



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y
COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
Y AVIÓNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE
COMPROBACIÓN MEDIANTE LAS UNIDADES DE POTENCIA
EN TIERRA PARA LOS ARRANCADORES – GENERADORES
DE LOS AVIONES PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO 44
“PASTAZA”.**

**AUTOR: CBOS. GUERRERO ALDAZ FRANKLIN ANDRES
DIRECTOR: ING. NEL VACA FLORES, MSc.**

LATACUNGA

2017



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN MEDIANTE LAS UNIDADES DE POTENCIA EN TIERRA PARA LOS ARRANCADORES – GENERADORES DE LOS AVIONES PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO 44 “PASTAZA”** realizado por el señor **CBOS. GUERRERO ALDÁZ FRANKLIN ANDRÉS**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **CBOS. GUERRERO ALDÁZ FRANKLIN ANDRÉS** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 17 de Marzo del 2017

DIRECTOR

ING. NEL A. VACA FLORES, MSc.

C.I. 1713086476



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Cbos. Guerrero Aldaz Franklin Andrés. Con C.I. 1717075095 declaro que este trabajo de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN MEDIANTE LAS UNIDADES DE POTENCIA EN TIERRA PARA LOS ARRANCADORES – GENERADORES DE LOS AVIONES PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO 44 PASTAZA”**, ha sido desarrollada en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de tercero conforme las citas consta en el pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, 17 de Marzo del 2017

Cbos. Guerrero Aldaz Franklin Andrés

C.C.: 1717075095



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Cbos. Guerrero Aldaz Franklin Andrés., autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la instrucción del trabajo: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN MEDIANTE LAS UNIDADES DE POTENCIA EN TIERRA PARA LOS ARRANCADORES – GENERADORES DE LOS AVIONES PERTENECIENTES AL GRUPO AÉREO 44 PASTAZA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 17 de Marzo del 2017

Cbos. Guerrero Aldaz Franklin Andrés

C.C.: 1717075095



DEDICATORÍA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

Franklin Guerrero



AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, sobre todo felicidad además de poner en mi vida a personas tan maravillosas que me han acompañado en las distintas etapas del diario vivir.

Le doy gracias a mis padres Luis y Nelly por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, por haberme ofrecido la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por las lecciones de vida que me han enseñado.

A mis hermanos por ser parte de mi vida y representar la unidad familiar, por llenar de alegría mis momentos.

A Cristina, por ser parte importante de mi vida, por haberme apoyado en las adversidades del tiempo, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

Agradezco a mis docentes por haberme guiado y explotado mis intereses, por motivarme a ser mejor cada día en el ámbito profesional.

Franklin Guerrero

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORÍA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	1
TEMA 1	
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Alcance	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Características generales.....	5
2.3 Limitaciones.....	5
2.3.1 Tripulación mínima	5
2.3.2 Limitaciones de altitud.....	6
2.4 Maniobras	6
2.4.1 Sistemas de Generación	8
2.4.2 Sistemas de generación en corriente alterna.....	9
2.5 Unidad de potencia en tierra o externa GPU	11

2.6	Generador	11
2.7	Partes principales del generador.	12
2.7.1	Estator.....	12
2.7.2	Rotor y colector.	13
2.8	Generadores de Corriente Directa.....	15
2.8.1	Principios de funcionamiento.....	15
2.9	Motor Eléctrico	20
2.9.1	Principios de funcionamiento del motor eléctrico.....	20
2.10	Voltímetro.....	23
2.11	Amperímetros.....	24
2.11.1	Amperímetro analógico	25
2.12	Dispositivo pantalla LED.....	26
2.13	Microcontrolador PIC 16F877a.....	26
2.14	Dispositivos móviles	27
2.15	Botón de Emergencia o Emergency Stop.....	28
CAPÍTULO III		30
DESARROLLO DEL TEMA		30
3.1	Preliminares	30
3.2	Estudio de factibilidad	31
3.2.1	Factor técnico.....	31
3.2.2	Factor económico.....	32
3.2.3	Factor legal	32
3.2.4	Levantamiento de datos	32
3.2.5	Materiales	33
3.2.6	Descripción del banco de pruebas	34
3.2.7	Secuencia a seguir para la construcción del banco de pruebas	34
3.3	Diseño de planos	34
3.4	Diseño de diagramas de conexión de sistema	35
3.5	Construcción de la estructura metálica.....	35
3.6	Programación para activar los arrancadores – generadores de los aviones.....	36
3.7	Simulación en el software Proteus 8.5.....	37
3.8	Implementación de materiales en el banco de pruebas.....	38

3.9	Conexión entre cada elemento.....	39
3.10	Simulación de conexión del motor.....	40
3.11	Conexión del motor con el banco de pruebas.....	40
3.12	Elementos de protección personal (E.P.P.).....	41
3.12.1	Protección ocular	42
3.12.2	Protección auditiva.....	43
CAPÍTULO IV.....		45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		45
4.1	CONCLUSIONES.....	45
4.2	RECOMENDACIONES.....	46
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....		47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Transporte de paracaidistas	6
Figura 2 Dimensiones del avión Arava	7
Figura 3 Funcionamiento del alternador del avión.....	9
Figura 4 Partes de un Generador	12
Figura 5 Estator. Componentes, bobinados y sus partes	13
Figura 6 Colector con sus escobillas o más conocidos como carbones	14
Figura 7 Espira rectangular con campo magnético en un generador básico de DC.....	15
Figura 8 Posición 1 de la espira	16
Figura 9 Posición 2 de la espira.	16
Figura 10 Posición 3 de la espira.	17
Figura 11 Posición 4 de la espira.	17
Figura 12 Generador de Corriente Continua. Generador de DC.....	18
Figura 13 Ubicación del Generador – Arrancador de la Aeronave.....	19
Figura 14 Partes en el generador (Toma de Aire, Abrazadera y Terminales Eléctricas)	20
Figura 15 Diagrama de un motor eléctrico y Diagrama de funcionamiento de un motor eléctrico	21
Figura 16 Efecto FEM – Diagrama del efecto FEM.	21
Figura 17 Momento de giro.	21
Figura 18 La f.c.e.m. Diagrama de la f.c.e.m	22
Figura 19 Voltímetro Digital	24
Figura 20 Amperímetro Digital.....	25
Figura 21 Amperímetro analógico	25
Figura 22 Dispositivo LED	26
Figura 23 Microcontrolador PIC 16F877a.....	26
Figura 24 Tipos de Plantas Externas.....	28
Figura 25 Botón de Emergencia	29
Figura 26 Documentación técnica avión Aravá 201	33
Figura 27 Diseño de planos del banco de pruebas	35
Figura 28 Estructura metálica.....	35

Figura 29 Apagado del Generador	38
Figura 30 Conexiones finales	39
Figura 31 Conexión de elementos - Instrumentos	39
Figura 32 Conexión de elementos de control	40
Figura 33 Simulación de conexión	40
Figura 34 Conexión del motor con el banco de pruebas	41
Figura 35 Equipo de Protección Personal	42
Figura 36 Tipos de Protección Ocular.....	43
Figura 37 Tipos de Protección de Oídos.....	44

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo fundamental la construcción de un equipo de comprobación operacional de los arrancadores – generadores mediante las unidades de potencia en tierra para que se pueda desempeñar las diferentes inspecciones de mantenimiento dentro de la sección de aviónica, el estudio que se realizó contando con la ayuda de los manuales que posee la sección y posan en el Grupo Aéreo 44 “PASTAZA”, los mismos que sirvieron para la elaboración del presente banco, mismo que fue llevado a cabo utilizando los diferentes materiales que al combinarse adquieren las características apropiadas para este presente proyecto. El banco de comprobación consta de dos partes fundamentales la primera se trata de una base que servirá como soporte de los diferentes arrancadores – generadores y la segunda está constituido por un sistema de control mismo está controlado por una placa que consta de un microchip PIC 16F877A con la cual nos ayuda para la comprobación. Con este presente proyecto se pretende satisfacer las necesidades que presenta el Grupo Aéreo 44 “PASTAZA” permitiendo que las prácticas de mantenimiento se desarrolle acorde con el avance de la tecnología, la implementación de este equipo va enfocado al mejoramiento del desempeño profesional de los señores técnicos de mantenimiento de la Aviación del Ejército en sus labores cotidianas de mantenimiento de los equipos de aviónica ya que permite la comprobación de los arrancadores – generadores desmontados de la aeronave.

PALABRAS CLAVES:

- **ARRANCADORES – GENERADORES**
- **INSPECCIONES**
- **AERONAVE**
- **MANTENIMIENTO**
- **OPERACIÓN**

ABSTRACT

This thesis work of qualifications takes as a fundamental aim the construction of an equipment of operational checking of the starters - generators by means of the units of power in land in order that it could recover the different inspections of maintenance inside the section of avionics, he study was carried out relying on the help of the manuals that the section owns and pose in the Air Group 44 "PASTAZA, the same ones that were used for the elaboration of this bank and it was carried out using the different materials that when combined acquire the appropriate characteristics for this present project. The test bench consists of two fundamental parts the first one is a base that will serve as support of the different starters - generators and the second is constituted by a control system itself is controlled by a board consisting of a microchip PIC 16F877A with which helps us to check. With this present project it is intended to satisfy the needs presented by the Air Group 44 "PASTAZA allowing maintenance practices to be developed according to the advancement of technology, The implementation of this equipment is focused on improving the professional performance of the maintenance technicians of the Army Aviation in their daily tasks of maintenance of the avionics equipment since it allows the checking of the starters - dismantled generators of the aircraft.

KEYWORDS:

- **STARTERS – GENERATORS**
- **INSPECTIONS**
- **AIRCRAFT**
- **MAINTENANCE**
- **OPERATION**

CHECKED BY: LIC. MARÍA ELISA COQUE
ENGLISH TEACHER UGT

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. Antecedentes

El Servicio Aéreo del Ejército " S.A.E." fue creado en 1954 para cubrir la necesidad de arribar a los lugares más lejanos con mayor eficiencia. Al transcurrir los años debido a su utilidad y eficiencia en el desarrollo nacional, el Servicio Aéreo fue creciendo y transformándose en la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA", fortaleciéndose con la operación de aviones de transporte mediano, helicópteros de transporte, asalto y de combate.

En conjunto a las operaciones aeronáuticas se crea paralelamente la urgencia de mantener la operabilidad de las aeronaves que debe ser realizado por personal especializado. Con el fin de lograrlo la 15-BAE "PAQUISHA" crea la Escuela técnica de Aviación del Ejército " ETAE-15" cuyo objetivo es brindar la formación técnica necesaria al personal de Oficiales y Aerotécnicos, futuros responsables del Mantenimiento Aeronáutico.

El G.A.E. 44 "PASTAZA" está ubicado en la parroquia Shell, en el Fuerte Militar "AMAZONAS". Dentro del campo aeronáutico a diario se presentan nuevos retos y los niveles tecnológicos de última generación, tienen su grado de complejidad y mayor demanda en la calidad de los procesos, por esta razón el G.A.E. 44 "PASTAZA" busca mejorar el mantenimiento dentro del campo aeronáutico.

1.2. Planteamiento del problema

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA", acantonada en Rumiñahui de la Provincia de Pichincha, es una Brigada altamente operativa de la Fuerza Terrestre que tiene como sub-unidades otras Bases de operación con sus propias aeronaves en las Ciudades de Guayaquil, La Shell, Portoviejo y El Coca, además del Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército " CEMAE-15 " localizada en la propia Brigada.

