



SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
PARA GENERADORES D.C. DE AERONAVES
DEL ALA DE COMBATE N° 22”**

AUTOR:

EDISON IVÁN DOMÍNGUEZ CHUIZA

DIRECTOR:

ING. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA

GUAYAQUIL, ABRIL 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Edison Iván Domínguez Chuiza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Guayaquil, 30 - 04 - 2015

Edison Iván Domínguez Chuiza
C.I. 0602926073

DEDICATORIA

A mi hijo Emiliano Francisco (+) y a mi padre Juan Octavio (+) que me guío de pequeño y que desde el cielo me seguirán guiando, a mi madre Luz Elina Chuiza quien tomo su lugar siendo padre y madre a la vez, por sus bendiciones, ejemplo de superación y valioso apoyo en todo momento de mi vida, lo cual me llevó a seguir con mis estudios superiores.

A mi esposa Sandra por ese apoyo, optimismo y ejemplo que siempre me impulso a seguir adelante y gracias por los días y horas que hizo el papel de padre y madre.

A mis hijas Ivanna e Ivette, a mi hijo Emiliano (+) por todas las veces que no pudieron tener a un padre de tiempo completo.

A mis hermanas Nancy y Mónica por sus palabras de aliento para seguir adelante y terminar mis proyectos.

A los estudiantes, que trabajan y cursan sus estudios a la vez, porque demuestran ser hombres y mujeres que han maduraron tempranamente, ellos se preparan para guiar el futuro del país y el suyo propio, para esos futuros ingenieros que construirán un mañana lleno de esperanza y bienestar para la humanidad.

Edison Iván Domínguez Chuiza.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud y perseverancia para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Quiero agradecer sinceramente aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible la realización de esta tesis.

Especialmente agradezco a mi amigo Luis Vélez por su colaboración constante, gracias a mis compañeros de trabajo como Bolívar Ramón, Cristian Peña por su gran ayuda y ánimos para continuar con mis estudios.

A mis suegros por el ejemplo y apoyo que me brindaron durante la continuación de mis estudios.

Gracias a todos ellos.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	I
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Tema del proyecto.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Delimitación del problema.....	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Justificación.....	4
1.6 Variables e Indicadores	5
1.7 Metodología	6
1.7.1 Método de ensayo y error.....	6
1.7.2 Método investigación de campo.....	6
1.7.3 Investigación Científica y Virtual	6
1.7.4 Análisis Descriptivo, Aplicado	7
1.7 Población y muestra	7
1.8 Descripción de la propuesta	7
1.8 Beneficiarios.	8
1.9 Impacto.....	9
CAPÍTULO 2	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes	10

2.2 Motor Eléctrico	10
2.2.1 Principio de funcionamiento	10
2.3 Motores Eléctricos Trifásicos de Corriente Alterna.....	13
2.3.1 Principio de funcionamiento	14
2.3.2 Partes del motor eléctrico trifásico.....	14
2.3.3 Tipos y características del motor eléctrico trifásico.....	16
2.4 Motor asíncrono o de inducción.....	17
2.4.1 Ventajas.....	18
2.5 Motor asíncrono Jaula de Ardilla.....	19
2.5.1 Deslizamiento.....	19
2.5.2 Par motor.....	20
2.5.3 Par de giro	20
2.6 Arranque de un motor trifásico jaula de ardilla	20
2.6.1 Conexión de motores trifásicos	21
2.6.2 Motor Trifásico Siemens 1LA7 096-2YA60	22
2.7 Generadores de Corriente Directa.....	24
2.7.1 Principio de funcionamiento	24
2.7.2 Tipos de Generadores de D.C.	31
2.8 Starter – Generator DC, Aircraft. P/N 150SG111Q.....	32
2.9 Alternadores de Aviación Menor	33
2.9.1 Alternador 28 V DC P/N ASG12000-3(9910592-3)	33
2.9.2 Alternador 12 V DC P/N ALX-9525B	35
2.10 Variadores de Velocidad para Motores AC SINAMICS G110	36
2.10.1 Principio de funcionamiento	36
2.10.2 Control de velocidad mediante la frecuencia de alimentación.....	37
2.10.3 Factores para elegir un variador de velocidad.....	40
2.10.4 Dimensiones.....	41
2.11 Transformador (Convertidor de Voltaje)	42
2.11.1 Principio de funcionamiento	42
2.11.2 Transformador Reductor de Voltaje.....	43
2.11.3 Características Técnicas	43
2.12 Reguladores de Voltaje de 28 V D.C. y 14 V D.C.....	44
2.12.1 Regulador 28V.D.C. GE. P/N 206-075-027-3	45
2.13 Sensores de Proximidad Magnéticos.	47
2.13.1 Principio de funcionamiento	47

2.13.2 Tipos de sensores	48
2.13.3 Sensor Hall Proximity PRCM12-4DN.....	49
2.14 Tarjeta de Interface NI myDAQ de National Instruments	50
2.14.1 Descripción General NI myDAQ.....	51
2.15 Instrumentos de Medición.....	53
2.15.1 Voltímetro/Amperímetro A.C Dual Digital (D52-2042)	53
2.15.2 Voltímetros DC Digitales.....	54
2.15.3 Amperímetros D.C. Digitales.....	56
2.15.4 Tacómetro Digital (DT3A0400)	58
2.16 Breaker Bipolar y Unipolar de 220 V AC y 110 V AC	60
2.16.1 Características	61
2.16.2 Circuit breaker para aviación	62
2.17 Potenciómetro	62
2.19 Pulsador de Emergencia.....	63
2.20 Resistencias de Potencia de Alambre bobinado.....	64
2.21 Conector y Socket Polarizados.....	66
2.21.1 Socket de 5 pines.....	66
2.21.2 Los conectores.....	66
2.22 Selector y Switchs de palanca	68
2.23 Cables Conductores.....	69
2.23.1 Calibre del conductor	69
2.23.2 Selección de un conductor	70
2.23.3 Identificación de cables.....	71
2.23.4 Terminales.....	72
2.24 Transmisión por Correas	73
2.24.1 Generalidades.....	73
2.24.2 Correas Trapezoidales.....	74
2.24.4 Potencia transmitida	76
2.24.5 Relación de transmisión y velocidades	77
2.24.6 Distancia entre ejes	77
2.24.7 Longitud de la correa	78
2.24.8 Velocidad lineal de la correa.....	79
2.25 Chumaceras	79
2.25.1 Tipos.....	79
2.25.2 Estructura de las Chumaceras	80

2.26 Batería 12V/12Ah	81
2.26.1 Funcionamiento.....	81
2.27 Computador (PC)	82
2.27.1 Características Técnicas	83
2.28 ¿Qué es LabVIEW?.....	84
2.28.1 Definición de instrumento virtual	84
2.28.2 ¿Cómo trabaja LabVIEW?	84
2.28.2 Panel Frontal	85
2.28.3 Diagrama de bloques.....	86
2.28.4 ¿Cómo utilizar la ayuda?.....	87
2.28.5 Aplicaciones de LabVIEW	88
CAPÍTULO 3.....	89
IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	89
3.1 Diseño Mecánico.....	89
3.1.1 Construcción de la Estructura Metálica	89
3.1.2 Parámetros del Banco.....	94
3.1.3 Tableros de Control.....	96
3.2 Diseño Eléctrico – Electrónico.....	99
3.2.1 Montaje de Principales Componentes.....	103
3.2.2 Montaje Motor Trifásico Siemens 1LA7 096-2YA60	104
3.2.3 Montaje General del Banco de Pruebas	105
3.3 Programación del Software	108
3.3.1 Programación del Variador de Velocidad.	108
3.3.2 Programación de labVIEW	109
CAPÍTULO 4.....	114
PRUEBAS Y ANÁLISIS.....	114
4.1 Prueba y Análisis del Sistema Mecánico del Banco de Prueba.	114
4.2 Prueba y Análisis del Generador del Helicóptero Bell 206B y TH57A.	116
4.3 Prueba y Análisis del Alternador de la Avioneta Cessna T206B.	119
4.4 Prueba y Análisis del Alternador de la Avioneta Piper PA34 Seneca.	121
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
CRONOGRAMA.....	127
PRESUPUESTO	128
BIBLIOGRAFÍA	129

ANEXO A.....	131
PLANOS DEL PROYECTO	131
ESTRUCTURA METÁLICA.....	131
ESTRUCTURA VISTA ISOMÉTRICA	132
TABLEROS DE CONTROL.....	133
VARIADOR DE VELOCIDAD	134
GENERADOR BELL 206B	135
ALTERNADOR CESSNA T206.....	136
ALTERNADOR PIPER PA-34	137
PROTECCIONES	138
CARGAS	139
INSTRUMENTOS.....	139
WIRING DIAGRAM DEL BANCO DE PRUEBA.....	140
WIRING DIAGRAM HELICÓPTERO BELL 206B.....	141
ANEXO B.....	142
MANUALES DEL USUARIO	142
ABREVIATURAS.....	149
GLOSARIO	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones Sinamic G110.....	41
Tabla 2 Máxima caída de voltaje	70
Tabla 3 Tabla de conductores	71
Tabla 4 Parámetros del Variador de Velocidad	109
Tabla 5 Frecuencia vs RPM	115
Tabla 6 Voltaje vs RPM (Generador Bell 206B)	117
Tabla 7 Corriente vs Carga, Corriente vs Voltaje (Generador Bell 206B)	118
Tabla 8 Voltaje vs RPM (Alternador Cessna T206)	120
Tabla 9 Corriente vs Carga, Corriente vs Voltaje (Alternador Cessna T206)	121
Tabla 10 Voltaje vs RPM (Alternador Cessna T206)	123
Tabla 11 Corriente vs Carga, Corriente vs Voltaje (Alternador Piper PA34)	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Datos de entrada y salida.	8
Figura 2. 1 Diagrama del motor eléctrico.	11
Figura 2.2 Efecto FEM.....	11
Figura 2.3 Momento de giro.....	11
Figura 2.4 La f.c.e.m.	12
Figura 2.5 Motor Trifásico.....	13
Figura 2.6 Estator de un motor.....	15
Figura 2.7 Rotor de un motor.....	15
Figura 2.8 Rotor de polos no salientes.	17
Figura 2.9 Rotor de polos salientes en un motor síncrono.	17
Figura 2.10 Motores asíncronos o de inducción.	18
Figura 2.11 Motor Jaula de Ardilla.	19
Figura 2.12 Tensiones de alimentación.....	22
Figura 2.13 Motor Siemens 1LA7 096-2YA60.	23
Figura 2.14 Dimensiones motor del banco.	24
Figura 2.15 Espira Rectangular.....	25
Figura 2.16 Posición 1 de la espira.	25
Figura 2.17 Posición 2 de la espira.	26
Figura 2.18 Posición 3 de la espira.	26
Figura 2.19 Posición 4 de la espira.	27
Figura 2.20 Generador de Corriente Continua.	27
Figura 2.21 Estator.	29
Figura 2.22 Colector.....	30
Figura 2.23 Tipos de excitación.	31
Figura 2.24 Helicóptero BELL 206B.....	32
Figura 2.25 Starter-generator Helicóptero BELL 206B.....	32
Figura 2.26 Avioneta CESSNA TU 206H.	33
Figura 2.27 Alternador de la avioneta CESSNA TU206H.	34
Figura 2.28 Avioneta PIPER PA34 SENECA IV.....	35
Figura 2.29 Alternador PIPER PA34 SENECA IV.	35
Figura 2.30 Sinamics G110.....	36

Figura 2.31 Curvas par-velocidad.	38
Figura 2.32 Curvas características par-velocidad.	38
Figura 2.33 Esquema de un variador.	39
Figura 2.34 Onda de salida.	39
Figura 2.35 Dimensiones Sinamic G110.	41
Figura 2.36 Principio del transformador.	42
Figura 2.37 Parámetros del transformador.	42
Figura 2.38 Transformador reductor.	43
Figura 2.39 Conexión del regulador.	44
Figura 2.40 Terminales de conexión.	45
Figura 2.41 Regulador de 28VDC.	45
Figura 2.42 Regulador de 14 V DC.	46
Figura 2.43 Pines de conexión regulador 14 V DC.	46
Figura 2.44 Sensor magnético.	47
Figura 2.45 Sensor de proximidad	48
Figura 2.46 Tipos de sensores.	49
Figura 2.47 Sensor PRCM12-2DN2	50
Figura 2.48 NI myDAQ.	51
Figura 2.49 Voltímetro/amperímetro AC.	53
Figura 2.50 Voltímetros D.C.	55
Figura 2.51 Dimensiones y conexiones (APLVD-400).	56
Figura 2.52 Amperímetros DC.	57
Figura 2.53 Dimensiones y conexiones (APLID-400).	58
Figura 2.54 Tacómetro Huanyoung RP3.	59
Figura 2.55 Dimensiones Tacómetro (DT3A0400).	60
Figura 2.56 Breaker de AC.	60
Figura 2.57 Breaker térmico unipolar.	61
Figura 2.58 Circuit breaker y símbolo.	62
Figura 2.59 Potenciómetro 25 K Ω	62
Figura 2.60 Luz piloto verde 220 V AC.	63
Figura 2.61 Pulsador de emergencia.	63
Figura 2.62 Resistencia de alambre.	64
Figura 2.63 Resistencias de potencia.	65
Figura 2.64 Arreglo en paralelo de la carga.	65

Figura 2.65 Socquet (hembra) polarizado.....	66
Figura 2.66 Conector polarizado.....	67
Figura 2.67 Selector de tres posiciones.....	68
Figura 2.68 Switch.	68
Figura 2.69 Tipos de conductores aeronáuticos.	69
Figura 2.70 Codificación de cables.....	72
Figura 2.71 Terminales.	72
Figura 2.72 Transmisión de movimiento.	73
Figura 2.73 Correa trapezoidal dentada.	74
Figura 2.74 Partes de la polea.	75
Figura 2.75 Poleas de 13'' y 3''.....	76
Figura 2.76 Longitud de la correa.	78
Figura 2.77 Chumaceras.....	80
Figura 2.78 Estructura de una chumacera.	80
Figura 2.79 Batería Plomo Acido 12 V 12 Ah.....	81
Figura 2.80 Computador.	83
Figura 2.81 Instrumento virtual.....	84
Figura 2.82 Pantallas del LabVIEW.	85
Figura 2.83 Panel frontal de labVIEW.....	86
Figura 2.84 Diagrama de bloques.	87
Figura 2.85 Ventana de ayuda de labVIEW.....	88
Figura 3.1 Materiales.	89
Figura 3.2 Diseño del banco de prueba.	90
Figura 3.3 Vista isométrica de la estructura del banco.	91
Figura 3.4 Eje principal.....	92
Figura 3.5 Laminado de la estructura.....	92
Figura 3.6 Acoples y ejes.....	93
Figura 3.7 Acabado final.....	94
Figura 3.8 Polea con correa e 56''	96
Figura 3.9 Tablero principal del banco.	97
Figura 3.10 Tablero derecho.	98
Figura 3.11 Tablero izquierdo.....	99
Figura3.12 DC. Power system.	100
Figura 3.13 Test Schematic for Testing Generator.	101

Figura 3.14 Diagrama del generador.....	102
Figura 3.15 Diagrama de Bloques.....	103
Figura 3.16 Montaje de los templadores.....	103
Figura 3.17 Montaje motor trifásico.	104
Figura 3.18 Montaje del sistema de movimiento.	105
Figura 3.19 Montaje del Variador de velocidad.	106
Figura 3.21 Banco de prueba terminado.	108
Figura 3.22 Adquisición de datos.....	110
Figura 3.23 Diagrama de bloques del proyecto.	111
Figura 3.24 DAQ asistant.....	112
Figura 3.25 Vista general del panel virtual.	112
Figura 4.1 Sistema de Movimiento por Poleas.	114
Figura 4.2 Generador del Helicóptero Bell 206B.	116
Figura 4.3 Alternador Avioneta Cessna T206.	119
Figura 4.4 Alternador Avioneta Piper PA34.....	122

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Ley de Lorentz	10
Ecuación 2 Flujo magnético.....	12
Ecuación 3 Momento magnético.....	12
Ecuación 4 Fuerza contra electro motriz.....	12
Ecuación 5 Intensidad de consumo del motor.....	13
Ecuación 6 Par de giro del motor	20
Ecuación 7 Velocidad del motor síncrono	40
Ecuación 8 Velocidad del motor asíncrono	40
Ecuación 9 Potencia corregida	76
Ecuación 10 Relación de transmisión	77
Ecuación 11 Distancia entre ejes.....	77
Ecuación 12 Longitud de la banda	78
Ecuación 13 Velocidad lineal de la banda	79

RESUMEN

AÑO	ALUMNO	DIRECTOR	TEMA TESIS
2015	EDISON IVÁN DOMÍNGUEZ CHUIZA	ING. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA	“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA GENERADORES D.C. DE AERONAVES DEL ALA DE COMBATE N° 22”.

La presente tesis: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA GENERADORES D.C. DE AERONAVES DEL ALA DE COMBATE N° 22”, se basa en la necesidad de contar con un banco de prueba para generadores y alternadores de aviación de menor.

Se fundamenta en controlar la velocidad de un motor trifásico mediante un variador de frecuencia, lo cual simula al motor mecánico de una aeronave, el cual trabaja a altas revoluciones, el banco alcanza las 15000 RPM por medio de la combinación de poleas y la transmisión de movimiento por correas. Los elementos probados en este banco son: starter-generator del Helicóptero BELL 206B, alternador de la Avioneta CESSNA TU206 y el alternador de la Avioneta PIPER PA34 SENECA III.

El objetivo de construir un banco de prueba es para ayudar al personal técnico de la Sección Electrónica Aeronáutica del Escuadrón Mantenimiento N° 2222 del Ala de Combate N° 22 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, este personal no cuenta con un equipo o banco para realizar chequeos de estos dispositivos, por lo que se tiene que enviar al exterior a realizar la reparación y chequeo de estos componentes; con esto se está logrando la independencia de la mano de obra extranjera y así ahorrar divisas a una Institución del Estado.

Al banco lo complementa el análisis de los parámetros de funcionamiento y operación con pruebas reales, que crean un sistema práctico y sencillo de chequeo, al mismo tiempo la operación del banco es fácil de operar para el técnico que lo manipula, pues ellos están familiarizados con la operación de dichas aeronaves y conocen sus rangos y parámetros de operación. La aplicación de este banco puede extenderse a otros generadores de otras aeronaves de las Fuerzas Armadas, pudiendo también incluir el chequeo de alternadores de automotores terrestres, siempre que se cuente con los acoples necesarios para montarlos en el banco de pruebas.

PALABRAS CLAVES

Generadores DC, Alternadores de Aviación, Control de Velocidad, Banco de Prueba

ABSTRACT

DATE	STUDENT	DIRECTED BY	THESIS TITLE
2015	EDISON IVÁN DOMÍNGUEZ CHUIZA	ING. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA	"DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEST BENCH FOR GENERATORS D.C. FOR AIRCRAFT OF ALA DE COMBATE No. 22"

This thesis: "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEST BENCH FOR GENERATORS D.C. FOR AIRCRAFT OF ALA DE COMBATE No. 22", is based on the need for a test bench for generators and alternators aviation lower.

It is based on speed control of three-phase motor with variable frequency, which simulate the mechanical engine aircraft, which works at high RPM, the test bench reaches 15,000 RPM through the combination of pulleys and transmission of movement straps. The tested on these bench elements are: starter-generator of Helicopter BELL 206B, alternator of airplane CESSNA TU206 and alternator the airplane PIPER PA34 SENECA III.

The object is to build a test bench for help the technical personal of Section Avionics Maintenance Squadron No. 2222 of Ala de Combate No.22 of the Ecuadorian Air Force, this staff does not have an equipment or test bench for checking of these parameters, which must be sent to the outside of the country and carry out the repair check these components; with this work They being and achieved independence from Works abroad and being save money by Ecuador and Ecuadorian Air Force.

The bank complements the analysis of operating parameters and performance with real evidence, creating a practical and simple system of checks while operating the bank is easy to operate for the technician who manipulates, because they are similar with the operation of such aircraft and know their ranges and operating parameters. The application of this bank can extend to other generators of other aircraft of the Armed Forces, also may include checking alternators automotive land, provided that it has the necessary fittings for mounting on the test bench.

INTRODUCCIÓN

Mediante Decreto Ejecutivo expedido en el Gobierno del Sr. Dr. José María Velasco Ibarra, el 06 de Junio de 1962 se realiza la ceremonia de inauguración de la Base Aérea “Simón Bolívar” de Guayaquil, dando inicio a la aviación de RESCATE.

La Fuerza Aérea Ecuatoriana materializa esta unidad con personal y medios, dando inicio a la búsqueda y rescate en todo el *territorio ecuatoriano*.

Actualmente, el Ala de Combate No 22 a través del Grupo de Combate No. 221, cumple con su noble misión: *“Realizar operaciones de Rescate de Combate y evacuación Aero médica desde el inicio de las hostilidades hasta la finalización del conflicto en el teatro de operaciones aéreas, a fin de recuperar las tripulaciones abatidas, realizar operaciones de búsqueda y salvamento, rescate de accidentes aéreos, terrestres y marítimos o de desastres naturales; y contribuir al desarrollo socio económico del país”*.

Desde sus comienzos, la actividad del Ala de Combate No. 22, fue muy ardua, había que establecer la organización estructural, vacantes, estandarizar procedimientos, organizar de actividades de búsqueda y rescate, entrenar tripulaciones, así como todas las coordinaciones pertinentes con la Dirección General de Aviación Civil.

La realización de este proyecto es de gran importancia para la Fuerza Aérea Ecuatoriana, en especial para el personal técnico de la Sección Electrónica Aeronáutica del Escuadrón Mantenimiento No. 2222 del Ala de Combate No. 22.

Este personal es el que siempre ha tenido la necesidad de contar con un banco de prueba para los generadores DC, para los diferentes tipo de aeronaves que han prestado y siguen prestando sus servicios actualmente en este reparto, como los Helicópteros BELL206B, TH57A, DHRUV y Avionetas como la: CESSNA TU206H, PIPER PA34 SENECA III, CESSNA 172.

Actualmente y en años pasados se ha enviado a reparación en el exterior del país a estos generadores, estos cuentan con largas horas de operación y su vida útil es disminuida por el desgaste de piezas y componentes.

Para contar con un banco de prueba con estándares internacionales se plantea el diseño y construcción de este banco de pruebas y así realizar el mantenimiento correctivo, reparación y overhaul de piezas y componentes de los generadores.

En el **Capítulo 1**, se describe el planteamiento del problema, la delimitación, los objetivos, la justificación, las variables, la metodología utilizada, la propuesta, los beneficiarios y el impacto que conlleva este proyecto.

En el **Capítulo 2**, se muestra algunos conceptos básicos sobre motores trifásicos, generadores DC y se realiza la descripción de cada uno de los elementos utilizados para la construcción de este banco de pruebas, como son; motor trifásico, variador de velocidad, transformador reductor, medidores de corriente y voltaje, breakers, tacómetro, sensores de rpm, etc.

En el **Capítulo 3**, se describe los pasos a seguir para el diseño y la construcción del banco de pruebas, también se describe los materiales que se utiliza para la construcción de la estructura metálica, también se describe el diseño eléctrico y sus interconexiones, se muestra imágenes de la implementación de dicho banco.

En el **Capítulo 4**, se describe datos de las pruebas realizadas con cada uno de los generadores y alternadores, donde se obtiene y registra datos técnicos, los cuales con lleva a sacar un reporte de los datos tomados durante las pruebas.

Luego del capítulo cuatro tenemos las conclusiones y recomendaciones sobre este trabajo, se muestra el presupuesto para la construcción del mismo, seguidamente encontramos los anexos donde se detalla los planos y manuales del usuario que ayudan a la operación del banco.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Tema del proyecto

“Diseño y construcción de un banco de pruebas para Generadores D.C. de aeronaves del Ala de Combate N° 22”.

1.2 Planteamiento del problema

El constante mantenimiento de los generadores y alternadores reduce la vida útil de estos componentes, lo que hace necesario adquirir dispositivos nuevos o que vienen de overhaul en estaciones reparadoras o casas fabricantes.

Para realizar el chequeo previo de parámetros de operación y funcionamiento de los generadores es necesario contar con una aeronave y así verificar los parámetros de estos dispositivos; para esto se debe realizar un proceso administrativo previo al chequeo, esto conlleva pérdida de tiempo en el chequeo funcional, fatiga en las tripulaciones y personal técnico, los cuales realizan estos trabajos en plataforma (explanada donde se encuentran las aeronaves listas para volar) en condiciones climáticas extremas como el calor.

1.3 Delimitación del problema

Se hace necesario el diseño y construcción de un banco de pruebas para generadores D.C., el Banco será construido en su totalidad y con la finalidad de ser utilizado en el Hangar N° 1 por el personal técnico de la Sección Electrónica Aeronáutica del Escuadrón Mantenimiento N° 2222 del Ala de Combate N° 22, dicha unidad militar está asentada en la ciudad de Guayaquil como parte de la Fuerza Aérea Ecuatoriana la cual cuenta con aviación menor.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar y construir un banco de pruebas utilizando el software de instrumentación virtual LabVIEW, para generadores de Corriente Continua de pequeñas aeronaves como Helicópteros TH 57, BELL 206 y Avionetas Cessna y Piper del Ala de Combate N° 22, de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el respectivo estudio de ingeniería que une las ramas de la mecánica, electrónica, control automático, sensores, programación, que se reflejan en la construcción y funcionamiento de este BANCO.
- Construir la estructura del banco de pruebas.
- Construir los ejes y poleas para transferencia de RPMs.
- Realizar el montaje de la tarjeta de interfaz NI myDAQ.
- Realizar el montaje del Motor Trifásico Siemens 1LA7 096-2YA60.
- Realizar el montaje de los paneles de operación.
- Realizar la programación en el software de LabVIEW.
- Realizar las interconexiones eléctricas y electrónicas del banco de pruebas

1.5 Justificación

La finalidad de este proyecto es ofrecer una alternativa tecnológica nacional frente a la dependencia de la mano de obra extranjera en las actividades repetitivas de mantenimiento que obligan al personal de técnicos a sostener la disponibilidad de estos elementos de generación.

También tiene la opción de chequear los parámetros de funcionalidad de alternadores de avionetas pequeñas, las cuales disponen este tipo de elementos para generar su voltaje de consumo de los diferentes sistemas de las aeronaves y pensando ampliar su

aplicación se puede extender a los alternadores de vehículos terrestres comunes como automóviles, camionetas.

El constante entrenamiento de los pilotos en las aeronaves del Ala de Combate 22 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, ha llevado a programar varias horas de vuelo, por este motivo los generadores de estas aeronaves se ven sometidos a constantes mantenimientos e inclusive a realizar un overhaul completo, para recuperar la disponibilidad de los generadores, se requiere de un banco de pruebas para estos componentes.

Ecuador es uno de los pocos países que no cuenta con una empresa que fabrique bancos de prueba para alternadores ni para generadores D.C. de aeronaves pequeñas y peor aún no cuenta con procesos industriales para chequear generadores o alternadores, estas actividades solo llegan a ser administrativas con el envío a reparación y chequeo de estos elementos.

1.6 Variables e Indicadores

Las variables que se presentan en este proyecto son:

- Velocidad
- Voltaje
- Amperaje

Los indicadores que se presentan en este proyecto son indicaciones de:

- Voltaje A.C.
- Corriente A.C
- RPM
- Voltaje D.C.
- Corriente D.C.

1.7 Metodología

1.7.1 Método de ensayo y error

El método de ensayo y error, es un método heurístico para la obtención de resultados positivos y acertados, tanto proposicional como procedural. Consiste en probar una alternativa y verificar si funciona. Si es así, se tiene una solución. En caso contrario el resultado erróneo se intenta una alternativa diferente.

En este método la experimentación es la principal herramienta donde se basada en una metodología experimental y en la metodología del prueba y error, las cuales permiten la observación, manipulación y registro de las variables (dependiente, independiente, intervinientes, etc.) que afectan al objeto o equipo a construir, para luego de la fase de experimentación concluir y obtener un productor terminado y probado, el cual tendrá un rendimiento óptimo.

1.7.2 Método investigación de campo

La recolección de información teórica y práctica es la principal herramienta para este metodología de investigación, tanto la información teórica y práctica está hecha a fuentes certeras que poseen la experiencia en el campo de investigación, se concluye que la experiencia es fundamental en este método.

1.7.3 Investigación Científica y Virtual

Obtener información mediante catálogos de empresas fabricantes de toda la gama de Motores, Variadores de Velocidad, donde se observar y comparar los datos reales con los datos técnicos de cada dispositivo y aprender acerca de sus características y sus defectos.

1.7.4 Análisis Descriptivo, Aplicado

Análisis Descriptivo

Permite realizar un análisis de cada paso que se ejecutara con los dispositivos y los elementos que se vaya a utilizar en la construcción del BANCO.

Análisis Aplicado

Con la información técnica de los componentes del banco tales como datos de motores, variadores y aplicaciones especificados en manuales técnicos, se puede aprovechar al máximo esta información de tal manera que se pueda obtener un rendimiento acertado.

1.7 Población y muestra

Cuando la investigación tiene que recurrir al trabajo de campo para conocer, clasificar y luego interpretar las opiniones de un cierto conjunto de personas, respecto de una o algunas variables, debe entonces delimitar ese conjunto.

- Personal Técnico
- Personal de Pilotos

1.8 Descripción de la propuesta

Se propone realizar el diseño y construcción de un equipo que permita el chequeo operacional y funcional de estos generadores, el mismo que consiste en una estructura metálica de 170 cm x 150 cm x 70 cm donde se instala el Motor Trifásico de 220 V.AC. de 4 HP a 60 Hz.

Este motor eléctrico simula al motor mecánico de la aeronave el cual tiene un control y este provee las RPMs necesarias para realizar los chequeos de parámetros de operación (voltaje y amperaje) el mismo que se visualiza mediante el software de labview en una PC, aquí se verifica que los generadores que está revisando funcione a diferentes velocidades del motor, es decir, se varia las RPMs del motor trifásico.

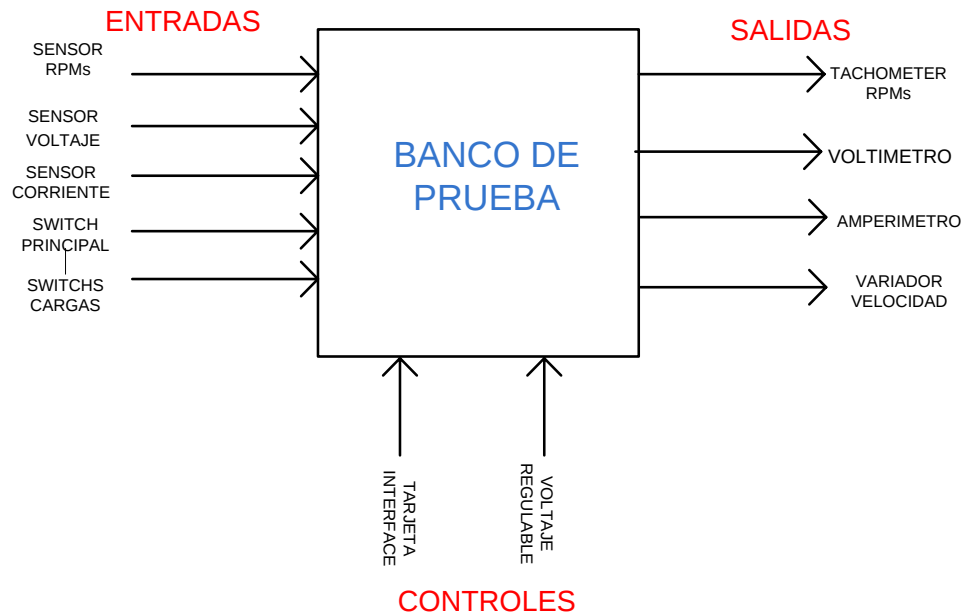


Figura 1.1 Datos de entrada y salida.

Datos de entrada y salida que ingresaran al banco de prueba.

Aquí debe cumplir lo que indica los manuales técnicos de las aeronaves, estas órdenes técnicas indican los valores de RPMs a los cuales el generador debe entregar voltaje y corriente para suplir a la aeronave y pueda operar todos sus sistemas de dicha aeronave.

1.8 Beneficiarios.

Los beneficiarios directos de este proyecto es el personal técnico de la Sección Electrónica Aeronáutica del Escuadrón Mantenimiento N° 2222 del Ala de Combate N° 22 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, este personal no cuenta con un equipo o banco de prueba para realizar chequeos de estos dispositivos.

Por lo que se tiene que enviar al exterior a realizar la reparación y chequeo de estos componentes; con esto se está logrando la independencia de la mano de obra extranjera y así ahorrar varias divisas a una Institución del Estado.

1.9 Impacto

El impacto que genera este proyecto es positivo en vista que ayuda al desarrollo de la tecnología nacional a través de la construcción de equipos que solamente se puede encontrar en el mercado internacional a costos elevados, sin mencionar los valores de importación y los pagos de impuestos que esto genera.

Con el impulso a la tecnología nacional se logra contribuir con el desarrollo del país; y por qué no decir, que esta máquina se convierta en la pionera para la industrialización de este tipo de maquinarias, tomando como ejemplo la construcción de los primeros aviones no tripulados que ya se realizan en Ecuador.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Existen diferentes tipos y clases de bancos de prueba para generadores, entre ellos para alternadores, estos se diferencian por sus capacidades como Control, Maniobrabilidad, Tracción, Capacidad de carga, Estabilidad, Eficiencia.

2.2 Motor Eléctrico

2.2.1 Principio de funcionamiento

Según la Ley de Lorentz, cuando un conductor por el que pasa una corriente eléctrica se sumerge en un campo magnético, el conductor sufre una fuerza perpendicular al plano formado por el campo magnético y la corriente, siguiendo la regla de la mano derecha, con módulo.

$$\vec{F} = \ell \cdot \vec{I} \wedge \vec{B}$$

Ecuación 1 Ley de Lorentz

F : Fuerza en Newton

I : Intensidad que recorre el conductor en amperios

l : Longitud del conductor en metros

B : Densidad de campo magnético o densidad de flujo teslas.

El funcionamiento de todo motor se basa en la fuerza de Lorentz.

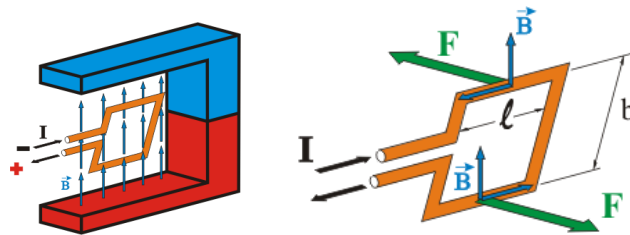


Figura 2. 1 Diagrama del motor eléctrico.

Diagrama de funcionamiento de un motor eléctrico.

Fuente: http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/bach/tecind2/Tema_4/motorcc.html

Para tener el momento de giro siempre en el mismo sentido, la corriente que se introduce a la espira debe entrar siempre por el mismo extremo. Esto se consigue de forma idéntica a como se hacía con el dínamo, es decir, mediante un colector formado por delgas.

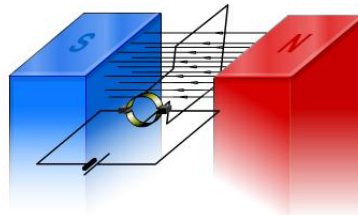


Figura 2.2 Efecto FEM.

Diagrama del efecto FEM.

Fuente: http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/bach/tecind2/Tema_4/motorcc.html

Ya que el momento de giro en un instante dado viene dado por la expresión:

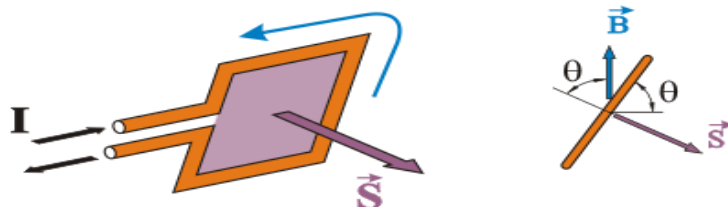


Figura 2.3 Momento de giro.

Parámetros que intervienen en el momento de giro

Fuente: http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/bach/tecind2/Tema_4/motorcc.html

Cuando se calcula el momento resultante durante la vuelta completa de la espira se llega a una expresión que era de esperar.

El momento es proporcional a la intensidad de corriente I y al flujo magnético

$$\Phi = B \cdot S$$

Ecuación 2 Flujo magnético

De los imanes:

$$m = k \cdot I \cdot \Phi$$

Ecuación 3 Momento magnético

Por otra parte, el hecho de que un conductor se mueva por el interior de un campo magnético provoca en él una fuerza electromotriz que, en el caso de los motores, es un voltaje que se opone a la corriente que se le da. Por tanto, se llama fuerza contra electromotriz o f.c.e.m.

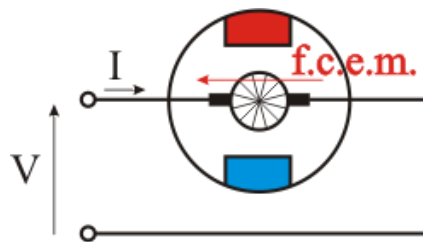


Figura 2.4 La f.c.e.m.

Diagrama de la f.c.e.m.

Fuente: http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/bach/tecind2/Tema_4/motorcc.html

Esta f.c.e.m. viene dada por la expresión:

$$f_{cem} = k' \cdot \Phi \cdot n$$

Ecuación 4 Fuerza contra electro motriz

La intensidad que consume el motor dependerá de esta f.c.e.m. Si R_{rotor} es el valor de resistencia del cableado del rotor, esta intensidad vendrá dada por:

Ecuación de la intensidad que consume el motor.

$$I \cdot R_{\text{ROTOR}} = V - \text{f.c.e.m.}$$

Ecuación 5 Intensidad de consumo del motor

2.3 Motores Eléctricos Trifásicos de Corriente Alterna

El motor de corriente alterna es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator (o parte fija del motor).

