



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA EN
LABVIEW PARA EL CONTROL DE UN AEROPUERTO A ESCALA”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por:

JOHANNA MARÍA AYALA MEJÍA

RIOBAMBA – ECUADOR
2014

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme constantemente sabiduría, salud, paciencia y sobre todo la suficiente fuerza de voluntad para afrontar los obstáculos que tuve en la Carrera Universitaria logrando así una más de mis metas que me he propuesto en mi vida.

A mi familia por todo el amor y comprensión dándome siempre sus sabios consejos que me han permitido triunfar a lo largo de mi travesía estudiantil.

A todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Electrónica por compartir sus conocimientos y experiencias necesarias conmigo, además el tiempo que me han dedicado para poder ser un excelente profesional.

A Hipatia, Luis, Cristian y Marco gracias por su amistad y cariño, ustedes son parte fundamental en mi vida y siempre los llevaré plasmados en mi corazón por todos los momentos inolvidables que hemos vivido en todo nuestro ciclo estudiantil.

A Mercedes Ayala, Lic. Daisi Espinoza, Sor Teresa y las demás personas que me han brindado su ayuda incondicional de alguna u otra forma mientras realizaba mis estudios universitarios les expreso mi más profunda gratitud.

Johanna.

DEDICATORIA

A mis padres Juan Ayala y Nancy Mejía, por hacer innumerables oraciones dedicadas a mí y por haberme enseñado a creer en Dios que es fuente de poder e inspiración para lograr todo lo que uno se propone alcanzar, a pesar de las dificultades que he tenido, la fe que tengo es más fuerte, ya que me ha dado todo lo necesario para triunfar y demostrado constantemente los milagros que ha realizado en mi vida.

A mi única hermana Cecilia Ayala por darme siempre sólo éxitos y darme constante motivación para que no desista a lo largo de mi ciclo estudiantil. Gracias por la esperanza que ponías en mi mente y corazón y por ser la compañía de mis padres, mientras yo culmino mi Carrera Universitaria.

A mis sobrinos Derek, Joel y Juan Pablo Basurto Ayala para enseñarles que el estudio no es una molestia, más bien permite entrar en el mundo del saber y que deben ser siempre humildes por más preparación que lleguen a tener en sus vidas y así sus padres se sentirán muy orgullosos y felices por ustedes mis dulces niños.

Johanna.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO FACULTAD INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Alberto Arellano DIRECTOR DE LA ESCUELA ING. EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Paúl Romero Riera DIRECTOR DE TESIS
Ing. Fernando Proaño MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS:.....

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

“Yo, Johanna María Ayala Mejía, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y, el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

Johanna María Ayala Mejía

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Amperio
AC	Corriente Alterna
AI	Entradas analógicas de la DAQ 6009
AM	Amplitud Modulada
AO	Salidas analógicas de la DAQ 6009
ASCII	Código Estándar Americano para Intercambio de Información
CMOS	Semiconductor complementario de óxido metálico
DAQ	Adquisición de Datos
DC	Corriente Directa
E/S	Entradas y Salidas
IR	Rayos Infrarrojos
LABIEW	Laboratorio de Ingeniería de Instrumentación Virtual
LCD	Pantalla de Cristal Líquido
LED	Diodo Emisor de Luz
M	Metros
MATLAB	Laboratorio de Matrices
MTU	Unidad de Terminal Maestra
NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
PC	Computadora Personal
PI	Entradas digitales de la DAQ 6009
PIC	Controlador de Interfaz Periférico
PLC	Controlador Lógico Programable
PO	Salidas digitales de la DAQ 6009
OEM	Fabricante de Equipos Originales
RF	Radio Frecuencia
RPM	Revoluciones por Minuto
RTU	Unidad de Terminal Remota
SCADA	Supervisión Control y Adquisición de Datos

TTL	Lógico Transistor- Transistor
V	Voltaje
VI	Instrumentación Virtual
W	Vatios

INDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE DE ABREVIATURA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I	
MARCO REFERENCIAL.....	- 23 -
1.1. Antecedentes.....	- 23 -
1.2. Justificación	- 24 -
1.3. Objetivos.....	- 25 -
1.3.1. Objetivos General.....	- 25 -
1.3.2. Objetivos Específicos.....	- 25 -
1.4. Hipótesis	- 25 -
CAPÍTULO II	
MAQUETISMO	- 26 -
2.1. Introducción.....	- 26 -
2.2. Descripción y Modelos utilizados en la Maqueta.....	- 28 -
2.2.1. Definición.....	- 28 -
2.2.2. Maquetas Lúdicas.....	- 28 -
2.2.2.1. Modelo Estático	- 29 -
2.2.2.2. Modelo Dinámico.....	- 30 -
2.2.3. Tipos de Escala.....	- 30 -
2.2.3.1. Escala Natural.....	- 30 -
2.2.3.2. Escala de Reducción	- 31 -

2.2.3.3.	Escala de Ampliación.....	- 31 -
2.3.	Materiales y Herramientas.....	- 31 -
2.3.1.	Materiales.....	- 32 -
2.3.1.1.	Papel, cartulina y cartón	- 32 -
2.3.1.2.	Madera	- 32 -
2.3.1.3.	Pinturas.....	- 33 -
2.3.1.4.	Objetos encontrados en la naturaleza o industria.....	- 34 -
2.3.2.	Herramientas	- 34 -
2.3.2.1.	Para medir y marcar.....	- 34 -
2.3.2.2.	Para cortar y separar.....	- 35 -
2.3.2.3.	Para limar y fijar	- 35 -
2.3.3.	Tipos.....	- 36 -
2.3.3.1.	Maqueta escolar.....	- 36 -
2.3.3.2.	Maqueta arquitectónica	- 36 -
2.3.3.3.	Maqueta de objetos	- 37 -
2.3.3.4.	Maqueta de sistemas	- 37 -
CAPÍTULO III.....		
HARDWARE DEL SISTEMA		- 38 -
3.1.	Descripción de los componentes electrónicos utilizados en el avión.....	- 38 -
3.1.1.	Transmisor y Receptor RF 433Mhz	- 39 -
3.1.1.1.	Descripción General	- 39 -
3.1.1.2.	Uso.....	- 40 -
3.1.2.	Codificador HT-12E	- 40 -
3.1.2.1.	Descripción General	- 40 -
3.1.2.2.	Uso.....	- 41 -
3.1.3.	Decodificador HT-12D	- 42 -
3.1.3.1.	Descripción General	- 42 -
3.1.3.2.	Uso.....	- 42 -
3.1.4.	Microcontrolador 16F628A	- 43 -
3.1.4.1.	Descripción General	- 43 -
3.1.4.2.	Uso.....	- 44 -
3.1.5.	Puente H	- 45 -
3.1.5.1.	Descripción General	- 45 -
3.1.5.2.	Uso.....	- 45 -

3.1.6.	Motor de 12 V DC	- 46 -
3.1.6.1.	Descripción General	- 46 -
3.1.6.2.	Uso	- 47 -
3.2.	Descripción de los componentes electrónicos utilizados en la pista del aeropuerto	- 47 -
3.2.1.	Motores de 24 V DC.....	- 47 -
3.2.1.1.	Descripción General	- 47 -
3.2.1.2.	Uso	- 48 -
3.2.2.	Fuente de Alimentación	- 48 -
3.2.2.1.	Fuente de Alimentación 24 V DC	- 48 -
3.2.2.2.	Fuente de Alimentación 5 V DC	- 49 -
3.2.2.3.	Fuente de Alimentación 9 V DC	- 49 -
3.2.3.	Relé Eléctrico	- 50 -
3.2.3.1.	Relé eléctrico de 24 V DC	- 50 -
3.2.3.1.1.	Descripción General	- 50 -
3.2.3.1.2.	Uso	- 50 -
3.2.3.2.	Relé eléctrico de 5 V DC	- 51 -
3.2.3.2.1.	Descripción General	- 51 -
3.2.3.2.2.	Uso	- 52 -
3.2.4.	Diodos	- 52 -
3.2.4.1.	Diodo emisor de luz (LED's)	- 52 -
3.2.4.1.1.	Descripción General	- 52 -
3.2.4.1.2.	Uso	- 53 -
3.2.4.2.	Diodo rectificador	- 53 -
3.2.4.2.1.	Descripción General	- 53 -
3.2.4.2.2.	Uso	- 54 -
3.2.5.	Transistores	- 54 -
3.2.5.1.	Transistor NPN 2N3904.....	- 54 -
3.2.5.1.1.	Descripción General	- 54 -
3.2.5.1.2.	Uso	- 55 -
3.2.6.	Finales de carrea.....	- 56 -
3.2.6.1.	Descripción General	- 56 -
3.2.6.2.	Uso	- 56 -
3.2.7.	Sensor QRD	- 57 -

3.2.7.1. Descripción General	- 57 -
3.2.8. DAQ NI USB OBM 6009	- 59 -
3.2.8.1. Descripción General	- 59 -
3.2.8.2. Uso	- 60 -
CAPÍTULO IV	
SOFTWARE DEL SISTEMA	- 61 -
4.1. Sistema SCADA	- 61 -
4.1.1. Definición	- 61 -
4.1.2. Funciones básicas de un sistema SCADA	- 63 -
4.1.2.1. Adquisición de Datos	- 63 -
4.1.2.2. Supervisión	- 63 -
4.1.2.3. Control	- 63 -
4.1.2.4. Generación de Reportes	- 63 -
4.1.3. Elementos básicos	- 64 -
4.1.3.1. Componentes de Hardware	- 64 -
4.1.3.1.1. Unidad Terminal maestra (MTU)	- 64 -
4.1.3.1.2. Unidad Remota de Telemetría (RTU)	- 64 -
4.1.3.1.3. Red de comunicación	- 64 -
4.1.3.1.4. Instrumentación de campo	- 65 -
4.1.3.2. Componentes de Software	- 65 -
Interfaz gráfico del operador:	- 66 -
Módulo de proceso:	- 66 -
Gestión y archivo de datos:	- 66 -
4.2. LABView	
4.2.1. Tipos de Datos en LABView	- 67 -
4.2.1.1. Tipos de Datos básicos	- 67 -
4.2.1.1.1. Booleano	- 68 -
4.2.1.1.2. Numérico	- 68 -
4.2.1.1.3. Cadena de c caracteres	- 68 -
4.2.1.2. Tipos de Datos avanzados o compuestos	- 68 -
4.2.1.2.1. Cluster	- 69 -
4.2.1.2.2. Dynamic Data	- 69 -
4.2.1.2.3. Waveform Data	- 69 -
4.2.2. Programación gráfica con Labview	- 69 -

4.2.2.1.	Panel Frontal	- 70 -
4.2.2.2.	Paleta de Controles	- 71 -
4.2.2.3.	Controles e Indicadores	- 71 -
4.2.2.3.1.	Controles e Indicadores Numéricos.....	- 72 -
4.2.2.3.2.	Controles e Indicadores Booleano.....	- 73 -
4.2.2.3.3.	Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres.....	- 73 -
4.2.2.4.	Funciones.....	- 74 -
4.2.2.4.1.	Paleta de Funciones	- 74 -
4.2.2.4.2.	Buscar Controles, VIs y Funciones	- 75 -
4.2.2.4.	Search	- 75 -
4.2.2.5.	Customize	- 76 -
4.2.2.4.	Diagrama de Bloques	- 77 -
4.2.2.4.1.	Terminales	- 79 -
4.2.2.4.2.	Controles e Indicadores y Constantes	- 80 -
4.2.2.4.3.	Nodos de Diagrama de Bloques.....	- 82 -
4.2.2.5.	SubVI	- 83 -
4.2.2.6.	Express VIs.....	- 84 -
4.2.3.	Aplicaciones de LABView	- 84 -
4.3.	Tarjeta de Adquisición de datos DAQ OEM 6009 LABView	- 85 -
4.3.1.	Introducción.....	- 85 -
4.3.2.	Configuración del sistema de adquisición de datos DAQ OEM 6009	- 88 -
4.3.2.1.	Manejo de señales análogas y digitales en un dispositivo DAQ.....	- 88 -
4.4.	Programación en LABView aplicada en la Tesis	- 92 -
4.4.1.	Creación del Proyecto.....	- 92 -
4.4.2.	Programa Principal del (proyecto.vi)	- 93 -
4.4.2.1.	Subprograma 1 (monitoreo-control.vi)	- 95 -
4.4.2.2.	Subprograma 2 (auto despegue.vi)	- 97 -
4.4.2.3.	Subprograma 2 (aterrizaje.vi)	- 103 -
CAPÍTULO V.....		
FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA		- 109 -
5.1.	Sistema del Avión a Escala	- 110 -
6.1.1.	Funcionamiento del Transmisor	- 110 -
6.1.2.	Funcionamiento del Receptor	- 112 -
5.2.	Etapa de Control de la Maqueta	- 113 -

5.2.1.	Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ OEM 6009)	- 113 -
5.2.2.	Relés de Control	- 115 -
5.2.3.	Procesamiento de señal de QRD's	- 116 -
5.2.4.	Interfaz para la comunicación con el Tablero de Control	- 117 -
5.3.	Etapa de Potencia de la Maqueta Interactiva	- 118 -
5.3.1.	Relés de Potencia	- 118 -
6.3.1.1.	Relés de Potencia (EJE X)	- 118 -
6.3.1.2.	Relés de Potencia (EJE Y)	- 119 -
5.3.2.	Motores (EJE X y Y)	- 120 -
5.4.	Fuentes de Alimentación	- 122 -
5.4.1.	Fuente de 5 VCD (Relés de Control)	- 122 -
5.4.2.	Fuente de 24 Voltios (Relés de Potencia)	- 123 -
5.4.3.	Fuente de 24 Voltios (Motores de Estructura Mecánica)	- 123 -
5.5.	Estructura Mecánica	- 124 -
5.5.1.	Estructura Mecánica (EJE X)	- 125 -
5.5.2.	Estructura Mecánica (EJE Y)	- 125 -
5.6.	Sistema de Control de Luces	- 126 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura II-1 Maqueta.....	- 28 -
Figura II-2 Maqueta Lúdica	- 29 -
Figura II-3 Modelo Estático.....	- 29 -
Figura II-4 Modelo Dinámico	- 30 -
Figura II-5 Representación de la Escala	- 30 -
Figura II-6 Materiales y Herramientas	- 31 -
Figura II-7 Papel, cartulina y cartón	- 32 -
Figura II-8 Madera	- 33 -
Figura II-9 Pinturas.....	- 33 -
Figura II-10 Objetos encontrados.....	- 34 -
Figura II-11 Herramientas para medir y marcar	- 34 -
Figura II-12 Herramientas para cortar y separar	- 35 -
Figura II-13 Herramientas para limar y fijar	- 35 -
Figura II-14 Maqueta escolar	- 36 -
Figura II-15 Maqueta arquitectónica.....	- 36 -
Figura II-16 Maqueta de objetos.....	- 37 -
Figura II-17 Maqueta de sistemas	- 37 -
Figura III-1 Circuito eléctrico del Transmisor RF.....	- 39 -
Figura III-2 Circuito electrónico del Receptor RF	- 39 -
Figura III-3 Transmisión de Ondas.....	- 40 -
Figura III-4 Codificador HT-12E	- 40 -
Figura III-5 Terminales y Circuito Electrónico del Codificador HT-12E	- 41 -
Figura III-6 Decodificador HT-12D	- 42 -
Figura III-7 Terminales y Circuito Electrónico del Decodificador HT-12D	- 43 -
Figura III-8 PIC 16F628A.....	- 43 -
Figura III-9 Terminales del PIC 16F628A	- 44 -
Figura III-10 Puente H L298N	- 45 -
Figura III-11 Terminales del Puente H L298N	- 45 -
Figura III-12 Circuito Electrónico con el Puente H L298N	- 46 -
Figura III-13 Mini-motor FK-280SA.....	- 46 -
Figura III-14 Dimensiones del Esquema del Mini-motor.....	- 47 -
Figura III-15 Motor de 24V.....	- 47 -
Figura III-16 Engranajes del Motor TSUKASA	- 48 -
Figura III-17 Fuente de Alimentación de 24V DC.....	- 48 -
Figura III-18 Fuente de Alimentación de 5V DC.....	- 49 -
Figura III-19 Fuente de Alimentación de 9V DC.....	- 49 -
Figura III-20 Relé Eléctrico de 24V DC.....	- 50 -
Figura III-21 Partes de un Relé Eléctrico	- 51 -
Figura III-22 Relé Eléctrico de 5V DC	- 51 -
Figura III-23 Diodo Emisor de luz	- 52 -
Figura III-24 Simbología del diodo emisor de luz	- 53 -
Figura III-25 Diodo Rectificador	- 53 -
Figura III-26 Simbología del diodo rectificador	- 54 -

Figura III-27 Simbología del Transistor NPN 2N3904	54 -
Figura III-28 Curva de corte del transistor 2N3904	55 -
Figura III-29 Final de carrera	56 -
Figura III-30 Final de carrera	56 -
Figura III-31 Final de carrera	57 -
Figura III-32 Final de carrera	57 -
Figura III-33 LCD	58 -
Figura III-34 Circuito Electrónico del LCD	59 -
Figura III-35 NI USB OBM 6009	59 -
Figura III-36 Terminales de la NI USB OEM 6009	60 -
Figura IV-1 Esquema básico de un Sistema SCADA	62 -
Figura IV-2 Logo de LABView	67 -
Figura IV-3 Datos básicos	67 -
Figura IV-4 Datos avanzados o compuestos.....	68 -
Figura IV-5 Ejemplo de un Panel Frontal de LABView	70 -
Figura IV-6 Ejemplo de Paleta de Control en LABView	71 -
Figura IV-7 Control e Indicador Numéricos en LABView	72 -
Figura IV-8 Control e Indicador Booleano en LABView	73 -
Figura IV-9 Controles e indicadores de cadena de caracteres	73 -
Figura IV-10 Paleta de Funciones	74 -
Figura IV-11 Ícono search	75 -
Figura IV-12 Ícono customize.....	76 -
Figura IV-13 Buscar un objeto en la paleta de funciones	77 -
Figura IV-14 Diagrama de bloque y Panel frontal.....	78 -
Figura IV-15 Diagrama de Bloque.....	79 -
Figura IV-16 Panel Frontal del área de un triángulo	80 -
Figura IV-17 Diagrama de bloque del área de un triángulo con vista de ícono	81 -
Figura IV-18 Diagrama de bloque del área de un triángulo sin vista de ícono.....	82 -
Figura IV-19 Ícono SubVI	83 -
Figura IV-20 Express VI's	84 -
Figura IV-21 NI USB OEM 6009	85 -
Figura IV-22 Generación de señal en la DAQOEM 6009.....	86 -
Figura IV-23 Visualización de la generación de señal en la DAQ OEM 6009.....	87 -
Figura IV-24 Selección y configuración de propiedades de knob	87 -
Figura IV-25 Manejo de señales análogas digitales	88 -
Figura IV-26 Selección de la entrada análoga de voltaje	89 -
Figura IV-27 Configuración de la entrada análoga de voltaje	89 -
Figura IV-28 Selección del tipo de escala.....	90 -
Figura IV-29 Modificación de la escala	91 -
Figura IV-30 Configuración de salidas digitales	91 -
Figura IV-31 Selección de salidas digitales.....	92 -
Figura IV-32 Detalle de los VI creados	93 -
Figura IV-33 Panel Frontal menu principal.vi.....	94 -
Figura IV-34 Diagrama de Bloques menu principal.vi.....	94 -
Figura IV-35 Panel de control monitoreo-control.vi.....	95 -
Figura IV-36 Diagrama de bloques monitoreo-control.vi	96 -

Figura IV-37 Panel de control auto despegue.vi.....	97 -
Figura IV-38 Diagrama de Bloque primer literal flat sequence auto despegue.vi	98 -
Figura IV-39 Diagrama de Bloque segundo literal flat sequence auto despegue.vi.....	99 -
Figura IV-40 Diagrama de Bloque tercer literal flat sequence auto despegue.vi.....	99 -
Figura IV-41 Primer Movimiento del avión desde S1 auto despegue.vi	100 -
Figura IV-42 Diagrama de Bloque cuarto literal flat sequence auto despegue.vi.....	101 -
Figura IV-43 Movimiento hasta la posición de despegue en auto despegue.vi.....	101 -
Figura IV-44 Diagrama de Bloque quinto literal flat sequence auto despegue.vi.....	102 -
Figura IV-45 Despegue final del avión auto despegue.vi	102 -
Figura IV-46 Panel de Control auto aterrizaje.vi	103 -
Figura IV-47 Diagrama de Bloque primer flat sequence auto aterrizaje.vi	104 -
Figura IV-48 Diagrama de Bloque segundo literal flat sequence auto aterrizaje.vi	105 -
Figura IV-49 Diagrama de Bloque tercer flat sequence auto aterrizaje.vi.....	106 -
Figura IV-50 Descenso del avión auto aterrizaje.vi	106 -
Figura IV-51 Diagrama de Bloque cuarto literal flat sequence auto aterrizaje.vi	107 -
Figura IV-52 Movimiento del avión hasta el área de estacionamiento auto aterrizaje.vi.-	107 -
Figura IV-53 Control de luces antes de la secuencia y durante la secuencia	108 -
Figura V-1 Tablero de Control de la Maqueta	109 -
Figura V-2 Sistema Electrónico del Avión a Escala	110 -
Figura V-3 Circuito Transmisor de RF	111 -
Figura V-4 Circuito transmisor con fuente de 9 voltios ubicado en Tablero de Control....	111 -
Figura V-5 Circuito transmisor de RF	112 -
Figura V-6 Microcontrolador y puente H conectados al Receptor.....	112 -
Figura V-7 Microservo, Microcontrolador, Puente H y Receptor ubicados en el Avión a Escala alimentados por el banco de pilas en serie	113 -
Figura V-8 Motor del avión	113 -
Figura V-9 Tarjeta de Adquisición de Datos DAQ OEM 6009	114 -
Figura V-10 Plaqueta de distribución de entradas y salidas de la DAQ.....	115 -
Figura V-11 Circuito de Relés de Control	116 -
Figura V-12 Diseño del Circuito para el procesamiento de señales de QRD's	117 -
Figura V-13 Circuito Impreso para el procesamiento de señales de QRD's.....	117 -
Figura V-14 Conector DB25 para la envío y recepción de señales de control.....	117 -
Figura V-15 Relés de Potencia (EJE X).....	119 -
Figura V-16 Relés de Potencia (EJE Y)	119 -
Figura V-17 Motor (EJE X).....	120 -
Figura V-18 Motor (EJE Y)	120 -
Figura V-19 Motores de la Estructura Mecánica	121 -
Figura V-20 Salida de voltaje para Motores de la Estructura Mecánica.....	121 -
Figura V-21 Fuente de 5VCD Relés de Control	122 -
Figura V-22 Tablero de Control colocada la fuente de 5VCD Relés de Control.....	122 -
Figura V-23 Fuente de 24 VCD Relés de Potencia.....	123 -
Figura V-24 Fuente de 24 VCD Relés de Potencia.....	124 -
Figura V-25 Estructura Mecánica	124 -
Figura V-26 Estructura Mecánica (Eje X, Polea, Carro, Finales de Carrera)	125 -
Figura V-27 Estructura Mecánica (Eje Y, Varilla y Finales de Carrera)	126 -
Figura V-28 Tablero de Control de Luces	127 -

Figura V-29 Conexión de los Led's con la Fuente de Alimentación.....	- 127 -
Figura V-30 Fuente de Alimentación de las luces de la Maqueta	- 128 -
Figura V-31 Diseño del Circuito de luz intermitente.....	- 128 -
Figura V-32 Plaqueta del Circuito impreso de luz intermitente	- 129 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III-I Características del Transmisor RF	39 -
Tabla III-II Características del Receptor RF.....	39 -
Tabla III-III Características del Codificador HT-12E.....	41 -
Tabla III-IV Características del Decodificador HT-12D	42 -
Tabla III-V Características del PIC 16F628A.....	43 -
Tabla III-VI Características del Puente H L298N	45 -
Tabla III-VII Características del Mini-motor	46 -
Tabla III-VIII Características del Motor	48 -
Tabla III-IX Características de la Fuente de Alimentación 24V DC	49 -
Tabla III-X Características de la Fuente de Alimentación 5V DC.....	49 -
Tabla III-XI Características de la Fuente de Alimentación 9V DC	50 -
Tabla III-XII Características del Relé Eléctrico 24V.....	50 -
Tabla III-XIII Características del Relé Eléctrico 5V.....	52 -
Tabla III-XIV Características del Diodo Emisor de Luz.....	53 -
Tabla III-XV Características del Diodo Rectificador	54 -
Tabla III-XVI Características del Transistor 2N3904	55 -
Tabla III-XVII Características del QRD1114	57 -
Tabla III-XVIII Características del LCD 16x2	58 -
Tabla IV-I Componentes del Software.....	65 -
Tabla IV-II Partes del Panel Frontal	70 -
Tabla IV-III Partes del Control e Indicador	72 -
Tabla IV-IV Partes del Diagrama de Bloques.....	78 -
Tabla IV-V Partes del Diagrama de Bloque del área	81 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Circuito Eléctrico de Control del Movimiento de la Estructura Mecánica

ANEXO 2

Circuito Eléctrico Control de Luces

ANEXO 3

Circuito Eléctrico de Control del Avión

ANEXO 4

Circuito de Adquisición de Datos de Sensores (QRD'S y Finales de Carrera)

ANEXO 5

Programa del Microcontrolador para el Control del Movimiento del Avión

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en el marco de los avances tecnológicos, la maquetería ha ido evolucionando, pasando de las maquetas tradicionales a las maquetas electrónicas, aunque estas últimas son creadas virtualmente en las que se construye entornos tridimensionales con una semejanza asombrosa a cómo serían las obras ya terminadas; entonces porque no poder construir maquetas físicas donde realicen el mismo trabajo de las maquetas electrónicas y se pueda interactuar con ellas.

Es por eso que se ha planteado este tema de tesis para construir una maqueta interactiva la cual permita controlarla y monitorearla, obteniendo que ya no sólo los objetos estén estáticos sino también haya dinámica en ellos, efectuando movimientos y así combinar el mundo real con el digital para lograr un sistema visualmente atractivo y eficaz a escala.

Se ha tomado como base la maqueta del aeropuerto de Hamburgo en miniatura hecha en Alemania creada por los hermanos gemelos Federico y Gerrit Braun, consiguiendo un prototipo de una pequeña parte de esta maqueta porque se necesita invertir una alta cantidad de dinero para implementarla en su totalidad; aunque puede llegar a ser desafiante la construcción de la misma a través del ingenio y la paciencia se ha buscado los mejores mecanismo para que pueda ser una fuente de distracción para adultos y niños.

Para lo cual se va emplear el uso de sistemas SCADA en LABVIEW para el funcionamiento de la maqueta interactiva del aeropuerto a escala a través de un conjunto de dispositivos eléctricos,

electrónicos y mecánicos permitiendo el control de la misma. También con ayuda del computador para la visualización del sistema y una tarjeta de adquisición de datos DAQ OEM 6009 obtendrá la comunicación entre el computador y el Sistema de Control. Además es necesario conocer acerca del software de control LABView, siendo un entorno de tratamiento para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Utilizado en sistema hardware y software de control y diseño, para la simulación de movimientos de medios de transporte.

Este documento consta de cinco capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el Capítulo I se tiene el Marco Referencial donde se exhibe la importancia del presente trabajo y una información acerca de los componentes más esenciales para la construcción del mismo; así como también se definen los objetivos a alcanzarse junto a una propuesta hipotética inicial.

En el Capítulo II se trata todo sobre el Maquetismo donde se da a conocer información útil acerca de la maquetería con sus materiales y herramientas que implican para la comprensión de las distintas categorías a analizarse en este trabajo las mismas que servirán para realizar el posterior diseño de maqueta interactiva.

En el Capítulo III se trata del Hardware del Sistema a través de la conceptualización teórica de los circuitos electrónicos realizados para el control, componentes importantes que permitirán el movimientos de objetos; a la vez se utiliza el software PROTEUS para el diseño de las placas y poder ver la simulación de los diferentes circuitos conjuntamente de otros software para la realización de estos.

En el Capítulo IV se trata del Software del Sistema donde se utilizará el software de LABView mediante una tarjeta de adquisición de datos para el control de monitoreo en la simulación.

Finalmente en el Capítulo V se realiza el Funcionamiento del Sistema obtenido como resultado de toda la activación tanto del software, hardware y sistemas electro-mecánicos que controlan la maqueta interactiva. Adicionalmente se realizará las respectivas verificaciones de cada mecanismo.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

El Club de Modelismo Riobamba, fundado en Marzo de 1992, se desempeña anexo a la Casa de la Cultura Núcleo de Chimborazo, estimado como el club pionero en el país por difundir las artes de Miniaturismo en varias disciplinas como: Aeromodelismo, Modelismo Naval, Ferromodelismo, y Origami. Este Club con sus integrantes han aportado al diseño e ideas de la construcción de la maqueta del Aeropuerto.

El aeromodelismo es una agilidad que más allá de expresar ser un entretenimiento comprende del aprendizaje y aplicación de una agregación de técnicas que abarcan desde lo estructural en lo resistente hasta lo formal en lo estético del diseño de aviones en miniatura. Esto implica una asociación teórico-práctica y otras disciplinas tan diversas y complejas como la física, la mecánica, la electrónica y la comunicación.

El sistema **SCADA** está basado en computadoras que permiten supervisar y controlar a distancia una instalación. En la actualidad es fácil hallar y crear un sistema SCADA realizando labores de control automático siendo su principal la de supervisión y control por parte del operador.

1.2. Justificación

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema SCADA para el monitoreo y control de un aeropuerto a escala, utilizando diferentes dispositivos electrónicos que servirán para movimiento del avión, luces, comunicación entre otros.

Se plantea la utilización de sistemas mecánicos, a través de rieles formados por varillas de cobre como una alternativa de construcción y una forma diferente de realizar el despegue y aterrizaje del avión a escala, debido a su limitado espacio de la maqueta para que el avión por sí mismo pueda volar.

Dentro de los beneficios del proyecto se puede citar los siguientes:

- El proyecto será parte de un programa piloto de Simulación de Medios de Transporte y pretende aportar a la innovación y creatividad en nuestra institución educativa.
- La implementación de los sistemas de control a pequeña escala permitirá simular ciertas funciones y características de sistemas reales, en este caso un aeropuerto.