Cada Grupo Aéreo requiere condiciones operables todas las aeronaves y esto se logra con un adecuado Mantenimiento por parte de los Técnicos que fundamenten todas sus actividades en la calidad de preparación que han recibido para desempeñar las funciones a la cual han sido destinados.

Debido a la ausencia de un Banco de Pruebas para los arrancadores-generadores con ayuda de unidades de potencia en tierra, para la comprobación de su funcionamiento dentro del Grupo es urgente la implementación, para evitar incidentes como el sucedido anteriormente en el taller de aviónica del G.A.E. 44 "PASTAZA", además con la implementación de este se brindará facilidades para el registro de operación.

1.3. Justificación

Con el fin de ofrecer una alternativa tecnológica nacional frente a la dependencia de mano de obra extranjera, en el Grupo Aéreo 44 "PASTAZA", el mantenimiento de las aeronaves tiene una gran repercusión para el normal funcionamiento de este, además para evitar accidentes que puedan llegar a tener pérdidas tanto de recursos como en el personal.

Es de vital importancia que el Grupo Aéreo 44 "Pastaza" cuente con un banco de prueba de control de generadores – arrancadores con la ayuda de unidades de potencia en tierra para la comprobación de su funcionamiento en la cual fortalezca al buen mantenimiento de aeronaves.

Al contar con este banco de comprobación que les permitirá a los aerotécnicos realizar sin problema un mantenimiento y comprobación de los carbones y verificación del buen funcionamiento de los arrancadores-generadores.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementación de un banco de comprobación mediante las unidades de potencia en tierra para los arrancadores – generadores de los aviones pertenecientes al Grupo Aéreo 44 “Pastaza”.

1.4.2. Objetivos específicos

- Recopilar información referente a los generadores-arrancadores que el Grupo Aéreo conserva en sus instalaciones.
- Realizar un estudio de las condiciones actuales en que se encuentra los diferentes bancos de prueba que cuenta el Grupo Aéreo 44 “Pastaza.
- Instaurar una cartilla al soporte de trabajo en la cual se detalle las normas de seguridad y la operación en el mismo, con el fin de mantener la seguridad durante el trabajo y no exceder la capacidad de uso de este.

1.5. Alcance

Al implementar un banco de comprobación mediante las unidades de potencia en tierra para los arrancadores-generadores de los aviones pertenecientes al Grupo Aéreo 44 “Pastaza”. Se logrará verificar el correcto funcionamiento de los arrancadores-generadores mediante abrazaderas y la conexión a las unidades de generación de potencia en tierra, que complementará el correcto funcionamiento que se le brinda a este tipo de dispositivos con las respectivas medidas de seguridad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En una región desolada y seca, conocida en hebreo como Arava o Aravá en esta región se encuentra situado el mar de Galilea y el mar Muerto, incluyendo el valle del río Jordán en honor a esta región de Israel colindante con Jordania, el avión Arava fue diseñado por la empresa Israelí Air Industries (IAI) para realizar aterrizajes y despegues en pistas cortas.

La (IAI) creada en 1950 como Bedek Aircraft Ltd., esta compañía israelí fue rebautizada Israel Aircraft Industries (IAI) el 1 de junio de 1960. En 1966 comenzó el diseño de un transporte ligero STOL, del que el primero de los dos prototipos IAI 101 Arava efectuó su vuelo inaugural el 27 de noviembre de 1969.

El primer vuelo del Arava que revolucionó la industria aérea militar con su fuselaje en forma de ovoide, alas altas y doble cola se realizó en noviembre de 1969, aunque la aeronave fue creada originalmente con propósitos de exportación, algunos Arava fueron incorporados a la Fuerza de Defensa Israelí para ser usados en la guerra del Yom Kipur, de octubre de 1973.

Más conocido como avión de la muerte por su nombre del valle de la muerte, en las primeras ventas se hicieron en 1973 y la producción se suspendió 15 años después, con 90 aparatos vendidos, de los cuales unos 70 siguen volando, en Ecuador todavía tiene algunos de estos modelos producidos hace más de 25 años y en los cuales el mantenimiento de los mismos se los está realizando en el Grupo Aéreo N°44 "PASTAZA" ubicado en la parroquia Shell provincia de Pastaza.

2.2 Características generales

- Para el modelo de avión Aravá IAI-201
- País de origen: Israel
- Tipo: Transporte STOL ligero
- Motores: 2 × Pratt & Whitney Canadá PT6A-34 turboprops, con 559 kW (750 shp) c/u
- Performance: Máxima velocidad: 326 km/h a 3050 m. Techo de servicio 7620m. Alcance: 1056 Km
- Peso: 3999 Kg vacío, 6804 Kg cargado, 2351 kg Carga útil.
- Dimensiones:
 - a. Envergadura: 20.96 m,
 - b. Longitud 12.69 m,
 - c. Altura 5.21 m,
 - d. Superficie Alar es de 43.68 m²;
- Armamento: 2 x 0.5" ametralladoras en el fuselaje, además puede llevar una tercer arma de 7.62mm, en la parte trasera de la cabina, además de dos pods con 6 cohetes de 82 mm cada uno
- Puede llevar hasta 24 soldados o 20 paracaidistas.

2.3 Limitaciones

Este avión capacitado para cumplir misiones y operaciones VFR e IFR, diurnas y nocturnas, siempre y cuando el equipo requerido esté instalado y en condiciones operativas.

2.3.1 Tripulación mínima

La tripulación mínima requerida para este avión es un piloto. Tripulación adicional puede ser requerida para el cumplimiento de misiones especiales.



Figura 1 Transporte de paracaidistas

Fuente: (Grupo Edefa S.A., 2016)

2.3.2 Limitaciones de altitud

- **Factores de peso en vuelo.-** Con un peso bruto máximo de 15.000lb., los mismos factores de carga simétrica son:
 1. Flaps retraídos: 3.06 g positivo y 1.22 g negativo.
 2. Flaps extendidos: 2.00 g positivo a g solamente.

2.4 Maniobras

Se permiten ángulos de inclinación lateral de hasta solo 90°. No se permiten las siguientes maniobras:

1. Barreras intencionales.
2. Vuelo a cero negativo g, que dure más de 5 segundos.
3. Generar energía repentina con respecto a cualquier eje a velocidades mayores de 145 KCAS. (nudos de velocidad aérea calibrada).
4. El uso del vuelo de la reversa.

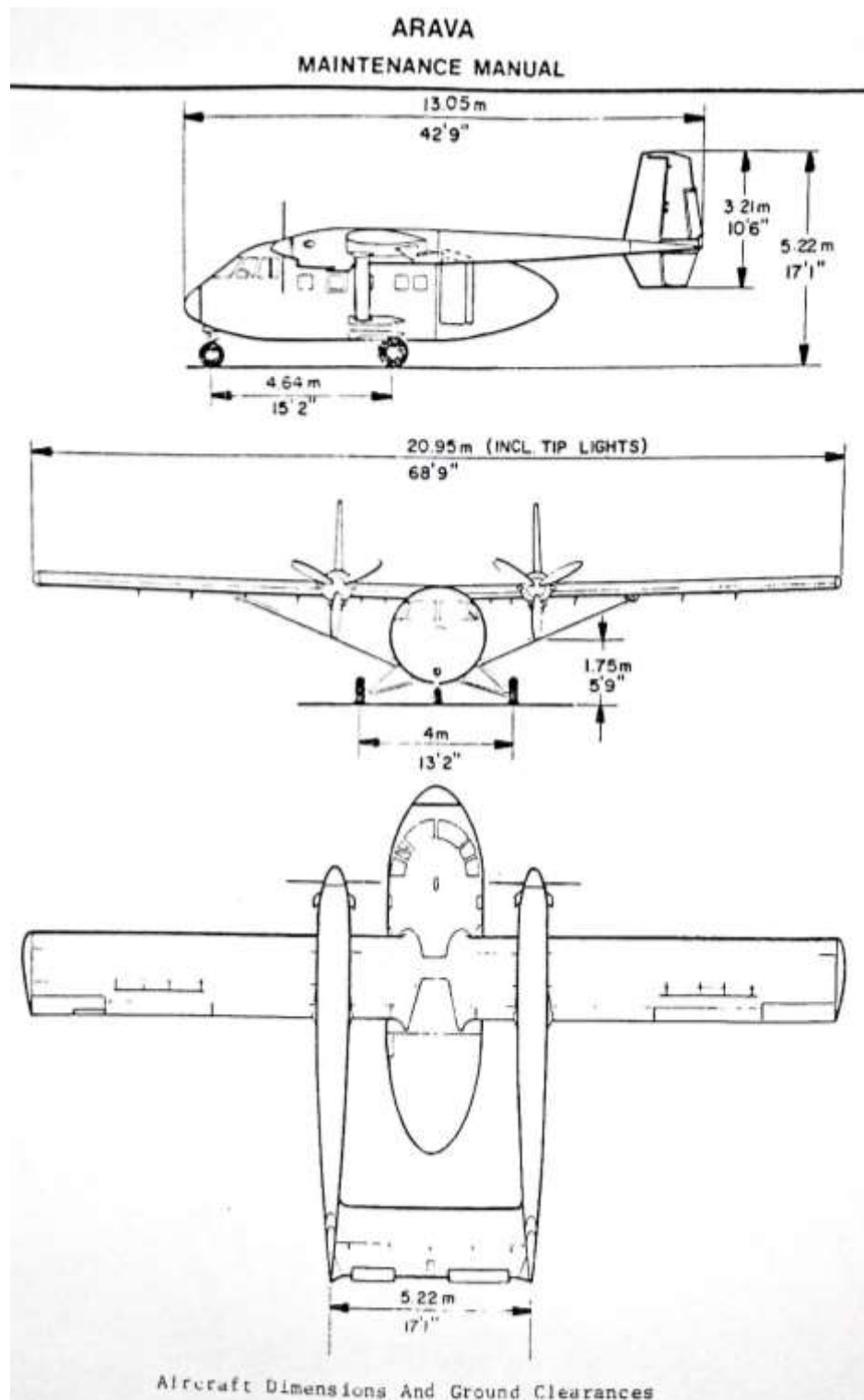


Figura 2 Dimensiones del avión Arava

Fuente: (The Blueprints, 2005)

Dentro del inicio del campo aeronáutico las fuentes de alimentación eléctrica para aeronaves necesitaban de potencias eléctricas bastante grandes y con gran volumen ocupando espacio dentro de la aeronave, ya

que la cantidad de pasajeros en esa época era pequeños por el costo del pasaje y la comodidad era menor en comparación a las actuales.

Ahora en la actualidad gracias al mejoramiento y a la tecnología ahora contamos con generadores de AC. y DC. Con esto logramos las metas de minimizar el espacio y peso, en cuanto a los costos tanto en mantenimiento como la comodidad se ha ido renovando, cada día se está implementando diferentes tipos de sistemas de avances como las comunicaciones, navegación, sistemas de anti-hielo, presurización, y también contamos con aire acondicionado.

Las capacidades como Control, Tracción, Estabilidad, Maniobrabilidad, Capacidad de Carga, y Eficiencia las cuales les dan las características a los distintos tipos y clases de bancos de pruebas para los generadores – arrancadores.