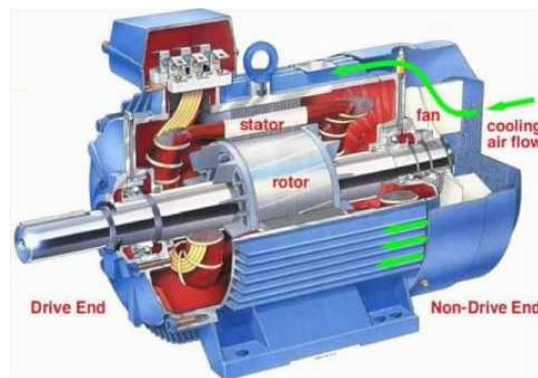


Figura 2.5 Motor Trifásico.

Parte interior de un motor trifásico con sus partes y componentes que lo conforman

Fuente: <http://shelf3d.com/Search/Motores>

Los motores eléctricos trifásicos, se fabrican en las más diversas potencias, desde una fracción de caballo de fuerza (HP) hasta varios miles de caballos de fuerza (HP), se los construye prácticamente para todas las tensiones y frecuencias (Hz) y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas.

Se emplean para accionar máquinas-herramientas, bombas, montacargas, ventiladores, grúas, maquinaria elevada, sopladores, etc.

2.3.1 Principio de funcionamiento

Cuando la corriente atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, en el estator se origina un campo magnético que induce corriente en las barras del rotor.

Dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, originará un par motor que pondrá en movimiento al rotor. Dicho movimiento es continuo, debido a las variaciones también continuas, de la corriente alterna trifásica. Solo debe hacerse notar que el rotor no puede ir a la misma velocidad que la del campo magnético giratorio.

Esto se debe a que a cada momento recibe impulsos del campo, pero al cesar el empuje, el rotor se retrasa, a este fenómeno se le llama deslizamiento. Después de ese momento vendrá un nuevo empuje y un nuevo deslizamiento y así sucesivamente. De esta manera se comprende que el rotor nunca logra alcanzar la misma velocidad del campo magnético giratorio. Es por lo cual recibe el nombre de síncrono o asíncrono. El deslizamiento puede ser mayor conforme aumenta la carga del motor y lógicamente, la velocidad se reduce.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

2.3.2 Partes del motor eléctrico trifásico

Las partes que conforman un motor trifásico son las siguientes:

- a) **El estator:** Está constituido por un enchapado de hierro al silicio, introducido generalmente a presión, entre una carcasa de hierro colado. El enchapado es ranurado, lo cual sirve para insertar allí las bobinas, que a su vez se construyen con alambre de cobre, de diferentes diámetros.



Figura 2.6 Estator de un motor.

Estator de un motor trifásico donde se muestra el bobinado del mismo.

Fuente: www.waterpumpsinchina.com

- b) El rotor:** es la parte móvil del motor, está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos.

A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras que son de aluminio, forman en realidad una jaula.



Figura 2.7 Rotor de un motor.

Rotor de un motor trifásico con el bobinado que lo conforma

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Rotor>

- c) Carcasa o escudo:** están hechos con hierro colado (la mayoría de veces). En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes de bolas sobre los cuales descansa el eje del rotor. Las carcasas deben estar siempre bien ajustadas con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones".

2.3.3 Tipos y características del motor eléctrico trifásico

Si el rotor tiene la misma velocidad de giro que la del campo magnético rotativo, se dice que el motor es síncrono. Si por el contrario, el rotor tiene una velocidad de giro mayor o menor que dicho campo magnético rotativo, el motor es asíncrono de inducción.

Los motores eléctricos trifásicos están conformados por dos grandes grupos:

- a) Motores Síncronos
- b) Motores Asíncronos

a) Motores Síncronos

Este motor tiene la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. Es utilizado en aquellos casos en donde se desea una velocidad constante.

Para el caso referente a la máquina rotativa síncrona, todas las centrales Hidroeléctricas y Termoeléctricas funcionan mediante generadores síncronos trifásicos. Para el caso del motor se usa principalmente cuando la potencia demandada es muy elevada, mayor que 1 MW.

Los motores síncronos se subdividen a su vez, de acuerdo al tipo del rotor que utilizan, siendo estos: rotor de polos lisos (polos no salientes) y de polos salientes.

- **Motores de rotor de polos lisos o polos no salientes.**

Se utilizan en rotores de dos y cuatro polos. Estos tipos de rotores están contruidos al mismo nivel de la superficie del rotor (Fig. 2.8). Los motores de rotor liso trabajan a elevadas velocidades.

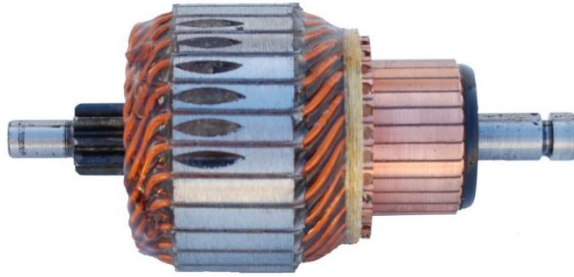


Figura 2.8 Rotor de polos no salientes.

Rotor de polos lisos en un motor síncrono

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Motor>

- **Motores de polos salientes:** Los motores de polos salientes trabajan a bajas velocidades. Un polo saliente es un polo magnético que se proyecta hacia fuera de la superficie del rotor.

Los rotores de polos salientes se utilizan en rotores de cuatro o más polos. Véase en la figura siguiente.

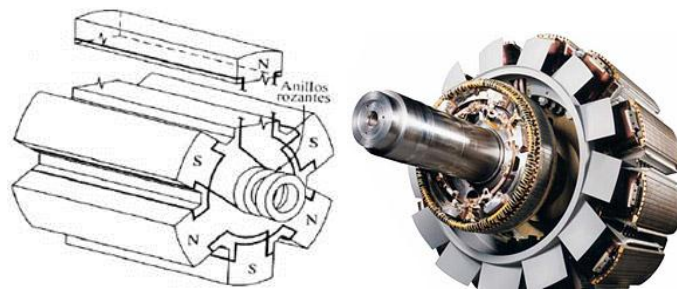


Figura 2.9 Rotor de polos salientes en un motor síncrono.

Rotor de polos salientes en un motor síncrono

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Motor>

2.4 Motor asíncrono o de inducción

Los motores asíncronos o de inducción son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias.

Los motores asíncronos o motores de inducción, son las máquinas de impulsión eléctrica más utilizadas, pues son sencillas, seguras y baratas. Los motores asíncronos

se clasifican según el tipo de rotor, en motores de rotor en jaula de ardilla (o motores con inducido en cortocircuito) y en motores de rotor bobinado o de anillos rasantes como se muestra en la figura siguiente.

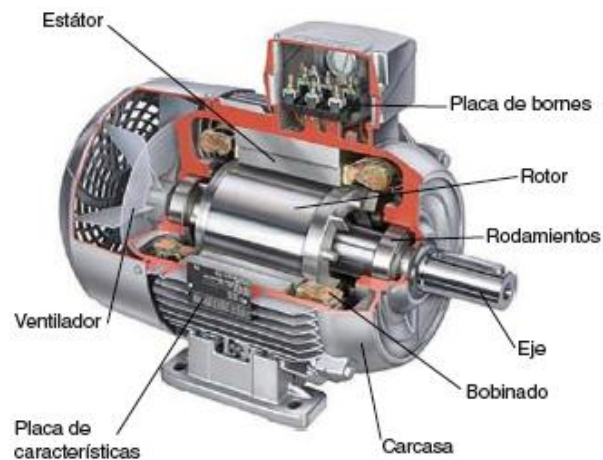


Figura 2.10 Motores asíncronos o de inducción.

Partes de los motores asíncronos o de inducción

Fuente: http://proyectoelectricidadindustria.blogspot.com/2014_06_01_archive.html

2.4.1 Ventajas

En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión:

- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).
- Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro si emiten contaminantes.

Los tipos de motores asíncronos se dividen en:

- Motor asincrónico de rotor bobinado
- Motor asincrónico jaula de ardilla

2.5 Motor asíncrono Jaula de Ardilla

El rotor de jaula de ardilla, es la más usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula.

El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas). La mayor parte de los motores, que funcionan con corriente alterna (A.C) de una sola fase, tienen el rotor de tipo jaula de ardilla, como se muestra en siguiente figura.

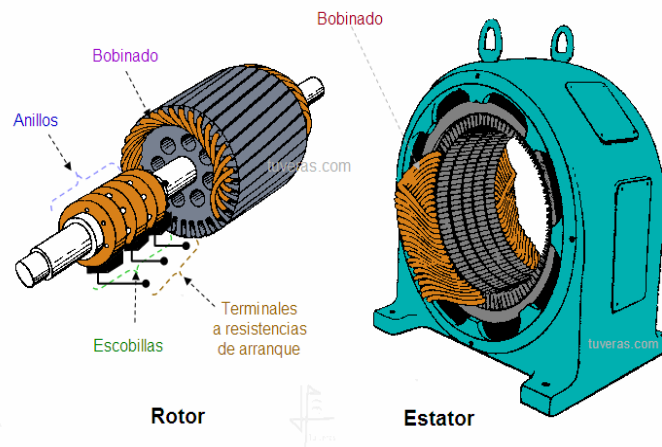


Figura 2.11 Motor Jaula de Ardilla.

Partes de un motor Jaula de Ardilla

Fuente: www.artinaid.com

2.5.1 Deslizamiento

La velocidad de giro del rotor debe ser menor que la velocidad del flujo magnético, puesto que si tuvieran la misma velocidad, las barras del rotor no cortarían las líneas de flujo y, por tanto, no se engendraría en ellas la fuerza electromotriz (f.e.m.), resultando que la corriente en el rotor sería nula.

Debido a la resistencia con el aire y al rozamiento, el rotor no llega a alcanzar la misma velocidad que el flujo. Y a esa diferencia se le denomina deslizamiento.

2.5.2 Par motor

Cuando las líneas del campo magnético cortan las barras del rotor, se produce en ellas una fuerza electromotriz que da lugar a corrientes que circulan en los sentidos opuestos (en los hilos más próximos a los polos) es decir, que se producen esas corrientes en hilo separado 180°.

Estos hilos se ven sometidos a unas fuerzas que tienden a moverlos en dirección perpendicular al campo magnético y produciendo con ello el llamado par motor.

2.5.3 Par de giro

El valor del par de giro del motor viene dado por:

$$M = K \cdot \Phi \cdot I_r$$

Ecuación 6 Par de giro del motor

Siendo:

K = Constante.

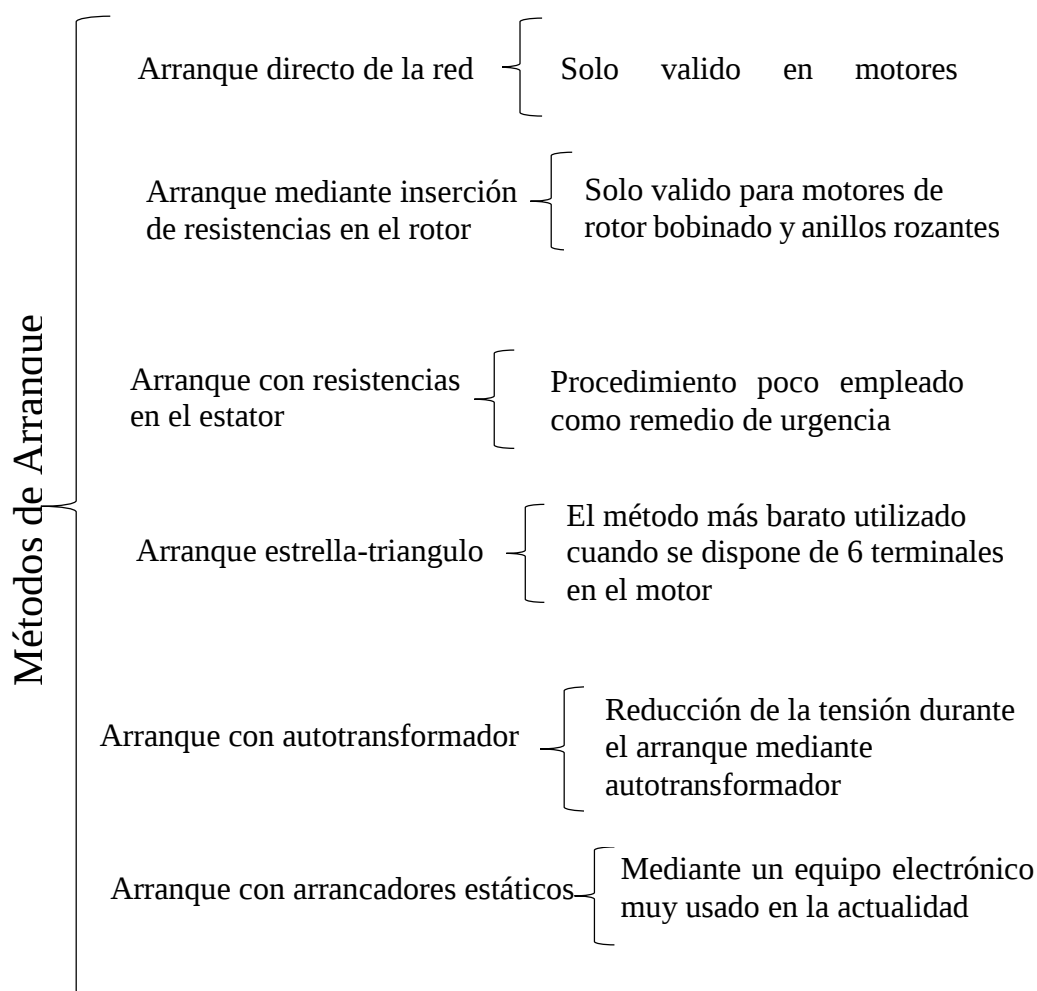
Φ = Flujo magnético del campo giratorio.

I_r = Intensidad de corriente del rotor.

2.6 Arranque de un motor trifásico jaula de ardilla

Son necesarios los arrancadores para limitar la corriente de armadura que fluye cuando el motor se conecta, pues en el momento de arranque la corriente que alcanza el motor de inducción conectado directamente es de 4 a 8 veces la corriente del mismo a plena carga, y aunque puede ser de corta duración, produciría sobrecargas en la línea y consecuentemente caídas de voltaje de mucha incidencia en la red.

A continuación se detalla los diferentes métodos de arranque para motores.



2.6.1 Conexión de motores trifásicos

Las redes trifásicas de baja tensión están formadas por los tres conductores activos R, S y T, y pueden ejecutarse con o sin conductor neutro.

Los conductores neutros están unidos al centro de la estrella del generador o del transformador correspondiente al lado de baja tensión. Dos conductores activos, o uno de ellos y el neutro, constituyen un sistema de corriente alterna monofásica.

La tensión existente entre dos conductores activos (R, S, T) es la tensión de línea (tensión compuesta o tensión de la red). La tensión que hay entre un conductor activo y el neutro es la tensión de la fase (tensión simple).

A continuación se muestra las tensiones de alimentación en sus dos configuraciones

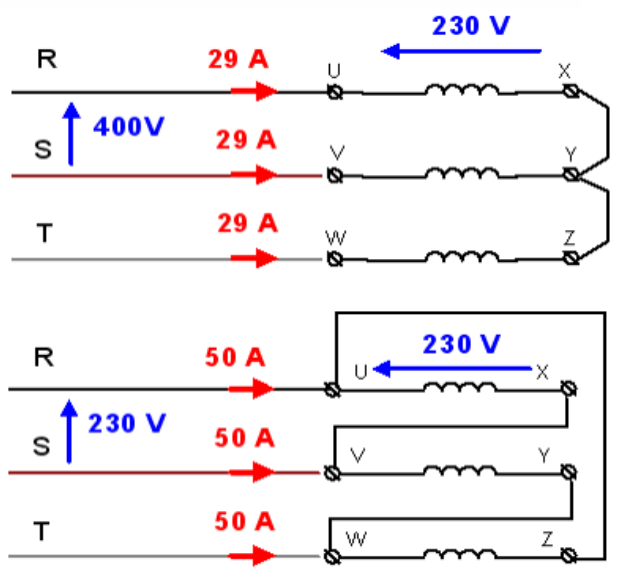


Figura 2.12 Tensiones de alimentación.

Tensiones de alimentación y conexiones estrella triángulo de un motor trifásico.

Fuente: <http://www.cifp-mantenimiento.es/>

Para elegir un motor adecuado, se tendrá en cuenta los datos siguientes: la carga de trabajo (potencia), la clase de servicio, el curso de ciclo de trabajo, los procesos de arranque, frenado e inversión, la regulación de la velocidad de rotación, las variaciones de la red y la temperatura del medio refrigerante.

2.6.2 Motor Trifásico Siemens 1LA7 096-2YA60

2.6.2.1 Generalidades

Siemens una empresa consolidada a nivel mundial por más de 150 años, con experiencia y conocimiento técnico, hace que sus motores cumplan con las exigentes demandas técnicas del mercado, demostrando su liderazgo en todo el mundo.

Gracias a su carcasa en aluminio se asegura una excelente conductividad térmica y bajo peso. Su diseño permite que su arranque, se realice ya sea directamente, con arrancador suave o con variador de velocidad lo cual posibilita su aplicación en la totalidad de condiciones disponibles.

A continuación se muestra el motor a utilizar en la construcción del banco de pruebas.

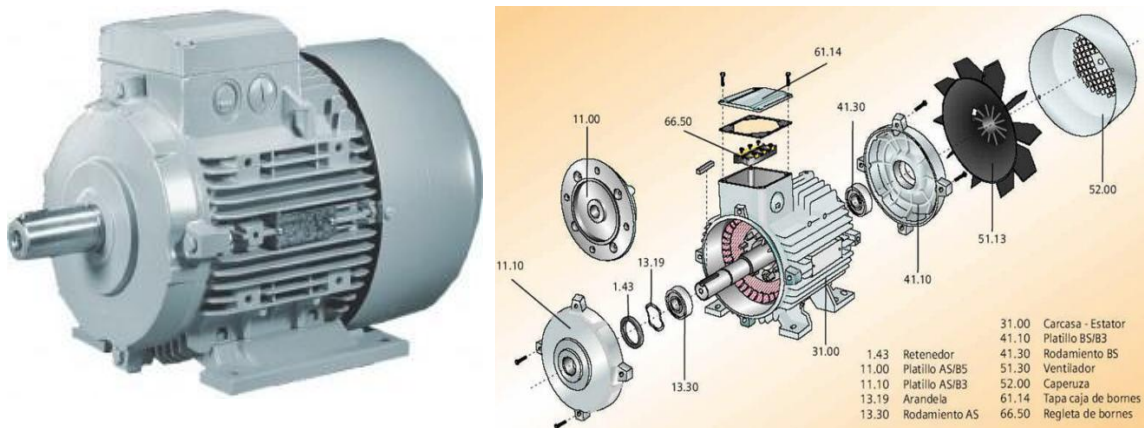


Figura 2.13 Motor Siemens 1LA7 096-2YA60.

Motor Trifásico Siemens

Fuente: <http://www.siemens.com/motors>

2.6.2.2 Características Eléctricas

- Tensiones conmutables 220/440 V AC a 60 Hz.
- Posibilidad de arranque directo.
- Clase térmica F.
- Factor de servicio (FS): entre 1.05 a 1.15.
- Temperatura de operación: -15/40 °C.
- Apto para ser accionado con variador de velocidad.

2.6.2.3 Características Mecánicas.

- Carcasa en aluminio que asegura su bajo peso y excelente conductividad térmica.
- Rodamientos tipo rígidos de bola, de doble sello y con juego interno C3.
- Con retenedor CD ring en el platillo AS.
- Protección Mecánica IP55.
- Plátillos de aluminio.
- Pintura color RAL 7032.

2.6.2.4 Dimensiones (mm)

El Motor Trifásico Siemens 1LA7 096-2YA60 presenta las siguientes dimensiones.

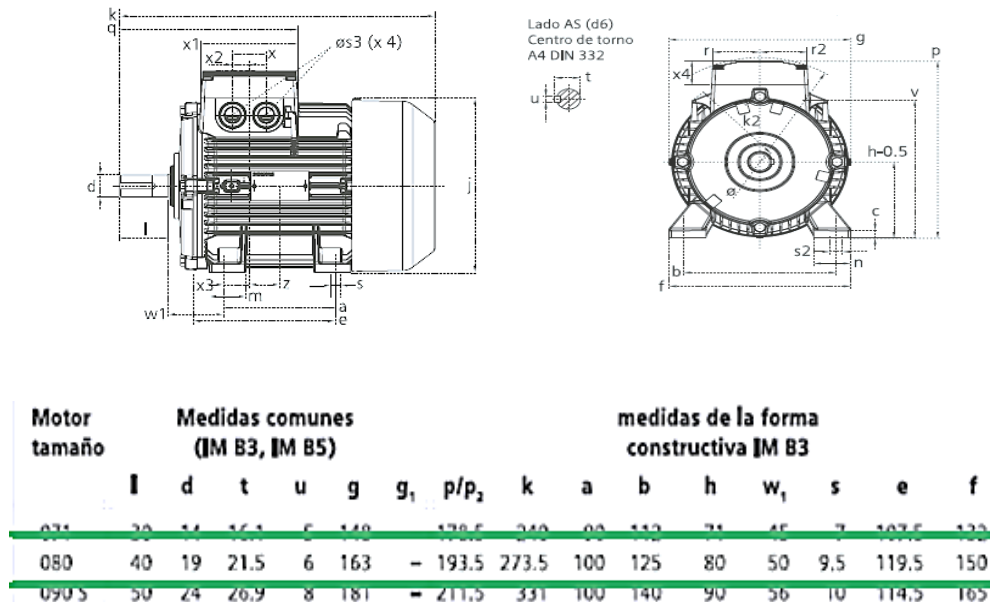


Figura 2.14 Dimensiones motor del banco.

Fuente: <http://www.siemens.com/motors>

2.7 Generadores de Corriente Directa

2.7.1 Principio de funcionamiento

Un generador eléctrico es un dispositivo que convierte energía mecánica en energía eléctrica. Mantiene por tanto una diferencia de potencial entre dos puntos denominados polos.

Por la ley de Faraday, al hacer girar una espira dentro de un campo magnético, se produce una variación del flujo de dicho campo a través de la espira y por tanto se genera una corriente eléctrica.

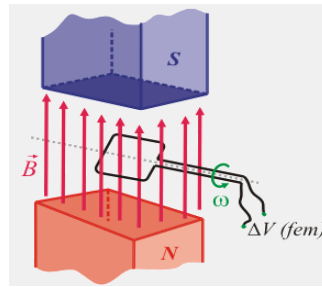


Figura 2.15 Espira Rectangular.

La espira rectangular con campo magnético en un generador básico de DC

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

Cuando se tiene una espira por donde circula una corriente eléctrica situada dentro de un campo magnético, aparecen un par de fuerzas que provocan que la espira gire alrededor de su eje. Cuando una espira que está situada dentro de un campo magnético, la variación de flujo magnético provoca la aparición de una corriente inducida a la espira. El principio de funcionamiento de una máquina eléctrica se basará en estos dos efectos.

Cuando se hace girar la espira bajo la acción del campo magnético creado por el estator habrá unas posiciones donde la f.e.m (fuerza electro motriz) inducida que recojan las escobillas será máxima y otras donde será mínima. Cuando el espiral está situado de manera que el plano que describe es perpendicular a la dirección del campo magnético, el flujo atraviesa ese máximo. La variación de flujo es nula, la f.e.m que se induce a la bobina es nula y no circula ninguna corriente.

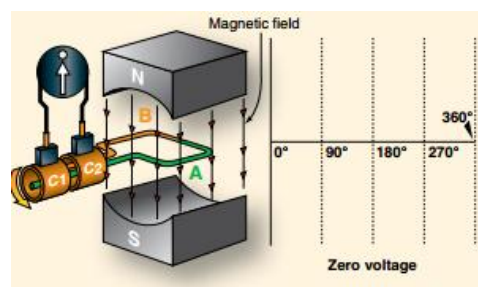


Figura 2.16 Posición 1 de la espira.

La espira se encuentra a 0° o 360° dentro de un campo magnético

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

Cuando el espiral se encuentra a 90° en sentido contrario a las agujas del reloj, el flujo magnético que lo atraviesa es nulo, pero la variación de flujo que tiene en ese instante llega a su valor máximo.

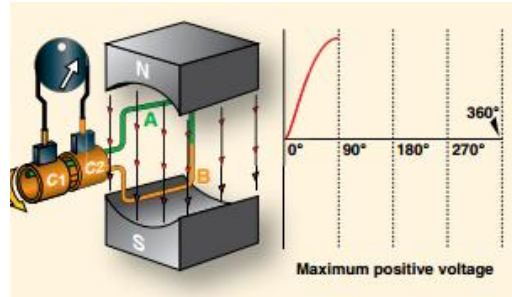


Figura 2.17 Posición 2 de la espira.

La espira se encuentra a 90° dentro de un campo magnético

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

Por lo tanto, la f.e.m que se induce en la espira es máxima cuando la espira gira 90° más, vuelve a estar en la misma situación que al principio, con la única diferencia que el tramo a-a' y el b-b' están intercambiados. De manera que la f.e.m inducida vuelve a ser nula.

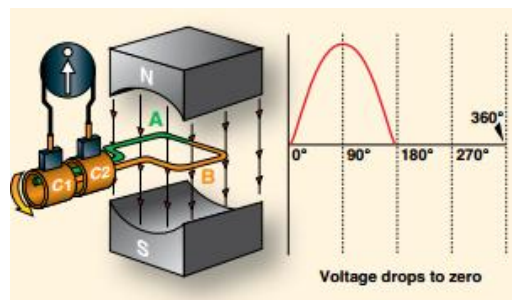


Figura 2.18 Posición 3 de la espira.

La espira se encuentra a 180° dentro de un campo magnético

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

Si la espira se encuentra a 180° , ahora está ubicada en la misma posición de la figura 2.16 pero con los lados de la espira cambiados. De forma que la variación de flujo

vuelve a ser máxima por lo que se tiene otra vez, el valor máximo de corriente inducida en la bobina.

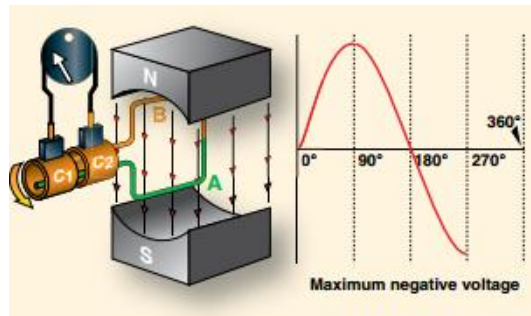


Figura 2.19 Posición 4 de la espira.

La espira se encuentra a 270° dentro de un campo magnético

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

Si el espiral gira a los 270° , vuelve a la posición inicial. Se ha realizado así una vuelta completa (un ciclo) y se obtiene corriente inducida continua. Esta corriente es continua porque en todo momento la mitad de la espira por donde circula la corriente está en contacto con la misma escobilla. Cuando la espira gira indefinidamente, el ciclo completo se va repitiendo generando así corriente directa.

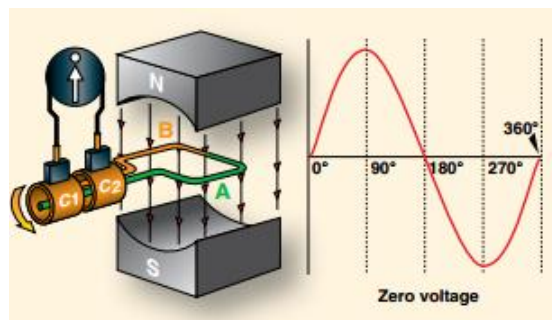


Figura 2.20 Generador de Corriente Continua.

Generador de DC y la posición de la espira y onda, (A) 0° , (B) 90° , (C) 180° , (D) 270° , (E) 360°

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

El generador consta de dos partes:

- El **estator**, que es la parte estática del generador. Actúa como inductor.
- El **rotor**, que es la parte móvil conectada al eje de la turbina. Es el que actúa como inducido.

2.7.1.1 Estator

El estator está constituido por la carcasa metálica interna sobre la superficie de la cual están montados los polos principales dotados de zapatos polares o polos.

El estator puede estar constituido por un imán permanente o más frecuentemente, por un electroimán. Un electroimán es un dispositivo formado por una bobina enrollada en torno a un material ferro magnético por la que se hace circular una corriente, que produce un campo magnético.

El campo magnético producido por un electroimán tiene la ventaja de ser más intenso que el de uno producido por un imán permanente y además su intensidad puede regularse.

En torno a cada núcleo están puestas bobinas entre ellas idénticas que globalmente constituyen el devanado inductor (o devanado de excitación); estas están conectadas en modo que, cuando están recorridas por la corriente de excitación, las fuerzas magneto motriz (f.m.m.) de dos polos consecutivos tengan módulos iguales y dirección opuestas (uno centrífugo y el otro centrípeto).

La conexión más sencilla presenta las bobinas de dos polos consecutivos conectadas en anti serie. Excepto que en las máquinas más pequeñas, entre los polos principales están puestos polos salientes más pequeños, dichos polos de conmutación o polos auxiliares, dotados de devanados, la función de los cuales estará aclarada a continuación.

En las máquinas más grandes los zapatos polares de los polos principales están dotados de ranuras longitudinales que alojan los conductores de los devanados de compensación.

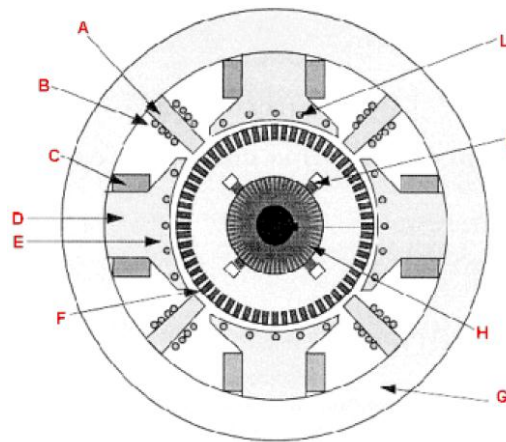


Figura 2.21 Estator.

Componentes del estator, donde se muestra los bobinados y sus partes.

Fuente: Máquina de Corriente Continua/ TME1_2.pdf

Dónde:

A = polo de conmutación	F = conductores de inducido
B = devanado de conmutación	G = carcasa
C = bobina de inductor	H = colector de laminas
D = núcleo polar	I = escobilla y porta escobilla
E = zapato polar	L = conductores de compensación

2.7.1.2 Rotor y Colector

El rotor está constituido por bobinas por las que circulará la corriente. Cuando el rotor gira, el flujo del campo magnético a través del estator varía con el tiempo, por lo que se generará una corriente eléctrica. El rotor está siempre realizado en hierro laminado, porque es sede de inducción magnética alternada en el tiempo.

Está dotado de ranuras longitudinales, normalmente de tipo abierto, que alojan los conductores de inducido; estos están conectados a las cabezas formando madejas parecidas a las del inducido de las sincrónicas; también las madejas están interconectadas formando uno o más devanados cerrados.

El colector es elemento característico de las máquinas de corriente continua que permite convertir las tensiones y las corrientes alternadas de los conductores de inducido en las corrientes y tensiones continuas presente en los bornes de potencia de la máquina. Esto tiene estructura cilíndrica y está montado sobre el eje en una de las extremidades del rotor.

Está constituido por láminas de cobre que ocupan las diferentes posiciones acimutales, aisladas con espesores de mica o resina de vidrio desde 0,5 hasta 1,5 mm y conectadas a las bobinas del devanado de inducido.

Las láminas están también conectadas a los dos bornes de potencia de la máquina a través contactos rastreros con las escobillas fijadas respecto al estator. Estas son presentes a parejas, dispuestas simétricamente según el colector. Antes que utilizar las escobillas de grande sección se prefiere utilizar más escobillas dispuestas en filas, para obtener un mejor contacto con las láminas.

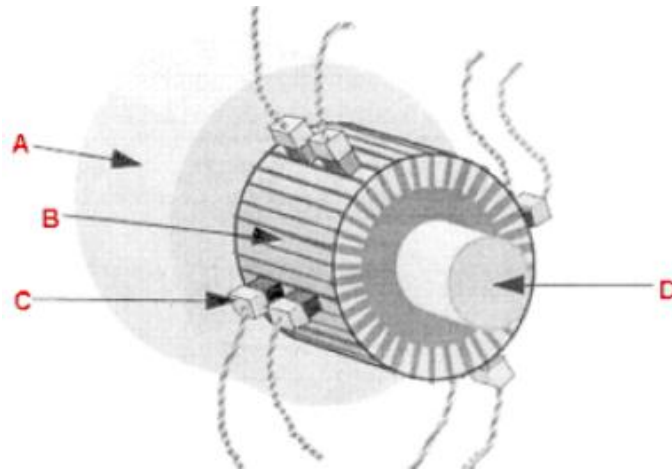


Figura 2.22 Colector.

El colector con sus escobillas o más conocidos como carbones.

Fuente: Máquina de Corriente Continua/ TME1_2.pdf

Dónde:

A = rotor

B = colector de láminas

C = escobilla y porta escobilla

D = eje

2.7.2 Tipos de Generadores de D.C.

Los generadores se clasifican de acuerdo con la forma en que se provee el flujo de campo y éstos son de excitación independiente, derivación, serie, excitación compuesta acumulativa y compuesta diferencial, y además difieren sus características terminales (voltaje, corriente) y por lo tanto en el tipo de utilización, en resumen son:

- Generadores de Excitación Independiente.
- Generadores Auto excitados.
 - Generador Shunt o Derivación
 - Generador serie
 - Generador de excitación compuesta

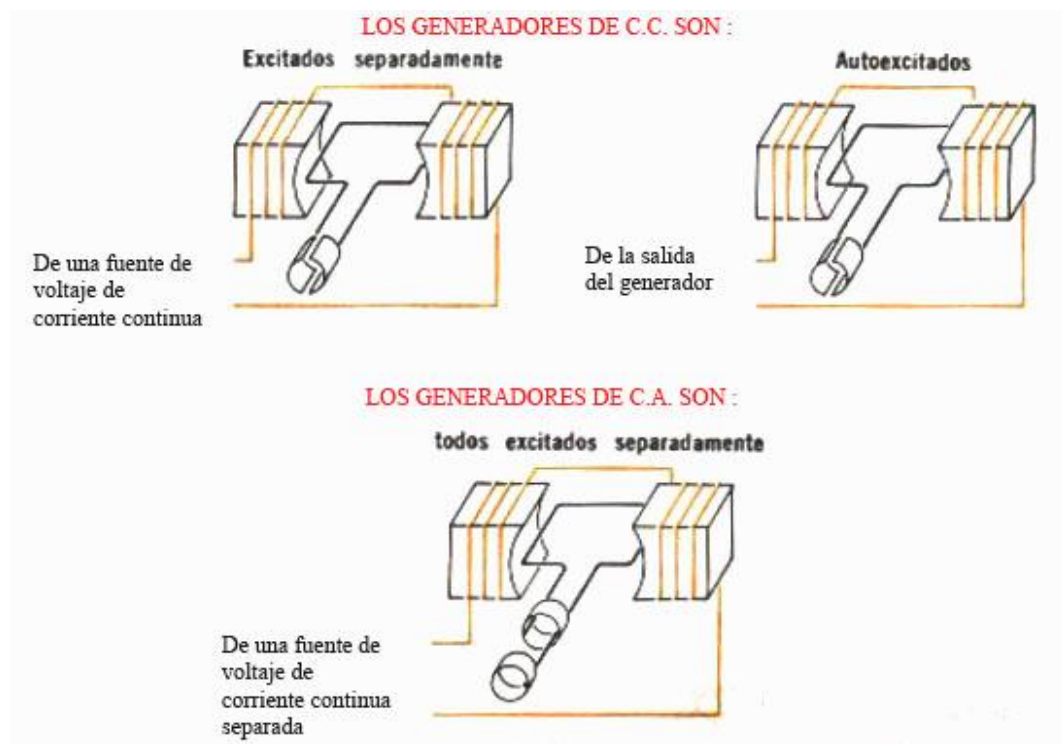


Figura 2.23 Tipos de excitación.

Tipos de excitación de los generadores de AC y DC

Fuente: <http://cerezo.pntic.mec.es/>

2.8 Starter – Generator DC, Aircraft. P/N 150SG111Q

El Helicóptero Bell 206B, es una aeronave de fabricación americana de pequeña capacidad de carga, es así que puede llevar un máximo de cinco personas incluida a sus dos tripulantes, a continuación se muestra una imagen de dicho helicóptero.



Figura 2.24 Helicóptero BELL 206B.

Helicóptero BELL 206B que presta servicios en el Ala de Combate No. 22

Fuente: <http://www.bellhelicopter.com/>

2.8.1 Generalidades

Air Parts Corp. es una empresa a nivel mundial, la cual fabrica estos generadores permitiendo que su arranque, se realice de acuerdo a las necesidades de la carga que esta acoplada, este a su vez funciona también como generador de DC luego de alcanzar el 60% de RPMs del motor del helicóptero y su aspecto físico se lo muestra en la siguiente figura.



Figura 2.25 Starter-generator Helicóptero BELL 206B.

Starter-generator Helicóptero BELL 206B

Fuente: www.aircraftspruce.com

2.8.2 Características Eléctricas

- Starter Voltage max. 28 V DC.
- Starter Current max. 500 A DC.
- Generator Voltage out 30 V DC.
- Generator Current out 100 - 150 A DC.
- Rotation direction CCW.

2.8.3 Características Mecánicas

- Part number P/N **150SG111Q**
- Technical Standard Order TSO C-56.
- Weight: 18.95 lbs.
- Speed RPM: 7200 – 12100.

2.9 Alternadores de Aviación Menor

2.9.1 Alternador 28 V DC P/N ASG12000-3(9910592-3)

La avioneta CESSNA TU206B, es una aeronave de fabricación americana de pequeña capacidad de carga, es así que puede llevar un máximo de seis personas incluida a sus dos tripulantes, en la siguiente figura se muestra una imagen de esta aeronave.



Figura 2.26 Avioneta CESSNA TU 206H.