- Además proyecto se utilizará en actividades de entrenamiento, ferias tecnológicas, exposiciones dirigidas a la sociedad.
- Integrar proyectos multidisciplinarios conformados por distintas áreas como: electrónica, diseño, arquitectura, mecánica y programación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos General

Diseñar e implementar un sistema SCADA en LABView para el control de un aeropuerto a escala.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar y construir los sistemas electrónicos y mecánicos que servirán para la simulación aplicando criterios de ingeniera.
- Aplicar protocolos de comunicación que servirán para control y transferencia de datos al sistema de monitoreo.
- Implementar algoritmos para controlar los procesos del sistema.
- Elaborar la documentación necesaria para el funcionamiento y mantenimiento del sistema.

1.4. Hipótesis

Con la implementación de un aeropuerto a escala bajo un sistema SCADA en LABView se pretende demostrar que se pueden realizar funciones de monitoreo y control en este tipo de escenarios de forma adecuada.

CAPÍTULO II

MAQUETISMO

2.1. Introducción

Con el paso del tiempo todo ha ido evolucionado en el mundo y es gracias a la tecnología que ha permitido facilitar el trabajo, siendo mejor elaboradas las diferentes disciplinas entre unas de ellas la maquetería, pero a la vez se necesita del factor humano para hacer posible la construcción de los mismas, conociéndoles como maquetistas, por tal razón se ha considerado elemental mostrar la diferencia entre maquetismo y modelismo pudiendo así entender mejor el labor realizado en este documento debido que para la aplicación de este tema se construyó una maqueta interactiva como tal.

El modelismo es una demostración de la realidad tomando un modelo original pero a una escala pequeña o grande a la normal para ser empleado como original o modelo a seguir. A diferencia del maquetismo donde a través de una maqueta técnica llega a representar a un modelo tratando de tener la mejor precisión posible y alcanzando algunos o todos los aspectos del modelo original. Por ejemplo, una maqueta de un conjunto habitacional

mostrando las áreas verdes y las casas situadas en este, o una maqueta de la estructura de un carro.

Por lo tanto, se puede deducir que lo que se hizo en la implementación de este tema de tesis fue una maqueta manipulando herramientas para hacer posible su construcción porque aquellas personas que hacen modelos para ser manejados como un original, es decir, los masters¹ son modelista.

El modelismo a escala nació cuando no existían maquetas y la humanidad debía ingeniarse sus propios modelos. Hoy en día hay una gran discrepancia de conceptos entre MODELO, ORIGINAL y MAQUETA. Cuando se usa una pieza de modelo para hacer una maqueta, se está empleando un original para hacer un modelo que después se aprovechará para elaborar maquetas utilizando como base el modelo.

Al implementar un modelo a una escala diferente al del original, entonces es un modelismo a escala. Al obtener varios de esos modelos a escala «duplicados» se mostrará que esas duplicaciones del modelo son maquetas del original. El maquetista, a contrario del modelista, consigue un Kit de armado y también antes de su ejecución, se proporciona de fotografías, historia, planos y variantes de colores y esquemas.

¹ Persona especializada en modelismo para construir un modelo original.

Lo esencial del maquetismo es ofrecer una sensación visual de realismo a escala de la maqueta o modelo construido. El maquetista deseará reproducir el objeto (weathering)², simulando el paso del tiempo así como le pasaría a un modelo en la vida real, usando matices de variedad de colores para conseguir lo deseado.

2.2. Descripción y Modelos utilizados en la Maqueta

2.2.1. Definición

Una maqueta es un ensamblaje a menor "escala", para destacar su funcionalidad con todas las herramientas suficientes, la aplicación de aquello que, en su escala real, lucirá como innovación, mejora o simplemente por hobby.



Figura II-1 Maqueta³

2.2.2. Maquetas Lúdicas

Son representaciones físicas y a escalas de algo real o ficticio. También existe modelos de objetos pequeños en tamaño grande y viceversa.

² Significa desgaste.

³ <http://maquetas-jallmodel.com/>

Se han construido maquetas de: dioramas y transportes radiocontrolados como: automóviles, trenes y barcos, etc. El maquetismo puede ser estático denominándolo modelo estático o modelo dinámico conociéndolo como modelos telecontrolados.



Figura II-2 Maqueta Lúdica⁴

2.2.2.1. Modelo Estático

Son modelos a escala que tienen la finalidad de poder ser apreciados sin movimiento. Tanto los profesionales como los aficionados desean representar a escala la forma más realista posible del modelo original, llegando a convertirse en piezas de colección o parte de un museo.



Figura II-3 Modelo Estático⁵

⁴ <http://blog2.terranovascreuenblau.es/?paged=2>

⁵ <http://www.alarcomaquetas.com/maquetas-secciones.php>

2.2.2.2. Modelo Dinámico

Son aquellos modelos a escala los cuales pueden realizar movimiento y ser controlados inalámbricamente como: aviones, vehículos, trenes, etc. Donde los profesionales y los aficionados quieren maniobrar de la forma más hábil y lograr el máximo control del modelo.



Figura II-4 Modelo Dinámico⁶

2.2.3. Tipos de Escala



Figura II-5 Representación de la Escala⁷

2.2.3.1. Escala Natural

Es cuando la representación y lo real tienen igual tamaño. En el cociente, el numerador y el denominador son iguales. **E 1:1**.

⁶ <http://www.clasf.es/q/maquetas-a-escala-con-luces-y-con-movimiento-restauraciones/>

⁷ <http://www.iesluisvelez.org/blogs/tecnologia/?p=1330>

2.2.3.2. Escala de Reducción

Es cuando la representación es menor que la realidad. En el cociente, el numerador es menor que el denominador. Por ejemplo: **E 1:2**.

2.2.3.3. Escala de Ampliación

Cuando cuya representación es mayor que la realidad. En el cociente, el numerador es mayor que el denominador. Por ejemplo: **E 2:1**.

2.3. Materiales y Herramientas

Al momento de querer construir algún modelo se debe adquirir variedad de materiales adecuados; la elección dependerá del efecto final que se espera de la maqueta. Para trabajar con cada uno de los materiales existen diferentes herramientas específicas. Es recomendable comprar herramientas de buena calidad para hacer un buen trabajo.



Figura II-6 Materiales y Herramientas⁸

⁸ <http://www.modelismoymaquetas.org/2008/12/herramientas-manuales-para-modelismo-en-papel.html>

2.3.1. Materiales

A continuación se listan los materiales más importantes:

- Papel, cartulina y cartón.
- Espuma rígida.
- Materiales moldeables.
- Madera.
- Vidrio.
- Metacrilato.
- Metales.
- Pinturas.
- Objetos encontrados en la naturaleza y en la industria.
- Pequeños objetos.
- Pegamentos, cinta adhesiva y papel autoadhesivo.

2.3.1.1. Papel, cartulina y cartón

Son empleados en todas las fases del diseño, además se consiguen con rapidez, a un precio económico, fácil de manipular y sencillos de moldear.



Figura II-7 Papel, cartulina y cartón⁹

2.3.1.2. Madera

Es considerada el material más utilizado en la construcción de maquetas existiendo diferentes tipos de maderas como son: balsa, cedro, triplex, raulí entre otros.

⁹ <http://www.modelismoymaquetas.org/2008/12/herramientas-manuales-para-modelismo-en-papel.html>



Figura II-8 Madera¹⁰

2.3.1.3. Pinturas

Existen variados tipos de pintura para emplearlas en el maquetismo como: esmalte, acrílica, acuarela, témpera, tinta, óleo etc. Estos tipos de pintura no se pueden mezclar para formar colores nuevos. Solamente se pueden mezclar entre sí mismo. Es importante que el pintado del aeropuerto como de los modelos de los aviones sean los más “reales” posibles, es decir ajustados al color original de los objetos a representar.



Figura II-9 Pinturas¹¹

¹⁰ <http://www.iesluisvelez.org/blogs/tecnologia/?p=1330>

¹¹ <http://www.iesluisvelez.org/blogs/tecnologia/?p=1330>

2.3.1.4. Objetos encontrados en la naturaleza o industria

Cuando se desea representar árboles y arbustos o para reproducir elementos que dan una idea de la escala pero también son elementos constructivos como piezas metálicas, engranajes, neumáticos que forman parte de algún objeto que va dentro de la maqueta.



Figura II-10 Objetos encontrados¹²

2.3.2. Herramientas

2.3.2.1. Para medir y marcar

Para construir maquetas es necesario utilizar herramientas para medir y marcar los materiales que sirven para construir los objetos de manera precisa. Entre los más principales existen: reglas, metros, escuadras, compases, curvígrafos entre otros.



Figura II-11 Herramientas para medir y marcar¹³

¹² http://www.uv.mx/gaceta/gaceta102/102/ser/ser_10.htm

¹³ Propia del Autor

2.3.2.2. Para cortar y separar

Son herramientas que nos permiten dividir dos trozos de material en las construcciones de maquetas. Las herramientas de corte separan el material sin desgastar ninguna parte. Las tijeras, cizallas, formadores de carpintero entre otros.



Figura II-12 Herramientas para cortar y separar¹⁴

2.3.2.3. Para limar y fijar

Aquellas herramientas necesarias para sujetar los materiales mientras se trabaja en ellos. El tornillo de banco, el gato, las pinzas o algunos alicates son algunos de los ejemplos bien conocidos. Las herramientas para limar van removiendo trozos pequeños de materiales.



Figura II-13 Herramientas para limar y fijar¹⁵

¹⁴ <http://www.iesluisvelez.org/blogs/tecnologia/?p=1330>

¹⁵ <http://www.ecured.cu/index.php/Maqueta>

2.3.3. Tipos de Maquetas

Existen diversos tipos de maquetas se va a mencionar algunos que son más conocidos.

2.3.3.1. Maqueta escolar

Son aquellas elaboradas por los estudiantes de primaria, secundaria y universidad con fines didácticos. Su objetivo es conseguir que los alumnos, al construirlas, entiendan mejor las partes que componen la maqueta o el objeto de estudio.



Figura II-14 Maqueta escolar¹⁶

2.3.3.2. Maqueta arquitectónica

Son aquellas que permiten representar a escala edificios o proyectos.



Figura II-15 Maqueta arquitectónica¹⁷

¹⁶ <http://lima.evisos.com.pe/fotos-del-anuncio/proyectos-escolares-maquetas-investigacion-id-210613>

¹⁷ <http://www.proiectum.com/maquetas-arquitectura.htm>

2.3.3.3. Maqueta de objetos

Son las cuales representan un objeto específico su volumen o forma tridimensional. Por ejemplo, una silla, un teléfono, una mesa, un perro, un computador, un escritorio, etc.



Figura II-16 Maqueta de objetos¹⁸

2.3.3.4. Maqueta de sistemas

Son la representación de un sistema, real o ficticio. Por ejemplo: maqueta del sistema óseo, del sistema solar, del sistema de riego rural, etc., aquí se emplea siempre la creatividad e innovación del maquetista o aficionado que son los creadores pudiendo expresar sus ideas al máximo.



Figura II-17 Maqueta de sistemas¹⁹

¹⁸ <http://www.taringa.net/posts/imagenes/1026825/Todo-hecho-con-carton.html>

¹⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Maqueta>

CAPÍTULO III

HARDWARE DEL SISTEMA

3.1. Descripción de los componentes electrónicos utilizados en el avión

En la actualidad se vive en un mundo cada vez más automatizado, donde el control inalámbrico se ha convertido en una de las herramientas de mayor usabilidad doméstica e industrial y se vuelve relevante para la electrónica porque facilita el trabajo entre el hombre y máquina.

En este capítulo se va a detallar todos los componentes electrónicos que para el desarrollo de la tesis han sido necesarios deseando conseguir el buen desempeño y funcionamiento de los mismos, cumpliendo con el objetivo de este documento que es indicar en una breve descripción, como se han elaborado las tarjetas de los circuitos eléctricos mediante estos componentes y así implementar en la maqueta interactiva. Estos circuitos sencillos se pueden usar para controlar una gran cantidad de aplicaciones, desde autos, barcos y como lo es en este caso de aviones radiocontrolados; además la adquisición de datos, inversión de giro de un motor, entre muchas cosas más.

3.1.1. Transmisor y Receptor RF 433Mhz

3.1.1.1. Descripción General



Figura III-1 Circuito eléctrico del Transmisor RF

Fuente: (ICA BOTS, 2009)

Tabla III-I Características del Transmisor RF

Elemento:	TRANSMISOR
Voltaje de operación:	3-12 V DC
Corriente de operación:	5-45 mA
Velocidad de transmisión máxima:	9.6K
Modulación:	AM
Frecuencia de operación	315 MHz ò 433 MHz
Alcance de transmisión:	20m

Tabla III-II Características del Receptor RF

Elemento:	RECEPTOR
Voltaje de operación:	DC 5 V
Consumo de corriente:	5 mA
Sensibilidad de recepción:	103 dbm
Modulación:	AM
Tipo de salida:	TTL
Frecuencia de operación:	315 MHz ó 433 MHz

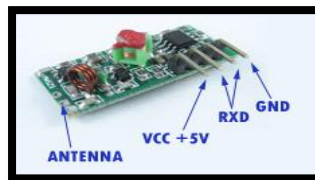


Figura III-2 Circuito electrónico del Receptor RF

Fuente: (ICA BOTS, 2009)

3.1.1.2. Uso

Se ha usado este módulo porque es ideal para permitir conectividad inalámbrica entre el computador y el avión creando un enlace de una sola dirección, por medio del envío y recepción de señales a través de antenas, este par de transmisor receptor trabajan a una frecuencia de 433 MHz. Es importante considerar que el receptor este bien sensible para que pueda obtener señales débiles y alcance del sistema.

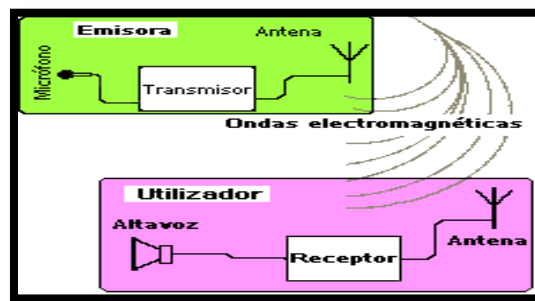


Figura III-3 Transmisión de Ondas

Fuente: (Electrónica Unicrom, 2013)

A través de la antena cambia la señal eléctrica en ondas electromagnéticas de RF para lo cual debe tener una frecuencia y una sintonización apropiada.

3.1.2. Codificador HT-12E

3.1.2.1. Descripción General



Figura III-4 Codificador HT-12E

Fuente: (Ali Express, 2013)

Tabla III-III Características del Codificador HT-12E

Elemento:	CODIFICADOR HT-12E
Voltaje de operación:	2.4V a 12V
Tecnología:	CMOS
Reserva de corriente:	Baja
Capaz de decodificar:	12bits de información
Inmunidad al ruido:	Alta
Potencia:	Baja
Dirección:	Configuración binaria

3.1.2.2. Uso

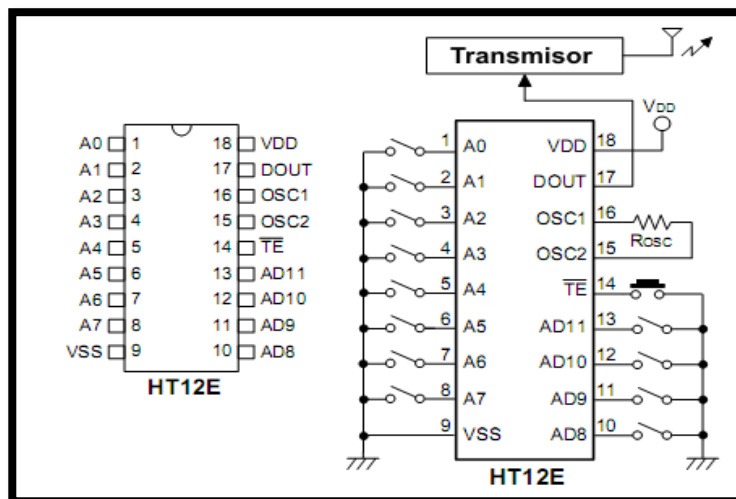


Figura III-5 Terminales y Circuito Electrónico del Codificador HT-12E

Fuente: (Automatismos Mar del Plata, 2009)

Una de las formas de tratar las señales de los módulos RF es por medio del codificador HT12E por tal razón se utiliza un codificador del lado del transmisor asegurando que las señales sean codificadas y sin errores, siendo aplicable para control remoto de sistemas admitiendo enviar hasta 4 bits de datos y 8 de dirección. Los pines del 1 al 8 eligen la dirección que tendría que ser igual tanto en el transmisor y receptor para obtener comunicación, los pines del 10 a 13 son los datos que se envía, el pin 14 controla el envío, hay que dejarla en 0 para que transmita permanentemente, los pines 15 y 16 necesitan estar conectados a una resistencia de 1 MΩ para

generar la señal de reloj interno, el pin 17 es la salida de datos, la cual es conectada al módulo de transmisión.

3.1.3. Decodificador HT-12D

3.1.3.1. Descripción General



Figura III-6 Decodificador HT-12D

Fuente: (Ali Express, 2013)

Tabla III-IV Características del Decodificador HT-12D

Elemento:	DECODIFICADOR HT-12D
Voltaje de Operación:	2.4V a12V
Potencia:	Baja
Inmunidad al ruido:	Alta
Corriente de espera:	Baja de 0,1 A
Tecnología:	CMOS

3.1.3.2. Uso

Al igual que el codificador para tratar las señales del módulo RF se requiere de un decodificador en el receptor para así conseguir que las señales que se produzcan al lado del receptor sean decodificadas y sin errores, siendo aplicable para control remoto de sistemas pudiendo recibir hasta 4 bits de datos y 8 de dirección. Nuevamente, los pines del 1 al 8 eligen la dirección, los pines del 10 al 13 son los datos recibidos conectados a cargas donde la corriente no supere 5mA, el pin 14 deberá ser conectado a la salida del módulo de recepción de RF, los pines 15 y 16 son conectados a una resistencia de 47 K Ω para generar la señal de reloj interno, el pin 17 indica la recepción si fue correcta o no.

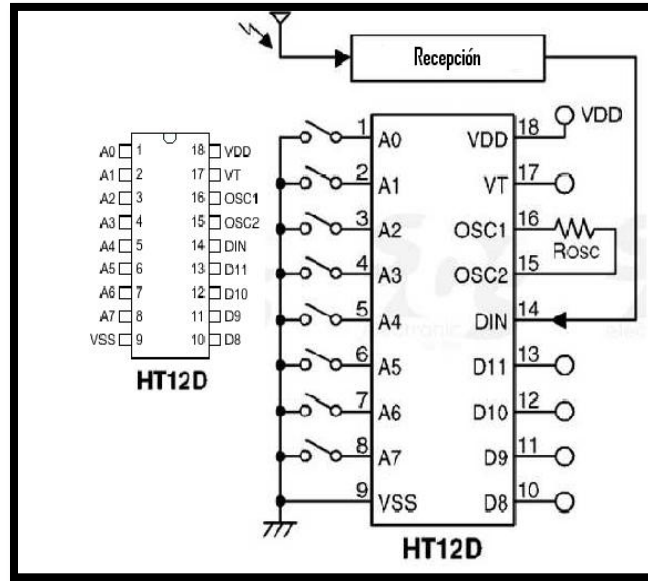


Figura III-7 Terminales y Circuito Electrónico del Decodificador HT-12D

Fuente: (Futurlec, 1999)

3.1.4. Microcontrolador 16F628A

3.1.4.1. Descripción General

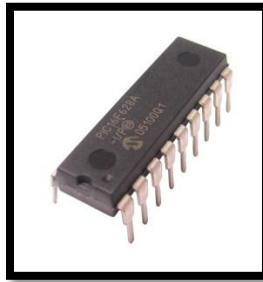


Figura III-8 PIC 16F628A

Tabla III-V Características del PIC 16F628A

Elemento:	PIC 16F628A
Rango de voltaje de funcionamiento:	2.0 - 5.5V
Corriente de operación:	2µA a 32 KHz, 2.0V
Opciones oscilador interno y externo:	Precisión 4MHz
Consumo de energía:	Bajo de 48KHz oscilador interno
Programación:	Baja tensión
Protección:	Código programable

3.1.4.2. Uso

Al ser un dispositivo programable porque tiene una memoria interna donde almacena las instrucciones y los registros permitiendo el procesamiento de datos, control y comunicación digital con otros componentes.

Por tal motivo fue empleado un microcontrolador PIC 16F628A para obtener el movimiento del avión a escala de esta tesis el cual debe pasar por tres programas que son: Microcode Studio donde se programa en lenguaje Basic, ICprog para cambiar a un lenguaje máquina y Pickit 2 v2.61 usado para quemar el programa se elige *.hex. Una vez realizado estos pasos se puede simular en el programa Proteus para verificar el funcionamiento del mismo, pero esto es opcional porque se puede también implementar el circuito y poder comprobar físicamente.

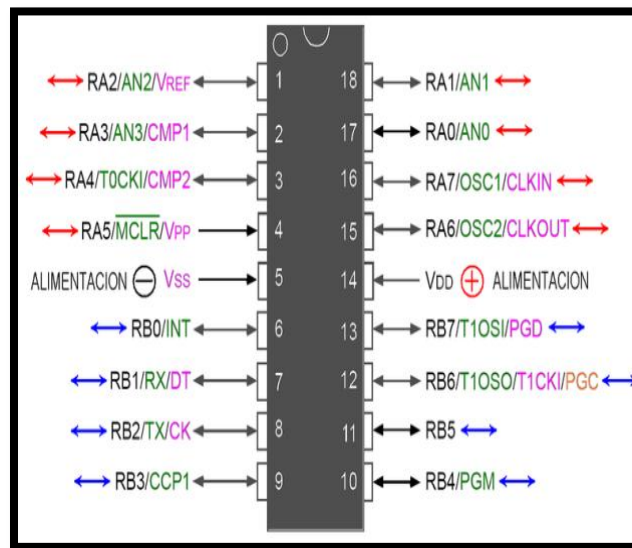


Figura III-9 Terminales del PIC 16F628A

Fuente: (Reyes, 2008)

3.1.5. Puente H

3.1.5.1. Descripción General



Figura III-10 Puente H L298N

Fuente: (Electrónica MAGNABIT, C.A.)

Tabla III-VI Características del Puente H L298N

Elemento:	PUENTE H L298N
Voltaje de operación:	46V
Total de corriente:	DChasta4 A
Saturación:	Baja tensión
Protección:	Sobre-temperatura
Voltaje de entrada:	1,5V
Inmunidad al ruido:	Alta

3.1.5.2. Uso

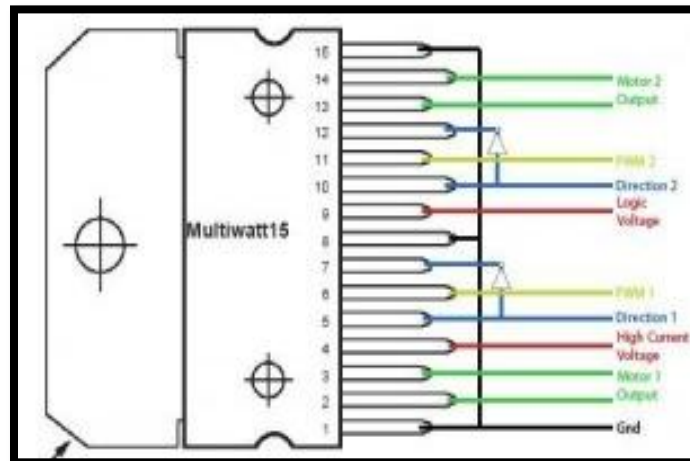


Figura III-11 Terminales del Puente H L298N

Fuente: (Electrónica MAGNABIT, C.A.)

El puente H L298N se ha utilizado para activar e invertir el giro del motor que va dentro del avión, esto se efectúa cuando al recibir la señal del transmisor emitida al receptor el motor recibe voltaje entonces se empieza a mover.

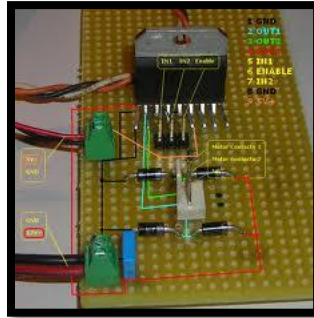


Figura III-12 Circuito Electrónico con el Puente H L298N²⁰

3.1.6. Motor de 12 V DC

3.1.6.1. Descripción General



Figura III-13 Mini-motor FK-280SA

Fuente: (Guevara, 2012)

Tabla III-VII Características del Mini-motor

Elemento:	MINI MOTOR
Marca:	FK-280SA
Peso:	38g
Velocidad	5500 rpm
Voltaje:	1.2 - 12V
Corriente:	1.5 ^a
Diámetro del eje:	2mm

²⁰ <http://www.todopic.com.ar/foros/index.php?topic=20444.0>

3.1.6.2. Uso

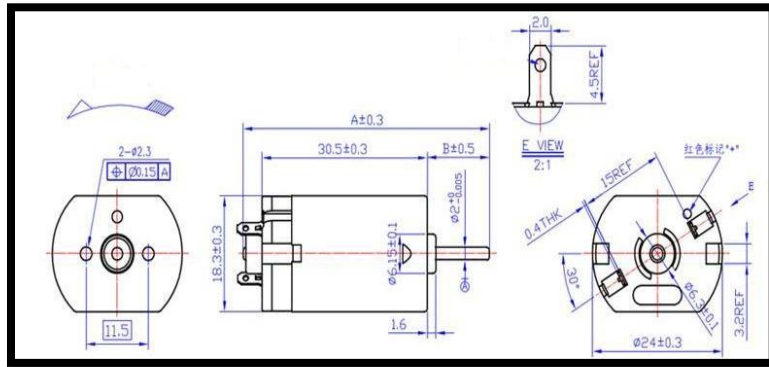


Figura III-14 Dimensiones del Esquema del Mini-motor

Fuente: (Kinmore, 2009)

El motor que se ha utilizado es el modelo Fk-280SA de la marca Kinmore que tiene un estator y un rotor, permitiendo establecer un campo magnético debido a intensidades de corriente directas producidas, permitiendo realizar el movimiento de las ruedas del avión.

3.2. Descripción de los componentes electrónicos utilizados en la pista del aeropuerto

3.2.1. Motores de 24 V DC

3.2.1.1. Descripción General



Figura III-15 Motor de 24V

Fuente: (TSUKASA, 2012)

Tabla III-VIII Características del Motor

Elemento:	MOTOR
Marca:	TSUKASA
Tipo:	Motor con engranaje
Peso:	490g
Velocidad (RMP):	24-98rpm/min
Voltaje de operación:	6-24V

3.2.1.2. Uso

Poseen una caja de engranajes que permiten reducir la velocidad, para lo cual se ha considerado usarlo en la implementación del mecanismo para la simulación del despegue y aterrizaje del avión ya que se requiere que este tenga una velocidad baja permitiendo tener más similitud con lo real.



Figura III-16 Engranajes del Motor TSUKASA

Fuente: (Aliexpress, 2013)

3.2.2. Fuente de Alimentación

3.2.2.1. Fuente de Alimentación 24 V DC



Figura III-17 Fuente de Alimentación de 24V DC

Fuente: (SONYMAG, 2012)

Tabla III-IX Características de la Fuente de Alimentación 24V DC

Elemento:	FUENTE DE ALIMENTACION
Marca:	Master Power
Voltaje de entrada:	110-220V AC
Voltaje de salida:	24V DC
Corriente:	6,5 A
Potencia:	150W
Ajuste salida:	+16% -12%

3.2.2.2. Fuente de Alimentación 5 V DC

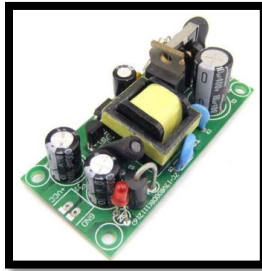


Figura III-18 Fuente de Alimentación de 5V DC²¹

Tabla III-X Características de la Fuente de Alimentación 5V DC

Elemento:	FUENTE DE ALIMENTACION
Voltaje de entrada:	110-220V AC
Voltaje de salida:	5V DC
Potencia:	1,25W
Corriente:	250 mA

3.2.2.3. Fuente de Alimentación 9 V DC



Figura III-19 Fuente de Alimentación de 9V DC²²

²¹ <http://es.aliexpress.com/w/wholesale-ac-led-circuit.html>

²² <http://es.aliexpress.com/w/wholesale-9v-switching-power-supply.html>

Tabla III-XI Características de la Fuente de Alimentación 9V DC

Elemento:	FUENTE DE ALIMENTACION
Voltaje de entrada:	110-220V AC
Voltaje de salida:	9 V DC
Potencia:	1,75W
Corriente:	700 mA

3.2.3. Relé Eléctrico

3.2.3.1. Relé eléctrico de 24 V DC

3.2.3.1.1. Descripción General



Figura III-20 Relé Eléctrico de 24V DC

Fuente: (MikroElektronica, 2010)

Tabla III-XII Características del Relé Eléctrico 24V

Elemento:	RELE ELÉCTRICO
Tipo de relé:	Electromagnético
Voltaje de operación:	24V DC
Corriente máximo de contactos:	10A
Tensión conectada máxima:	250V AC

3.2.3.1.2. Uso

Se empleó este dispositivo porque ayudó a la inversión de giro de los motores de la estructura metálica, a través del electroimán que se encuentra en su interior sea excitado, cerrando los contactos dependiendo de si es NA ó NC. Si se le aplica un voltaje a la bobina se genera un campo magnético, provocando que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser

considerados como el interruptor, permitiendo que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

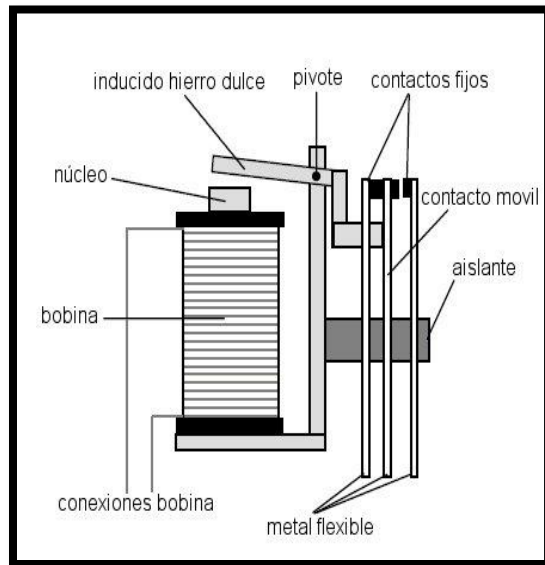


Figura III-21 Partes de un Relé Eléctrico

Fuente: (JaviMad, 2009)

3.2.3.2. Relé eléctrico de 5 V DC

3.2.3.2.1. Descripción General



Figura III-22 Relé Eléctrico de 5V DC

Fuente: (Ali Express, 2013)

Tabla III-XIII Características del Relé Eléctrico 5V

Elemento:	RELÉ ELÉCTRICO
Corriente de conmutación máxima:	5A (220VAC)
Voltaje de operación:	5V DC
Sellado	Perfectamente
Puede ser montada sobre:	Placas de prototipo

3.2.3.2.2. Uso

Este relé se lo utilizó con el fin de que funcione como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos implementados en el Tablero de Control.

