Rectangular barcodes. (Códigos de barra rectangulares)

Ubicando el Barcode Shape (Figura del código de barras) hacia el Rectangular barcodes. Cuando el código de barras que se necesita leer es cuadrado reduce la confiabilidad de su aplicación.

Lectura de códigos de barra PDF417



Usar el Imaq lector de código de barra PDF417 (Machine Vision»Instrument Readers) para leer los valores codificados en un código de barras PDF417.

Este puede automáticamente localizar uno o múltiples códigos de barra PDF417 en una imagen.

Si se necesita leer solamente un código de barras por imagen, ubique el Search Mode (Modo de búsqueda) hacia el Single Barcode, (Código de barra único) para incrementar la velocidad del VI.

Demstración de resultados

Se puede obtener los resultados completos en varias etapas del proceso de inspección en la imagen. El IMAQ Visión junta la información que se quiere cubrir en la imagen, pero no modifica a la imagen.

La cobertura aparece cada vez que se muestra en la imagen.

Usar los siguientes VIs (Vision Utilities»Overlay) para cubrir las regiones de búsqueda, inspeccionar resultados, y otra información como textos y contornos.



• Image covering points.- Cubre puntos en una imagen. Especifica un punto mediante sus coordenadas X y Y.



• Image covering lines.- Cubre una línea en una imagen. Especifica una línea por sus puntos de inicio y final.



• Image covering multiple lines.- Cubre múltiples líneas en una imagen.



• Image covering rectangles.-Cubre un rectángulo en una imagen.



• Image covering Ovals.- Cubre un ovalo o un círculo en una imagen.



• Image covering Arcs.- Cubre un arco en la imagen.



• Image Covering contours.- Cubre un contorno en la imagen.



• Image Covering Texts.- Cubre textos en una imagen.



• Image Covering el ROI.- Cubre un ROI descrito por el descriptor ROI en la imagen

Para usar estos VIs, pase la imagen que se desea cubrir información y la información que se quiere cubrir.

Se puede seleccionar el color de los cobertores usando el previo VIs.

Se puede configurar el siguiente proceso VIs para cubrir los diferentes tipos de información acerca de la inspección de imágenes:



• Image encuentra el borde vertical (Machine Vision»Locate Edges)



• Imaq Encuentra el borde horizontal (Machine Vision»Locate Edges)



• Imaq Encuentra el borde circular (Machine Vision»Locate Edges)



• Imaq Encuentra el borde concéntrico (Machine Vision»Locate Edges)



• Imaq Sujeta el Máximo horizontal (Machine Vision»Measure Distances)



• Imaq Sujeta el mínimo horizontal (Machine Vision»Measure Distances)



• Imaq Sujeta el máximo vertical (Machine Vision»Measure Distances)



• Imaq Sujeta el mínimo vertical (Machine Vision»Measure Distances)



• Imaq Encuentra patrones (Machine Vision»Find Patterns)



• Imaq Cuenta objetos (Machine Vision»Count and Measure Objects)



• Imaq Encuentra CoordSys (Recta) (Machine Vision»Coordinate Systems)



• Imaq Encuentra CoordSys (2 Rectas) (Machine Vision»Coordinate Systems)



• Imaq Encuentra CoordSys (Pattern) (Machine Vision»Coordinate Systems)

La siguiente lista contiene las clases de información que se quiere cubrir sobre los VIs:

- Busque un área de entrada en el VI
- Busque líneas usadas por el borde de detección.
- Los bordes detectados a lo largo de las líneas de búsqueda.

- El rectángulo límite de partículas.

- Centro de partículas.

- Resultado del VI

Seleccione la información que desea cubrir habilitando el correspondiente control Boolean del VI



Usar el Imaq el Clear Overlay VI (Vision Utilities»Overlay) para limpiar alguna información cubierta previamente a la imagen. Usar el Imaq Escritor de imágenes y el Vision Info VI (Vision Utilities»Overlay) para guardar una imagen con su información cubierta en un archivo. Se puede leer la información del archivo. En una imagen usando el Imaq Imagen y Visión Info VI (Vision Utilities»Overlay).

Al igual que la información de calibración, la información cubierta es removida de una imagen cuando hay cambios en la talla de la imagen o hay cambios en la orientación.

3.4 Aplicación y ejemplos de cada caso.

3.4.1 Abrir imagen

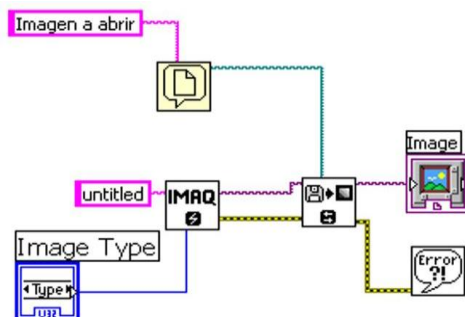


Figura 48.- Abrir imagen en diagrama de bloques

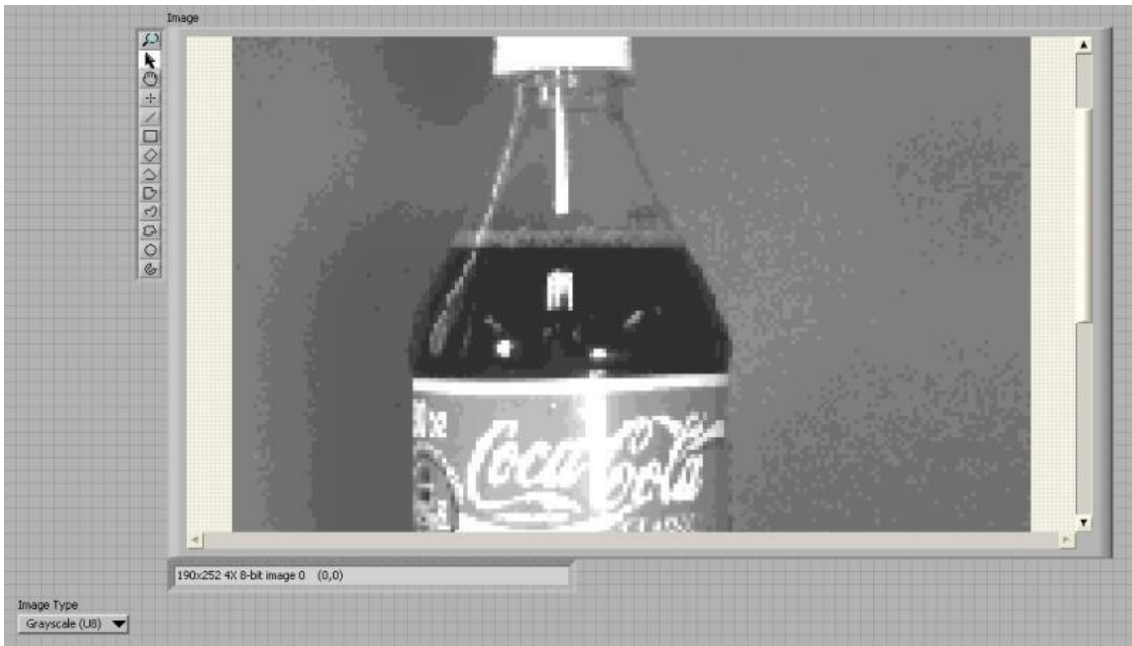


Figura 49.- Abrir imagen panel frontal

La función que realiza este ejercicio es mostrar una imagen capturada; siguiendo los siguientes pasos:

- Habiéndose determinado el tipo de imagen el ejercicio muestra un mensaje pidiendo el archivo donde se encuentra la imagen a abrirse.

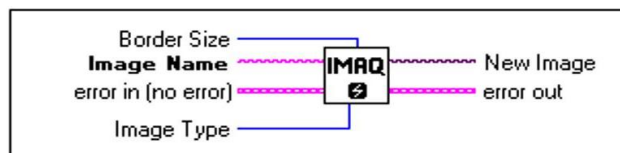


Figura 50.- Conectores del Imaq Create

- El VI Imaq Read File lee la imagen manteniendo el formato de la misma o cambiando automáticamente.

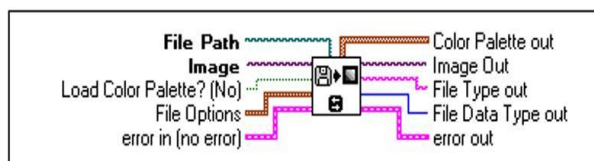


Figura 51.- Conectores del Imaq Read File

- Posteriormente se publica la imagen

3.4.2 Histogram

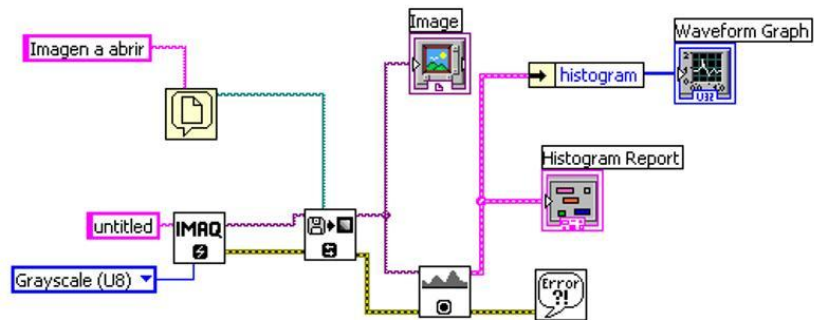


Figura 52.- Histograma en diagrama de bloques

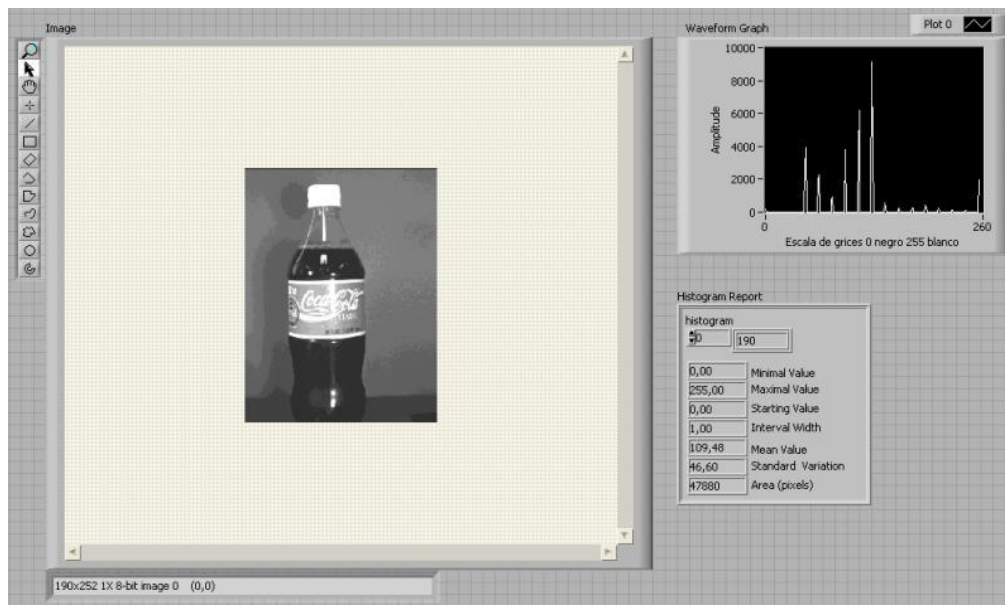


Figura 53.- Histograma en panel frontal

La función que realiza este ejercicio es mostrar un histograma de una imagen capturada; siguiendo los siguientes pasos:

- Además de realizar las funciones del ejercicio abrir imagen, la información se publica y es analizada por el VI Imaq Histogram

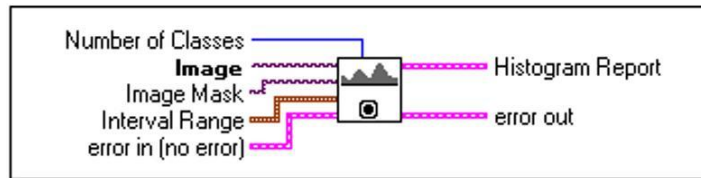


Figura 54.- Conectores del Imaq Histogram

- La información procesada por el histograma se publica en un Waveform Graph. Dichas gráficas muestran la distribución en amplitud de las diferentes tonalidades en escala de grises, de tal forma se puede conocer que tonalidad predomina en la imagen.
- Además de graficar esta información, también se expone un Histogram Report que es un resumen de datos relevantes en el histograma: valor mínimo, valor máximo, promedio, desviación estándar, etc.

3.4.2.1 Histogram color

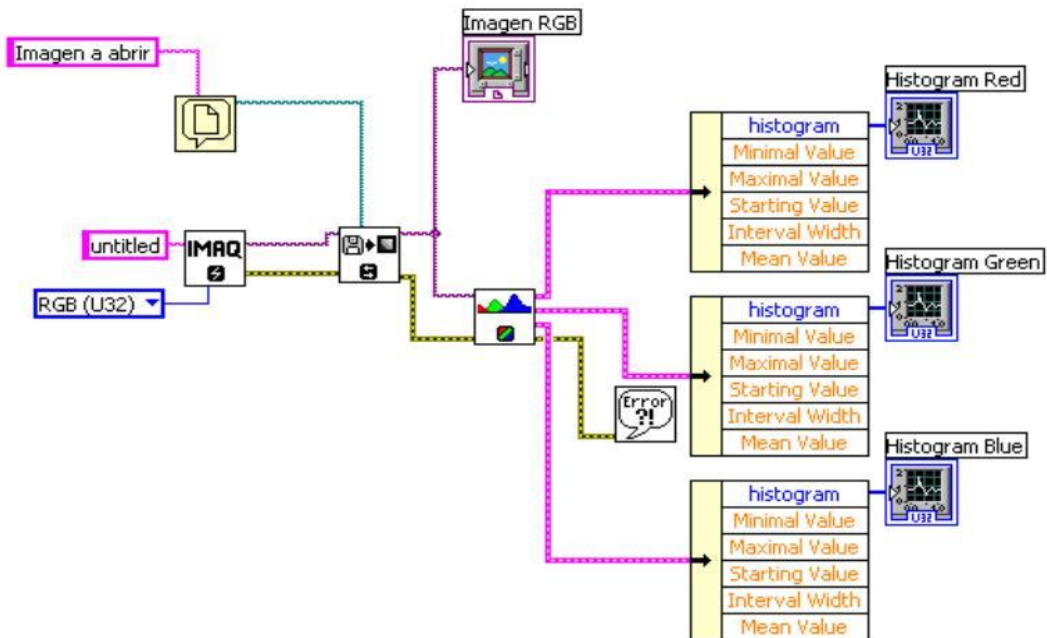


Figura 55.- Histogram color en diagrama de bloques

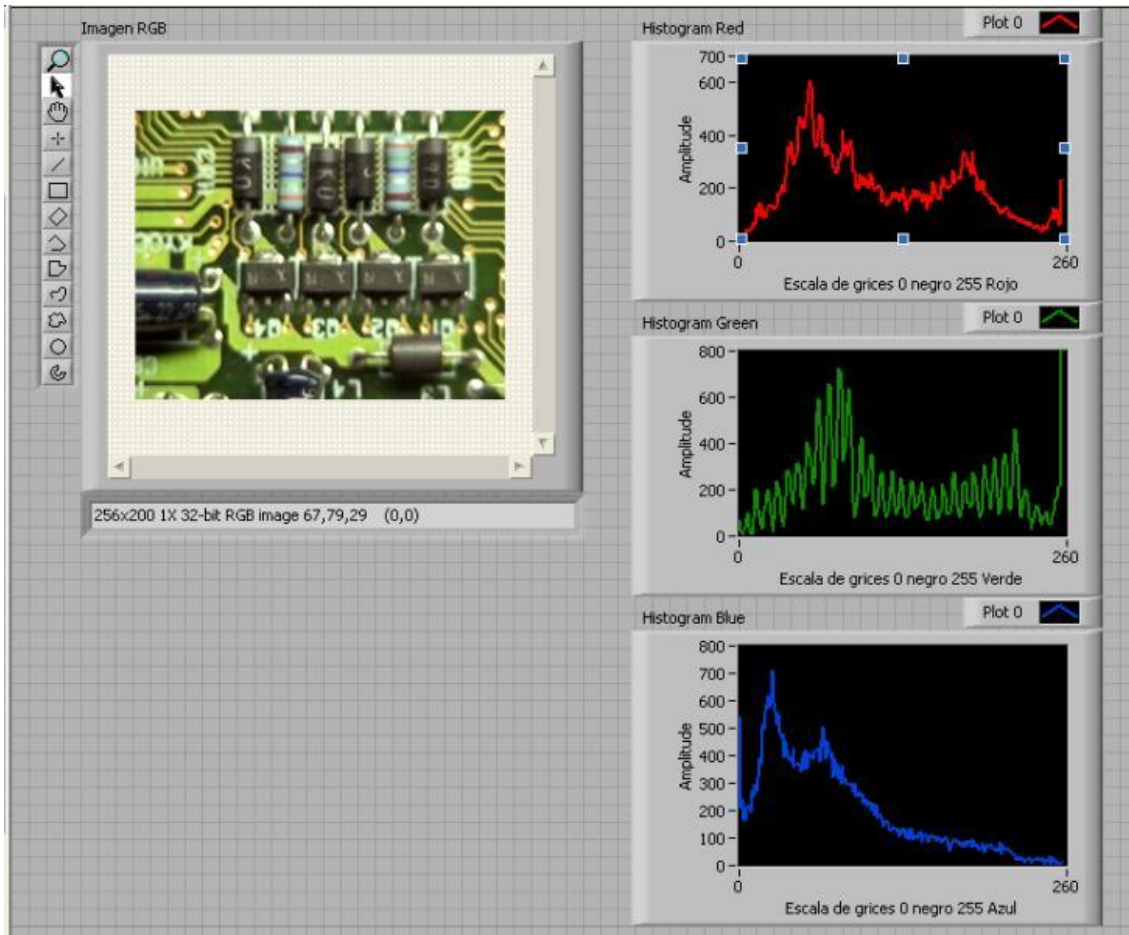


Figura 56.- Histogram color en panel frontal

La función que realiza este ejercicio es mostrar un histograma a color de una imagen capturada; siguiendo los siguientes pasos:

El funcionamiento de este ejercicio es similar al ejercicio histogram; la diferencia se establece en que el VI Imaq Color Histogram calcula el histograma en tres planos de una misma imagen, puede trabajar en uno de los seis modos correspondientes a seis colores modelos (RGB, HSL, HSV, HSI, CIE L*a*b*, or CIE XYZ).

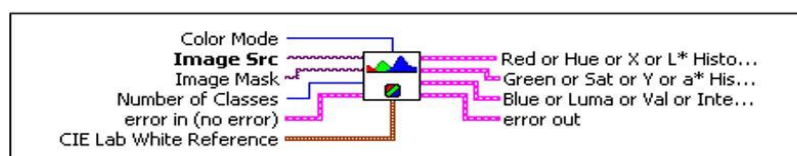


Figura 57.- Conectores del Imaq Color Histogram

De igual manera dicha información es desplegada en tres gráficas y los datos relevantes como son: máximos, mínimos, promedios, desviación estándar; se los muestra en reporte de histograma si así es requerido.

3.4.3. Threshold

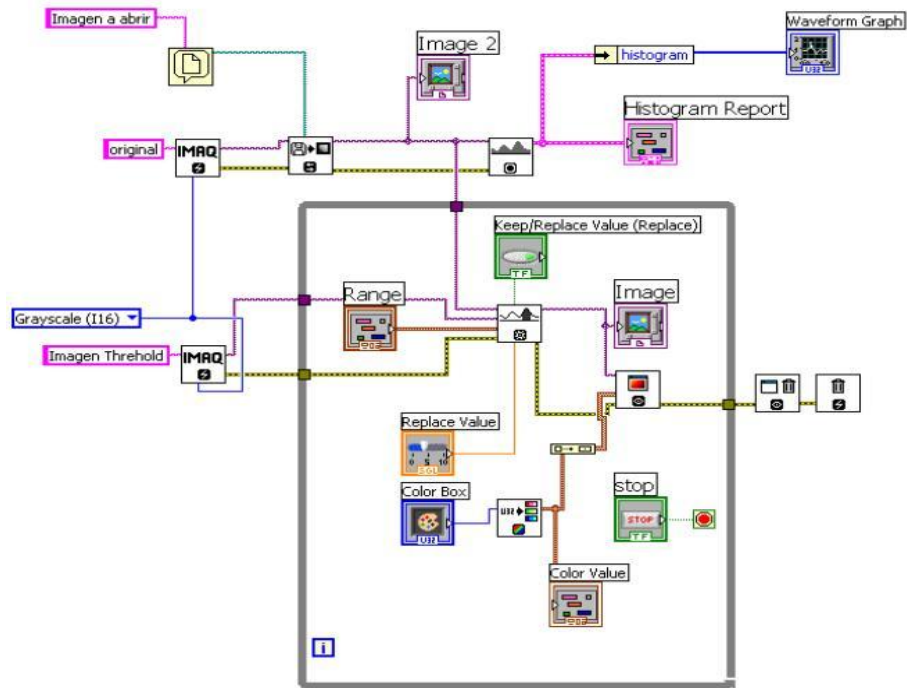


Figura 58.- Thershold en diagrama de bloques

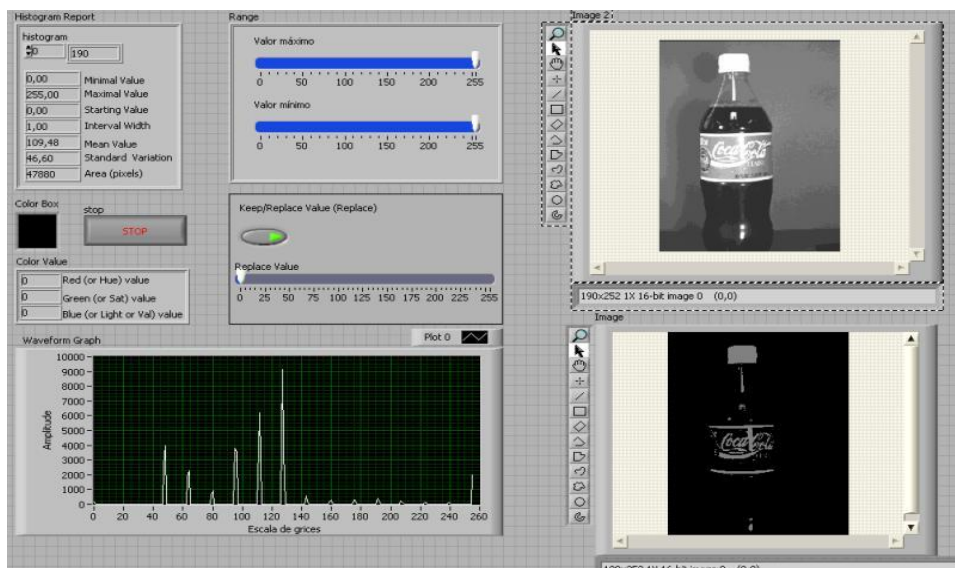


Figura 59.- Thershold en panel frontal

Identifica umbrales o límites dados en rangos puestos por el usuario para de esta forma destacar rasgos de interés o región de interés ROI según el caso de aplicación. A continuación se describe los pasos desarrollados en el ejercicio expuesto:

- Se realiza el procedimiento de obtener el histograma de la imagen, solicitando y publicándose la imagen como también se muestra el cuadro donde se muestra la distribución de tonalidades.
- La imagen a ser analizada ingresa al "Threshold VI" para a continuación se asigna abrir una imagen destino referencia; dicha imagen comparte con la imagen original el mismo tipo de imagen.
- Para realizarse el "Threshold" de la imagen se debe ingresar un rango de valores máximos y mínimos; siempre y cuando el Keep/Replace Value se encuentre en estatus verdadero.