Avioneta CESSNA TU 206H de fabricación americana.

Fuente: <http://www.cessna.com/>

2.9.1.1 Generalidades

Hartzell Engine Technologies es una empresa a nivel mundial, con experiencia y conocimiento técnico, hace que sus alternators cumplan con las exigentes demandas técnicas (TSO) aplicadas al mercado aeronáutico, demostrando su liderazgo en todo el mundo.

Su diseño permite que la generación, se realice de acuerdo a las necesidades de la carga que este acoplada, este a su vez se encuentran de varios amperaje donde los más usados son los de 60 A y 90 A.



Figura 2.27 Alternador de la avioneta CESSNA TU206H.

Alternador de la avioneta CESSNA TU206H

Fuente: www.aircraftspruce.com

2.9.1.2 Características Eléctricas

- Generator Voltage out 28 V DC.
- Generator Current out 90 A DC.
- Rotation direction CCW.

2.9.1.3 Características Mecánicas.

- Weight 15.7 lbs.
- Speed 2500 RPM

2.9.2 Alternador 12 V DC P/N ALX-9525B

La avioneta PIPER PA34A SENECA, es una aeronave bimotor de fabricación americana de pequeña capacidad de carga, es así que puede llevar un máximo de seis personas incluida a sus dos tripulantes.



Figura 2.28 Avioneta PIPER PA34 SENECA IV.

Avioneta PIPER PA34 SENECA IV que presta servicios en la FAE.

Fuente: <http://www.piper.com/>

2.9.2.1 Generalidades

Kelly Aerospace es una empresa a nivel mundial, con experiencia y conocimiento técnico, esto hace que el diseño de este alternador permite una generación acorde con las necesidades de la carga que este acoplada en la avioneta, este a su vez se encuentran de varios amperaje donde los más usados son los de 60A y 90 A.

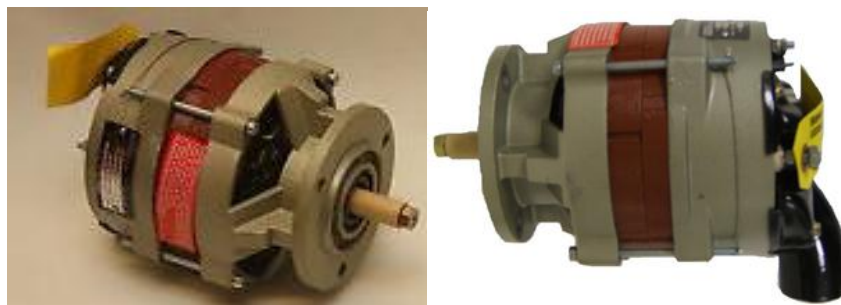


Figura 2.29 Alternador PIPER PA34 SENECA IV.

Alternador de la avioneta PIPER PA34 SENECA IV de 12V y 70A

Fuente: <http://mail.getitnext.com/beta/find/hot-auctions/kelly+aerospace>

2.9.2.2 Características Eléctricas

- Generator Voltage out: 12 V DC.
- Generator Current out: 65 A DC.
- Rotation direction: Bi-Directional
- Field Amperes: 3.2 A

2.9.2.3 Características Mecánicas.

- TSIO-360-E,-F,-E,-KB,-LB, LTSIO-360-E,-KB
- Weight 6.056 Kg
- Speed 5167 RPM
- Crankshaft Speed: 2750 RPM (velocidad eje del motor)

2.10 Variadores de Velocidad para Motores AC SINAMICS G110

2.10.1 Principio de funcionamiento

El motor de corriente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de poco mantenimiento, liviano e ideal para la mayoría de las aplicaciones industriales, tiene el inconveniente de ser un motor rígido en cuanto a la posibilidad de variar su velocidad. La velocidad del motor asincrónico depende de la forma constructiva del motor y de la frecuencia de alimentación.



Figura 2.30 Sinamics G110.

Sinamics G110 con panel BOP

Fuente: <http://www.siemens.com/sinamics>

Los convertidores SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para regular la velocidad en motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran cubren un margen de potencia de 120 W (0.16 HP) a 3,0 kW (4 HP) en redes monofásicas.

Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación.

Esto los hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de seguridad ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

Con sus ajustes por defecto realizados en fabrica, SINAMICS G110 es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas de control de motores V/f.

Haciendo uso del gran número de parámetros de ajuste de que dispone, también puede utilizarse SINAMICS G110 en aplicaciones más avanzadas para control de accionamientos. Los valores de parámetros para el SINAMICS G110 se pueden modificar con el panel BOP (Basic Operator Panel) o mediante la interface USS.

2.10.2 Control de velocidad mediante la frecuencia de alimentación

Al cambiar la frecuencia eléctrica aplicada al estator del motor de inducción, la velocidad de rotación de sus campos magnéticos cambiará en proporción directa al cambio de la frecuencia eléctrica y el punto de vacío sobre la curva característica par-velocidad cambiará con ella.

La velocidad del motor en condiciones nominales se llama velocidad base. Se puede ajustar la velocidad del motor por encima o por debajo de la velocidad base.

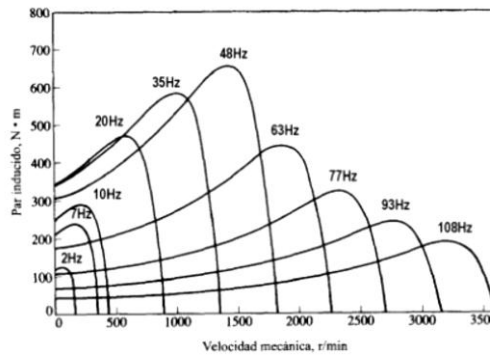


Figura 2.31 Curvas par-velocidad.

Curvas características para todas las frecuencias

Fuente: http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf

Los variadores de velocidad (drivers) son dispositivos que permiten variar la velocidad en un motor controlando electrónicamente el voltaje y la frecuencia entregada al motor, basado en el número de polos del estator, así mantiene el torque constante (hasta la velocidad nominal). Si se sobrepasa de la frecuencia nominal del motor el torque disminuirá, es decir a mayor velocidad menor torque.

El variador puede proporcionar frecuencias de salida superiores a la de trabajo del motor, lo que le hace girar a mayor velocidad que la nominal. La curva de par, para velocidad de trabajo mayor de la nominal, disminuye, de manera que con velocidad doble (200%) el par cae a la mitad del nominal. La sobre velocidad es útil en aplicaciones que no requieren mucho par, como por ejemplo sierras de disco, pero si altas velocidades. En estos casos es importante tener en cuenta las características de par y temperatura de trabajo del motor.

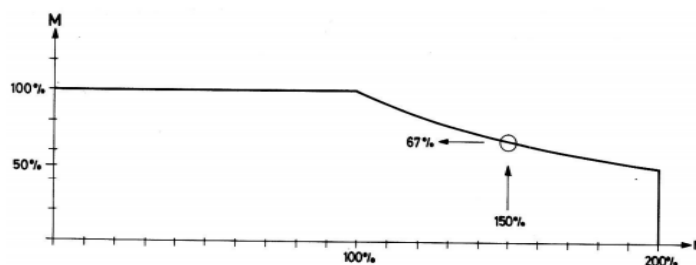


Figura 2.32 Curvas características par-velocidad.

Curvas características par-velocidad expresada en (%) de un variador de velocidad

Fuente: http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf

La instalación de los drivers en la industria nace de dos motivos principales:

- El mejoramiento en el proceso operativo.
- El ahorro de energía eléctrica.

Se alimenta al equipo con un voltaje de corriente alterna (A.C), el equipo primero convierte la A.C en corriente directa (DC), por medio de un puente rectificador (diodos o SCR's), este voltaje es filtrado por un banco de capacitores interno, con el fin de suavizar el voltaje rectificado y reducir la emisión de variaciones en la señal; posteriormente en la etapa de inversión, la cual está compuesta por transistores (IGBT), que encienden y apagan en determinada secuencia (enviando pulsos) para generar una forma de onda cuadrada de voltaje de DC a un frecuencia constante y su valor promedio tiene la forma de onda sinodal de la frecuencia que se aplica al motor.

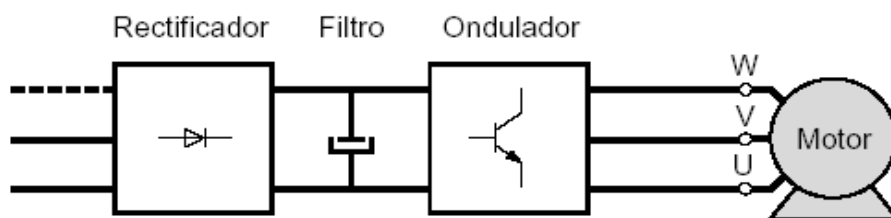


Figura 2.33 Esquema de un variador.

Esquema básico de un variador

Fuente: http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf

El proceso de conmutación de los transistores es llamado PWM "Pulse Width Modulation" Modulación por ancho de pulso.

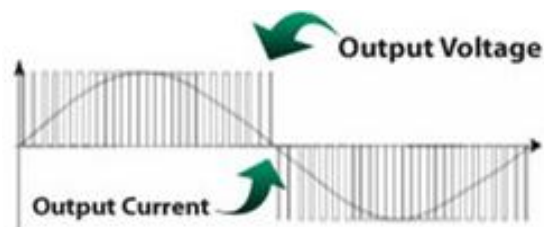


Figura 2.34 Onda de salida.

Onda de salida del variador.

Fuente: <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que funciona>

Al tener control en la frecuencia de la onda de corriente se controla la velocidad del motor de acuerdo a la siguiente fórmula:

- Para el caso de un motor síncrono, la velocidad se determina mediante la siguiente expresión:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P}$$

Ecuación 7 Velocidad del motor síncrono

- Cuando se trata de motores asíncronos o de inducción, se tiene:

$$N_m = \frac{120 \cdot f \cdot (1 - s)}{P}$$

Ecuación 8 Velocidad del motor asíncrono

Dónde:

N_s = Velocidad síncrona (rpm)

N_m = Velocidad mecánica (rpm)

f = Frecuencia de alimentación (Hz)

s = Deslizamiento (adimensional)

P = Número de polos.

2.10.3 Factores para elegir un variador de velocidad

- a)** Límites o gama de regulación.
- b)** Progresividad o flexibilidad de regulación.
- c)** Rentabilidad económica.
- d)** Estabilidad de funcionamiento a una velocidad dada.
- e)** Sentido de la regulación (+ o - con respecto a la velocidad nominal).
- f)** Carga admisible a las diferentes velocidades.
- g)** Tipo de carga (par constante, potencia constante, etcétera).
- h)** Condiciones de arranque y frenado.
- i)** Condiciones ambientales (temperatura, humedad, etc.)
- j)** Tipo de motor (potencia, corriente, voltaje, etc.).

k) Rangos de funcionamiento (veloc. máx., mín.)

l) Consideraciones de la red (micro interrupciones, fluctuaciones de tensión, armónicas, factor de potencia, corriente de línea disponible).

2.10.4 Dimensiones

A continuación las dimensiones del SINAMICS G110, para motor de 4Hp.

Tabla 1 Dimensiones Sinamic G110

Tamaño Constructivo	Potencia de salida	Dimensiones: Alto x ancho x profundidad	Profundidad con el BOP	Medidas Perforaciones Alt. 1 x Anch 2
C	3 Kw 4 Hp	181 x 184 x 152 (mm)	160 (mm)	140 x 170 (mm)

Nota: Indica las dimensiones del variador sinmics G110 para un motor de 4Hp.

Fuente: <http://www.siemens.com/sinamics>

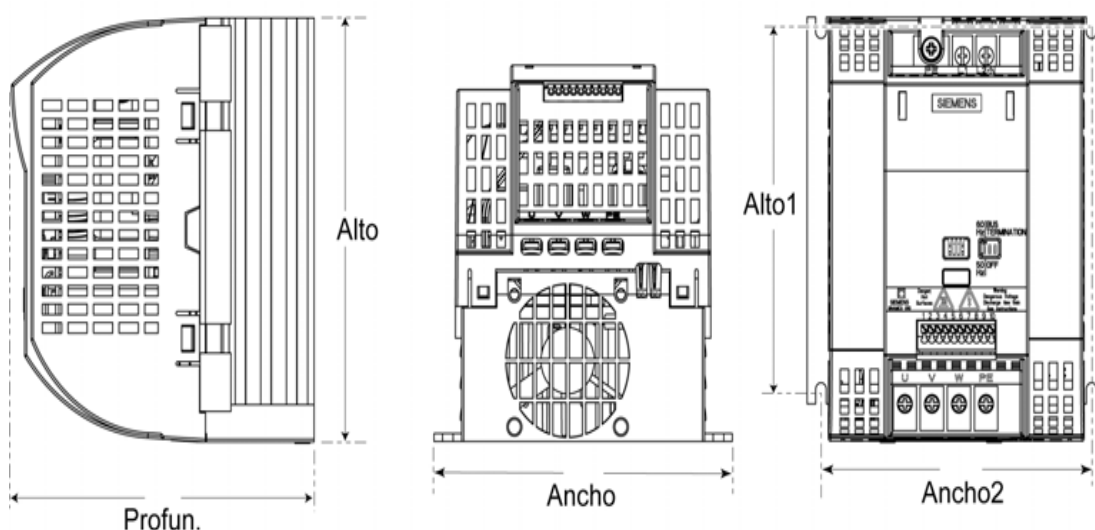


Figura 2.35 Dimensiones Sinamic G110.

Se muestra las dimensiones Sinamic G110 en mm.

Fuente: <http://www.siemens.com/sinamics>

2.11 Transformador (Convertidor de Voltaje)

2.11.1 Principio de funcionamiento

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida.

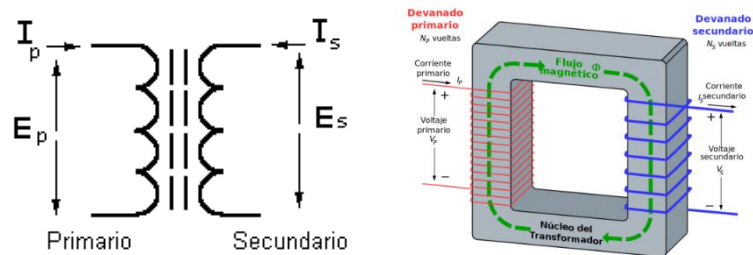


Figura 2.36 Principio del transformador.

Principio de funcionamiento del transformador.

Fuente: www.ruhstrat.com

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

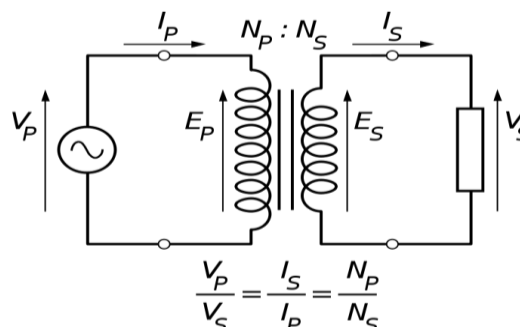


Figura 2.37 Parámetros del transformador.

Parámetros que intervienen en el transformador

Fuente: www.ruhstrat.com

2.11.2 Transformador Reductor de Voltaje

El transformador reductor es cuando el arrollamiento secundario tiene menos vueltas que el arrollamiento primario, se induce una tensión menor en el secundario de la que hay en el primario. A este tipo de transformador se le llama "Transformador Reductor" (de tensión se entiende). A la vez que reductor es elevador de corriente también.



Figura 2.38 Transformador reductor.

Transformador reductor de 220 VAC a 120 VAC

Fuente: http://www.geindustrial-latam.com/home/productos_detail/92

El transformador reductor de General Electric tiene primario de 240 X 480 V con secundario de 120 X 240 V. Su uso primario es como autotransformadores para ajustes ligeramente hacia arriba ("elevador") o ligeramente hacia abajo ("reductor") en cuanto a tensiones.

Este transformador monofásico de núcleo y bobina para máquinas herramienta con tablilla terminal de conexión de 1.0 KVA se emplea para alimentar dispositivos de control en aplicaciones donde la regulación y el espacio mínimo son elementos importantes para la correcta operación de este banco.

2.11.3 Características Técnicas

- La bobina completamente encapsulada es impermeable a la humedad.
- Las terminales de presión de la placa garantizan las conexiones seguras.
- El panel de terminales se encuentra anclado en sí mismo.
- Panel de terminales plástico resistente y de alto impacto.
- Bobinados de cobre.

- El diseño flexible permite la entrada o salida de voltaje.
- Certificación CUL, CE, UL.

2.12 Reguladores de Voltaje de 28 V D.C. y 14 V D.C.

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante.

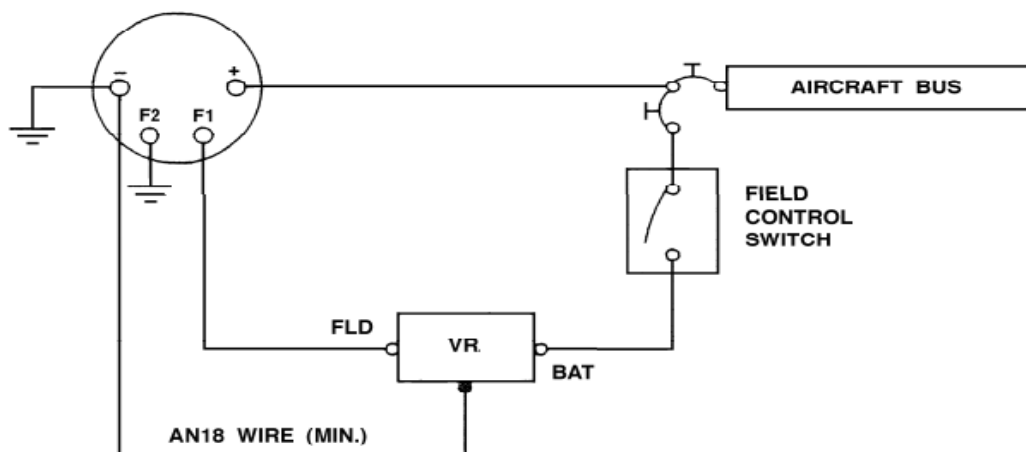


Figura 2.39 Conexión del regulador.

Diagrama del regulador de voltaje con el generador o alternador

Fuente: <http://club-lada.foroactivos.net/t384-caja-reguladora-regulador-de-voltaje>

Los reguladores electrónicos de tensión se encuentran en las aeronaves estos dispositivos estabilizan los voltajes D.C. usados por el avión y todos sus sistemas de carga (radios, luces, grúas, etc.).

En los generadores y alternadores de las aeronaves y en las plantas generadoras APU, los reguladores controlan la salida de voltaje hacia la bobina de campo del generador o alternador.

2.12.1 Regulador 28V.D.C. GE. P/N 206-075-027-3

El Regulador de voltaje GENERAL ELECTRIC P/N 206-075-027-3 es un regulador de estado sólido de voltaje con protección contra sobretensión, cortocircuito (sobre corriente) la protección del campo y la protección reversa de la batería.



Figura 2.40 Terminales de conexión.

Terminales de conexión del regulador para poder conectar

Fuente: Autor

Dónde:

A: Field Output (hacia la bobina de campo)

B: + 28V Supply

G: Ground (tierra)



Figura 2.41 Regulador de 28VDC.

Regulador de voltaje utilizado para los generadores y alternadores de 28VDC.

Fuente: <http://www.plane-power.com/R1224.htm>

2.12.2 Regulador 14 V DC LAMAR P/N B-00288-1

El Regulador de voltaje LAMAR P/N B-00288-1 es un regulador de voltaje de 14 V, está protegido por un circuit breaker y hay que tener cuidado la conexión reversa de la batería.



Figura 2.42 Regulador de 14 V DC.

Regulador utilizado para el alternador de 12V DC de la avioneta PIPER Seneca

Fuente: <http://www.lamartech.com/alternator-controls.html>

Hay que proporcionar 2 pulgadas de espacio de circulación de aire alrededor del regulador. Esta unidad se calienta durante el funcionamiento normal. Consulte el manual de servicio para el procedimiento de ajuste. Mantendrá voltajes de campo del alternador dentro de 0.5 V. iguales cuando alternadores se cargan 25% o más de la plena carga. El voltaje de salida está determinado por ajuste del regulador de la tensión más alta. Los sistemas de regulación, izquierda y derecha, son independientes entre sí, excepto por el paralelo conexión.



Figura 2.43 Pines de conexión regulador 14 V DC.

Pines de conexión del regulador de 14 V DC de la avioneta PIPER Seneca

Fuente: <http://www.qaa.com/products/voltage-regulators/lamar-voltage-regulators/B-00288-1-Voltage-Regulator-14-Volt-Lamar>

Dónde:**BUS:** 14V Supply**GND:** Ground**FLD:** Field Output**PAR:** Parallel Connection**Características**

Trabajo continuo: Linear

Voltaje de fábrica: 14.0V

Rango de voltaje: 13.0V – 15.0V

Corriente de carga: 4.5A Max.

Peso: 0.8lb. Max

Dimensiones: 25/8”L x 55/8”W x 33/4”H

2.13 Sensores de Proximidad Magnéticos.

El sensor de proximidad es un dispositivo electrónico transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor, resultando una medida cuantificada, normalmente un nivel de tensión eléctrica.

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan.



Figura 2.44 Sensor magnético.

Sensor de Proximidad Autonics, Tipo Switch NPN Normalmente Abierto

Fuente: <http://www.autonicssupplier.com>

2.13.1 Principio de funcionamiento

Los sensores de proximidad magnéticos son caracterizados por la posibilidad de distancias desde 1 mm a 30 mm o más, que son grandes distancias de conmutación, sensores disponibles con dimensiones pequeñas. Detectan los objetos magnéticos

(imanes permanentes o electroimanes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación.

Los campos magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto. Usando los conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura.

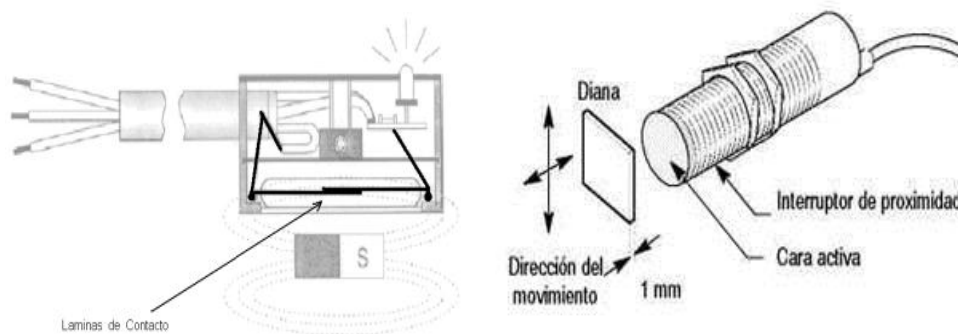


Figura 2.45 Sensor de proximidad

Componentes del sensor de proximidad

Fuente: <http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012>

Cuando se desplaza un imán permanente ante un sensor de proximidad, son posibles diferentes acciones. El rango de conmutación depende de la orientación del eje polar del imán. Características de la respuesta de un sensor de proximidad.

Cuando se utilizan sensores de proximidad magnéticos, es importante asegurarse de que no haya interferencias cerca del sensor, cuyo campo magnético. Si este fuera el caso, el sensor debería aislarse.

2.13.2 Tipos de sensores

El principio de funcionamiento se basa en un efecto que produce un par de láminas dentro de un campo magnético.

Los sensores magnéticos de posición funcionan basándose en la variación del campo magnético creado por un imán y la corriente inducida en una pequeña bobina, llamada “pickup”.

Existen dos tipos de sensores de proximidad:

- Contacto abierto
- Contacto cerrado

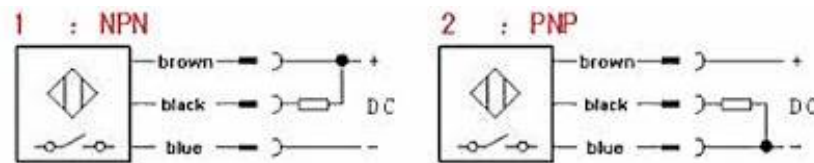


Figura 2.46 Tipos de sensores.

Tipos de sensores y sus pines

Fuente: <http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012>

2.13.3 Sensor Hall Proximity PRCM12-4DN

Este tiene una presentación adecuada para ser utilizado en nuestro proyecto, tiene carcasa metálica, lo ayuda a proteger contra golpes y sus características son las siguientes:

2.13.3.1 Características Técnicas

- Voltaje de operación: DC 8-12V.
- Rango de medición: 5 – 99999 RPM.
- Clear zero: Automatic.
- Clear zero time: about 10s.
- Refresh frequency: 0.2-0.5S@120-1200RPM;0.25-0.06S@2400-9999RPM.
- Indicación de medición: RPM<5000, ± 2 ; RPM>5000, ± 3 .
- Sign: Pulse signal, Hall NPN 3 wires normally open.

- Modelo: NJK-5002C
- Apariencia: M12 mm cylinder.
- Rango de detección: 1mm--10mm
- Corriente de salida: 120mA
- Objetos detectados : Magnéticos
- Response frequency: 100HZ.
- Dimensiones Sensor: M12x10x55mm.
- Terminals:
 - Brown: Power (+)
 - Blue: Power (-)
 - Black: Out signal.
- Temperatura de operación: 0 to 50°C.

A continuación se muestra la conexión correcta del sensor, para su funcionamiento.

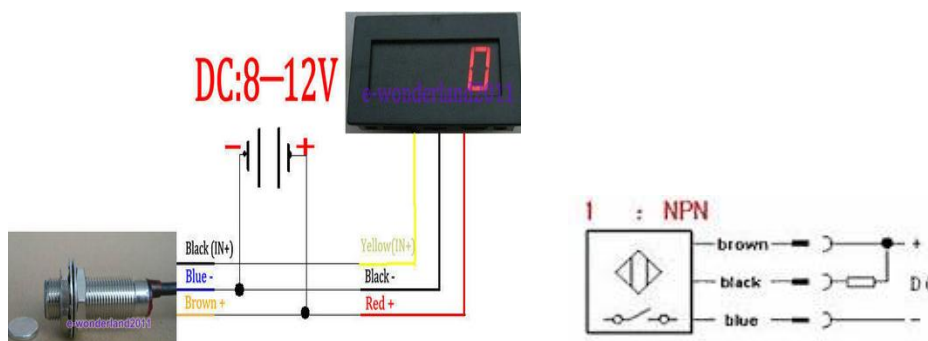


Figura 2.47 Sensor PRCM12-2DN2

Sensor Autonics y sus pines

Fuente: <http://www.aliexpress.com/item/Hall-Proximity-Switch-Sensor-NPN>

2.14 Tarjeta de Interface NI myDAQ de National Instruments

NI myDAQ es una tarjeta de adquisición de datos portátil de bajo costo (DAQ) este dispositivo utiliza la plataforma NI LabVIEW basado en los instrumentos de software, permitiendo a los estudiantes medir y analizar las señales del mundo real.

NI myDAQ es ideal para explorar electrónica y tomar medidas de sensores, combinado con NI LabVIEW en el PC, los estudiantes pueden analizar y procesar las señales adquiridas y mantener control de procesos sencillos en cualquier momento y lugar.



Figura 2.48 NI myDAQ.

NI myDAQ es una tarjeta interface entre la PC y los parámetros a medir

Fuente: <http://www.ni.com/mydaq/what-is/esa/>

El NI myDAQ es compacto y portátil, así los técnicos pueden extender el aprendizaje práctico fuera del entorno de laboratorio usando herramientas y métodos estándares en la industria, NI myDAQ cubre las necesidades del proyecto que se está desarrollando por lo siguiente:

Tiempo con herramientas:

Múltiples instrumentos en una plataforma DAQ de bajo costo.

Tiempo con conceptos:

Portátil, energizado por USB y construido para durar.

Tiempo para descubrir:

Relación inmediata y proyectos listos.

2.14.1 Descripción General NI myDAQ

NI myDAQ proporciona entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas y salidas digitales (DIO), de audio, fuentes de alimentación, y un Milímetro digital (DMM) funciones en un compacto dispositivo USB.

Entrada Analógica (AI) Hay dos canales de entrada analógica de NI MyDAQ. Estos canales pueden configurarse como tensión diferencial de uso general de alta impedancia de entrada o de entrada de audio. Las entradas analógicas son multiplexadas, es decir, una sola convierte de analógico a digital (ADC) se utiliza para probar los dos canales.

Salida Analógica (AO) Hay dos canales de salidas analógicas del NI myDAQ. Estos canales pueden configurarse como la tensión de salida de propósito general o de salida de audio. Ambos canales tienen un convertidor digital dedicado a analógico (DAC), por lo que puede actualizar de forma simultánea.

Entradas / Salidas Digitales (DIO) Hay ocho E/S digital (DIO) líneas en NI myDAQ. Cada línea es una Interfaz de funciones programables (PFI), lo que significa que se puede configurar como un software de propósito general-tiempo de entrada o salida digital, o puede actuar como una entrada de funciones especiales o de salida para un contador digital. Consulte la E/S digital (DIO) y Contadores / Temporizadores sección para obtener más información sobre los contadores en NI myDAQ.

***Nota:** Las líneas digitales (I/O) son de 3,3 V TTL y son tolerantes a entradas de 5 V. La salida digital no es compatible con los niveles lógicos CMOS de 5V.*

Fuentes de alimentación Hay tres fuentes de alimentación disponibles para su uso en NI myDAQ ± 15 V y se pueden utilizar para los componentes analógicos de potencia, tales como amplificadores operativos y reguladores lineales. +5 V que se puede utilizar para darle poder digital a componentes tales como dispositivos de lógica. La potencia total disponible para las fuentes de alimentación, salidas analógicas y productos digitales está limitado a **500 mW** (típico) / **100 mW** (mínimo).

Multímetro digital (DMM) El NI MyDAQ DMM proporciona las funciones para la medición de tensión (CC y CA), resistencia a la corriente continua (DC y AC), y la caída de tensión en mediciones del diodo. El Multímetro Digital (DMM). Es un software-tiempo, por lo que actualiza las tarifas que son afectadas por la de carga en el equipo y la actividad USB.

2.15 Instrumentos de Medición

Se denominan instrumentos de medida de electricidad a todos los dispositivos que se utilizan para medir las magnitudes eléctricas y asegurar así el buen funcionamiento de las instalaciones y máquinas eléctricas. La mayoría son aparatos portátiles de mano y se utilizan para el montaje; hay otros instrumentos que son conversores de medida y otros métodos de ayuda a la medición, el análisis y la revisión. La obtención de datos cobra cada vez más importancia en el ámbito industrial, profesional y privado. Se demandan, sobre todo, instrumentos de medida prácticos, que operen de un modo rápido y preciso y que ofrezcan resultados durante la medición.

2.15.1 Voltímetro/Amperímetro A.C Dual Digital (D52-2042)

El volta-amperímetro D52-2042 es un instrumento doble, el cual está integrado un voltímetro y un amperímetro dentro de un mismo instrumento, este instrumento realiza la medición de tensión y corriente en AC al mismo tiempo. Si la medición de corriente es menor que 99.9 A, se puede medir solamente atravesando el cable por el agujero del lado derecho del medidor. Si la corriente a medir es mayor que 99.9 A se deberá conectar el medidor con un transformador de corriente.

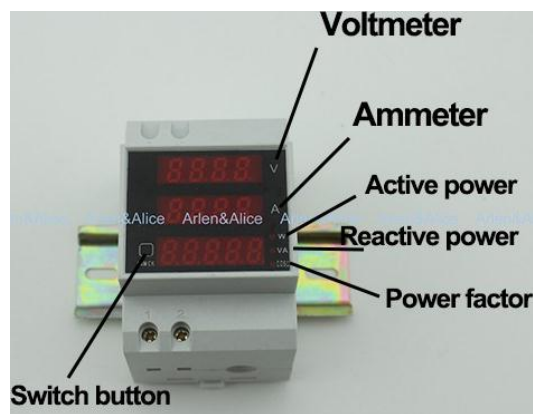


Figura 2.49 Voltímetro/amperímetro AC.

Voltímetro y amperímetro de AC proporciona datos generales del banco.

Fuente: <http://www.aliexpress.com/item/Din-rail-LED-display-voltmeter-ammeter-with-active-and-reactive-power-and-power-factor-Din-rail/19661>

2.15.1.1 Características.

No necesita fuente de poder extra para la operación, ya que se la obtiene de la misma red a medir

Tipo de pantalla:	Digital doble
Marca:	ARLEN&ALICE
Rango de medición:	100 A AC 80-300 V AC
Dimensiones:	54mm * 80mm * 64mm
Número de modelo:	100A
Exactitud:	1%
Potencia de consumo:	<0.2VA
Velocidad de medición:	2 por segundo
Instalación:	Mediante riel

2.15.2 Voltímetros DC Digitales

Es un instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial o voltaje entre dos puntos de un circuito eléctrico cerrado pero a la vez abierto en los polos.

2.15.2.1 Voltímetros digitales Red Lion (APLVD-400)

Son los que dan una indicación numérica de la tensión, normalmente en una pantalla tipo LCD.

Suelen tener prestaciones adicionales como memoria, detección de valor de pico, verdadero valor eficaz (RMS), selección automática de rango y otras funcionalidades.

Para efectuar la medida de la diferencia de potencial el voltímetro ha de colocarse en paralelo, esto es, en derivación sobre los puntos entre los que se trata de efectuar la medida.



Figura 2.50 Voltímetros D.C.

Voltímetro Red Lion DC, mediante este medidor se obtiene el voltaje DC generado y el voltaje de campo (field)

Fuente: <http://www.ebay.com>

Es un medidor de voltaje D.C. y es un instrumento de primera calidad diseñado para aplicaciones industriales exigentes. Con la capacidad y prestación integrada de alcance múltiple según la escala, esta unidad ofrece lo último en flexibilidad de aplicación.

La cubierta atractiva de plástico no sólo mejora la aparición de cualquier panel, también puede ser sellado en el panel frontal para el uso en áreas y entornos industriales rudos y sucios. El bloque de terminales es desmontable en la parte posterior que facilitan la instalación y el cambio de cableado terminales de las salidas

2.15.2.2 Especificaciones

1. **Pantalla:** 3½ dígitos, 0.56 "(14.2 mm) de altura, LED de 7 segmentos
2. **Rango:** 0 – 300 V.DC
3. **Conexión Eléctrica:** 1 Ø, 2 cables
4. **Potencia:** Disponible en 115 V.AC. $\pm 10\%$, 50/60 Hz, 6 VA. Max.
5. **Resolución:** 1 V.
6. **Temperatura:** -10 a +55°C
7. **Humedad:** 85% máx.
8. **Peso:** 170 grs. (0,374 lbs.)
9. **Protección:** IP65

10. Dimensiones:

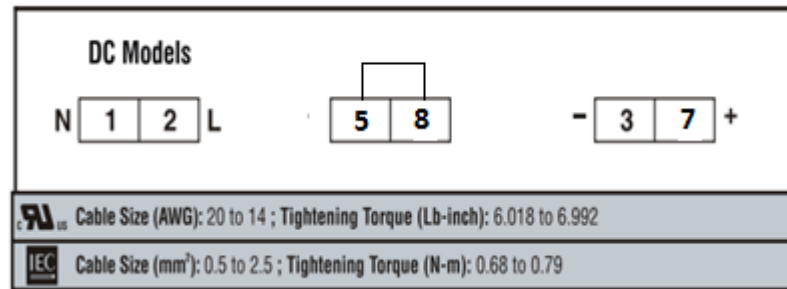
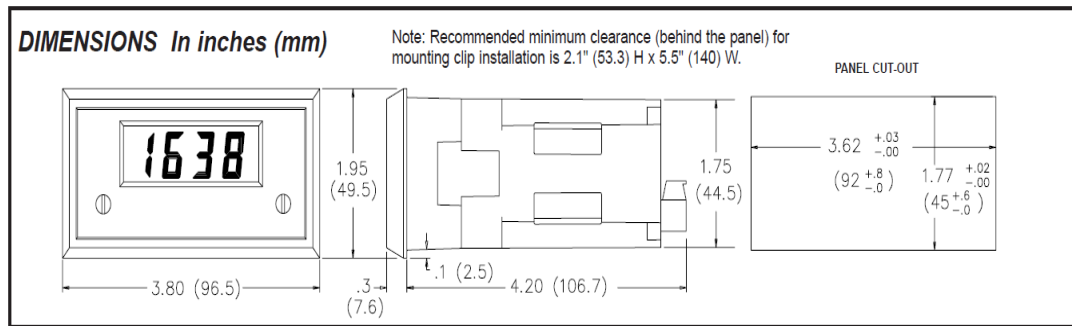


Figura 2.51 Dimensiones y conexiones (APLVD-400).

Terminales de conexión del medidor

Fuente: <http://www.redlion.net/resources/documentation/red-lion-user-manuals>

2.15.3 Amperímetros D.C. Digitales

Un amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

En la actualidad, los amperímetros utilizan un conversor analógico/digital para la medida de la caída de tensión sobre un resistor por el que circula la corriente a medir.

2.15.3.1 Amperímetros digitales Red Lion (APLID-400)

Para efectuar la medida de la intensidad de la corriente circulante el amperímetro ha de colocarse en serie, para que sea atravesado por dicha corriente.

Esto lleva a que el amperímetro debe poseer una resistencia interna lo más pequeña posible, a fin de que no produzca una caída de tensión apreciable.



Figura 2.52 Amperímetros DC.

Amperímetro DC, mediante este medidor obtiene el amperaje DC generado y la corriente de la bobina de campo (field)

Fuente: <http://www.ebay.com>

Es un medidor de corriente DC y es un instrumento de primera calidad diseñado para aplicaciones industriales exigentes. Con la capacidad y prestación integrada de alcance múltiple según la escala, esta unidad ofrece lo último en flexibilidad de aplicación.

La cubierta atractiva de plástico no sólo mejora la visión de cualquier panel, también puede ser sellado en el panel frontal para el uso en áreas y entornos industriales rudos y sucios. La pantalla de 4-dígitos cuenta con 0.56 " (14.2 mm) de altura, LED de 7 segmentos para facilitar la lectura.