3.2.4. Diodos

3.2.4.1. Diodo emisor de luz (LED's)

3.2.4.1.1. Descripción General

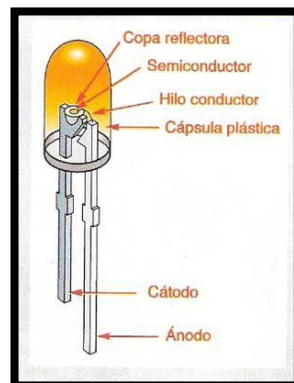


Figura III-23 Diodo Emisor de luz

Tabla III-XIV Características del Diodo Emisor de Luz

Elemento:	DIODO EMISOR DE LUZ
Voltaje de operación:	4V DC
Corriente:	50 mA
Rango de Temperatura:	-30 a 85°C

3.2.4.1.2. Uso

A través de los Led's se ha iluminado la maqueta interactiva tanto de la pista como la terminal del aeropuerto, además de que tiene un bajo consumo de energía, mayor tiempo de vida, tamaño reducido, durabilidad, resistencia a las vibraciones, reducen la emisión de calor, no contienen mercurio.



Figura III-24 Simbología del diodo emisor de luz

Fuente: (Kizar, 2010)

3.2.4.2. Diodo rectificador

3.2.4.2.1. Descripción General



Figura III-25 Diodo Rectificador

Fuente: (Ladelec.com, 2012)

Tabla III-XV Características del Diodo Rectificador

Elemento:	DIODO RECTIFICADOR
Voltaje de operación:	50 V DC
Corriente:	1 A
Temperatura:	-65 a 175 °C

3.2.4.2.2. Uso

Mediante este dispositivo que es un semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor es útil al momento de aplicarlo en los diferentes circuitos electrónicos elaborados para el funcionamiento de la maqueta.

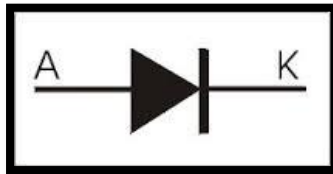


Figura III-26 Simbología del diodo rectificador

Fuente: (Kizar, 2010)

3.2.5. Transistores

3.2.5.1. Transistor NPN 2N3904

3.2.5.1.1. Descripción General

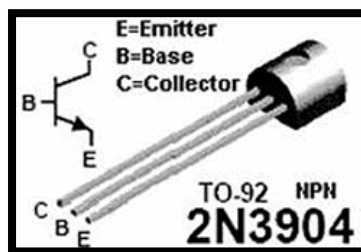


Figura III-27 Simbología del Transistor NPN 2N3904

Fuente: (Elektronik Komponenten, 2004)

Tabla III-XVI Características del Transistor 2N3904

Elemento:	TRANSISTOR 2N3904
Polaridad:	NPN
Voltaje:	5V
Potencia:	0.35W
Frecuencia de funcionamiento:	300Mhz
Corriente:	0.2 A

3.2.5.1.2. Uso

Se ha utilizado el transistor como interruptor porque la corriente que tiene la DAQ OEM 6009 es muy baja para activar los relés eléctricos de 24 y 5 V DC por lo cual en los diferentes puertos de salida de la DAQ OEM 6009 se le conecta a la base del transistor entre en corte, procediendo activarse las bobinas de los relé para que se efectuó el movimiento del motor.

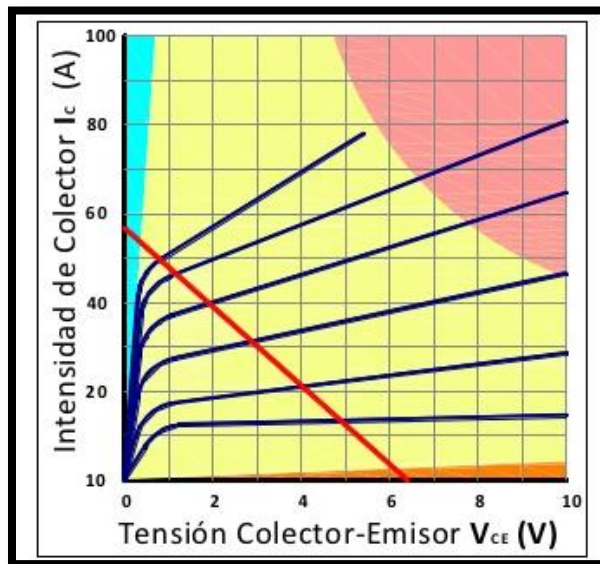


Figura III-28 Curva de corte del transistor 2N3904

Fuente: (Sánchez, 2001)

3.2.6. Finales de carrea

3.2.6.1. Descripción General



Figura III-29 Final de carrera

Fuente: (Electronica Embajadores, 2011)

3.2.6.2. Uso

Estos dispositivos fueron colocados al final del recorrido de la estructura mecánica, con el fin de enviar señales al programa que indique la posición del carro y de la varilla. En su interior contiene interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que se requiera al accionarlos.

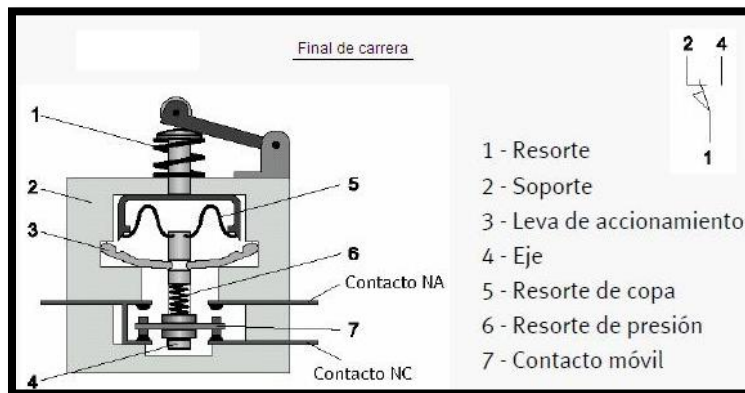


Figura III-30 Final de carrera²³

²³ <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/sensor-fin-de-carrera-el-final-de.html>

3.2.7. Sensor QRD

3.2.7.1. Descripción General

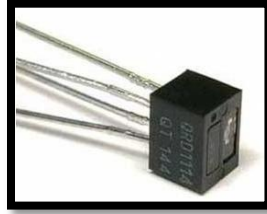


Figura III-31 Final de carrera

Fuente: (Preciolandia, 2013)

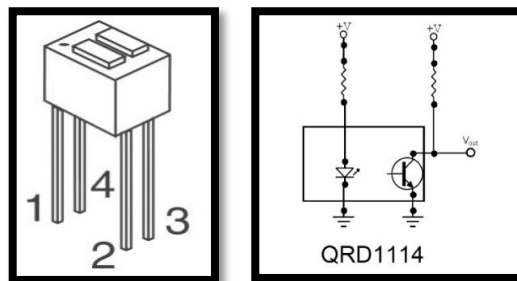


Figura III-32 Final de carrera

Fuente: (Preciolandia, 2013)

Tabla III-XVII Características del QRD1114

Elemento:	QRD1114
Voltaje:	5 V
Corriente:	50 mA
Potencia:	100 mW
Tamaño:	6,1x4,39x4,65 mm

3.2.7.2. Uso

Se utilizó dos sensores IR de corto alcance conformado por un emisor de luz y un receptor (transistor), los cuales se colocaron en la pista del aeropuerto a escala el uno sirvió para prevenir que no se salga del extremo de la pista pudiéndose caer y el otro para saber si está estacionado el avión.

3.2.8. LCD

3.2.8.1. Descripción General

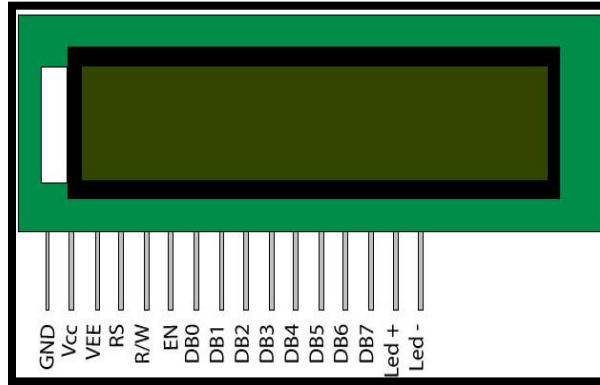


Figura III-33 LCD

Fuente: (EngineersGarage, 2013)

Tabla III-XVIII Características del LCD 16x2

Elemento:	LCD 16x2
Voltaje:	5 V
Corriente:	350 mA
VDD	Alimentación
VSS	Tierra
VEE	Contraste
E	Habilitado
RS	Selección de Registro
RW	Leer y Escribir
D0...D7	Datos

3.2.8.2. Uso

Este dispositivo se usó para visualizar el mensaje de texto en movimiento “Aeropuerto I. Mariscal A. José de Sucre” con el fin de hacer que la maqueta tenga más realismo y conseguir que sea más interactiva. Para conseguir este mensaje se tuvo que programar por medio de un PIC 16F628A y conectarle al LCD como se muestra a continuación todo lo referente al programa se lo ubica en la parte de anexos de este documento.

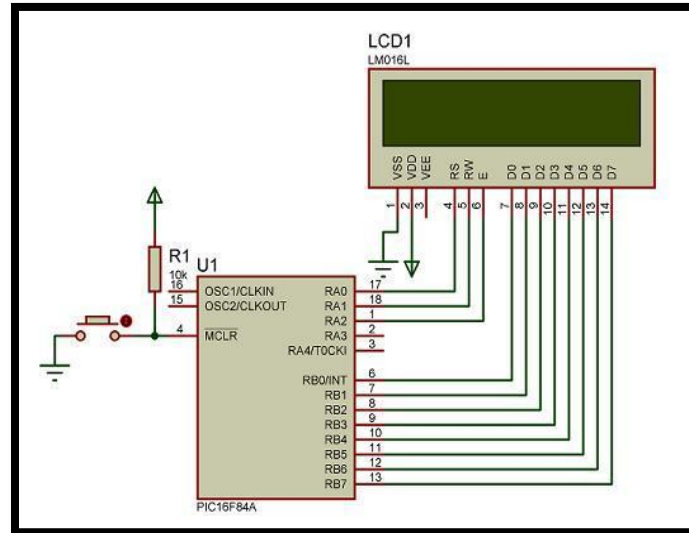


Figura III-34 Circuito Electrónico del LCD²⁴

3.2.9. DAQ NI USB OBM 6009

3.2.9.1. Descripción General

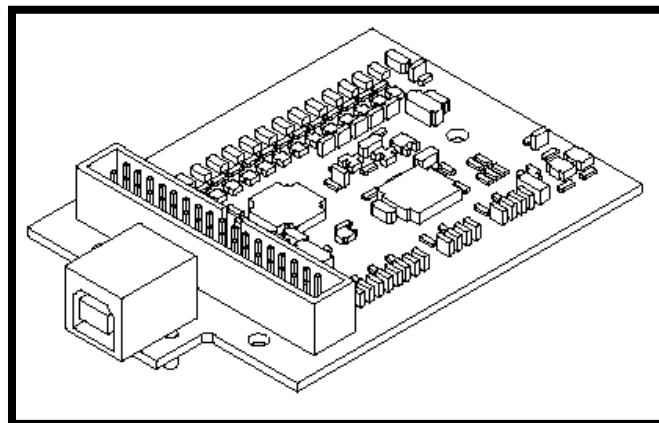


Figura III-35 NI USB OBM 6009

Fuente: (National Instrument, 2006)

²⁴ <http://picmind.es.tl/Uitlizando-LCD-16x2.htm>

3.2.9.2. Uso

Se necesitó de una NI USB OBM 6009 para la adquisición de datos entre el computador y el tablero de control primero se debe identificar las E/S análogas y digitales, el voltaje de alimentación es de 5 V y la frecuencia de muestro es 48000 muestras por segundo. En la Figura III-36 se puede apreciar la descripción de los terminales.

+5 V	34	33	PFI 0
D GND	32	31	P1.3
P1.2	30	29	P1.1
P1.0	28	27	P0.7
P0.6	26	25	P0.5
P0.4	24	23	P0.3
P0.2	22	21	P0.1
P0.0	20	19	D GND
LED	18	17	D+
VBUS	16	15	D-
AI GND	14	13	AI GND
AI 4 (AI 0-)	12	11	AI 0 (AI 0+)
AI 5 (AI 1-)	10	9	AI 1 (AI 1+)
AI 6 (AI 2-)	8	7	AI 2 (AI 2+)
AI 7 (AI 3-)	6	5	AI 3 (AI 3+)
AI GND	4	3	AI GND
AO 1	2	1	AO 0

Figura III-36 Terminales de la NI USB OEM 6009

Fuente: (National Instrument, 2013)

CAPÍTULO IV

SOFTWARE DEL SISTEMA

4.1. Sistema SCADA

4.1.1. Definición

El SCADA se encarga del control y supervisión de un proceso a través de una estación central generalmente una computadora personal MTU; y una o varias unidades terminales remotas (RTU) por medio de las cuales se hace el control, adquisición de datos hacia y desde el campo.

En un proceso automatizado intervienen numerosas variables de proceso; tales como la presión, temperatura, flujo, velocidad, etc. Las cuales son captados por un transductor que alimenta una señal eléctrica a un transmisor este transmisor entrega una señal análoga eléctrica en forma de voltaje o corriente normalizada de 4 a 20 [mA], o 0 a 5 [V] DC, o desde 0 a 10 [V] DC. Estas señales eléctricas deben ser procesadas para que puedan ser transmitidas mediante técnicas digitales y eventualmente entendidas por una computadora, por lo que se necesita hacer una conversión de datos A/D o viceversa.

Luego todas las señales digitales son manejadas por controladores. Simultáneamente se muestra la información en una pantalla de computador para que el operador pueda tomar decisiones; estos datos digitalizados son almacenados para su análisis, proporcionando así históricos para la toma de decisiones. En aquellos lugares donde se debe manipular algunas variables durante el proceso de automatización y se encuentran distribuidas dentro de áreas extensas se requiere de una RTU este dispositivo permite concentrar la información de varios transductores/actuadores y luego son transmitidos hacia una estación MTU. Se presenta un esquema básico de un sistema SCADA:

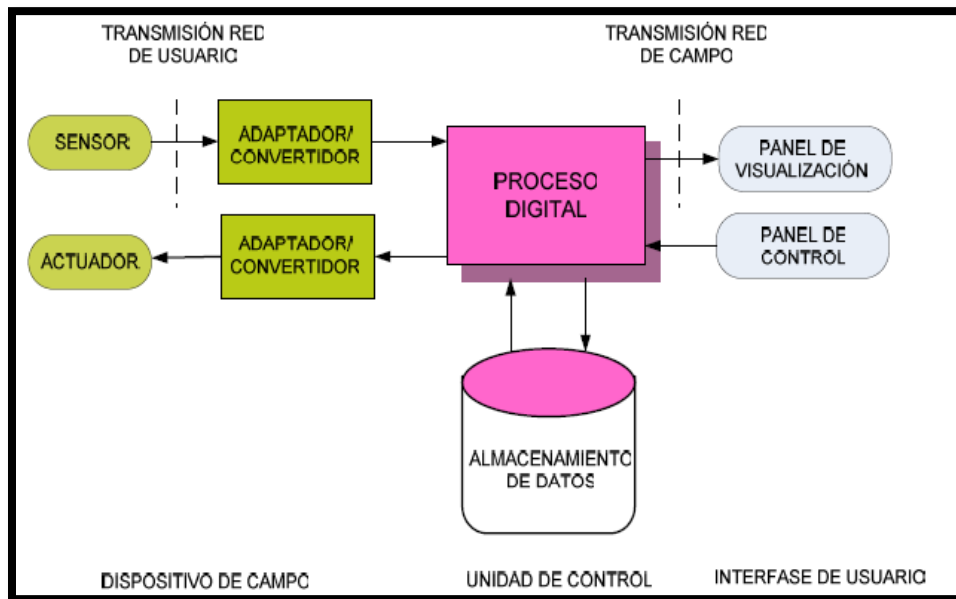


Figura IV-1 Esquema básico de un Sistema SCADA²⁵

²⁵<http://www.detectoresymedidores.com/detmex/default.asp?mastercat=INTEGRACION+DE+SISTEMAS&cat=PLC-SCADA>

4.1.2. Funciones básicas de un sistema SCADA

Dentro de las funciones básicas realizadas por el sistema SCADA están las siguientes:

4.1.2.1. Adquisición de Datos

Recolectar, procesar, almacenar y mostrar la información recibida en forma continua desde los equipos de campo.

4.1.2.2. Supervisión

Observar a través del monitor el comportamiento de las variables de control, teniendo en cuenta el funcionamiento diario de la planta al operar.

4.1.2.3. Control

El operador puede ejecutar acciones de control podrá modificar la evolución del proceso en situaciones irregulares que se generen.

4.1.2.4. Generación de Reportes

De los datos adquiridos se pueden generar representaciones gráficas de los datos, predicciones, control estadístico, gestión de la producción, gestión administrativa y financiera, etc.

4.1.3. Elementos básicos

4.1.3.1. Componentes de Hardware

Existen componentes de hardware en un sistema, para que puedan ser tratados y gestionados la información obtenida se necesita de:

- Unidad terminal maestra (MTU).
- Unidad remota de telemetría (RTU).
- Red de comunicación.
- Instrumentación de campo.

4.1.3.1.1. Unidad Terminal Maestra (MTU)

Está conformada por un computador principal del sistema encargado de supervisar y recoger la información de las subestaciones; teniendo una interfaz hombre máquina.

4.1.3.1.2. Unidad Remota de Telemetría (RTU)

Está conformada por un dispositivo remoto colocado en el sistema encargado de recopilar datos que después son transmitidos hacia la Unidad Terminal Maestra.

4.1.3.1.3. Red de comunicación

Es aquella que se encarga de la transmisión de la información entre el sistema y el hardware.

4.1.3.1.4. Instrumentación de campo

Están constituidos por todos los dispositivos que realizan el control del sistema tales como: PLC's, tarjeta de adquisición de datos, variadores de frecuencia y actuadores entre otros, los cuales captan la información del sistema.

4.1.3.2. Componentes de Software

Realiza las actividades de adquisición, supervisión y control enunciadas a continuación:

- Configuración.
- Interfaz gráfico del operador.
- Módulo de proceso.
- Gestión y archivo de datos.

Tabla IV-I Componentes del Software²⁶

Configuración:	Facilita definir el ambiente de trabajo de la aplicación.
-----------------------	---

²⁶ <http://www.slideshare.net/ATRSeries/sar5q-scada-2013-spa>

Interfaz gráfico del operador:	Ayuda a comprobar el estado de los componentes de campo (encendido/apagado) que están presentes en los procesos.
Módulo de proceso:	Ejecuta las instrucciones de mando pre-programado a partir de valores actuales de las variables de campo leídas.
Gestión y archivo de datos:	Admite el almacenamiento y proceso de los datos para: hardware (impresoras, registradores) o software (bases de datos, hojas de cálculo), etc.

4.2. LABView

Es un lenguaje de programación de alto nivel tipo grafico empleado para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Posee un diagrama de bloques donde se encuentra herramientas de programación para hacer el código de programación y el panel frontal que sirve para la comunicación entre el usuario y el computador. Facilitando la integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos.

Los programas creados en LABView son llamados instrumentos virtuales debido a que su apariencia y operación generalmente imitan a los instrumentos físicos como: osciloscopios, pulsadores, tanques, multímetros, etc.



Figura IV-2 Logo de LABView²⁷

4.2.1. Tipos de Datos en LABView

4.2.1.1. Tipos de Datos básicos

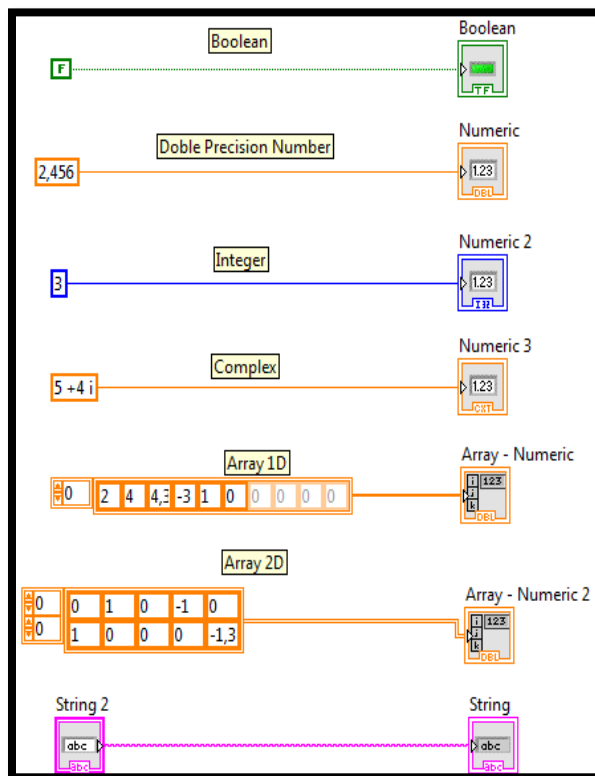


Figura IV-3 Datos básicos²⁸

²⁷ <http://jfrujilloa.wordpress.com/2011/01/12/%C2%BFque-es-labview/>

²⁸ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/datastructures.htm>

4.2.1.1.1. Booleano

Es el tipo de dato que representa dos estados lógicos, TRUE (verdadero) o FALSE (falso). Es de gran utilidad a la hora de establecer condiciones sencillas como el encendido o apagado de un led.

4.2.1.1.2. Numérico

Es el tipo de dato principal de LABView, representa cualquier tipo de número según su tipo (real, imaginario, complejo, con signo, entero etc).

4.2.1.1.3. Cadena de c caracteres

Este tipo de datos se identifica con un color rosa y representa letras, palabras y oraciones, los cuales serán representados por signos de acuerdo al idioma, cada letra o signo tiene su equivalente ASCII con el cual es manejado por el programa.

4.2.1.2. Tipos de Datos avanzados o compuestos

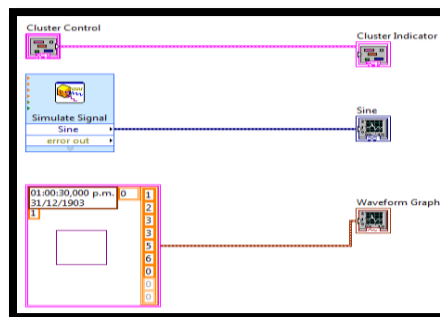


Figura IV-4 Datos avanzados o compuestos²⁹

²⁹ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/datastructures.htm>

4.2.1.2.1. Cluster

Agrupar elementos o datos de tipos mixtos. Conocidos también como registros. Ejemplo guardar la fecha, número de cédula, nombres entre otros datos necesarios para hacer una factura.

4.2.1.2.2. Dynamic Data

El tipo de datos dinámico es para uso con Express VIs. Al momento de utilizar una función para analizar o procesar los datos del tipo de datos dinámico se debe convertir el tipo de dato dinámico.

4.2.1.2.3. Waveform Data

Es el tipo de datos específico para ondas, en el cual se guardan por medio de matrices de una dimensión los valores de amplitud en función de un diferencial de tiempo.

4.2.2. Programación gráfica con LABView

Cuando se crean programas con LABView se tiene una extensión .vi, es decir un instrumento virtual, para llevar a cabo esta tesis se elabora VI y también subVI necesarios para el buen funcionamiento.

Las características que poseen los VI's son: un cuadrado con un símbolo relacionado a su funcionalidad, una interfaz con el usuario, entradas con su color de identificación de dato, varias salidas y pueden ser reutilizables.

4.2.2.1. Panel Frontal

Al momento de abrir un VI, aparece la ventana del panel frontal del VI siendo la interfaz de usuario para el VI. La Figura IV-5 muestra un ejemplo de una ventana del panel frontal.

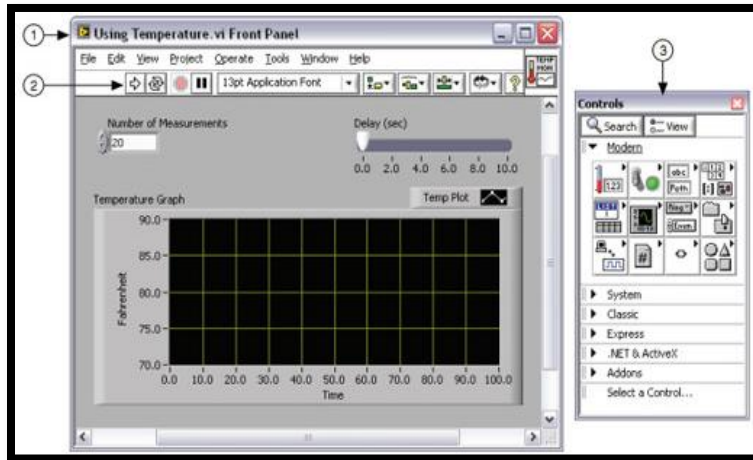


Figura IV-5 Ejemplo de un Panel Frontal de LABView³⁰

Tabla IV-II Partes del Panel Frontal

1	Ventana de Panel Frontal
2	Barra de Herramientas
3	Paleta de Controles

³⁰ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

4.2.2.2. Paleta de Controles

Es aquella que tiene todos los controles e indicadores utilizados para crear el panel frontal. La Paleta de Controles está conformada en varias categorías; siendo necesarias para cumplir con las necesidades del programador. La Figura IV-6 muestra la Paleta de Control con todas las categorías.

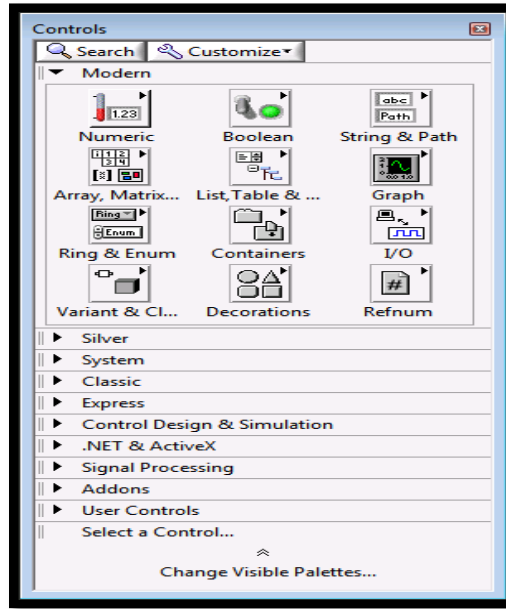


Figura IV-6 Ejemplo de Paleta de Control en LABView³¹

4.2.2.3. Controles e Indicadores

Cuando se diseña una interfaz en LABView se usa controles que definen las entradas y los indicadores muestran las salidas permitiendo interactuar con el usuario. Los controles se pueden mencionar algunos como: las perillas, botones y barras deslizantes, los cuales simulan dispositivos de entrada de instrumentos y suministran datos al diagrama de bloques del VI. Mientras los

³¹ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

indicadores son: gráficas, tablas, LED's y secuencias de estado, los cuales simulan dispositivos de salida de instrumentos y muestran los datos que el diagrama de bloque adquiere o genera.

4.2.2.3.1. Controles e Indicadores Numéricos

Representa números de varios tipos como un entero o real, siendo los más usados el control numérico y el indicador numérico, como se muestran en la Figura IV-7. Además los objetos como medidores y perillas representan datos numéricos empleados comúnmente en la programación.

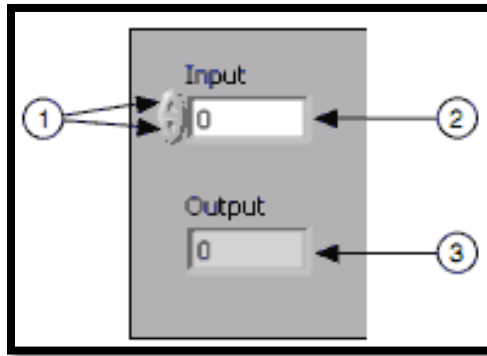


Figura IV-7 Control e Indicador Numéricos en LABView³²

Tabla IV-III Partes del Control e Indicador

1	Botones de Incremento/Reducción
2	Control Numérico
3	Indicador Numérico

³² <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

4.2.2.3.2. Controles e Indicadores Booleano

Representa datos que solamente tienen dos estados posibles, como: verdadero y falso, encendido y apagado. Útiles cuando se quiere proporcionar y visualizar valores Booleano. Los objetos Booleano simulan interruptores, botones y LED's. El interruptor y el LED redondos se muestran en la Figura IV-8.



Figura IV-8 Control e Indicador Booleano en LABView³³

4.2.2.3.3. Controles e Indicadores de Cadena de Caracteres

Representa una secuencia de caracteres ASCII. Necesarios cuando se requiere recibir texto desde el usuario como una contraseña o nombre de usuario, como también para visualizar texto al usuario. Las tablas y cuadros de texto son los más usados, como se muestra en la Figura IV-9.



Figura IV-9 Controles e indicadores de cadena de caracteres³⁴

³³ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

³⁴ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

4.2.2.4. Funciones

Son aquellos elementos fundamentales en LABView para su correcta operación. Además no poseen ventanas del panel frontal o del diagrama de bloques. Cuando quiera usar una función debe hacer doble clic en la función y eso es todo.

4.2.2.4.1. Paleta de Funciones

Constituida por VI's, siendo las funciones y constantes indispensables para crear el diagrama de bloques. Se logra tener acceso a la paleta de Funciones del diagrama de bloques al seleccionar View» Functions Palette, esta también se encuentra dividida en varias categorías. La Figura IV-10 muestra la Paleta de Funciones con todas las categorías.