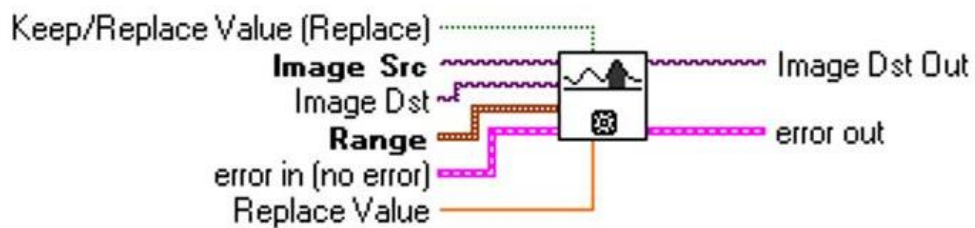


Figura 60.- Conectores Image Threshold

- Posteriormente es publicada la imagen realizado el "Threshold"

El "threshold" se lo ha colocado en un "while loop" con n iteraciones; así de esta forma el proceso se repite continuamente y se puede ir apreciando cambios en la imagen a medida que se modifican los rangos.

3.4.4 Threshold color

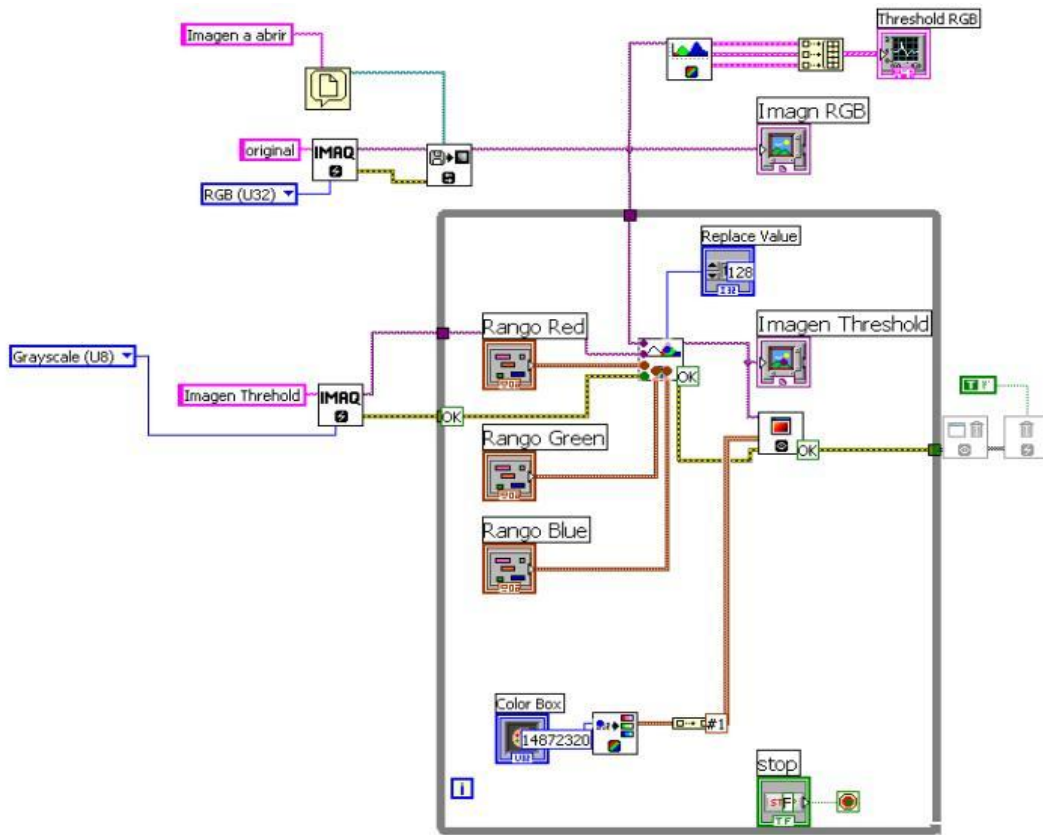


Figura 61.- Thershold Color en diagrama de bloques

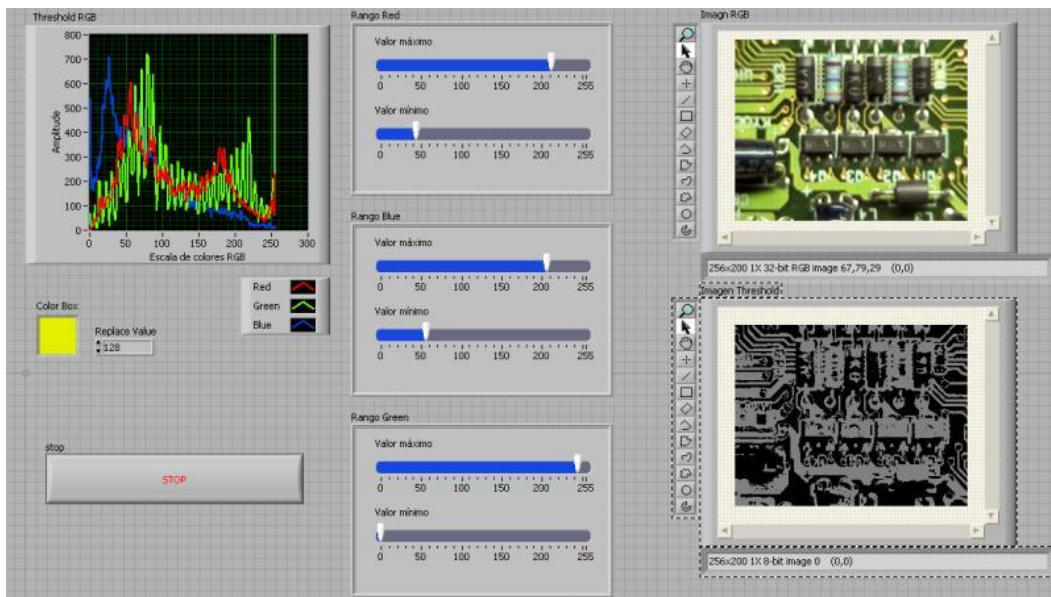


Figura 62.- Thershold Color en panel frontal

En el ejercicio mostrado se aprecia un threshold realizado a una imagen a color, por lo cual se debe establecer rangos en tres planos diferentes pudiendo ser estos RGB y HSL y el resultado colocar en una imagen de 8-bit; los pasos son similares al threshold realizado en una imagen de escala de grises.

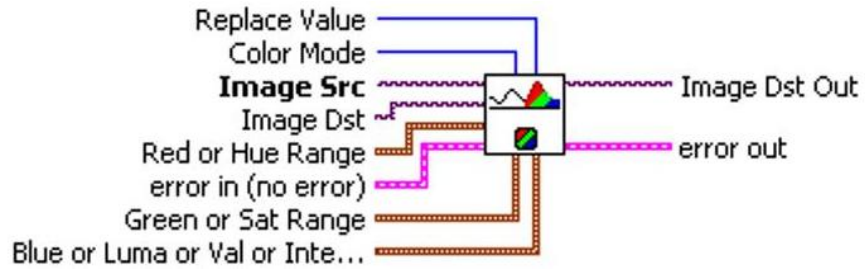


Figura 63.- Image Threshold Color conectores

3.4.4 Extraer ROI

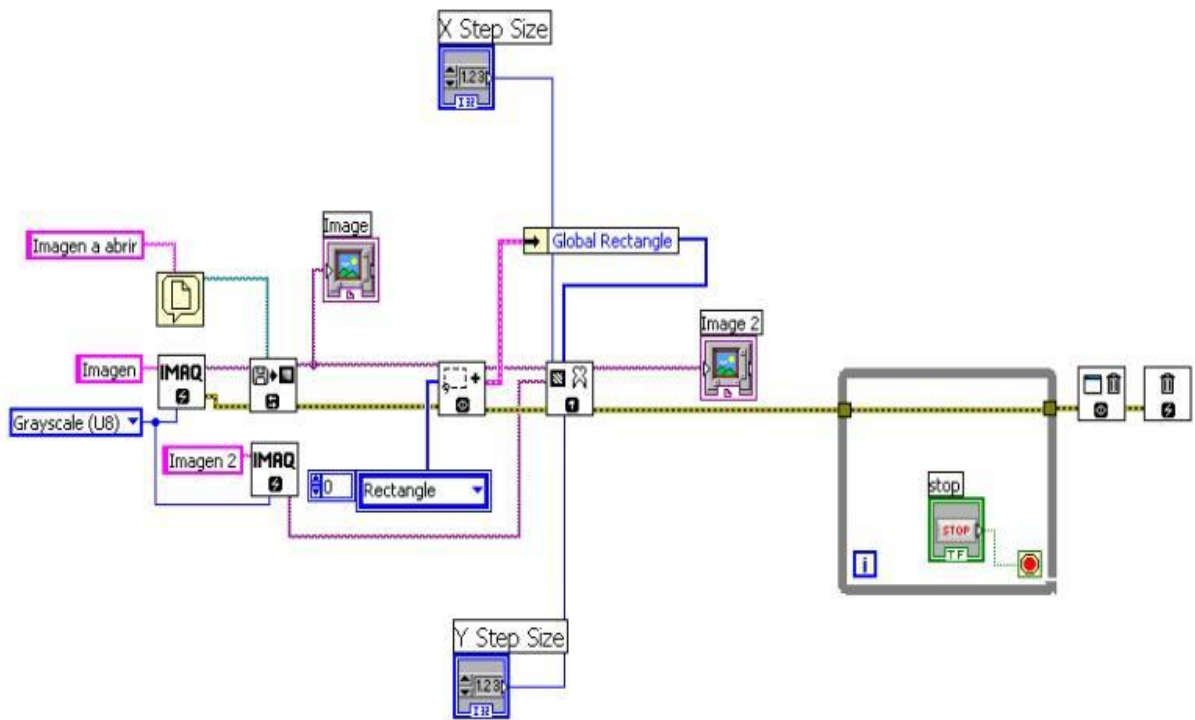


Figura 64.- Extraer ROI diagrama de bloques

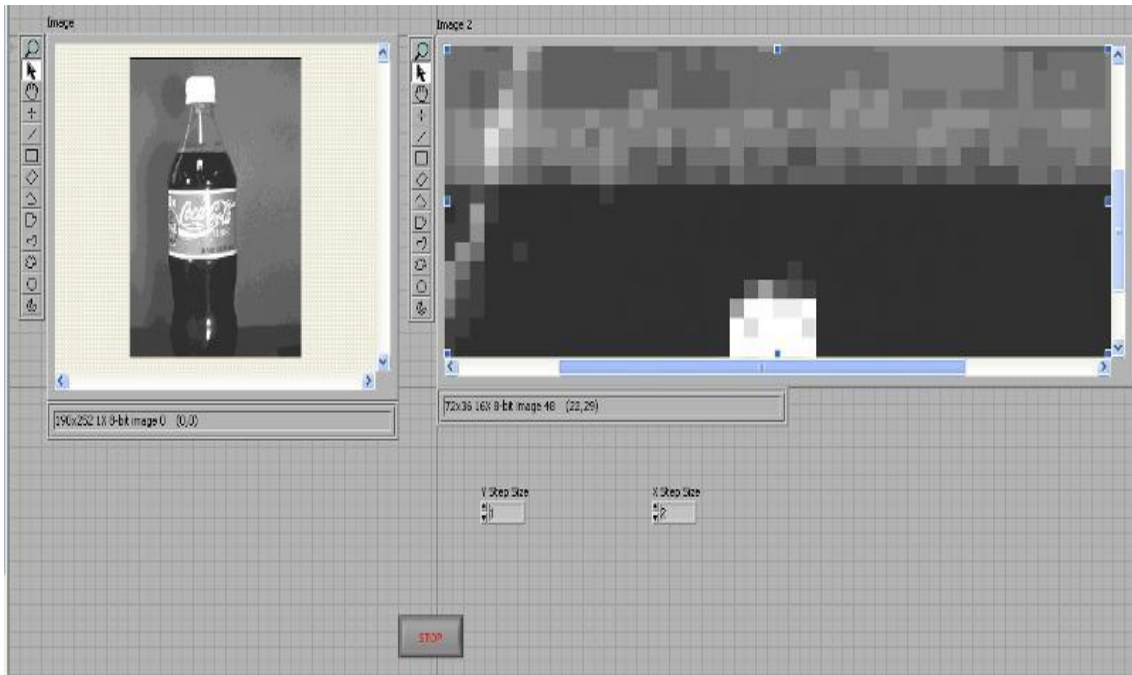


Figura 65.- Extraer ROI panel frontal

El ejercicio presentado destaca una región de interés que el usuario desea resaltar de la imagen; para lo cual se siguen los siguientes pasos:

- Se realiza el procedimiento de abrir una imagen, publicándose dicha imagen e ingresando al `Imaq ConstructROI`
- En este VI se especifica por parte del usuario la región de interés en la imagen; la misma que se despliega por una ventana específica y provista por el juego de herramientas definidas para elegir el ROI.

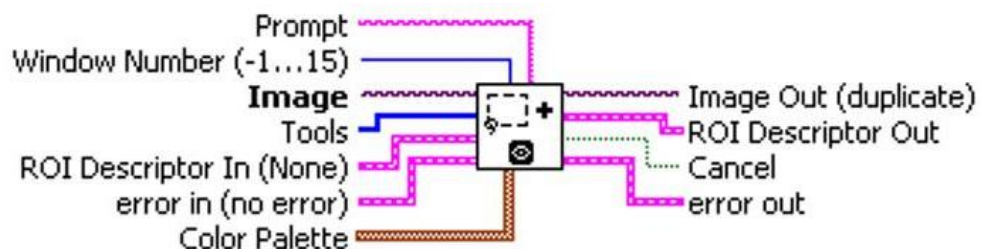


Figura 66.- Conectores del `Imaq ConstructROI`

- Posteriormente la imagen pasa a Imaq Extract el cual reduce una imagen o parte de una imagen con el ajuste de resolución vertical u horizontal

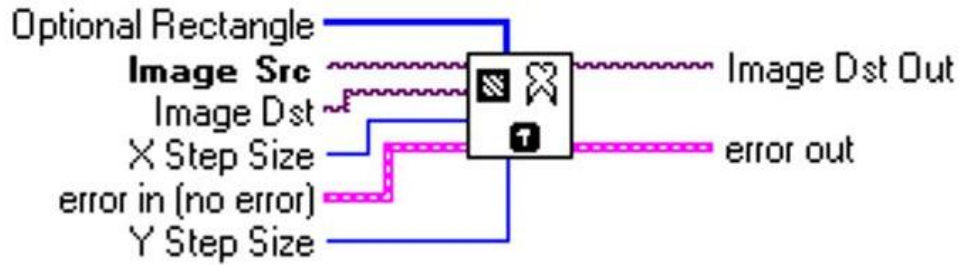


Figura 67.- Conectores del Imaq Extract

- A continuación se publica la imagen con la región de interés

3.4.4 Análisis de partículas

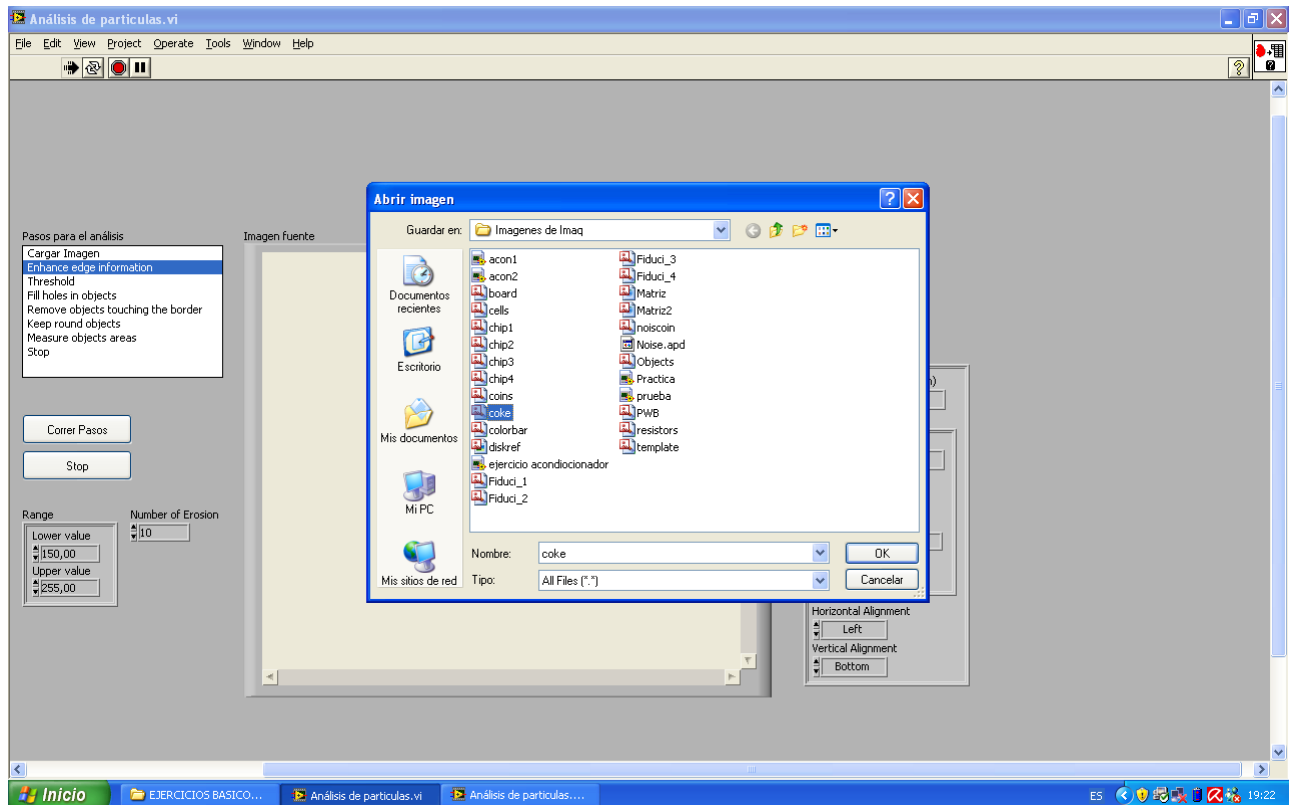


Figura 68.- Análisis de partículas

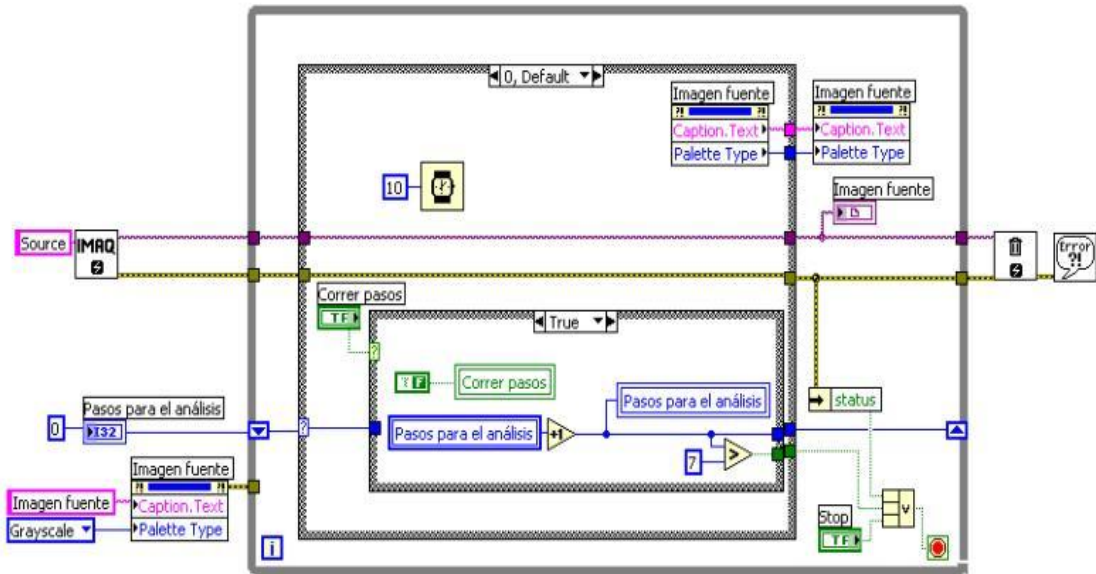


Figura 69.- Análisis de partículas diagrama de bloques

En este ejercicio reúne algunos procedimientos que se realiza a una imagen adquirida uno a continuación del otro. Proseguiremos describiendo cada uno de los procesos que se llevan a cabo:

En primer lugar se realiza la solicitud de la imagen.

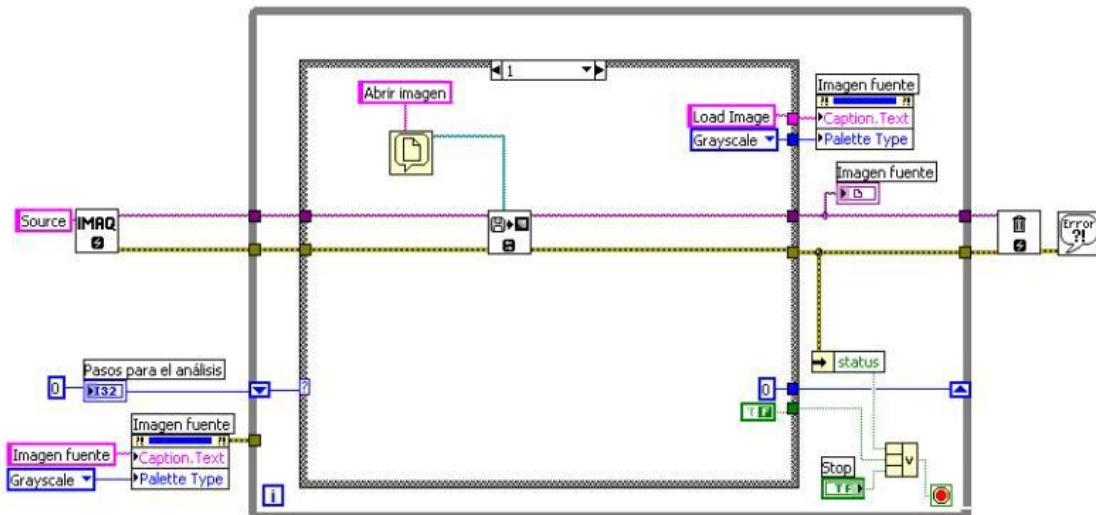


Figura 70.- Análisis de partículas-apertura de la imagen diagrama de bloques

Una vez cargada la imagen, se procede a realizar intensificación o realce de los bordes, el VI responsable de esta acción es el Imaq Get Kernel; el cual lee un grano predefinido. Este código consiste en separar en tres unidades: Familia de Granos, Tamaño de Grano, y Número de Grano. Si se conoce el código, se puede ingresar directamente esto con Kernel.