El bloque de terminales es desmontable en la parte posterior que facilitan la instalación y el cambio de cableado en los terminales de las salidas.

Especificaciones

- 1. Pantalla:** 4 dígitos, 0.56 "(14.2 mm) de altura, LED de 7 segmentos
- 2. Rango:** 0 – 150 A.DC
- 3. Conexión Eléctrica:** 1 Ø, 2 cables para la conexión.
- 4. Potencia:** Disponible en 240 VAC $\pm$ 10%, 50/60 Hz, 6 VA., Current 5 A.
- 5. Resolución:** 1 A.
- 6. Temperatura:** -10 a +55°C

- 7. Humedad:** 85% máx.
- 8. Peso:** 170 grs. (0,374 lbs.)
- 9. Protección:** IP65
- 10. Shunt:** 50mV 150 A DC
- 11. Dimensiones:**

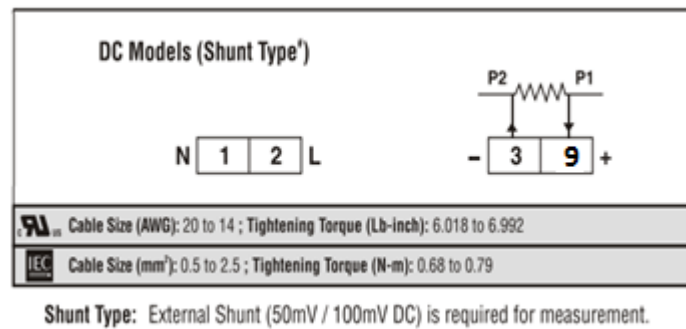
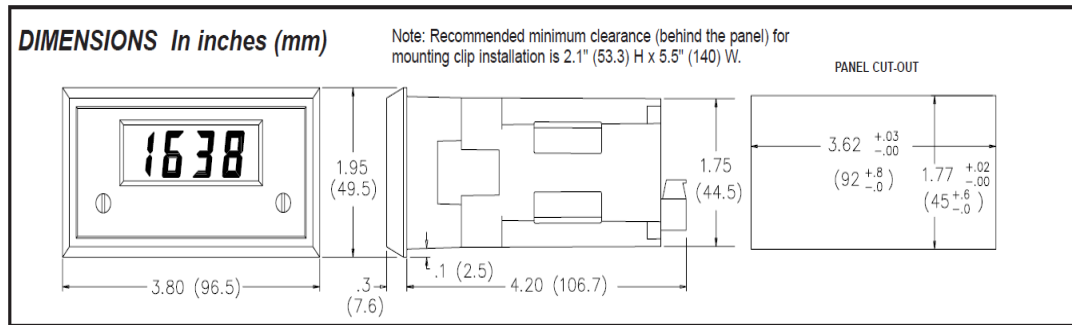


Figura 2.53 Dimensiones y conexiones (APLID-400)

Terminales de conexión del medidor.

Fuente: <http://www.redlion.net/resources/documentation/red-lion-user-manuals>

2.15.4 Tacómetro Digital (DT3A0400)

Un tacómetro es un dispositivo que mide la velocidad de giro de un eje, normalmente la velocidad de giro de un motor. Se mide en revoluciones por minuto (RPM). Actualmente se utilizan con mayor frecuencia los tacómetros digitales, por su mayor precisión.

El HUANGYOUNG RP3 proporciona versatilidad y flexibilidad. En base a diseños de circuitos y la tecnología, esta unidad está probada en campo para la confiabilidad en decenas de miles de actuales instalaciones en plantas, en especial en Corea del sur que es el fabricante de este equipo.

A continuación se muestra el Tacómetro Digital, que se utiliza en este proyecto, el cual brinda las facilidades para desarrollar este trabajo.



Figura 2.54 Tacómetro Huanyoung RP3.

Tacómetro digital en donde se visualiza las RPM del banco de prueba

Fuente: http://eng.hynux.com/up_img/detail/rp3_500.jpg

2.15.4.1 Especificaciones

1. Tensión de alimentación: Disponible en dos rangos de voltaje, 110 - 240 V AC (50 - 60 Hz) 24 - 60 V (DC / AC) 50 - 60 Hz

Entrada de energía. 9.5 VA (240 V AC); 5 W (24 V DC)

2. Salida del sensor de potencia: 12 V DC $\pm$ 10%, 120 mA

3. Condiciones ambientales:

Temperatura de funcionamiento: -10 a 60 ° C

Temperatura de almacenamiento: -20 a 60 ° C

Funcionamiento, operación y humedad: 35 % al 85% máx.

5. Construcción

Caja de plástico, panel frontal con policarbonato, Negro pintura epoxi. Conexiones en la parte trasera mediante regletas de bornes de tornillo con placas de presión de tipo pinza que aceptan despojado cables sin terminales, con esto permite también utilizar las múltiples funciones del tacómetro.

6. Peso: Aproximadamente 220 g

7. Dimensiones: (mm)

Se presenta las dimensiones en milímetros del tacómetro RP3.

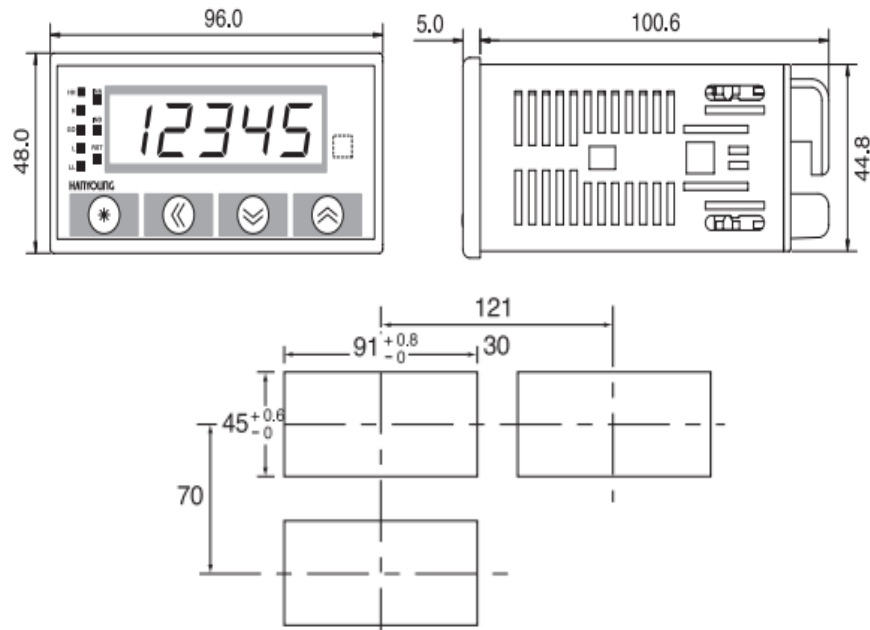


Figura 2.55 Dimensiones Tacómetro (DT3A0400).

Dimensiones del tacómetro para realizar los cortes en el panel

Fuente: http://eng.hynux.com/up_img/detail/rp3_500.jpg

2.16 Breaker Bipolar y Unipolar de 220 V AC y 110 V AC

Un breaker es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos.



Figura 2.56 Breaker de AC.

Breaker Bipolar y unipolar permiten el paso de energía hacia el banco.

Fuente: <http://www.schneider-electric.com.mx/documents/>

Para la protección del banco y motor se instaló un guarda-motor que es un disyuntor magneto térmico, especialmente diseñada para la protección de motores eléctricos. Éste diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores.

2.16.1 Características

Los parámetros más importantes que definen un disyuntor son:

- **Calibre o corriente nominal:** corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo de 50 A. y 10 A.
- **Tensión de trabajo:** tensión para la cual está diseñado el disyuntor. Existen monofásicos (220 V y 110 V).
- **Poder de corte:** intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.
- **Poder de cierre:** intensidad máxima que puede circular por el dispositivo al momento del cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.
- **Número de polos:** número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.

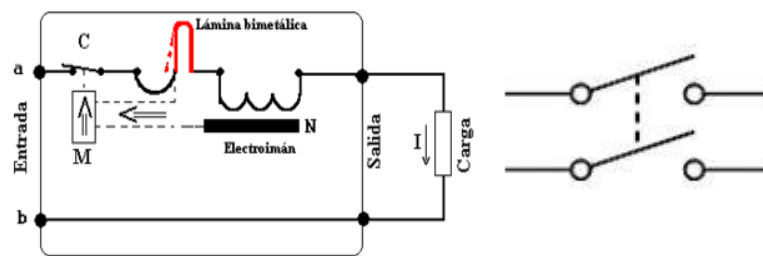


Figura 2.57 Breaker térmico unipolar.

Elementos internos de un breaker, los que ayudan a la protección de equipos

Fuente: <http://www.schneider-electric.com.mx/documents/>

Presente en los disyuntores térmicos y magneto térmicos. Está compuesto por un bimetálico calibrado por el que circula la corriente que alimenta la carga.

Cuando ésta es superior a la intensidad para la que está construido el aparato, se calienta, se va dilatando y provoca que el bimetel se arquee, con lo que se consigue que el interruptor se abra automáticamente, este detecta las fallas por sobrecarga.

2.16.2 Circuit braker para aviación

Utilizados en lugar de los fusibles y está diseñado con el fin detener el paso de corriente cuando se excede el valor predeterminado del braker, a diferencia del fusible, el circuit braker puede ser reutilizado realizando un reseteo, en cambio los fusibles deben ser reemplazados. Hay muchos tipos de circuit braker, magnéticos, temperatura y los más usados los de reseteado manual y son utilizados para el amperaje a soportar.



Figura 2.58 Circuit braker y símbolo.

Símbolo esquemático del circuit braker que se utiliza en este banco de prueba.

Fuente: FAA Advisory circular Chapter 9

2.17 Potenciómetro

Los potenciómetros son unas resistencias especiales que están formadas por una parte fija con la resistencia y una móvil en contacto con la misma que al desplazarse, hace variar la resistencia entre las tomas.



Figura 2.59 Potenciómetro 25 KΩ.

Potenciómetro 25 KΩ que ayuda la regulación de velocidad del motor trifásico con la ayuda del variador.

Fuente: http://www.electronicamedina.com/detalles_POTENCIOMETROS

Un potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable. De esta manera, indirectamente, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie. Normalmente, los potenciómetros se utilizan en circuitos de poca corriente o sean varían corriente. Para circuitos de corrientes mayores, se utilizan los reóstatos, que pueden disipar más potencia es decir varían voltaje.

2.18 Luz Piloto

En el costado superior izquierdo se encuentra la luz piloto que sirve de señalización, es decir, en el momento de encender el banco, se activa la luz de color verde que indica el paso de energía al banco, esta luz piloto es de 220 VAC de estado sólido.



Figura 2.60 Luz piloto verde 220 V AC.

Luz piloto verde que indica el encendido del banco y del motor trifásico

Fuente: <http://www.schneider-electric.com.mx/documents/img/>

2.19 Pulsador de Emergencia

El pulsador manual de emergencia es un aparato que está diseñado para ser activado manualmente en caso de alarma presionando el botón (tipo hongo rojo). Al ser activado, el aparato corta de inmediato el paso de corriente eléctrica hacia todos los sistemas del banco.



Figura 2.61 Pulsador de emergencia.

Pulsador tipo Hongo para un paro de emergencia

Fuente: <http://www.aliexpress.com/Red-Mushroom-Emergency-Stop-Push>

Esto pone en alerta al operador para que revise las conexiones exteriores que estén provocando dicha alarma, luego de la revisión el operador desactivara el botón de emergencia con un cuarto de giro y así podrá continuara con las pruebas en dicho banco.

2.20 Resistencias de Potencia de Alambre bobinado

Se le denomina resistencia eléctrica a la igualdad de oposición que tienen los electrones al desplazarse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega (Ω).

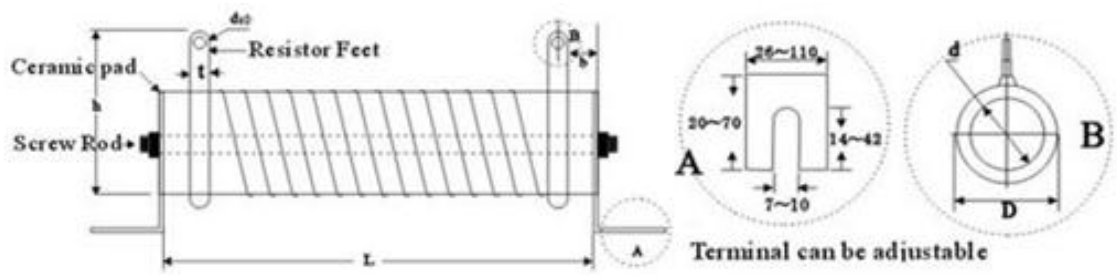


Figura 2.62 Resistencia de alambre.

Constitución interna de una resistencia de potencia

Fuente: <http://www.resistorinchina.es/1-8-wirewound-resistor.html>

La resistencia de un material depende directamente de dicho coeficiente, además es directamente proporcional a su longitud (aumenta conforme es mayor su longitud) y es inversamente proporcional a su sección transversal (disminuye conforme aumenta su grosor o sección transversal).

Resistencias bobinadas de potencia. Son robustas y se utilizan en circuitos de alimentación. Las tolerancias (tanto por ciento en el que puede variar el valor óhmico) son inferiores al 10 %.



Figura 2.63 Resistencias de potencia.

Resistencias de 1500W, 1200W, 900W, 600W, 300W que simulan la carga.

Fuente: <http://store.mwands.com/diversion-dump-load-resistors/>

La función de una resistencia (o resistor) en un circuito electrónico es ajustar o limitar el valor de la intensidad de la corriente que circula por él, es por esto que se utiliza para realizar pruebas de carga en el generador o alternador y se implementa en paralelo, para observar la variación de corriente y carga.

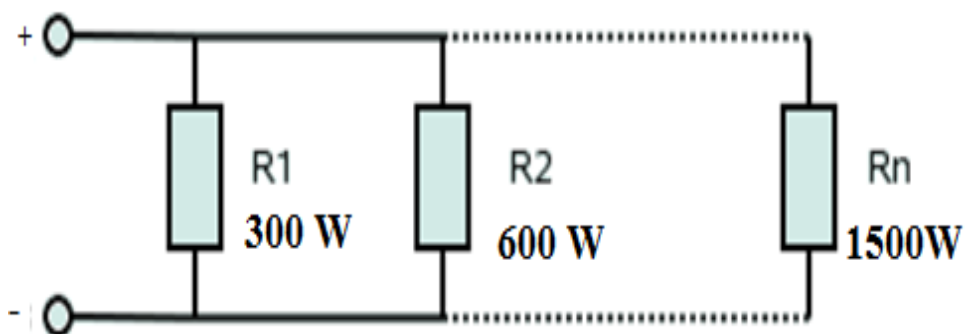


Figura 2.64 Arreglo en paralelo de la carga.

Arreglo en paralelo de las resistencias para simular la carga

Fuente: <http://electrosilvania.com/ResistenciasPotenciaAlambreBobinado.html>

2.21 Conector y Socket Polarizados

2.21.1 Socket de 5 pines

Hay muchos tipos de enchufes disponibles en todo el mundo, los cuales están diseñados para usarse sólo con tensiones específicas a diferentes amperajes y en sus respectivos receptáculos de energía asignados.



Figura 2.65 Socquet (hembra) polarizado.

Socket (hembra) montado sobre el tablero pequeño # 1

Fuente: <http://electrosilvania.com>

Los enchufes de energía son por lo general machos (pines), mientras que los receptáculos de energía son hembras (orificios), lo cual significa que el cable de alimentación se inserta en el receptáculo y no al revés.

Cada cable de alimentación está diseñado para transportar con seguridad la tensión de entrada con su respectivo amperaje de acuerdo a la carga que se vaya a manejar.

2.21.2 Los conectores

Los enchufes proporcionan un método relativamente seguro para conectar los aparatos a una toma que de otra manera resultaría peligrosa o mortal.

2.21.2.1 Conectores de 5 pines (hembra)

Un enchufe de 5 pines es simplemente un conector macho que tiene pines que se conectan a una toma de corriente. Cada uno de los pines sirve para un propósito diferente y aquí se utiliza de acuerdo a nuestra necesidad.

2.21.2.2 Elementos del conector de 5 pines

Las terminales principales del conector de potencia macho son los pines de positivo y negativo o tierra que normalmente se conecta a la cubierta metálica del generador a probarse ya sea del helicóptero o de avioneta.

En caso de ruptura o si la cubierta de metal se electrifica, el pin de tierra dirigirá la tensión en un terreno seguro para que el usuario no se electrocute.

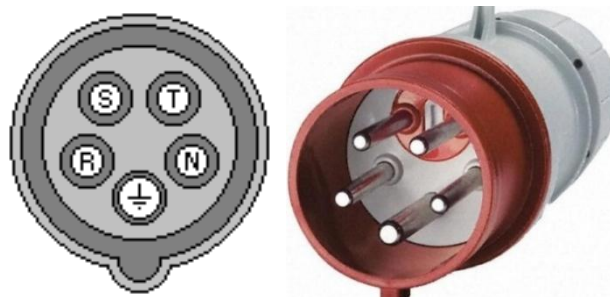


Figura 2.66 Conector polarizado.

Conector conector al generador y a los alternadores

Fuente: <http://electrosilvania.com/>

El pin de positivo alimenta de energía a la carga que está conectada, mientras que el pin negativo o tierra devuelve la energía no utilizada al generador, creando un circuito cerrado para que la energía fluya.

El tercer pin es el field (voltaje de excitación para el generador) es auto alimentado de la salida del generador a la bobina de excitación (field) a través del regulador de voltaje.

2.22 Selector y Switchs de palanca

Un selector eléctrico es como un interruptor eléctrico, es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Las aplicaciones son varias, van desde un simple interruptor, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora.



Figura 2.67 Selector de tres posiciones.

Selector de tres posiciones para escoger 14V o 28V

Fuente: <http://www.schneider-electric.com/industry>

El switch de palanca es un interruptor manual de control y se utiliza principalmente en las aeronaves para el control de encendido y apagado en AC o DC de algún dispositivo eléctrico-electrónico como fuente de alimentación, radios, etc.

Existen varios tipos de switchs de acuerdo a su número de polos, ramas y modo de acción, así se obtiene de un polo, polo doble o doble rama, etc.



Figura 2.68 Switch.

Interruptor de palanca utilizado para activar, motor, luces y resistencias de carga.

Fuente:

<https://www.bpb surplus.com/xcart/MS24659-24E-2TL1-21E-Locking-Toggle-Switch-DPST.html>

2.23 Cables Conductores

Un conductor en aeronáutica, es descrito como un hilo sólido o un conjunto de hilos, ambos cubiertos por un aislante capaz de conducir corriente de un punto a otro.

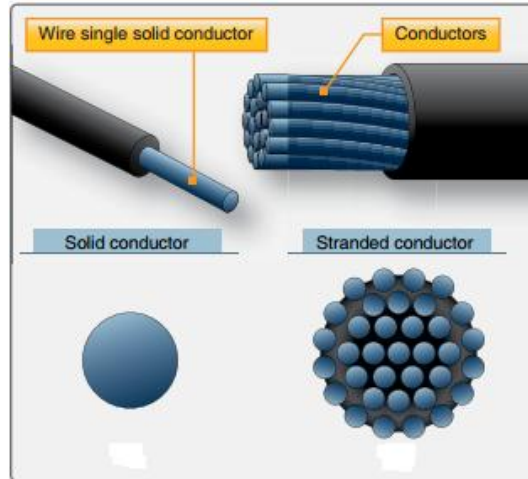


Figura 2.69 Tipos de conductores aeronáuticos.

Cable utilizado para la conexión de cargas en el banco de prueba

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

2.23.1 Calibre del conductor

Los conductores son fabricados en distintos calibres de acuerdo a un estándar conocido norma AWG1, mientras más pequeño es el número de designación, más grande es el calibre del conductor. El más grande es el 0000 y el más pequeño es el 40, para su medida se utiliza una galga de conductores. Factores muy severos deben ser considerados en la selección de un cable, tales como, la pérdida convertida en calor, la caída de voltaje en el circuito o línea y su capacidad de soportar una cantidad de corriente determinada.

El oro y la plata son los mejores conductores, el costo limita su uso, los dos conductores más usados son el cobre y el aluminio. El cobre tiene mayor conductividad, es más dúctil, es fácil de soldar y es más pesado y costoso que el

aluminio. Aunque el aluminio tiene solo el 60% de conductividad en comparación con el cobre, su uso es extendido.

Es recomendable que una caída de voltaje en los conductores principales de la fuente principal de una aeronave o batería a una barra no debe exceder el 2% del voltaje regulado cuando el generador está corriendo.

Tabla 2 Máxima caída de voltaje

Nominal system voltage	Allowable voltage drop during continuous operation	Intermittent operation
14	0.5	1
28	1	2
115	4	8
200	7	14

Nota: Máxima caída de voltaje recomendada en un circuito con carga para los diferentes voltajes de aviación

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

2.23.2 Selección de un conductor

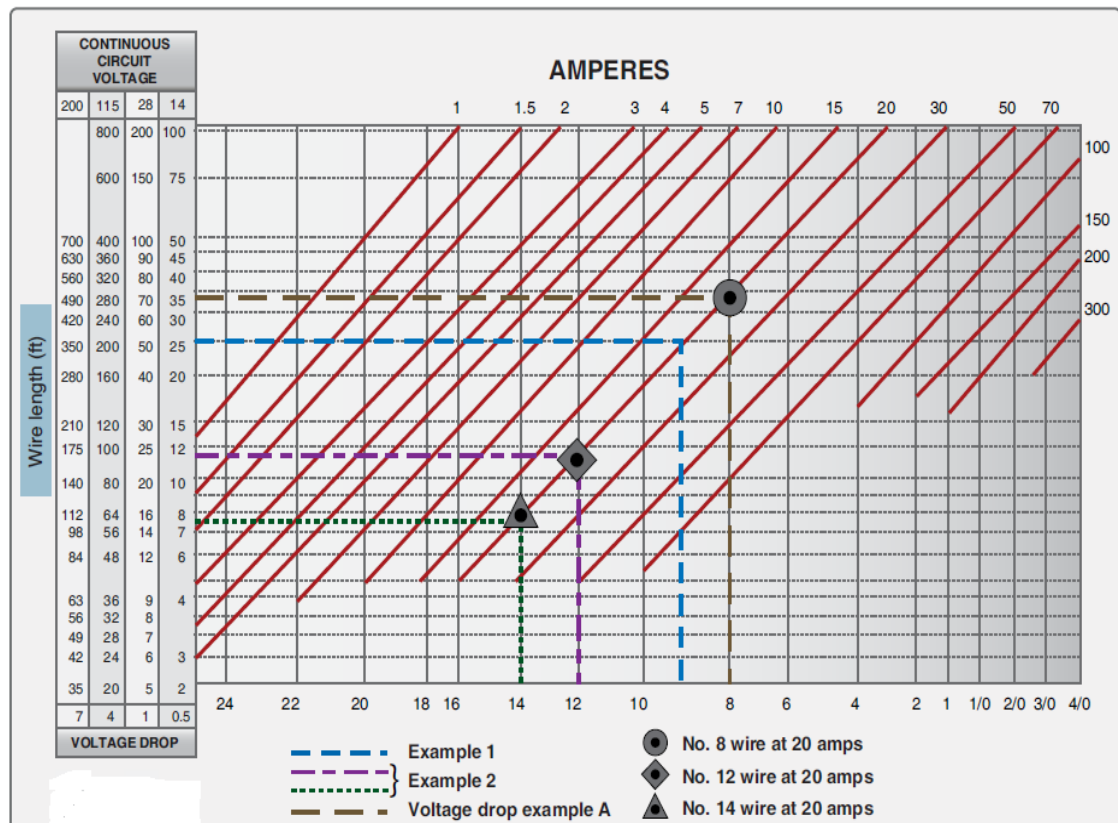
Para la correcta selección de un conductor, se debe tomar dos factores de mayor importancia, como son:

Primero, el calibre debe ser lo suficiente para prevenir una excesiva caída de voltaje mientras conduce la corriente necesaria en la distancia requerida.

Segundo, el calibre debe ser lo suficiente para prevenir el sobrecalentamiento del cable mientras conduce corriente.

Para facilitar la selección se utiliza una Tabla de Conductores, dónde se elige el conductor a usar, mediante el conocimiento de la corriente que va a conducir, la longitud requerida y la caída de voltaje permisible.

Tabla 3 Tabla de conductores



Nota: Tabla de conductores, flujo continuo

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

2.23.3 Identificación de cables

El cableado de un sistema eléctrico de una aeronave debe ser marcado por una combinación de letras y números que identifican cada cable, el circuito que pertenece, el calibre del cable y otra información necesaria para relacionar el cable con el diagrama del cableado.

No hay un procedimiento estándar para marcar los cables, depende de cada fabricante el código que se les marque.

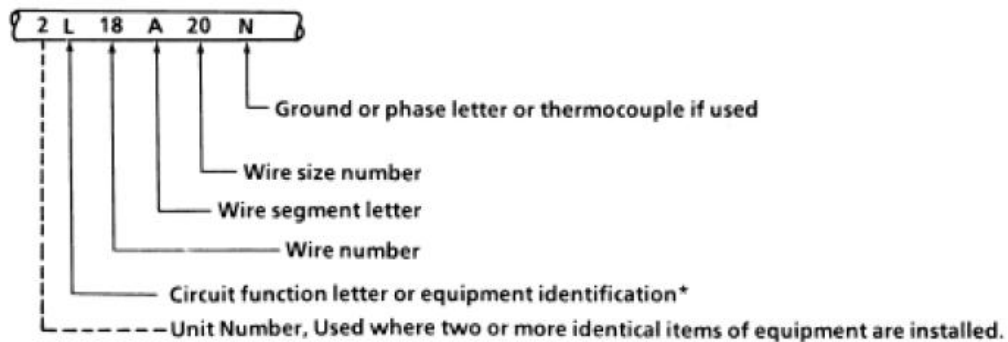


Figura 2.70 Codificación de cables

Codificación de cables que se utiliza en aviación para identificar a cada uno de los sistemas del avión

Fuente: BHT 206A/B Maintenance Manual Chapter 96

2.23.4 Terminales

Los terminales están unidos a los extremos de los cables eléctricos para facilitar la conexión de los cables con los bornes o pines de los equipos. Lo siguiente debe ser considerado en la selección de alambre terminales: valoración actual, tamaño del cable (calibre) y el aislamiento diámetro, conductor compatibilidad de los materiales, tamaño de cabezal, compatibilidad de los materiales de aislamiento, entorno de aplicación, y soldar frente sin soldadura.

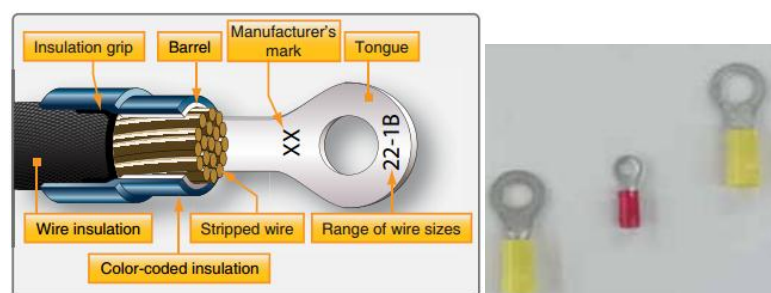


Figura 2.71 Terminales.

Terminales utilizados en la implementación del banco

Fuente:

http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

2.24 Transmisión por Correas

2.24.1 Generalidades

Las correas son elementos de transmisión de potencia, de constitución flexible, que se acoplan sobre poleas que son solidarias a ejes con el objeto de transmitir pares de giro.

Su naturaleza flexible va a permitir que su fabricación se realice con una cierta incertidumbre mecánica que puede ser asumida, posteriormente, en su montaje.

Una transmisión por correas sencilla consta de una polea conductora, una polea conducida y una correa, montada con tensión sobre unos ejes y que transmite la fuerza circunferencial por rozamiento.

En la siguiente figura, se observa que el ramal menos tensado está en la parte inferior, conveniente en transmisiones por enlace flexible que tienen grandes distancias entre centros.

El propio peso del ramal provoca que la correa caiga sobre la polea, aumentando el ángulo de contacto en la polea menor; que siempre será menor que el ángulo de contacto en la polea mayor.

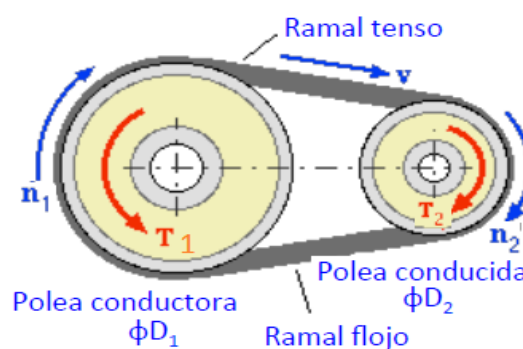


Figura 2.72 Transmisión de movimiento.

Transmisión por correa para dar movimiento al eje principal del banco.

2.24.2 Correas Trapezoidales.

Las correas trapezoidales o correas en "V" trabajan a partir del contacto que se establece entre los flancos laterales de la correa y las paredes del canal de la polea.

Según las normas ISO las correas trapezoidales se dividen en dos grandes grupos: las correas de secciones con los perfiles clásicos Z, A, B, C, D y E. En la figura adjunta se representa esquemáticamente una sección tipo de correa trapezoidal o correa en "V":

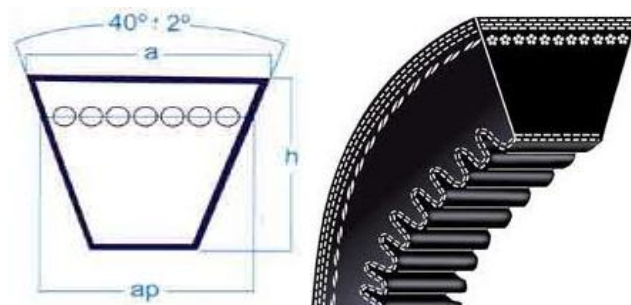


Figura 2.73 Correa trapezoidal dentada.

Correa trapezoidal utilizada en la transmisión de movimiento

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Dónde:

a: es el ancho de la cara superior de la correa;

h: es la altura o espesor de la correa;

ap: es el denominado ancho primitivo de la correa.

Las correas trapezoidales o en "V" trabajan en condiciones óptimas cuando lo hacen a velocidades lineales dentro del rango de los 20-22 m/s. Las correas en "V" no deben trabajar a velocidades superiores de los 30 m/s, dado que la elevada fuerza centrífuga que se genera terminaría sacando la correa de la ranura de la polea.

Por otro lado, si funcionasen a velocidades más bajas también necesitan un proceso de equilibrado estático para conseguir un trabajo más óptimo.

2.24.3 Poleas

Las **poleas** son ruedas que tienen el perímetro exterior diseñado especialmente para facilitar el contacto con cuerdas o correas.

La colocación de la correa de manera correcta en el canal o ranura de la polea influye considerablemente en el rendimiento de la transmisión y en la vida útil de la correa.

Para conseguir una buena colocación de la correa en la ranura de las poleas es condición imprescindible un perfecto alineamiento entre poleas.

Para ello es necesario que los ejes del motor sean paralelos y que la correa trabaje perpendicularmente a dichos ejes. En toda polea se distinguen tres partes: *cuerpo*, *cubo* y *garganta*.

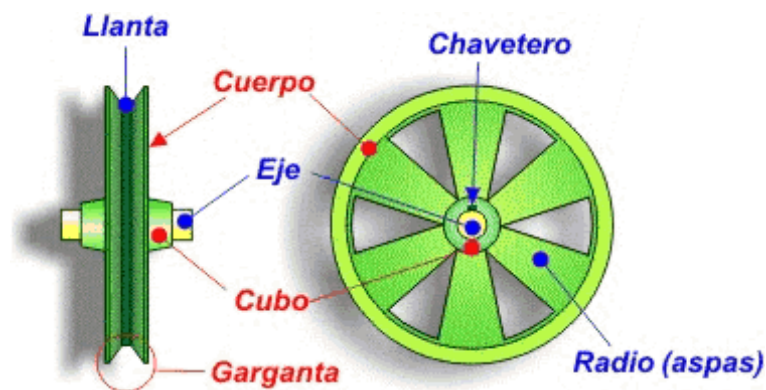


Figura 2.74 Partes de la polea.

Partes de la polea utilizada en la transmisión de movimiento

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/maska/poleas>

La elección del diámetro correcto de las poleas es sumamente importante, dado que un diámetro excesivamente pequeño para una sección de correa determinada significaría una flexión excesiva de ésta, lo que terminaría reduciendo su vida útil.

Como norma general, al aumentar el diámetro de la polea aumentará la vida útil de la banda o correa.



Figura 2.75 Poleas de 13'' y 3''.

Poleas de 13'' y 3'' que dan el movimiento al eje principal

La operación de tensado de las correas, necesaria y previa a la puesta en servicio de la transmisión, se llevara a cabo una vez asegurada la correcta alineación entre poleas.

2.24.4 Potencia transmitida

En primer lugar se calcula la potencia de diseño o total de la potencia transmitida sobre la que se diseñará la correa.

La potencia que desarrolla el motor conductor (P) es el punto de partida, pero a este valor habrá que afectarlo de un coeficiente corrector en función de diversos factores como son:

- Tipo de motor conductor que se utilice para accionar la transmisión
- Tipo de máquina conducida que se vaya a accionar
- Horas de servicio por día.

De esta manera la potencia corregida (P_c) o total de la potencia transmitida, que es la que habrá que utilizar en el diseño, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P_c = P \cdot K$$

Ecuación 9 Potencia corregida

Dónde:

P_c, es la potencia corregida;

P, es la potencia transmitida del motor conductor;

K, es el factor de corrección de la potencia

2.24.5 Relación de transmisión y velocidades

La relación de transmisión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$R = \frac{D1}{D2} = \frac{n2}{n1} \qquad D1 * n1 = D2 * n2$$

Ecuación 10 Relación de transmisión

Dónde:

R, es la relación de transmisión;

D1, es el diámetro de la polea conductora;

D2, es el diámetro de la polea conducida.

n1, (rpm) de la polea conductora;

n2, (rpm) de la polea conducida;

2.24.6 Distancia entre ejes

La distancia entre ejes (*E*) de las poleas suele estar establecida en la transmisión que debe calcularse. No obstante, puede que en algunos casos este dato no esté decidido, quedando a mejor criterio calcular esta distancia. De acuerdo a la experiencia de las empresas fabricantes, y con el objetivo de optimizar el rendimiento de la transmisión, la distancia entre ejes de poleas (*E*) mínima se puede obtener a partir de las siguientes expresiones:

- Si la relación de transmisión *R* está comprendida entre 1 y 3:

$$E \geq \frac{(R + 1) \cdot D2}{2} + D2$$

Ecuación 11 Distancia entre ejes

- Si $R \geq 3$:

Para este caso bastaría que se cumpliera que $E \geq D1$ siendo:

E , la distancia entre ejes de poleas; $D1$, el diámetro de la polea conductora;

R , la relación de transmisión; $D2$, el diámetro de la polea conducida.

2.24.7 Longitud de la correa

La longitud primitiva de la correa (L_p) de una transmisión se calcula directamente a partir de la siguiente figura:

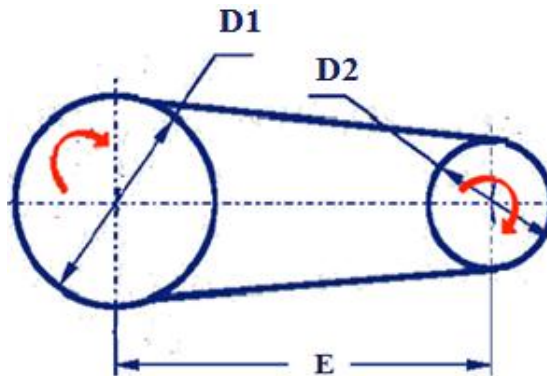


Figura 2.76 Longitud de la correa.

Parámetros de la correa que se toman en cuenta para calcular la longitud de la correa.

De la figura anterior se desprende la siguiente expresión, valedera para el cálculo de la longitud de la correa.

$$L_p = 2E + \frac{\pi}{2}(D1 + D2) + \frac{(D1 - D2)^2}{4E}$$

Ecuación 12 Longitud de la banda

Dónde:

E , es la distancia entre ejes de poleas;

$D2$, es el diámetro de la polea conducida;

$D1$, es el diámetro de la polea conductora;

π , es el número pi (3,14159265).

La expresión anterior calcula el valor exacto para la longitud de la correa. No obstante, las casas comerciales fabrican una serie normalizada de longitudes primitivas nominales para cada sección de correa, que seguramente no coincidirán con la longitud calculada mediante la expresión anterior.

Por ello, de esta lista habrá que elegir, para el tipo de correa que se trate, la longitud más próxima al valor calculado.

2.24.8 Velocidad lineal de la correa

Para el cálculo de la velocidad lineal de la correa se emplea la siguiente expresión,

$$V_t = \frac{\pi * D_2 * n_2}{60 * 1000}$$

Ecuación 13 Velocidad lineal de la banda

Dónde:

V_t , es la velocidad lineal o tangencial de la correa, en m/s;

D_2 , es el diámetro de la polea conducida, en mm;

n_2 , (rpm) de la polea conducida;

π , es el número pi (3,14159265).

2.25 Chumaceras

Es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación.

Una chumacera es la combinación de un rodamiento radial de bolas y sellos en un alojamiento de hierro colado de alto grado o de acero prensado, vienen en diversas presentaciones y características.

2.25.1 Tipos

Hay dos tipos básicos de rodamientos de chumacera de acuerdo a su uso.

Las chumaceras hidrodinámicas se utilizan a bajas velocidades y eventualmente eliminan el contacto de metal a metal ya que la velocidad del dispositivo en el que el rodamiento está montado alcanza su límite en general hay chumacera de pared y de piso.



Figura 2.77 Chumaceras.

Chumaceras de piso y pared de 3/8'' utilizadas de soporte del eje principal.