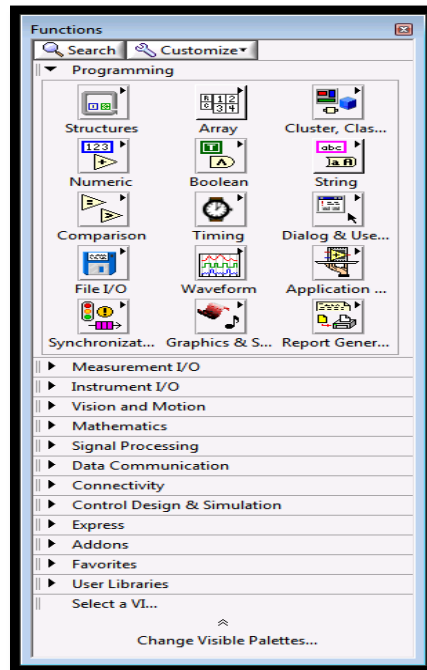


Figura IV-10 Paleta de Funciones³⁵

³⁵ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

4.2.2.4.2. Buscar Controles, VI's y Funciones

Al momento de seleccionar en LABView la opción View» Controls o View» Functions se accede a las Paletas Controles y Funciones, visualizándose dos botones en la parte superior de la Paleta.

4.2.2.4. Search

Cuando se quiere ubicar los controles, VI's o funciones en LABView se debe poner a la paleta en modo buscar como se muestra en la Figura IV-11, así se conseguirá encontrarlas y hacer el uso de acuerdo a la programación necesaria. Si se desea salir de este modo de búsqueda en la paleta, haga clic en el botón Return para salir del modo de búsqueda y regresar a la paleta.

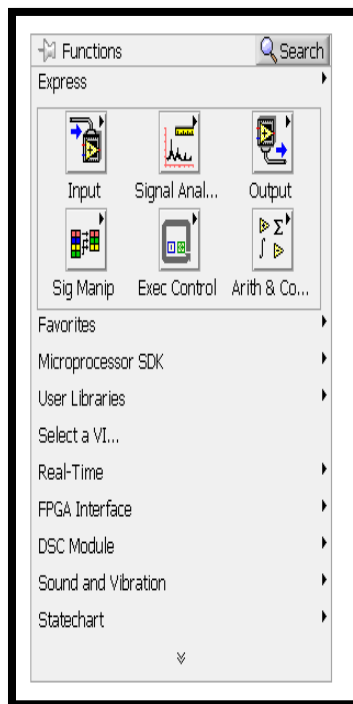


Figura IV-11 Ícono search³⁶

³⁶ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/environment.htm>

4.2.2.5. Customize

Proporciona opciones para seleccionar un formato para la paleta actual, mostrar y esconder categorías para todas las paletas y clasificar alfabéticamente elementos en los formatos de Texto y Árbol. Al seleccionar Options del menú en LABView de acceso directo para mostrar la página Controls/FunctionsPalettes de la ventana de diálogo Options, en la cual se puede seleccionar un formato para todas las paletas. Este botón aparece solamente si hace clic en la tachuela en la esquina superior izquierda para prender la paleta como se muestra en la Figura IV-12.

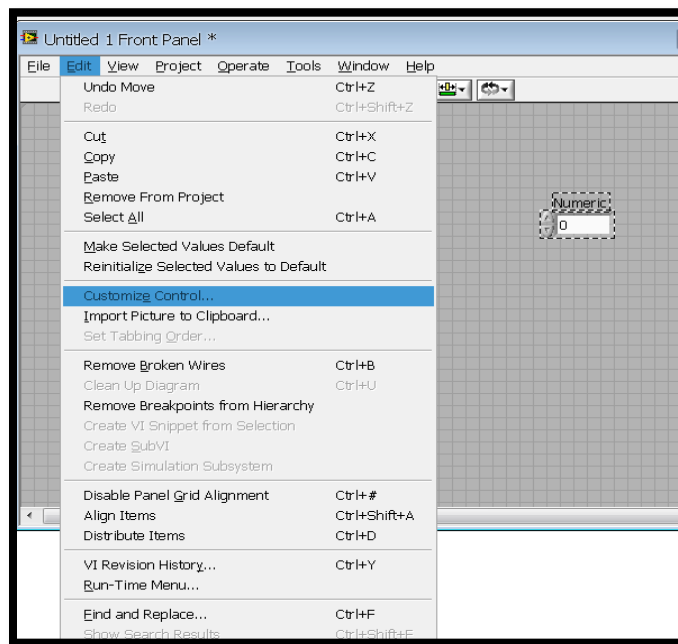


Figura IV-12 Ícono customize³⁷

La ubicación de los VI's y funciones, se puede buscar la función o VI usando el botón Search. Por ejemplo, si desea encontrar la función RandomNumber, se hace clic en el botón Search en la barra

³⁷ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

de herramientas de la paleta de Funciones y se escribe RandomNumber en la ventana de diálogo en la parte superior de la paleta. LABView coloca una lista de todos los elementos parecidos que comienzan con o contienen el texto que se escribió. Al dar clic en alguno de los resultados de búsqueda inmediatamente debe arrastrarlo al diagrama de bloques, como se muestra en la Figura IV-13.

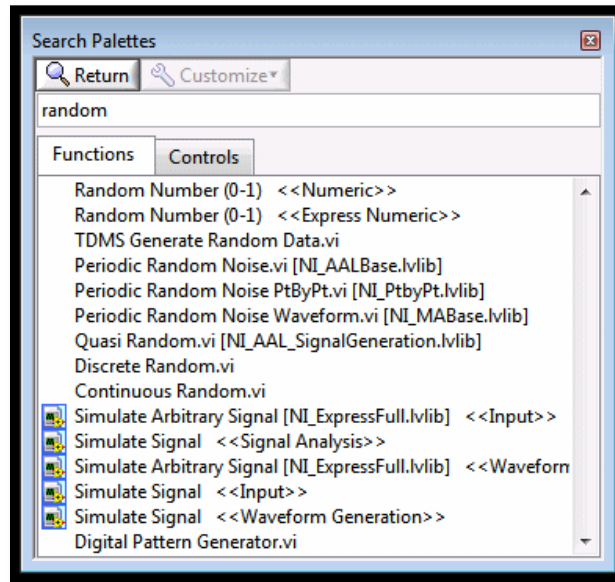


Figura IV-13 Buscar un objeto en la paleta de funciones³⁸

4.2.2.4. Diagrama de Bloques

Los objetos del diagrama de bloques incluyen terminales, subVIs, funciones, constantes, estructuras y cables, los cuales transfieren datos junto con otros objetos del diagrama de bloques, como se muestra en la Figura IV-14.

³⁸ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

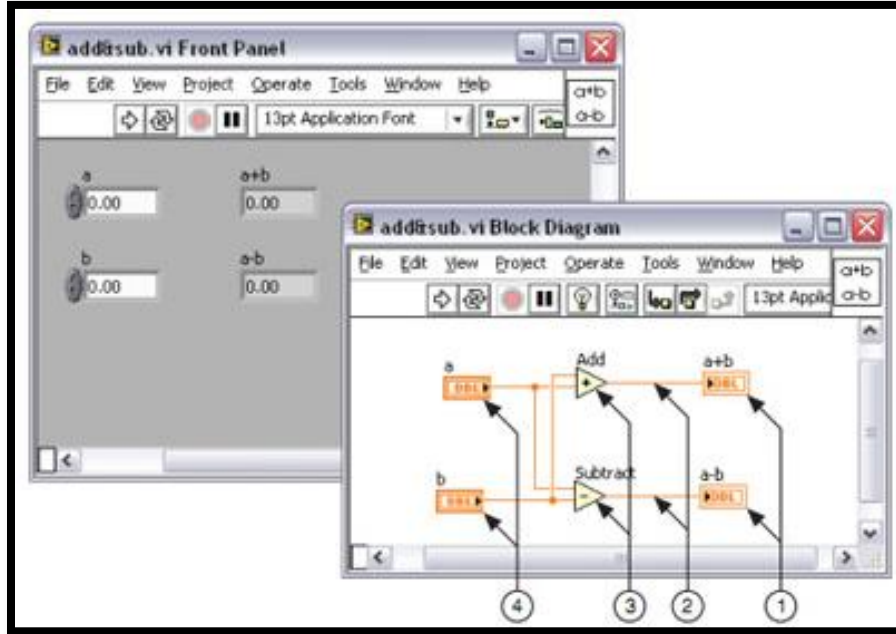


Figura IV-14 Diagrama de bloque y Panel frontal³⁹

Tabla IV-IV Partes del Diagrama de Bloques

1	Terminales de Indicador
2	Cables
3	Nodos
4	Terminales de Control

Luego de haber creado la ventana del panel frontal, añada código usando representaciones gráficas de funciones para controlar los objetos del panel frontal. La ventana del diagrama de bloques contiene este código de fuente gráfica, como se muestra en la Figura IV-15.

³⁹ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

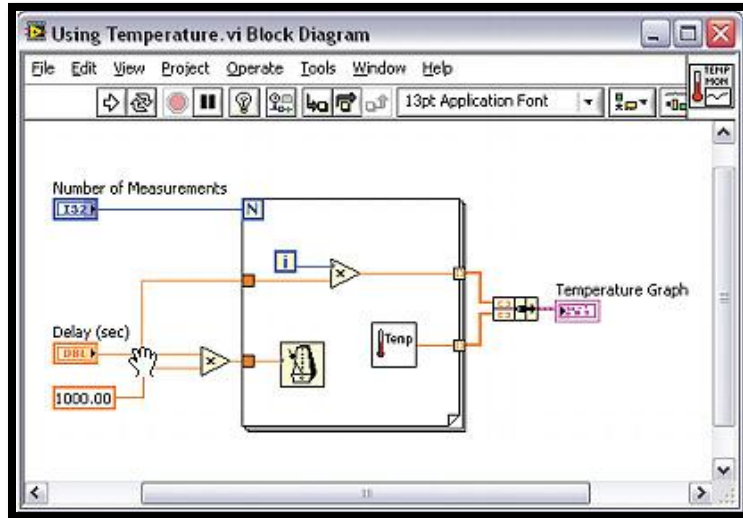


Figura IV-15 Diagrama de Bloque⁴⁰

4.2.2.4.1. Terminales

Los objetos en la ventana del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloques. Las terminales son puertos de entrada y salida que intercambian información entre el panel frontal y diagrama de bloques. Las terminales son análogos a parámetros y constantes en lenguajes de programación basados en texto. Los tipos de terminales incluyen terminales de control o indicador y terminales de nodo. Las terminales de control e indicador pertenecen a los controles e indicadores del panel frontal. Los datos proporcionados en los controles del panel frontal pasan al diagrama de bloques a través de las terminales de control. Entonces los datos ingresan las funciones de Suma y Resta. Cuando las funciones de Suma y Resta terminan sus cálculos, producen nuevos valores de datos. Los valores de datos van a las terminales de indicador, donde actualizan los indicadores del panel frontal.

⁴⁰ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

4.2.2.4.2. Controles e Indicadores y Constantes

Los controles, indicadores y constantes se comportan como entradas y salidas del algoritmo del diagrama de bloques. Considere la implementación del algoritmo para el área de un triángulo:

$$\text{Área} = 5 * \text{Base} * \text{Altura}$$

En este algoritmo, Base y Altura son entradas y Área es una salida, como se muestra en la Figura IV-16.

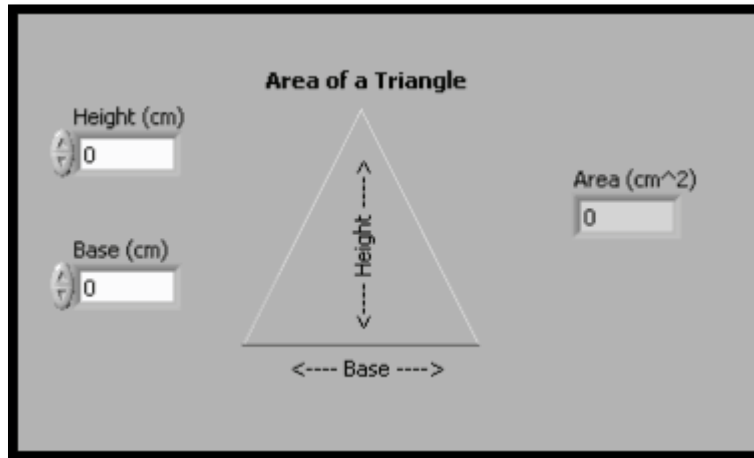


Figura IV-16 Panel Frontal del área de un triángulo⁴¹

El usuario no cambiará o tendrá acceso a la constante 5, así que no aparecerá en el panel frontal a menos que se incluya como documentación del algoritmo.

La Figura IV-17 muestra una posible implementación de este algoritmo en un diagrama de bloques de LABView. Este diagrama de bloques tiene cuatro terminales diferentes creadas por dos controles, una constante y un indicador.

⁴¹ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

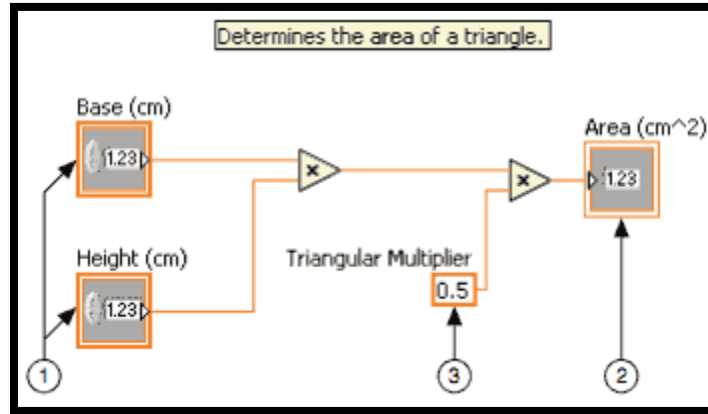


Figura IV-17 Diagrama de bloque del área de un triángulo con vista de ícono⁴²

Tabla IV-V Partes del Diagrama de Bloque del área

1	Controles
2	Indicador
3	Constante

Como se puede observar las terminales del diagrama de bloques Base (cm) y Altura (cm) tienen una apariencia diferente de la terminal Área (cm²). Existen dos características distintivas entre un control y un indicador en el diagrama de bloques. La primera es una flecha en la terminal que indica la dirección del flujo de datos. Los controles tienen flechas que muestran los datos que salen de la terminal, mientras que el indicador tiene una flecha que muestra los datos que entran a la terminal. La segunda característica distintiva es el borde alrededor de la terminal. Los controles tienen un borde grueso y los indicadores tienen un borde delgado.

⁴² <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

Puede ver terminales con o sin vista de íconos. La Figura IV-18 muestra el mismo diagrama de bloques sin usar la vista de ícono de las terminales; sin embargo existen las mismas características distintivas entre los controles y los indicadores.

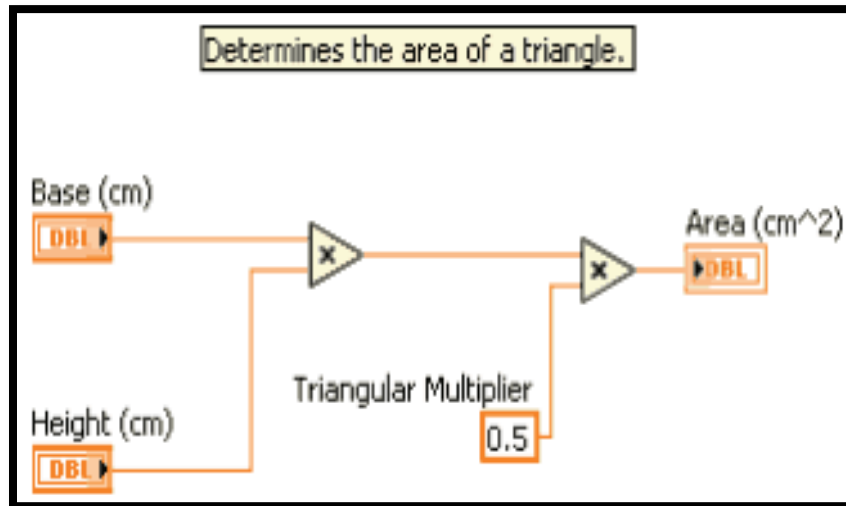


Figura IV-18 Diagrama de bloque del área de un triángulo sin vista de ícono⁴³

4.2.2.4.3. Nodos de Diagrama de Bloques

Son aquellos objetos que en el diagrama de bloques poseen tanto entradas y/o salidas, permitiendo realizar operaciones cuando el VI es ejecutado. Los nodos pueden ser funciones, subVIs, Express VIs o estructuras de programación. Las estructuras de programación son elementos de control de procesos, como estructuras de Cases, Ciclos For o Ciclos While.

⁴³ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

4.2.2.5. SubVI

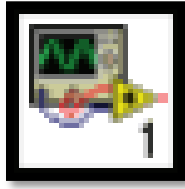


Figura IV-19 Ícono SubVI⁴⁴

Un VI llamado desde el diagrama de bloques de otro VI se llama un subVI. Se puede mencionar que estos pueden ser reutilizados en otros VI's. Para poder crear un subVI, es necesario construir un panel conector y crear un ícono, que la apariencia de este puede ser diseñada por el programador.

Los controles e indicadores del subVI reciben datos y regresan datos al diagrama de bloques del VI llamado. Al hacer doble clic en un subVI en el diagrama de bloques, aparece la ventana del panel frontal. El panel frontal incluye controles e indicadores. El diagrama de bloques incluye cables, íconos, funciones, subVI's probables u otros objetos de LABView.

Cada VI muestra un ícono en la esquina superior derecha de la ventana del panel frontal y la ventana del diagrama de bloques. Un ejemplo del ícono predeterminado por LABView es el que se muestra en la Figura IV- 19. Un ícono es una representación gráfica de un VI. El ícono puede contener texto e imágenes.

⁴⁴ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

4.2.2.6. Express VIs

Los Express VI's son nodos que pueden ser configurados con ventanas de diálogo utilizando el mínimo de cableado, teniendo el fondo de color azul, como se muestra en la Figura IV-20.

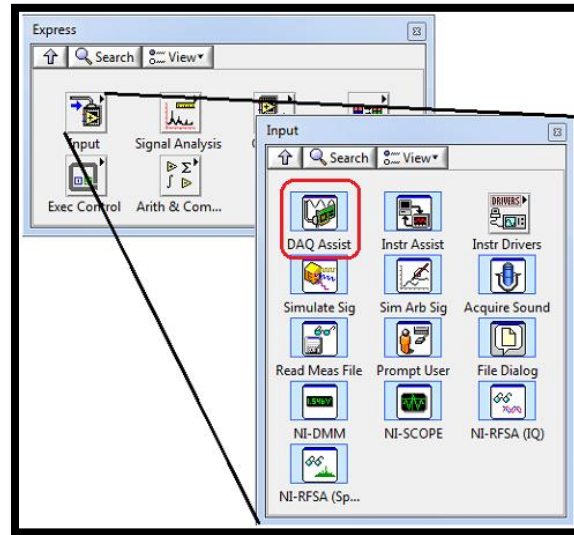


Figura IV-20 Express VI's⁴⁵

4.2.3. Aplicaciones de LABView

Al ser un software de programación posee diversas aplicaciones como: en sistemas de medición, monitoreo de procesos y control, un ejemplo de estos sistemas es el control y monitoreo de un aeropuerto a escala planteada en esta tesis, así como también los procesos de control industrial. Cabe de mencionar que es bien utilizado para el procesamiento digital de señales en tiempo real, automatización, generación de señales, entre otras aplicaciones.

⁴⁵ <http://www.ni.com/white-paper/2744/en/>

4.3. Tarjeta de Adquisición de datos DAQ OEM 6009 LABView

4.3.1. Introducción



Figura IV-21 NI USB OEM 6009

Fuente: (National Instrument, 2013)

El objetivo es dar una introducción que pueda permitir crear, editar y depurar instrumentos virtuales (VI) usando el software de programación de LABView, además de adquirir datos a través del Express VI's DAQ Assistant. El procedimiento parte del hecho de tener instalado todas la librerías necesarias en LABView, después se da doble clic en el icono de acceso directo de LABView y a través del cuadro de Dialogo de LABView hacer clic en New, como se muestra en la Figura IV-22.

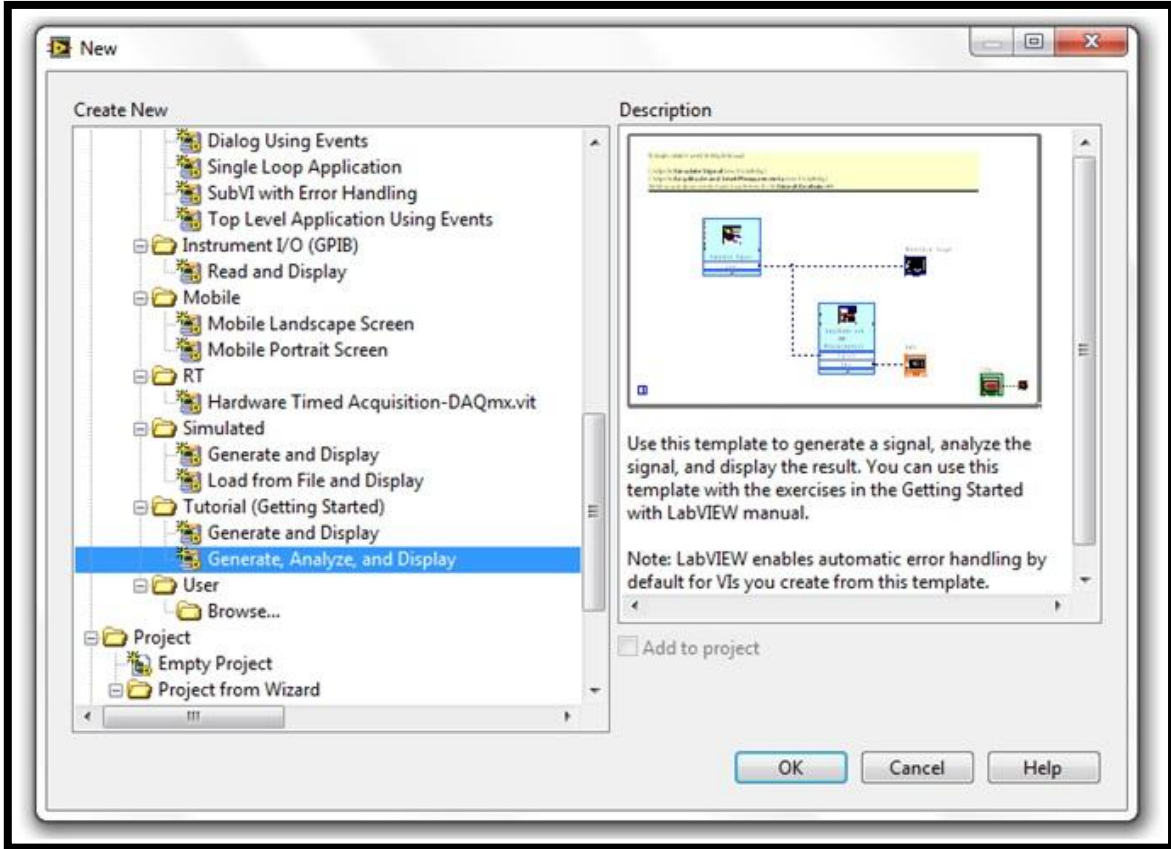


Figura IV-22 Generación de señal en la DAQEM 6009⁴⁶

Para practicar con una plantilla de LABView se ingresa en *tutorial* (GettingStarted) seleccionar Generate, Analyze, And Display. Luego se debe hacer un clic en el botón OK como se muestra en la Figura IV-21. Para visualizar simultáneamente el panel frontal junto con el diagrama de bloques activar teclas **Ctrl + t** quedando la forma de visualización como se muestra en la Figura IV-23.

⁴⁶ Propia del Autor

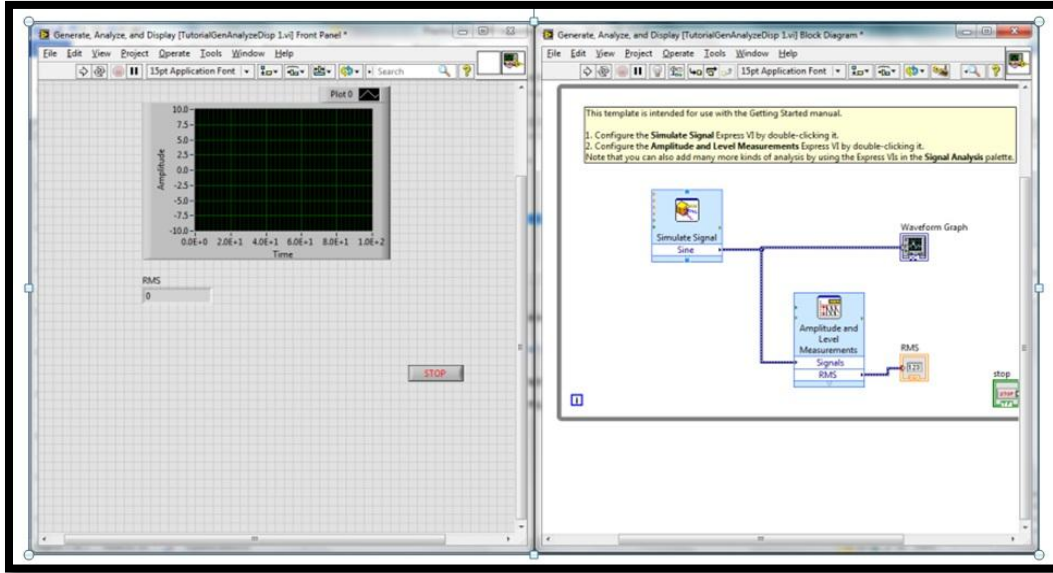


Figura IV-23 Visualización de la generación de señal en la DAQ OEM 6009⁴⁷

En la barra de herramientas del panel frontal, hacer clic en el botón Run mostrado a la izquierda. Se detiene el funcionamiento para adicionar un control al panel Frontal. Hacer clic derecho en el Front Panel, localizar NumericControls y seleccionar Knob. En propiedades de Knob cambiar la label Knob por Amplitud conectar el objeto como se muestra la Figura IV-24. Se puede simular y obtener una señal sinodal que varía su amplitud por medio de un Knob.

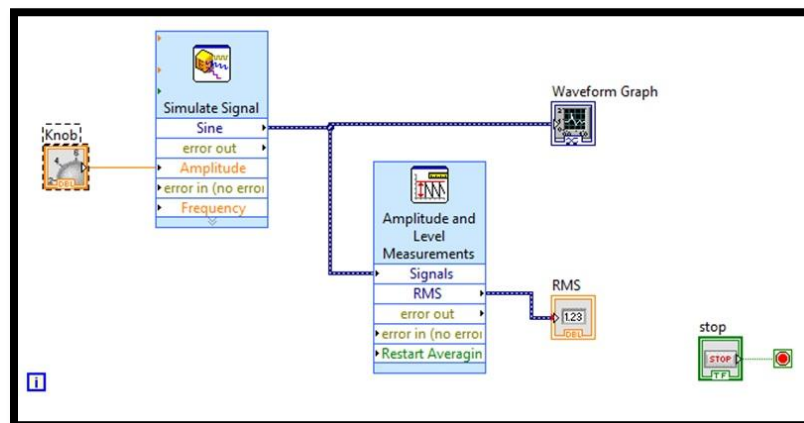


Figura IV-24 Selección y configuración de propiedades de knob⁴⁸

⁴⁷ Propia del Autor

⁴⁸ Propia del Autor

4.3.2. Configuración del sistema de adquisición de datos DAQ OEM 6009

- Instalar National Instruments LABView 2011 en el equipo.
- Verificar que se halla instalado correctamente Measurement & Automation y crear acceso directo.
- Configuración y prueba del dispositivo.

4.3.2.1. Manejo de señales análogas y digitales en un dispositivo DAQ

En la ventana realizar clic derecho en Devices and interface. Seleccionar CreateTask.

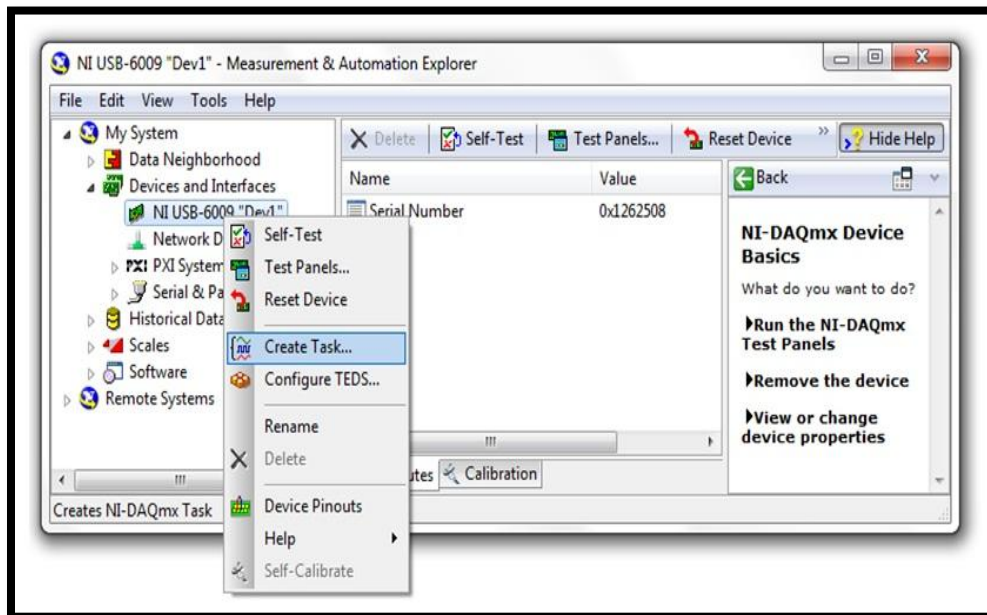


Figura IV-25 Manejo de señales análogas digitales

Se debe seleccionar Analog Input Voltage.

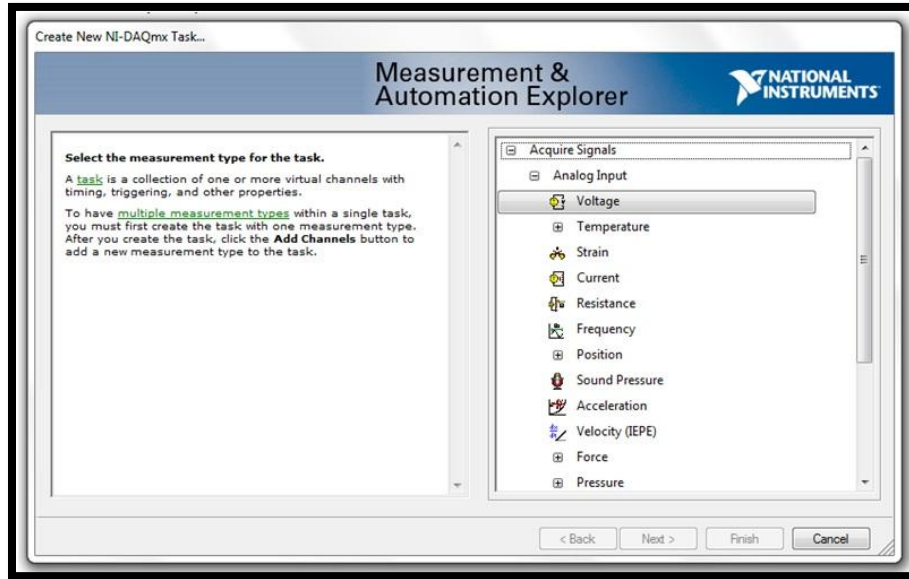


Figura IV-26 Selección de la entrada análoga de voltaje⁴⁹

Se le asigna un nombre a esta tarea Temperatura tipo K y luego se puede observar que en la ventana se despliega la tarea. En el cuadro de dialogo Voltage Input Setup se procede a configurar las características de la entrada análoga según la siguiente Figura IV-27.