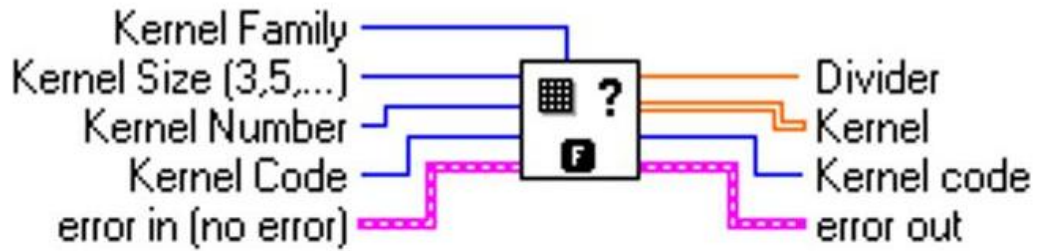


Figura 71.- Conectores de Imaq Get Kernel

Una vez definido características de los granos los cuales van ha ser destacados de la imagen la imagen es filtrada con el VI Imaq Convolute el cual filtra la imagen con un filtro lineal. Los cálculos son realizados con algunos enteros o algunos puntos flotantes dependiendo en la imagen el tipo y volumen de grano.

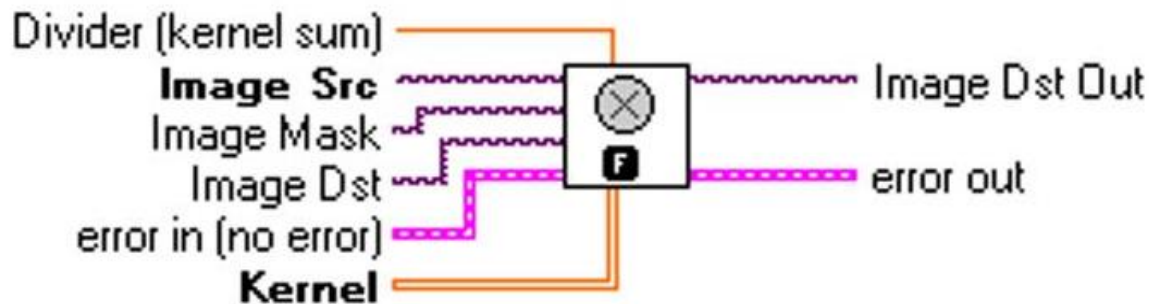


Figura 72.- Conectores de IMAQ Convolute

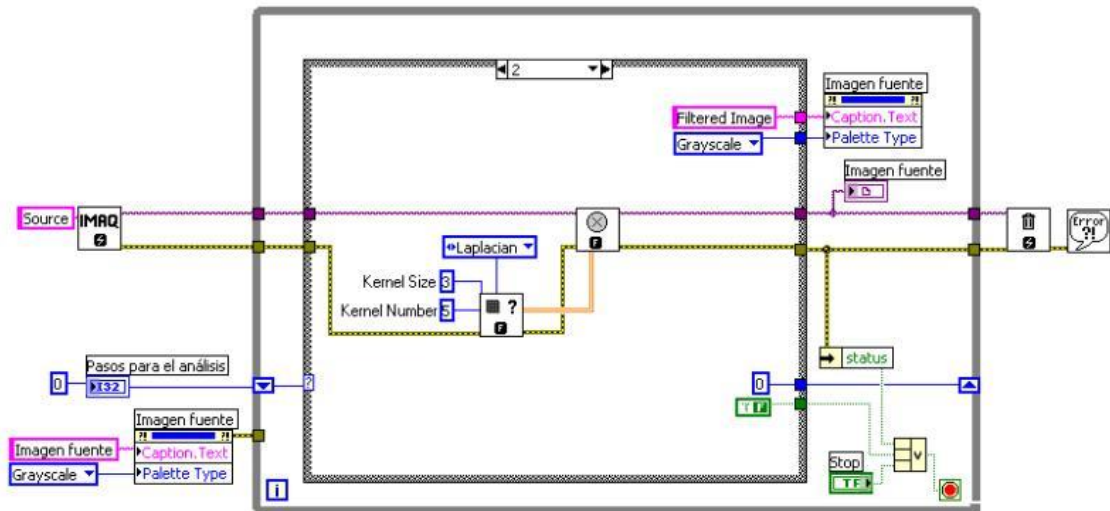


Figura 73.- Análisis de partículas- filtrado diagrama de bloques

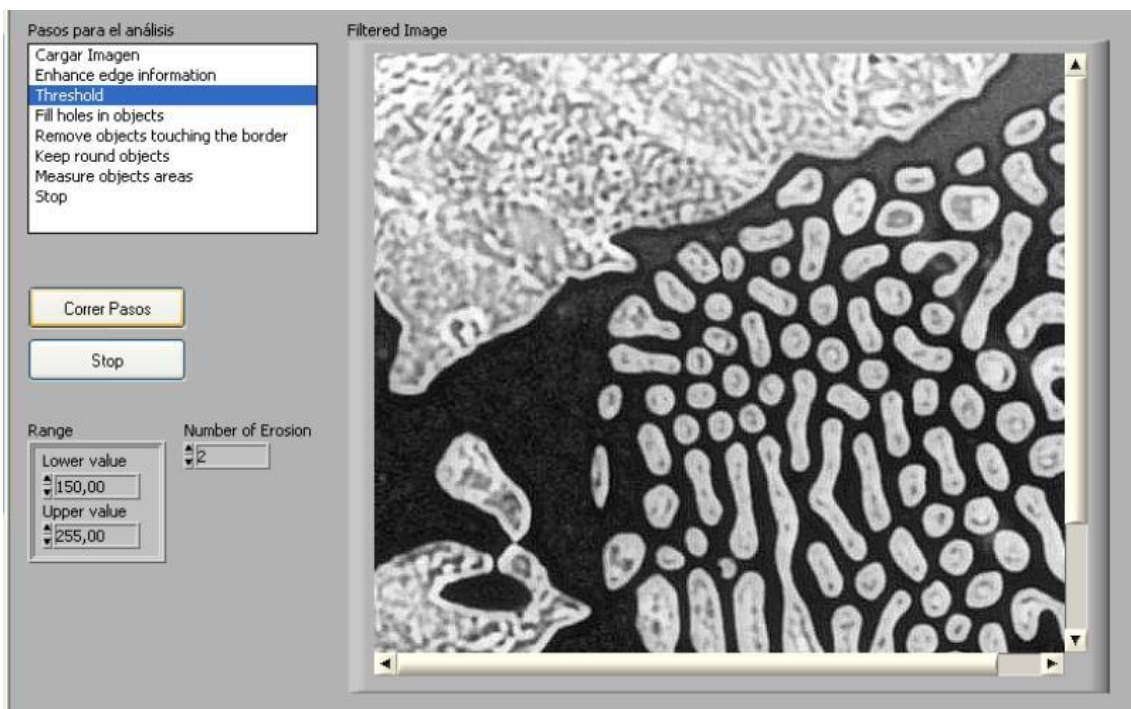


Figura 74.- Análisis de partículas- filtrado panel frontal

Una vez realizado las formas de la imagen, se procede a realizar el threshold; teniendo que el usuario determinar los rangos inferiores y superiores, y si se desea colorear dichas intensidades se lo puede realizar.

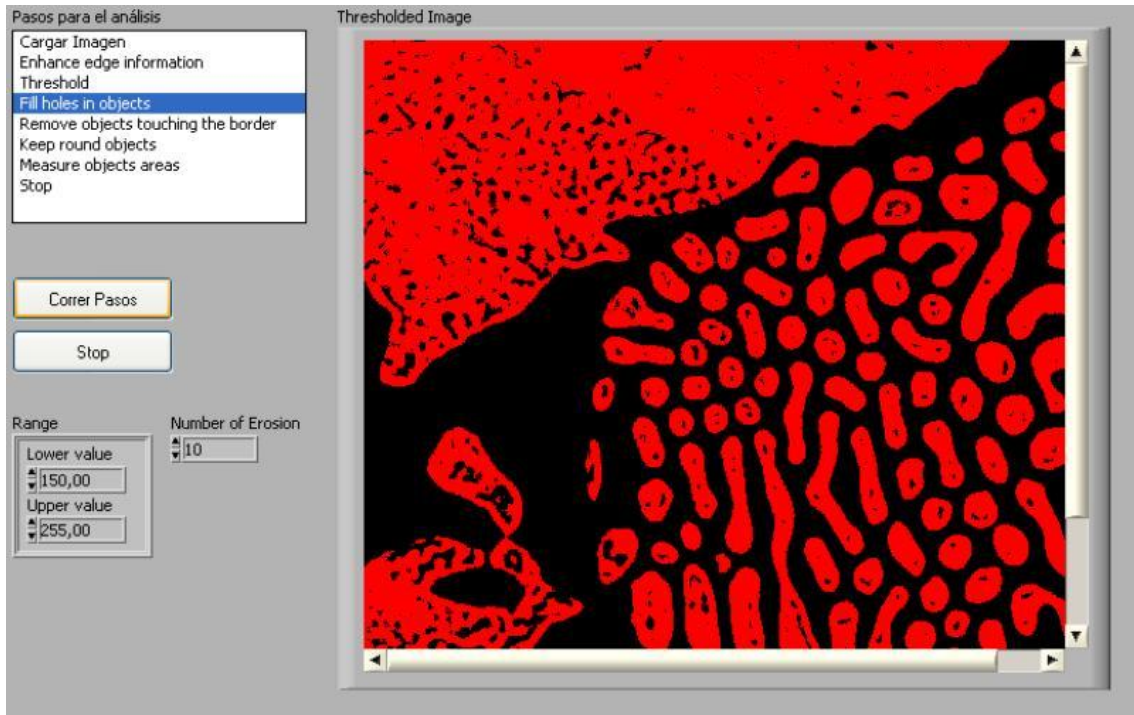


Figura 75.- Análisis de partículas- threshold- panel frontal

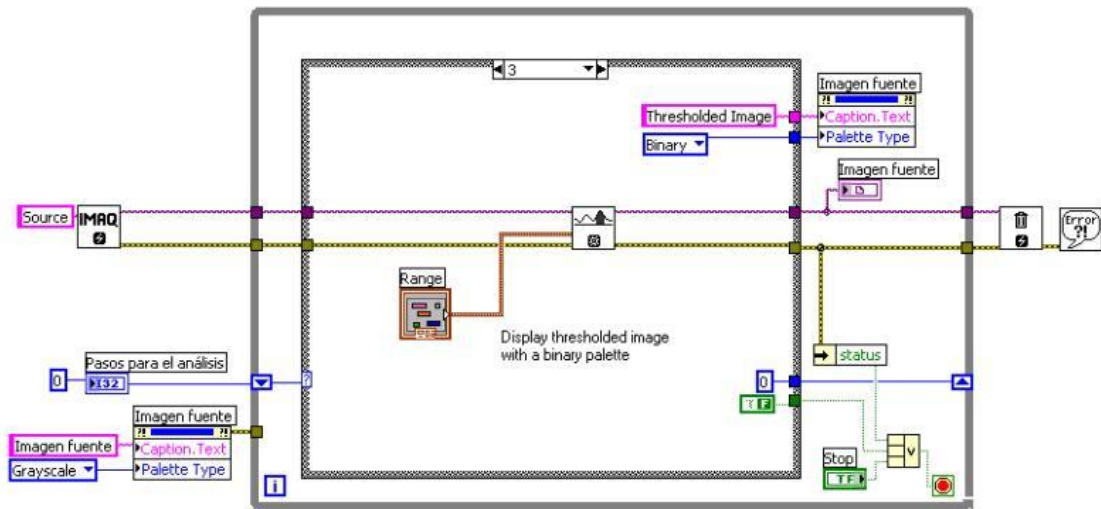


Figura 76.- Análisis de partículas-threshold-diagrama de bloques

A continuación se procede a llenar los huecos en la imagen con la ayuda del Imaq Fill Hole, el cual llena los huecos encontrados en una partícula. Los huecos son llenados con un valor de píxel de 1. La imagen fuente puede ser una imagen binaria de 8 bit. Los huecos encontrados en contacto con el borde

de la imagen nunca serán llenados por que es imposible determinar si estos huecos son parte de la partícula.

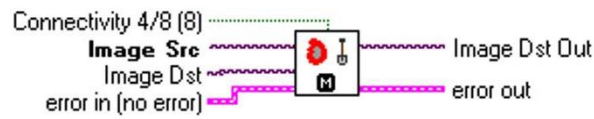


Figura 77.- Conectores de Imaq FillHole

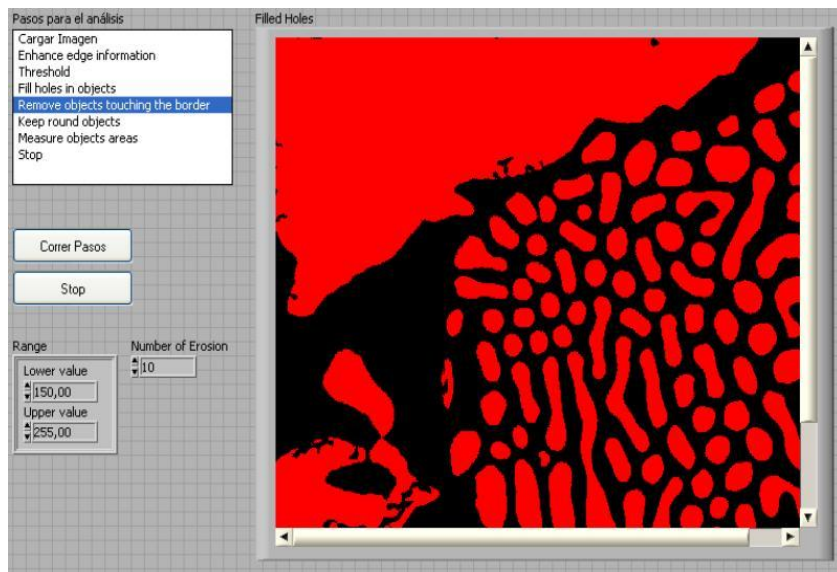


Figura 78.- Análisis de partículas llenado de huecos -panel frontal

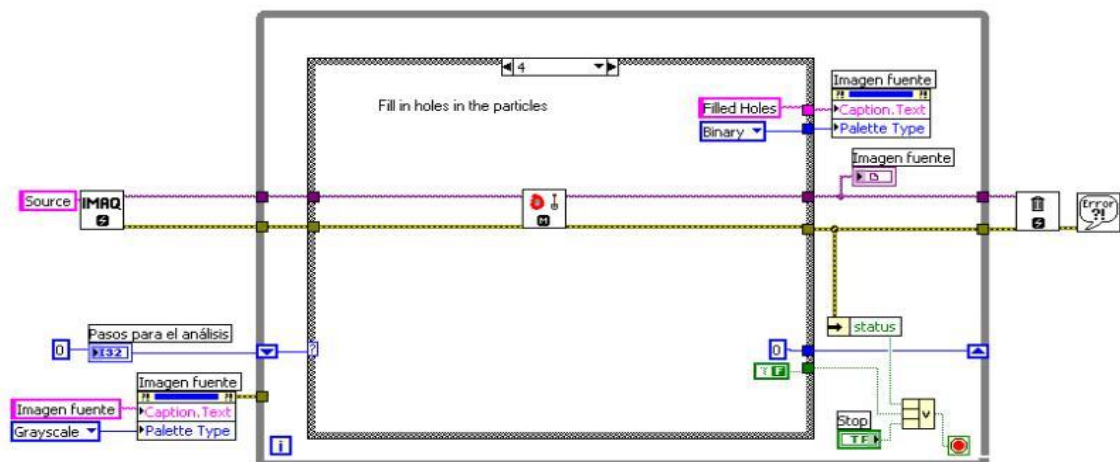


Figura 79.- Análisis de partículas llenado de huecos- diagrama de bloques

El siguiente paso es retirar todas las partículas que se encuentran en el borde, para ello se utiliza el VI Imaq Reject Border

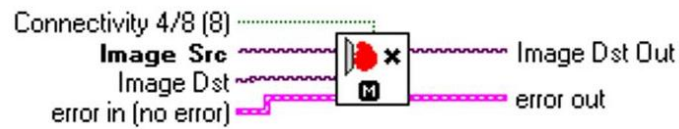


Figura 80.- Conectores de Imaq Reject Border

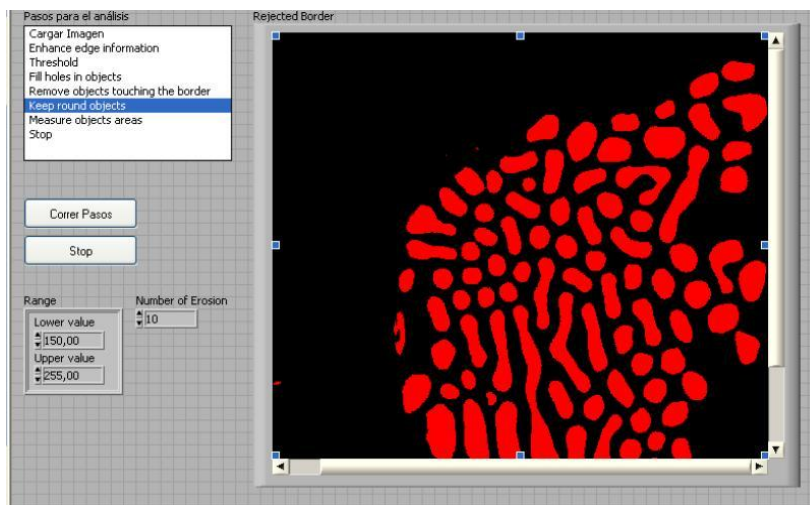


Figura 81.- Análisis de partículas remoción de objetos que tocan el borde - panel frontal.

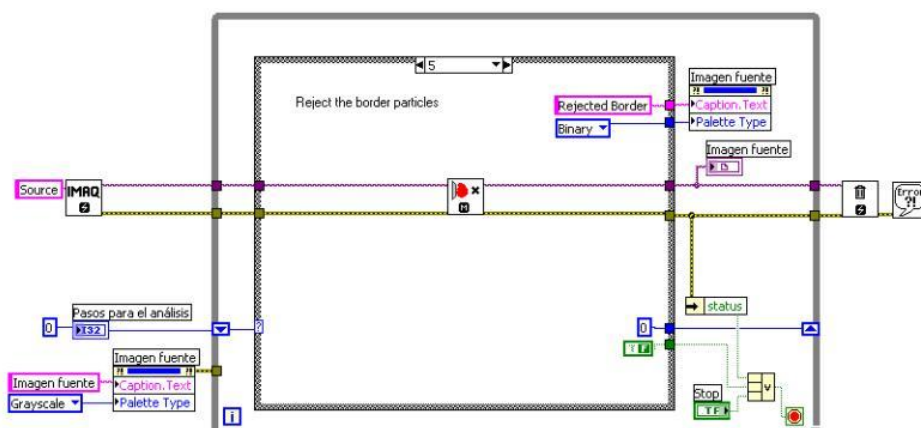


Figura 82.- Análisis de partículas remoción de objetos que tocan el borde - diagrama de bloques.

En el siguiente paso se filtra partículas en función de la erosión determinada por el usuario; el VI responsable de dicho tamiz es IMAQ Remove Particle el mismo que elimina o mantiene partículas resistentes para un específico número de erosión de 3x3. Las partículas que se mantienen son exactamente la misma forma que en la imagen de la fuente original. La imagen fuente tiene que ser una imagen binaria de 8 bit.

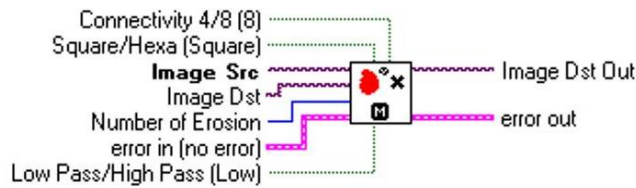


Figura 83.- Conectores de Imaq Remove Particle

Luego ingresa la imagen al VI Imaq Particle Filter 2 el cual filtra, mantiene o remueve cada partícula en una imagen acorde a las medidas

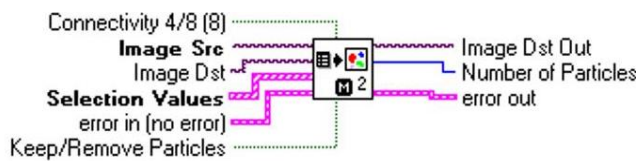


Figura 84.- Conectores de Imaq Particle Filter 2

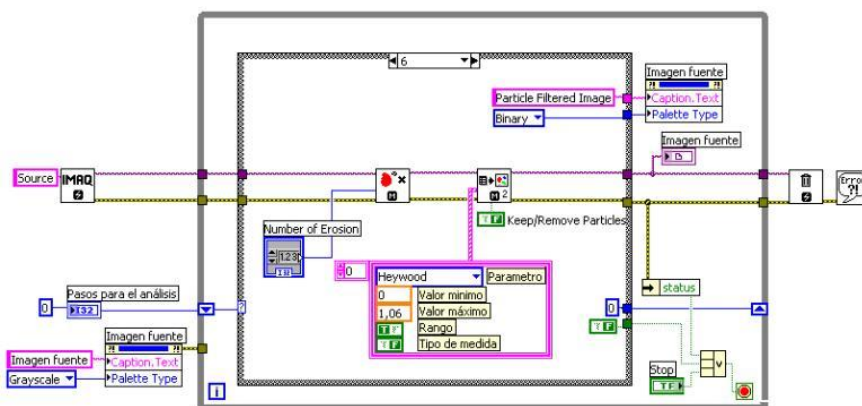


Figura 85.- Análisis de partículas-filtrado según parámetros diagrama de bloques

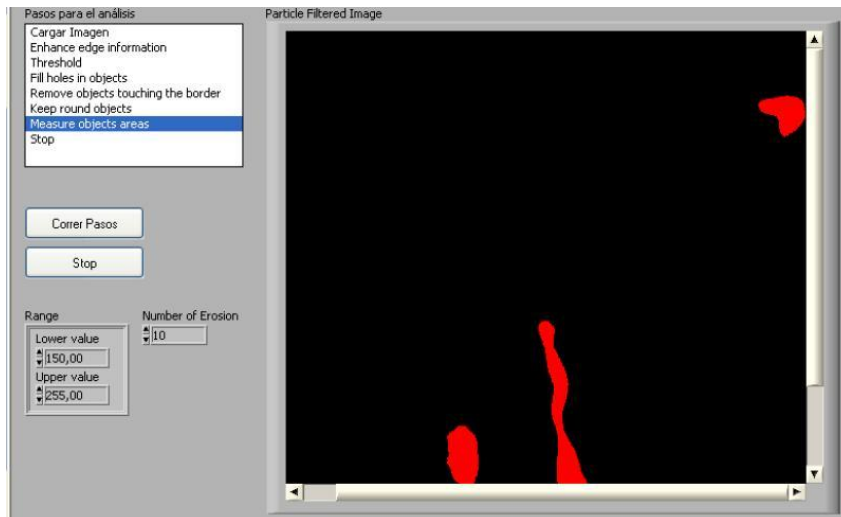


Figura 86.- Análisis de partículas-filtrado según parámetros panel frontal

Para finalizar se realiza el proceso de medir el área de las partículas, para ello se utiliza el VI *Imaq Analysis Particle*; el cual retorna el número de partículas detectadas en una imagen binaria y requiere un arreglo 2D acerca de las medidas de la partícula.