2.25.2 Estructura de las Chumaceras

La estructura de la chumacera está conformada por rodamientos internos de bronce son algunas de las chumaceras sencillas y proveen una alineación precisa y también tienen la capacidad para distribuir la carga sobre el cojinete del montaje.

Los cojinetes forrados en bronce se utilizan para cargas pesadas, cargas de choque y temperaturas más altas, mientras que los de metales anti-fricción se ajustan al eje y tienen buenas propiedades de incrustación.



Figura 2.78 Estructura de una chumacera.

Estructura interna, donde se visualiza los rodamientos que la componen.

Fuente: <http://comserprorodamientos.com/chumaceras-cali.html>

2.26 Batería 12V/12Ah

La batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, es un dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo o ánodo y un electrodo negativo o cátodo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función.

A continuación se muestra la batería de 12V DC, la cual se utiliza para la excitación inicial del FIELD (campo magnético).



Figura 2.79 Batería Plomo Acido 12 V 12 Ah.

Batería Plomo Acido 12 V 12Ah

Fuente: <http://www.autodaewoospark.com/bateria-daewoo-matiz-chevrolet-spark.php>

2.26.1 Funcionamiento

La batería tiene un determinado número de celdas, unidas por medio de barras metálicas, cada celda acumula algo más de dos voltios.

Cada celda, consta de dos juegos de placas, o electrodos inmersos en una solución de agua y ácido sulfúrico llamado electrolito. Un juego de placas esta hecho de peróxido de plomo y el otro, de plomo poros. Al funcionar la celda, el ácido reacciona y convierte la energía química en energía eléctrica

En las placas de peróxido de plomo se genera carga positiva (+) y en las de plomo poroso carga negativa (-).

La corriente eléctrica, que se mide en amperios circula por el sistema eléctrico desde un terminal de la batería hasta el otro, activando el electrolito. Conforme continua la reacción química, se forma sulfato de plomo en la superficie de ambos juegos de placas, y el ácido sulfúrico se diluye gradualmente.

Cuando la superficie de ambos juegos de placas se cubre completamente con el sulfato de plomo, se descarga la batería. Al recargarlo con una corriente eléctrica, las placas vuelven a su estado original, y el ácido sulfúrico se regenera.

Con el tiempo, las baterías dejan de funcionar, y no se pueden recargar, debido a que las placas están cubiertas, con una capa de sulfato, tan gruesa que la carga no pasa a través de ellas; o bien las placas se desintegran; o hay fugas de corriente entre las placas de la celda, lo que puede provocar un cortocircuito.

La energía eléctrica se almacena y se produce por dos placas metálicas sumergidas en una solución química (electrolito) a mayor superficie de las placas se almacena más energía.

2.27 Computador (PC)

Una computadora (también llamada ordenador o computador personal) es un sistema digital con tecnología, microelectrónica, capaz de recibir y procesar datos a partir de un grupo de instrucciones denominadas programas y finalmente transferir la información procesada o guardarla en algún tipo de dispositivo o unidad de almacenamiento.

La característica principal que la distingue de otros dispositivos similares, como una calculadora no programable, es que puede realizar tareas muy diversas y distintos programas en la memoria para que el procesador los ejecute.



Figura 2.80 Computador.

Computador portátil donde se obtiene la parte virtual de la medición

Fuente: <http://infosertec.blogspot.com/2012/06/grupo-nucleo-presenta-las-nuevas.html>

En sí es un dispositivo electrónico capaz de interpretar y ejecutar los comandos programados en diferentes software, labVIEW, proteus, autocad, lenguaje C, power point, etc., todos estos programas realizan en forma general funciones de:

- Operaciones de entrada al ser receptora de información.
- Operaciones de cálculo, lógica y almacenamiento.
- Controles de procesos industriales, en empresas productoras de alimentos, bebidas o fábrica de vehículos.
- Sirve de ayuda a personas discapacitadas de algún miembro de su cuerpo, es así en el caso del científico Stephen William Hawking.

2.27.1 Características Técnicas

- Windows 7 Profesional
- Sistema
 - Procesador: Intel® Core™ i3 CPU M330 @2.13 GHz 2.13GHz
 - Memoria RAM: 4GB (2,93 GB utilizable)
 - Tipo de sistema: Sistema operativo de 32 bits.
 - Nombre del equipo: Domínguez-PC
 - Disco duro: 400 GB
 - Tarjeta de video

2.28 ¿Qué es LabVIEW?

LabVIEW (**L**aboratory **V**irtual **I**strumentation **E**ngineering **W**orkbench). Es una plataforma y entorno de desarrollo para un lenguaje de programación visual, llamado lenguaje G, de National Instruments para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman *Instrumentos Virtuales*, o *VI*, por sus siglas en inglés.

2.28.1 Definición de instrumento virtual

El instrumento virtual es definido como una capa de software y hardware que se le agrega a un PC en tal forma que permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando su propio instrumento electrónico “hecho a la medida”.

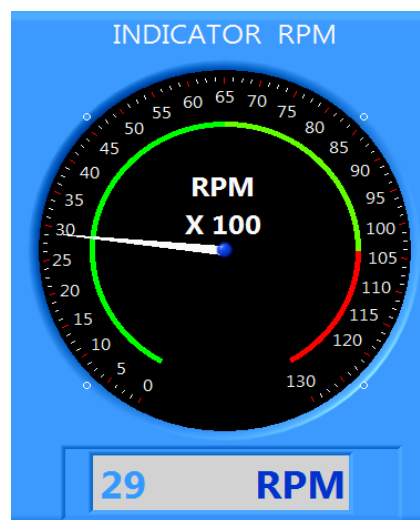


Figura 2.81 Instrumento virtual.
Instrumento virtual de labview.

2.28.2 ¿Cómo trabaja LabVIEW?

Al abrir el programa de National Instruments LabVIEW aparece el ambiente de trabajo de Labview donde existen dos paneles, el panel frontal y el panel de programación o diagrama de bloques; en el panel frontal se diseña la interfaz con el usuario y en el panel de programación se relacionan los elementos utilizados en la

interfaz mediante operaciones que determinan en sí cómo funciona el programa o el sistema, exactamente es la parte donde se realizan las especificaciones funcionales.

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real.

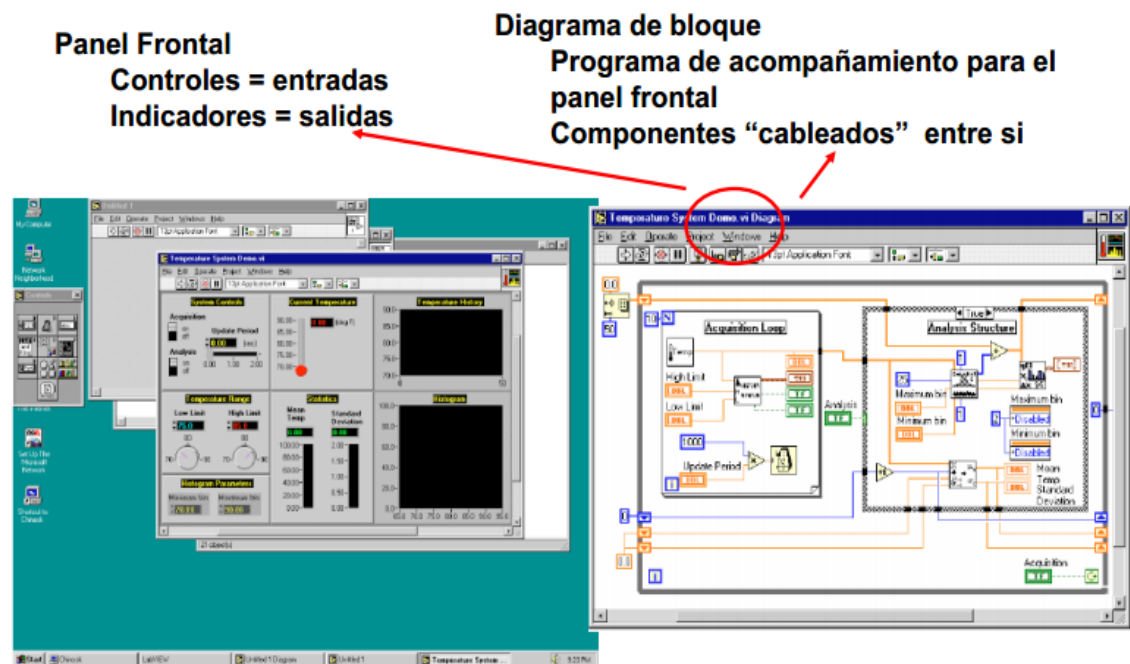


Figura 2.82 Pantallas del LabVIEW.

Pantallas del LabVIEW 2012 utilizadas en el programa

Fuente:

http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs.

2.28.2 Panel Frontal

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un

panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

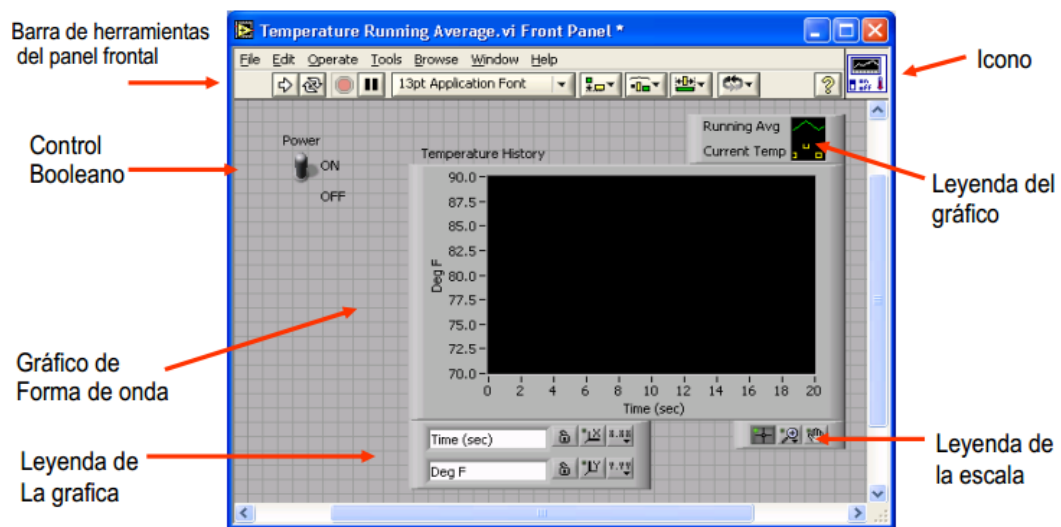


Figura 2.83 Panel frontal de labVIEW.

Panel frontal de labVIEW 2012

Fuente:

http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

Cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador. Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.

2.28.3 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes

convencionales. Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el Panel Frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales.

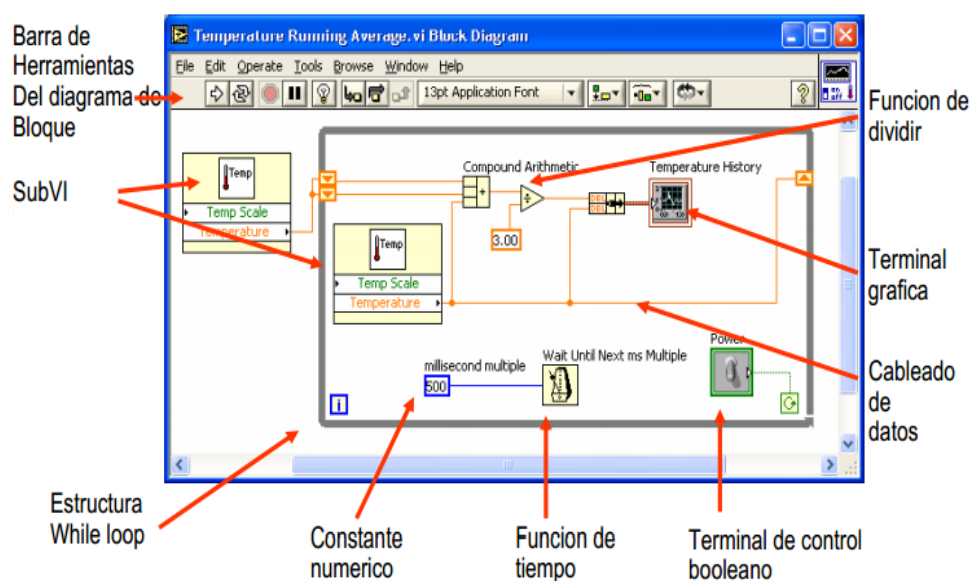


Figura 2.84 Diagrama de bloques.

Diagrama de bloques de labVIEW 2012

Fuente:

http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara.

Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos. LabVIEW posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, etc.

2.28.4 ¿Cómo utilizar la ayuda?

Para visualizar el cuadro de ayuda, simplemente se hace Help»Show Context Help o presionando <Ctrl-h>; en este cuadro se muestra la información del objeto sobre el cual se posiona con el puntero del mouse.

También se puede notar que en el cuadro de ayuda se observa un Link azul, el cual lleva al Labview help, donde se encuentra la información más completa del elemento; (haciendo clic derecho del mouse, también se puede observar el Labview help).

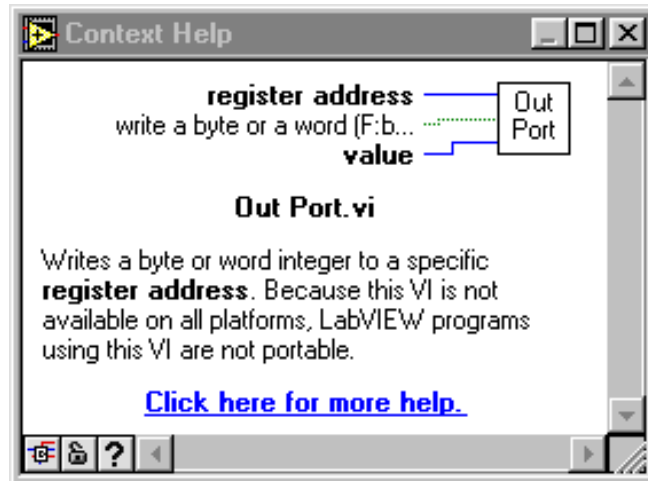


Figura 2.85 Ventana de ayuda de labVIEW.

Ventana de ayuda de labVIEW 2012

Fuente:

http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

2.28.5 Aplicaciones de LabVIEW

Labview tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, Laboratorios para clases en universidades, procesos de control industrial. Labview es muy utilizado en procesamiento digital de señales (wavelets, FFT, Total Distorsion Harmonic TDH), procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc.

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La implementación de este proyecto este dividido en 4 etapas, las cuales son:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 3.1 Diseño Mecánico | 3.2 Diseño Eléctrico - Electrónico |
| 3.3 Programación del Software | 3.4 Montaje de Principales Componentes |

3.1 Diseño Mecánico

Para el diseño estructural del banco, se toma como referencia bancos de fabricación americana, china, argentina y chilena, estos bancos que existen en el mercado internacional están diseñados para alternadores de automotores. Se revisan datos técnicos, teóricos y sus principales aplicaciones, para sacar una conclusión que lleva a realizar un diseño adecuado para el banco de pruebas. Más adelante se detalla los principales componentes de la estructura física conjuntamente con los planos que se emplean en este proyecto.

3.1.1 Construcción de la Estructura Metálica

Esta estructura está construida en su totalidad de hierro, para lo cual se utiliza tubo cuadrado de 1 pulgada de 2 mm de espesor, un cuarto de plancha de 6 mm, tol de 2 mm, tol de 3 mm, tol de 0,90 mm y aluminio de 6 y 4 cm, esta estructura está basada en el siguiente diseño.

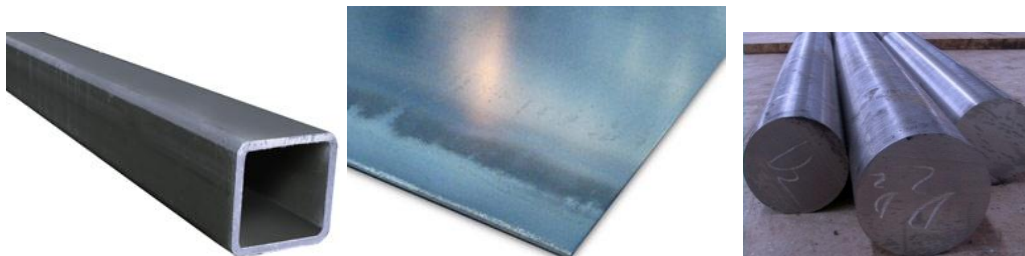


Figura 3.1 Materiales.

Materiales utilizados para la construcción de la estructura metálica

Fuente: <http://www.dipacmanta.com/alineas>

La estructura está montada en base a los planos que se muestra en la siguiente figura, esta soportada sobre cuatro niveladores de piso y su movilidad se la realiza sobre dos ruedas principales; estas sirven para la movilización del banco.

También se encuentran dos cajoneras para guardar los accesorios de este banco, en esta estructura se halla implementada la totalidad de equipos y dispositivos que hacen operar a este banco bajo los requerimientos del técnico operador.

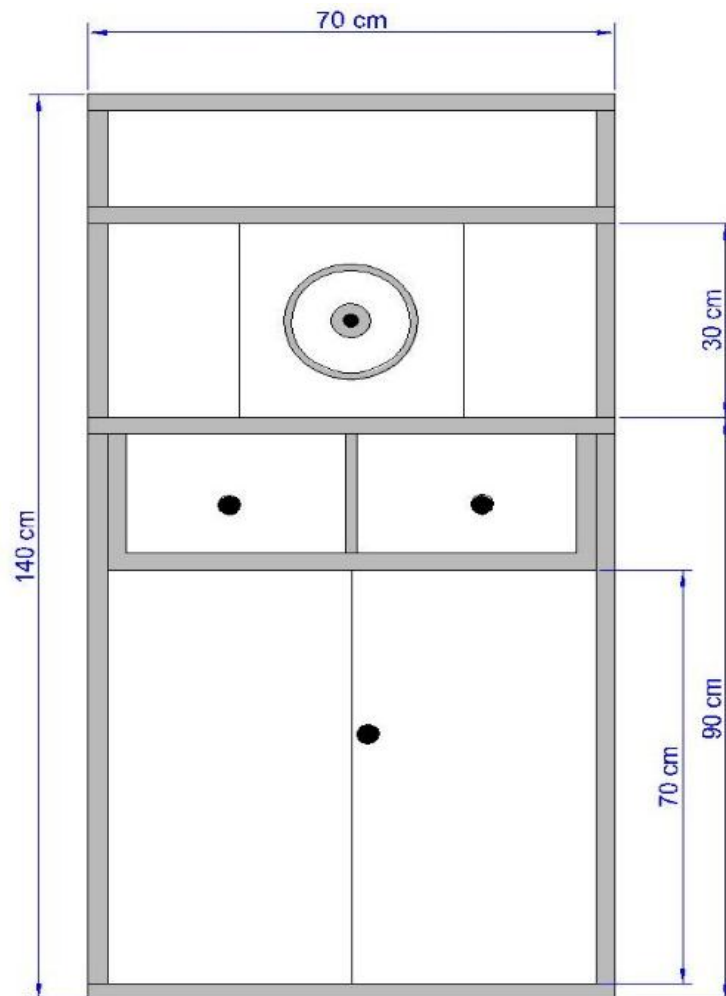


Figura 3.2 Diseño del banco de prueba.

Vista del banco

Una vez diseñado los planos del banco, el siguiente paso es construir la estructura de acuerdo al diseño presentado, donde se puede tener una visión más clara del modelo de la estructura y de la forma que está realizada desde lo más básico hasta la terminación de la estructura externa.



Figura 3.3 Vista isométrica de la estructura del banco.

Imagen real de la estructura del banco de prueba.

El siguiente paso es la construcción del eje principal y los soportes necesarios para acoplar en las chumaceras de pared y en la chumacera de piso, esta chumacera tiene un diseño especial, ya que, sobre ella se acopla el soporte del sensor de RPM, así se muestra en la siguiente figura.

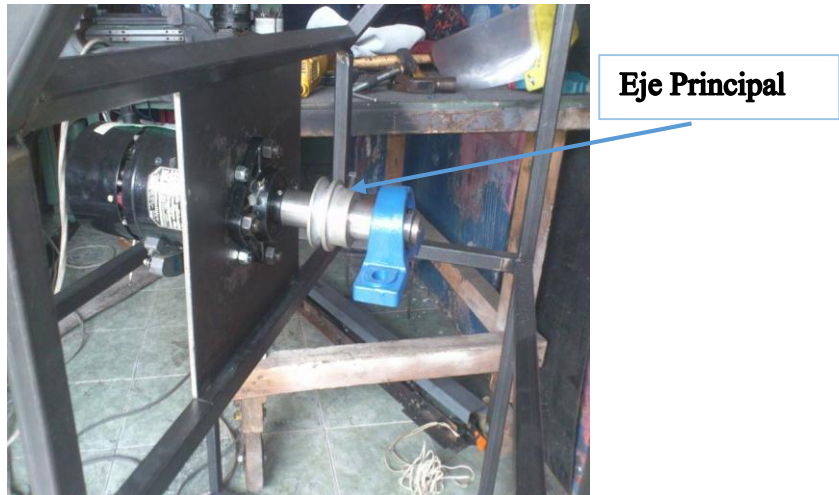


Figura 3.4 Eje principal.

La imagen muestra al eje principal y chumacera de piso

Una vez construido, probado e instalado el eje principal, el siguiente paso es la colocación de las láminas en el interior y exterior sobre la estructura, para este trabajo se utiliza láminas de 3 mm para las bases interiores y de 2 mm para las exteriores y por supuesto se usa soldadura para la fijación de las placas de tol mencionadas, dando al final un acabado liso con la lijadora, que se retiró el material sobrante de la soldadura



Figura 3.5 Laminado de la estructura

Proceso de laminado interior y exterior de la estructura

El siguiente paso a la terminación de la estructura del banco, es la construcción de los ejes pequeños de acople y los acoples propiamente dichos para los distintos alternadores y generadores tacómetros.

El material de construcción de los soportes debe ser altamente resistente y por esta razón el material seleccionado es el acero de transmisión F-310 que viene en bruto como un eje redondo de 200 mm de diámetro y 120 mm de espesor como se muestra en la figura siguiente que será sometido al torno para obtener el soporte deseado como se explica más adelante.



Figura 3.6 Acoples y ejes

Acoples y ejes pequeños para el generador y alternadores

Una vez finalizada la construcción total de la estructura y sus accesorios (acoples, ejes, soportes, etc), esta es pintada para proteger el material y dar un acabado final.

Para el pintado se elige una pintura de alto rendimiento, como son las de poliuretano que son ampliamente utilizadas en la pintura de aviación y automotriz por sus características técnicas se sabe que este banco tendrá la protección adecuada contra el factor climático.



Figura 3.7 Acabado final.

Acabado final de la estructura con pintura

3.1.2 Parámetros del Banco.

Revisado la información teórica de los métodos de transmisión de movimiento y potencia, el paso siguiente es realizar los cálculo de la transmisión de movimiento por poleas y correas, es necesario indicar que este sistema debe multiplicar las RPM del motor en 4.33 veces más.

Para llevar a la velocidad de funcionamiento de los generadores que son sometidos a las pruebas de operación y para saber los tipos de polea y banda que se necesita usar, debe realizarse el cálculo de los parámetros del sistema transmisión de potencia y movimiento por medio de correas basándose en una referencia estándar.

3.1.2.1 Cálculo de parámetros

Datos del sistema:

$$P = 4 \text{ Hp}$$

$$n1 = 3440 \text{ rpm}$$

$$n2 = 15000 \text{ rpm}$$

$$D2 = 3''$$

a) Cálculo de la potencia transmitida al banco de prueba:

$$P_c = ?$$

Potencia transmitida al banco

$$P = 4 \text{ Hp}$$

$$P_c = P * K$$

$$K = 1.2$$

$$P_c = 4 * 1.2$$

$$D2 = 3''$$

$$P_c = 4.8 \text{ Hp}$$

b) Cálculo de la relación de transmisión, diámetro mayor y las rpm de polea conducida (n2).

$R = ?$ Relación de transmisión Diámetro mayor Cálculo de las rpm de n2

$$n2 = ?$$

$$R = \frac{D1}{D2} = \frac{n2}{n1}$$

$$D1 = R * D2$$

$$D1 * n1 = D2 * n2$$

$$n1 = 3440 \text{ rpm}$$

$$D1 = 4.33 * 3$$

$$n2 = \frac{D1 * n1}{D2}$$

$$D1 = 13''$$

$$R = \frac{D1}{D2}$$

$$D1 = 12.99''$$

$$n2 = \frac{13 * 3440}{3}$$

$$D2 = 3''$$

$$R = \frac{13}{3}$$

$$n2 = 14906,67 \text{ rpm}$$

$$R = 4.33$$

$$n2 \approx 15000 \text{ rpm}$$

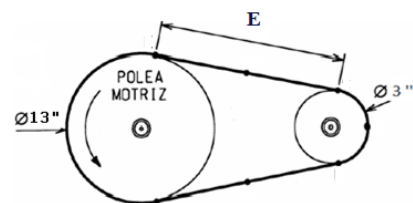
c) Cálculo de la longitud de la correa.

$$E = 14.5''$$

$$D1 = 13''$$

$$D2 = 3''$$

$$\pi = 3,14159265$$



$$L_p = 2E + \frac{\pi}{2}(D1 + D2) + \frac{(D1-D2)^2}{4E}$$

$$L_p = 2(14.5) + \frac{\pi}{2}(13 + 3) + \frac{(13-3)^2}{4(14.5)}$$

$$L_p = 29 + \frac{\pi}{2}(16) + \frac{(10)^2}{58}$$

$$L_p = 55,85 "$$

$$L_p \approx 56 "$$

d) Cálculo de la velocidad lineal.

$V_t = ?$

$D2 = 76 \text{ mm (13")}$

$n2 = 15000 \text{ rpm}$

$$V_t = \frac{\pi * D2 * n2}{60 * 1000}$$

$$V_t = \frac{\pi * 76 * 15000}{60 * 1000}$$

$$V_t = 59,66 \text{ m/s}$$

$$V_t \approx 60 \text{ m/s}$$

La velocidad lineal de la banda sobre pasa el límite de 30 m/s dada por los fabricantes para la transmisión de movimiento por banda, es necesario implementar un mecanismo que impida que la banda salga del canal de la polea y le permita seguir sujeta a la misma, este mecanismo son dos templadores de banda los cuales están montados como indica la figura.



Figura 3.8 Polea con correa e 56".

Vista de acabado final de la polea y banda

3.1.3 Tableros de Control

Los tableros de control para este banco son tres, de estos, 2 son pequeños de 17,5 cm x 29,5 cm y el tablero principal de 27 cm x 70 cm.

En el tablero principal se tiene instalados el voltímetro/amperímetro de A.C. para la indicación de voltaje de ingreso al banco, los voltímetros D.C. para la indicación de voltaje del generador así como del FIELD, los amperímetros DC para la indicación de amperaje del generador así como de la bobina del FIELD, el tacómetro digital para indicación del número de rpm a cual gira el eje del banco.

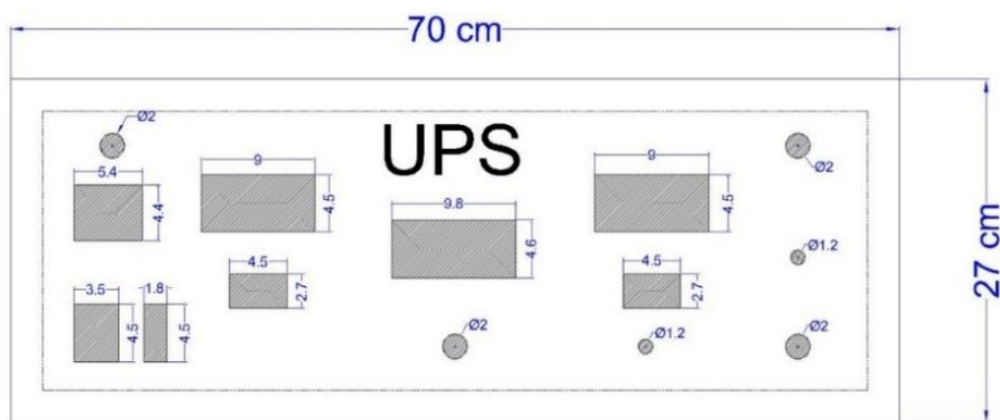


Figura 3.9 Tablero principal del banco.

Tablero principal del banco

También se encuentra el selector de 12V/24V cuando se pruebe dispositivos de 12V o 24V, luces piloto para indicación del encendido del banco y encendido del motor, botón de emergencia para paro total del banco, pulsador normalmente abierto (N.O) para proveer del voltaje inicial a la bobina del relay de arranque para probar los generador como arrancadores y braker de 220 V.AC. y 110 V.AC.

En el panel derecho, hay 3 switches para el control del motor; el primero es para el encendido, el segundo es para la dirección de giro y el tercero para fallo del motor.

El potenciómetro para el control de velocidad del motor trifásico, un switch para la activación del voltaje de FIELD y 5 switches para el incremento de carga desde 300W, 600W, 900W, 1200W, 1500W.

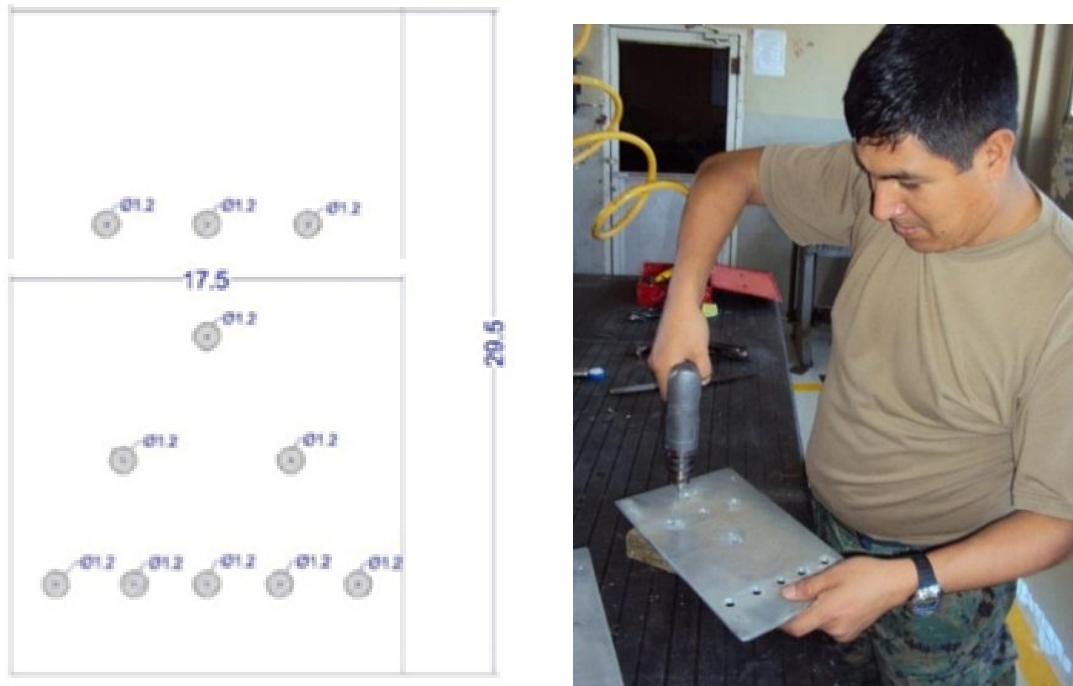


Figura 3.10 Tablero derecho.
Tablero derecho del banco con sus agujeros.

En el tablero izquierdo pequeño se tienen instalados cinco circuit breaker para la protección de los elementos instalados en el banco, como el amperímetro D.C., el circuit breaker para los reguladores de voltaje que proveen al FIELD (bobina de campo o excitación) de los generadores/alternadores, los ventiladores y la luz de falla de generador.

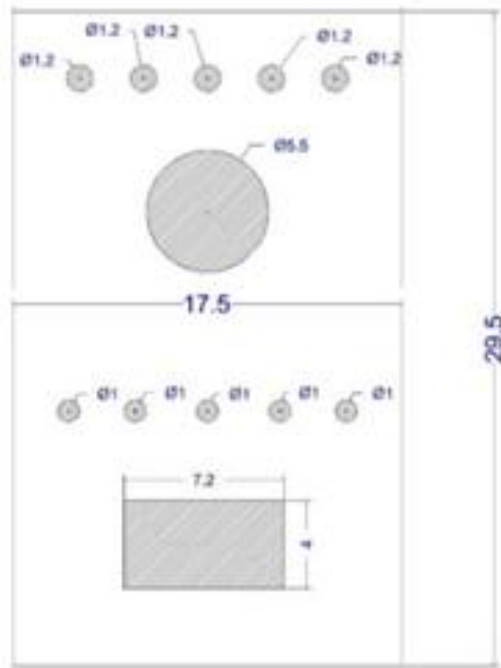


Figura 3.11 Tablero izquierdo.

Tablero izquierdo del banco con sus agujeros.

También hay un circuit braker para la toma de 110 V.AC la cual está incorporado en el tomacorriente que se encuentra en este panel, adicional existen tomas de voltaje de 220V AC y 110V AC y finalmente está instalado un conector para la entrada de voltaje de los generadores y alternadores a probarse en este banco.

3.2 Diseño Eléctrico – Electrónico.

El diseño eléctrico – electrónico contiene toda la circuitería necesaria para el funcionamiento total del banco.

Consta de elementos como transformador, motor trifásico, variador de velocidad del motor AC, potenciómetro, voltímetros, amperímetros, tacómetro digital, switches, selector, pulsador, breakers, luz piloto.

También consta resistencias de potencia, baterías de 12 V, sensor de proximidad, regulador de voltaje para aviación y una tarjeta de interface, aquí se encuentra detallada la interconexión con los planos correspondientes a cada elemento.

En la siguiente figura se muestra, el circuito de arranque y generación del helicóptero Bell 206 B III el cual esta extraído del Maintenance Manual BHT 206A/B-MM-12 Chapter 98 y que es similar a los circuitos de generación de los alternadores de las avionetas Cessna y Piper respectivamente.

En base a este wiring diagram (diagrama del cableado) se realiza las interconexiones eléctricas de protección y seguridades de este banco de pruebas, adicional a este circuito se encuentran los instrumentos de medida como voltímetros y amperímetros.

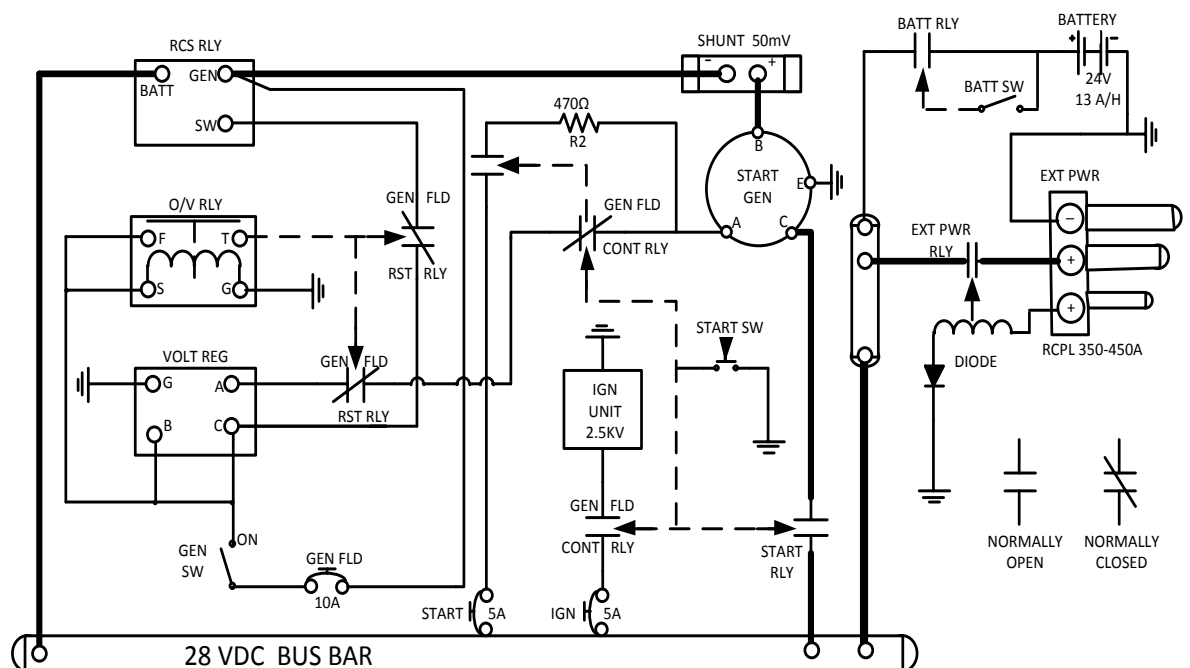


Figura3.12 DC. Power system.

Circuito de Marcha y Generación Helicóptero Bell 206 B.

Fuente: Maintenance Manual BHT 206 A/B SERIES MM-12

El diagrama siguiente es mas explicito para la interconexion de nuestro banco de pruebas, este circuito es el cableado real que debe tener un banco de chequeo para este tipo de generadores.

Esto lo indica el Manual Overhaul Instructions emitido por AIRCRAFT PART CORP., para los Starter/Generator, este modelo de banco acepta varios numeros de parte de estos generadores.

En la siguiente figura se muestra un diagrama de conexión real, mediante el cual se basa para realizar este banco de prueba y este diagrama indica todos los parametros a obtener en las pruebas realizadas, aquí se obtiene mediciones de voltaje y corriente del generador, voltaje y corriente en las bobinas del generador o alternador.