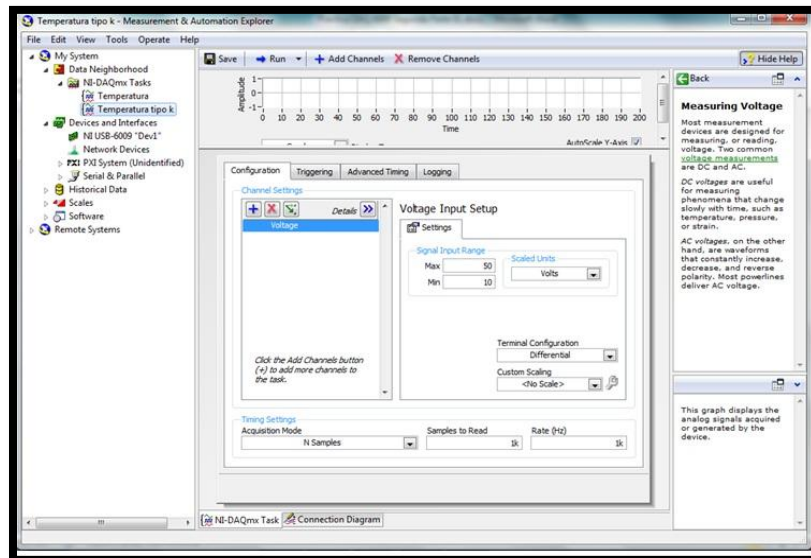


Figura IV-27 Configuración de la entrada análoga de voltaje⁵⁰

⁴⁹ Propia del Autor

⁵⁰ Propia del Autor

El sensor de temperatura entrega un voltaje. Para convertir el voltaje en grados Celsius es necesario operar el voltaje y realizar una escala. En customScaling se da clic New – Linear como muestra la Figura IV-28.

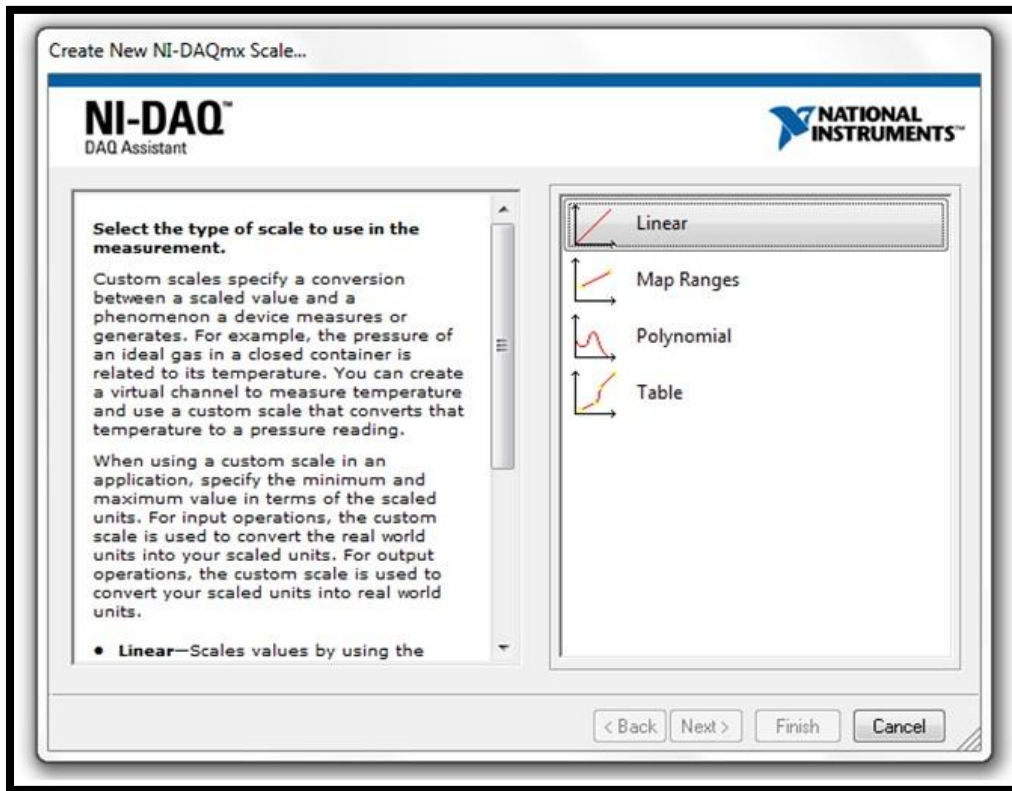


Figura IV-28 Selección del tipo de escala⁵¹

Modificar esta escala de acuerdo a la experiencia adquirida con termocupla tipo K como se muestra en la Figura IV-29.

⁵¹ Propia del Autor

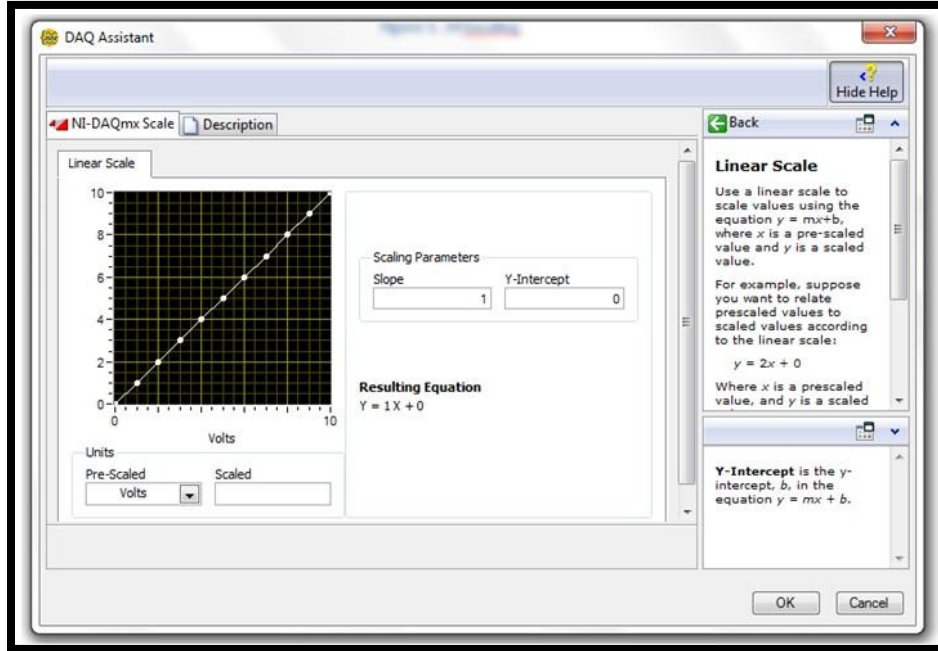


Figura IV-29 Modificación de la escala⁵²

Crear una nueva tarea y seleccione Digital I/O-line output, para seleccionar la salida digital por una línea del puerto y elija Port0/Line1 como se muestra en la Figura IV-30 y Figura IV-31.

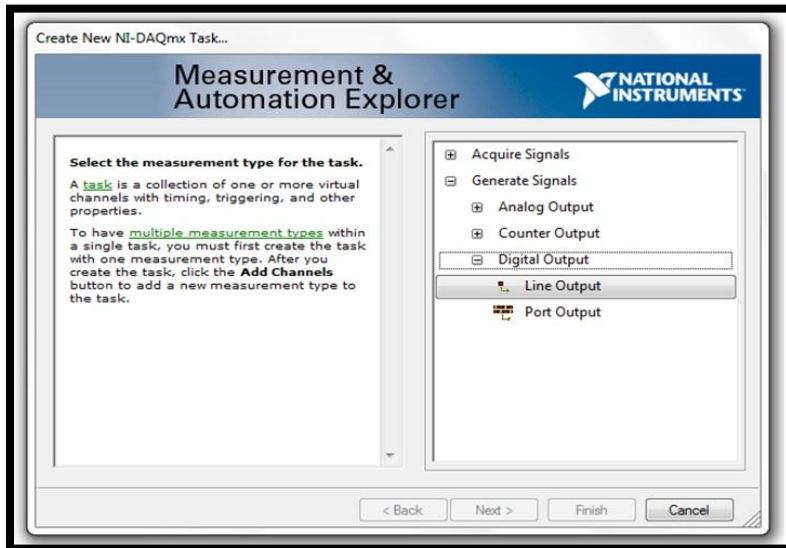


Figura IV-30 Configuración de salidas digitales⁵³

⁵² Propia del Autor

⁵³ Propia del Autor

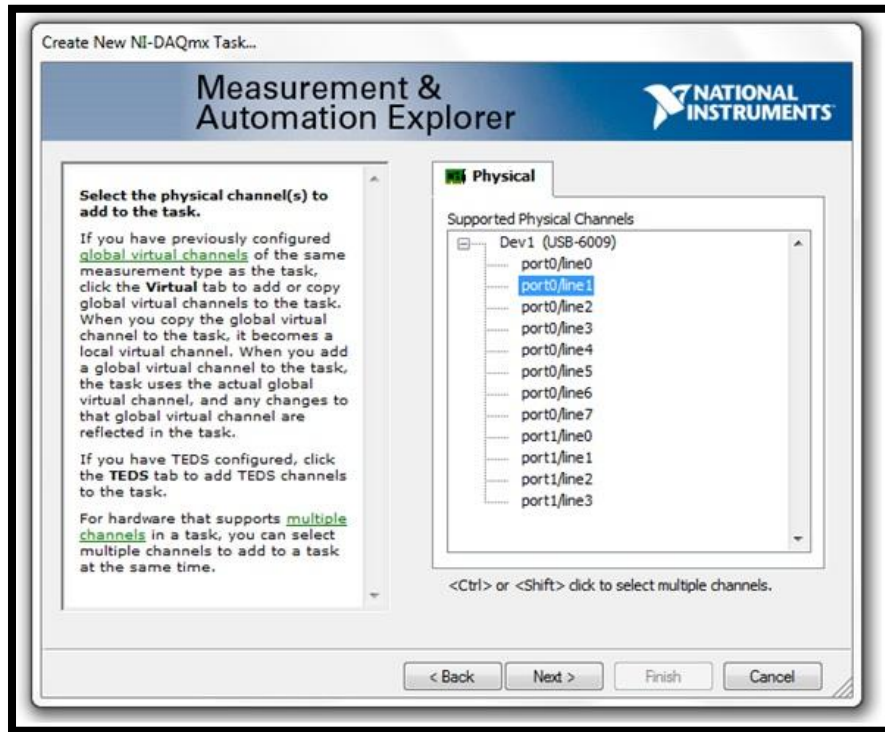


Figura IV-31 Selección de salidas digitales⁵⁴

4.4. Programación en LABView aplicada en la Tesis

A continuación se detalla la programación que se realizó del sistema SCADA en LABView para el control del aeropuerto a escala, como se explicó anteriormente se utilizó diferentes herramientas de programación de este software para ejecutar cada uno de los procesos de control:

4.4.1. Creación del Proyecto

Primero se creó un proyecto el cual alberga cada uno de los VI's necesarios para el control del aeropuerto. Como se puede apreciar en la figura IV-32 se cuenta con cuatro VI's que se detallaran más adelante:

⁵⁴ Propia del Autor

- Un VI principal llamado: **menu principal.vi**
- Tres subVIs llamados: **monitoreo-control.vi**, **auto aterrizaje.vi** y **auto despegue.vi**

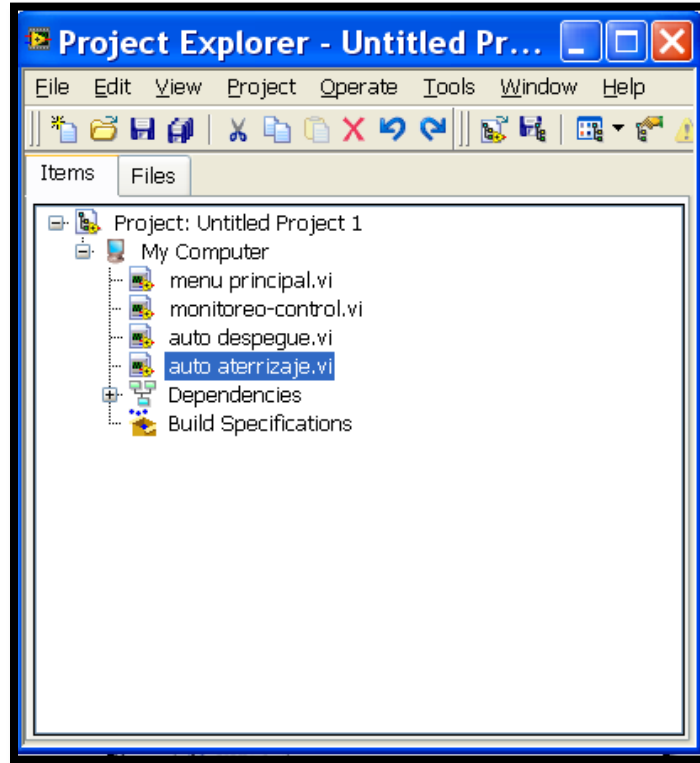


Figura IV-32 Detalle de los VI creados⁵⁵

4.4.2. Programa Principal del (proyecto.vi)

Este es el primer programa que se ejecuta en el proyecto, permite la selección del panel de control al cual se desea ingresar ya sea para monitorear y controlar totalmente el sistema, así como los dos subVI adicionales de simulación de despegue y aterrizaje del avión. A continuación se muestra la figura IV- 33 siendo el panel de control. Como se puede observar cuenta con tres botones para la selección del control que se desea y un botón de stop para detener el programa.

⁵⁵ Propia del Autor



Figura IV-33 Panel Frontal menu principal.vi⁵⁶

En la siguiente figura IV-34 se observa el diagrama de bloques del **menu principal.vi** conformado básicamente de una estructura whileloop el cual encierra a tres case para la selección del proceso; además cuenta con la inicialización de todas salidas de la DAQ OEM 6009 a través de la herramienta de DAQ ASSIST que sirve para adquirir y generar las señales de control de la maqueta, como se muestra en la Figura IV-34.

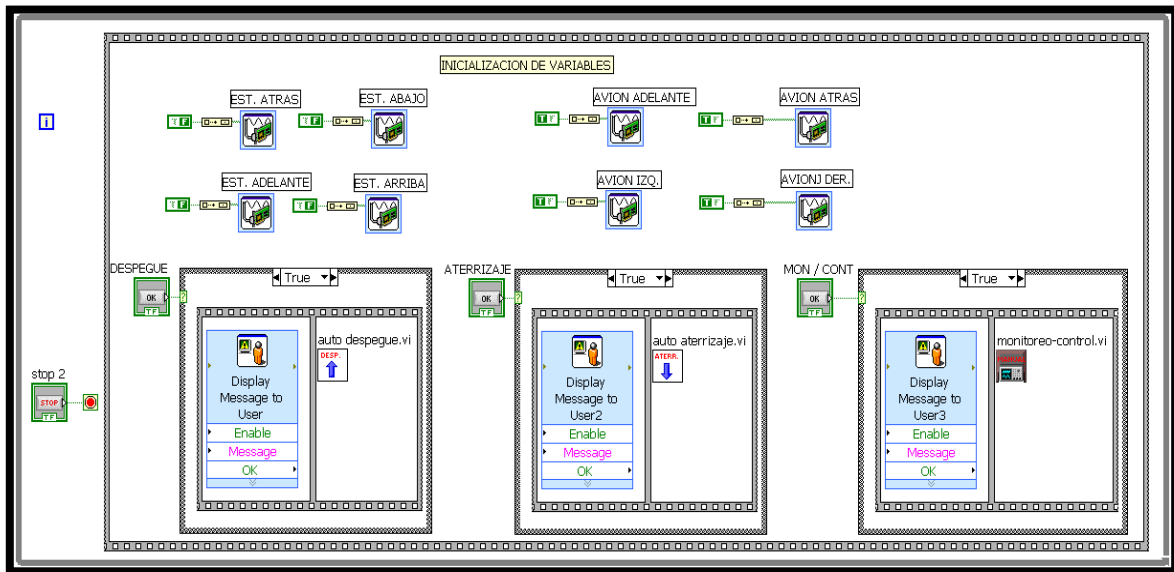


Figura IV-34 Diagrama de Bloques menu principal.vi⁵⁷

⁵⁶ Propia del Autor

4.4.2.1. Subprograma 1 (monitoreo-control.vi)

Este subprograma es llamado desde el programa principal **menu principal.vi** como se indicó en el punto anterior. Considerándose es el más importante del proyecto ya que por medio de este se puede tener un control total del avión, estructura mecánica y luces de la maqueta, además un monitoreo completo de los sensores utilizados: QRDs y finales de carrera, como se muestra en la Figura IV-35. En su panel de control se encuentra los controles siguientes:

- **Control del avión:** Para el movimiento del avión controlado inalámbricamente.
- **Control de luces:** Permite el encendido y apagado mediante software de las luces de la maqueta.
- **Control de Estructura:** Comanda el sentido de giro de los motores que dan movimiento a la estructura metálica.
- **Monitoreo sensores limitadores avión/estructura:** Muestra el estado de los sensores de la maqueta como son: QRDs y Finales de carrera.
- Finalmente un botón que nos permite regresar al **menu principal.vi**.

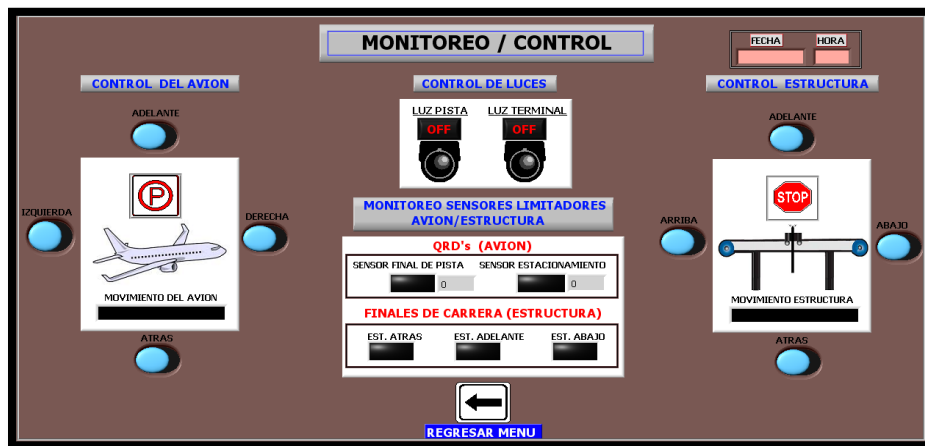


Figura IV-35 Panel de control monitoreo-control.vi⁵⁸

⁵⁷ Propia del Autor

⁵⁸ Propia del Autor

A continuación también se muestra el diagrama de bloques en el cual se realiza la programación gráfica para cada uno de los controles que se mencionó anteriormente, como se muestra en la Figura IV-36.

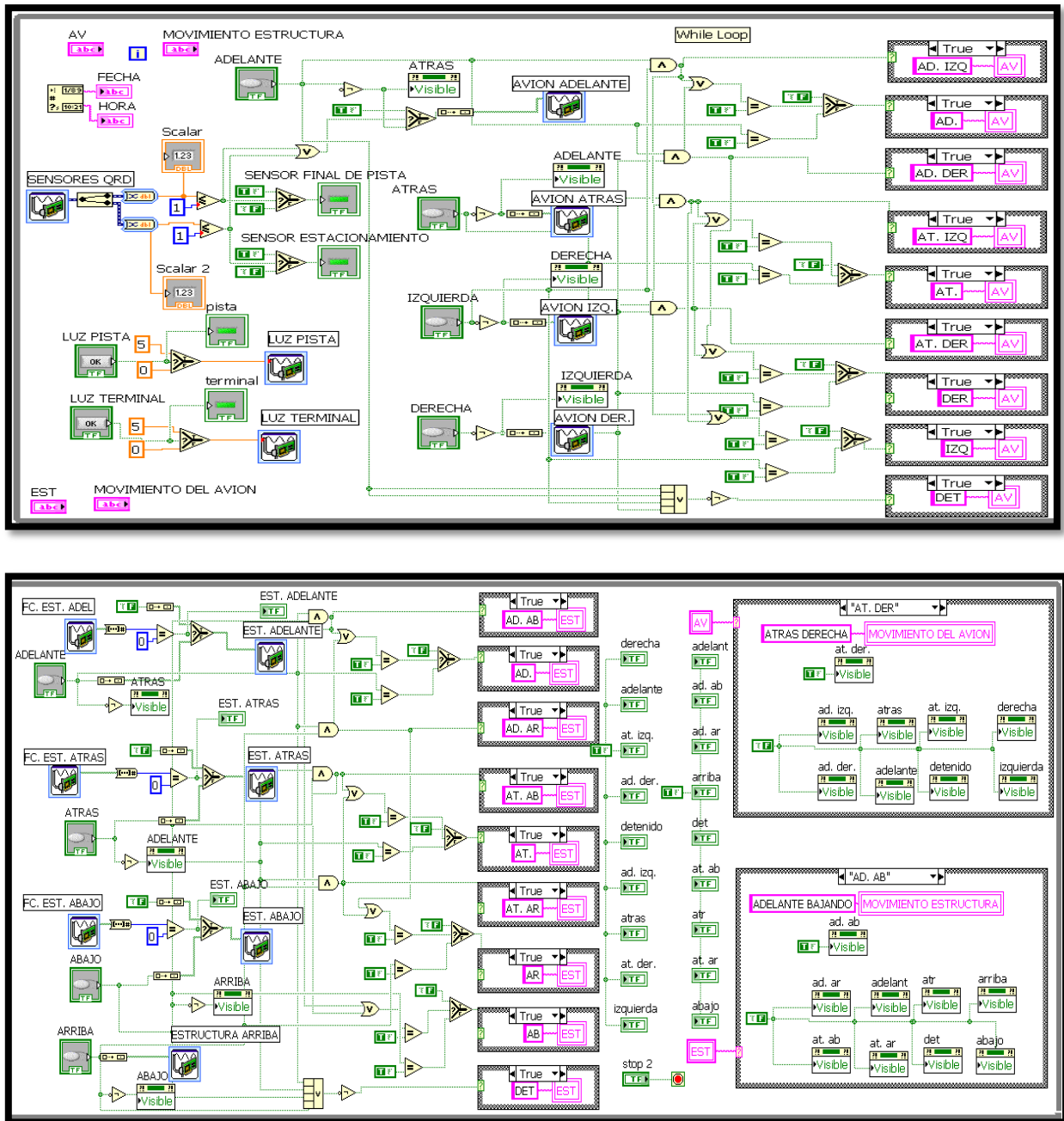


Figura IV-36 Diagrama de bloques monitoreo-control.vi⁵⁹

⁵⁹ Propia del Autor

4.4.2.2. Subprograma 2 (auto despegue.vi)

Este subprograma es llamado desde el programa principal **menu principal.vi**, básicamente realiza una secuencia de despegue del avión utilizando las entradas y salidas de la DAQ. Como se puede apreciar en la Figura IV-37, tiene un panel de control el cual consta de datos como son fecha y hora actual, el control y monitoreo de la maqueta a escala:

- Indica si se encuentra en el lugar de estacionamiento entre otros puntos estratégicos donde se ubican sensores en la maqueta a través de indicadores **ESTACIONADO, S1, S2**.
- Si se encuentra desplazándose el avión a través del indicador **MOVIMIENTO**.
- Datos simulados de acuerdo al movimiento del avión (velocidad y altura).
- Control del encendido y apagado de luces del terminal y pista de vuelo.
- Finalmente para regresar al **menu principal.vi**.

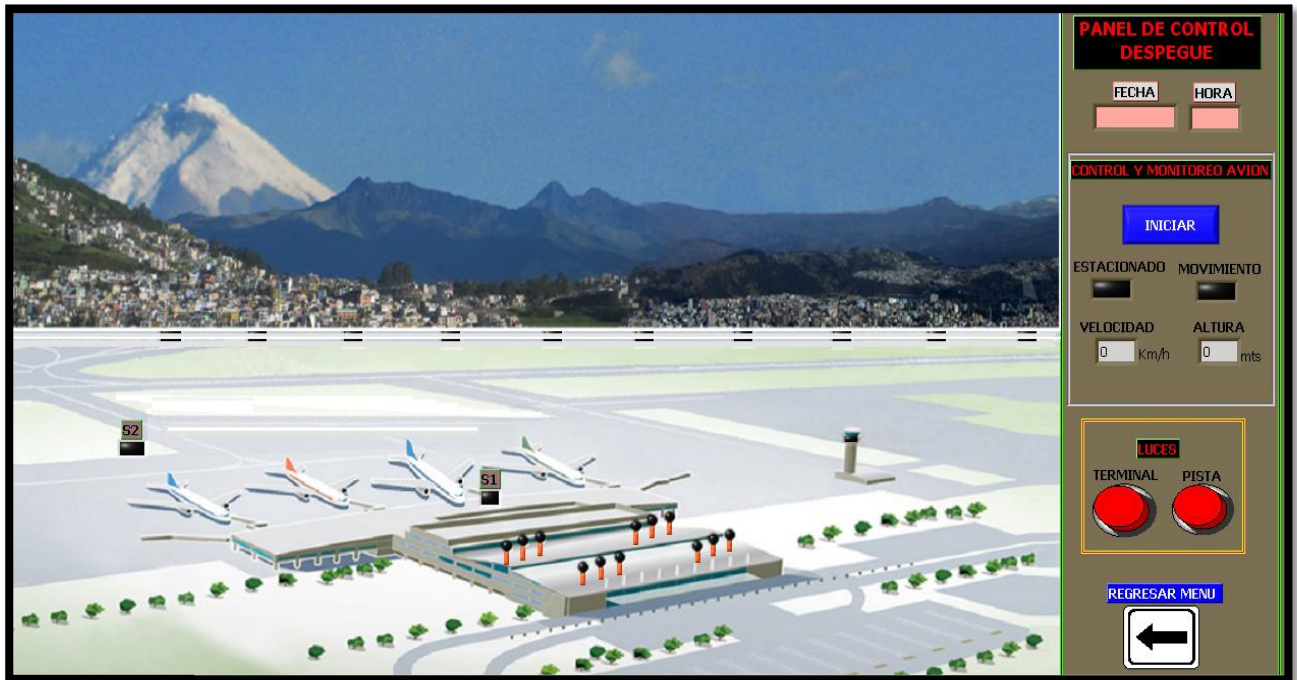


Figura IV-37 Panel de control auto despegue.vi⁶⁰

⁶⁰ Propia del Autor

El diagrama de bloques de este programa cuenta con un whileloop el cual permite detener el programa y regresar al **proyecto.vi**, además dentro de este se encuentra principalmente un flat sequence el cual permite realizar la secuencia de pasos que se necesitan para el movimiento del avión en el aeropuerto a escala.

A continuación se muestra el primer literal del flat sequence el cual permite una inicialización de todas las variables utilizadas en **auto despegue.vi** lo cual es necesario para poder realizar un reset antes de empezar con el proceso asegurando que todas estas variables comiencen en los valores que se desea, como se muestra en la Figura IV-38.

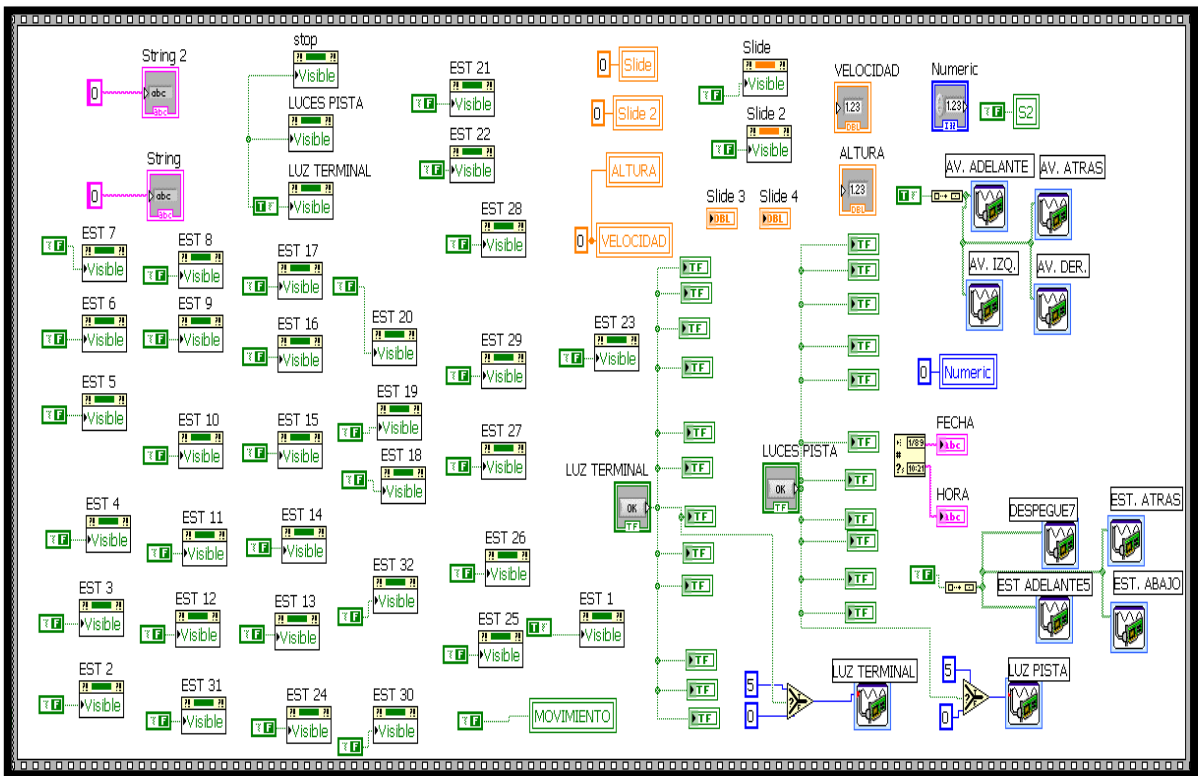


Figura IV-38 Diagrama de Bloque primer literal flat sequence auto despegue.vi⁶¹

⁶¹ Propia del Autor

El segundo literal del flat sequence se encarga del inicio de la secuencia de despegue siempre y cuando el avión se encuentre en la posición de estacionamiento señal que se la obtiene a través de **S1** (QRD1), caso contrario no se dará inicio a la secuencia, como se muestra la Figura IV-39.