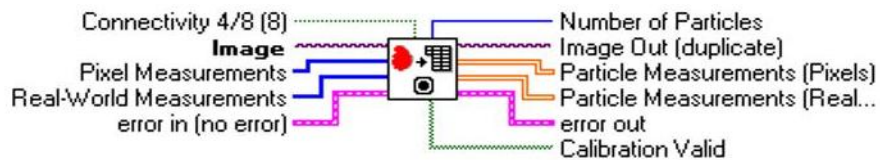


Figura 87.- Conectores del Imaq analysis particle

Con el VI *Imaq Overlay Text* se sobrescribe los parámetros seleccionados en el *VI Imaq Analysis Particle*, la apariencia del texto se la puede determinar en fuente, estilo y tamaño así como su posición.

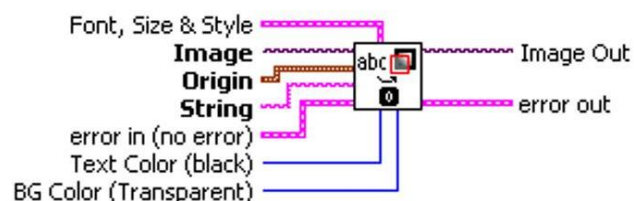


Figura 88.- Conectores del Imaq overlay text

Por otro lado se puede limitar el número de decimales presentados en el texto según sea las necesidades que se va a sobrescribir con "Number to Decimal String VI"

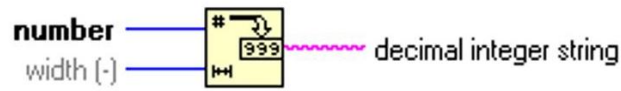


Figura 89.- Conectores del Number to Decimal String

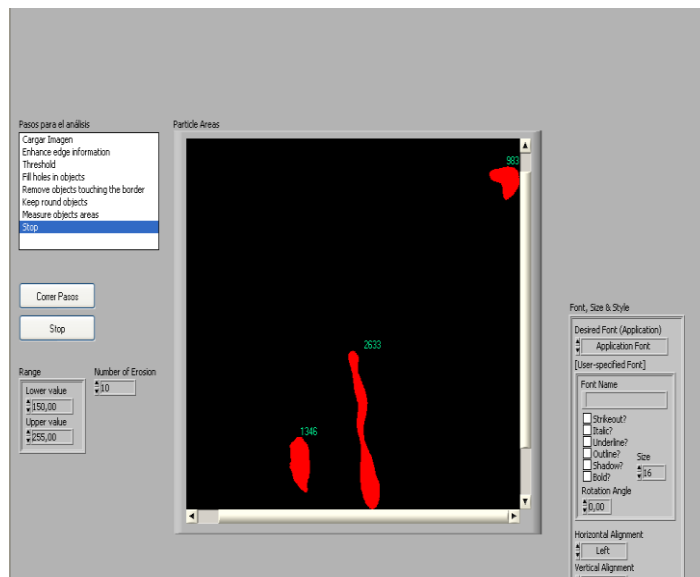


Figura 90.- Análisis de partículas-medición de área panel frontal

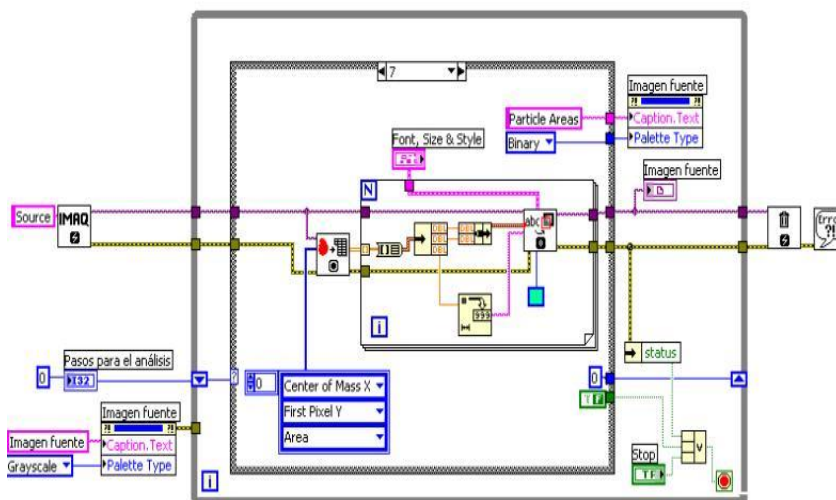


Figura 91.- Análisis de partículas medida de áreas-diagrama de bloques

3.4.5 Reporte de análisis de partículas

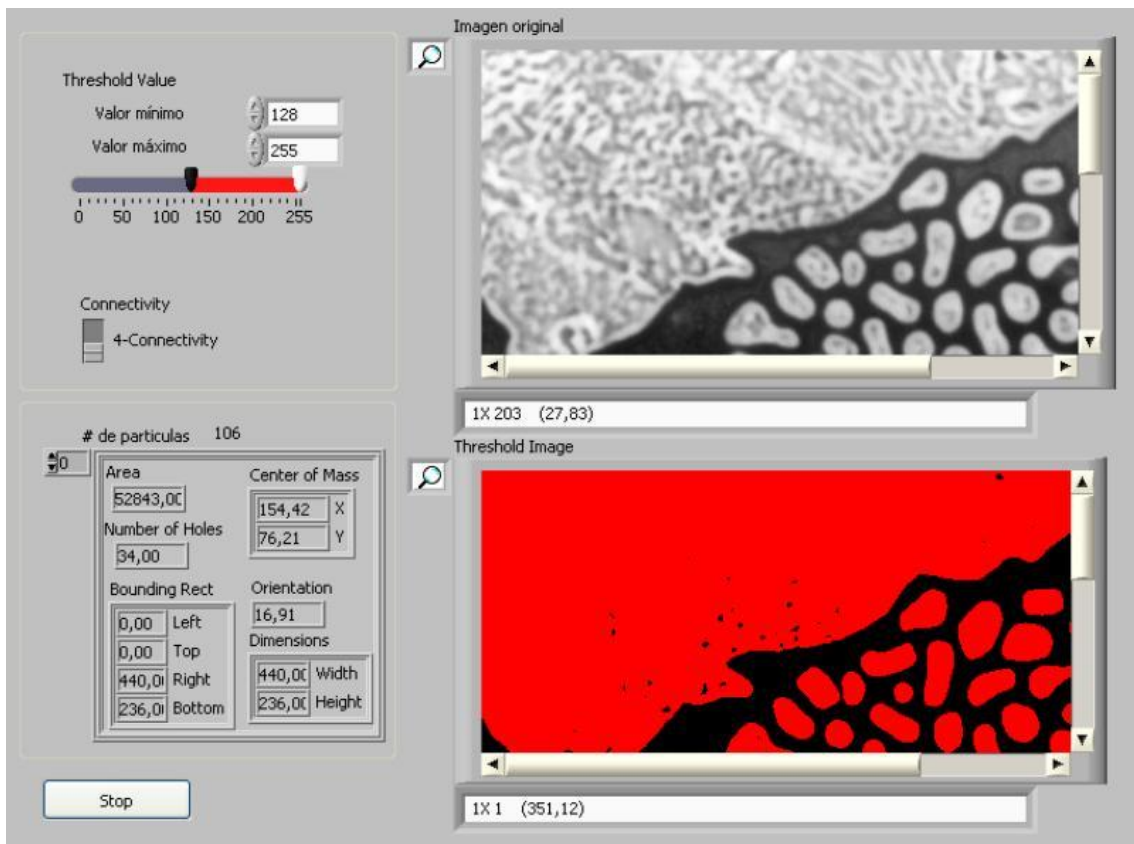


Figura 92.- Reporte de análisis de partículas -panel frontal

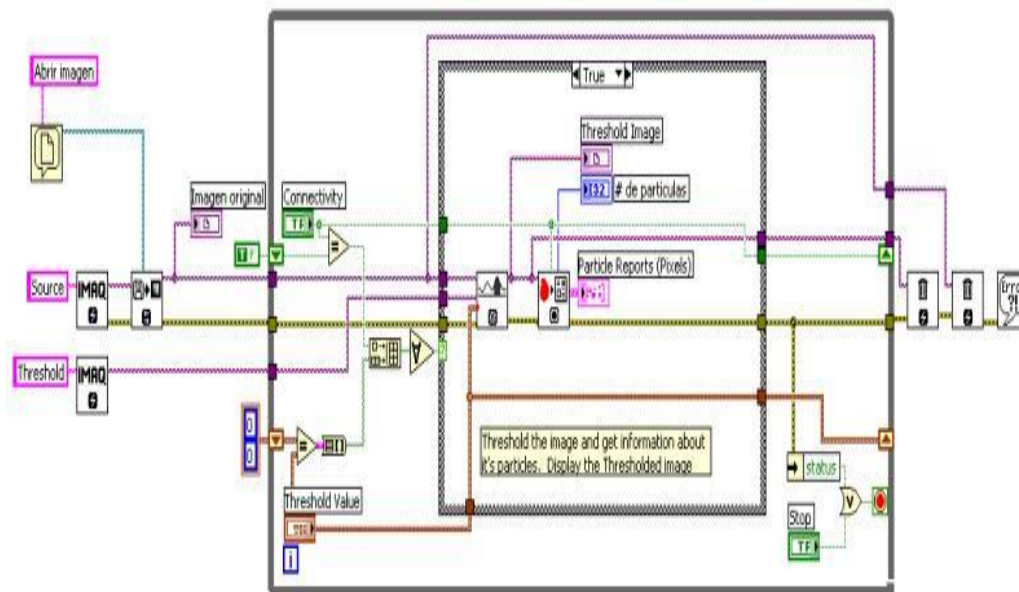


Figura 93.- Reporte análisis de partículas -diagrama de bloques

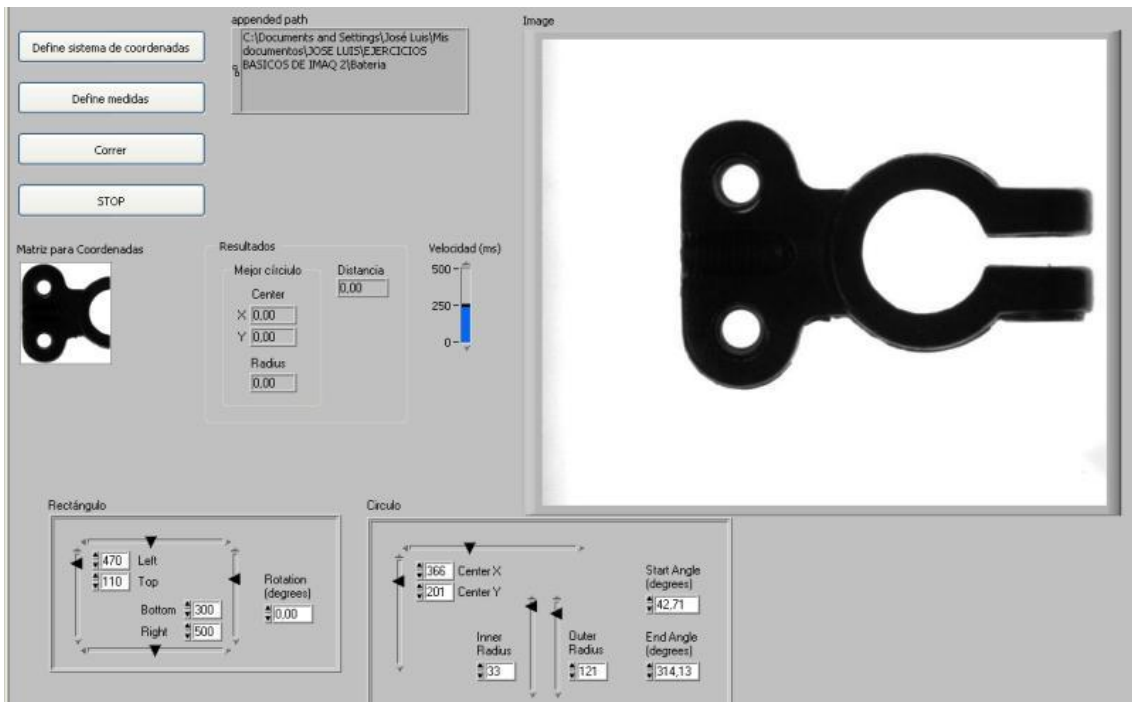


Figura 94.- Reporte análisis de partículas- adquisición de imagen-panel frontal

En una imagen adquirida se aplica el proceso de threshold, una vez realizado el threshold la imagen se procesa por el VI Imaq Particle Analysis Report; dicho VI retorna el número de partículas detectadas en una imagen binaria y una matriz o arreglo reportando medidas comunes de partículas usadas.

En el reporte se detalla: área, número de huecos, centro de masa, bordes rectos, orientación, dimensiones, límites rectos; de cada una de las partículas detectadas.

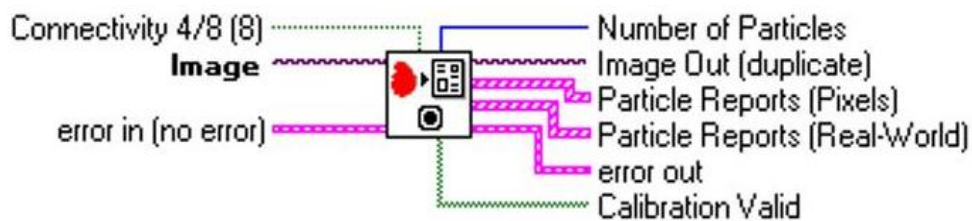


Figura 95.- Conectores del Imaq Particle Analysis Report

3.4.6. Inspección de bornes de batería

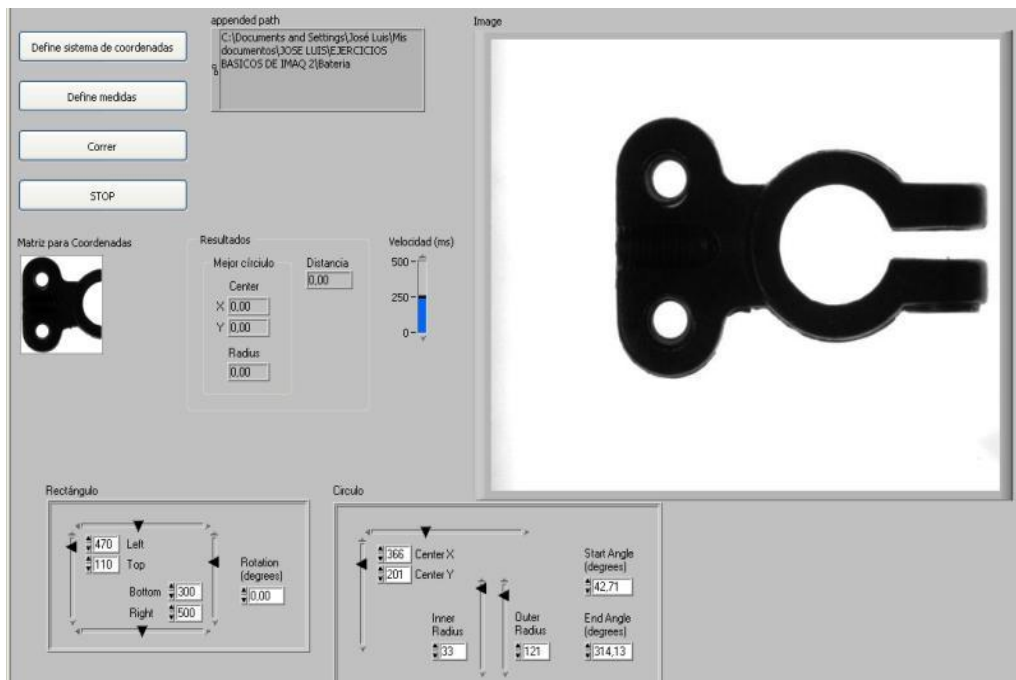


Figura 96.- Inspección de bornes de batería-panel frontal

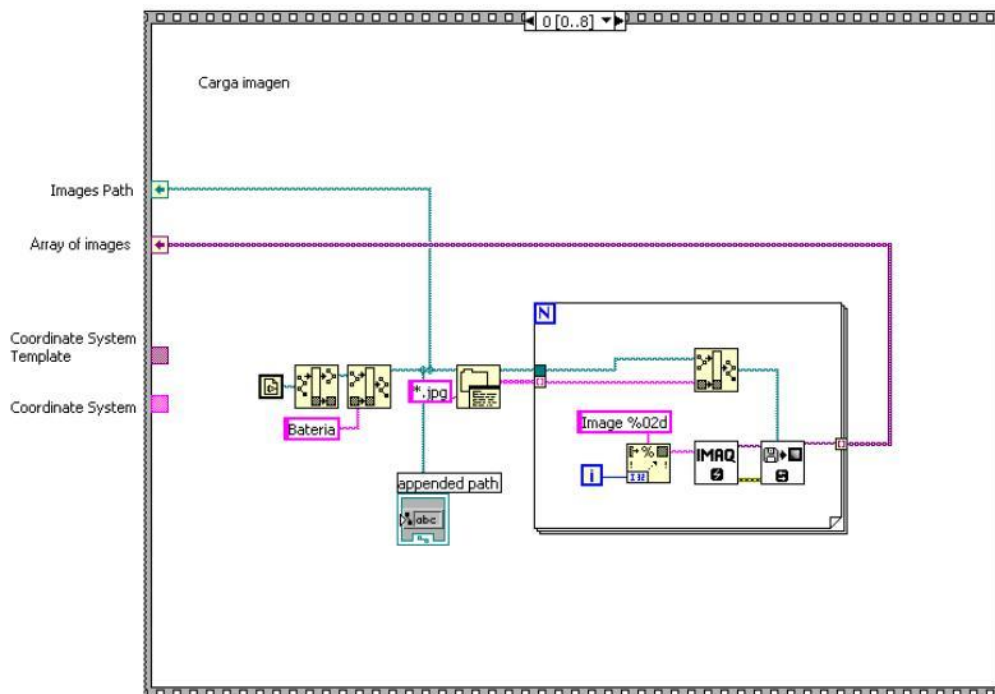


Figura 97.- Inspección de bornes de batería-diagrama de bloques.

En primer lugar el Current VI Path retorna el camino para el archivo del VI actual. Si el VI no ha sido grabado, esta función retorna "a un no camino". Este VI siempre retorna a la actual localización del VI. Si se mueve el VI, el valor envía cambios.

Si se construye el VI dentro de una aplicación, esta función devuelve al camino para el VI en el archivo aplicado, y este se regala como un VI librería.

Posteriormente el VI Strip Path retorna el nombre del último componente de una vía y el stripped path conduce o guía a este componente.

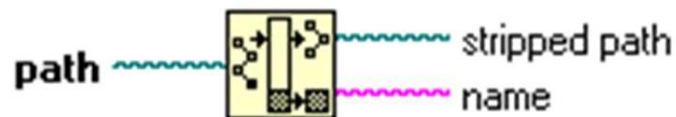


Figura 98.- Conectores del Strip Path

A continuación el Strip Path crea una nueva vía por añadir un nombre (o una vía relativa) para una vía existente.

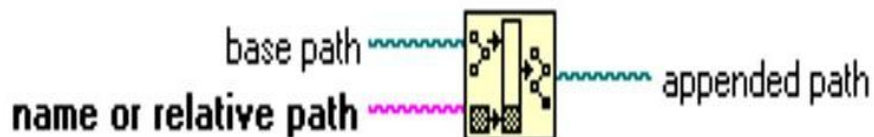


Figura 99.- Conectores del Strip Path

Luego es publicada la nueva imagen, al mismo tiempo esta nueva dirección o vía es almacenada en List Folder el cual retorna a dos series de cadenas enlistando los nombres de todos los archivos y carpetas encontrados en una "path", filtra ambas series basadas en patrones y filtra las series de nombres de los archivos basados en un tipo de "registro de datos" específico.

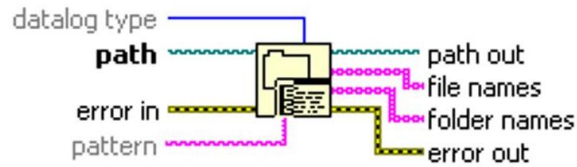


Figura 100.- Conectores del List Folder

Esta información ingresa a un "forloop" el cual repetirá el proceso cuantas iteraciones estén indicados, en este se realiza la adquisición de las diferentes imágenes que son comparadas con el patrón.

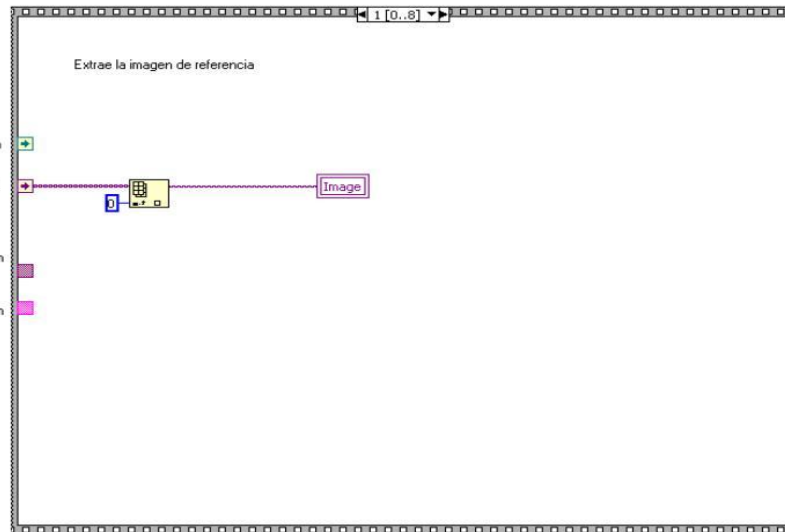


Figura 101.- Inspección de bornes de batería-construcción de matriz de imágenes.

A continuación se procede a la extracción de la imagen de referencia, en la grafica adjunta se muestra el Index Array el cual ingresa los elementos o sub-matrices de n-dimensiones al índice. Cuando se conecta una matriz a esta función, la función se redimensiona automáticamente para desplegar los índices de entrada por cada dimensión en la matriz que se conecta a la matriz de n-dimensiones. También se puede adjuntar elementos adicionales o terminales de sub-matrices con un redimensionamiento de la función. El conector del "pane" por defecto despliega los datos tipos por función polimórfica.

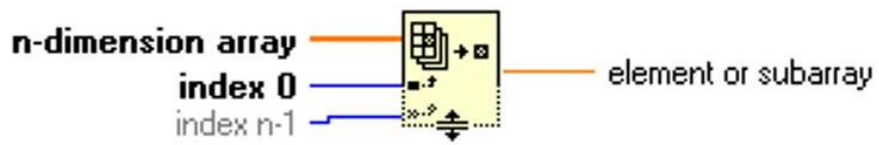


Figura 102.- Conectores del Index Array.

Después de cargar la imagen el programa espera un tiempo hasta que se presione en le panel frontal la siguiente acción.