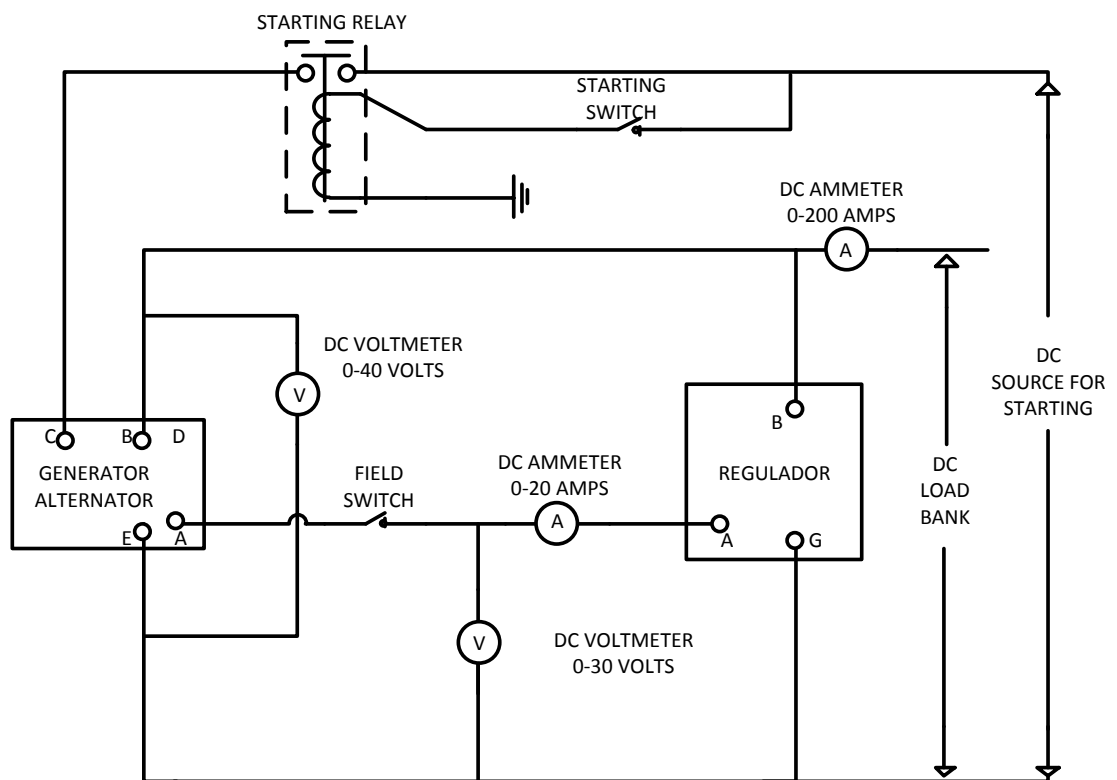


Figura 3.13 Test Schematic for Testing Generator.

Esquema del banco de prueba para probar los generadores

Fuente: Overhaul Manual Instructions AIRCRAFT PARTS CORP

La interconexión interna de estos generadores se muestra en la siguiente figura, aquí se observa que se trata de una máquina eléctrica de DC, donde se detalla cada uno de sus terminales para las conexiones subsiguientes.

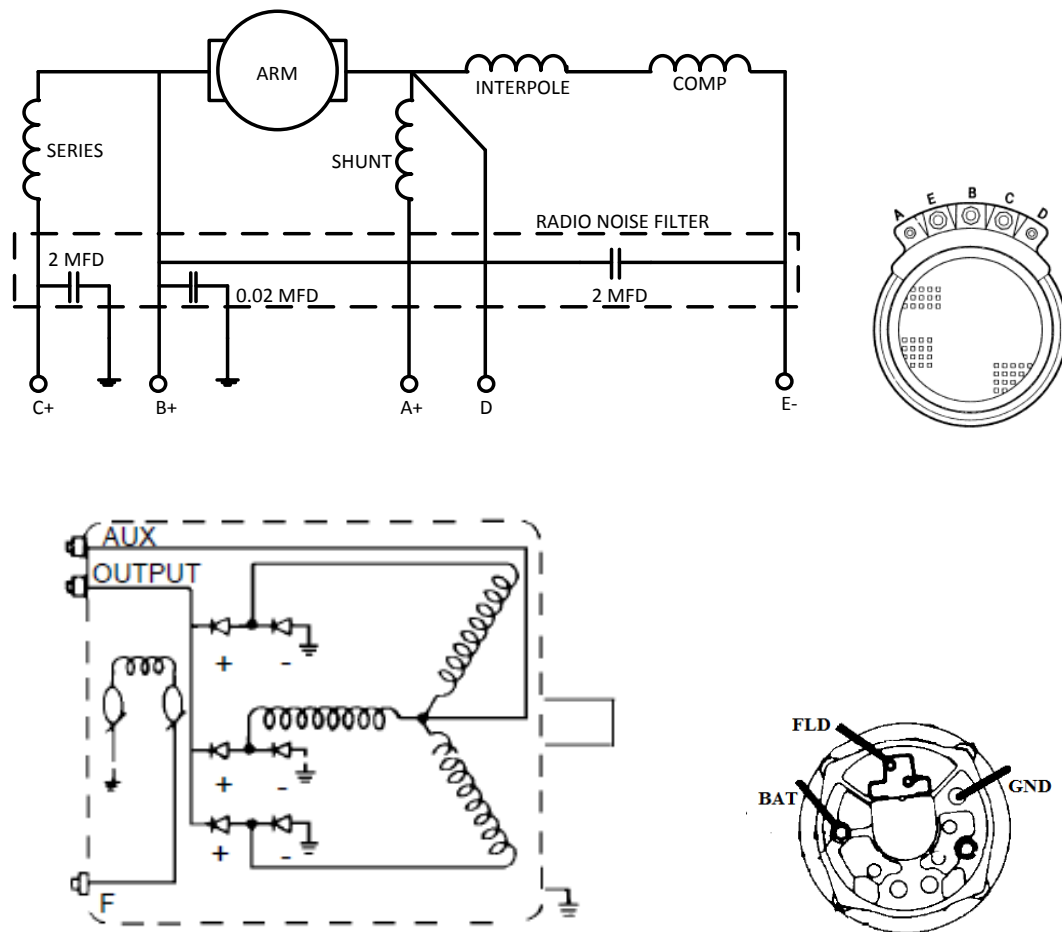


Figura 3.14 Diagrama del generador.

Circuito interno generador y alternador con sus bobinas y terminales

Fuente: OM AIRCRAFT PARTS CORP., MM PA-34A-220T

Dónde:

FLD o A+: Field (Bobina de Campo)

C+: Arranque (Starter)

BAT o B+: Generador (Generator)

D: Volt. Ecualizado

GND o E-: Negativo (Tierra)

Analizado y comparado los diagramas anteriores, se concluye la interconexión adecuada, que el banco necesita para poder operar normalmente, es así que se presenta un diagrama de bloques con las partes principales del banco.

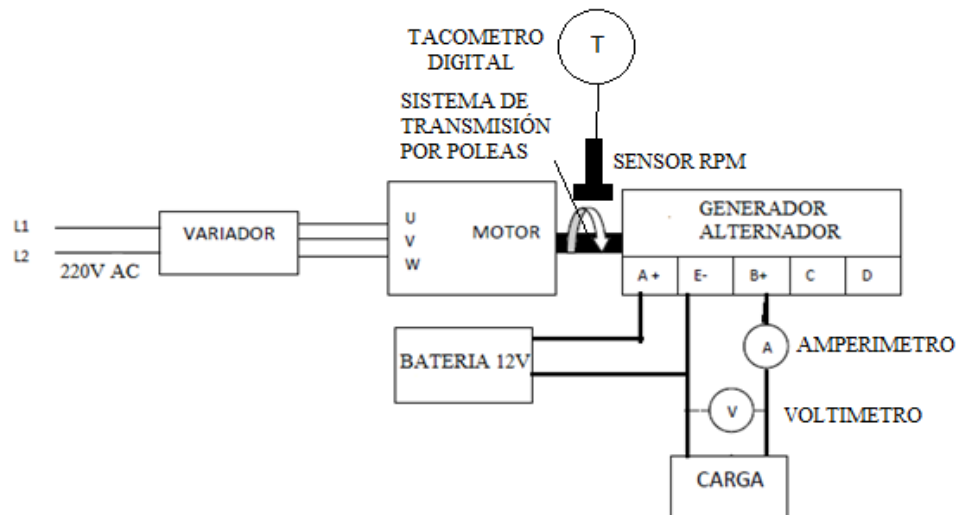


Figura 3.15 Diagrama de Bloques.

Etapas del Banco de Pruebas

3.2.1 Montaje de Principales Componentes

El montaje de los componentes principales del banco se lo realiza de acuerdo a las especificaciones técnicas y físicas de los fabricantes de cada componente y por supuesto se la implementa sobre la estructura que anteriormente se describe.



Figura 3.16 Montaje de los templadores.

Montaje de los soportes y de los templadores para realizar el ajuste de la banda y evitar la salida de la correa por las altas RPM

En la siguiente anterior se muestra el montaje de los soportes de los dos templadores que asegura a la banda sobre la polea, estos esta constituidos por una placa, sobre la cual se encuentra soldado un perno de 5/16 que sirve como eje del templador; otro perno de 3/8 que sirve como ancla al templador y así realice su trabajo de templar la banda contra el canal de la polea y se mantenga en su lugar para que no exista desbordamiento de la banda por la alta velocidad lineal de la banda.

3.2.2 Montaje Motor Trifásico Siemens 1LA7 096-2YA60

El motor trifásico se lo coloca sobre el centro de la estructura, a la distancia calculada para la longitud de la banda, el motor esta sujetado con pernos Allen de ½ pulgada, adicional en este componente se le instalo la polea de 13 pulgadas en el eje del motor, esta vendrá a ser la polea impulsora del sistema de movimiento, como el motor provee 3440 rpm, este sistema provee al banco de prueba velocidades que van desde 0 hasta 15000 rpm, lo cual permite el chequeo de generadores y alternadores que estén dentro de este rango de funcionamiento.

En la figura siguiente se muestra el montaje del motor trifásico en el banco.



Figura 3.17 Montaje motor trifásico.

Colocación del motor trifásico sobre la estructura

Luego del montaje del motor trifásico en la estructura, se coloca el sistema de transmisión de movimiento, como son poleas, eje, banda y claro conjuntamente con

el motor, en el sistema de movimiento se encuentra instalado la chumacera de pared y la chumacera de piso las cuales sirven de soporte para el eje principal en el cual se encuentra instalada la polea de 3 pulgadas que viene a ser la polea impulsada y que mueve al generador o alternador a probarse en el banco, la implementación de las poleas y la banda se lo realiza como se muestra en la figura siguiente.

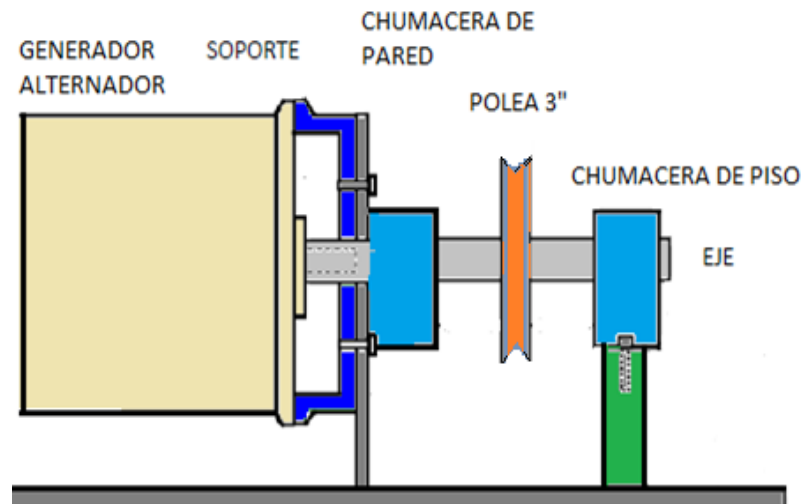


Figura 3.18 Montaje del sistema de movimiento.

Montaje de las chumaceras, eje principal y transformador

3.2.3 Montaje General del Banco de Pruebas

La distribución y ubicación de los elementos del banco se encuentran colocados según la figura 3.20 donde se detalla la posición de dichos componentes, tales como el transformador de voltaje, el sensor de RPM, las resistencias de potencia y los ventiladores- extractores.

El variador de velocidad está montado sobre la plataforma de equipos y componentes, está sujeto con cuatro pernos según las especificaciones del fabricante las cuales están especificadas en *Siemens-Sinamics-G110-Instruccions-Use*.

En la siguiente figura se observa el montaje del variador de velocidad Sinamics G110 de Siemens.

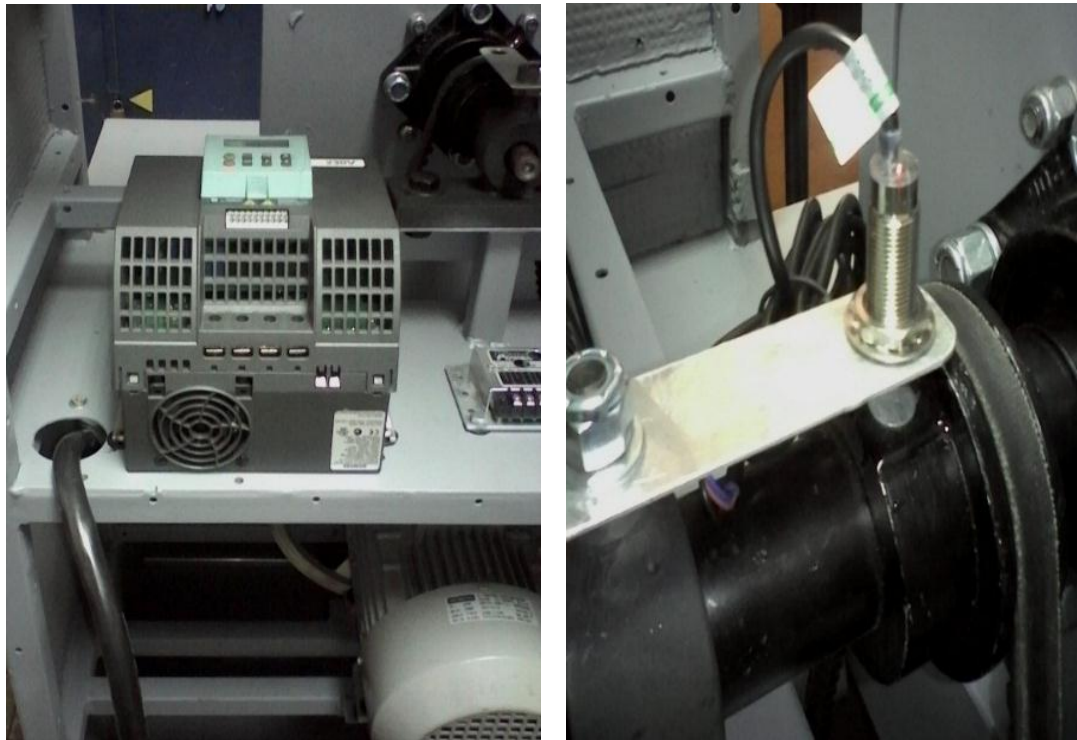


Figura 3.19 Montaje del Variador de velocidad.

Montaje de variador de velocidad y sensor RPM para censar la velocidad de giro

El montaje de los demás componentes se lo ha hecho con las precauciones y cuidados dados por los fabricantes, así se logra una operación correcta de cada componente y se puede obtener como resultado mediciones verdaderas.

Para dar una conclusión positiva o negativa sobre el chequeo de los generadores/alternadores en base a los resultados obtenidos en los diferentes elementos montados en el banco.

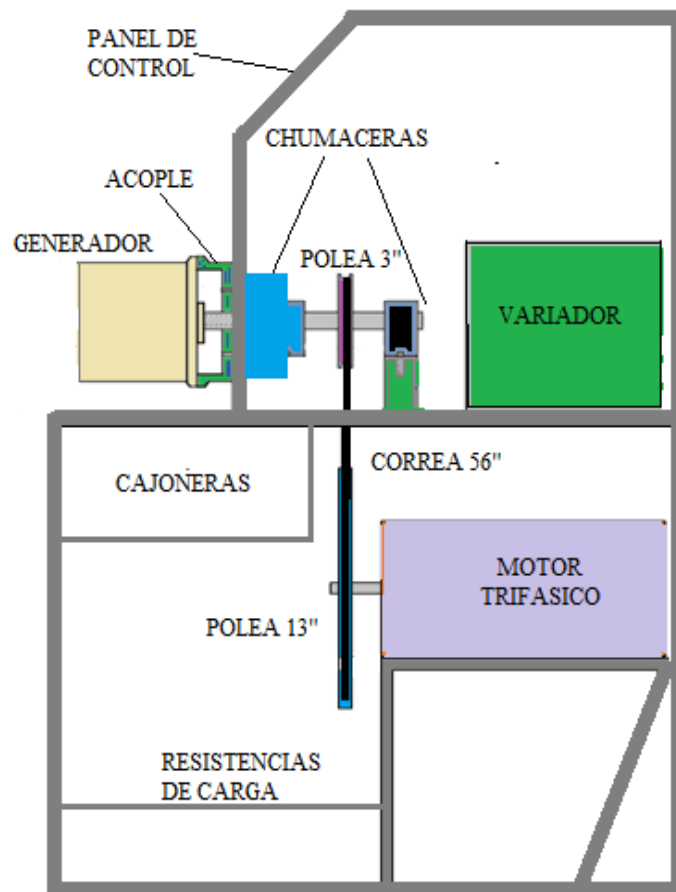


Figura 3.20 Diagrama general de la implementación.

Montaje del sistema completo de generación sobre la estructura del banco de prueba.

En la figura anterior se observa una imagen de la distribución de los componentes del banco, para realizar una prueba con uno de los alternadores o generadores, cabe mencionar que también aquí se colocan los ventiladores-extractores los mismos que van sujetos en la red posterior del banco de prueba.

También va el cableado que va hacia cada uno de los elementos del banco, entre estos cables consta el cable del FIELD, el cable de salida del alternador y el cable del negativo o comúnmente llamado tierra, que son los de mayor diámetro.

En la siguiente figura se muestra el banco finalmente construido con todas sus partes y componentes para la operación normal del mismo, aquí se encuentran representados tanto con los componentes internos como los componentes externos del banco de prueba.



Figura 3.21 Banco de prueba terminado.
Vista general del banco de prueba terminado

3.3 Programación del Software

3.3.1 Programación del Variador de Velocidad.

La programación del variador de velocidad esta basada en el Manual de Siemens-Sinamics-G110-Instruccions-Use, este muestra paso a paso la puesta en servicio del variador, indicada en las páginas 13 a la 15, se realiza la programación necesaria para el sistema, en donde incluye valores del motor trifásico que se esta utilizando para el proyecto, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 4 Parámetros del Variador de Velocidad

PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIÓN
P0003	2	Nivel de acceso
P0010	1	Programación básica
P0100	1	Selección de frecuencia
P0304	220	Tensión nominal (V)
P0305	12.2	Corriente nominal (A)
P0307	4	Potencia (HP)
P0308	-	Cos ϕ , calculado internamente
P0309	-	Rendimiento, calculado internamente
P0310	60	Frecuencia nominal del motor (Hz)
P0311	3440	Velocidad nominal del motor (RPM)
P0335	0	Motor autoventilado
P0640	150	Factor de sobrecarga en %
P0700	2	Fuente de datos por terminal
P1000	2	Consigna de frecuencia analógica
P1080	0.00	Frecuencia Mínima (Hz)
P1082	60.00	Frecuencia Máxima (Hz)
P1120	10.00	Tiempo de aceleración (seg.)
P1121	10.00	Tiempo de deceleración (seg.)
P1300	0	Control lineal
P3900	1	Fin de la puesta en servicio

Nota: Parámetros del Variador de Velocidad para la puesta en servicio del mismo

3.3.2 Programación de labVIEW

3.3.2.1 Adquisición de Datos con la NI myDAQ

Aprovechando la potencia de los ordenadores personales, el hardware de National Instruments para la adquisición de datos y acondicionamiento de señal permite adquirir y analizar datos físicos tales como la temperatura, la presión y la vibración.

La combinación del hardware y software de National Instruments para la adquisición de datos genera los llamados "instrumentos virtuales" que sustituyen a los tradicionales ofreciendo costes más reducidos y soluciones flexibles.

Para la programación del software el primer paso a seguir es la adquisición de datos y se procede como cualquier otro programa, en el diagrama de bloques indicado anteriormente, se muestra la paleta de funciones, selecta Measurement I/O, aquí se da clic en DAQmx y se obtiene el DAQ Assistant y lo colocamos dentro del bucle.

Mientras que a la izquierda es el DAQ Assistant utiliza para introducir los datos de los sensores de voltaje, corriente y RPMs, de estos datos, el voltaje se obtiene por intermedio de los terminales del DMM. Estos datos se indican en el panel frontal con tanto un indicador numérico y el indicador de gráfico de forma de onda.



Figura 3.22 Adquisición de datos.

Computador personal utilizado para la adquisición de datos con la NI myDAQ.

Fuente: <http://www.studica.com/National-Instruments>

En este VI DAQ Assistant está configurado para la entrada en el canal analógico. Los siguientes pasos son para la configuración del DAQ Assistant a partir de cero:

1. Asegurarse de que la myDAQ esté conectado,
2. Presione Ctrl-Space para que aparezca la ventana Quick Drop (esperar 1min.)
3. Buscar DAQ Assistant y haga doble clic en él cuando aparece en la lista

4. Coloque en el diagrama de bloque (ventana).

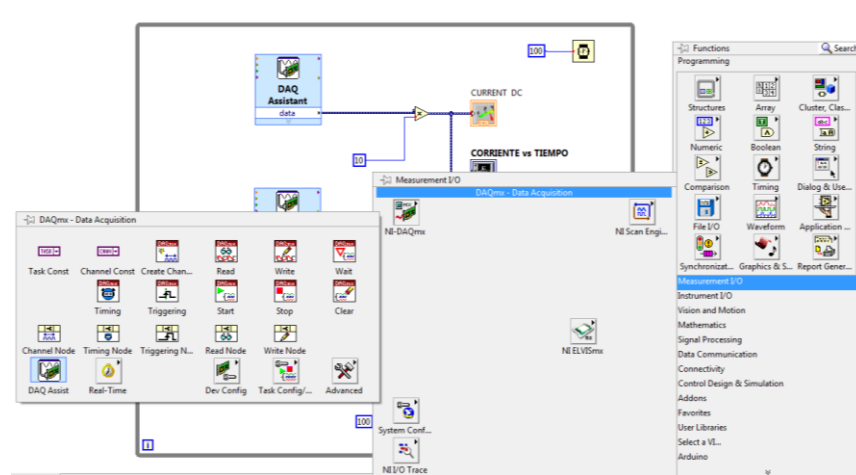


Figura 3.23 Diagrama de bloques del proyecto.

Diagrama de bloques en las que se visualiza las funciones de la NI myDAQ

Fuente: <http://www.ni.com>

5. Cuando aparezca el panel de configuración de una tarea Create New Express, seleccione:
 - a. Adquisición de señales
 - b. Entrada Analógica
 - c. Voltaje
 - d. Dev. 1 (NI myDAQ) DMM
 - e. Acabado
6. Deja Ajustes de temporización a
 - a. 1 muestra (a la carta)
7. Pulse OK

En la siguiente figura se muestra la configuración del DAQ assistant, donde se configura los valores mínimo y máximo de los parámetros que se obtiene del banco de pruebas, es así que la siguiente ventana indica el rango de medición del voltaje DC, y en forma similar sucede con la configuración de la corriente DC, donde también se muestran los rangos de medición.

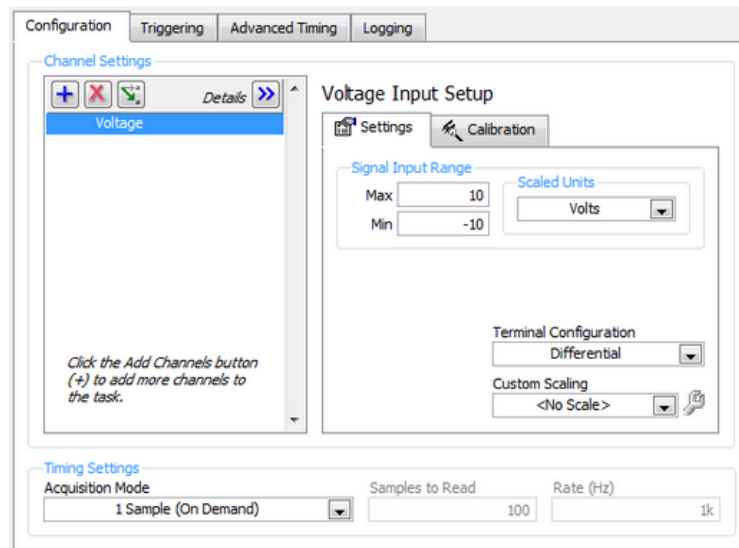


Figura 3.24 DAQ asistent.

Configuración del DAQ Asistent para cada uno de los parámetros medidos, como son voltaje, corriente y RPM

Fuente: <http://www.ni.com>

Finalmente se tiene el panel de control terminado en la pantalla de la PC, el mismo que permite observar en forma virtual los datos que arroje el chequeo de los generadores y alternadores de las aeronaves anteriormente mencionadas.



Figura 3.25 Vista general del panel virtual.

Panel virtual de instrumentos, donde se visualiza los parámetros a medir

Fuente: <http://www.ni.com>

3.3.2.2 Resumen sobre la programación en LabVIEW

Con el entorno gráfico de programación de LabVIEW se comienza a programar a partir del panel frontal.

En primer lugar se define y selecciona de la paleta de controles todos los controles (entradas que da el usuario) e indicadores (salidas que presenta en pantalla el VI) que se emplea para introducir los datos por parte del usuario y presentar en pantalla los resultados.

Una vez colocados en la ventana correspondiente al panel frontal todos los objetos necesarios, debe pasarse a la ventana Diagram (menú Windows > Show Diagram), que es donde se realiza la programación propiamente dicha (diagrama de bloques).

Al abrir esta ventana, en ella se encuentran los terminales correspondientes a los objetos situados en el panel frontal, dispuestos automáticamente por LabVIEW. Se deben ir situando las funciones, estructuras, etc. que se requieran para el desarrollo del programa, las cuales se unen a los terminales mediante cables.

Para facilitar la tarea de conexión de todos los terminales, en el menú “Help” puede elegirse la opción “Show Help”, con lo que al colocar el cursor del ratón sobre un elemento aparece una ventana con información relativa a éste (parámetros de entrada y salida). Además, si se tiene seleccionado el cursor de cableado, al situar éste sobre un elemento se muestran los terminales de forma intermitente.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y ANÁLISIS

Las pruebas del banco se las realiza después de haber montado todos los elementos del banco de prueba, el montaje se lo realizo según los datos técnicos de los fabricantes de cada uno de los elementos, aplicando las seguridades en la instalaciones.

Las pruebas se las subdivide en varias etapas, entre las cuales, están:

Una para el sistema mecánico y

Otra para cada uno de los generadores-alternadores.

4.1 Prueba y Análisis del Sistema Mecánico del Banco de Prueba.

La prueba del sistema mecánico del banco de prueba se la realizo con la operación del motor trifásico y del sistema de transmisión de movimiento (polea y banda), al mismo tiempo se hace un seguimiento a los componentes del motor y del sistema de movimiento.

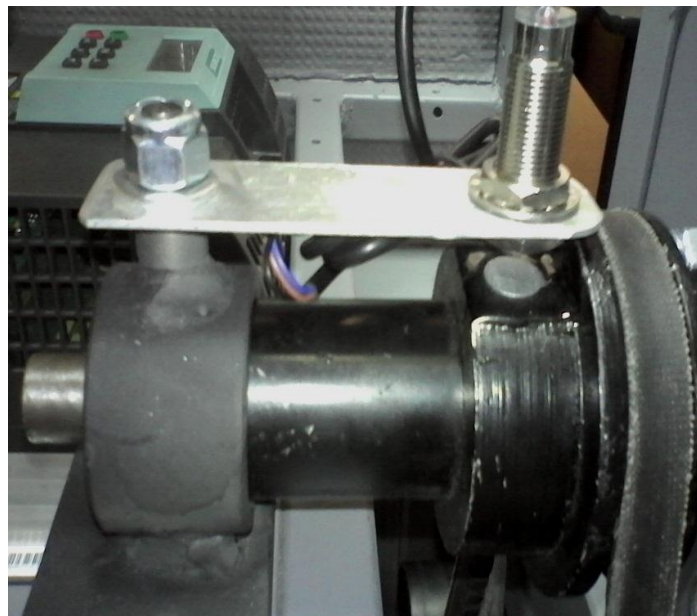


Figura 4.1 Sistema de Movimiento por Poleas.

Sistema mecánico de movimiento (transmisión de movimiento por banda)

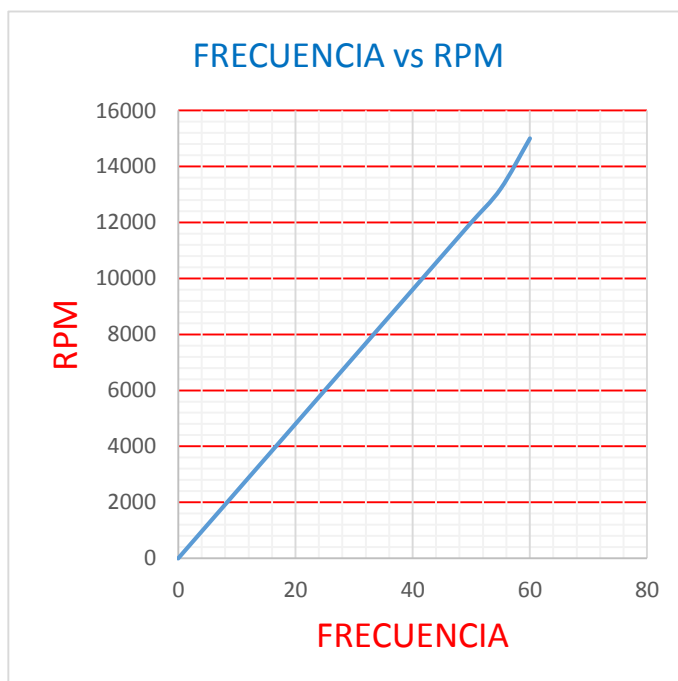
Para realizar esta prueba se opera el motor por cortos lapsos de tiempo. El motor está protegido y controlado mediante la conexión al variador de velocidad.

Es importante que no se exceda de los límites operación técnicos dados por el fabricante ya que puede ser perjudicial para el motor y por ende afecta al sistema de transmisión de movimiento.

Aquí se debe tener mucho cuidado con evitar llegar al límite de RPM, el sistema de movimiento llega al 60 m/s de velocidad lineal y esto provoca que la banda se desborde del canal de la polea de 13'', para minimizar el inconveniente presentado se instaló un par de templadores de banda.

Tabla 5 Frecuencia vs RPM

FRECUENCIA (Hz)	RPM (r/min)
0	0
5	1200
10	2400
15	3600
20	4800
25	6000
30	7200
35	8400
40	9600
45	10800
50	12000
55	13200
60	15000



Nota: Datos tomados durante la prueba del sistema mecánico del banco de prueba.

Durante la prueba de aceleración y desaceleración del sistema de movimiento se toma datos de la frecuencia del variador de velocidad y datos de las RPM del tacómetro digital, lo cual da una relación Frecuencia vs RPM.

4.2 Prueba y Análisis del Generador del Helicóptero Bell 206B y TH57A.

Para realizar la prueba del Starter-Generator del Helicóptero Bell 206B se debe tener en cuenta todos los parámetros de operación que indica la Orden Técnica del generador en mención, una vez revisado los parámetros mínimos y máximos de operación se procede a instalar en el banco con el cableado necesario para su operación.



Figura 4.2 Generador del Helicóptero Bell 206B.

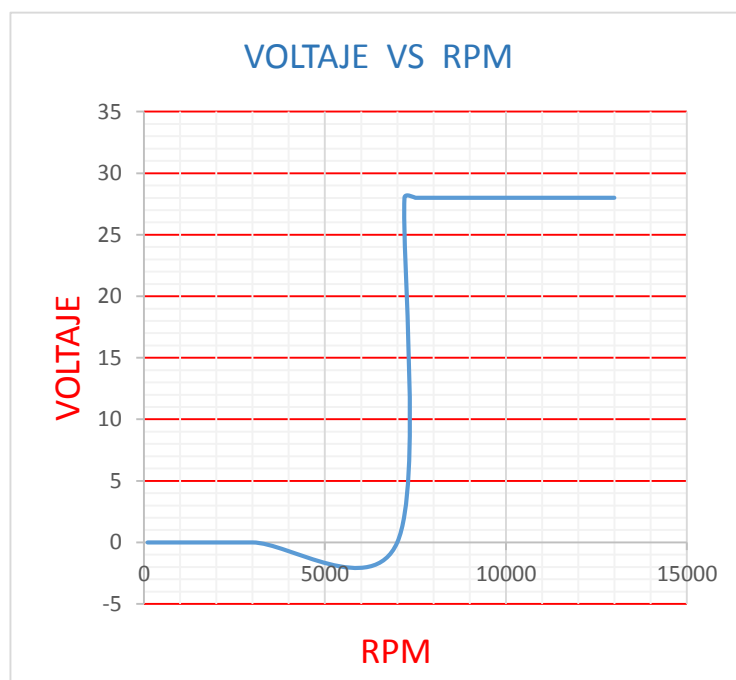
Prueba de parámetros del generador de 28 V DC del Helicóptero Bell 206B

Luego de realizar la instalación, se debe tomar en cuenta los parámetros que anteriormente se revisa en la Orden Técnica, se enciende el Banco de Pruebas y se regula la velocidad de acuerdo al rango de operación del generador.

Durante la prueba de este generador se toma datos de velocidad, voltaje, corriente y carga, lo cual arroja la siguiente tabla de valores y las siguientes gráficas.

Tabla 6 Voltaje vs RPM (Generador Bell 206B)

RPM (r/min)	VOLTAJE (V)
100	0
1000	0
3000	0
7000	0
7200	28
8000	28
9000	28
10000	28
11000	28
12000	28
12100	28
13000	28



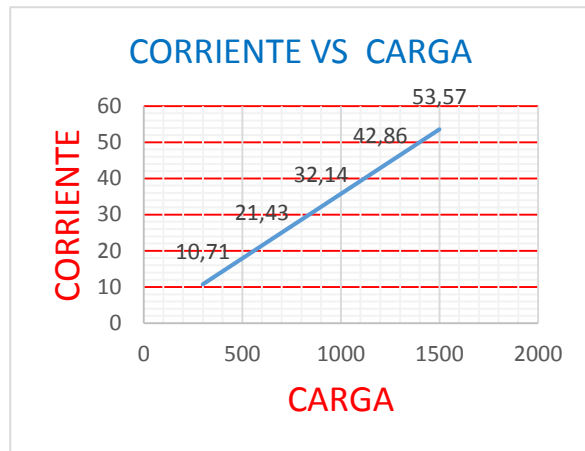
Nota: Tabla 4.2 Voltaje vs RPM (Generador Bell 206B)

En la tabla anterior se observa que el generador empieza a generar el voltaje DC a partir de las 7200 RPM o que es equivalente al 60% de RPM en el instrumento doble de RPM de helicóptero.

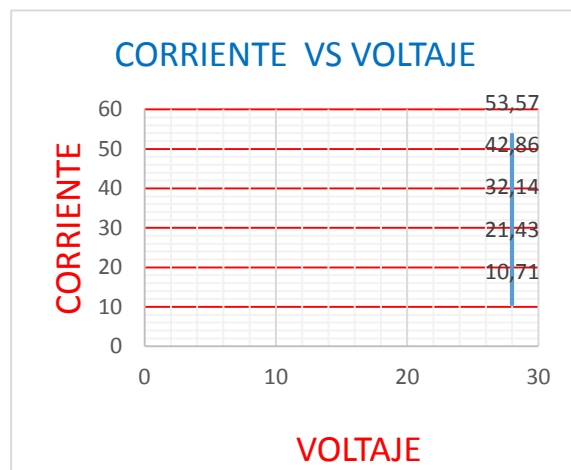
El generador entra en línea una vez activado el switch que permite interconectar el voltaje generado con la barra principal de voltaje de 28 V.DC, a continuación se muestran las gráficas de corriente vs carga y la gráfica de corriente vs voltaje, donde se muestra claramente que se cumple los parámetros de operación del generador en el banco de prueba.

Tabla 7 Corriente vs Carga, Corriente vs Voltaje (Generador Bell 206B)

VOLTAJE (V)	CARGA (W)	CORRIENTE (A)
28	300	10,71
28	600	21,43
28	900	32,14
28	1200	42,86
28	1500	53,57
TOTAL	4500	160,71



VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	CARGA (W)
28	10,71	300
28	21,43	600
28	32,14	900
28	42,86	1200
28	53,57	1500



Nota: Tabla de valores tomados de la prueba del generador del Helicóptero Bell 206B y Gráficas Corriente vs Carga; Corriente vs Voltaje

4.3 Prueba y Análisis del Alternador de la Avioneta Cessna T206B.

La segunda prueba a realizar es la del Alternador de la Avioneta Cessna T206B, aquí se debe tener en cuenta todos los parámetros de operación que indica la orden técnica del alternador y la aeronave.

Consultados los parámetros mínimos y máximos de operación se procede a instalar el alternador en el banco e interconectando el cableado necesario para su operación.

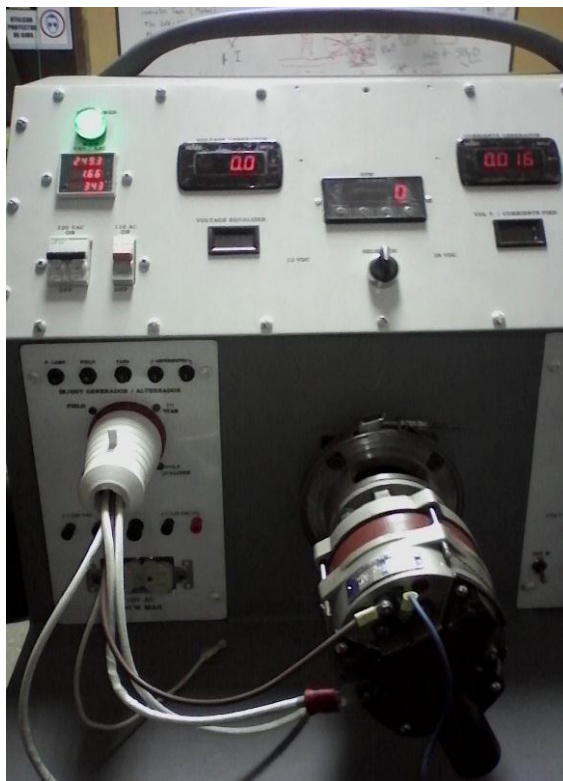


Figura 4.3 Alternador Avioneta Cessna T206.