2.4.1 Sistemas de Generación

De acuerdo con los estándares y normativas ISO 1540-2006(E), MIL-STD-704(F) el sistema de generación de potencia eléctrica está encargado del suministro requerido para múltiples sistema a bordo que la aeronave necesita encontrarse en condiciones normales, anormales o de emergencia.

La corriente alterna utilizan los aviones comerciales se genera principalmente en equipos rotatorios que al aplicar una potencia mecánica al eje. La generación en continua se reserva únicamente para pequeñas aeronaves con requerimientos eléctricos bajos o como soporte en maniobras de emergencia.

La potencia eléctrica o corriente eléctrica se puede obtener a través de generadores alternadores, generadores de emergencia como turbina de impacto de aire RAT, generadores Backup, y generadores auxiliares APU y GPU, esto en un avión. La utilización de cada uno de estos sistemas está dispuesto al estado de la operación en la que la aeronave se encuentre.

2.4.2 Sistemas de generación en corriente alterna

La producción en corriente alterna es la más empleada en aviación comercial, la ventaja que ofrecen estos sistemas sobre los de continua son indiscutibles en cuanto a la repartición de potencia se refiere, además la capacidad de generar a tensiones superiores (115 Vca y 230 Vca) por los 28 Vcc., de los sistemas tradicionales de corriente continua hace que las corrientes sean más minúsculas simulando las pérdidas, caídas de tensión y sobre todo el componente de los conductores.

- **Generadores principales.-** La energía eléctrica se consigue a partir de alternadores síncronos sin escobillas, en contexto el alternador lo constituyen tres generadores articulados sobre el mismo eje: un generador de imanes indisolubles (PMG), un estator de excitación rodeando un rotor de excitación y un estator de potencia rodeando un rotor de potencia.

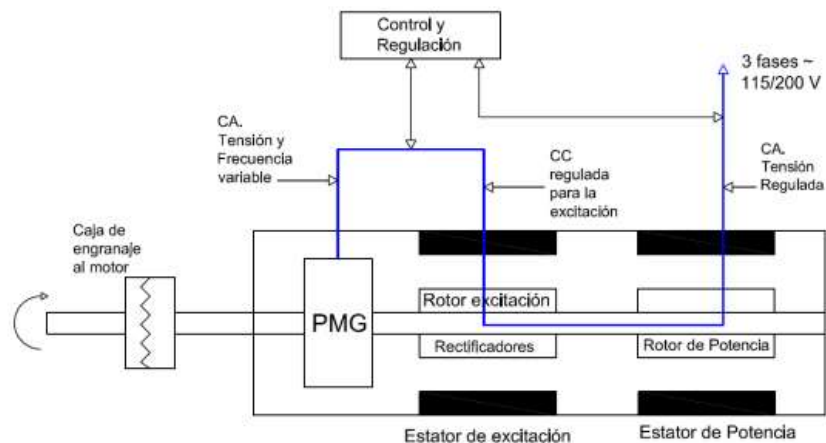


Figura 3 Funcionamiento del alternador del avión

Fuente: (Miguel, 2016)

El PMG compone una señal de tensión y frecuencia variable, la unidad de control y regulación (GCU) se comisiona a partir de esa señal de modular un flujo de corriente continua para mantener el devanado del estator de excitación, inspeccionando de ese modo la tensión generada en el rotor de excitación. La señal obtenida del rotor de excitación se rectifica (puente

de diodos) y se manda al rotor de potencia una señal de corriente continua regulada. Por último el rotor de potencia crea un campo giratorio que genera sobre el estator de potencia una señal sinusoidal trifásica, las fases son enlazadas en disposición de estrella con neutro común instalado a la distribución metálica de la aeronave, de esta forma se obtiene los niveles de tensión 115V/200V. Las principales ventajas del uso de alternadores son:

- Transmisión de potencia, para una misma potencia demandada el nivel de corriente circulando por el conductor se reduce por lo que estos pueden ser de menor sección disminuyendo de este modo su peso.
- Facilidad de construcción y mantenimiento sobre todo por tener escasos contactos móviles (anillos deslizantes y escobillas de carbón), lo que le confiere una tasa de fallo más reducida que un generador de corriente continúa.
- A bajas rpm, el alternador puede mantener una potencia de salida similar que a altas rpm.
- **Métodos de generación en corriente alterna.-** Los alternadores son accionados por los motores principales del avión, los cuales no giran a una velocidad constante provocando que el rotor del alternador tampoco lo haga y que la frecuencia de generación no sea constante. Existen algunos dispositivos a bordo como elementos luminosos o calefactores que no necesitan frecuencia constante para su funcionamiento, pero otros equipos eléctricos y electrónicos requieren de una frecuencia estable. En la actualidad la aviación comercial emplea tres métodos de generación en corriente alterna:
 - Generación a velocidad constante y frecuencia constante. CSD/IDG.
 - Generación a velocidad variable y frecuencia constante VS-FC.
 - Generación a frecuencia variable. FV

Los dos primeros métodos proporcionan una señal de frecuencia constante que se obtiene bien actuando sobre la velocidad de giro del

alternador mediante CSD unidad de arrastre constante o regulando la señal a la salida del alternador mediante dispositivos electrónicos como en la generación VS-CF. En el caso de generación a frecuencia variable, la frecuencia tan solo se controla para que se mantenga entre unos márgenes estables.

2.5 Unidad de potencia en tierra o externa GPU

Los aviones cuando están inmovilizados en el aeropuerto con los motores suspendidos requieren energía para su considerado mantenimiento y puesta a punto, como se ha expuesto anteriormente esta solicitud de energía la puede suplir la APU, aunque la utilización de combustible y la corrupción tanto ambiental como acústica que ocasiona, forma que su uso solo sea obligatorio cuando el aeropuerto no disponga de sistemas de potencia en tierra GPU ("Ground Power Unit"). Los sistemas de tierra para suministrar energía eléctrica trifásica 115/200 V a 400 Hz son numerosos y se pueden catalogar en instalaciones fijas y dispositivos móviles. En ocasiones igualmente puede ser inevitable energía en corriente continua a 28 V, en estas cuestiones el nivel de tensión se obtiene mediante conexión de baterías o mediante método de la señal alterna.

2.6 Generador

Un generador es una máquina eléctrica capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica e inversamente. Además actúa como motor, si se convierte energía mecánica a eléctrica, y si cambia de energía eléctrica a mecánica actúa como generador. La transformación de energía se consigue por la acción de un campo magnético ejercido sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura.

2.7 Partes principales del generador.

El generador consta de dos partes:

- **Estator**, que es la parte estática del generador y actúa como inductor, formado por placas magnéticas ellas alojan bobinas con estas crean un campo magnético en ranuras con un desfase de 120 grados con respecto al rotor y estas pueden tener dos conexiones ya sea en triángulo o en estrella.
- **Rotor**, esta parte del generador está compuesta por placas magnéticas de una forma cilíndrica dentro de esta parte se encuentran conductores de aluminio y en la parte externa cortocircuitados en torno a su eje que es la parte móvil conectada al eje de la turbina, es el que actúa como inducido.



Figura 4 Partes de un Generador

Fuente: (Máquinas, 2013)

2.7.1 Estator.

El estator está constituido por la carcasa metálica interna sobre la superficie de la cual están montados los polos principales dotados de carbones. Un 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 un torno material ferro magnético por la que se hace circular una corriente, que produce un campo magnético.

El campo magnético del estator, 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; están conectadas en modo que, cuando están recorridas por la corriente de excitación, las fuerzas magneto motriz de los 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 maquinas más pequeñas, entre los polos principales están puestos polos salientes más pequeños, dichos polos de conmutación a polos auxiliares, dorados de devanado, la función de los cuales estarán aclarada a continuación. En las máquinas más grandes que los carbones principales están dotados de ranuras longitudinales que alojan los conductores de los devanados de compensación.

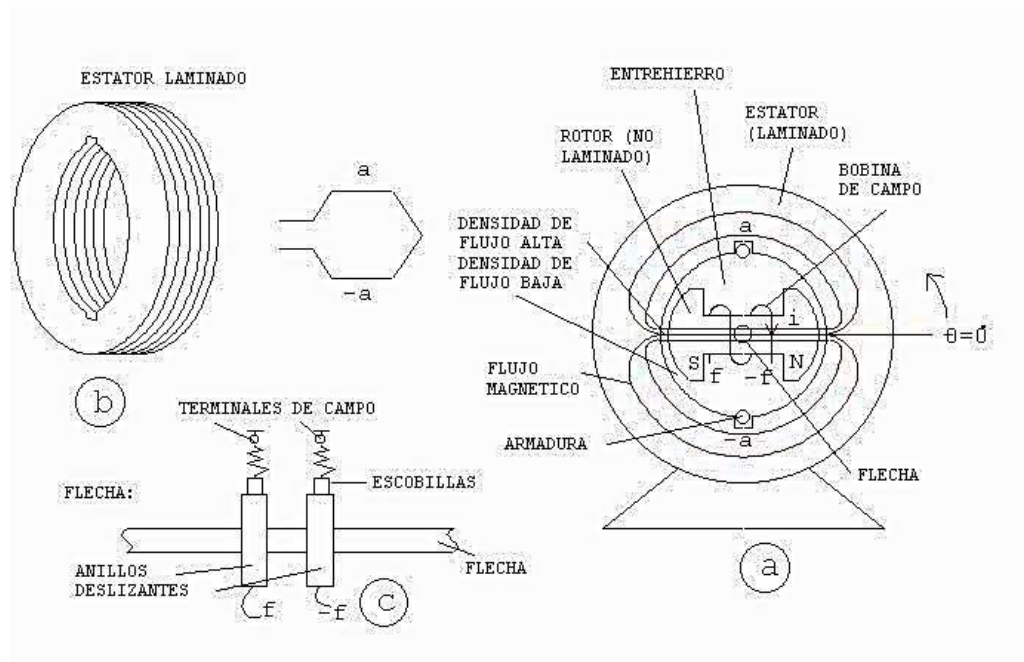


Figura 5 Estator. Componentes, bobinados y sus partes

Fuente: (Fuel, 2016)

2.7.2 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 varia

con el tiempo, por lo que se generará una corriente eléctrica, el rotor siempre estará hecho en hierro laminado, porque es sede de inducción magnética alternada en el tiempo.