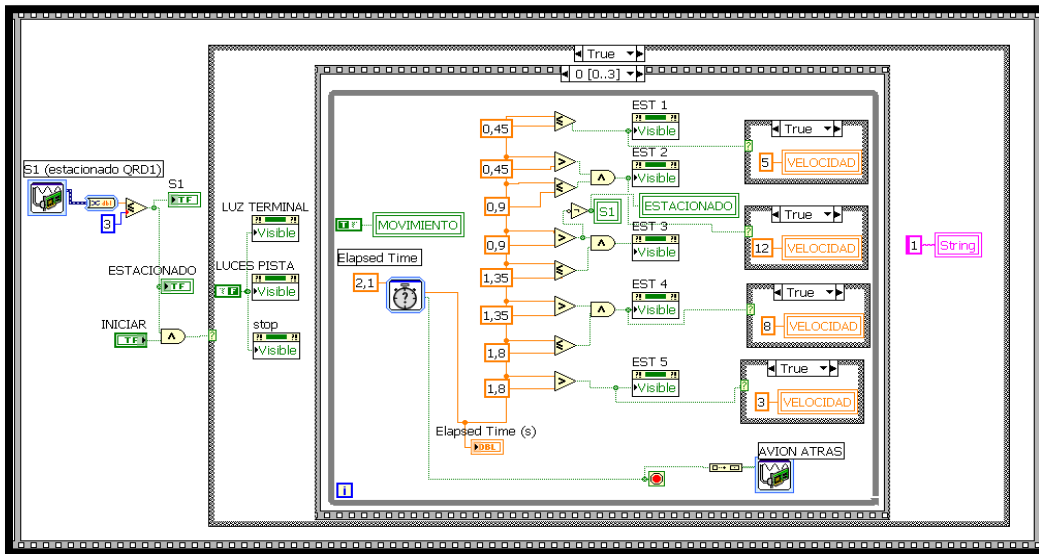


Figura IV-39 Diagrama de Bloque segundo literal flat sequence auto despegue.vi⁶²

El tercer literal permite el primer movimiento del avión desde el estacionamiento **S1**, como se muestra en la Figura IV-40 y la Figura IV-41.

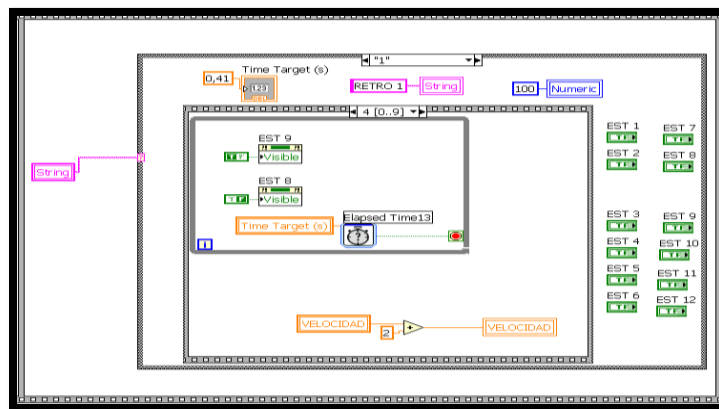


Figura IV-40 Diagrama de Bloque tercer literal flat sequence auto despegue.vi⁶³

⁶² Propia del Autor

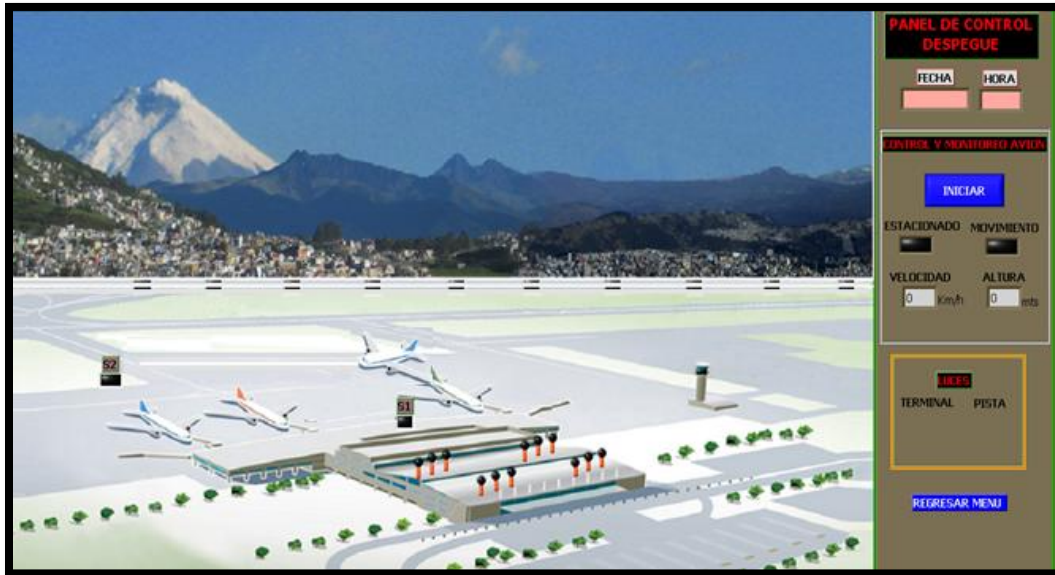
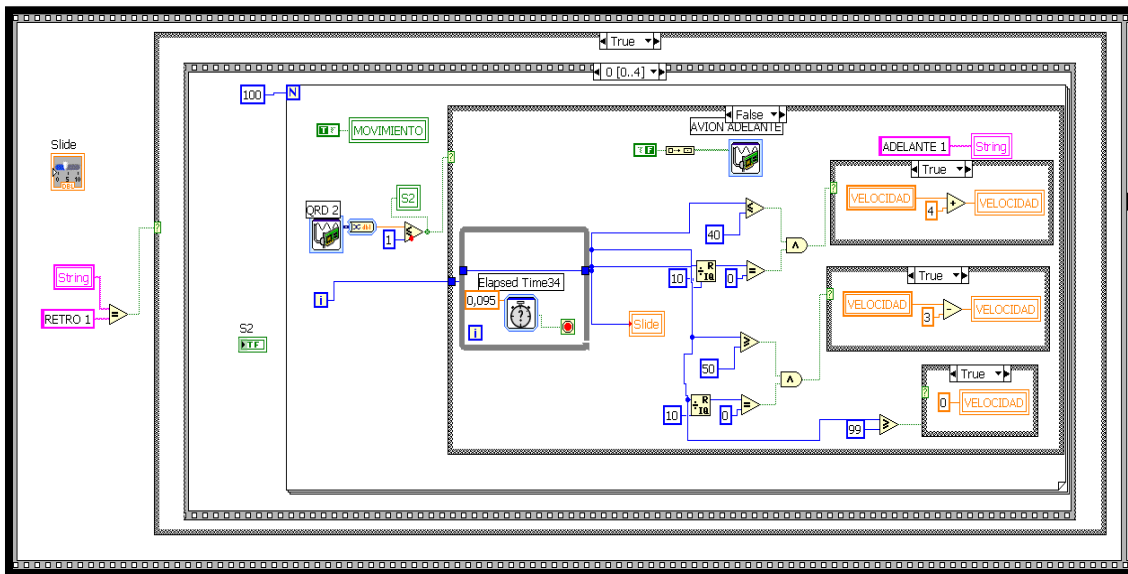


Figura IV-41 Primer Movimiento del avión desde S1 auto despegue.vi⁶⁴

El cuarto literal del flat sequence se encarga del segundo desplazamiento del avión hasta posición de despegue, esto se logra al activar la DAQ que ordene al motor del avión a moverse hacia adelante y luego hacia la derecha, siempre y cuando se haya realizado el primer movimiento, como se muestra en la Figura IV-42 y la Figura IV-43.



⁶³ Propia del Autor

⁶⁴ Propia del Autor

Figura IV-42 Diagrama de Bloque cuarto literal flat sequence auto despegue.vi⁶⁵

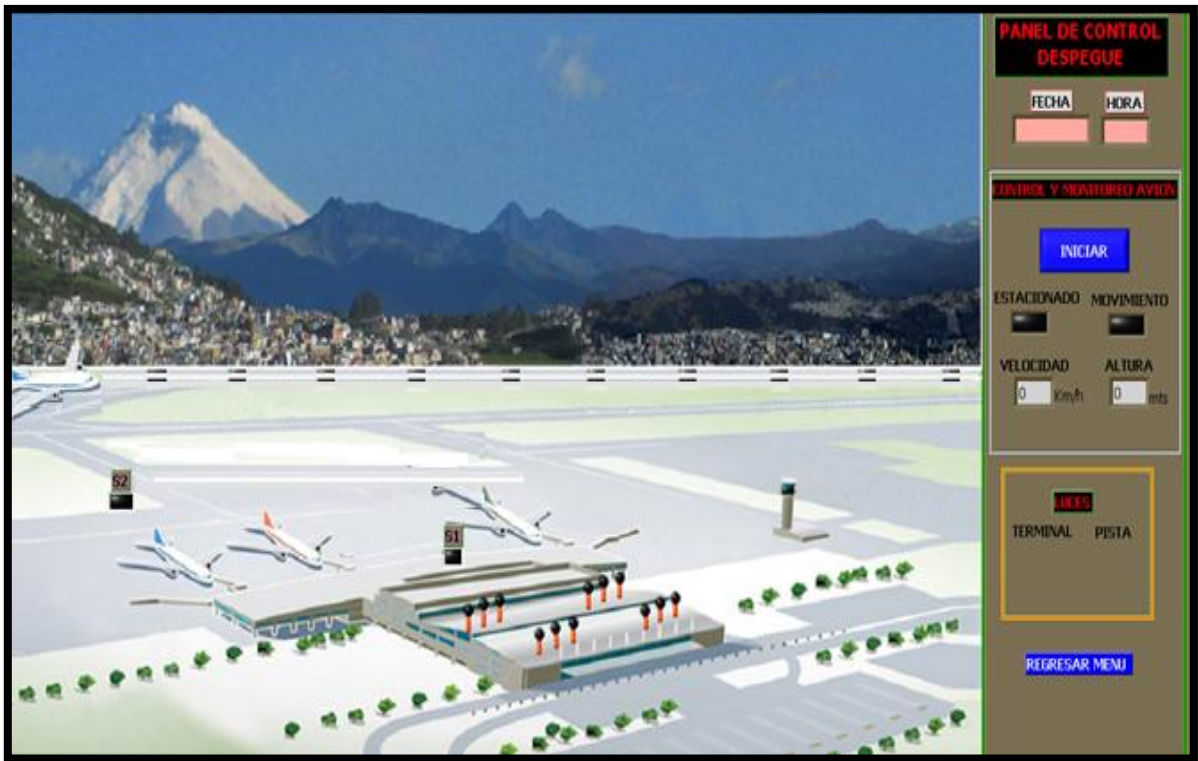


Figura IV-43 Movimiento hasta la posición de despegue en auto despegue.vi⁶⁶

Finalmente el último literal permite el despegue del avión es decir la estructura realizará un movimiento en el eje (X) e (Y) hasta llegar al final donde se encuentra el final de carrera de **estructura adelante**, en este momento actuarán los motores de 24 voltios de la estructura mecánica de la maqueta que permiten la simulación de la carrera y elevación del avión en la pista. Esto se realizará siempre y cuando se haya detectado el accionamiento de los finales de carrera de **estructura atrás y estructura abajo**, como se muestra en la Figura IV-44 y la Figura IV-45.

⁶⁵ Propia del Autor

⁶⁶ Propia del Autor

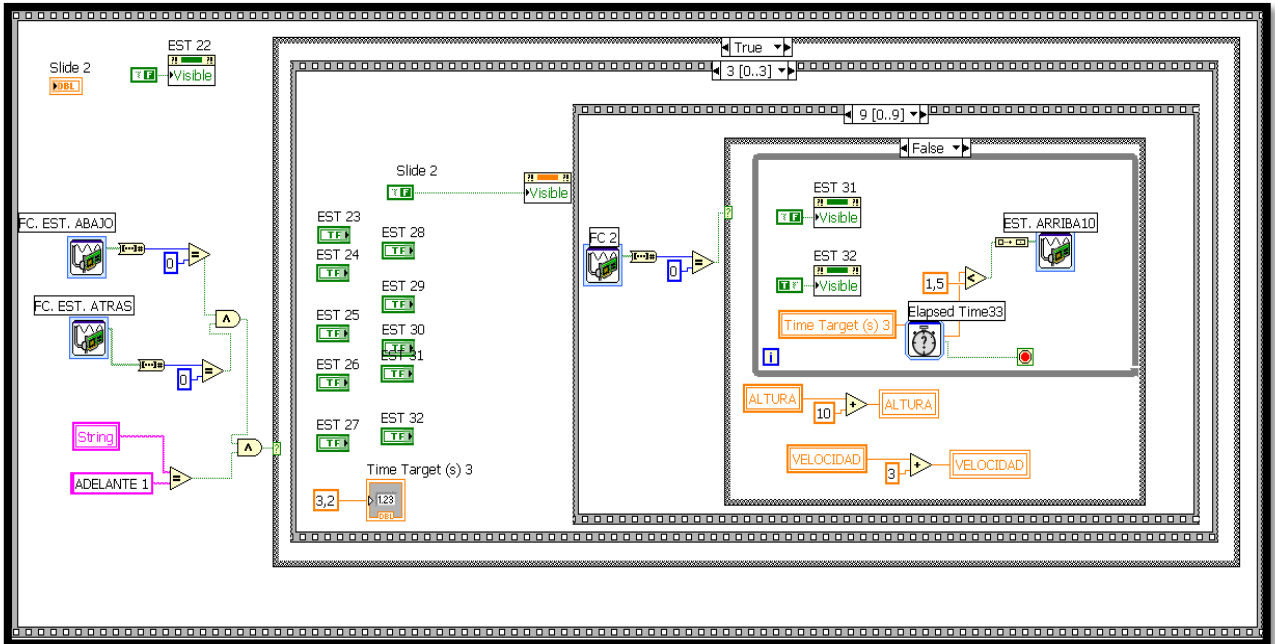


Figura IV-44 Diagrama de Bloque quinto literal flat sequence auto despegue.vi⁶⁷

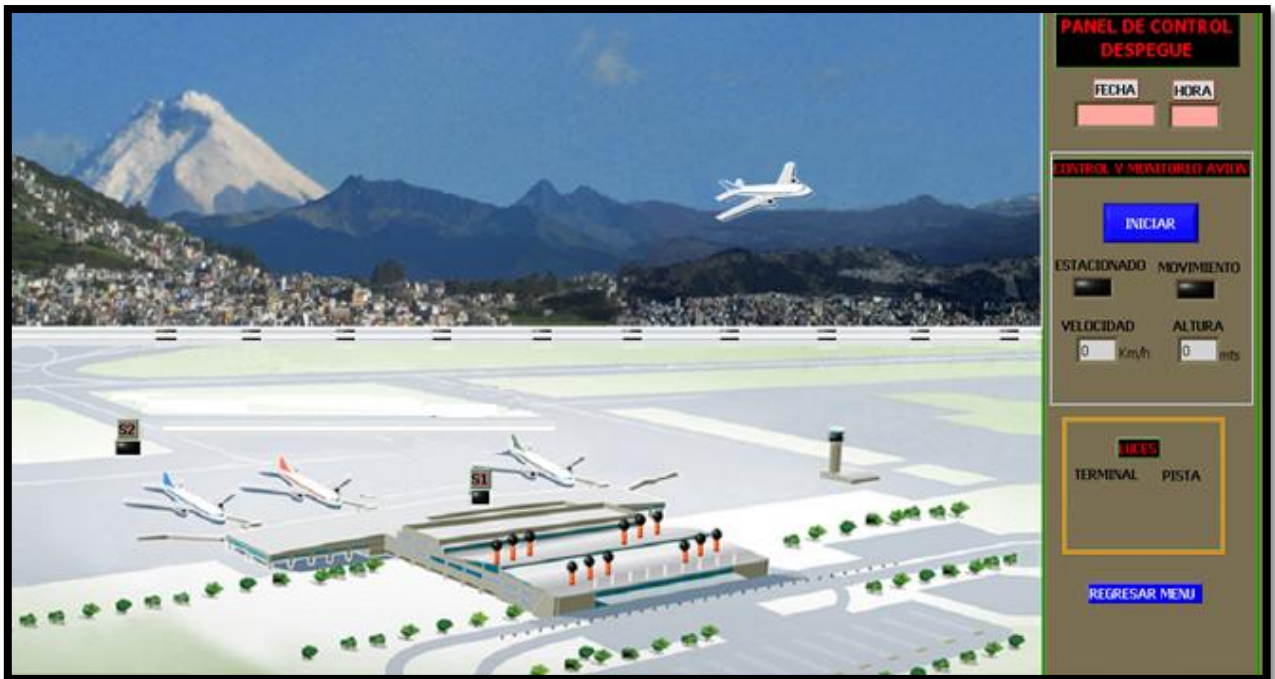


Figura IV-45 Despegue final del avión auto despegue.vi⁶⁸

⁶⁷ Propia del Autor

⁶⁸ Propia del Autor

4.4.2.3. Subprograma 2 (aterriaje.vi)

Este subprograma de igual manera que auto despegue.vi realiza una secuencia de aterriaje en la maqueta interactiva, como se puede apreciar en la Figura IV-46, tiene un panel de control el cual consta de datos como son fecha y hora actual, el control y monitoreo del avión:

- Indicar si el avión se encuentra ubicado en la posición correcta para empezar la simulación del descenso a través del indicador **DESCENSO y FC (final de carrera estructura adelante)**.
- Si se encuentra desplazándose el avión a través del indicador **MOVIMIENTO**.
- Datos simulados de velocidad y altura del avión de acuerdo a su movimiento.
- Control del encendido y apagado de luces del terminal y pista de vuelo.
- Finalmente para regresar al **menu principal.vi**.



Figura IV-46 Panel de Control auto aterriaje.vi⁶⁹

⁶⁹ Propia del Autor

El diagrama de bloques de este programa cuenta con un whileloop el cual permite detener el programa y regresar al **menu principal.vi** además dentro de este se encuentra principalmente un flat sequence structure el cual permite realizar la secuencia de pasos que se necesitan para el movimiento del avión en el aterrizaje.

A continuación se muestra el primer literal del flat sequence el cual permite una inicialización de todas las variables utilizadas en **auto aterrizaje.vi** lo cual es necesario para poder realizar un reset antes de empezar con el proceso asegurando que todas estas variables comiencen en los valores que se desea, como se muestra en la Figura IV-47.

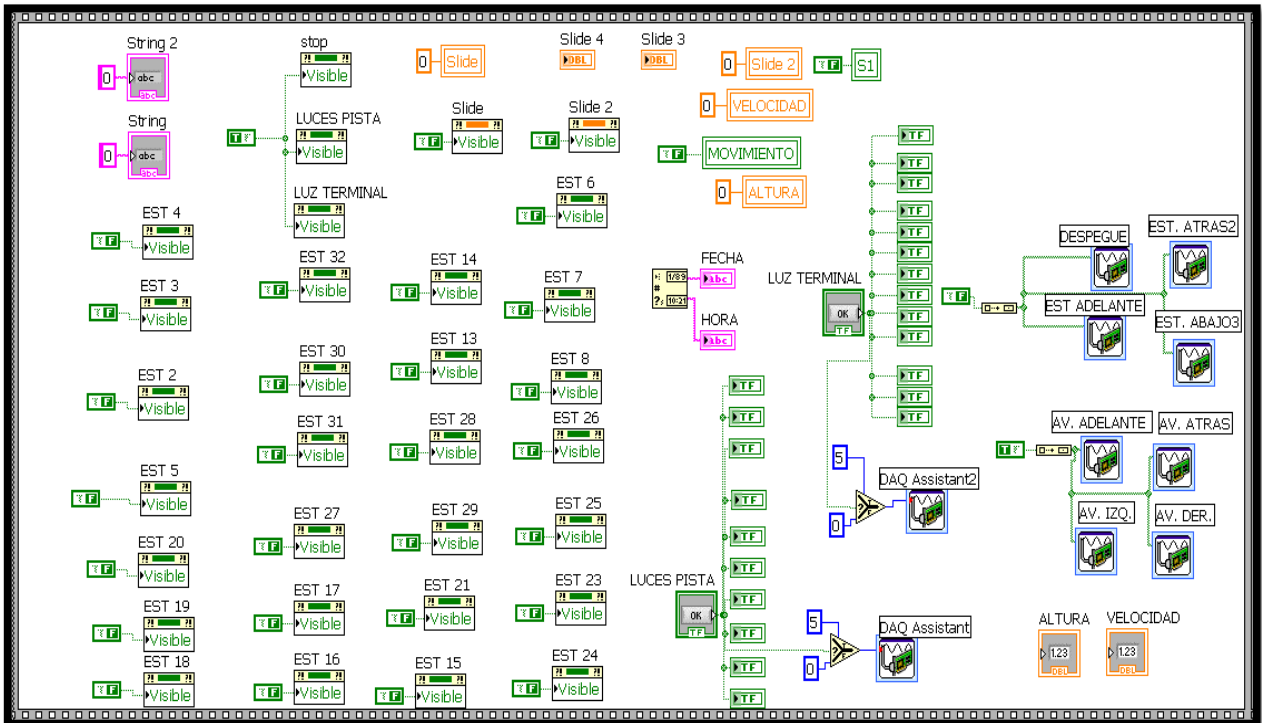


Figura IV-47 Diagrama de Bloque primer flat sequence auto aterrizaje.vi⁷⁰

⁷⁰ Propia del Autor

El segundo literal del flat sequence se encarga del inicio de la secuencia de aterrizaje siempre y cuando el avión se encuentre en la posición de descenso señal que se la obtiene a través del final de carrera estructura adelante caso contrario no se dará inicio a la secuencia hasta ubicar al avión en esta posición, como se muestra en la Figura IV-48.

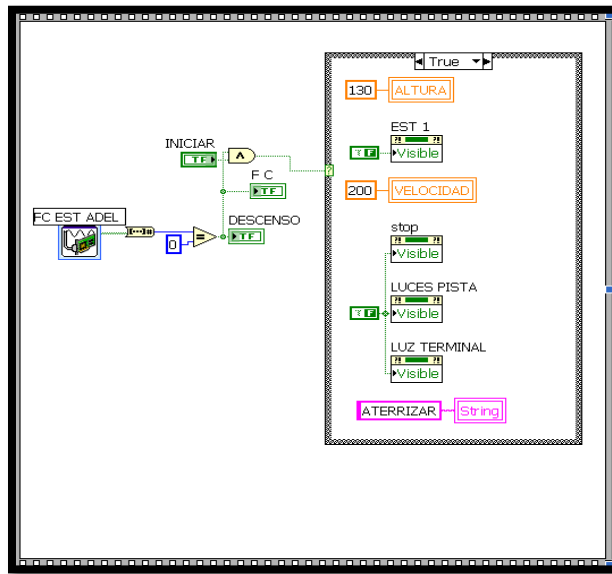


Figura IV-48 Diagrama de Bloque segundo literal flat sequence auto aterrizaje.vi⁷¹

El tercer literal del flat sequence se encarga del movimiento en X (carrera de regreso) y en Y (descenso) al activar las salidas de la DAQ OEM 6009 las mismas que actuaran en el control de la etapa de potencia de los motores de la estructura metálica, como se indicó anteriormente siempre y cuando se haya cumplido la condición del literal dos del flat sequence, como se muestra en la Figura IV-49 y la Figura IV-50.

⁷¹ Propia del Autor

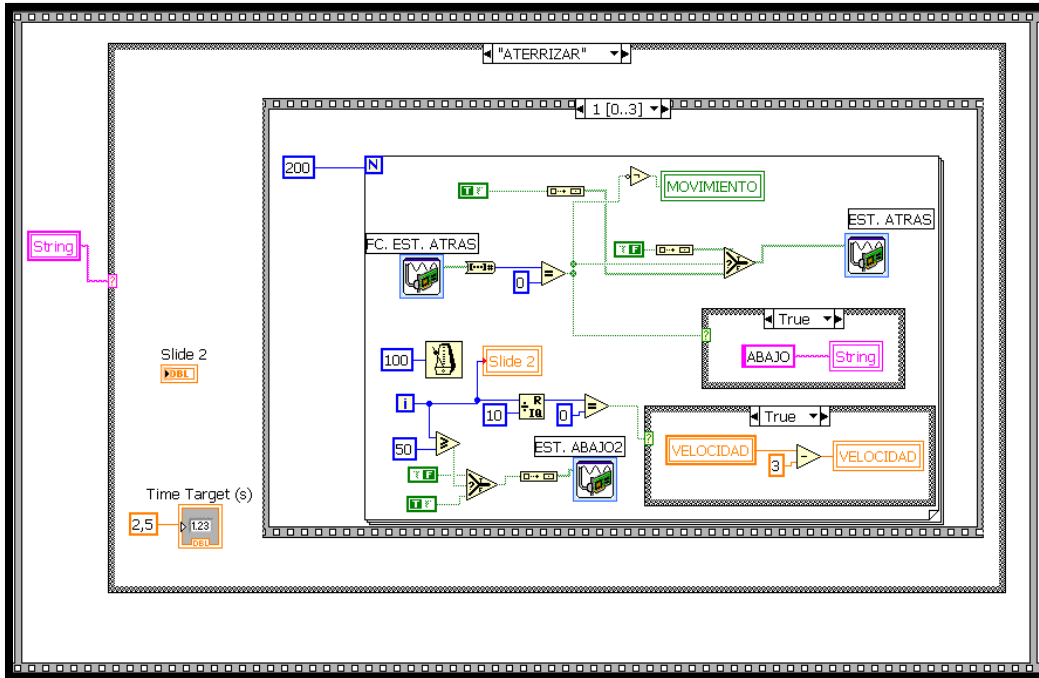


Figura IV-49 Diagrama de Bloque tercer flat sequence auto aterrizaje.vi⁷²



Figura IV-50 Descenso del avión auto aterrizaje.vi⁷³

⁷² Propia del Autor

⁷³ Propia del Autor

El cuarto literal se encargó del desplazamiento del avión desde hasta la zona de estacionamiento, si se cumple la condición de activación de los finales de carrera de **estructura atrás y estructura abajo**, entonces se ordena al motor y servo del avión que realicen la secuencia respectiva, como se muestra en la Figura IV-51 y la Figura IV-52.

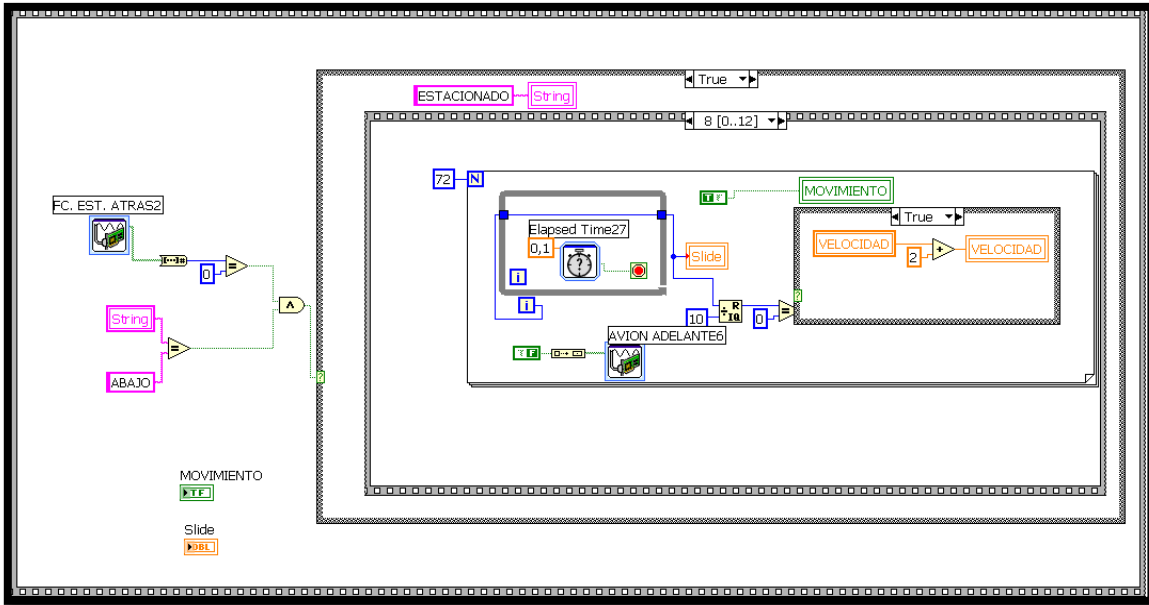


Figura IV-51 Diagrama de Bloque cuarto literal flat sequence auto aterrizaje.vi⁷⁴

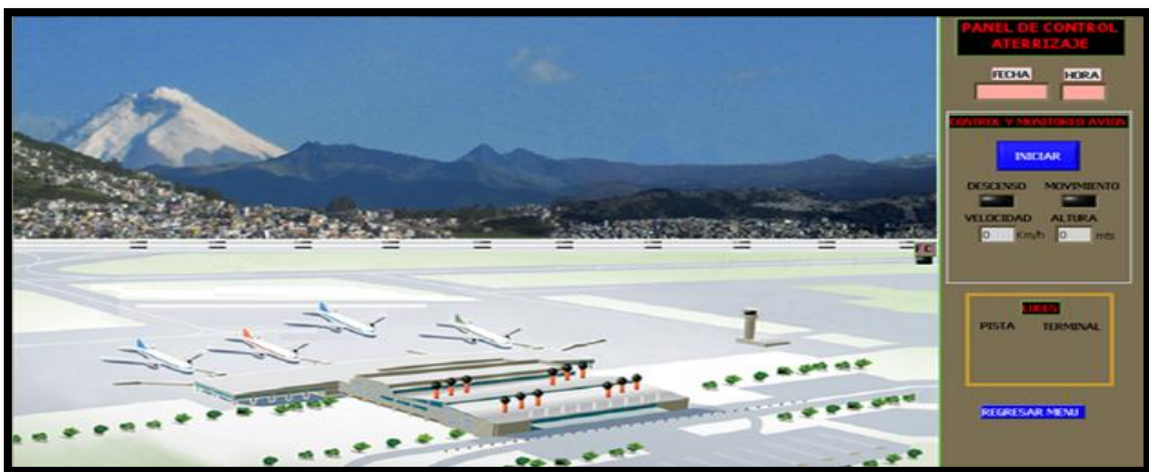


Figura IV-52 Movimiento del avión hasta el área de estacionamiento auto aterrizaje.vi⁷⁵

⁷⁴ Propia del Autor

Cabe indicar un control adicional que se realizó en ambos paneles de despegue y aterrizaje el cual bloquea los botones de activación y desactivación de luces durante el cualesquiera de los dos procesos; ya que como en la vida real si por accidente se suspendiera la luz en la pista o terminal durante el despegue o aterrizaje de un avión podría suceder algún accidente, como se muestra en la Figura IV-53.