Prueba de parámetros del alternador de 28 V DC de la avioneta Cessna T206

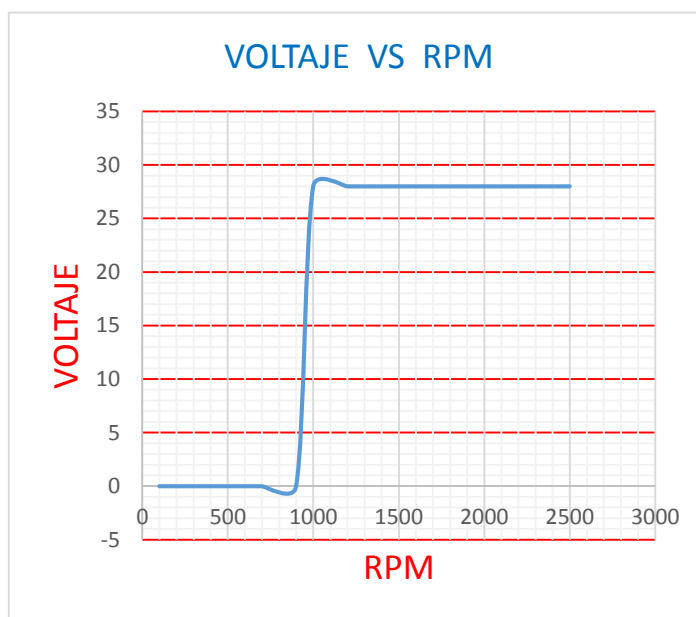
Realizada la instalación, se tiene en cuenta los parámetros que anteriormente se revisa en la manual técnico, se enciende el banco de prueba y se regula la velocidad de acuerdo al rango de operación del alternador.

Esto indica que su velocidad mínima o de relanti (neutro) a la que puede empezar a generar el voltaje de 28 V DC es de 700 RPM hasta 2500 RPM siendo la máxima velocidad a la que puede girar el motor mecánico de la aeronave.

Durante la prueba de este alternador se toma datos de velocidad, voltaje, corriente y carga, lo cual arroja la siguiente tabla de valores y las siguientes gráficas.

Tabla 8 Voltaje vs RPM (Alternador Cessna T206)

RPM (r/min)	VOLTAJE (V)
100	0
300	0
500	0
700	0
900	0
1000	28
1200	28
1400	28
1600	28
1800	28
2000	28
2200	28
2400	28
2500	28



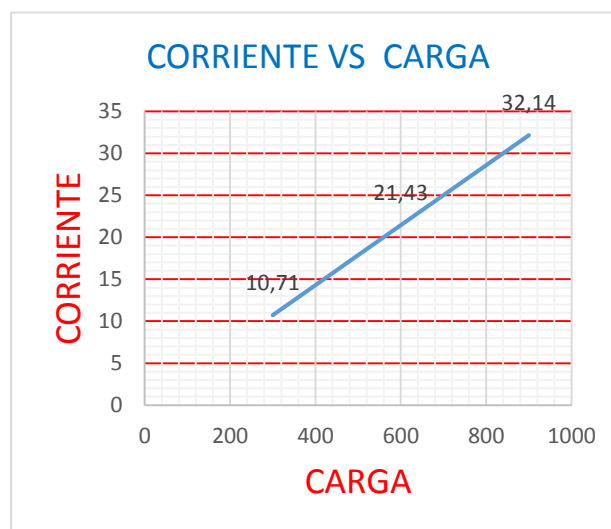
Nota: Tabla de valores tomados de la prueba del alternador de la Avioneta Cessna T206

Observando la gráfica se concluye que el alternador genera a muy bajas RPM siendo 700 RPM la velocidad en la que se activa el switch del alternador para que entre en línea con la barra de 28 V D.C.

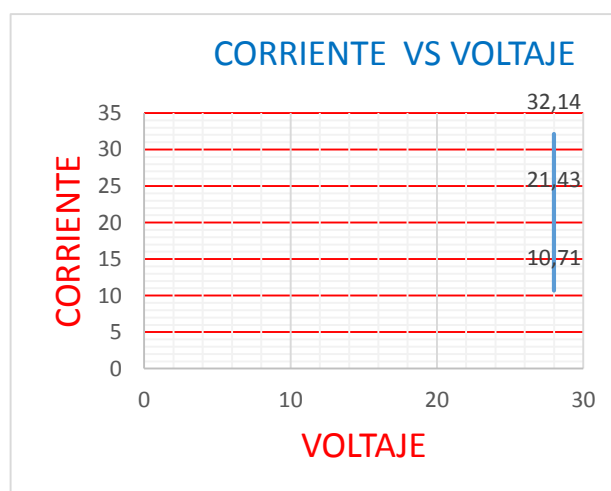
A igual que las pruebas anteriores se recolectan datos de voltaje, corriente, velocidad y carga, con estos se realiza las tablas de datos y se genera las gráficas correspondientes teniendo como resultado las siguientes figuras que se muestra en la siguiente página.

Tabla 9 Corriente vs Carga, Corriente vs Voltaje (Alternador Cessna T206)

VOLTAJE (V)	CARGA (W)	CORRIENTE (A)
28	300	10,71
28	600	21,43
28	900	32,14
TOTAL	1800	64,28



VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	CARGA (W)
28	10,71	300
28	21,43	600
28	32,14	900



Nota: Tabla de valores tomados de la prueba del alternador de la Avioneta Cessna T206

4.4 Prueba y Análisis del Alternador de la Avioneta Piper PA34 Seneca.

Para realizar la prueba del Alternador de la Avioneta Piper PA34 Seneca, se debe tener en cuenta todos los parámetros de operación que indica la Orden Técnica del alternador, una vez chequeados los parámetros mínimos y máximos de operación se procede a instalar en el banco e interconectar el arneses necesario para su operación.

Luego de realizar la instalación, se tiene en consideración los parámetros que anteriormente se revisa en la Orden Técnica, se procede a encender el banco de pruebas y se regula la velocidad de acuerdo al rango de operación del generador.

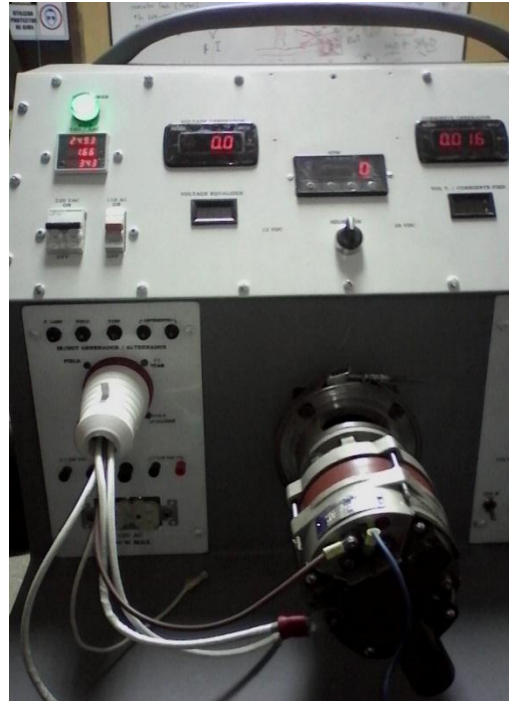


Figura 4.4 Alternador Avioneta Piper PA34.

Prueba de parámetros del alternador de 28 V DC de la Piper PA34 Seneca IV

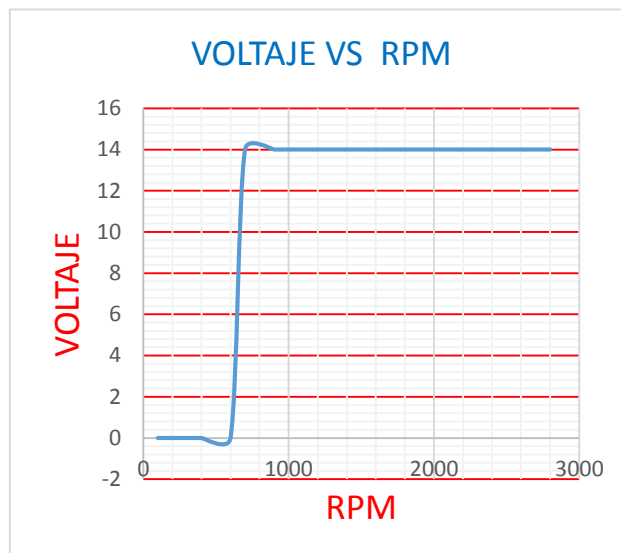
Durante la prueba de este alternador se toma datos de velocidad, voltaje, corriente y carga, lo cual arroja la correspondientes tabla de valores y las sus gráficas.

Para analizar la tabla de datos Voltaje vs RPM, se observa y se concluye que el alternador de la avioneta Piper empieza a generar a muy bajas revoluciones.

Siendo 700 RPM el valor en el que se genera el voltaje de 14 V DC y siendo también 700 RPM el valor de permanencia en la posición de relanti (neutro) el motor mecánico de la avioneta.

Tabla 10 Voltaje vs RPM (Alternador Cessna T206)

RPM (r/min)	VOLTAJE (V)
100	0
400	0
600	0
700	14
900	14
1000	14
1200	14
1400	14
1600	14
1800	14
2000	14
2200	14
2400	14
2600	14
2800	14



Nota: Tabla de valores tomados de la prueba del alternador de la Avioneta
Piper PA34 Seneca

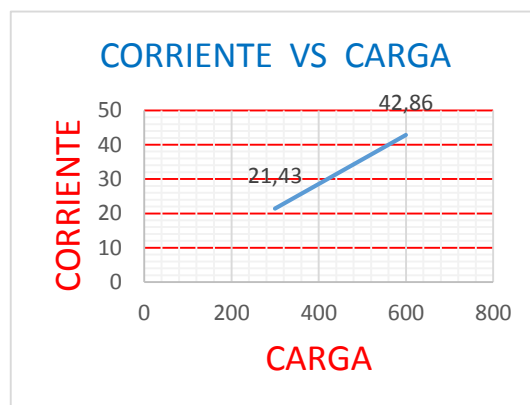
Observando la gráfica se concluye que también el alternador genera a muy bajas RPM siendo 700 RPM la velocidad en la que se activa el switch del alternador para que entre en línea con la barra de 14 V D.C.

A igual que las pruebas anteriores se recolectaron datos de voltaje, corriente, velocidad y carga, con estos se realiza las tablas de datos y se genera las gráficas correspondientes teniendo como resultado las correspondientes figuras.

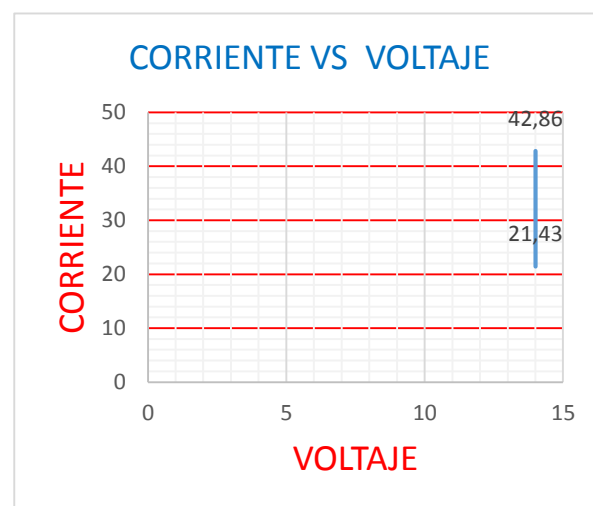
A continuación se muestran las gráficas de corriente vs carga y corriente vs voltaje, estos valores indican los parámetros correctos de operación de este alternador.

Tabla 11 Corriente vs Carga, Corriente vs Voltaje (Alternador Piper PA34)

VOLTAJE (V)	CARGA (W)	CORRIENT E (A)
14	300	21,43
14	600	42,86
TOTAL	900	64,29



VOLTAJE (V)	CORRIENT E (A)	CARGA (W)
14	21,43	300
14	42,86	600



Nota: Tabla de valores tomados de la prueba del alternador de la Avioneta Piper PA34 Seneca

Estos datos demuestran que el banco de pruebas cumple con las necesidades del personal técnico para realizar los chequeos de estos alternadores y generadores que previamente han pasado por un mantenimiento o un overhaul.

Con esta fase del proyecto se ha cumplido la etapa de pruebas y análisis, aquí concluye una parte esencial del trabajo ya que se considera que es la parte principal, la fase de pruebas y análisis da un criterio para saber si el trabajo cumple con las expectativas presentadas en el anteproyecto y con esto concluye el diseño y construcción del banco de prueba.

CONCLUSIONES

Terminado este trabajo de tesis se concluye que:

- Este banco de prueba ayuda a todo el personal técnico de la Escuadrilla Electrónica del Escuadrón Mantenimiento N° 2222 del Ala de Combate N° 22 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- El banco de prueba es construido con la más alta calidad internacional, por sus componentes de marcas reconocidas como SIEMENS, SCHNEIDER-ELECTRIC, CNC, GE, LAMAR TECHNOLOGIES, RED LION, OHMITE, KLIXTON, BOSCH, etc.
- Se puede ampliar el uso del proyecto con las adecuaciones necesarias (acoplamientos para otros modelos de alternadores).
- Los costos de implementación y mantenimiento son bajos comparados con el beneficio que este proyecto trae consigo.
- Con los datos técnicos tomados en las pruebas realizadas, se puede suprimir la mano de obra extranjera.
- Este proyecto queda de base para mejoras del mismo.

RECOMENDACIONES

- No permitir que se trabe el eje del motor trifásico que mueve al eje principal del banco, por lo que se debe prender una vez al mes.
- Extender la aplicación de este banco para otras aeronaves como el Helicóptero DHRUV o aeronaves de la Fuerza Terrestre (Ejercito) o Fuerza Naval (Marina).
- Mejorar la potencia del motor trifásico de 4 HP por un uno de mayor capacidad y mayor número de RPMs para trabajos a mayor escala.
- Actualizar el software de LabVIEW, con las nuevas versiones venideras.
- El tiempo de realización de este trabajo puede ser mucho menor con la ayuda y asesoría adecuada.

CRONOGRAMA

El siguiente cronograma muestra el tiempo que tomo en realizar el presente trabajo, el cual está realizado por una persona en el horario de 16:00 a 22:00, este tiempo puede ser mucho menor con la ayuda adecuada.

TAREAS	Febrero – Abril 2014	Mayo - Junio 2014	Marzo 2015	Agosto – Noviembre 2014	Diciembre 2014	Enero-Febrero 2015	Marzo 2015
Investigación sobre motores, variadores, contactores, labview y demás materiales mecánicos y electrónicos.							
Adquisición e importación de materiales.							
Simulación de labview y tarjetas de interface.							
Construcción de la estructura							
Construcción de piezas en torno (ejes, acoples)							
Fabricación del tablero de mando en aluminio.							
Ensamblaje y pruebas							
Desarrollo y Revisión de Memoria Técnica							
Revisión General							

PRESUPUESTO

El gasto total para la construcción de este banco de pruebas es de \$ 5.499,20, de los cuales un 40 % son financiados por el Ala de Combate N° 22, es decir \$ 2200. El otro 60% del financiamiento es asumido por el Señor Edison Iván Domínguez Chuiza realizador de este banco.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO
1	MOTOR TRIFÁSICO 220 V AC 3440 RPM 4 HP	1	\$ 450,00
2	VARIADOR SINAMICS G110 4 HP 3F 220 V-SIEMENS	1	\$ 380,00
3	BREAKER 2 POLOS 50 A 240/440 V M. GERIN	1	\$ 10,00
4	SOCQUET POLARIZADO 50 A	1	\$ 16,50
5	CONECTOR POLARIZADO 50 A	3	\$ 49,50
6	BREAKER 1 POLO 10 A 110 V M.GERIN	1	\$ 10,00
7	LUZ PILOTO VERDE 110 V A.C Y 220 V A.C	1	\$ 18,00
8	TRANSFORMADOR REDUCTOR 220 V A.C/110 V A.C	1	\$ 30,00
9	TACÓMETRO DIGITAL HUANYOUNG	1	\$ 175,00
10	VOLTÍMETRO DC DIGITAL 3 1/2 DÍGITOS RED LION	1	\$ 90,00
11	AMPERÍMETRO DC DIGITAL 3 1/2 DÍGITOS RED LION	1	\$ 104,50
12	INDICADOR DUAL DIGITAL 100 A A.C 300 V A.C	1	\$ 50,00
13	POTENCIÓMETRO 30 KΩ CLAROSTAT	1	\$ 25,00
14	NI myDAQ - Student Kit - with LabVIEW	1	\$ 360,00
15	REGULADOR DE VOLTAJE LAMAR P/N B-00288-1	1	\$ 250,00
16	BATERÍA 12 V DC 40 A	2	\$ 160,00
17	SENSOR DE PROXIMIDAD MAGNÉTICO (RPM)	1	\$ 50,00
18	CHUMACERAS 1 1/4" DE PARED DE ALTA RPM	1	\$ 30,00
19	CHUMACERAS 1 1/4" DE PISO DE ALTA RPM	1	\$ 30,00
20	ESTRUCTURA METÁLICA, TRABAJOS EN TORNO	1	\$ 1.000,00
21	RESISTENCIAS DE POTENCIA 300 W	15	\$ 500,00
22	PULSADOR DE EMERGENCIA TIPO HONGO 2 NC	1	\$ 20,00
23	CIRCUIT BRAKERS TIPO SWITCH DE PALANCA	10	\$ 156,00
24	RUEDAS 6 PULGADAS	2	\$ 30,00
25	POLEA 11" Y 3"	1	\$ 20,00
26	BANDA TRAPEZOIDAL DENTADA TIPO A DE 56"	1	\$ 15,00
27	VENTILADORES	3	\$ 60,00
28	CONTACTORES DE 220 V AC	7	\$ 150,00
29	CABLES ELÉCTRICOS		\$ 120,00
29	TRABAJOS EN SERIGRAFÍA		\$ 100,00
30	PERNOS, TORNILLOS, TYPES GRAPES, TERMINALES		\$ 120,00
31	MATERIAL GASTADO EN PRUEBAS Y EXTRAS		\$ 330,00

SUBTOTAL \$ 4.910,00

IVA 12% \$ 589,20

TOTAL \$ 5.499,20

BIBLIOGRAFÍA

- Chapman, S. J. (1993). *Máquinas Eléctricas* (Tercera ed.). Toronto: Mc Grow Hill.
- Company, C. A. (2010). *Model 206/T206 Series 1998 & On Maintenance Manual*. Wichita, Kansas: Cessna.
- José Rolán, J. R. (2005). *Arranque y protección de motores trifásicos*. Thomson-Paraninfo.
- Orego, J. J. (2010). *Máquina Eléctrica* (Segunda ed.). España: paraninfo S.A.
- Inc, A. P. (2000). *Overhaul and Maintenance Manual*. Miami.
- Inc., B. H. (2013). *BHT-206A/B-SERIES-Maintenabce Manual* (Vol. 11). Forth Work, Texas.
- Kosow, I. L. (1993). *Máqunas Eléctricas y Transformadores* (Segunda ed.). México: Hispanoamérica S.A.
- Aviation, F. A. (20 de Marzo de 2015). *Advisory Circulars (ACs)*. Obtenido de Regulations & Policies: http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/
- Mecánica, I. (9 de Abril de 2014). *Calculo y Diseño*. Obtenido de Correas de Transmisión: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>
- Quiminet. (2014). *Qué es un variador de frecuencia y cómo es que funcion*. Obtenido de Variadores de Frecuencia: <http://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-variador-de-frecuencia-y-como-es-que-funciona-60877.html>
- Siemens. (s.f.). *Variadores de Velocidad SINAMICS*. Obtenido de Siemens Industry Ecuador: <https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Articulo%20variador%20de%20velocidad%20Siemens.pdf>
- Teresa Martin Blas, Ana Serrano Fernández. (Octubre 2014). *Generador Electrico*. Obtenido de Magnetismo: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/magnet/generador.html>
- Universidad de Sevilla. (21 de Junio de 2013). *Ley de Lorentz*. Obtenido de Campo magnético de corrientes estacionarias: http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ley_de_Lorentz

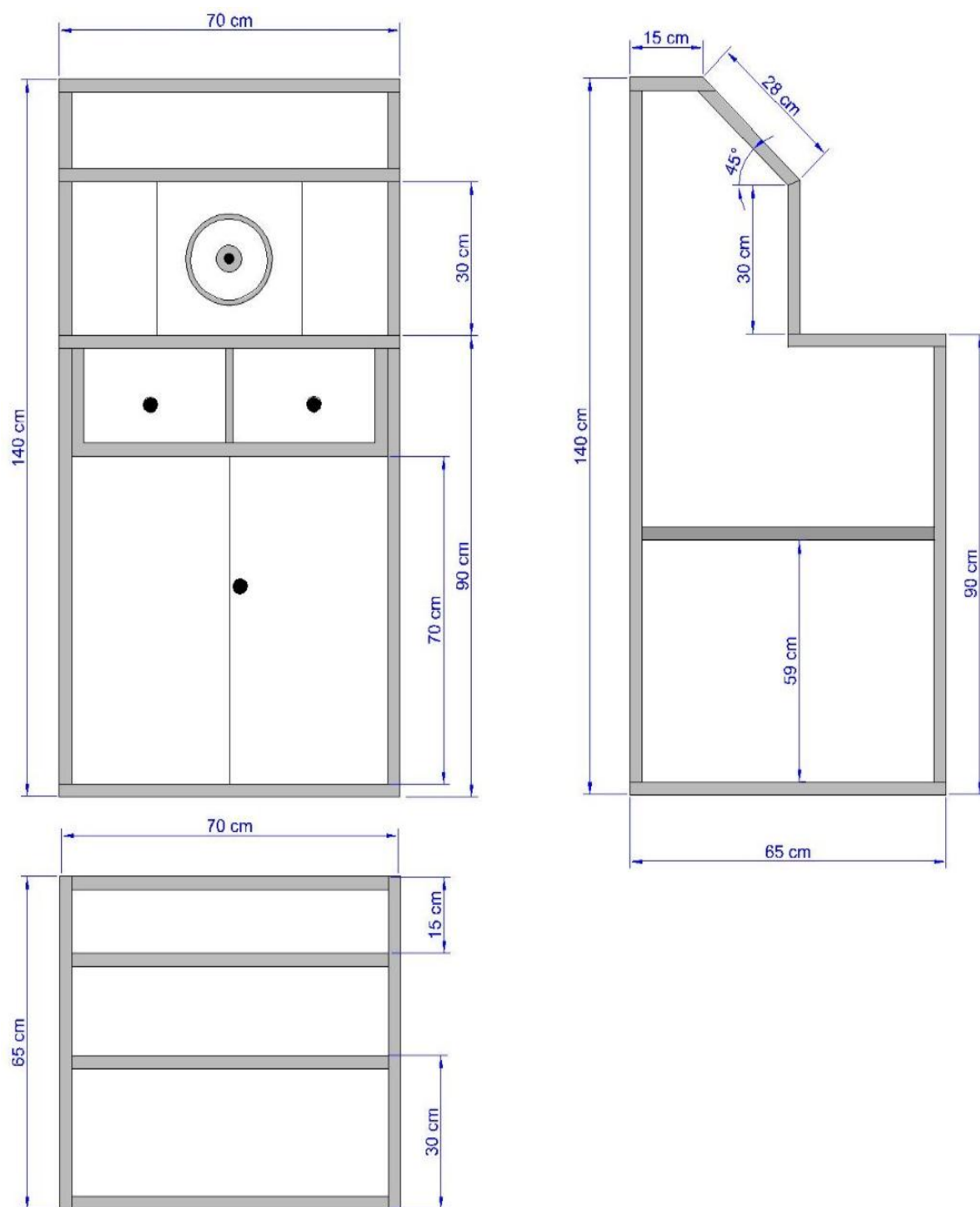
Educativa.catedu (s.f.). *Transmisión por poleas y correas o cadenas*. Obtenido de Elementos mecánicos transmisores de movimiento.: http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1101/html/3_transmision_por_poleas_y_correas_o_cadenas.html

Indarbelt (s.f.). *Cálculo de transmisiones*. Obtenido de Formulas: <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm>

Eudim.uta.cl. (s.f.). *Sensor de Proximidad Magnéticos*. Obtenido de Sistemas de sensores y Actuadores: http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores/sistemas_de_sensores_y_actuadores_03_v2.pdf