El rotor 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 corrientes alternadas de los conductores de inducido en las corrientes y tensiones continuas presente en los bornes de potencia de la máquina. Esto tiene una 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 espesor de mica o resina de vidrio de 0,5 hasta 1,5 mm y conectadas a las bobinas del devanador de inducido. Las láminas están también conectadas a los dos bornes de potencia de la máquina a través de contactos rastros con las escobillas fijadas respecto al estator. Estas son presentes a parejas, dispuestas simétricamente según el colector. Antes de utilizar las escobillas de grande sección se prefiere utilizar más escobillas dispuestas en filas, para obtener un mejor contacto con las láminas. (Facil, 2016)

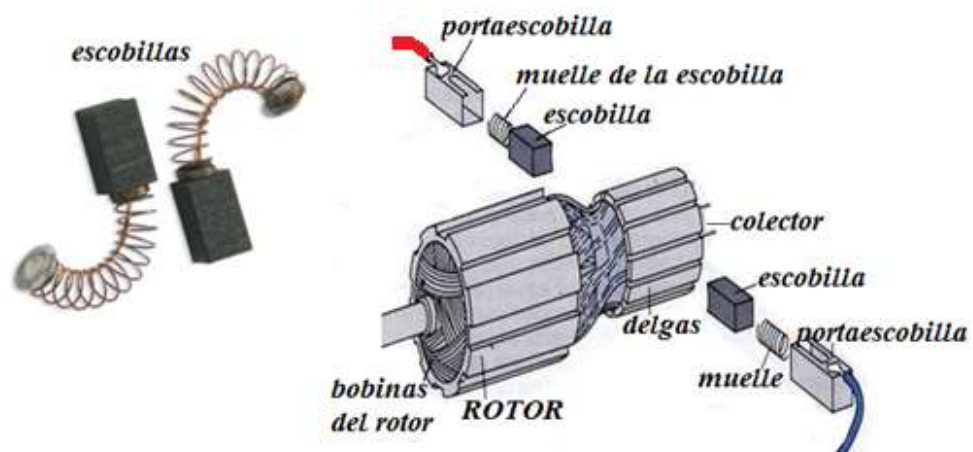


Figura 6 Colector con sus escobillas o más conocidos como carbones

Fuente: (Facil, 2016)

2.8 Generadores de Corriente Directa

2.8.1 Principios de funcionamiento.

Un generador convierte energía mecánica en energía eléctrica manteniendo una diferencia de potencia entre dos puntos denominados polos. Por la ley de Faraday, al hacer girar una espira por dentro de un campo magnético, se genera una variación de flujo de dicho campo a través de la espira por lo tanto se genera una corriente eléctrica.

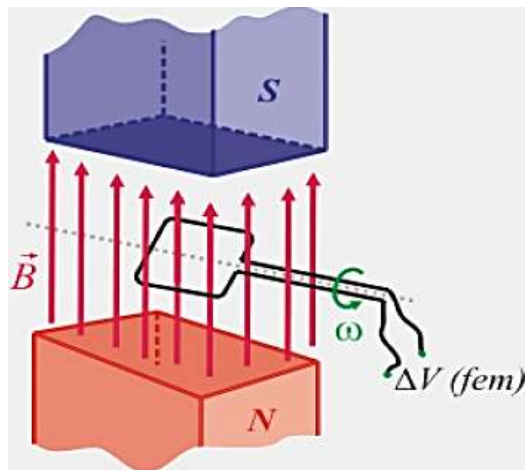


Figura 7 Espira rectangular con campo magnético en un generador básico de DC.

Fuente: (Administration, 2016)

Al tener 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, el principio de funcionamiento de una máquina eléctrica se basará en estos dos efectos.

Cuando se forma un giro la espira bajo la operación del campo magnético creado por el estator habrá unas posiciones de la fuerza electro motriz (f.e.m.) incitada que recojan las escobillas será máxima y las otras serán las mínimas. Cuando el espiral está situado de manera que el plano que describe es perpendicular a la dirección del campo magnético, el flujo que la atraviesa será

el máximo. La f.e.m. que se induce a la bobina es nula o cero y no circula ninguna corriente dada que la variación de flujo es nula.

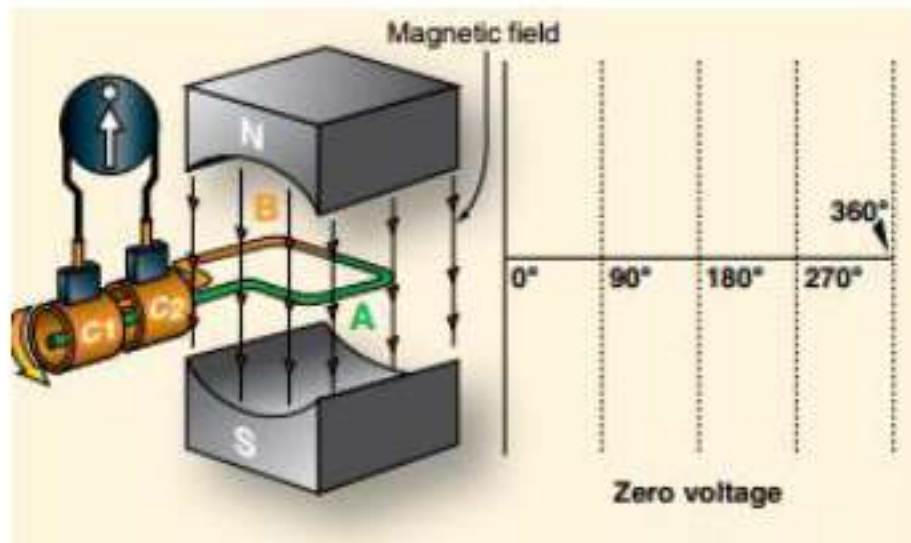


Figura 8 Posición 1 de la espira

Fuente: (Administration, 2016)

Cuando el espiral se localiza en los 90° al contrario del sentido de las manillas del reloj, el flujo magnético que lo atraviesa es nulo, en tanto la variación de flujo en ese momento llega a su máximo valor.

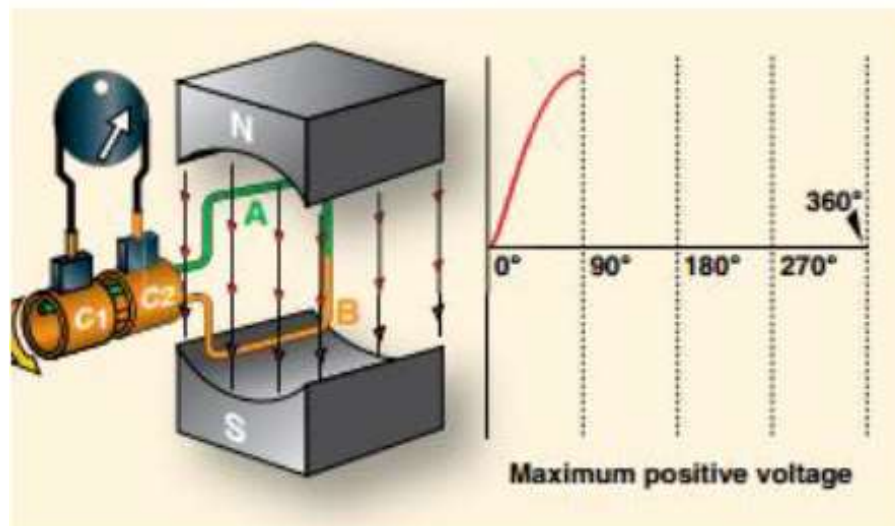


Figura 9 Posición 2 de la espira.

Fuente: (Administration, 2016)

En cuanto a la f.e.m. que se induce la espira llega a su tope máximo cuando ella gira 90° más, luego vuela a su posición inicial, con la diferencia que el tramo a-a* y el tramo b-b* estar intercambiados. De modo que la f.e.m inducida vuelve a su valor nulo. (Administration, 2016)

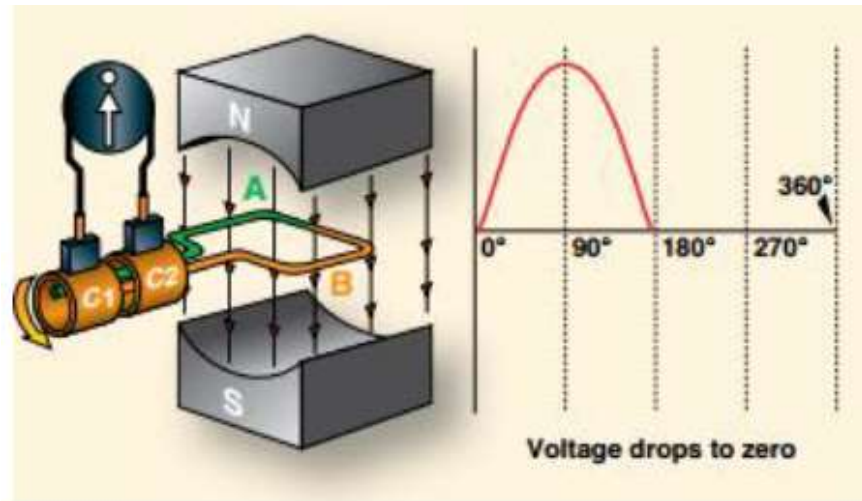


Figura 10 Posición 3 de la espira.

Fuente: (Administration, 2016)

Ahora si la espira está a 180° , ahora estaría ubicada en la misma posición de la figura: (7) pero los lados estarían cambiados. De tal forma que la variación de flujo llegaría de igual manera a ser máxima y con esto quedaría en su valor máximo de corriente inducida en a bobina. (Administration, 2016)

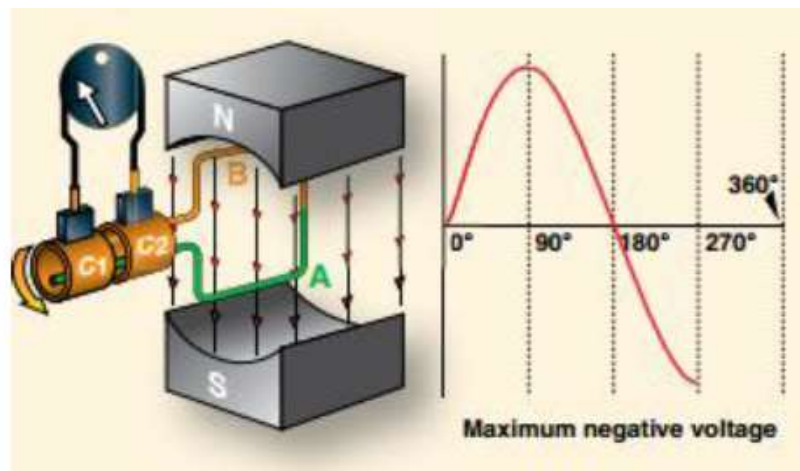


Figura 11 Posición 4 de la espira.

Fuente: (Administration, 2016)

El resultado del giro de 270° y regresar a su posición inicial es un ciclo o vuelta completa y así obtendríamos la corriente inducida continua. Llegaría a la conclusión que a corriente es continua, ya que en todo momento la mitad de la espira por donde circula la corriente está en constante contacto con la escobilla. Y es así que cuando se cumple el ciclo completo y las repeticiones van generando la corriente directa. (Administration, 2016)

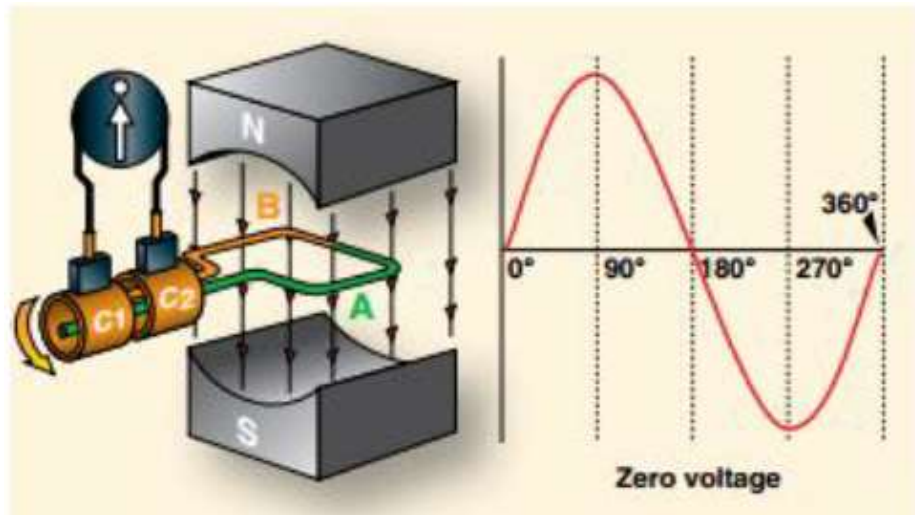


Figura 12 Generador de Corriente Continua. Generador de DC.