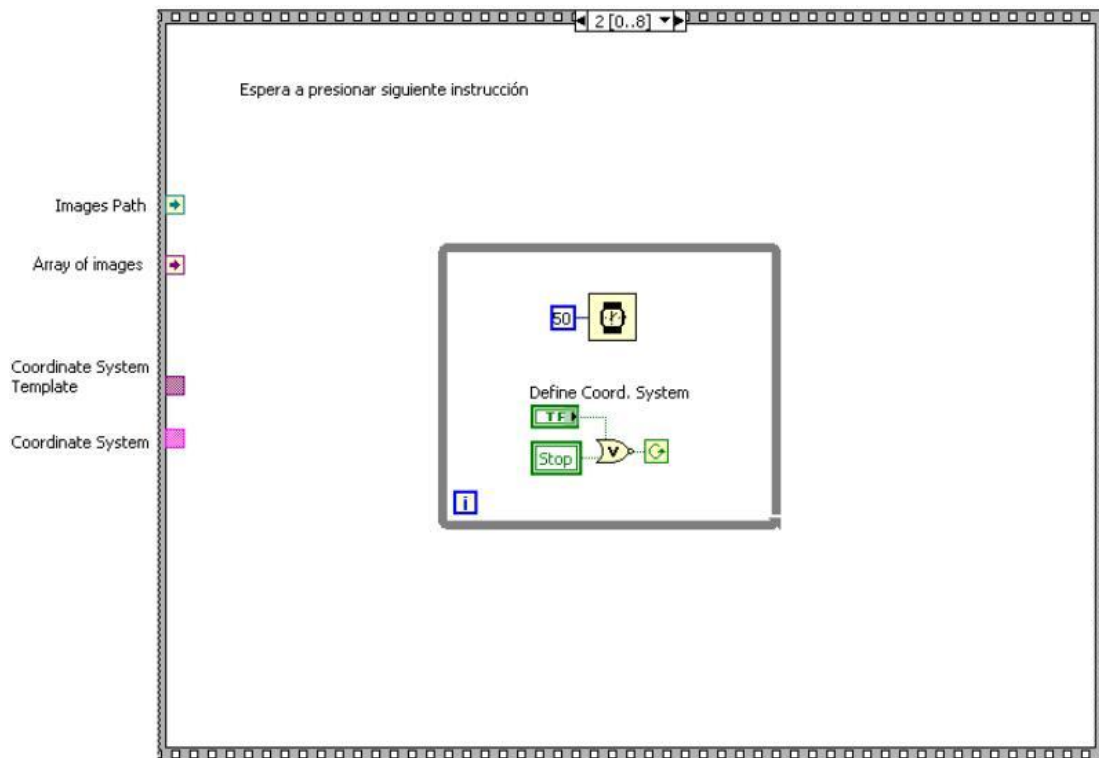


Figura 103.- Inspección de bornes de batería-programa esperando siguiente acción-panel de control.

Una vez que se presiona la siguiente acción el programa procede a leer el gráfico y a colocar el sistema de coordenadas.

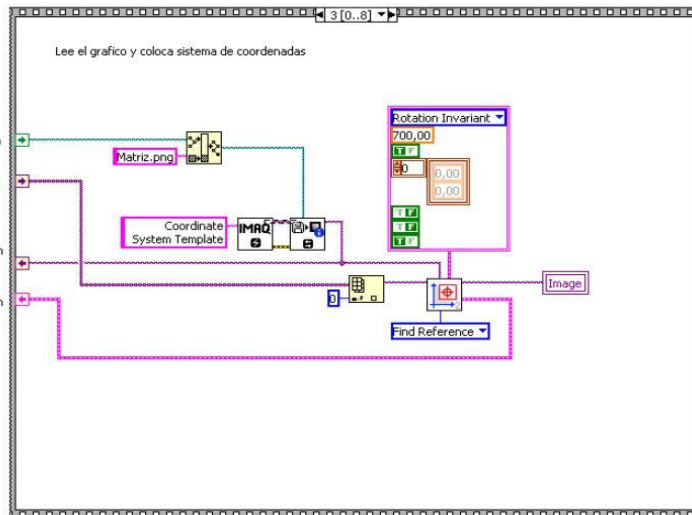


Figura 104.- Inspección de bornes de batería-ubicación de sistema de coordenadas-panel de control.

A la imagen cargada en el paso 1 se le asigna una nueva ruta "Matriz.png", esta imagen es abierta con el nombre "Plantilla del Sistema de Coordenada"; esta información es procesada por el Imaq Find CoordSys (Pattern) 2 e ingresa por el conector "template"; como también se dirige al paso 7 sección 2.

En el Imaq Find CoordSys (Pattern) 2 por el conector Image ingresa la matriz de imágenes del paso 0; en dichas imágenes se colocarán el sistema de referencia en un área rectangular buscada, el VI usa la localización y orientación de la plantilla buscada para crear la posición de referencia de un sistema de coordenadas o para actualizar la localización y orientación actual de un sistema de coordenadas existente. El VI tiene la capacidad para superponerse en la posición de la imagen ingresada del área de búsqueda y la orientación del sistema de coordenadas encontrado.

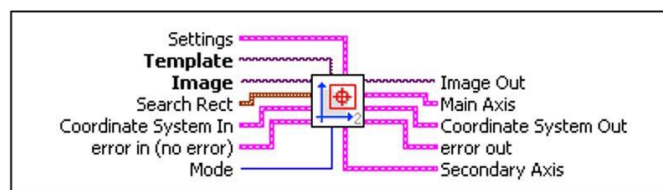


Figura 105.- Conectores del Imaq Find CoordSys (Pattern) 2

Una vez analizada la imagen es publicada con el sistema de referencia, además el sistema de coordenadas del VI es enviado a la sección 7.

En el paso 4 se establece un tiempo.

En el paso 5 se establece puntos a medir; para ello se utiliza el Imaq Clamp Vertical Max el cual mide una distancia en la dirección vertical desde el lado horizontal del lado sobresaliente del centro del área buscada. Este VI localiza bordes a lo largo de un juego de líneas paralelas buscadas, o rastro. Las formas son determinadas basadas en su contraste y declive.

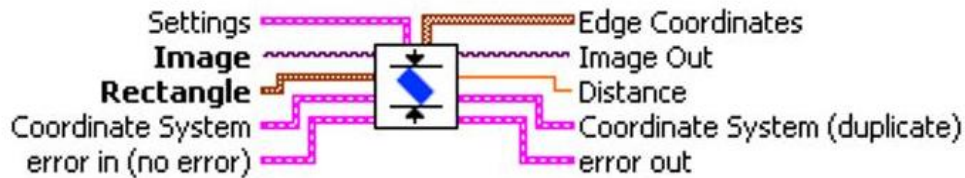


Figura 106.- Conectores del Imaq Clamp Vertical Max

En este VI se determina un área en la cual se va ejercer la función

También en este paso se efectuara el Imaq Find Circular Edge el cual localiza un borde circular en un área de búsqueda. Este VI localiza los puntos de intersección entre un juego de líneas de búsqueda definido con un rayo y el borde de un objeto. La intersección de puntos son determinados basados en sus contrastes y declive.

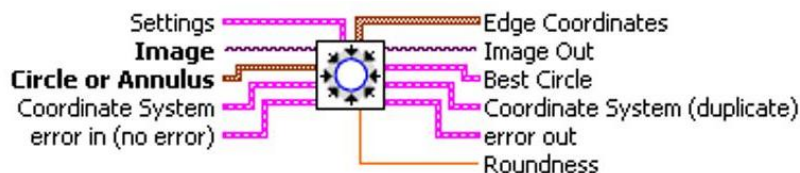


Figura 107.- Conectores del Imaq Find Circular Edge

De igual manera se debe determinar un área en la cual se ingresa datos como el centro en el eje "x" e "y" el radio interno, externo, ángulo de inicio y ángulo de fin.

De estos VI se publica la imagen patrón localizando los puntos para efectuarse la toma de medidas.

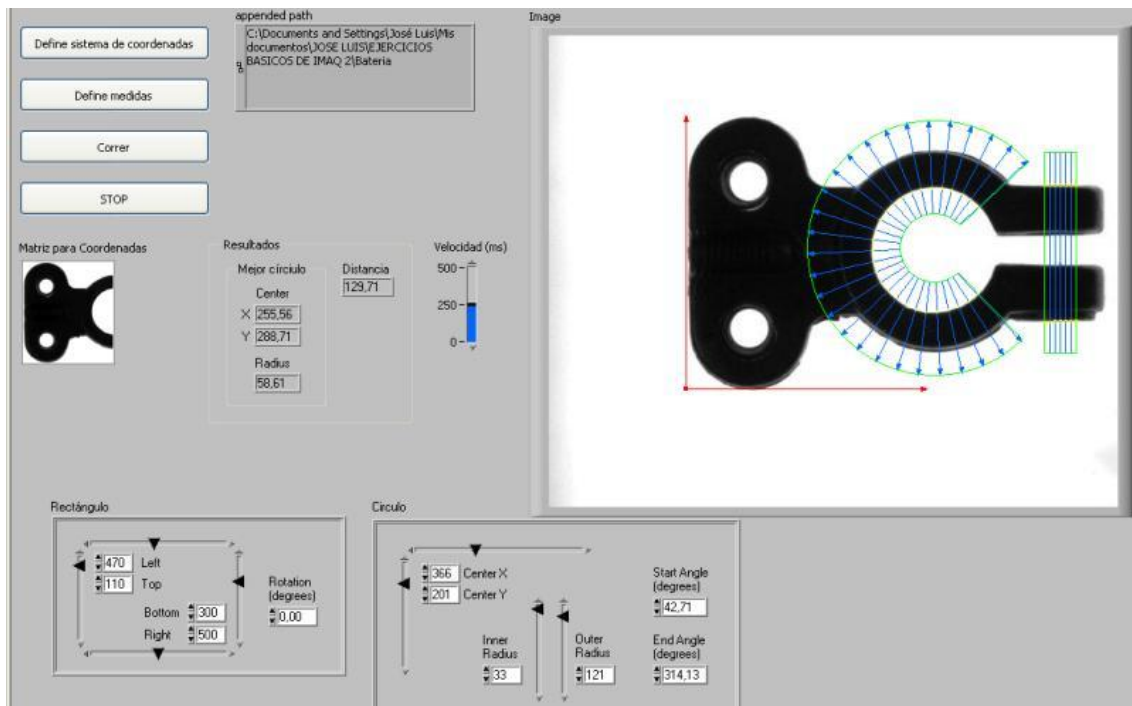


Figura 108.- Inspección de bornes de batería- localiza un borde circular en un área de búsqueda-panel frontal.

El programa exige que se pulse la siguiente acción una vez concluido un tiempo determinado.

En el paso 7 sección 0 nos encontramos con las siguientes funciones.

La información que se recibe del paso 0 de la Matriz de Imágenes ingresa a la función "Array Size" el cual retorna el número de elementos en cada dimensión de la matriz.



Función 109.- Conectores del Array Size

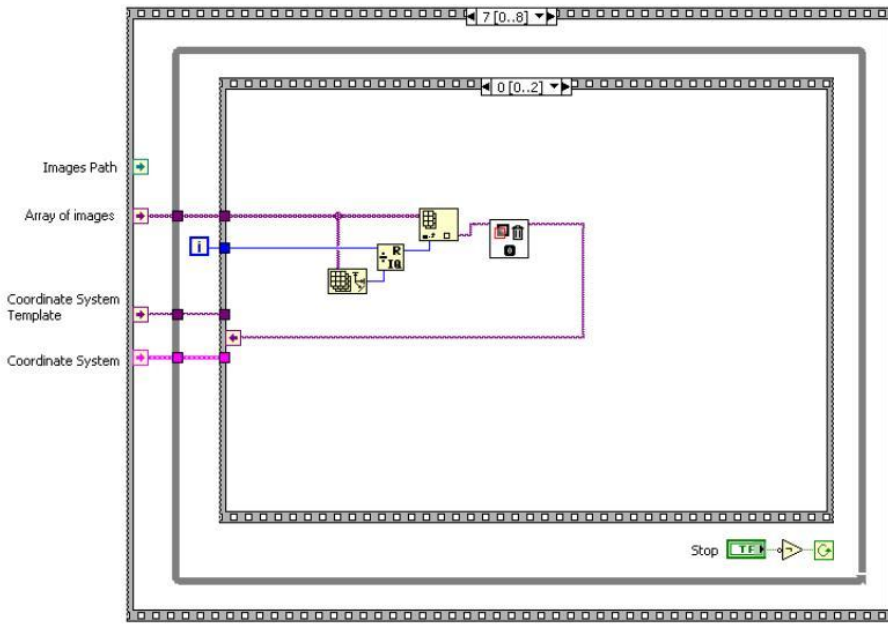


Figura 110.- Inspección de bornes de batería-ubicación de sistema de coordenadas-panel de control.

Y también la información mencionada anteriormente ingresa a la función Index Array.

Con la función Quotient & Remainder la cual calcula el cociente entero y el residuo de dos cantidades que ingresa por sus inputs.



Figura 111.- Conectores Quotient and Remainder

De esta manera se va generando cada una de las imágenes ingresadas en la matriz de imágenes; ya que realizada la operación el residuo generado por Quotient & Remainder ingresa al índice de Index Array; las imágenes generadas se superponen a las imágenes anteriores y estas son limpiadas con el Imaq Clear Overlay.

Nuevamente se espera un tiempo y luego de que se presiona el botón correr, se ingresa en el paso 7 sección 1

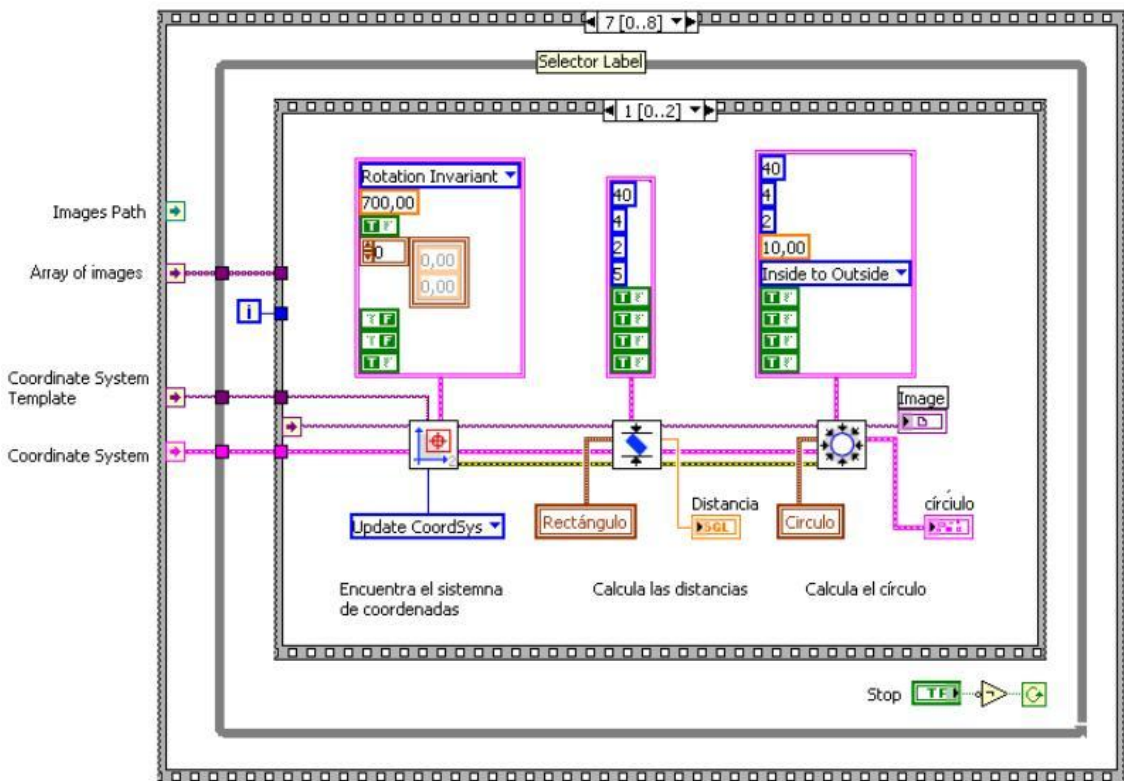


Figura 112.- Inspección de bornes de batería-comparación de la imagen patrón con imágenes pruebas-panel de control.

En este paso ingresa tres informaciones; la primera proviene de la plantilla del Sistema de Coordenada establecido en el paso 3, la segunda del Sistema de Coordenadas también procesado en el paso 3 y la tercera información proviene de la generación de las diferentes imágenes ingresadas del paso 5. De tal manera estas informaciones ingresan al Imaq Find CoordSys (Pattern) 2 en el

cual el programa busca la imagen patrón y ubica el sistema de coordenadas; sin importar la posición en la que se encuentre.

Una vez establecido el sistema de referencia las imágenes son analizadas por el Imaq Clamp Vertical Max y el Imaq Find Circular Edge las cuales miden en las áreas establecidas las distancias y diámetros de círculo; posteriormente los datos son publicados.

El programa finaliza una vez que se pulse la tecla stop.

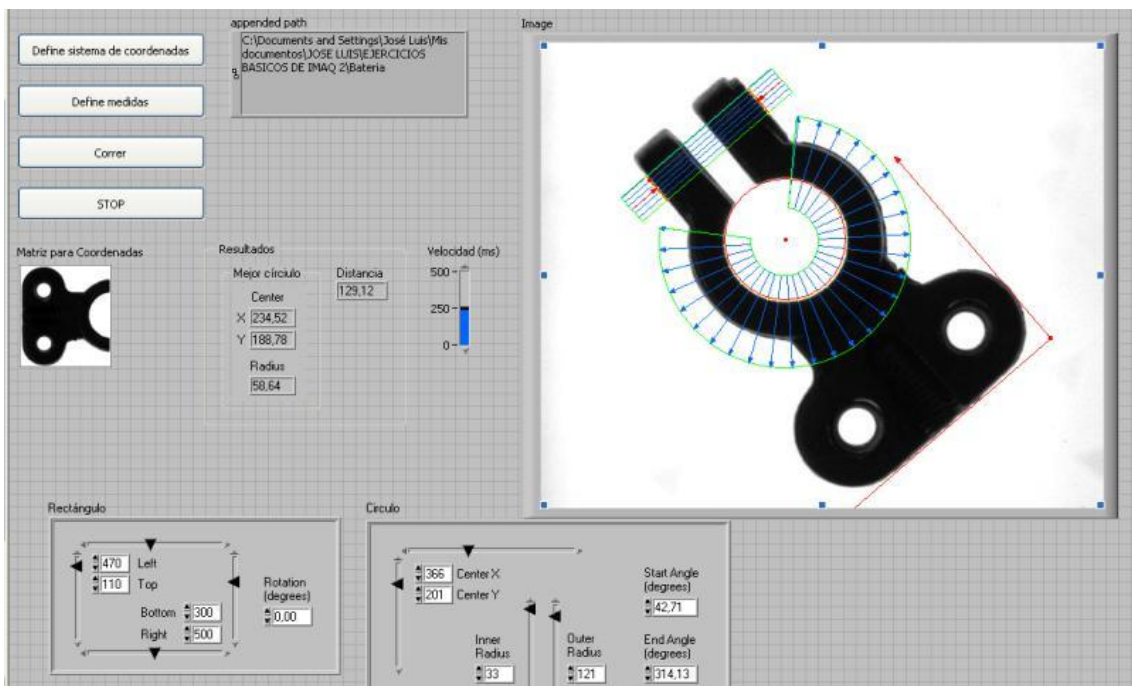


Figura 113.- Inspección de bornes de batería-Toma de medidas -diagrama de bloques.

CAPITULO IV

4.- MONTAJE DEL MÓDULO FOTOGRÁFICO DE CERTIFICACIÓN DE MEDIDAS.

4.1. Selección de componentes.

Los principales elementos para realizar el montaje del módulo son:

- **Cámara fotográfica.**
- **Fire Board Red TM**
- **Motor paso a paso**
- **Tarjeta de control del motor paso a paso**
- **Estructura**

Cámara fotográfica.- Se selecciono una cámara digital color Fire-i la cual puede realizar capturas de 30 fps a 640x480 de alta calidad ajustable y compatible con Windows XP y con Labview y Imaq.

La cámara es alimentada por el cable de datos (interfaz) con un voltaje de 12V DC, 1A o por un adaptador DC de las mismas características de alimentación.

La cámara estará colocada sobre una campana enfocando hacia el objeto a ser fotografiado la campana tiene como objeto impedir el ingreso de luz por encima de la cámara y crear una zona oscura donde se realizaran las tomas.

Fire Board Red TM .- Es una tarjeta de adquisición de datos la que debe ir montado en el interior de la PC en PCI spot vacío la misma que sirve como interfaz entre la PC y la cámara por medio de un cable de datos "Fire Wire 1394", para lo cual es necesario la instalación del software.

Acerca del cable de datos "Fire Wire 1394" es un estándar multiplataforma para entrada/salida de datos en serie a gran velocidad. Entre las principales características de este tipo de cables, se puede mencionar alta velocidad de transferencia de datos, flexibilidad de conexión, en algunos casos supera la velocidad de un USB; alcanzando velocidades de hasta 400 megabits por segundo.

Motor paso a paso.- Es un motor de pasos unipolar de 12V DC con corriente de 2A.

El motor de paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos. Los motores unipolares tienen seis terminales libres (además de los extremos de los dos bobinados hay otros dos cables conectados en las tomas intermedias de las bobinas) los cuales se conectan directamente al positivo de la alimentación.

Los motores paso a paso unipolares se denominan así ya que la corriente que circula por los diferentes bobinados siempre circula en el mismo sentido. En los motores bipolares para que el motor funcione la corriente que circula por los bobinados cambia de sentido en función de la tensión que se aplica. Por lo que un mismo bobinado puede tener en uno de sus extremos distinta polaridad (bipolar).

El motor paso a paso es el encargado de mover una banda la cual desplaza los objetos a la campana de fotografía.

Tarjeta de control del motor paso a paso.- Esta tarjeta es la encargada de recibir las señales de pulsos desde el ordenador en una secuencia predeterminada las cuales son amplificadas para alimentar las bobinas del motor para producir movimiento del mismo. Funciona con un voltaje de 12V.

Consta de un puerto paralelo (LPT1).- Labview proporciona herramientas de gran utilidad para manejos del puerto LPT1 entre la PC y un periférico se encuentran ya programadas en forma de instrumentos virtuales.

Circuito integrado CI 7415245 .- protege el puerto de la computadora en caso de producirse un cortocircuito en el circuito de potencia .

Transistor Darlington (TIP 121).- actúa como interruptor al recibir la señal de la PC cerrando el circuito de potencia para alimentar las bobinas del motor.

Regulador de voltaje (R72).- estabiliza el voltaje de la fuente para el circuito de control.

Diodos.- sirven como elemento de protección del motor .

Estructura.- Es el soporte donde se encuentran dispuestos cuatro rodillos que mueven la banda que transporta los objetos a ser fotografiados. Además es donde se encuentran los demás elementos del modulo fotográfico.

4.3 Construcción y montaje del equipo de fotografía y adquisición de imágenes

Por tratarse de un prototipo didáctico se construyó su estructura con perfilera metálica dándole una forma adecuada para que en el se puedan montar y acoplar los distintos componentes que conforman el módulo fotográfico con una altura de 0,35m de alto, 1,2 m de largo y con un ancho 50 cm .