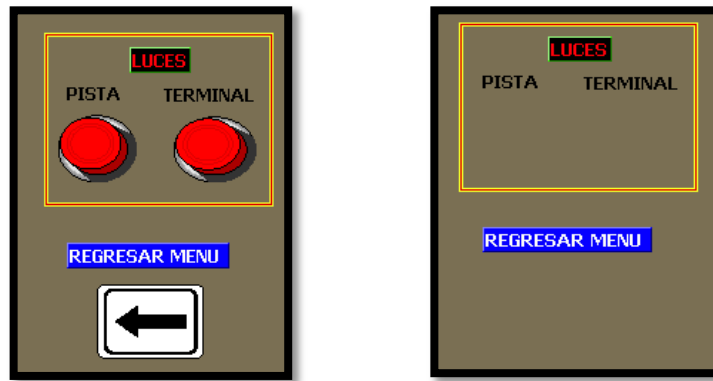


Figura IV-533 Control de luces antes de la secuencia y durante la secuencia⁷⁶

⁷⁵ Propia del Autor

⁷⁶ Propia del Autor

CAPÍTULO V

FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

A continuación se dará paso a descripciones detalladas del funcionamiento de cada uno de los sistemas de electrónicos de control y de potencia ubicadas en el Tablero de Control, como se muestra en la FiguraV-1 con el que cuenta la maqueta interactiva.



Figura V-1 Tablero de Control de la Maqueta⁷⁷

⁷⁷ Propia del Autor

5.1. Sistema del Avión a Escala

El avión a escala consta principalmente de un módulo de transmisión y recepción de datos inalámbrica RF detallados en el capítulo tres el cual envía las señales recibidas al microcontrolador PIC 16F628A para que este a su vez realice el control del puente H del motor principal y también del posicionamiento del micro servo utilizado para los giros correspondiente del avión ya sea a la izquierda o a la derecha, todo este sistema es alimentado por un grupo de pilas conectadas en series generando un voltaje de 5 voltios pero al motor es alimentado por una batería de 9 V. A continuación se va a detallar el papel que cumple cada uno de los componentes del sistema, como se muestra en la Figura V-2:

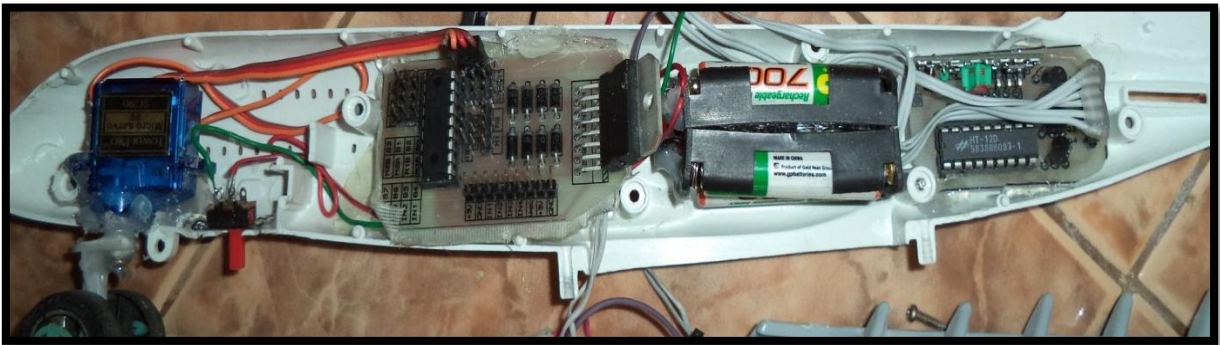


Figura V-2 Sistema Electrónico del Avión a Escala⁷⁸

6.1.1. Funcionamiento del Transmisor

El transmisor de RF como se muestra en la Figura V-3 se encarga de enviar señales de movimiento al avión, dichas señales son comandadas por LABView al pulsar sus diferentes botones de control, toda esta comunicación entre el SCADA y el transmisor es traducida en voltajes de +5 VCD a través de la tarjeta de adquisición de datos DAQ OEM 6009.

⁷⁸ Propia del Autor

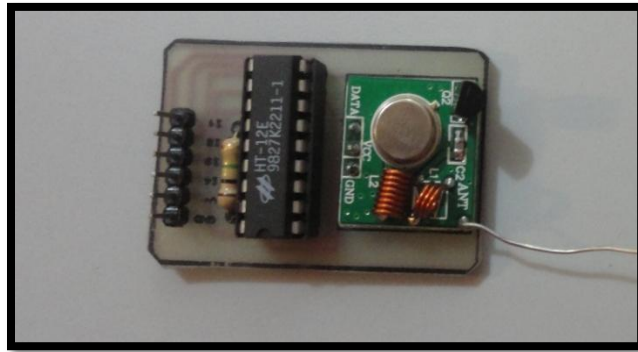


Figura V-3 Circuito Transmisor de RF⁷⁹

La DAQ OEM 6009 al recibir las ordenes envía señales de +5 VCD al codificador del trasmisor para que finalmente la antena convertida en señales electromagnéticas que llegarán al receptor el cual ejecutará el proceso, como se muestra en la Figura V-4.

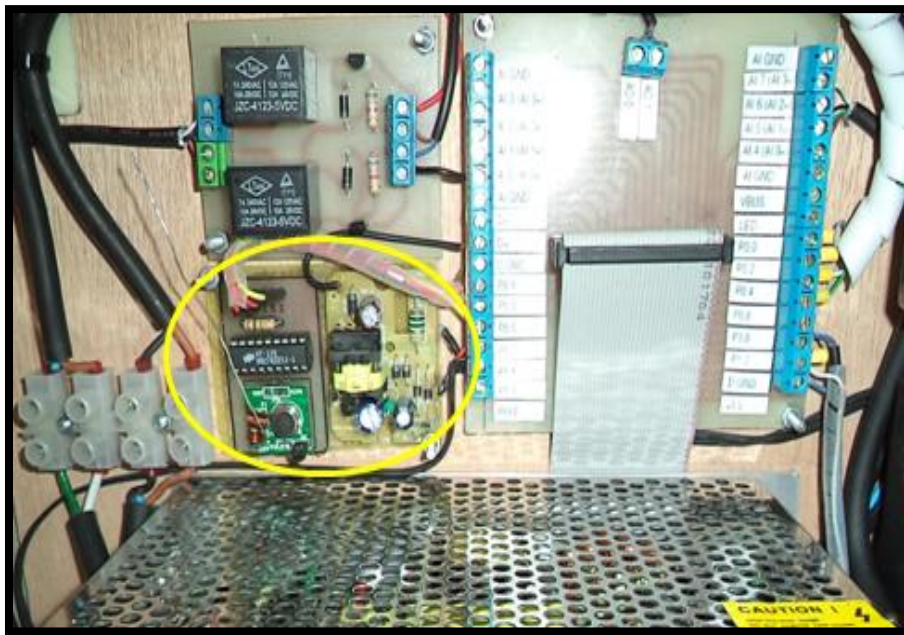


Figura V-4 Circuito transmisor con fuente de 9 voltios ubicado en Tablero de Control.⁸⁰

⁷⁹ Propia del Autor

⁸⁰ Propia del Autor

6.1.2. Funcionamiento del Receptor

Como se dijo anteriormente las señales procesadas por el transmisor llegan al receptor el mismo que consta de un sistema de un decodificador que toma las señales de RF receptadas y las traduce en voltajes TTL que van al microcontrolador PIC 16F628A, como se muestra en la Figura V-5.



Figura V-5 Circuito transmisor de RF⁸¹

El microcontrolador PIC 16F628A se encuentra programado para comandar un puente H para realizar la inversión de giro del motor del avión, el control de luces y el giro del microservo, como se muestra en la Figura V-6.

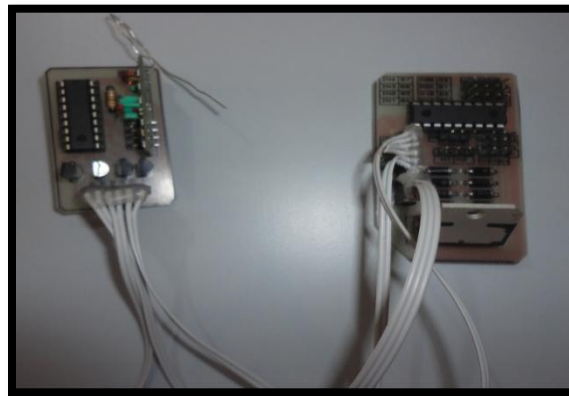


Figura V-6 PIC 16F628A y puente H conectados al Receptor⁸²

⁸¹ Propia del Autor

⁸² Propia del Autor



Figura V-7 Microservo, Microcontrolador, Puente H y Receptor ubicados en el Avión a Escala alimentados por el banco de pilas en serie⁸³



Figura V-8 Motor del avión⁸⁴

5.2. Etapa de Control de la Maqueta Interactiva

La etapa de control se encuentra montada sobre un tablero en el cual están los circuitos para realizar el proceso de control de la maqueta interactiva. Fundamentalmente cuenta con el sistema de adquisición de datos provenientes del SCADA, plaquetas complementarias a la DAQ OEM 6009 y los relés de control. A continuación se muestra una descripción del papel que cumple cada uno de estos sistemas en la maqueta automatizada:

5.2.1. Tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ OEM 6009)

El sistema de la maqueta interactiva, es comandado por la etapa de control el cual está conformado principalmente por la tarjeta de adquisición de datos DAQ OEM 6009 la cual es

⁸³ Propia del Autor

⁸⁴ Propia del Autor

programada como se indicó en el capítulo cuatro en LABView utilizando sus diferentes entradas y salidas dando como resultado la automatización y control de todos procesos planteados, como se muestra en la Figura V-9.



Figura V-9 Tarjeta de Adquisición de Datos DAQ OEM 6009⁸⁵

Además se vio necesario construir una plaqueta que ayuda de mejor manera a la distribución y utilización de las diferentes entradas y salidas de la tarjeta de adquisición ya que todas estas pasan otra etapa de relés que se detalla más adelante, de esta manera con la plaqueta se tiene una mejor maniobra con los conductores, además se preserva adecuadamente la vida útil de la DAQ OEM 6009 al no ser manipulada continuamente y expuesta a ambientes peligrosos, como se muestra en la Figura V-10.

⁸⁵ Propia del Autor

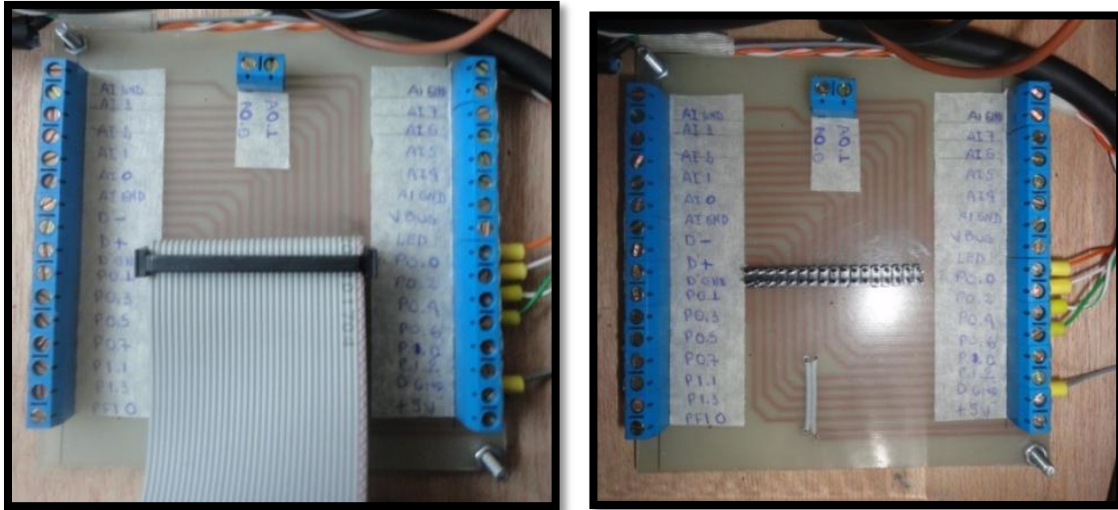


Figura V-10 Plaqueta de distribución de entradas y salidas de la DAQ⁸⁶

5.2.2. Relés de Control

Este circuito acoge las señales de la plaqueta de entradas y salidas de la DAQ OEM 6009 que se mostró en el punto 5.2.1, su función principal es de activar los relés de control en este caso de 5V. Estos relés comandan las bobinas de los relés de potencia para el control de los motores de la estructura mecánica para el movimientos en los ejes (X) e (Y) del avión que se detallan en el siguiente punto. Cabe recalcar que este sistema fue diseñado además para proteger las la tarjeta de adquisición de datos DAQ OEM 6009 ya que las salidas de esta no poseen la corriente necesaria como para activar las bobinas de los relés de control, como se muestra en la Figura V-11.

⁸⁶ Propia del Autor



Figura V-11 Circuito de Relés de Control⁸⁷

El circuito consta de transistores 2N3904 los cuales se encuentran en configuración de interruptores que al recibir los comandos de la DAQ OEM 6009 alimentaran las bobinas de los relés de control con 5V cerrando estos sus contactos normalmente abiertos y así excitaran a las bobinas de los relés de potencia con 24V para el movimiento de la estructura.

5.2.3. Procesamiento de señal de QRD's

Se realizó un circuito impreso que ayuda a procesar las señales provenientes de los QRD's tal y como se mostró su diagrama eléctrico en el capítulo tres. Como se puede observar en la figura se ha desarrollado esta plaqueta con capacidad de procesar cuatro QRD's, como se muestra en la Figura V-12 y la Figura V-13 .

⁸⁷ Propia del Autor

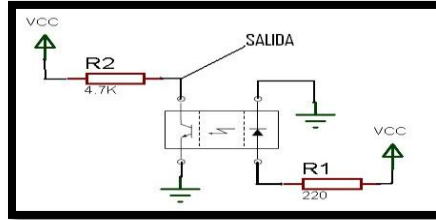


Figura V-12 Diseño del Circuito para el procesamiento de señales de QRD's⁸⁸

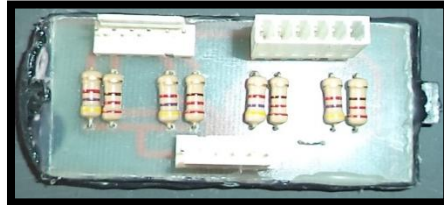


Figura V-13 Circuito Impreso para el procesamiento de señales de QRD's⁸⁹

5.2.4. Interfaz para la comunicación con el Tablero de Control

Se utilizó un conector DB25 para enviar y recibir señales de control, sensores (QRD's y Finales de carrera), voltajes de alimentación hacia y desde el tablero de control, como se muestra en la Figura V-14.



Figura V-14 Conector DB25 para la envío y recepción de señales de control⁹⁰

⁸⁸ Propia del Autor

⁸⁹ Propia del Autor

⁹⁰ Propia del Autor

5.3. Etapa de Potencia de la Maqueta Interactiva

La etapa de potencia de igual manera se encuentra en el tablero de control. Fundamentalmente cuenta con el sistema de potencia basado en relés para permitir el movimiento de los motores de los diferentes ejes de la estructura mecánica de la maqueta interactiva. A continuación se muestra una descripción del papel que cumple cada uno de estos sistemas:

5.3.1. Relés de Potencia

Se tiene dos grupos de relés de potencia, uno para el movimiento de la estructura en el eje (X) e otro para el movimiento en (Y).

5.3.1.1. Relés de Potencia (EJE X)

El primer grupo de relés se encargó del control del motor (inversión de giro) de la estructura en el eje (X). Estos relés como se indicó anteriormente sus bobinas son alimentadas con 24 voltios a través de los contactos normalmente abiertos de los relés de control. El uno permitió el movimiento hacia adelante y el otro hacia atrás.

Estos relés han sido escogidos con una mayor capacidad de corriente que los relés de potencia como se muestra en la Figura V-15 del (eje Y), ya que en el (eje X) es donde se realiza un mayor esfuerzo para el motor. Permitiendo así satisfacer las necesidades eléctricas para el motor sin que exista el peligro de algún riesgo para el sistema como puede ser el calentamiento de los conductores, daños en componentes, etc.



Figura V-15 Relés de Potencia (EJE X)⁹¹

5.3.1.2. Relés de Potencia (EJE Y)

Este grupo de relés se encargó del movimiento del motor (inversión de giro) de la estructura en el (eje Y). Como los relés de potencia del (eje X) en estos relés sus bobinas son excitadas con 24 voltios provenientes de los contactos normalmente abiertos de los relés de control.

Es decir que al activarse un relé la estructura del avión se desplazará hacia arriba y en el caso de activarse el otro relé se desplazará hacia abajo, como se muestra en la Figura V-16.



Figura V-16 Relés de Potencia (EJE Y)⁹²

⁹¹ Propia del Autor

⁹² Propia del Autor

5.3.2. Motores (EJE X e Y)

La descripción de estos motores esta detallada en el capítulo tres. Estos motores ayudaron al desplazamiento del avión en el eje (X) e (Y) de la estructura al estar comandados por los contactos normalmente abiertos de los relés de potencia serán alimentados con 24 voltios e invertirán su giro de acuerdo a la excitación de las bobinas de los relés mencionados, como se muestra en la Figura V-17 y la Figura V-18.

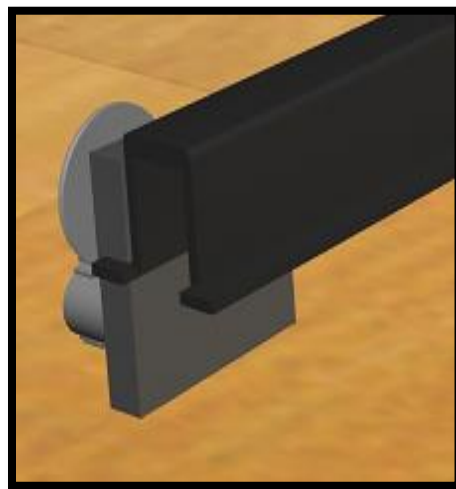


Figura V-17 Motor (EJE X)⁹³

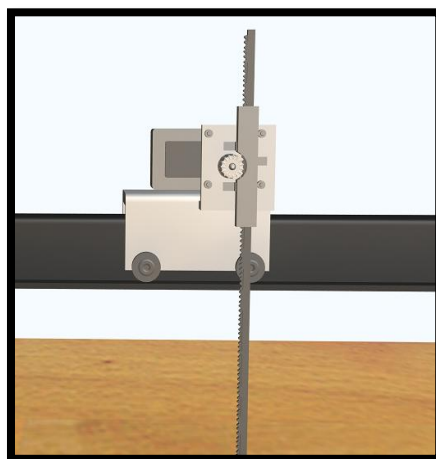


Figura V-18 Motor (EJE Y)⁹⁴

⁹³ Propia del Autor

⁹⁴ Propia del Autor



Figura V-19 Motores de la Estructura Mecánica⁹⁵

En el tablero de control se encuentra la salida de estos motores a través de un juego de bornera de capacidad en amperios necesarios para suplir la demanda de los motores, como se muestra en la Figura V-20:

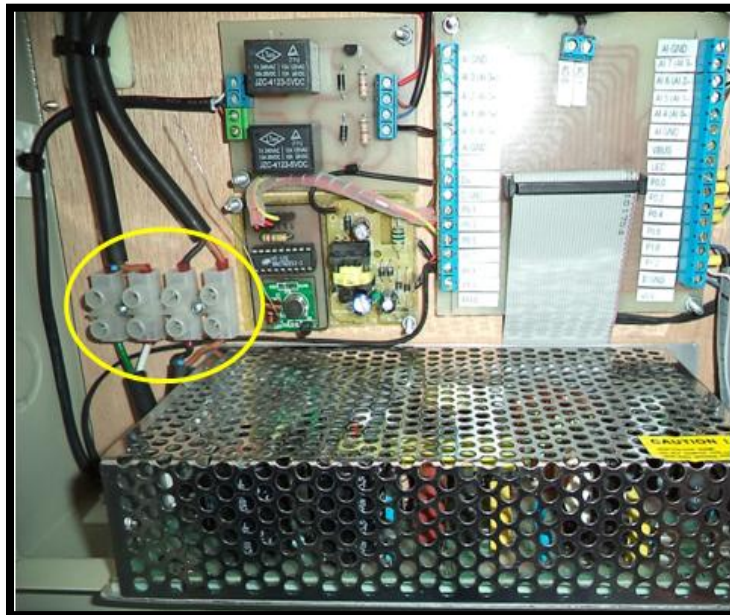


Figura V-20 Salida de voltaje para Motores de la Estructura Mecánica⁹⁶

⁹⁵ Propia del Autor

⁹⁶ Propia del Autor

5.4. Fuentes de Alimentación

En este sistema se utilizaron tres fuentes de alimentación, las cuales han sido escogidas acorde a las necesidades de los diferentes circuitos que como se mencionó anteriormente existen de control y potencia. A continuación se da a conocer las fuentes y su función.

5.4.1. Fuente de 5 VCD (Relés de Control)

Esta fuente se utilizó para la excitación de las bobinas de los relés de control, esta fuente entra en funcionamiento en el momento que los transistores 2N3904 conmutan al recibir las señales de la DAQ OEM 6009, como se muestra en la Figura V-21 y la Figura V-22.

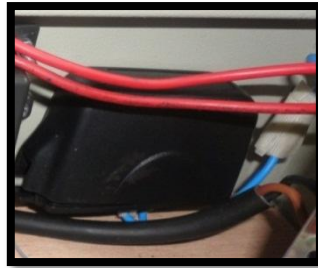


Figura V-21 Fuente de 5VCD Relés de Control⁹⁷

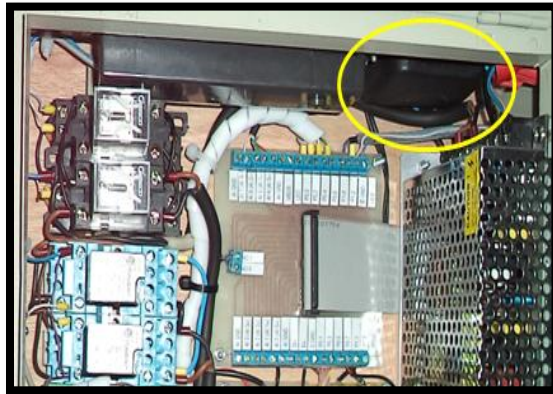


Figura V-22 Tablero de Control colocada la fuente de 5VCD Relés de Control⁹⁸

⁹⁷ Propia del Autor

⁹⁸ Propia del Autor

5.4.2. Fuente de 24 Voltios (Relés de Potencia)

Esta segunda fuente se encarga de la excitación de las bobinas de los relés de potencia, esto se realiza al activarse los contactos normalmente abiertos de los relés de control permitiendo así pasar los 24 voltios.

En esta fuente no ha sido necesario tener una capacidad de amperaje alto ya que esta solo se encargará de energizar las bobinas de los relés que como se conoce consumen en el rango de los mili amperios (mA), como se muestra en la Figura V-23.

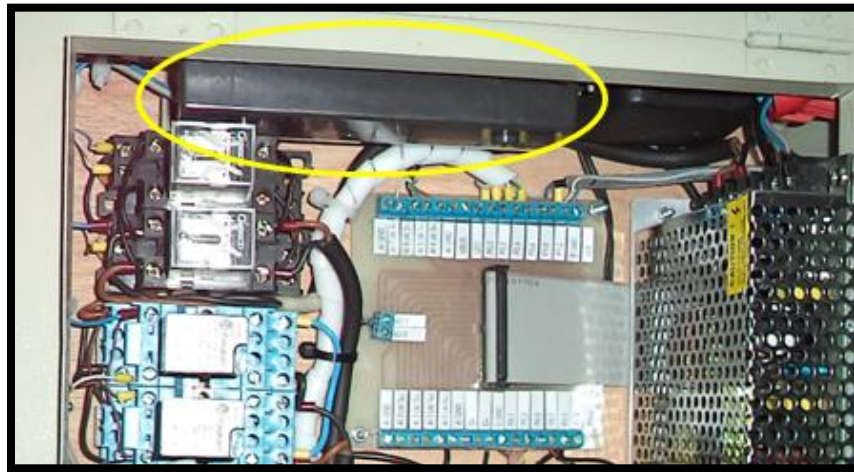


Figura V-23 Fuente de 24 VCD Relés de Potencia⁹⁹

5.4.3. Fuente de 24 Voltios (Motores de Estructura Mecánica)

Finalmente, se tiene una fuente de 24 voltios exclusivamente para los motores de la estructura metálica que simulan el despegue y aterrizaje en pista del avión. Esta fuente ha sido escogida de una valor de amperaje más elevado (10 A) ya que esta se encargara de alimentar a los motores los cuales ya demandan mayor cantidad de corriente al tener en su constitución una caja de reductora

⁹⁹ Propia del Autor

y además soportaran la carga del movimiento en (X) e (Y) del avión, como se muestra en la Figura V-24.



Figura V-24 Fuente de 24 VCD Relés de Potencia¹⁰⁰

5.5. Estructura Mecánica

Como se ha mencionado para el del movimiento en eje (X) e (Y) existe una estructura mecánica que ha sido diseñada acorde a las necesidades de simular el despegue y aterrizaje del avión, como se muestra en la Figura V-25.



Figura V-25 Estructura Mecánica¹⁰¹

¹⁰⁰ Propia del Autor

A continuación se describe el sistema mecánico de la estructura:

5.5.1. Estructura Mecánica (EJE X)

Para el movimiento en (X) la estructura consta fundamentalmente de un sistema de polea móvil la cual se encuentra acoplada al motor (eje X) así como de un carro de metal en el cual se encuentra montado el sistema para el movimiento del (eje Y).

La polea permitirá el movimiento del carro simulando así el movimiento en pista del avión antes del despegue. Cabe recalcar que el límite de movimiento del carrito está restringido por los finales de carrera instalados en el riel, como se muestra en la Figura V-26 .

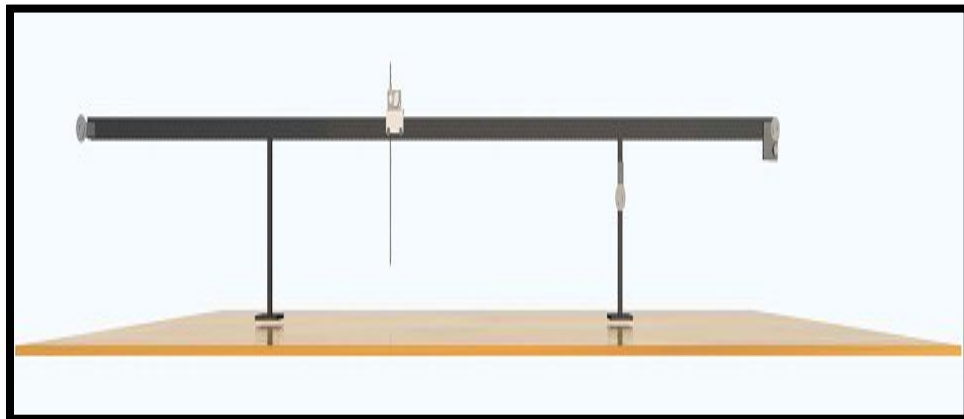


Figura V-26 Estructura Mecánica (Eje X, Polea, Carro, Finales de Carrera)¹⁰²

5.5.2. Estructura Mecánica (EJE Y)

Finalmente para el movimiento en (Y) de la estructura es decir para simular el ascenso y descenso del avión en pista se ha realizado un sistema de engranajes con una varilla dentada que encaje en

¹⁰¹ Propia del Autor

¹⁰² Propia del Autor

dichos engranajes los cual permite que esta suba o baje acorde al control que se realiza en el motor a través de los relés de potencia (eje Y).

Hay que tener mucho en cuenta que se está trabajando con un sistema mecánico de engranajes por ende hay que estar presente en dar cada cierto tiempo una revisión a este mecanismo en cuanto tiene que ver a su presencia de grasa para un correcto desplazamiento de la varilla dentada y no exista problemas, como se muestra la Figura V-27.

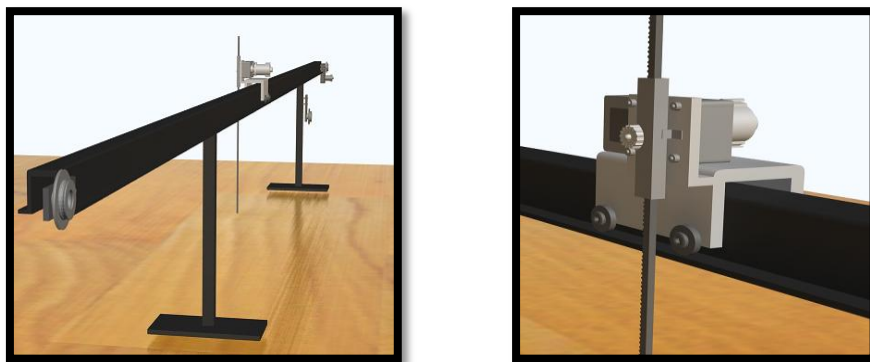


Figura V-27 Estructura Mecánica (Eje Y, Varilla y Finales de Carrera)¹⁰³

5.6. Sistema de Control de Luces

Para el control de luces de la maqueta se ha implementado un pequeño tablero de control en el cual se encuentran switches para controlar el encendido y apagado de los Led's de cada sector en la maqueta como se muestra en la Figura V-28.

¹⁰³Propia del Autor



Figura V-28 Tablero de Control de Luces¹⁰⁴

En el interior del tablero se encuentra la fuente de poder que suministra la alimentación en voltaje y corriente necesaria para encender a todos los grupos Led's. Cabe indicar que la alimentación que reciben los diodos es de 5 voltios y se encuentran en la siguiente configuración con la fuente, como se muestra en la Figura V-29 y la Figura V-30.