Fuente: (Administration, 2016)

El generador tiene dos funciones vitales en la aeronave durante el ciclo de arranque, la primera es poner en marcha al motor de combustión y la otra suministra energía a todo el sistema eléctrico. El generador está situado en la parte trasera del motor y acoplado a la caja de accesorios como está indicado en la siguiente figura. (Illustrated Manual Parts, 2003).

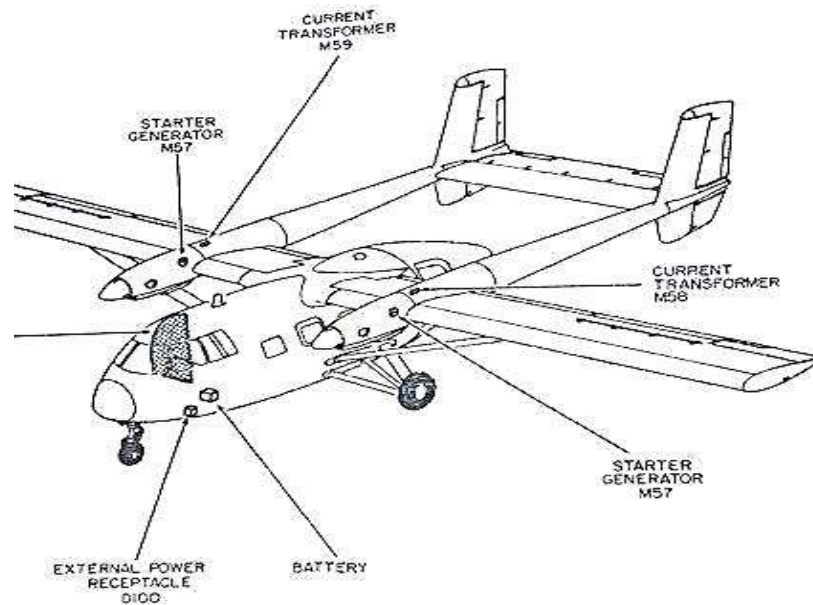


Figura 13 Ubicación del Generador – Arrancador de la Aeronave.

Fuente: (Illustrated Manual Parts, 2003)

Existen tres modos de arranque del motor en los que el generador puede activarse:

- a) Automáticamente.
- b) Manualmente.
- c) Monitoreado siempre y cuando el avión esté en tierra.

El generador hace que el motor de la hélice gire rápidamente para que exista la combustión interna en el arranque de la aeronave y este permanezca en ralentí. A partir de ese instante el generador empieza a administrar energía para todos los sistemas eléctricos del avión.

Un generador posee un ducto de ventilación y cuatro terminales ubicadas en un bloque marcadas con letras A, B, D y E. Las terminales B y E suministran corriente a los bobinados del rotor y el estator, al mismo tiempo se aplica tensión a los devanados de campo en los terminales A y D. (Illustrated Manual Parts, 2003)

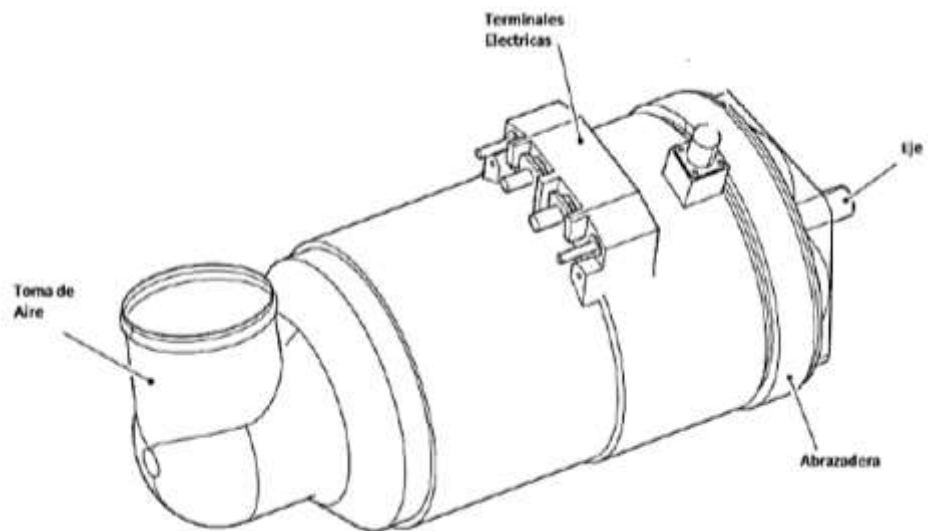


Figura 14 Partes en el generador (Toma de Aire, Abrazadera y Terminales Eléctricas)

Fuente (Illustrated Manual Parts, 2003)

2.9 Motor Eléctrico

2.9.1 Principios de funcionamiento del motor eléctrico

Cuando un conductor por el que se transmite 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 esto según la Ley de Lorentz, siguiendo la regla de la mano derecha, con un módulo.

F: Fuerza de Newton.

l: Longitud del conductor en metros.

I: Intensidad que corre el conductor en amperios

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

En todo motor la base de su funcionamiento es la Fuerza de Lorentz. (Lopez, 2016)

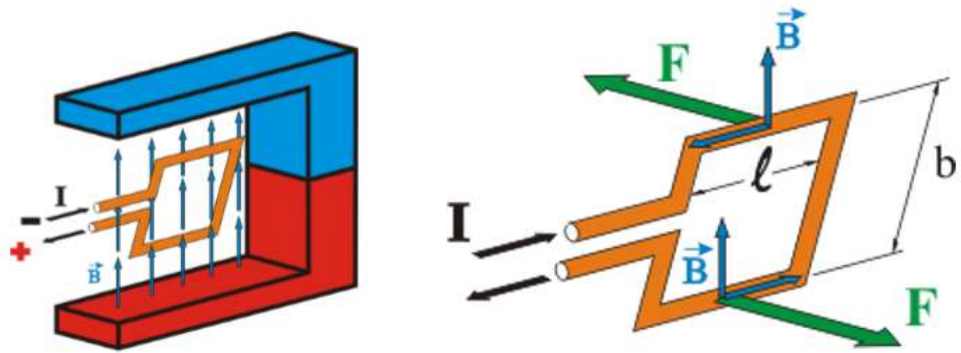


Figura 15 Diagrama de un motor eléctrico y Diagrama de funcionamiento de un motor eléctrico

Fuente: (Lopez, 2016)

Al obtener en el momento de giro siempre en el mismo sentido, la corriente que se introduce en 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. (Lopez, 2016)

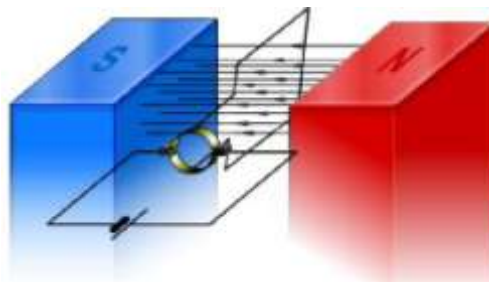


Figura 16 Efecto FEM – Diagrama del efecto FEM.

Fuente: (Lopez, 2016)

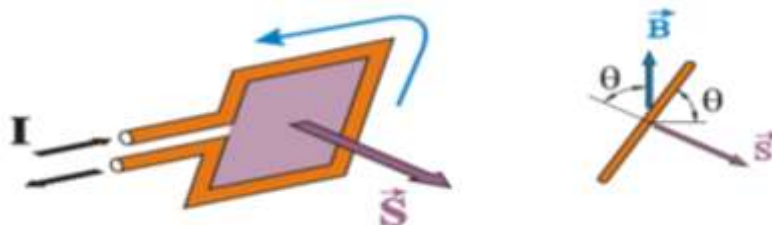


Figura 17 Momento de giro.

Fuente: (Lopez, 2016)

El resultado del cálculo durante una vuelta completa de la espira la cual como la podemos apreciar en la siguiente expresión: El momento es proporcional a la intensidad de corriente I y al flujo magnético.

$$\Phi = B \cdot S$$

Ecuación 1 Flujo magnético

Y de los imanes:

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

Ecuación 2 Momento magnético

Seguidamente de que el hecho de que un conductor se mueva por el interior dentro de un campo magnético provoca en él una fuerza electro motriz, ya que en el caso de los motores, es un voltaje que se opone a la corriente. Por consiguiente este proceso toma el nombre de fuerza contra electromotriz o f.c.e.m. (Lopez, 2016)

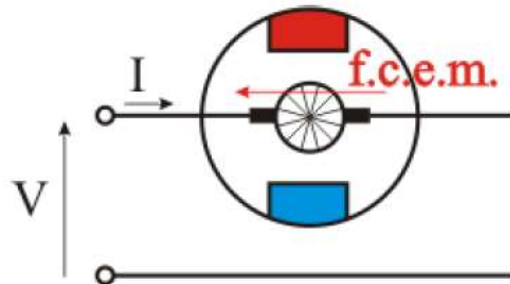


Figura 18 La f.c.e.m. Diagrama de la f.c.e.m

Fuente: (Lopez, 2016)

Esta fuerza contra electro motriz se da por la expresión:

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

Ecuación 3 Fuerza contra electro motriz

El consumo del motor dependerá de la intensidad de la f.c.e.m. Claro si Rotor es el valor de la 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 4 Intensidad del consumo del motor

2.10 Voltímetro

El voltímetro es un elemento que nos proporcionan la facilidad de medir distintas tenciones eléctricas o voltios (v) entre dos puntos. El voltímetro digital marca EBCHQ es programable y tiene las siguientes características:

- Rango de voltaje: 10 -600 v
- Señal de entrada: Voltaje DC
- Precisión: $\pm (0.5\% \text{ F.S.} +1 \text{ Dígito})$ (Cuando F.S. es 1999) $\pm (1.0\% \text{ F.S.} +1 \text{ Dígito})$ (Cuando F.S. es 999)
- Clase: 0.5
- Alimentación: 110/220VAC 50/60Hz
- Tamaño: H48 x W48mm

El funcionamiento de un voltímetro básicamente es un galvanómetro, en este se coloca una resistencia aplicando la ley de Ohm en la cual el voltaje es igual a la corriente que circula por el circuito aplicado multiplicado por una resistencia que entrega tención, dicha resistencia transforma la resistencia aplicada en una corriente proporcional.