Para el desplazamiento de los objetos a ensayar fue necesario de una banda transportadora la cual fue construida en plástico transparente en un ancho de 20cm la misma que esta apoyada en rodillos que están fijos a la estructura, esta

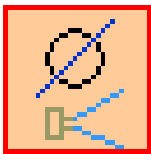
es impulsada por un motor paso a paso controlado desde el ordenador a través de una tarjeta electrónica, el cual está anclado a la estructura con una regulación que permite la tensar la banda que une el motor y el rodillo motriz.

La cámara fue fijada sobre una campana construida en tol y esta fijada a la estructura de tal forma que limite la cantidad de luz y que permita el ingreso de los objetos a ensayar.

Era necesario orientar la iluminación para que resalte los contornos de los objetos en mención. Por lo cual se instaló un reflector en la parte inferior de la estructura y una mica fija a la estructura, que permita el paso de luz.

Para alimentar la tarjeta electrónica y accionar al motor se instaló una fuente corriente continua perfectamente rectificada. Esta fuente está anclada en la estructura cerca de los demás componentes.

Control de Imagen (programa principal)



Icono

El programa está representado por el siguiente icono.

Panel Frontal

El programa tiene el siguiente panel frontal, en el se puede observar: el número de piezas medidas, las medidas del círculo en el que obtenemos las coordenadas de la posición central y la medida del diámetro.

La imagen de la pieza a ser medida (Imagen 2) y de la pieza acondicionada por medio de un Threshold en la que se realiza propiamente la medición "Image Array" de todas las piezas, estos valores se obtienen una vez finalizado todas las mediciones.

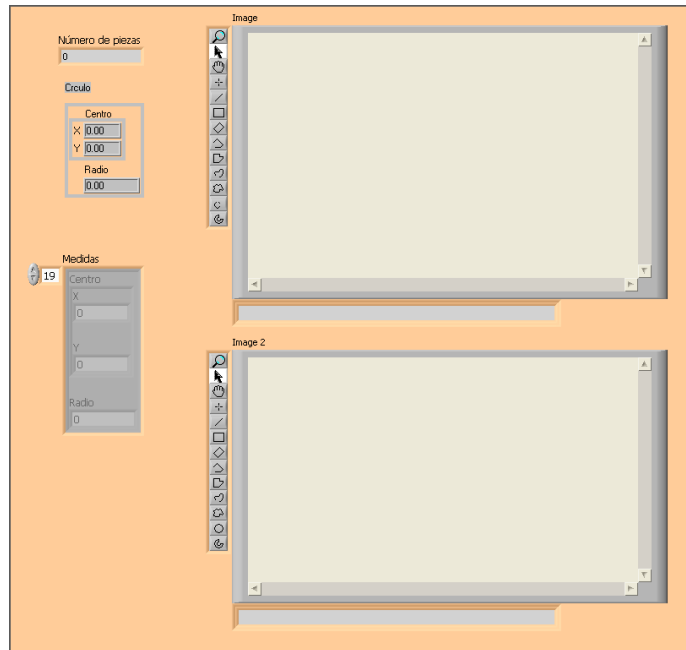


Figura # 118 .- Panel Frontal

Diagrama de bloques

En él se desarrolla la programación propiamente dicha, consta en primer lugar de una estructura para la adquisición de dos matrices, la matriz de una fotografía previa de un modelo de la pieza a ser medida y de una matriz del lugar en el que se colocara el eje de coordenadas referenciales.

Consta luego de un "While Loop" que se repite cada vez que el operador desee tomar una medición, dentro de este "While Loop" existe una estructura de secuencia que realiza los siguientes pasos:

1. Acciona el motor de pasos para el avance de la banda transportadora.
2. Adquiere una fotografía de la pieza a ser medida.
3. Realiza un acondicionamiento "Threshold" de la pieza a ser medida.

4. Compara la pieza fotografiada y acondicionada con las matrices obtenidas previamente colocando el eje de coordenadas y los puntos a ser medidos y finalmente realiza las medidas correspondientes.

5. Despliega un cuadro de dialogo en el que pregunta al operario si desea continuar con la medición de otra pieza.

Si se decide finalizar con las mediciones el "While Loop" finaliza y todas las medidas son alojadas en el "array" de mediciones.

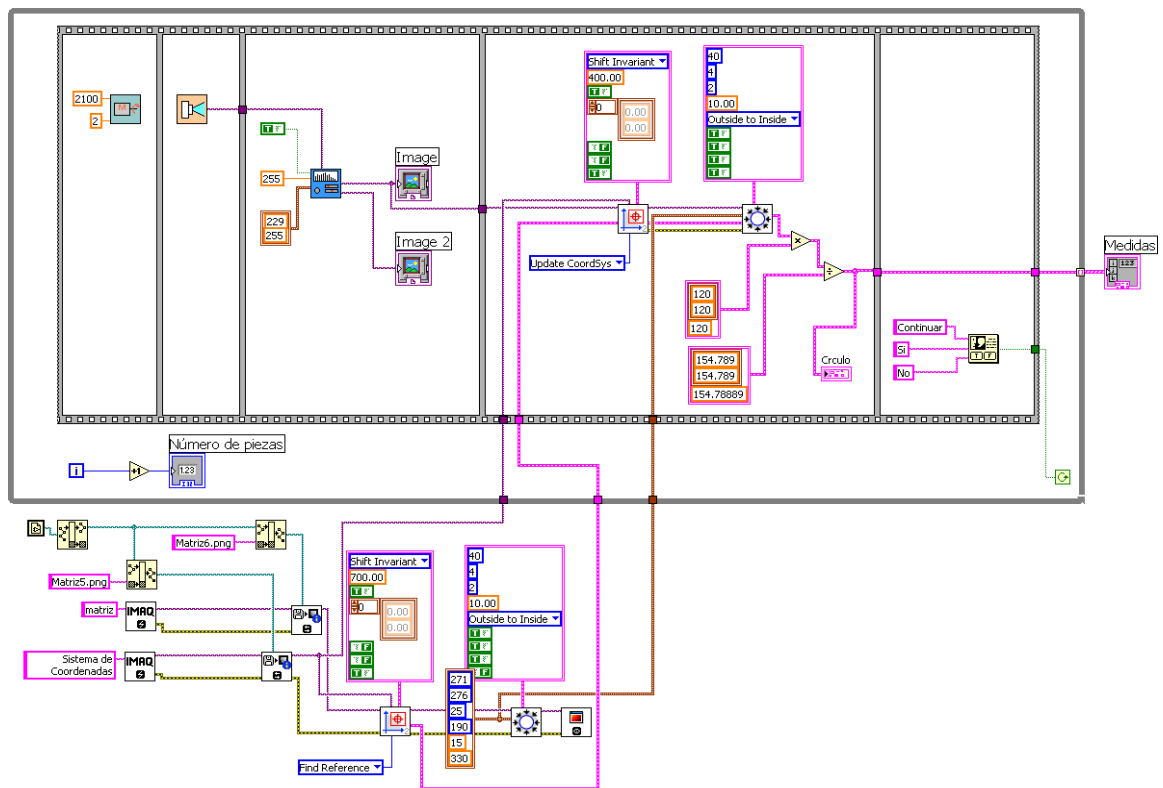


Figura # 119.- Diagrama de bloques

Adquisición de matrices

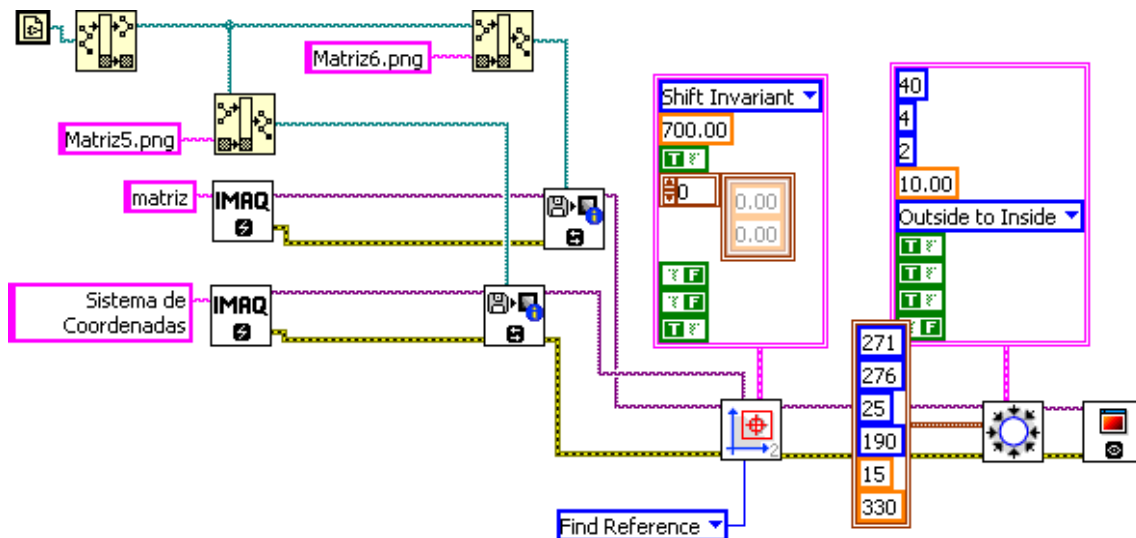
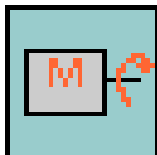


Figura # 120 .- Adquisición de matrices-diagrama de bloques

Esta estructura nos permite adquirir las matrices alojadas en formato "png" ubicadas en el lugar donde se aloja el programa principal, en este caso con el nombre de Matriz5.png y Matriz6.png, en estas matrices el programa coloca el eje de coordenadas referencial y los puntos a ser medidos, en este caso un diámetro.

Accionamiento del motor de pasos

Es un SubVI que en el programa está representado por el siguiente icono:



En este SubVI se envía una cadena de pulsos secuenciales por el puerto paralelo para que a través de una tarjeta de acople accione un motor de pasos que hace avanzar la cinta transportadora con la pieza a ser fotografiada.

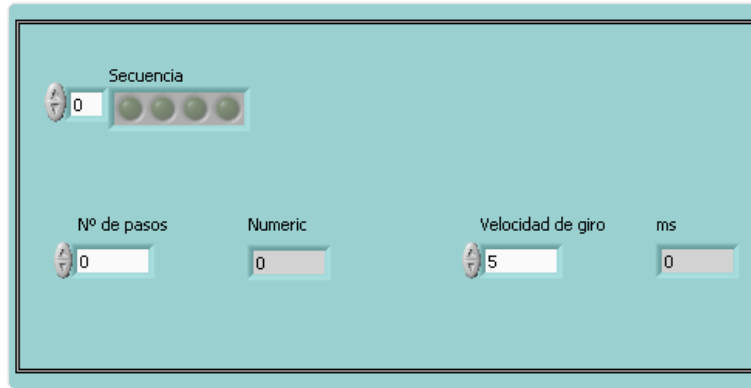


Figura #121 .- Panel Frontal del control del motor paso a paso

En el panel frontal se puede observar el encendido de unos leds que indican de que manera se está dando los pulsos para generar los pasos del motor.

Se dispone también de un control numérico por el cual ingresamos el número de pasos que debe girar el motor para hacer avanzar la cinta transportadora a una longitud determinada.

Con otro control numérico se permite el ingreso en milisegundos del tiempo que debe durar cada paso, a menor tiempo más rápido avanza la cinta transportadora.

A continuación se puede observar el diagrama de bloques en el cual se realizó la programación de este SubVI.

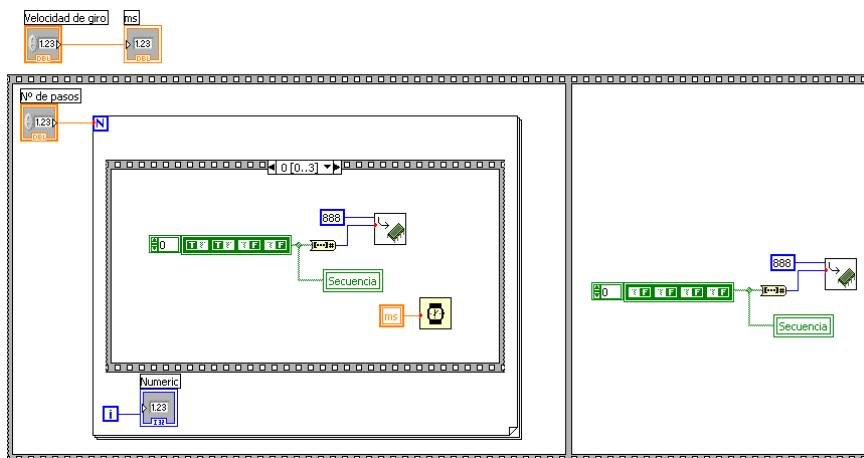
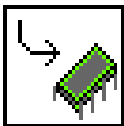


Figura # 122.- Diagrama de bloques-control de motor paso a paso

En el diagrama de bloques se ha realizado el programa de la siguiente manera:

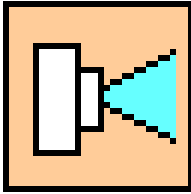
1. La velocidad de giro es ingresada a un indicador numérico y alojada en una variable llamada "ms".
2. Se ingresa en una estructura de secuencia de dos "frames" que en el primer "frame" dispone de un "forloop" que repite la rutina programada en su interior (envío de pulsos al puerto paralelo) un número de veces determinado por el número de pasos.
3. Dentro del "forloop" existe otra estructura de secuencia constante de cuatro "frames" o pasos en los cuales cada uno envía un determinado orden de salida digital TTL (5 V c.c.) por un determinado pin del puerto paralelo los cuales encienden una determinada bobina del motor de pasos. El envío de señal al puerto paralelo se logra a través del puerto 888 del puerto paralelo el cual está representado por el siguiente icono:



4. Cada señal que sale por el puerto paralelo tiene una duración determinada por la memoria "ms" (milisegundos ingresados por velocidad de giro).
5. Una vez completado el número de pasos deseados se continúa en el segundo "frame" donde se apagan todas las salidas del puerto 888 del puerto paralelo para desenergizar las bobinas del motor de pasos.

Adquisición de la fotografía de la pieza a ser medida

La adquisición de la fotografía de la pieza a ser medida se realiza en un programa (VI) alojado en el programa principal como SubVI y representado por el siguiente icono:



Si se despliega el programa obtenemos el siguiente panel frontal el cual consiste de una pantalla para observar la pieza fotografiada.

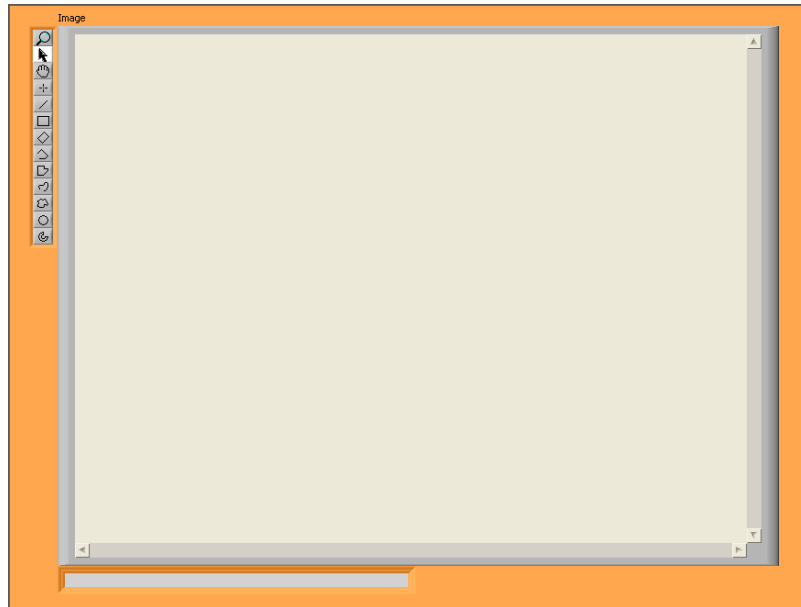


Figura # 122.- Panel Frontal-pieza fotografiada

El programa de adquisición de la imagen o fotografía de la pieza a ser medida se detalla en el siguiente diagrama de bloques:

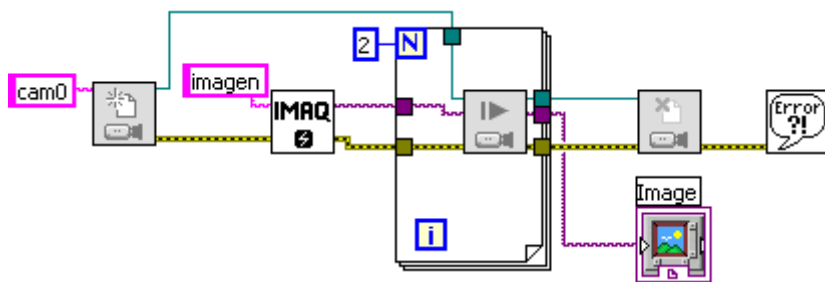


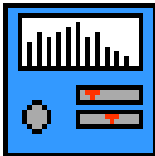
Figura # 123.- Diagrama de bloques readquisición de la imagen fotografiada.

En primer lugar se determina con que cámara se va a realizar la fotografía en este caso con "cam0", luego se reserva un espacio de memoria con IMAQ y se le nombra imagen, luego es adquirida la imagen y enviada a la pantalla "Image" el

espacio de memoria es desocupado al finalizar el proceso. Si se produce un error durante el proceso se despliega un mensaje indicando la causa y el origen del problema.

Acondicionamiento Threshold de la pieza a ser medida

Se realiza en el programa insertado como SubVI representado por el siguiente icono:



El panel frontal de este programa permite ingresar los datos necesarios para realizar el "Threshold" de la fotografía como son el rango máximo y mínimo de los píxeles que se desean indicar en la pantalla Image 2, la fotografía original se muestra en la pantalla Image.

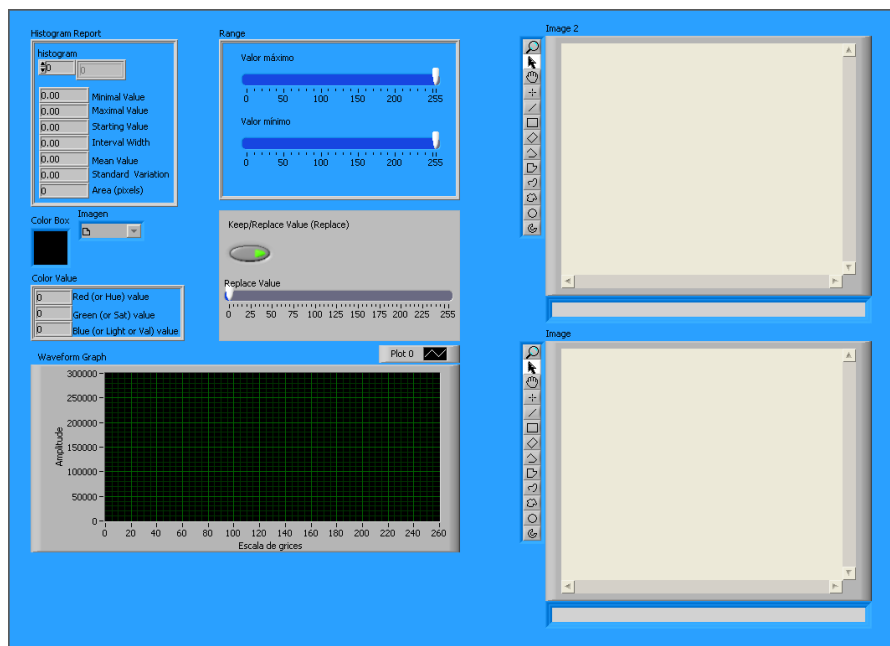


Figura # 124.- Panel Frontal-acondicionamiento de imagen.

Para la selección de los píxeles a ser indicados el programa nos permite observar cómo se distribuyen estos en una escala de grises con la ayuda de un histograma.

La fotografía realizada un "Threshold" es más fácil de medir ya que en ella se elimina partes innecesarias y que más bien estorbarían o provocarían un error de medición.

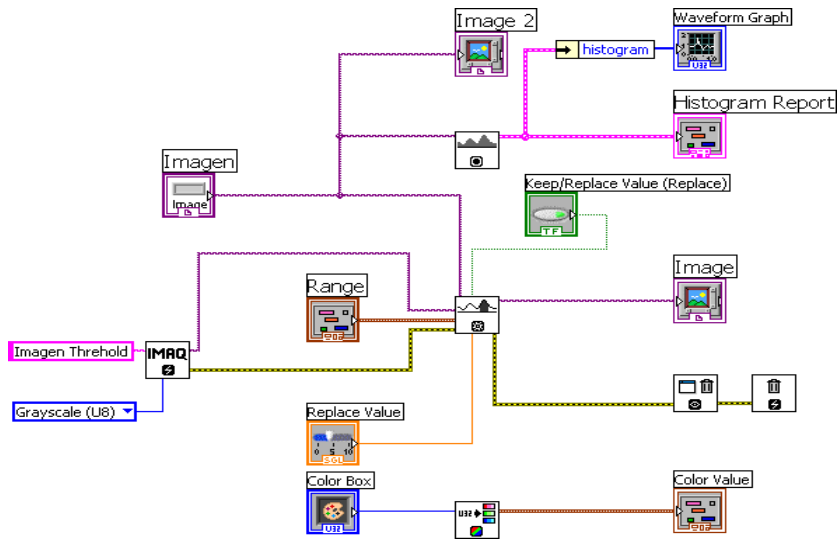


Figura # 125.- Diagrama de bloques-Threshold de la imagen

Medición

Como se puede observar en el siguiente bloque de programación la imagen adquirida y acondicionada con el "Threshold" es comparada con las imágenes de las matrices obtenidas ya con anterioridad, (esta comparación en este caso se realiza tomando como valor de similitud de 400/1000).

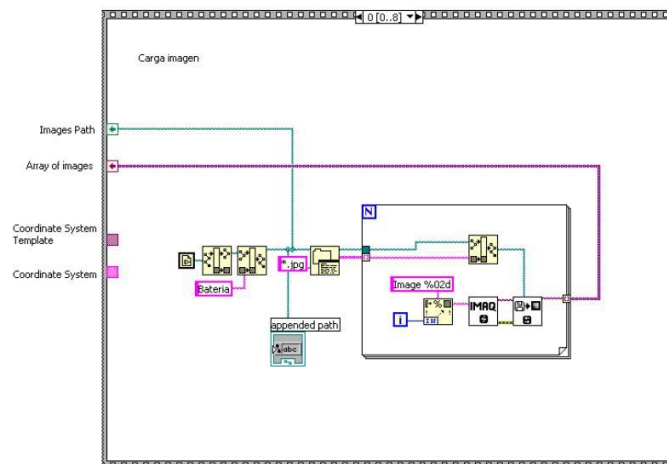


Figura # 126.- Diagrama de bloques-comparación de imágenes

Una vez encontrada la similitud se coloca el eje de referencia (Update CoordSys) y se ubica los puntos a ser medidos y se realiza la medición.

Los datos o resultados de la medición se muestran en el indicador numérico "Círculo". Los resultados originales se obtienen en píxeles pero a estos se los convierte a milímetros teniendo en cuenta la distancia a la que fue tomada la fotografía el tipo de lente y sensor de la cámara y la distancia focal.