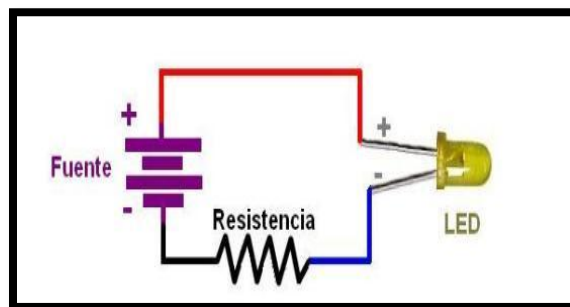


Figura V-29 Conexión de los Led's con la Fuente de Alimentación¹⁰⁵

¹⁰⁴ Propia del Autor

¹⁰⁵ Propia del Autor

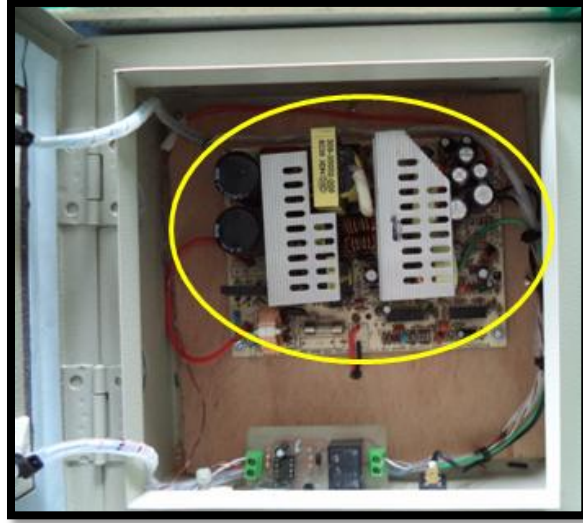


Figura V-30 Fuente de Alimentación de las luces de la Maqueta¹⁰⁶

Además se diseñó un circuito capaz de realizar un encendido intermitente del grupo de Led's rojos en los extremos de la pista de aterrizaje, como se puede apreciar a continuación, como se muestra en la Figura V-31 y la Figura V-32.

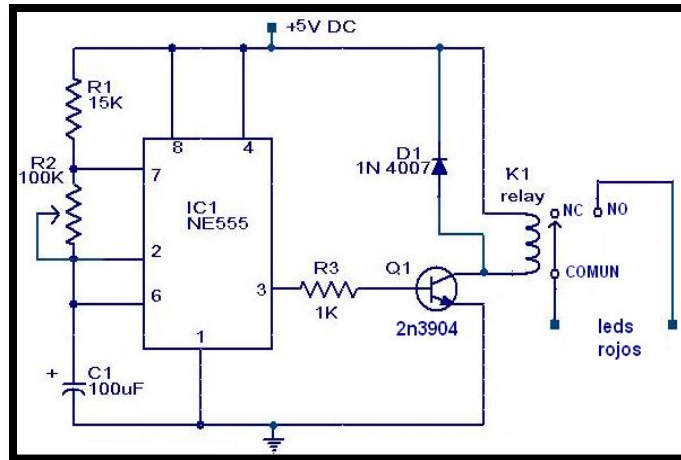


Figura V-31 Diseño del Circuito de luz intermitente¹⁰⁷

¹⁰⁶ Propia del Autor

¹⁰⁷ Propia del Autor



Figura V-32 Plaqueta del Circuito impreso de luz intermitente¹⁰⁸

¹⁰⁸ Propia del Autor

CONCLUSIONES

- Se ha podido realizar el control y el monitoreo de un proceso mediante un sistema SCADA, en este caso LABView con sus diferentes herramientas para controlar de manera adecuada el modelo de avión en la maqueta interactiva del aeropuerto de Tababela
- Se ha logrado acoplar sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos utilizando las respectivas señales de control para conseguir un sistema automatizado de la maqueta interactiva.
- Se ha conseguido transmitir las señales de control de la maqueta interactiva las cuales han sido transmitidas por diferentes protocolos de comunicación en este caso radio frecuencia, vía DAQ assist de LABView siempre respetando las normas correctas para un sistema de control.
- Se ha implementado el control de una etapa de potencia de la estructura mecánica basada en motores de alto amperaje a partir de señales de baja potencia de la DAQ OEM 6009 a través de la programación de algoritmos consiguiendo el control deseado.
- Por los conocimientos obtenidos durante la carrera estudiantil se ha podido elaborar la simulación de un proceso industrial en monitoreo y control, esto es de suma importancia porque nos ayuda a fomentar las bases para nuestra vida profesional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener claros los conceptos en cuanto al diseño de sistemas electrónicos, de control y de potencia ya que en ciertos casos se maneja altas potencias las que tienen que ser tratadas adecuadamente porque podrían afectar a personas y equipos.
- Es recomendable realizar un estudio previo al proceso a simular para que al momento de implementarlo asemejar lo más posible a la realidad, así como para el diseño de cada uno de sus elementos.
- Se debe considerar la carga aplicada en cada uno de los dispositivos para poder dimensionarlos de manera correcta y evitar posibles fallas en el sistema.
- Tener en cuenta un correcto aislamiento y protección de los dispositivos aplicados en la implementación del sistema, así como su correcta ubicación como lo es en caso de los sensores caso contrario podrían provocar señales falsas provocando una mala ejecución del proceso.

- Se pueden integrar otros sistemas de control, como por ejemplo movimiento controlado de las mangas del aeropuerto, aplicación de pistas con otros modelos de aviones.
- Aprender a diseñar otras maquetas interactivas, como por ejemplo maquetas de trenes, barcos, etc.) basados en el sistema de esta tesis.

RESUMEN

El diseño e implementación de un sistema SCADA en LABView para el control de un aeropuerto a escala, se desarrolló en el Instituto de Posgrados y Educación Continua de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Se utilizó el método de investigación deductivo para el manejo de aquellos componentes electrónicos, propuestos por modelos existentes en el campo, electrónica, control automático, sistemas mecánicos y herramientas de programación. Mediante el método experimental se efectuaron ambientes de prueba verificándola utilidad de estos componentes, permitiendo un buen rendimiento para el proyecto.

El proyecto consta principalmente de tres partes: Parte Mecánica permite simular el movimiento del avión a escala, Parte Electrónica encargada del control de diferentes dispositivos y mecanismos de la maqueta y finalmente la parte de Monitoreo utilizando un sistema SCADA en este caso el software LABView a través de una tarjeta de adquisición de datos permitirá obtener y generar las señales consiguiendo el control deseado en cada elemento, mediante las diferentes herramientas de programación proporcionadas en LABView.

La implementación del proyecto se obtuvo un 85% sobre funciones de monitoreo y control, mientras que la aplicación de este tipo de escenarios tuvo el 75% de aceptación. Se puede

apreciar que el avance de la tecnología permite desarrollar modelos interactivos, mostrando infraestructuras en la vida real, conformada por objetos estáticos y dinámicos, facilitando la comprensión del funcionamiento. Dar el uso y manipulación adecuada a la maqueta interactiva, para que no sufra ningún tipo de daño puesto que existen elementos tecnológicamente altos que deben ser preservados.

SUMMARY

The design and implementation of SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system in LABView (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) for the control of an airport to scale, was developed in the Postgraduate and Continuous Education Institute from the Escuela Politécnica de Chimborazo.

The deductive research method was applied for the handling of those electronic components, proposed by existent patterns in the field, electronics, automatic control, mechanical systems and programming tools. Through the experimental method, proof environments were carried out, verifying the utility of these components and allowing a good performance for the project.

The project had mainly three parts: Mechanical part allows to simulate the plane movement at scale, Electronic part in charge of the control of different devices and mechanisms of the diorom, and finally the Monitoring part using a SCADA system, in the case, the LABView software through a data acquisition card, allows to get and generate the signals getting the desired control in each element, by means of the different programming tools provide in LABView.

The implementation of the project was obtained in an 85 % over monitoring and controlling functions, meanwhile the application of this type of scenario had 75% of acceptance. It could be appreciated that the technology progress permitted to developed interactive patterns, showing infrastructures in real life, formed by static and dynamic objects, facilitating the

functioning understanding. It is recommended to give the suitable use and manipulation to the interactive diorom so it does not get damaged, since there are high technologically elements, which must be preserved.

GLOSARIO

Dioroma.- “ Es un tipo de maqueta que muestra figuras humanas, vehículos, animales o incluso seres imaginarios como punto focal de su composición, presentados dentro de un entorno y con el propósito de representar una escena.” (Hernández, 1991)

Diodo Led.- “Es un indicador luminoso de estado sólido. El término LED, acrónimo inglés de (*Light Emitting Diode*) Diodo Emisor de Luz, es utilizado universalmente para denominar a este tipo de dispositivo electrónico. Los LED, se presentan comercialmente de distintas formas, colores y tamaños.” (Ventura, 2013)

Conector DB25.- “Es un conector analógico de 25 clavijas de la familia de conectores..., se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232 (RS-232C).”¹⁰⁹

ICProg.- “Es un programa que permite pasar del código que se realizó en el MicroCode Studio al Icpog para que éste lo cambie a un lenguaje legible, y así pueda ser ingresado al microprocesador para su ejecución en el circuito.”¹¹⁰

¹⁰⁹ <http://es.kioskea.net/contents/175-conector-db25>

¹¹⁰ <http://www.mecanique.co.uk>

LABView.- “LABView (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un entorno de desarrollo basado en programación gráfica. Utiliza símbolos gráficos en lugar de lenguaje textual para describir acciones de programación.” (National Instrument, 2013)

Lenguaje de Programación.- “Es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo.”¹¹¹

Lenguaje Alto Nivel.- Es un lenguaje de programación parecido al lenguaje humano por lo que se le facilita elaborar el programa a la persona especialista en esto.

Lenguaje Bajo Nivel.- Es un lenguaje de programación llamado también lenguaje maquina ya que son tipos datos entendidos mejor por el microcontrolador.

MicroCode Studio.- “Es un software gratuito, el cual está diseñado para que se pueda ejecutar en los sistemas operativos Windows de Microsoft....., es un editor de texto....., Hecho principalmente para la programación de los microcontroladores....., Al momento de realizar un programa nos da varios archivos con los cuales vamos a utilizar el archivo con extensión HEX....., para poderle abrir con el ICprog y así poder abrir en le Pic.” (Reyes A., 2004)

¹¹¹ <http://es.kioskea.net/contents/304-lenguajes-de-programacion>

Micro Servo.- “Es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.” (Kosow, 1993)

Motor de Corriente Continua.- “Es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción del campo magnético.”

Pickit.- “Es una familia de programadores de microcontroladores PIC hechas por Microchip Technology. Se utilizan para programar y depurar microcontroladores, así como EEPROM programa.”¹¹²

Proteus.- “Es un simulador de circuitos..., dispone de una gran variedad de microcontroladores..., además de una gran variedad de elementos electrónicos..., por tal motivo..., se ha incluido el manejo, simulación y creación de circuitos impresos ya que el mismo paquete se incluye el ruteador ARES de PROTEUS.” (Reyes, 2008)

SCADA.- “Supervisory Control And Data Acquisition. Un sistema SCADA está basado en computadores que permiten supervisar y controlar a distancia una instalación, proceso o sistema de características variadas.”¹¹³

¹¹² <http://www.wikipedia.org/wiki/PICKit>

¹¹³ <http://control-accesos.es/scada/%C2%BFque-es-un-sistema-scada>

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. **BOYLESTAD, R.**, Electrónica Teoría de circuitos y dispositivos., 8^a.ed., Mexico D.F.-México., Pearson Educación., 2003., Pp. 131.
2. **LAJARA, J.**, Labview: Entorno gráfico de programación., 2^a.ed., México DF-México., Marcombo., 2007., Pp. 37,161.
3. **MACHUT, J.**, Selección de componentes de electrónica., 1^a.ed., Barcelona-España., Marcombo., 2003., Pp. 130.
4. **MOLINA, J.**, Programación gráfica para ingenieros., 1^a.ed., Barcelona-España., Marcombo., 2010., Pp.117.
5. **REYES, C.**, Microcontroladores PIC Programación Basic., 3^a.ed., Quito-Ecuador., Rispergraf., 2008., Pp.17,23.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

6. ADQUISICION DE DATOS

- ✓ <http://www.ni.com/white-paper/8985/es/>

2013-05-19

7. CODIFICADOR Y DECODIFICADOR

- ✓ http://www.bolanosdj.com.ar/TEORIA/MODULOS_DE_RF.pdf

2013-08-10

8. LABVIEW

- ✓ <http://dc368.4shared.com/doc/Cctvp1ah/preview.html>

- ✓ <http://www.ni.com/academic/students/learnlabview/esa/datatypes.htm>

- ✓ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/environment.htm>

- ✓ <http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/datastructures.htm>

2013-12-25

9. MAQUETA

- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Maqueta>

2013-07-15

10. PIC 16F628A

- ✓ <http://www.bilbaoelectronics.com/8-bit-microcontroladores.html>

2013-03-22

11. SCADA

- ✓ <http://www.slideshare.net/hagaxo/proyecto-automatizacion>
- ✓ <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/391/t196e.pdf?sequence=1>
- ✓ <http://www.slideshare.net/ATRSeries/ups-racks-supervisor>
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos97/anteproyecto-tesis-diseno-sistemas-scada-sistemas-oleohidraulicos/anteproyecto-tesis-diseno-sistemas-scada-sistemas-oleohidraulicos2.shtml>

2013-03-22

12. TRANSISTOR

- ✓ <http://www.slideshare.net/luismanzanedo/el-transistor>

2013-04-26

13. TRANSMISOR Y RECEPTOR RF 433 MHZ

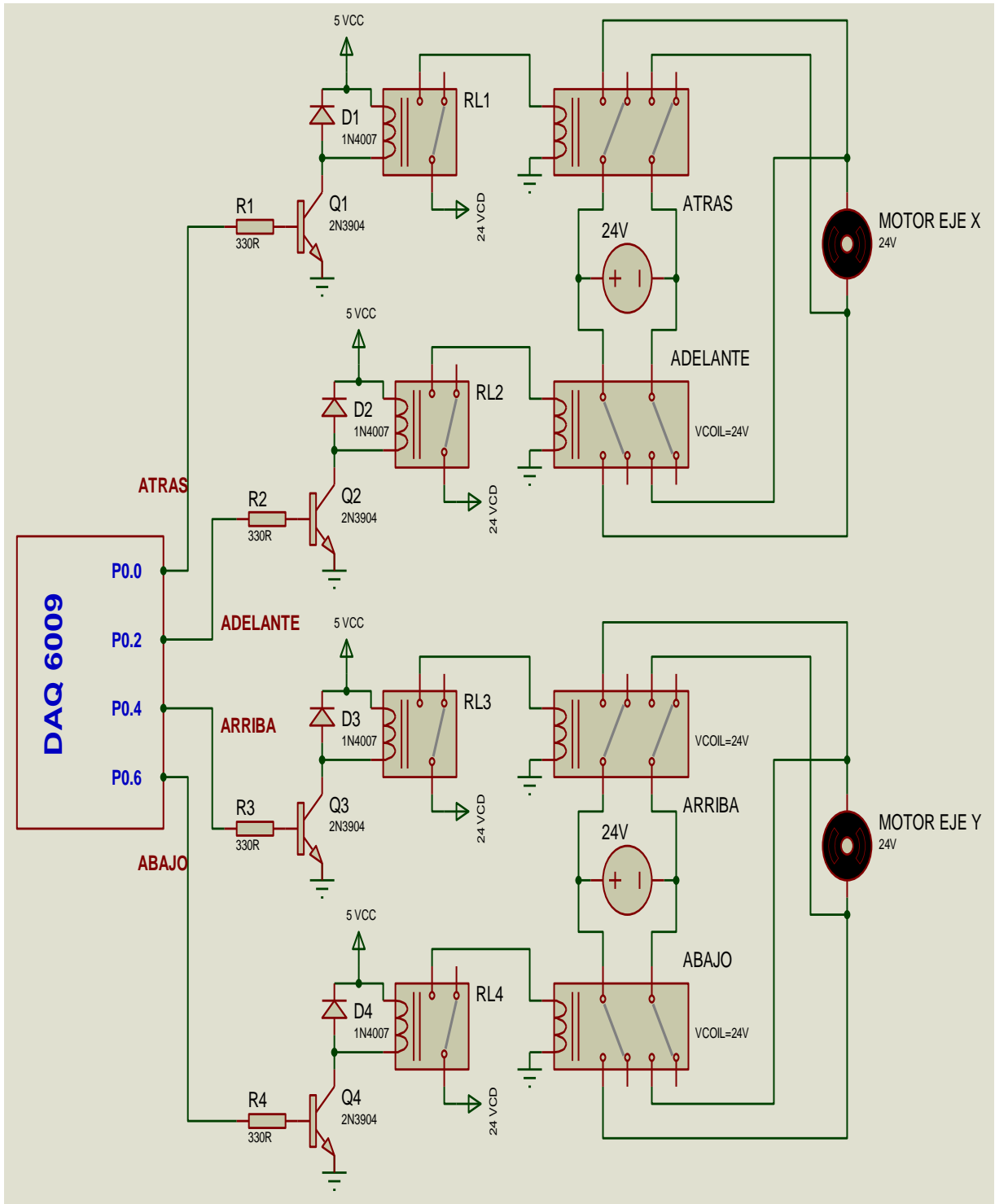
- ✓ <http://www.icabots.com/foro/index.php?topic=166.0>

2013-09-10

ANEXOS

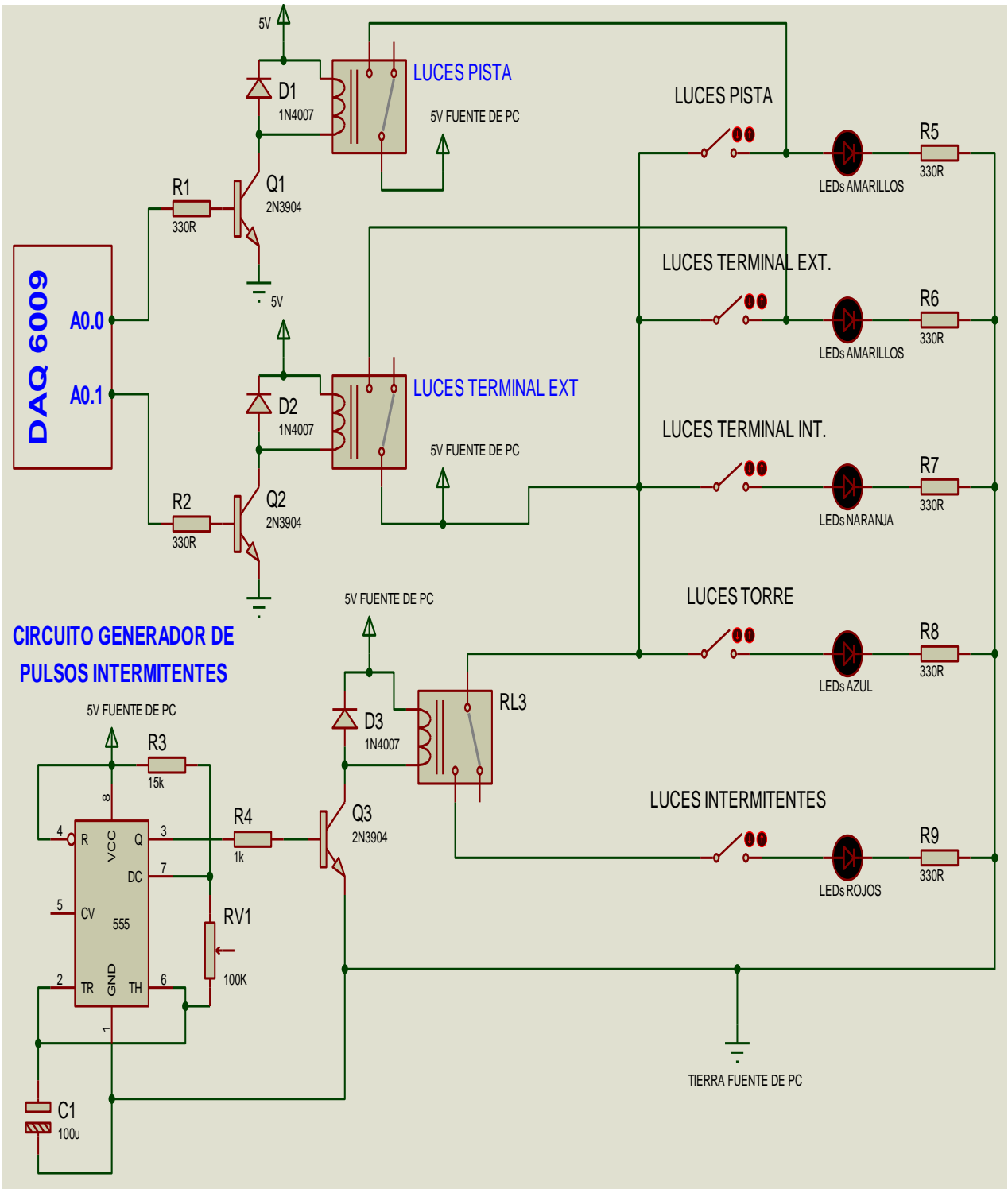
ANEXO 1

Circuito Eléctrico de Control del Movimiento de la Estructura Mecánica



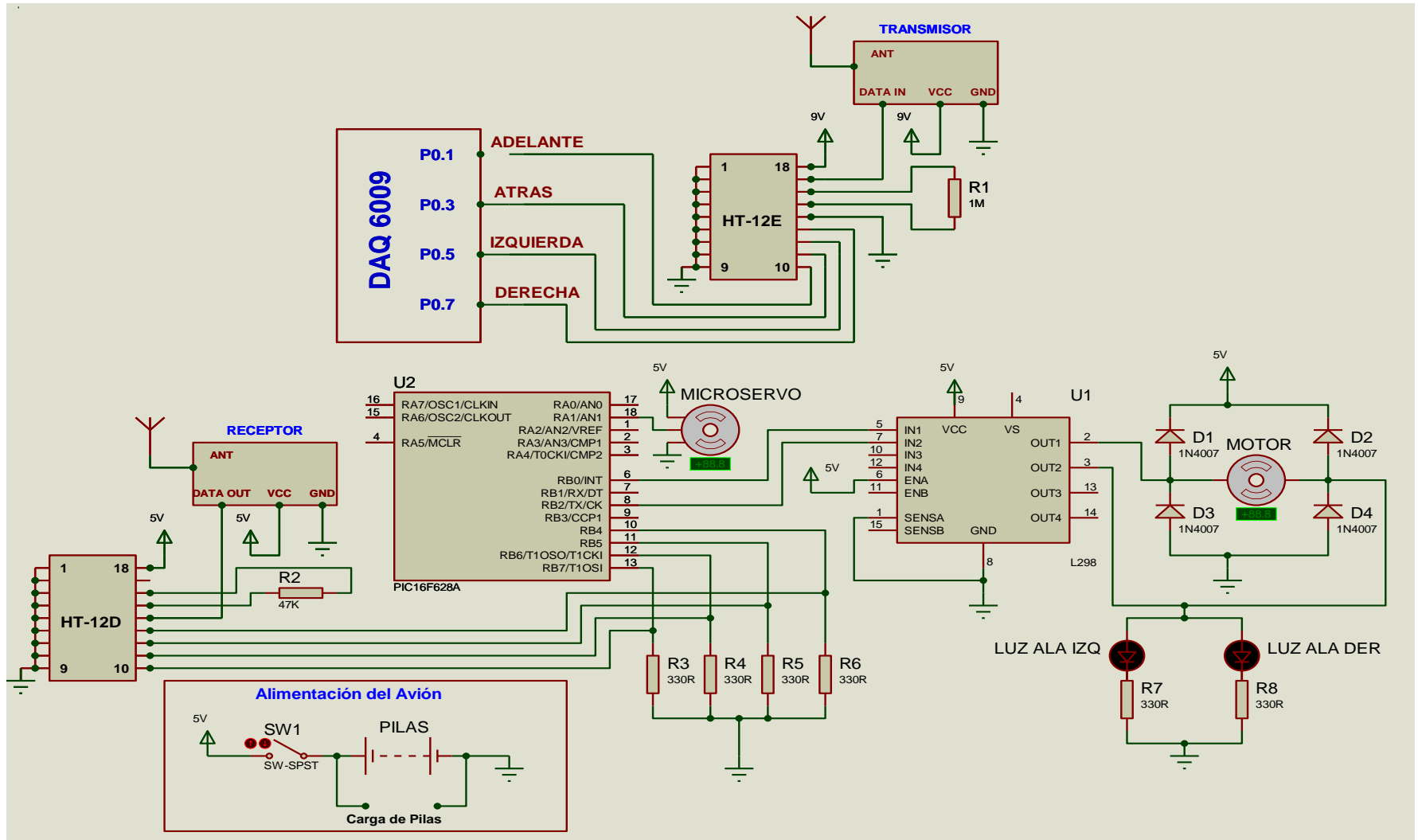
ANEXO 2

Circuito Eléctrico Control de Luces



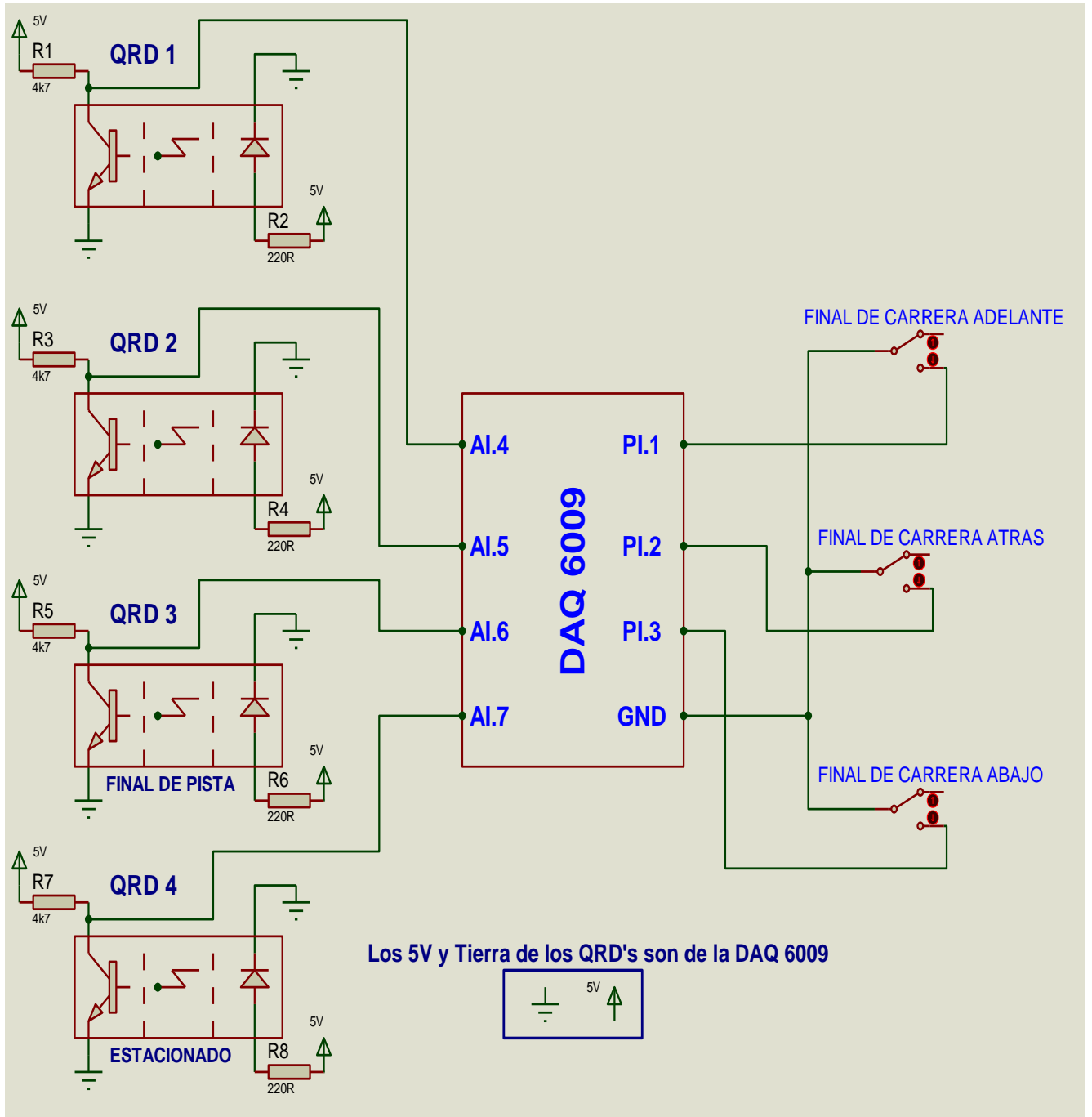
ANEXO 3

Circuito Eléctrico de Control del Avión



ANEXO 4

Circuito de Adquisición de Datos de Sensores (QRD'S Y Finales de Carrera)



ANEXO 5

Programa del Microcontrolador para el Control del Movimiento del Avión

```
11 cmcon = 7 ;convierte todo el puerto A en Digital
12 e1 VAR portb.4 ; servo giro 45 grados
13 e2 VAR portb.5 ; servo giro 135 grados
14 e3 VAR portb.6 ; motor adelante
15 e4 VAR portb.7 ;motor atras
16 m1 VAR porta.1 ; salida control servo
17 ad VAR portb.0 ; salida ad
18 at VAR portb.2; salida at
19 cont VAR WORD
20 x VAR BYTE
21 x=0
22 m1 =0
23 ad =0
24 at =0
25 PAUSE 1500
26 pro:
27 IF e3=1 THEN
28 GOSUB adelante
29 ELSE
30     LOW ad
31 ENDIF
32 IF e4=1 THEN
33 GOSUB atras
34 ELSE
35     LOW at
36 ENDIF
37 IF e1=0 AND e2=0 THEN GOSUB centrar
38 IF e1=1 AND x=1 THEN GOSUB izquierda
39 IF e2=1 AND x=1 THEN GOSUB derecha
40 GOTO pro ;ir a pro
41 adelante:
42     HIGH ad
43     LOW at
44 RETURN
45 atras:
46     HIGH at
47     LOW ad
48 RETURN
49 centrar:
50     FOR cont=1 TO 30 STEP 1
51         IF x=0 THEN
52             HIGH m1
53             PAUSEUS 1375
54             LOW m1
55             PAUSEUS 18500
56         ELSE
57             ENDIF
58         NEXT
59         x=1
60     RETURN
61 izquierda:
62     FOR cont=1 TO 30 STEP 1
```