Figura 19 Voltímetro Digital

Fuente: (Industrial, 2016)

2.11 Amperímetros

- **Amperímetro digital.**- El amperímetro consiste en un equipo que se utiliza para medir la intensidad de la corriente en amperios, que circula por un circuito. Existen en varios tipos: Electromagnéticos, Electrodinámicos y Digitales. En este caso un amperímetro digital consta de una pantalla LED que facilita su lectura. Las características del amperímetro a utilizar en esta tesis son:
 - Rango de voltaje: 10 -600 v
 - Señal de entrada: Voltaje DC
 - Clase: 0.5
 - Alimentación: 110/220VAC 50/60Hz
 - Tamaño: H48 x W48mm

Su funcionamiento consiste en un principio de electromagnetismo que interpretado de una forma más simple nos muestra cualquier corriente eléctrica que atraviesa un hilo produce un campo magnético alrededor del mismo. La fuerza en este caso depende de la intensidad de la corriente que circula.



Figura 20 Amperímetro Digital

Fuente: (BC, 2010)

2.11.1 Amperímetro analógico

El dispositivo analógico es utilizado para medir la carga de consumo de amperios, este indica las medidas a través de una aguja, que se encuentra sujeta a un embobinado que recibe el voltaje que es acompañado de su potencia. Dependiendo del amperaje la aguja se desplaza.



Figura 21 Amperímetro analógico

Fuente: (De maquinas y herramientas 2012)

2.12 Dispositivo pantalla LED

La pantalla de cristal líquido es empleado para la visualización de contenidos de información digital, mediante gráficos, caracteres, símbolos o dibujos pequeños. La pantalla LED que se empleó fue de 16x2 lo que significa que se disponen 2 filas de 16 caracteres cada una.



Figura 22 Dispositivo LED

Fuente: (Aprendiendo Electrónica 2017)

2.13 Microcontrolador PIC 16F877a

Este microcontrolador tiene un procesador de arquitectura RISC avanzado, cuenta con un juego de 35 instrucciones de 14 bits de longitud. Las memorias de programa llegan a contener 512 bytes, y palabras de 12 bits además de ser de tipo ROM, EPROM.

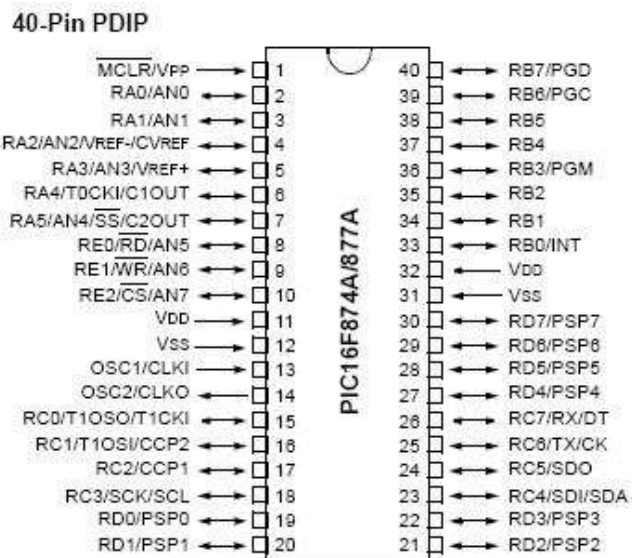


Figura 23 Microcontrolador PIC 16F877a

Fuente: (Electrónica: teoría y práctica 2012)

2.14 Dispositivos móviles

Este tipo de aparatos son muy frecuentes en los aeropuertos y poseen la particularidad de que pueden transportar o ser trasladadas hasta el lugar donde se precisen. Existen tres diferencias de dispositivos móviles. El primero de ellos y el más utilizado está establecido en un motor diésel que extiende un alternador trifásico que concibe una señal de 115/200 V a 400 Hz, ambos elementos van acoplados sobre un chasis con ruedas para poder transportar. El rango de potencias de estos mecanismos es transformado pero los equipos aprovechados para suministrar energía a un avión comercial estándar suelen ser de 90 kVA.

Estos dispositivos van proporcionados con mecanismos electrónicos encomendados de la ordenación, control y protección tanto del motor diésel como del alternador y la energía eléctrica que generan. Los otros dos tipos de dispositivos móviles (convertidor rotativo y convertidor estático) requieren energía de la red eléctrica del aeropuerto para su ejercicio. Su misión primordial es la transformación de frecuencia de los 50Hz de la red a los 400HZ imperiosos en los equipos de la aeronave.

El primero de ellos está desarrollado por un motor eléctrico síncrono alimentado a 230/400 V y 50 Hz arrastrando un alternador también síncrono que genera la energía eléctrica ineludible para abastecer a la aeronave, son conocidos como convertidores rotativos. Para alcanzar una señal de salida a 400 Hz será obligatorio equipar al motor eléctrico con un variador de frecuencia que sistematice sus rpm y en resultado la frecuencia de generación del alternador.

Entre sus desventajas está el eminente ruido que producen y el supremo tamaño para grandes potencias así como el mayor problema para el control y medida de la señal. Los convertidores estáticos son mecanismos administrados por dispositivos electrónicos de estado sólido, es decir, en electrónica de potencia. Se acomodan de un grupo rectificador-inversor con posterior metamorfosis de tensión para adaptarla a los 115/200 V solicitada en las aeronaves.

En este momento están reemplazando a los convertidores rotatorios por las magnas ventajas que presentan como: menor sostenimiento, menor peso

o la depreciación de ruido; por el contrario tienen un mayor costo y pueden crear inconvenientes de armónicos por lo que será forzoso la disposición de filtros.



Figura 24 Tipos de Plantas Externas

Fuente: (Miguel, 2016)

2.15 Botón de Emergencia o Emergency Stop

El botón de emergencia o emergency stop es un dispositivo que nos permite detener las operaciones en caso de un mal funcionamiento de los dispositivos o cualquier tipo de emergencia o irregularidad que pueda causar daños al operario o a los mismos instrumentos.

El funcionamiento de los botones de emergencia es sencillo pues este consiste en una pieza de color llamativo de fácil acceso y localización conectada a una serie de circuitos, que al pulsar el botón se interrumpe el circuito de paso de energía eliminando el poder desde el relé.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- | | |
|-------------------------------|--|
| • Artículo | Botón Pulsador de Parada de Emergencia |
| • Talla | 22 mm |
| • Acción | Mantener, Presionar/Halar |
| • Tipo de Operador | Cabeza de Hongo, 40 mm |
| • Material del Cabezal | Plástico |
| • Forma de Contacto | 1NC |

- **Bisel** Revestimiento de Cromo Fundido
- **Color** Rojo
- **Clasificación de Contacto** 10 A a 600 VCA
- **Cantidad de Operadores** 1
- **Clasificación NEMA** 1, 2, 3, 4, 4X, 12, 13
- **Clasificación IP** 66
- **Normas** IEC
- **Conexión Terminal** Abrazadera Ajustable



Figura 25 Botón de Emergencia

Fuente: (Inc., 2016)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En el presente proyecto se desarrollara un trabajo que responda a la necesidad del Grupo Aéreo 44 “PASTAZA”, de obtener como instrumento de operaciones, un banco de comprobación mediante las unidades de potencia en tierra para los arrancadores – generadores para el avión Aravá, el cual brindará apoyo a las necesidades de mantenimiento del mismo.

TEMA: “Implementación de un banco de comprobación mediante las unidades de potencia en tierra para los arrancadores – generadores de los aviones pertenecientes al Grupo Aéreo 44 “PASTAZA”.

CAMPO: Electrónica y Aviónica

BENEFICIARIOS: El personal de mantenimiento perteneciente al “Grupo Aéreo 44 “PASTAZA”.

UBICACIÓN: En la provincia de Pastaza, Cantón Shell Mera, Parroquia Shell.

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Unidad de Gestión de Tecnologías.

3.1 Preliminares

En este capítulo se detallarán los procedimientos aplicados en la construcción de un banco de pruebas para la comprobación de los arrancadores – generadores, apoyándose en las unidades de potencia en tierra. Siguiendo rigurosos procedimientos establecidos en los manuales de las aeronaves, también aplicando los conocimientos en seguridad como la utilización de la indumentaria necesaria para la protección personal, también señalando las zonas de seguridad para la realización este trabajo.

El Grupo Aéreo del Ejército N° 44 “Pastaza”, el cual cuenta con aeronaves como el CASA cn-235, CASA cn-212, Cessna, Aravá, entre otros. Está ubicado en la provincia de Pastaza del oriente ecuatoriano, específicamente en la parroquia Shell, la región donde se encuentra está caracterizada por contar con condiciones severas con un clima cambiante con precipitaciones continuas, y dentro del funcionamiento de las aeronaves estas condiciones generan mayor desgaste en sus operaciones, asimismo es necesario realizar frecuentes tareas de mantenimiento en los diferentes sistemas como la de los generadores eléctricos.

Los generadores eléctricos son dispositivos que se encuentran situados detrás de los motores cada uno de estos motores tiene un generador arrancador instalado y movido por la caja de accesorios y dentro del sistema de generación de c.c. consta de dos arrancadores-generadores instalados en la caja de accesorios del motor que proporcionan la alimentación en c.c. primaria.

Todo el control del sistema se realiza mediante el interruptor principal situado en la unidad de control MSTR ELEC. El control de la operación del sistema se realiza mediante los interruptores de la unidad de control DC POWER GENERATION, la operación del sistema se vigila mediante los instrumentos y los indicadores magnéticos situados en la unidad de control DC POWER GENERATION.

3.2 Estudio de factibilidad

Para la realización de este proyecto se analizaron los factores que se considerados pertinentes que se detallaran a continuación:

3.2.1 Factor técnico

El factor técnico en este proyecto implica el funcionamiento de los elementos que constituyen el sistema las plantas externas la actividad de un arrancador-generador comprobando así su desempeño óptimo en el avión Aravá, haciendo uso de los manuales técnicos estableciendo niveles de dificultad para la correcta utilización de los equipos de protección personal.

3.2.2 Factor económico

Un banco de pruebas de un arrancador-generador implica gastos personales necesarios para el desarrollo del proyecto, cada uno de los componentes que conforman el banco de pruebas fue cotizado.

3.2.3 Factor legal

En el marco legal de la sección de Electrónica y Aviónica del Grupo Aéreo 44 "PASTAZA" no existe impedimento para la realización del proyecto "Implementación de un banco de comprobación mediante las unidades de potencia en tierra para los arrancadores-generadores de los aviones del Grupo Aéreo 44 "PASTAZA" por lo tanto el proyecto tiene el respaldo necesario para su ejecución.

3.2.4 Levantamiento de datos

En primer lugar se realizó una compilación bibliográfica la cual sirvió de apoyo para comprender las necesidades y complicaciones que implica la carencia de un banco de pruebas para comprobar el funcionamiento de arrancadores - generadores de las aeronaves, además apoyándose en textos para el ensamble y construcción en si del banco de pruebas.

Para la realización del levantamiento de los datos se procedió a adquirir la respectiva autorización del Comandante y del Supervisor de Mantenimiento del Grupo Aéreo N° 44 "PASTAZA". Una vez adquirida la autorización el siguiente procedimiento fue la recolección de datos técnicos, especificaciones de los aviones, equipos y herramientas con las que contaba la unidad, la cual carecía de un banco de pruebas de arrancadores - generadores.