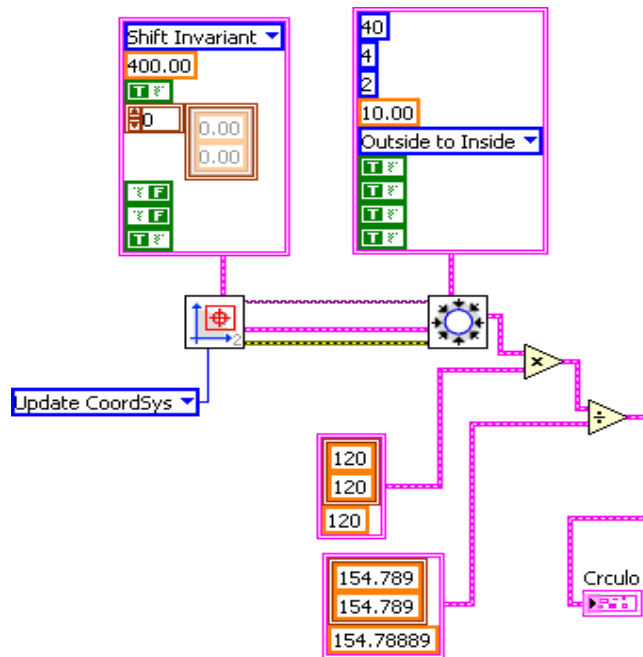


Figura # 127.- Diagrama de bloques-ubicación del sistema de coordenadas y medición en valores reales.

Medidas Una vez realizada la medición el programa despliega un cuadro de dialogo preguntando si se desea realizar continuar con otra medición.

Si la respuesta es afirmativa el programa repite toda la secuencia anterior y realiza otra medición; si la respuesta es negativa, el programa se detiene y datos de las mediciones realizadas a todas las piezas son enviadas a un "array" (arreglo o vector) llamado "medidas".

4.4 Comprobación del equipo fotográfico.

Una vez instalado el equipo en el laboratorio de Mecatrónica se procede al cableado del mismo.

La cámara se coloca en la parte superior de la campana, la cual se asegura con las solapas atornilladas a la misma.

Se conecta el cable Firewire 1394 desde tarjeta de adquisición de datos que se encuentra instalada en uno de los slot de la PC, a la cámara.

Se conecta el cable del puerto paralelo LPT1 desde el puerto de la PC al puerto de la tarjeta de control del motor.

Se conecta el cable de alimentación del reflector, el mismo que se encuentra accionado por un interruptor.

Se conecta el cable de alimentación de 110v a la fuente reguladora de voltaje. El motor funciona con 12V DC por lo que hay que comprobar con un multímetro voltaje de salida de los distintos pares de cables de la fuente.

Realizar la limpieza de partículas de polvo depositadas en el acrílico como en la banda transparente; para mejorar la transparencia y evitar que patine la banda.

Ubicar la pieza a ser analizada en el inicio de la banda transportadora.

Se debe tomar en cuenta que la iluminación externa existente de la habitación no ingrese en la campana para el éxito de la práctica, por lo cual la habitación se debe oscurecer.

4.4.1 Ensayos y Pruebas.

A continuación se describe una serie de ensayos y pruebas que llevarán a la consecución del programa "Control de Imágenes final CD"

Ensayo 1. Obtención de matrices

Para la obtención de matrices se debe seguir los siguientes pasos:

1. Toma de fotografía de la pieza patrón con el programa "camara VI" se asigna un nombre: "matriz6.png".

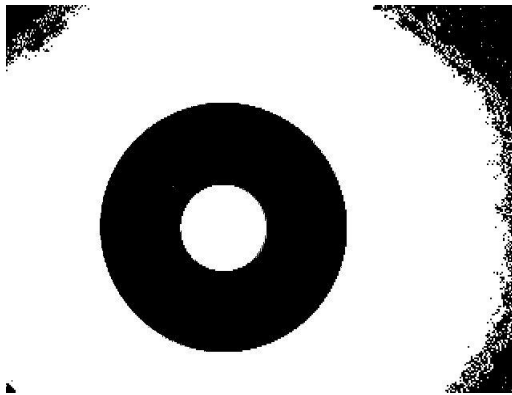


Figura # 128.- matriz6.png

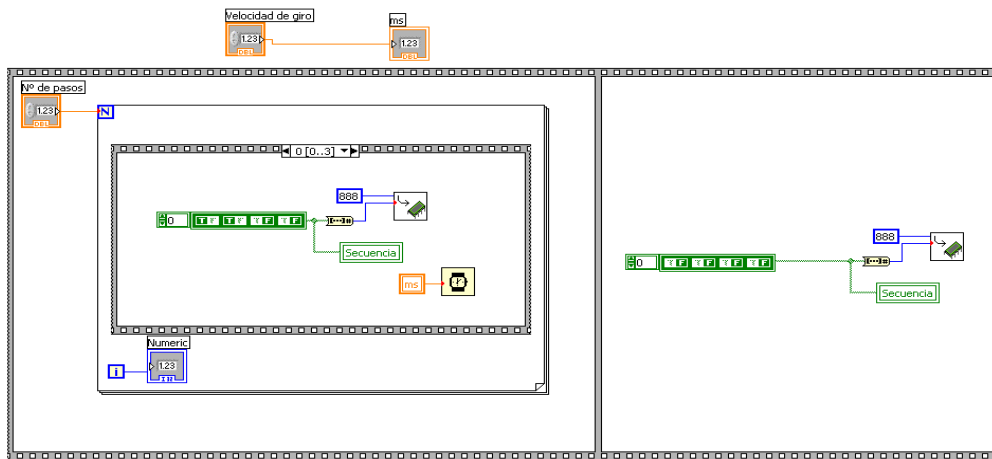
2. Se realiza una copia de la "matriz6.png" y con un graficador recortamos un cuadrante, así obtuvimos la segunda matriz, a cual la llamamos: "matriz5.png"



Figura # 129.- matriz5.png

Ensayo 2.- Calibración del recorrido de la banda transportadora

Una vez realizado el cableado necesario desde la fuente de alimentación a la tarjeta control y de esta al motor paso a paso, como también habiendo conectado la salida del puerto paralelo de la PC a la tarjeta de control del motor; se procede a la calibración del recorrido de la banda transportadora.



Los datos que se ubicaron para la calibración del motor paso a paso son los siguientes:

Tabla # 2.- Parámetros del motor paso a paso

N.- de pasos	Velocidad	Secuencia			
2100	2	V	V	F	F
		F	V	V	F
		F	F	V	V
		V	F	F	V

Figura # 130.- Diagrama de bloques-motor paso a paso

Ensayo 3.- Ubicación del sistema de coordenadas en matrices.

En la presente tesis se medirá el diámetro exterior de un CD.

Se ingresa al programa "Fijar coordenadas.vi", que se encuentra en la carpeta "Control de imágenes".

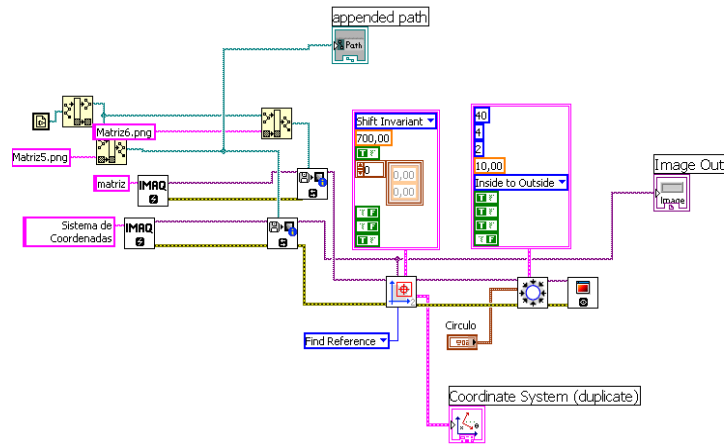


Figura # 131.- Diagrama de bloques-fijar coordenadas.

La primera matriz ingresa un "Build Path"; en el cual se coloca la dirección de la matriz, posteriormente ingresa a "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" como la imagen fuente; es decir la imagen patrón en la cual se sobrepondrá la segunda matriz con el sistema de coordenadas.

La segunda matriz ingresa de igual manera a otro "Build Path" posteriormente ingresa a "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" como la entrada del sistema de coordenadas.

Los parámetros del "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" debe contener los siguientes parámetros:

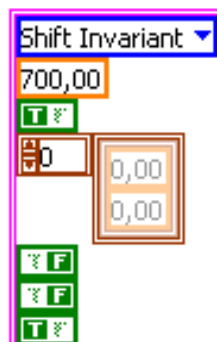


Figura # 132.- Parámetros del Imaq Find CoordSys (Pattern)2-matrices

Tabla # 3.- Parámetros del Imaq Find CoordSys (Pattern)2-matrices

Match Mode	Minimum Match Score	SubPixel Accuracy	Rotation Angle Range	Show Search Area	Show Features Found	Show Results
Shift Invariant	700	True	0	False	False	True

Posteriormente la imagen resultado ya con el sistema de coordenadas ingresa al "Imaq Find Circular Edge" el mismo es comparado con una región circular cuyos valores se los va determinando en función de la posición que va ocupando en la imagen.

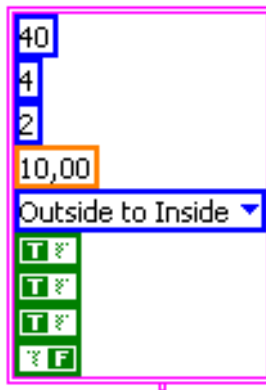


Figura # 133.- Parámetros Imaq Find Circular Edge-matrices

Tabla # 4.- Parámetros Imaq Find Circular Edge-matrices

Contrast	Filter width	Steepness	Subsampling Ratio	Scan Direction	Show Search Area	Show Search Lines	Show Edges Found	Show Results
40	4	2	10	Outside to inside	True	True	True	False

Los parámetros se establecen de la siguiente manera:

Ensayo 4.- Calibración del Threshold

Es importante determinar el valor del "threshold" adecuado para de esta manera obtener imágenes que ayuden al proceso.

La cámara toma una imagen y esta pasa ha ser analizada por un "histogram.VI" el cual determina la distribución de intensidades por número de clases. Además es analizado por el "threshold.VI", en este VI se determina rangos donde se limita valores de intensidad, de esta manera se puede filtrar valores de intensidad interesantes para la aplicación.

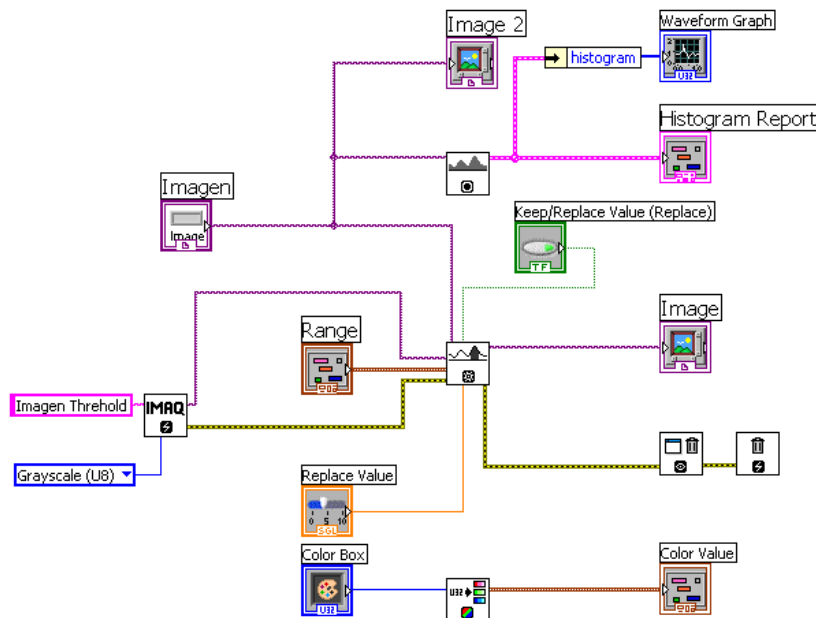


Figura # 132.- Diagrama de bloques-Threshold

Tabla # 5.- Parámetros de Threshold

Lower value	Upper value	Replace Value
229	255	True

Ensayo 5.-Calibración de Imaq Find CoordSys (Pattern) 2 y Imaq Find Circular Edge para las piezas a medir.

Se tiene que calibrar los parámetros de los VI que compararan las piezas a ser analizadas con las matrices.

A continuación se detallan los parámetros calibrados:

Tabla # 6.- Parámetros del Imaq Find CoordSys (Pattern) 2-piezas

Match Mode	Minimum Match Score	SubPixel Accuracy	Rotation Angle Range	Show Search Area	Show Features Found	Show Results
Shift Invariant	400	True	0	False	False	True

Tabla # 7.- Parámetros Imaq Find Circular Edge-piezas

Contrast	Filter width	Steepness	Subsampling Ratio	Scan Direction	Show Search Area	Show Search Lines	Show Edges Found	Show Results
40	4	2	10	Outside to inside	True	True	True	True

4.5 Toma de datos

Finalmente se procede a la toma de medidas de los CDs de prueba

A continuación se detalla una lista de medidas tomadas a las piezas de muestra.

Tabla # 8.- Toma de medidas a las piezas probadas

#	y	x	diámetro	Med real
1	201.00	225.62.	119.68	119.7
2	200.93	225.72	119.60	
3	201.01	225.72	119.65	
4	201.00	225.73	119.67	
5	201.00	225.73	119.67	
6	201.05	225.70	119.73	
7	201.07	225.10	119.54	
8	201.19	225.10	119.52	
9	201.13	225.17	119.59	
10	201.15	224.98	119.51	

CAPITULO V

5. M A N U A L D E L E Q U I P O

5.1 M a n u a l d e l u s u a r i o .

A continuación se describe los pasos que el usuario del banco de certificación de medidas debe seguir para su normal funcionamiento del mismo:

1. Instalación del Labview 8.2., para lo cual se debe seguir los pasos que el instalador le exige tales como: condiciones o términos del programa, el número de archivos de Labview necesarios según su aplicación; además el usuario debe contar con la respectiva clave. Posteriormente el instalador exige llenar una ficha en la cual se describe información del usuario como el nombre del usuario, ubicación, teléfono, institución, etc. Finalmente el instalador le muestra un mensaje en el cual le indica al usuario la confirmación del uso del programa por parte del constructor, para lo cual le muestra algunas maneras de realizar dicha confirmación.
2. Instalación de Imaq Visión, para lo cual se sigue pasos muy similares a la instalación de Labview.
3. Instalación de los "drivers" de la cámara UNIBRAIN Fire-i que se encuentra en el CD Fire Wire Digital Imaging, de esta manera se instala la versión 3.0.
4. Instalación de la tarjeta de adquisición de datos para ello, se debe apagar el computador y sacar la solapa protectora. A continuación colocar la tarjeta en una "slot" libre, asegurarla con los respectivos tornillos y cerrar nuevamente la solapa que protege el computador, para finalmente encender el computador.
5. Se conecta el Firewire 1394 de uno de los conectores de salida de la tarjeta de adquisición a uno de los conectores de la cámara.
6. Comprobación del funcionamiento de la cámara. Cuando la cámara esta conectada correctamente se enciende en su carcasa un destello verde,

cuando esta en funcionamiento la cámara un destello naranja; revise su funcionamiento ingresando al software instalado y observe las imágenes que capta la cámara.

7. Ubique la cámara en la parte superior de la campana y asegúrela con las solapas atornilladas a la misma.
8. Accione los interruptores de iluminación y funcionamiento de fuente; para de esta forma obtener el voltaje necesario para el funcionamiento de la tarjeta y el motor como así también las condiciones necesarias de iluminación.
9. Para realizar la comparación de medidas de piezas, se debe seleccionar una pieza que cumpla con las condiciones de patrón o plantilla; para ello se debe seguir las instrucciones en el Capítulo 4- Sección 4.3 Construcción y montaje del equipo de fotografía y adquisición de imágenes-Obtención de matrices.
10. Una vez capturadas y almacenadas las imágenes patrón se procede a realizar la comparación de las demás piezas con dicha plantilla, para ello se debe colocar las piezas a la entrada de la banda y proceder a correr el programa, vigilando que la banda no patine por peso de la pieza en rodillos, atascamiento al entrar en la campana, o desalineamiento de la banda por causa de sus rodillos. Para ello se debe poner atención en la tensión de los resortes, alineación de los rodillos, como también tamaño y peso de las piezas.
11. Obtención de resultados y comparación con medidas manuales para determinar el grado de error cometido en los ensayos.

5.2 Elaboración de un programa de mantenimiento para el equipo elaborado.

Entendiéndose como programación de mantenimiento la determinación de cuando se debe realizar cada una de las tareas planificadas de acuerdo a la disponibilidad del recurso humano y requerimientos del equipo de acuerdo a los programas de producción.

Para lo cual se debe distinguir sus elementos y el tipo de mantenimiento que requiere cada uno de ellos pudiendo diferenciar cuatro grupos:

- Estructura de la maqueta.
- Elementos rodantes.
- Componentes eléctricos y electrónicos.
- Equipo fotográfico de adquisición de imágenes.

Frecuencia de mantenimiento

Es la magnitud con la que se repetirán los trabajos de mantenimiento en sus distintos componentes. La frecuencia inicialmente se determina realizando estimaciones, a la falta de manuales de mantenimiento en la mayoría de los casos. A medida en que se presenten fallos en el equipo se deberá realizar los ajustes pertinentes en las frecuencias de mantenimiento; y realizando un análisis de las causas y posibles soluciones, así de esta forma mejorar la confiabilidad del equipo.

Estructura del módulo fotográfico.- Por no trabajar bajo esfuerzos y ser un soporte estático es la parte menos propensa a fallos o averías, por lo tanto su frecuencia de mantenimiento deberá ser semestralmente.

Elementos rodantes.- Son componentes que requieren de una mayor frecuencia de mantenimiento por lo tanto sus tareas se realizarán mensualmente.

Componentes eléctricos y electrónicos.- Estos componentes no tienen una vida útil determinada y sus fallos son inesperados por lo cual su revisión será cuando estos fallen.

Equipo fotográfico y adquisición de imágenes.- es el componente más delicado y propenso a fallas por lo cual se deberá tener cuidado en su manipulación y su frecuencia de mantenimiento será antes de cada puesta en operación diaria.

Banco de tareas del módulo fotográfico.

Revisión de la estructura módulo fotográfico.

Procedimiento:

- Desconectar el módulo.

- Desmontaje de cada uno de los elementos eléctricos y electrónicos sujetos a la misma.
- Limpieza de polvo o posible corrosión de la estructura metálica.
- Aplicación de pintura anticorrosiva.
- Montaje de elementos eléctricos y electrónicos.

Revisión de elementos rodantes.

Procedimiento:

- Desconectar el módulo.
- Desmontaje de los rodillos con sus respectivos rodamientos.
- Limpieza de rodamientos y rodillos.
- Revisión o cambio de rodamientos.
- Lubricación de rodamientos y rodillos.
- Montaje de los rodillos y banda transportadora.

- Ponemos en marcha la banda transportadora.
- Verificamos ruidos y defectos visuales.

Revisión de elementos eléctricos y electrónicos.

Procedimiento:

- Desconexión del módulo.
- Desmontaje de la tarjeta.
- Realizar una inspección visual de la tarjeta para comprobar que no tenga imperfecciones ni incrustaciones de ningún tipo.
- Comprobar con un multímetro la alimentación de energía del sistema este dentro de los parámetros establecidos.
- Reposición de dispositivos eléctricos o electrónicos deteriorados.
- Comprobamos mediante un óhmetro que exista continuidad en cada uno de los elementos reemplazados.
- Instalación de la tarjeta.

Revisión del equipo fotográfico y adquisición de imagen.

Procedimiento:

- Desconexión del módulo.
- Limpiamos polvo e impurezas adheridas cámara y adquisición de imagen.
- Revisión visual de los diferentes cables y conectores instalados al computador.

Tabla # 9.- Ficha de Rodamientos

FICHA DE DATOS	
ELEMENTO: Elementos rodantes	
Marca: TOYO	Serie:
Modelo:	Año de fabricación:
Fecha de adquisición:	Costo de adquisición:
Fabricante:	Numero de partes de Máquina:
Características generales:	

Tabla # 10.- Ficha de Motor paso a paso

F I C H A D E D A T O S	
ELEMENTO: MOTOR PASO APASO	
Marca: STEPPING	Serie: BP 484222
Modelo: _	Año de fabricación: _
Fecha de adquisición:	Costo de adquisición:
Fabricante: BROTHER IND LTD.	Numero de partes de Máq:
Características generales: MOTOR PASO APASO UNIPOLAR DE 4 BOBINAS.	

Tabla # 10.- Ficha de equipo fotográfico y adquisición de datos

F I C H A D E D A T O S	
ELEMENTO: Equipo fotográfico y adquisición de datos.	
Marca: FIRE-1	Serie:
Modelo:1394	Año de fabricación: 2004
Fecha de adquisición: 2006	Costo de adquisición: 380 \$
Fabricante: UNIBRAIN	Numero de partes de Máq:
Características generales: Cámara fotográfica despliega 30 fps a 640 X 480 con un cuadro claro de cristal	

Tabla # 11.- Ficha de estructura

F I C H A D E D A T O S	
E L E M E N T O : E S T R U C T U R A	
Marca: NACIONAL	Serie:
Modelo::	Año de fabricación: 2007
Fecha de adquisición:	Costo de adquisición:200
Fabricante:	Numero de partes de Máq:
Características generales: Construcción en acero estructural ASTM A 36 Angulo laminado.	

5.3 Elaboración de guías y manejo del equipo.

Ensayo 1. Obtención de matrices

Para la obtención de matrices se debe seguir los siguientes pasos:

3. Toma de fotografía de la pieza patrón con el programa "camara VI" que se encuentra en la carpeta de "control de imagen", a dicha fotografía se le asigna un nombre y se debe grabar con extensión "pdf", de esta manera se obtiene la primera matriz. Se debe tomar en consideración que las condiciones de iluminación durante la obtención de matrices son las mismas durante el análisis del resto de piezas.
4. De la matriz obtenida anteriormente se realiza una copia, para posteriormente trabajar en dicha copia con la ayuda de un graficador, y de esta obtener una cierta área; este pedazo obtenido debe cortarse lo más próximo posible a sus aristas, en donde posteriormente se ubicará el sistema de referencia. De esta manera se obtiene la segunda matriz, sin antes haberle asignado un nombre.

5. Se graba las matrices obtenidas en la carpeta "control de imagen" o en el nivel donde se encuentre el programa que utilizará las mismas.

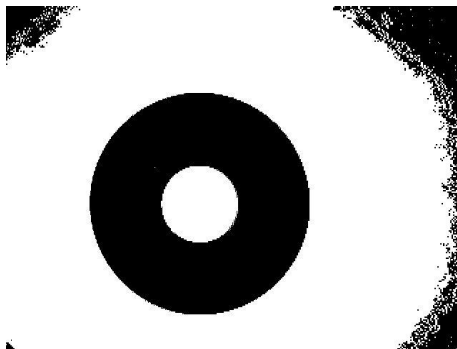


Figura # 128.- Matriz 1



Figura # 129.- Matriz 2

Ensayo 2.- Calibración del recorrido de la banda transportadora

Una vez realizado el cableado necesario desde la fuente de alimentación a la tarjeta control y de esta al motor paso a paso, como también conectado la salida del puerto paralelo del PC a la tarjeta de control del motor; se procede a la calibración del recorrido de la banda transportadora.