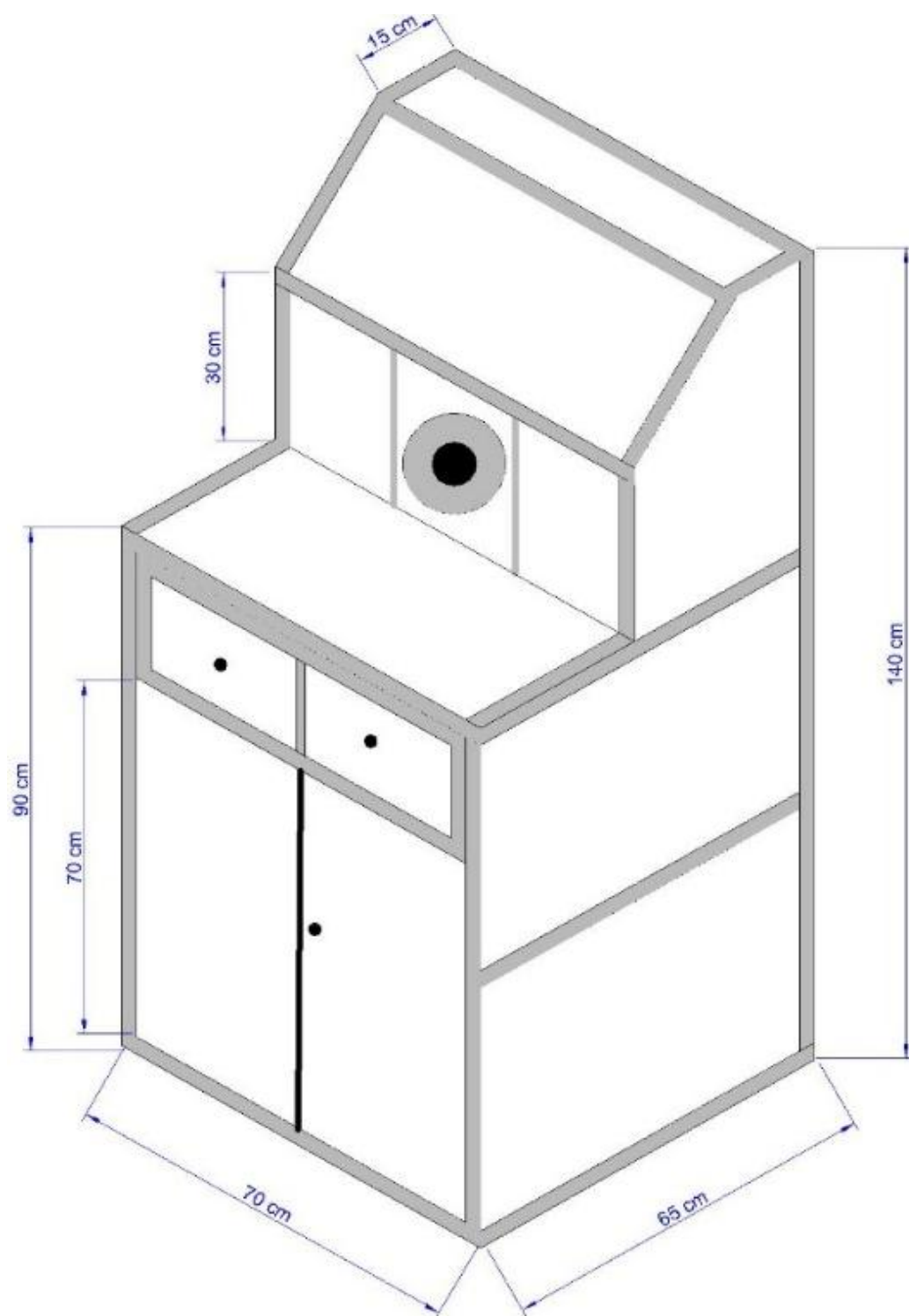
ANEXO A
PLANOS DEL PROYECTO

ESTRUCTURA METÁLICA



ANEXO A

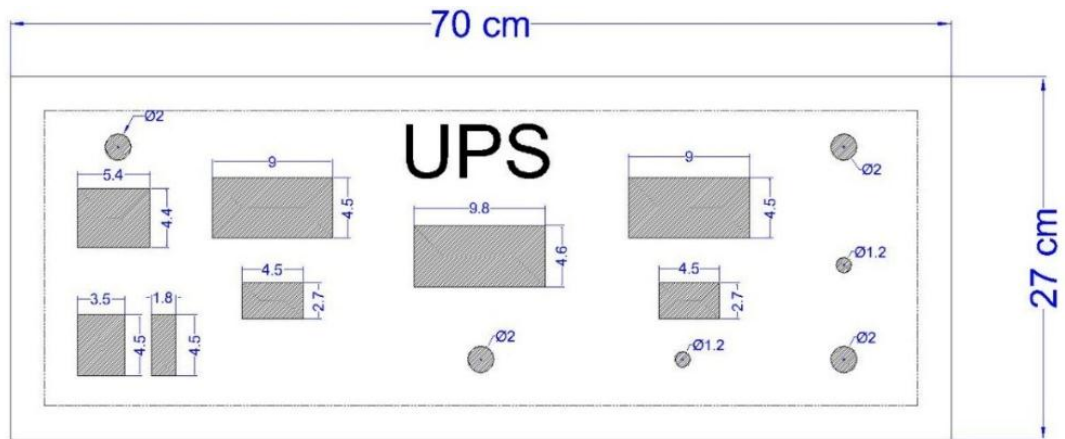
ESTRUCTURA VISTA ISOMÉTRICA



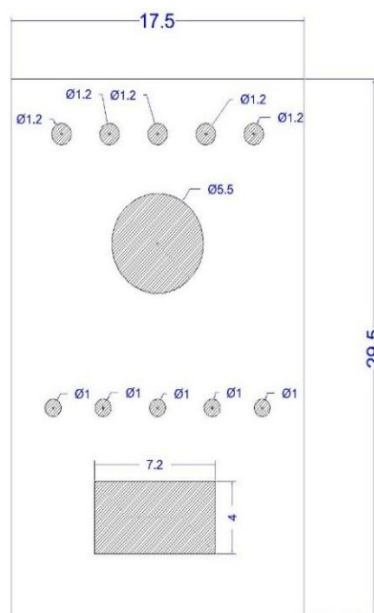
ANEXO A

TABLEROS DE CONTROL

TABLERO PRINCIPAL



TABLERO DERECHO

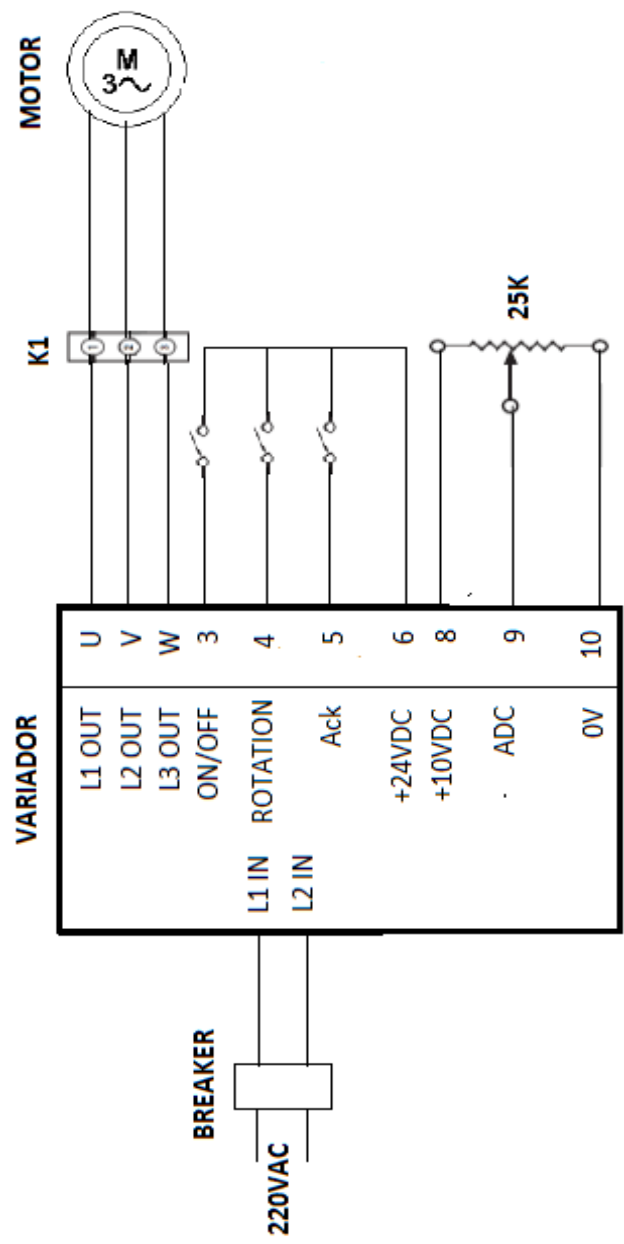


TABLERO IZQUIERDO



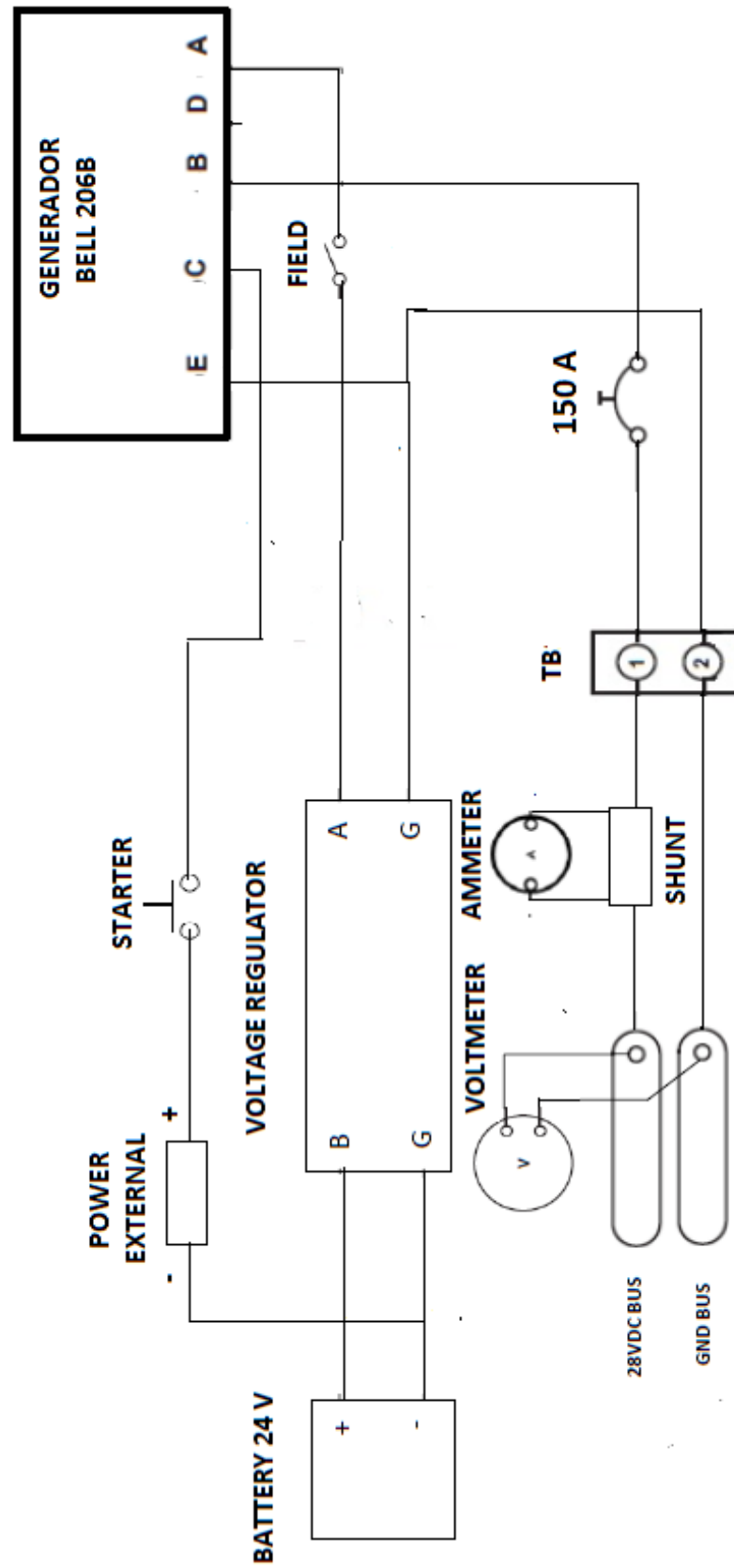
ANEXO A

VARIADOR DE VELOCIDAD



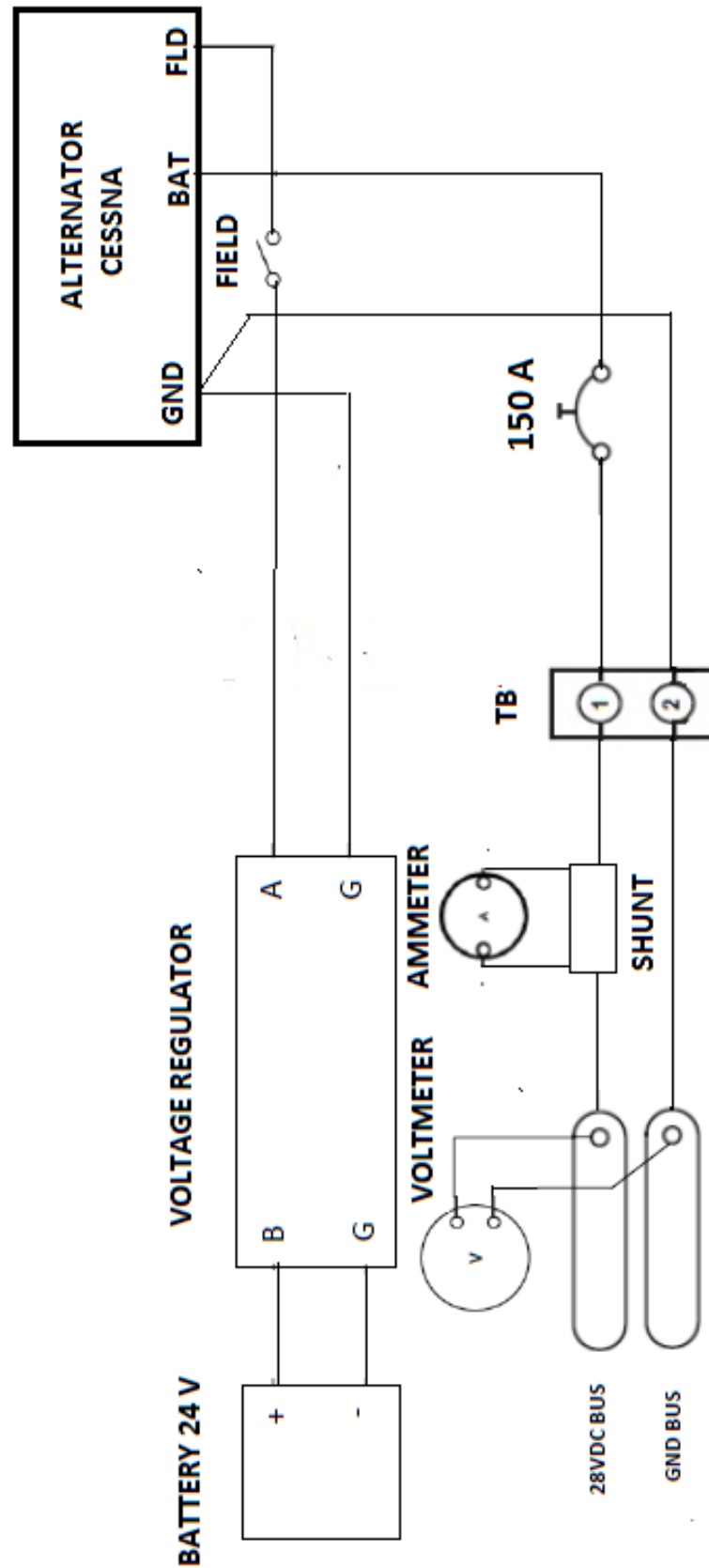
ANEXO A

GENERADOR BELL 206B



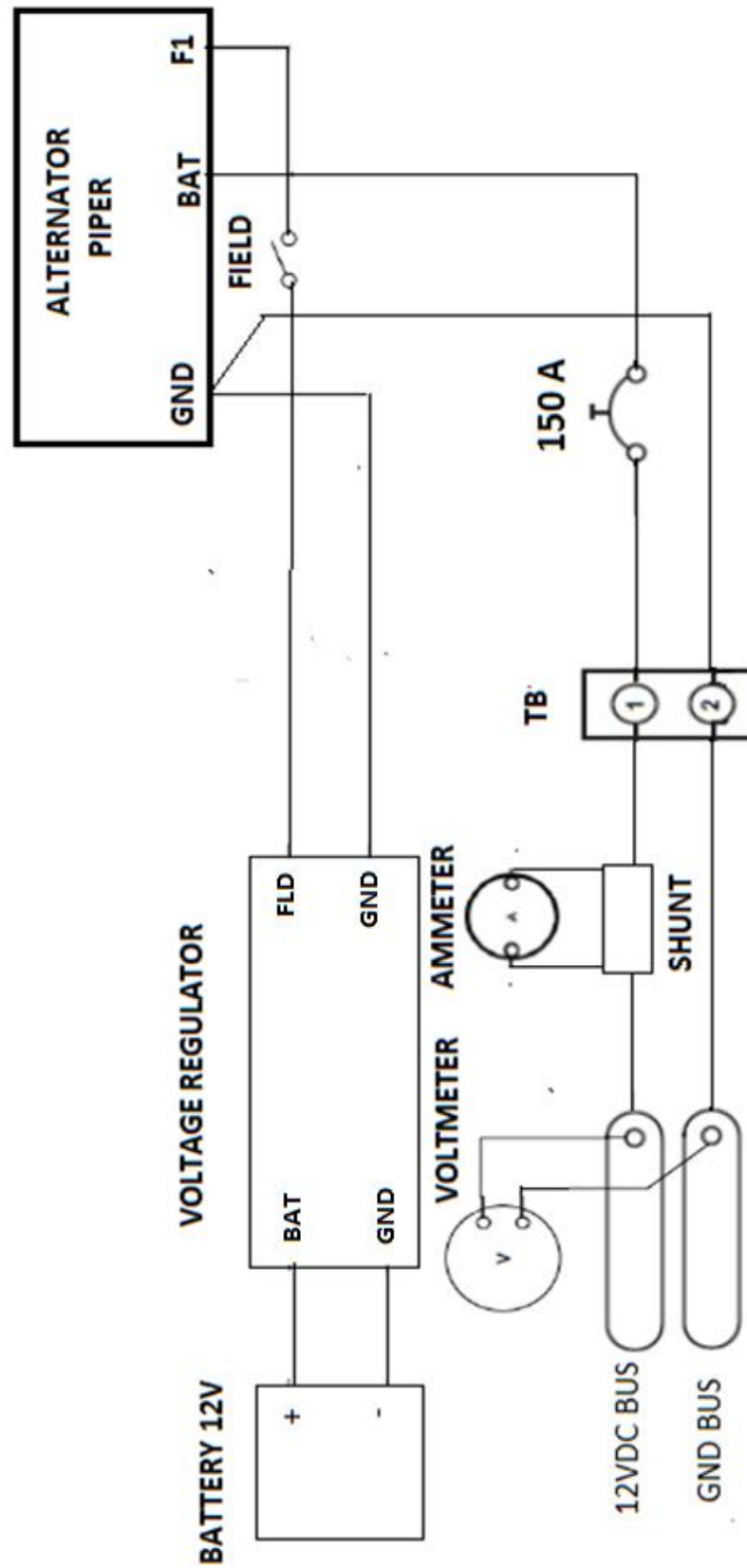
ANEXO A

ALTERNADOR CESSNA T206



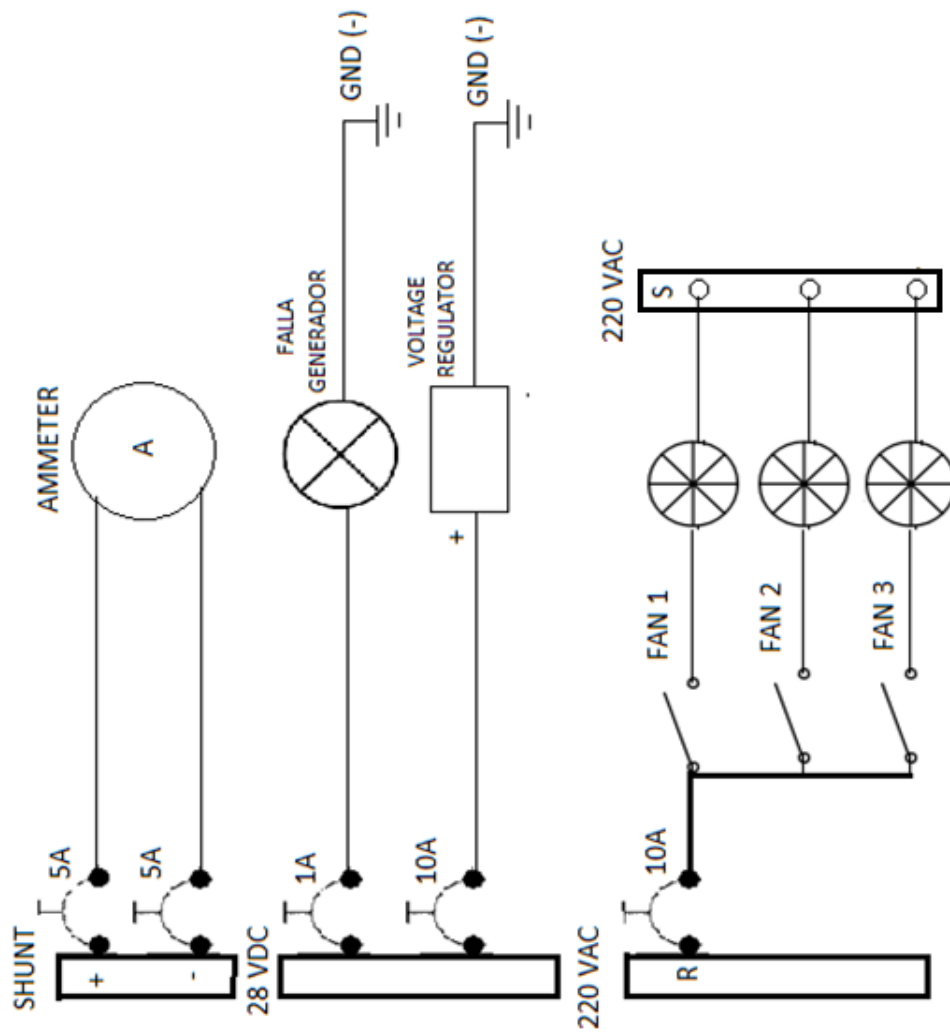
ANEXO A

ALTERNADOR PIPER PA-34



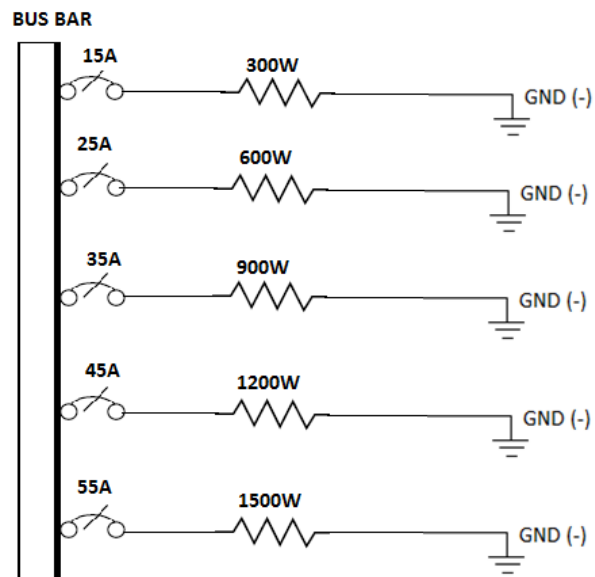
ANEXO A

PROTECCIONES

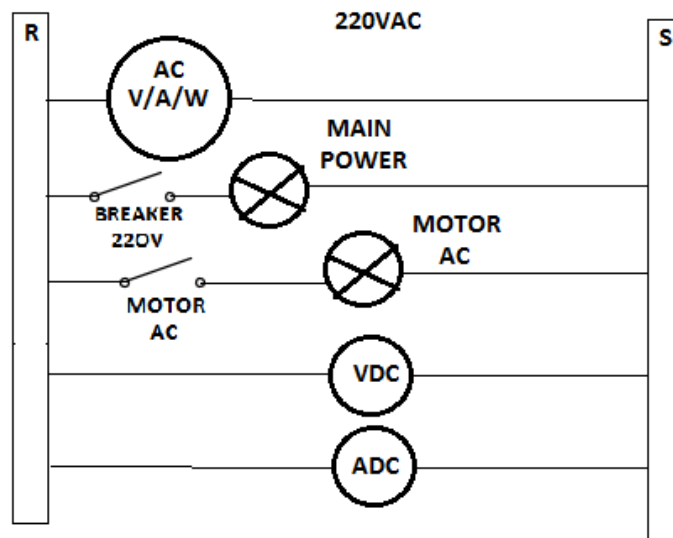


ANEXO A

CARGAS

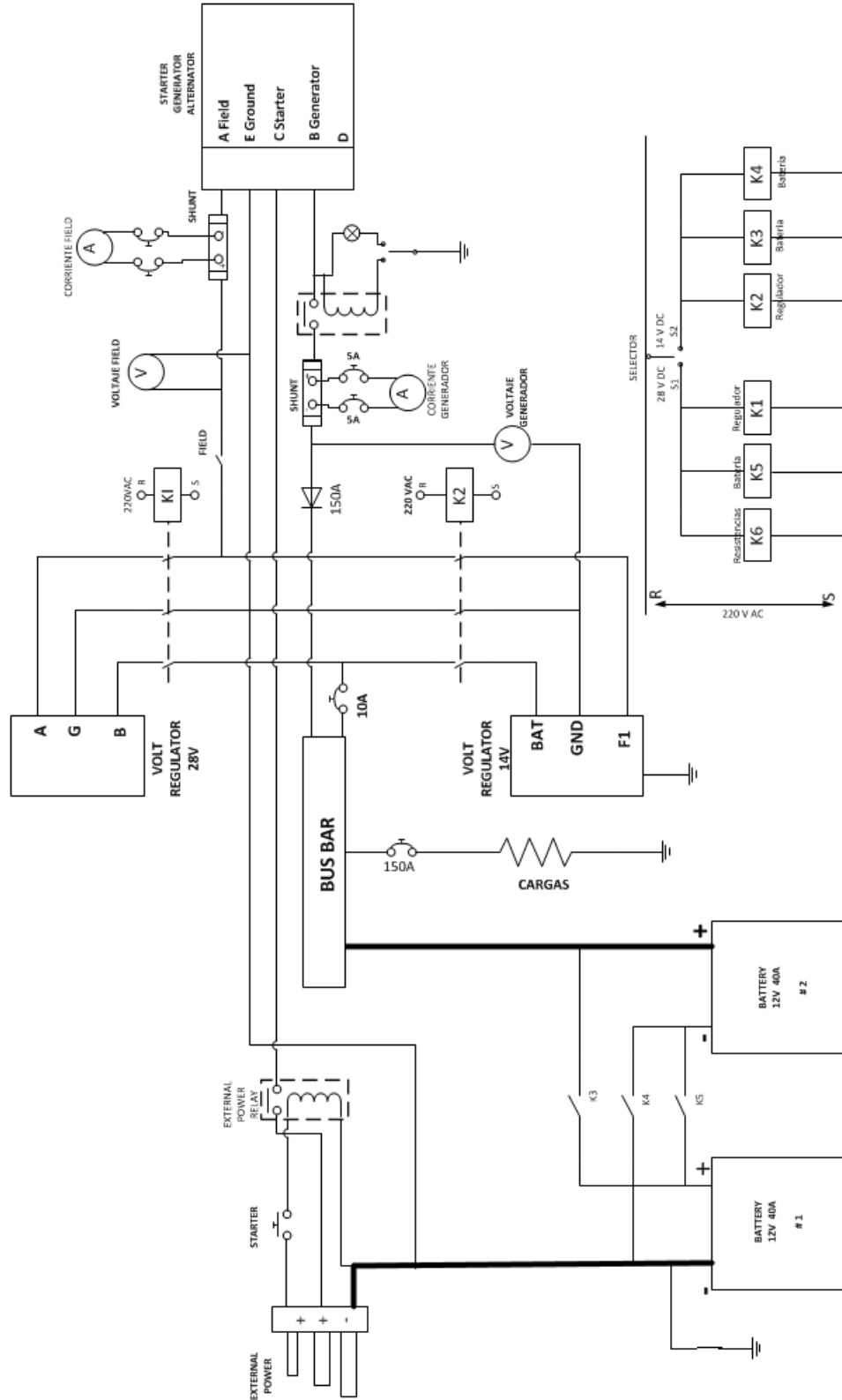


INSTRUMENTOS



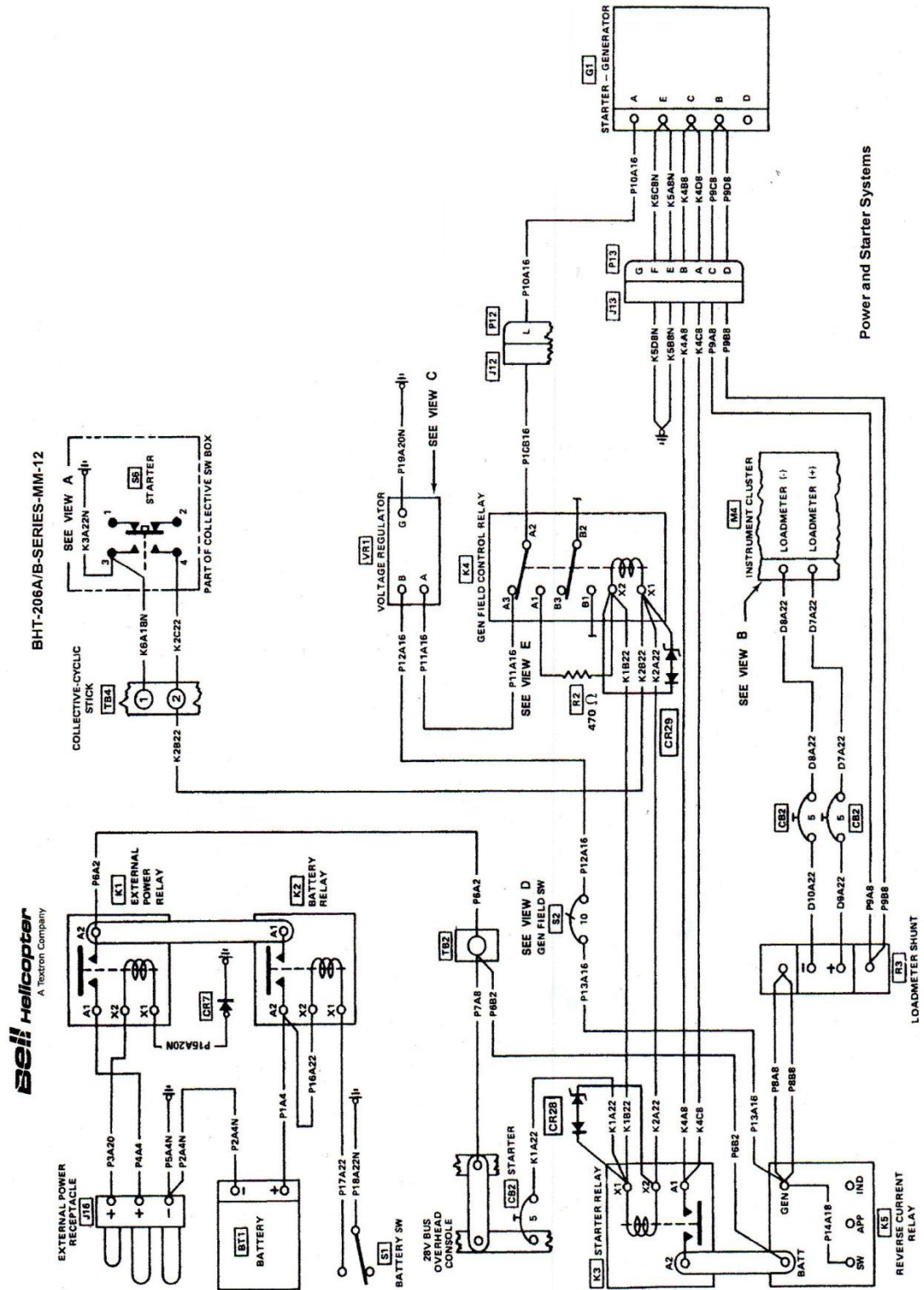
ANEXO A

WIRING DIAGRAM DEL BANCO DE PRUEBA



ANEXO A

WIRING DIAGRAM HELICÓPTERO BELL 206B





ANEXO B

MANUALES DEL USUARIO

1. OBJETIVO

Establecer las normas básicas de seguridad para el uso y operación del banco de prueba de los generadores y alternadores D.C.

2. ALCANCE

Prevenir, instruir y mantener la seguridad de los técnicos y personal de mantenimiento de la Sección de Aviónica del Escuadrón de Mantenimiento No 2222 del Ala de Combate No 22 al momento de operar el banco de prueba.

3. PROCEDIMIENTOS

- 1) Previo a la operación del banco, el operador debe estar familiarizado con el funcionamiento del banco, debe tener conocimiento sobre los generadores y alternadores a probarse, caso contrario tiene que estar con la supervisión de un técnico que tenga conocimiento adecuado sobre el banco y los generadores.
- 2) Chequear que todas las conexiones se encuentren en buen estado y seguras, así como los elementos mecánicos giratorios del sistema de transmisión de movimiento, que no esté trabado.
- 3) Verificar que todas las conexiones eléctricas se encuentren bien conectadas, ajustadas y aseguradas.
- 4) Verificar que haya un extintor para fuego del tipo A, B o C, en un lugar estratégico cerca del banco de prueba, antes de ponerlo en marcha.

Elaborado por:
Edison Domínguez
2

Revisado por:
Ing. Luis Córdova

Fecha:
2015-03-30

Página
142 de



- 5) Antes de encender el equipo usar el equipo de protección personal, tapones, orejeras, guantes, gafas.
- 6) Si se presenta alguna anomalía al momento de encender el banco, cortar el abastecimiento eléctrico presionando el botón de emergencia y remitir al manual de mantenimiento o a un técnico.
- 7) Utilice la herramienta adecuada para realizar cualquier trabajo y no olvidar ningún objeto extraño sobre el banco la vibración puede provocar un accidente o incidente.
- 8) Operar con cuidado el banco y no lleve consigo partes sueltas como pañoletas, jockey, relojes, etc. estas pueden engancharse en las partes móviles del banco.
- 9) Evite los juegos y bromas que pueden provocar una catástrofe o accidente. Recordar que el banco trabaja altas velocidades.
- 10) Al operar el banco evite usar objetos que provoquen distracción como el celular, anillos, cadenas, aretes, peor aún manipularlo bajo efectos del alcohol, es recomendable que se encuentre con sus cinco sentidos.
- 11) Manipule el banco de acuerdo a los parámetros mínimos y máximos del generador o alternador que este chequeando, velocidad, corriente, carga.
- 12) Para su mayor seguridad es recomendable que siempre trabaje con un ayudante y haga caso a las normas de seguridad.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD
"RECUERDE LA SEGURIDAD ES DE TODOS"

Elaborado por:
Edison Domínguez

Revisado por:
Ing. Luis Córdova

Fecha:
2015-03-30

Página
2 de 2



1. OBJETIVO:

Establecer los procedimientos para la operación del banco de prueba de los generadores y alternadores DC.

2. ALCANCE:

Proporcionar los pasos que deben seguir los técnicos y personal de mantenimiento para la operación del banco de prueba de los generadores y alternadores DC.

3. PROCEDIMIENTOS

- 1) Antes de manipular el banco revise los parámetros mínimos y máximos del generador o alternador que va chequear, velocidad, corriente, carga.
- 2) Realice un pre-chequeo y limpie el área de trabajo del banco de prueba, verifique que no existe objetos extraños en el banco, más aun en las partes móviles.
- 3) Instale el generador o alternador sobre los acoples y estos a su vez en el banco y alinee con el eje, asegúrese de su correcto engranaje.
- 4) Colocar la abrazadera entre el soporte principal y el acople del alternador o generador, ajustarla mediante la tuerca, el torque de ajuste está indicado en la abrazadera. (50 lbs-in o 70 lbs-in).
- 5) Conectar los cables a los diferentes terminales del generador o alternador según la identificación, Terminal **A** o **FLD** (+) Field, terminal **B** o **BAT** (+) Salida del generador y terminal **E** o **GND** (-) Negativo o tierra, terminal **C** (+) Entrada al starter (solo generador Bell 206), asegurar con las tuercas correspondientes.
- 6) Verifique que todos los switches estén en la posición de **OFF**, ahora conecte el banco a la toma de 220 VAC.
- 7) Active el breaker de **220V**, seguidamente el breaker de **110V**, se energizará el banco de prueba y todos sus componentes.

Elaborado por:

Revisado por:

Fecha:

Página



"El Ecuador ha sido es y será
país Amazónico"



"Para que otros puedan
vivir"

Edison Domínguez
3

Ing. Luis Córdova

2015-03-30

144 de

8) Tenga presente los rangos de velocidad, voltaje, corriente y carga del generador o alternador que va a chequear.

9) Con el switch **ROTACIÓN** elija la dirección de rotación según la necesidad del generador o alternador, en sentido horario o anti-horario.

10) Seleccione mediante el switch selector la posición de **28 V** o **14 V**, según el tipo de generador.

11) Active el switch **MOTOR AC**, el variador empieza a funcionar, con el potenciómetro regule la velocidad del generador o alternador desde su mínima velocidad hasta su máxima velocidad de operación. Verificar la velocidad observando el tacómetro.

12) Active el switch **FIELD** para que el generador o alternador entre en línea con la BUS BAR, la luz de falla de generador se apagara. Observar en el voltímetro el voltaje generado.

13) Con el voltaje generado active los cinco switches de carga desde el mínimo al máximo, conforme se va aumentando la carga, el consumo de corriente también se incrementará. Siendo las carga de 300W, 600W, 900W, 1200W y 1500W.

NOTA: Recuerde que debe observar el amperímetro y tener cuidado de no sobrepasar los límites de generación en cada uno de los generadores o alternadores.

14) Varíe la velocidad del banco y tome nota de los datos obtenidos en las pruebas y anote en la siguiente tabla.

VELOCIDAD (RPM)	CARGA (W)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)



"El Ecuador ha sido es y será
país Amazónico"

ALA DE COMBATE No. 22

BANCO DE PRUEBA PARA GENERADORES DC

MANUAL DE OPERACIÓN



"Para que otros puedan
vivir"

Elaborado por:
Edison Domínguez

Revisado por:
Ing. Luis Córdova

Fecha:
2015-03-30

Página
2 de 3

Observe que el voltaje de 28V o 14V sea constante cuando se varié la carga, no debe haber caída de voltaje a menos que esté por debajo de su velocidad de operación.

NOTA: Si en la primera prueba se observa que el voltaje cae a 0V, se determina que el generador o alternador tiene algún **defecto**, si el voltaje con todas las resistencias de carga, es menor que el 20% del nominal del generador o alternador, el generador o alternador está **operable**.

15) Para finalizar la prueba genere el reporte de prueba haciendo clic en el botón de REPORTE.

16) Finalmente poner todos los switchs en la posición **OFF** en el orden inverso al que fueron activados y proceda a retirar el generador o alternador.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Elaborado por:
Edison Domínguez

Revisado por:
Ing. Luis Córdova

Fecha:
2015-03-30

Página
3 de 3



1. OBJETIVO:

Determinar los procedimientos para realizar el mantenimiento del banco de prueba de los generadores y alternadores DC.

2. ALCANCE:

Proporcionar los pasos que deben seguir los técnicos, o el encargado de la Sección de Aviónica del Escuadrón de Mantenimiento No 2222 del Ala de Combate No 22 para realizar un correcto mantenimiento al banco de pruebas de los generadores y alternadores.

3. PROCEDIMIENTO

- 1) Realizar una inspección preliminar sobre el estado físico de los instrumentos, pernos, tuercas y tornillos que conforman la estructura, como los soportes del eje, las chumaceras, la placa del soporte principal, el soporte principal, el alojamiento del motor y el panel de instrumentos.
- 2) Verificar el voltaje de la fuente principal de voltaje, debe ser de 220V entre dos fases, utilizar un voltímetro AC.
- 3) Verificar el estado de los reguladores de voltaje ubicados junto al variador de velocidad.
- 4) Verifique condiciones y seguridades de los ventiladores, contactores, diodo, resistencias, transformador, luces.
- 5) Verificar el funcionamiento del variador de velocidad y el motor al cual está acoplado, para esto energizar el banco y observar en el panel la variación de frecuencia, debe ir desde 0 a 60 Hz y de 0 a 3440 RPM del motor.
- 6) Si no varía la frecuencia ni las RPM, reemplazar el potenciómetro de 25 K Ω y revisar el circuito de control o la programación del variador de velocidad.



- 7) Si no tiene indicación en los instrumentos, revisar que las conexiones de los switches, instrumentos, sensores, borneras de conexiones estén ajustadas a la mesa ya que la vibración pueden aflojarlas.
- 8) Chequear las resistencias de carga, que estén aseguradas y conectadas en cada ramal, verifique su ohmiaje que debe ser de 3Ω , en caso de existir una fuera de valor reemplace.
- 9) Revisar el alineamiento del eje con respecto a la placa de alojamiento del soporte principal, luego de un cambio de banda, esto se lo realiza con un generador, de no estar alineado corregir haciendo movimientos laterales o verticales de los ejes de las chumaceras.
- 10) Lubricar las chumaceras cada 100 horas de operación o cada 6 meses, lo que llegue primero, para esto utilizamos grasa AEROSHELL 22.
- 11) Verifique la condición de las baterías, voltaje, nivel de ácido, caso contrario de mantenimiento a las mismas.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Elaborado por:
Edison Domínguez

Revisado por:
Ing. Luis Córdova

Fecha:
2015-03-30

Página
148 de 2

ABREVIATURAS

AC: Alternate Current
AAC: Ampere Alternate Current
ADC: Ampere Direct Current
AI: Analog Input
AO: Out Analog
AWG: American Wirw Gauge
BHT: Bell Helicopter Textron
BOP: Basic Operate Panel
CA: Corriente Alterna
CC: Corriente Continua
CCW: Counter Clock Wise
CW: Clock Wise
CUL: Certificación UL
CE: Conforme Europeen
UL: Underwrite Laboratories
CFEM: Contra Fuerza Electro Motriz
CM: Centro de Mantenimiento
DC: Direct Current
DAQ: Data Acquisition in Labview
DIO: Digital Input Out
DMM: Digital Multi Meter
FAA: Federal Admistration Aviation
FAE: Fuerza Aérea Ecuatoriana
FEM: Fuerza Electro Motriz
FLD: Field
FMM: Fuerza Magneto Motriz
FP: Factor de Potencia
FS: Factor de Servicio
GB: Giga Bytes

GE: General Electric
GND: Ground
HP: Horse Power
HZ: Hertz
ISO: Intertational Standardization Organization
KΩ: Kilo Ohmios
KVA: Kilo Volta Amperios
KW: Kilo Watt
LED: Ligth Emisor Diode
MM: Maintenance Manual
MW: Mega Watt
NA: Normalmente Abierto
NI: National Instruments
NO: Normalmente Open
NPN: Transistor NPN
OT: Orden Técnica
P/N: Part Number
PAR: Paralelo
PC: Personal Computer
PC: Potencia Corrigida
PNP: Transistor PNP
PWM: Pulse Width Modulation"
RAM: Random Aleatory Memory
RMS: Root Mean Square (Valor Efectivo Medio)
RPM: Revoluciones por Minuto
S/N: Serial Number
SCR: Silicon Controlled Rectifier
USB: Univeral Standard Bus
VA: Volta Amperio
VAC: Voltage Alternate Current
VDC: Voltage Direct Current
VI: Virtual Instrument

GLOSARIO

A

Aircraft Bus

Barra principal de voltaje, este puede ser de DC o AC

Amperaje

Amperaje es la cantidad de electrones libres (corriente) que circulan a través de un material conductor: Su unidad de medida es el ampere (A).

Arneses

Conjunto de cables por los cuales circulan energía eléctrica, señales, audio, etc.

Avión No Tripulado

Es una aeronave que vuela sin tripulación y su control es en forma remota y está a grandes distancias

Avioneta

Avión pequeño y de poca potencia con el que se realizan vuelos de menor duración y altura.

Aviónica

Conjunto de equipo eléctricos y electrónicos que se aplican a la navegación aérea y espacial en una aeronave.

B

Bipolar

Que tiene dos polos y por lo general son positivos y negativos.

Bus Eléctrico

Barra de voltaje en una aeronave.

C**Carga Eléctrica**

Propiedad de la materia que permite cuantificar la pérdida o ganancia de electrones es decir de corriente y se cuantifica en watts.

Centrífugo

Que se aleja del centro o tiende a alejar de él.

Centrípeto

Que tiende a acercar al eje alrededor del cual gira.

Chumacera

Pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira un eje de una maquinaria.

Circuit Breaker

Disyuntor térmico que se activa al elevar la temperatura en el cableado, también llamado rompe circuito.

Colector

Es un método de hacer una conexión eléctrica a través de un ensamblaje rotativo.

Componente

Conjunto, parte, artículo, pieza o elemento constitutivo de una aeronave según las especificaciones del fabricante y por extensión, de la estructura motor, hélice o accesorio.

Corriente

La Corriente es el libre movimiento de electrones por un conductor.

D**Densidad**

Relación entre la masa y el volumen de una sustancia, o entre la masa de una sustancia y la masa de un volumen igual de otra sustancia tomada como patrón.

Deslizamiento

El deslizamiento en una máquina eléctrica es la diferencia relativa entre la velocidad del campo magnético (velocidad de sincronismo) y la velocidad del rotor.

Devanado

Componente de un circuito eléctrico formado por un alambre aislado que se arrolla en forma de hélice común paso igual al diámetro del alambre.

Diodo Rectificador

Es el elemento semiconductor que permite convertir la corriente alterna en corriente continua.

Disponibilidad de naves

Es el porcentaje de tiempo en el que una aeronave esta lista para realizar un vuelo.

Drivers

Un controlador de dispositivo es un programa informático que permite al sistema operativo interaccionar con un periférico.

Dual

Se refiere al doble de alguna cosa u objeto, en electricidad seria doble de algún equipo o instrumento.

E

Eficiencia energética

Es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía.

Eje

Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje.

Energía Electromagnética

Es la cantidad de energía almacenada en una región del espacio que se atribuye a la presencia de un campo electromagnético, y que se expresará en función de las intensidades del campo magnético y campo eléctrico.

Fuerza Electromotriz

Es toda causa capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado.

Escobillas

Bloques de carbón que van en los anillos rotatorios del colector.

Espira

Es un espiral que se mueve a través de un campo magnético uniforme.

Estabilidad Eléctrica

Propiedad de la corriente de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación.

Estator

Es la parte fija de un motor dentro del cual gira el móvil o rotor.

F

Fases Eléctricas

Es cuando el voltaje y la corriente pasan al mismo tiempo por el punto cero, existen tres fases R, S, T.

Ferromagnética

Que presenta ferromagnetismo, es decir existe campo magnético.

Field

Bobina que produce campo magnético en un motor.

Frecuencia

Es la cantidad de ciclos completos en un segundo y la unidad de medida es el Hertzio (Hz)

G

Generación

Acción de crear cosas nuevas o formar un elemento nuevo en base a una base.

H

Hangar

Es un lugar utilizado para guardar aeronaves, generalmente de grandes dimensiones y situado en los aeródromos.

Helicóptero

Aeronave que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de un colchón de aire que se forma bajo el rotor principal de la aeronave.

Helicóptero Bell 206

Helicóptero fabricado por la compañía Bell Helicopter Textron

I

Inducción

Fenómeno que una fuerza electromotriz (f.e.m. o tensión) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático

Instrumento

Equipo en el que se visualiza un parámetro, como velocidad, altura, distancia, etc.

Instrumento Virtual

Que solamente existe de forma aparente y no es real.

Intensidad Eléctrica

Es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material conductor.

L

Labview

Es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico.

Ley de Lorentz

Es la fuerza ejercida por el campo electromagnético que recibe una partícula cargada o una corriente eléctrica.

M

Maintenance Manual

Manual de mantenimiento parte de una orden técnica.

Maniobrabilidad

Es la capacidad de controlar un equipo durante un cambio de trayecto.

Mantenimiento

Trabajos requeridos para asegurar la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Metodología

Estudio o elección de un método pertinente para cumplir un objetivo trazado.

Motor Asíncrono

Es un tipo de motor de corriente alterna en el que la rotación del eje no está sincronizada con la frecuencia de la corriente de alimentación

Motor Síncrono

Es un tipo de motor de corriente alterna en el que la rotación del eje está sincronizada con la frecuencia de la corriente de alimentación.

O**Orden Técnica**

Conjunto de manuales técnicos para realizar el mantenimiento a un equipo, componente o aeronave.

Overhaul

Mantenimiento que implica cambiar una pieza o componente por presentar desgaste o haber cumplido el tiempo determinado de vida.

P

Parámetro Eléctrico

Rangos de medición de una determinada variable física como el voltaje, corriente o resistencia.

Polo Magnético

Dispositivo con un magnetismo significativo, de forma que tiende a juntarse con otros imanes o metales ferromagnéticos.

Potenciómetro

Elemento electrónico que sirve para variar o controlar la corriente eléctrica.

Reparación

Mantenimiento en el cual se arregla o se desecha una parte dañada.

Resistencia

Oposición al paso de la corriente eléctrica.

Resistencia Shunt

Es una carga resistiva a través de la cual se deriva una corriente eléctrica.

Rotor

Parte móvil de un motor eléctrico.

S

Sensor

Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas.

Sistema Mecánico

Combinación de componentes y/o accesorios interrelacionados para desarrollar una función específica.

Sistema Trifásico

Que tiene tres corrientes eléctricas alternas iguales, procedentes del mismo generador, cuyas fases respectivas se producen a la distancia de un tercio de período.

Socket

Pieza metálica o de plástico en la que se encaja el casco de un foco para conectarlo a la electricidad.

Switch

Dispositivo mecánico que sirve para el encendido y apagado de equipos eléctricos o electrónicos.

T**Tacómetro**

Dispositivo que mide la velocidad de giro de un eje.

TH 75 A

Modelo de helicóptero, fabricado por los años 60.

Tracción

Acción de tender a mover una cosa hacia el punto de donde procede el esfuerzo.

U**Unipolar**

Que tiene un solo polo eléctrico.

V

Velocidad

Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.

Voltaje

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos cargados eléctricamente. Su unidad de medida es el voltio (V).

W

Wiring Diagram

Diagrama de interconexión de un circuito de un sistema eléctrico de una aeronave.