Figura 26 Documentación técnica avión Aravá 201

Fuente: Manualoteca GAE - 44

3.2.5 Materiales

- Tubo metálico cuadrado de 25mm”
- Electrodo
- Ángulo metálico de 3 cm
- Taladro eléctrico
- Plancha de triplex de 2 cm
- Cable para conexión
- Terminales
- Extensión
- Switch
- Luces piloto
- Pintura amarillo Caterpillar
- Amperímetro
- Voltímetro
- Motor
- Correas de cuero

3.2.6 Descripción del banco de pruebas

El banco de pruebas está constituido por una estructura metálica sosteniendo un tablero de control donde se ubica una pantalla LCD, luces piloto, asimismo un amperímetro y voltímetro los cuales tiene como utilidad mostrar el funcionamiento del Arrancador-Generador mediante el voltaje y corriente que circula hacia ellos. Además de esto en la parte superior a un costado del tablero se encuentran correas de seguridad para mantener la estabilidad del Arrancador-Generador en prueba.

3.2.7 Secuencia a seguir para la construcción del banco de pruebas

La secuencia para la realización del banco de pruebas de Arrancador-Generador fue la siguiente:

- Diseño de planos
- Diseño de diagramas de conexión de sistema
- Construcción de la estructura metálica
- Instalación de componentes eléctricos
- Señalización
- Pruebas de funcionamiento en parte de control

3.3 Diseño de planos

Los planos se diseñaron en el programa Autodesk Inventor Professional, contrayéndose como base guía para la construcción.

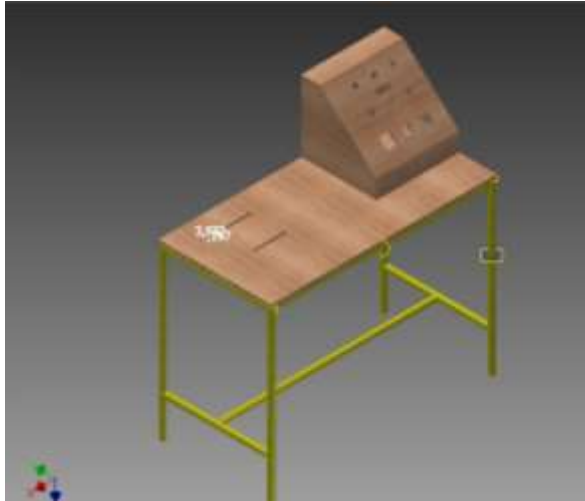


Figura 27 Diseño de planos del banco de pruebas

Fuente: Guerrero, F. Autodesk Inventor Professional 2014

3.4 Diseño de diagramas de conexión de sistema

El diseño de las conexiones del sistema de control y potencia fueron diseñadas en el programa Proteus Professional 8, programa especializado para la elaboración de diseños electrónicos.

3.5 Construcción de la estructura metálica

La estructura metálica fue construida con tubos cuadrados de 25 mm y ángulos los cuales fueron cortados y soldados para formar la estructura similar a la de una mesa.



Figura 28 Estructura metálica

3.6 Programación para activar los arrancadores – generadores de los aviones.

Para la activación de los arrancadores-generadores de los aviones se utilizó un microcontrolador PIC16F877A, programado con en el software PIC C COMPILER el tiempo de encendido de los arrancadores-generadores de los aviones la cual es mostrado el una pantalla de cristal líquido (LCD) de 12 segundos, con un botón de inicio y un paro de emergencia.

```
#include <16F877A.h>
#fuses XT, NOWDT,PUT,NOBROWNOUT
#use delay(clock=4M)
#include <lcd16f87x.c>
//LCD conectado en el puerto D
// D0 enable
// D1 rs
// D2 rw
// D4 D4
// D5 D5
// D6 D6
// D7 D7
void main()
{
int tiempo=12,i;
port_b_pullups(true);
output_c(0);
output_c(2);
lcd_init();
printf(lcd_putc,"\fGenerador Arranc");
printf(lcd_putc,"\n Apagado");
while(true)
{
output_c(0);
printf(lcd_putc,"\fGenerador Arranc");
```

```

printf(lcd_putc, "\n Apagado");
if(input(PIN_B0)==0)
{
for(i=1;i<=tiempo;i++)
{
output_c(1);
printf(lcd_putc, "\fGenerador Arranc");
printf(lcd_putc, "\nTiempo= %d seg", i);
if(input(PIN_B1)==1)
{
output_c(0);
output_high(PIN_C2);
delay_ms(1000);
break;
}
delay_ms(1000);
}
}
delay_ms(100);
}
delay_ms(1000);
}

```

3.7 Simulación en el software Proteus 8.5

En la figura muestra la simulación creada en proteus 8.5, de cómo va a ser el funcionamiento para los arrancadores-generadores de los aviones, para luego implementar de forma física.

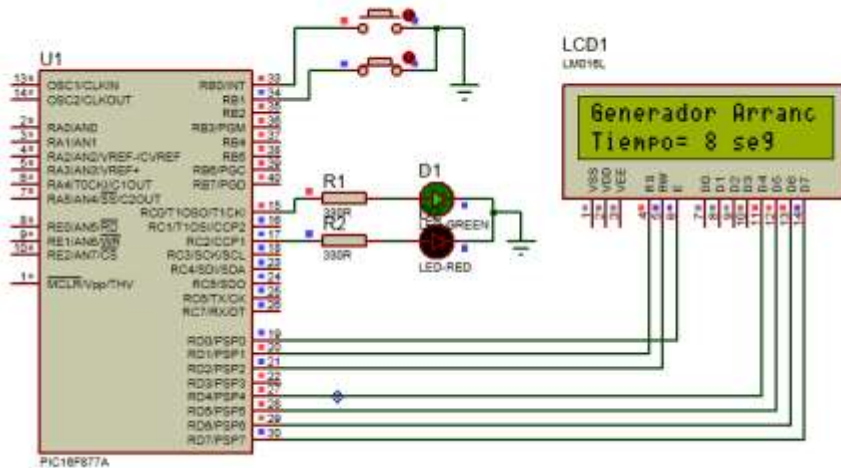


Figura 29 Encendido del Generador.

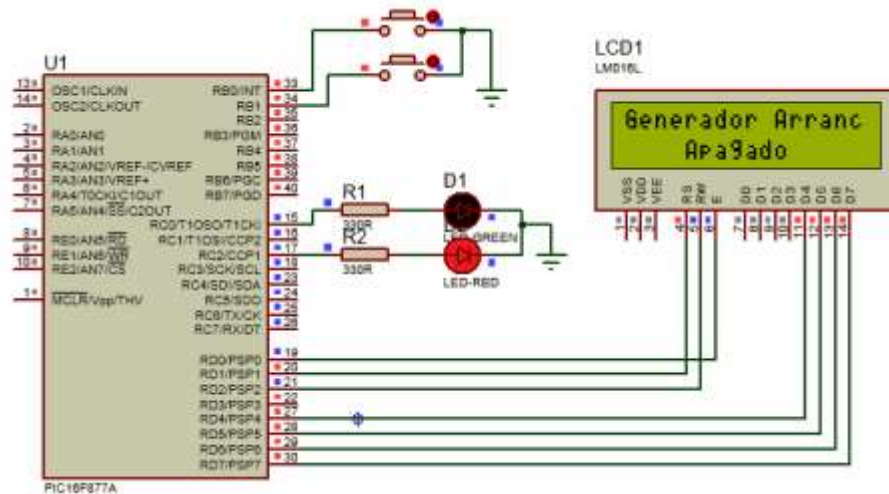


Figura 30 Apagado del Generador

3.8 Implementación de materiales en el banco de pruebas

Se procedió a colocar el voltímetro, amperímetro para observar el consumo de los arrancadores-generadores de los aviones, de igual manera el indicador de tiempo con el encendido y el paro de emergencia con sus respectivas luces piloto.

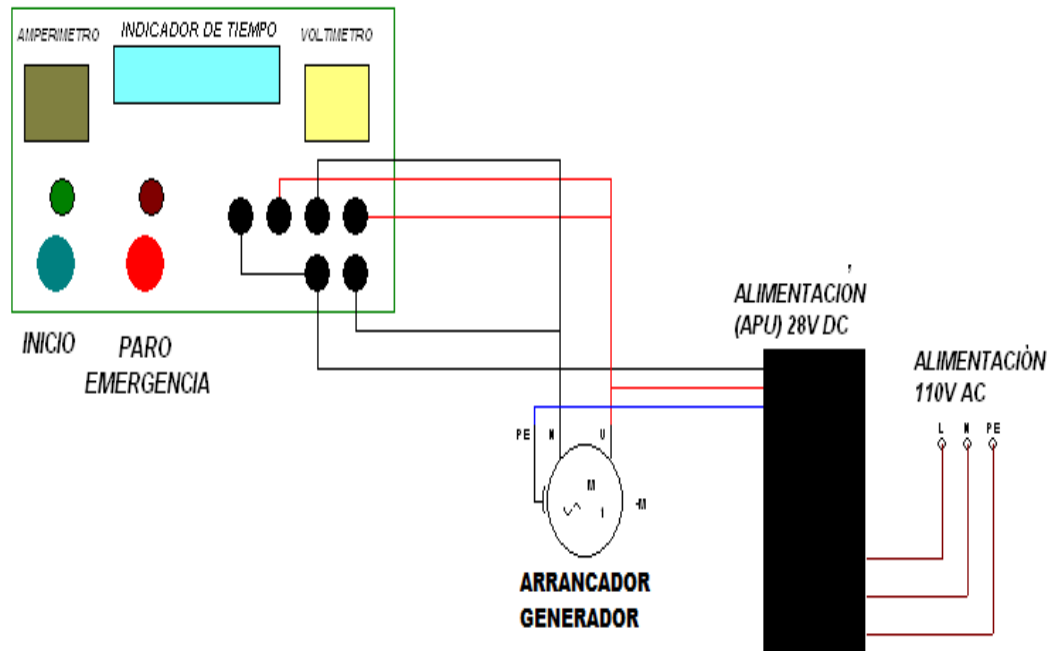


Figura 31 Conexiones finales

3.9 Conexión entre cada elemento

Para la conexión de cada elemento se utiliza cable de red para la comunicación entre el LCD y el PIC 16F877A, cable flexible (pulsadores, luces, voltímetro, amperímetro), pernos y tuerca para puentes y con sus respectivas mangueras de seguridad y aislamiento.