El objetivo de calibrar el recorrido de dicha banda es con el afán de obtener una posición lo más perpendicular al lente de la cámara, y de esta manera disminuir los errores en la toma de medidas; para lo cual se siguen los siguientes pasos:

1. Ingresar al programa "m p p d.VI", en el cual encontramos parámetros como: número de pasos, velocidad de giro, secuencia, tiempo de duración del paso y cantidad de repeticiones de la secuencia.
2. Ubicamos la pieza en la señal de partida de la banda y arrancamos el módulo.
3. Observamos que distancia recorrió y corregimos hasta obtener una posición perpendicular al objetivo o lente de la cámara; para ello nos valemos de la modificación de los parámetros antes mencionados que controlan al motor.

Debemos tomar en cuenta el tensionado de la banda para evitar patinajes de la misma, como también evitar desalineamiento de rodillos que componen el sistema para así evitar el recorrido de la banda a uno de los costados de los rodillos.

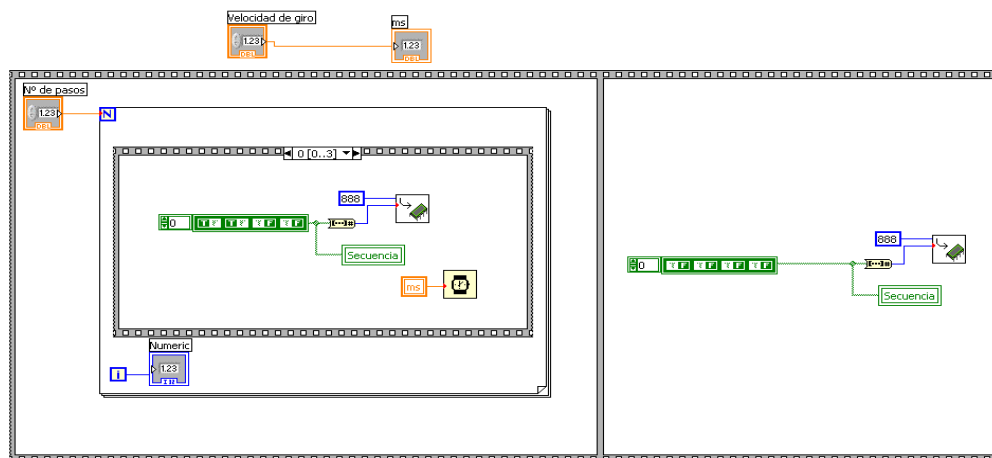


Figura # 130.- Diagrama de bloques-motor paso a paso

Ensayo 3.- Ubicación del sistema de coordenadas en matrices.

En la presente tesis se medirá el diámetro exterior de un CD, por tal motivo se calibrará la matriz en dicho propósito.

Se ingresa al programa "Fijar coordenadas.vi", que se encuentra en la carpeta "Control de imágenes".

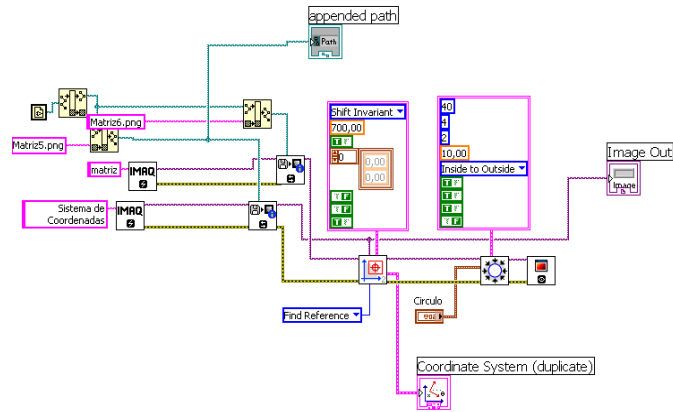


Figura # 131.- Diagrama de bloques-fijar coordenadas

La primera matriz ingresa un "Build Path"; en el cual se coloca la dirección de la matriz, posteriormente ingresa a "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" como la imagen fuente; es decir la imagen patrón en la cual se sobrepondrá la segunda matriz con el sistema de coordenadas.

La segunda matriz ingresa de igual manera a otro "Build Path" posteriormente ingresa a "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" como la entrada del sistema de coordenadas.

El "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" debe estar en el modo "Find Referente"

Los parámetros del "Imaq Find CoordSys (Pattern)2" debe contener los siguientes parámetros:

- "Match Mode" en "Shift Invariant" significa que la imagen buscada no a variado en su posición mas de 4 grados.
- "Minimum Match Score" se ubicó en 700. Este valor indica el mínimo marcador de emparejamiento con la imagen patrón.

- "SubPixel Accuracy" en "True" determina si los resultados de emparejamiento son devueltos con un subpixel de precisión.
- "Rotación Angle Ranges" esta "0" grados e indica el grado de inclinación de la imagen.
- "Show Search Area" esta en "True" indica el área de búsqueda sobre puesta en la imagen.
- "Show Feature Found" esta en "True" indica si los centros y el rectángulo límite son sobre puesto en el resultado de la imagen.
- "Show Result" esta en "False" indica si la posición y orientación del sistema de coordenadas son sobre puesto en la imagen resultado.

Posteriormente la imagen resultado ya con el sistema de coordenadas ingresa al "Imaq Find Circular Edge" el mismo es comparado con una región circular cuyos valores se los va determinando en función de la posición que va ocupando en la imagen.

Los parámetros se establecen de la siguiente manera:

- "Contrast" se encuentra en 40 e indica el thershold para el contraste del borde. Solo bordes con el contraste más alto que este valor es usado en el proceso de detección. Contraste es la diferencia entre la intensidad del píxel promedio antes del borde y la intensidad del píxel después del borde.
- "Filter Width" esta en 4 especifica el número de píxeles que el VI promedia para encontrar el contraste en ambos lados del borde.

- “Steepness” esta en 2 especifica la inclinación o declive del borde. Este valor representa el número de píxeles que corresponde al área de transición del borde.
- “Subsampling Ratio” se encuentra en 2 especifica el número de grados que separa dos líneas consecutivas de búsqueda del rayo.
- “Scan direction” especifica la dirección en la cual la líneas de búsqueda son escaneadas para el borde.
- “Show Search Area” esta en “True”
- “Show search lines” esta en “True”
- “Show edges found” esta en “True”
- “Show Result” esta en “False”

Finalmente se publica la imagen.

Ensayo 4.- Calibración del Threshold

Es importante determinar el valor del “threshold” adecuado para de esta manera obtener imágenes que ayuden al proceso.

La cámara toma una imagen y esta pasa ha ser analizada por un “histogram.VI” el cual determina la distribución de intensidades por número de clases. Además es analizado por el “threshold.VI”, en este VI se determina rangos donde se limita valores de intensidad, de esta manera se puede filtrar valores de intensidad de interes para la aplicación.

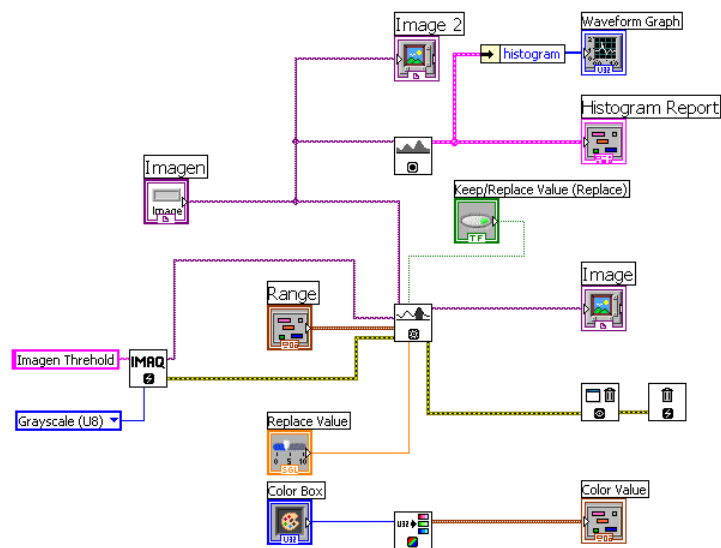


Figura # 132.- Diagrama de bloques-Threshold

Determinar valores ideales en threshold, esto se determina en función de la pieza y de la iluminación del sistema.

Así se obtiene los valores ideales para nuestra aplicación y de esta manera se magnifica la imagen para nuestra aplicación.

Ensayo 5.- Control de imágenes final CD

Una vez obtenido las matrices con el respectivo sistema de referencia, habiendo calibrado el recorrido de la banda transportadora, además obtenido parámetros de threshold en función de la iluminación y de la pieza a ser inspeccionada, se procede a realizar la toma de medidas de los distintos CDs,

Se ubica las CDs en la posición inicial de la banda y se corre el programa. El mismo inicia con el llamado de los archivos matriz, para posteriormente ubicar el sistema de referencia.

Al mismo tiempo el motor paso a paso entra en funcionamiento según los parámetros calibrados, desplazando a la pieza una distancia tal que ubica a la misma perpendicular al objetivo de la cámara.

En ese instante el programa ordena a la cámara que adquiera la imagen, la imagen en la cámara es digitalizada y esta información ingresa al programa; en donde es comparada con el patrón o matriz, posteriormente el programa con la herramienta Imaq Find Circular Edge encuentra la dimensión del diámetro.

Finalmente el programa pregunta si continua con la inspección de otra pieza

CAPITULO VI

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

6.1 Discusión previa.

En el diseño y montaje de un banco de certificación de medidas utilizando Imaq-Vision, se planteo con el propósito de que el instrumento sea una herramienta didáctica para los estudiantes y así desarrollen habilidades y conocimientos en el campo del Análisis de Imágenes.

Teniendo como base los conocimientos de Labview adquiridos en la Escuela se empezó a incursionar en el campo del Análisis de Imágenes.

Con una base de conocimientos se empezó a seleccionar los posibles elementos que conformarían el módulo de certificación de medidas, en el transcurso del trabajo se descarto ciertos elementos y remplazar por otros que nos brindaban mayores prestaciones a la aplicación.

A medida que transcurrió el tiempo se realizaban actualizaciones con nuevas versiones de los programas de Labview y Imaq.

Una vez armado el sistema se empezó a realizar pruebas con distintas elementos entre los cuales se puede mencionar; tapas, arandelas, CDs, etc.

Concluyendo con la toma del diámetro de CDs, ya que prestaba mayor facilidad en el desarrollo del programa.

En las pruebas realizadas se debió tomar muy en cuenta las calibraciones tanto en el proceso como en la adquisición de matrices.

Al final se comprobó las medidas obtenidas con el programa respecto a medidas tomadas con un calibrador.

6.2 Resultados.

Del presente trabajo se obtuvieron los siguientes resultados de las medidas tomadas a 10 CDs

Tabla 12.- Tabla de resultados de medición de diámetros en CDs

Promedio	Desviación Estandar	Medida real
119.62	0,071	119.7

6.3 Conclusiones.

1. El presente módulo se encuentra en condiciones operables para que los estudiantes, realicen los ensayos descritos en la presente tesis, así como nuevas pruebas; lográndose así el perfeccionamiento en el módulo, diversificación del conocimiento con la aplicación de nuevas técnicas en el extenso campo del Análisis de Imágenes.
2. El presente módulo exigió de parámetros en la calibración de matrices, así como parámetros en el funcionamiento al momento de realizar la inspección en las diferentes piezas. Se debe tomar en cuenta que para cada tipo de pieza el usuario debe determinar un tipo de patrón o matriz.
3. El módulo de adquisición de imágenes exigió de ciertas condiciones de iluminación como de disposición de los equipos entre las que podemos mencionar: aislamiento de la iluminación externa, transparencia tanto en la mica como en la banda transportadora, precisión en el sistema de transporte de las piezas, iluminación opuesta al objetivo de la cámara, resolución de la cámara, campo de visión, distancia de trabajo, espesor

del campo, tamaño del sensor La precisión del sistema depende de la correcta aplicación de cada uno de los parámetros mencionados.

4. El software para dimensionar el diámetro de los CDs utiliza la herramienta Imaq Find Circular Edge la cual localiza un borde circular, ubicando la intersección de puntos entre un juego de líneas definidas con rayos y el borde del objeto. La intersección de puntos se basa en el contraste e inclinación de píxeles del borde de la pieza y el fondo.
5. Se pudo observar que los datos recopilados del diámetro medido varían hasta en valores de una décima de mm con respecto a la medida tomada con calibrador

Estas variaciones responden a factores como:

- Falta de aislamiento en la iluminación colindante al módulo.
- Falta de precisión del sistema de transporte de piezas.
- Difusor de la fuente de luz.
- Resolución de la imagen tomada por la cámara.

6.4 Recomendaciones.

- Para futuras aplicaciones mejorar el aislamiento que brinda la campana al sistema con el fin de incrementar la calidad de la imagen y con esto conseguir mayor precisión en la aplicación.
- Mejorar el sistema de transporte de piezas afín de lograr una posición perpendicular al objetivo de la cámara, esto evitará distorsiones en las imágenes y por consiguiente errores al momento de medir.

- Probar el programa con diferentes tipos de cámaras como por ejemplo: cámaras de escaneo progresivo; a fin de obtener resultados y comparar con los resultados obtenidos en el presente trabajo.
- Difundir en los estudiantes las ventajas y aplicaciones que tiene el análisis de imágenes en la industria.
- Realizar la aplicación en un proceso industrial, pudiendo ser este el campo del control de calidad.
- Realizar actualizaciones tanto en los equipos como en los programas, a fin de añadir nuevas herramientas.

BIBLIOGRAFÍA

CONTRERAS, R. Nuevas fronteras de la Infografía: Análisis de la Imagen por Ordenador. Sevilla: Mergablum, 2000.

CHION, M. La Audiovisión: Introducción a un Análisis Conjunto de la Imagen y el Sonido. Barcelona: Paidós, 1993.

PAWLIK, J. Teoría de los Colores. Madrid: Dir. General de bellas artes y archivos, 1992.

NATIONAL INSTRUMENTS. Imaq Vision for Labview. User Manual. Texas: 2004.

MONTALVO, P. Texto de Curso Imaq Básico. Ambato: 2005, (doc).

MONTALVO, P. Texto de Curso Imaq, Procesamiento y Análisis de Imagen. Ambato: 2005, (doc).

FLOYD, T. Fundamentos de Sistemas Digitales 7ma. ed. Madrid: Prentice-Hall, 2000.

LÁZARO, A. Programación Gráfica para el Control e instrumentación LabView 6i. 2da. ed. Mexico: Paraninfo. S.A, 2002.

MOROCHO, M. Administración del Mantenimiento. Riobamba, 2004, (doc).

L I N K O G R A F I A

Control de Imagen con IMAQ.

http://fisica.udea.edu.co/~lab-gicm/Instrumentacion/VISUALIZACION_y

MANIPULACION DE IMÁGENES.pdf

2008 - 02 - 10.

Control de Motores Paso a Paso por PIC.

<http://www.microchip.com>

2007-11-22

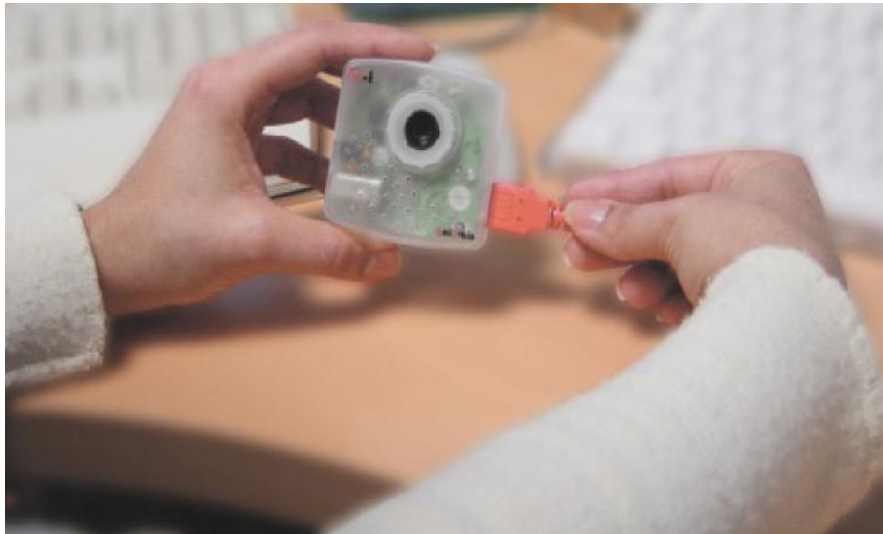
Programación del mantenimiento

<http://www.todomantenimiento.com>

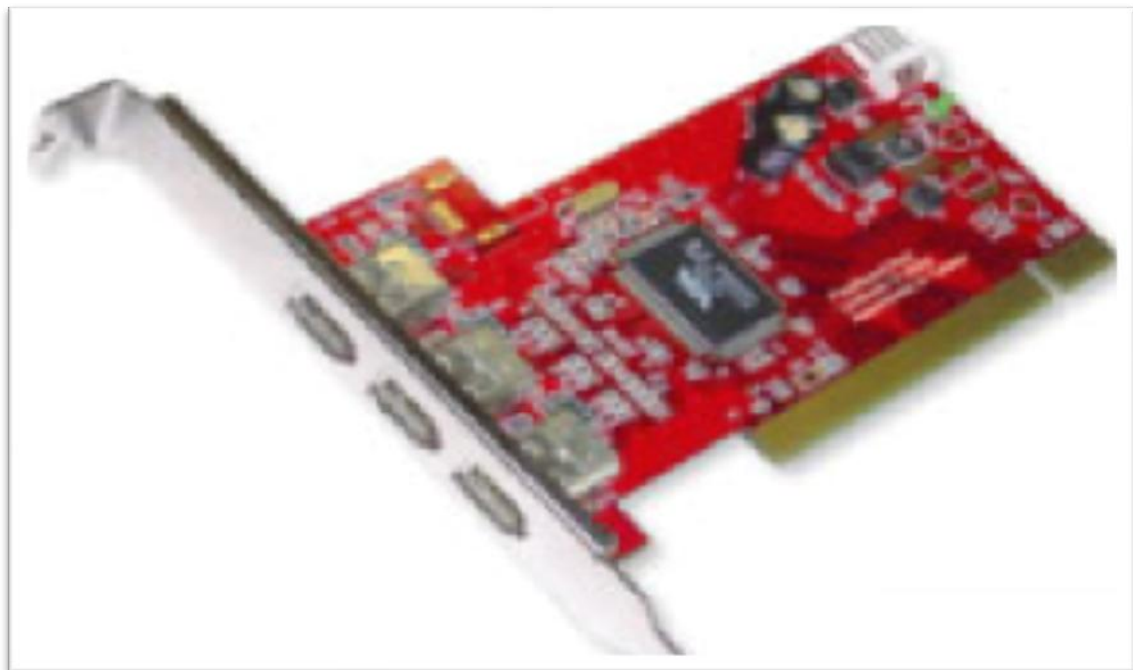
2008-02-20.

A N E X O S

ANEXO 1
COMPONENTES ADQUISICIÓN DE IMÁGENES:

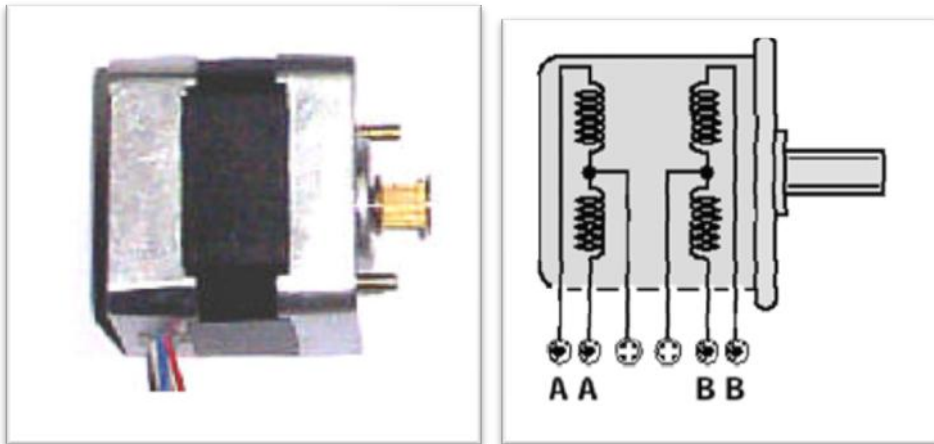


CÁMARA UNIBRAIN FIRE-I

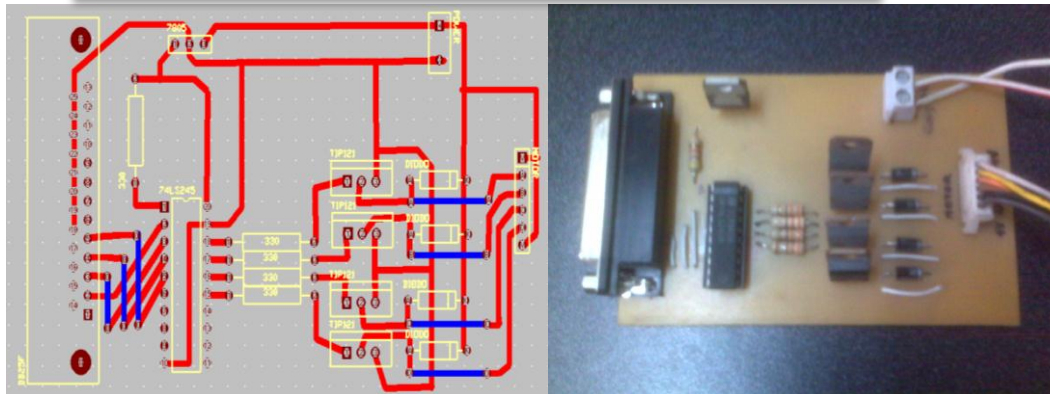
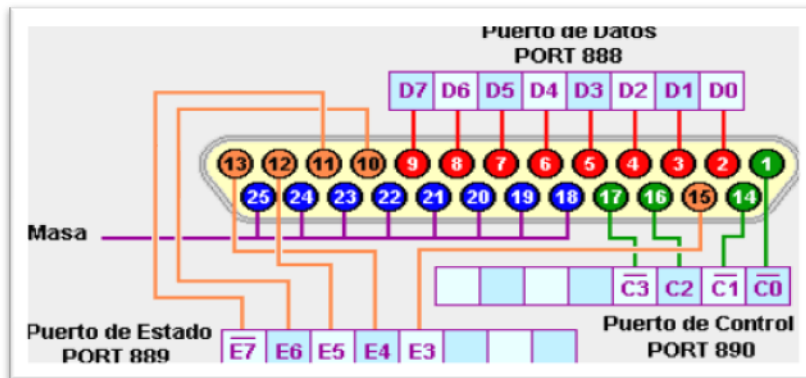


FIRE BOARD RED TM

ANEXO 2
COMPONENTES DEL CONTROL DE MOVIMIENTO



MOTOR PASO A PASO 12V 2ª



CIRCUITO DE CONTROL DEL MOTOR PASO A PASO

ANEXO 3

ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL MODULO FOTOGRAFICO