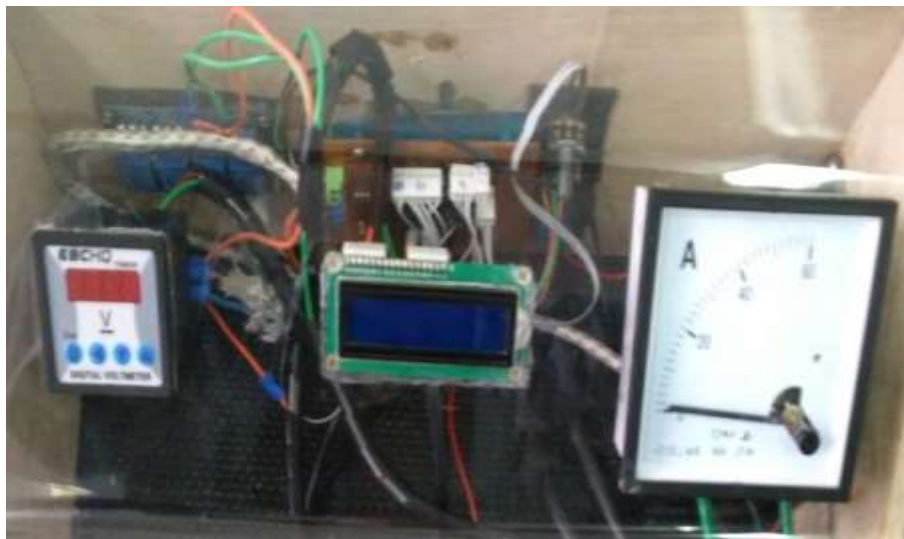


Figura 32 Conexión de elementos - Instrumentos

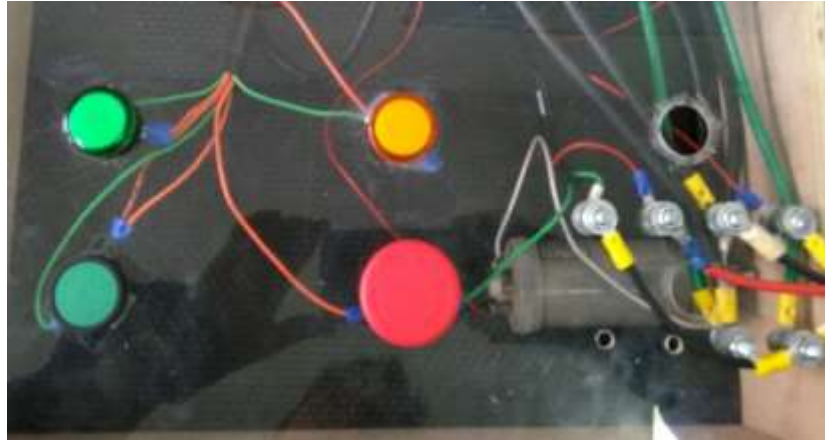


Figura 33 Conexión de elementos de control

3.10 Simulación de conexión del motor

Para el funcionamiento del generador se encuentra conectado con los dos reles la cual activa y desactiva el funcionamiento de la misma.

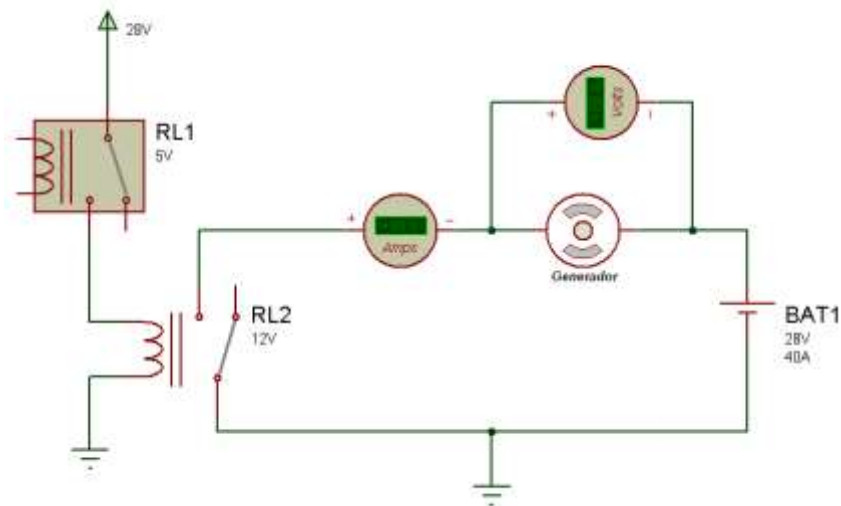


Figura 294 Simulación de conexión

3.11 Conexión del motor con el banco de pruebas

Las conexiones realizadas en el banco de pruebas se conecto de las salidas hacia el generador para posteriormente realizar su correcto funcionamiento conectando con la planta externa APU.

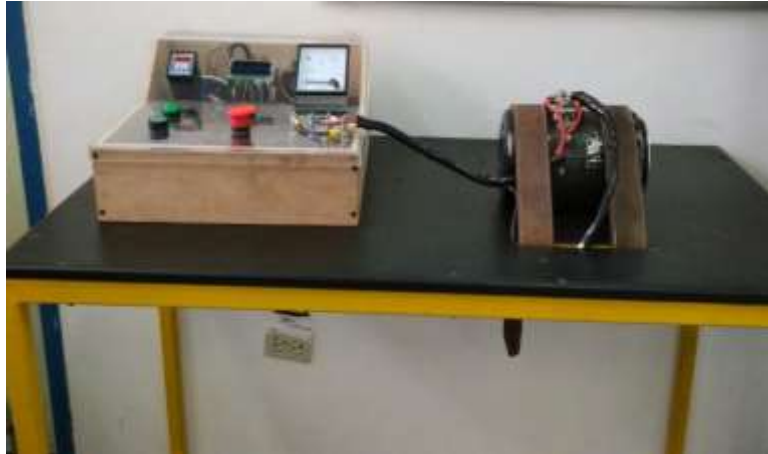


Figura 35 Conexión del motor con el banco de pruebas

3.12 Elementos de protección personal (E.P.P.)

Al realizar cualquier actividad que pueda implicar un daño físico a la integridad del operario es necesario la utilización de los equipos para protección personal, los cuales tienen funciones específicas para proteger la salud del personal. Personal técnico de mantenimiento de aviónica está expuesto a múltiples componentes que pueden crear afecciones en la salud de estos.

En los trabajos de mantenimiento están expuestos los operarios a ruidos, a la manipulación de instrumentos que podrían afectar la piel de las manos, además es necesaria la protección de los ojos en caso de alguna partícula suelta del mismo trabajo la cual pueda introducirse en ellos. Es necesario asimismo contar con la protección del overol que brinda una barrera de seguridad para el cuerpo completo, además de la protección de los pies en caso de alguna mala manipulación de equipos pesados que puedan repercutir en la integridad.

La seguridad personal del operario es más que una medida para la integridad de la salud, unas normas que evitan pérdidas, de recursos humanos y así apoyando a la mayor eficiencia en el trabajo. Entre los elementos primordiales de seguridad personal, se cuenta con:

- Protección ocular.
- Protección auditiva.

- Protección de manos.
- Protección para el cuerpo.
- Protección para los pies.



Figura 36 Equipo de Protección Personal

Fuente: (Kid, 2016)

3.12.1 Protección ocular

En el trabajo de mantenimiento en aviónica existen múltiples riesgos para los globos oculares, por ello la necesidad de utilizar el equipo adecuado que impida el deterioro de ellos por agentes externos, una opción de protección que muchas veces es ignorada. Los ojos son una parte del cuerpo muy susceptible al deterioro o a lecciones, cuando existe una adecuada protección mediante barreras de protección como las gafas de trabajo se evitan múltiples afecciones causadas por los siguientes agentes:

- Partículas despedidas.- dependen directamente de la actividad que se está realizando, estas partículas pueden ser de metal, madera, polvos u otro material.
- Sustancias peligrosas.- pueden ser sustancias químicas o alguna sustancia contaminada.
- Exposición a rayos ultravioletas.- por actividades de soldadura.
- Iluminación adecuada.- esta puede ser por poca luz o exceso de ella.

Dependiendo de un análisis previo de los riesgos potenciales y reales de la actividad deberá elegirse el equipo de protección adecuado, estos pueden ser: visores, lentes, gafas de soldador, careta para soldador. Una buena protección ocular es resistente, durable, liviana, ventilado; de fácil colocación, no lastima y cubre la superficie frontal y lateral de los ojos.



Figura 37 Tipos de Protección Ocular

Fuente: (Addicts)

3.12.2 Protección auditiva

Las afecciones que pueda tener el ser humano en su mayoría son reversibles, así con la capacidad del cuerpo humano de regenerarse y sanarse en un gran porcentaje las heridas sin dejar más allá de una pequeña seña, en la mayoría de los caso esta recuperación deja al organismo completamente funcional, sin embargo existen otras lecciones mucho más graves he invasivas que dejan la funcionalidad que los órganos afectados, sin poder recuperar su funcionalidad completa o de por sí dejando inhabilitado los órganos.

El oído es un complejo órgano sensorial que está compuesto de aparatos que son extremadamente sensibles y susceptibles a daños, a medida que transcurren los años su capacidad se va perdiendo progresivamente, pero existen factores que pueden deteriorar aún más rápido sus funciones como

frecuencias de sonido intolerables a la resistencia vibratoria de los tímpanos, degenerando la capacidad auditiva la cual es difícilmente recuperada.

En el ámbito laboral del personal de mantenimiento en la parte de aviónica, el ruido forma parte de factores de riesgo que pueden afectar al operario, por lo dando impera la necesidad de utilizar el equipo adecuado de protección personal, en existencia se encuentran múltiples implementos de seguridad para minimizar el impacto del sonido los cuales son:

- **Las orejeras.-** Que están formadas por un arnés de cabeza que sujeta dos casquetes hechos casi siempre de plástico, este encierra totalmente el pabellón auditivo externo y se aplica herméticamente a la cabeza por medio de una almohadilla de espuma o plástico rellena de líquido.
- **Tapones.-** Se llevan en el canal auditivo externo, son moldeables, se fabrican de un material blando que el usuario adapta a su oído, pueden ser de elastómero, vinilo, silicona, lana de vidrio, algodón y cera.



Adaptado con licencia de Nixon y Berger 1991.

Figura 38 Tipos de Protección de Oídos

Fuente: (OIT, 1986)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se recopiló la información pertinente al tema de generadores-arrancadores, tanto documentación técnica con la que se cuenta el Grupo Aéreo 44 “Pastaza”, así como la búsqueda de fuentes bibliográficas que respalden la información.
- Se realizó un análisis de las condiciones actuales en las que se encuentran los diferentes bancos de pruebas con los que cuenta el Grupo Aéreo 44 “Pastaza”. Así constatando que no se contaba con ningún banco de pruebas de este tipo. Instaurando con este proyecto el primer banco de pruebas específico para los arrancadores-generadores de los aviones para el Grupo Aéreo 44 “Pastaza”.
- Se realizó una cartilla instaurada al soporte técnico del trabajo en el cual se detalla las normas de seguridad y la operación del mismo con el fin de mantener la seguridad durante el trabajo y no exceder la capacidad de uso de este.
- Se implementó un banco de comprobación mediante las unidades de potencia en tierra para los arrancadores – generadores de los aviones pertenecientes al Grupo Aéreo 44 “Pastaza”.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el cuidado en la utilización del banco de pruebas de generadores-arrancadores haciendo uso de la cartilla de instrucciones creadas con este fin, garantizando así la durabilidad y el correcto funcionamiento por mayor cantidad de tiempo.
- Utilizar los elementos de protección personal en cada una de las acciones cuando se esté trabajando con el arrancador generador, para evitar posibles riesgos y lesiones que se puedan suscitar al momento de la utilización de estos elementos.
- El apoyo y la coordinación que se le brinde a estos tipos de proyectos genera desarrollo y una vinculación entre el estudiante, futuro profesional y el ámbito laboral o experimental, además de recibir una retroalimentación entre los gestores.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AC: Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés, de alternating current) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

APU: La unidad auxiliar de potencia o APU (siglas en inglés de Auxiliary Power Unit) es un dispositivo montado en un vehículo que proporciona energía para funciones distintas a la propulsión. Se suele utilizar en grandes aviones, barcos y algunos vehículos terrestres grandes como trenes o camiones

ARAVA: El avión de transporte ligero *IAI Arava*, es empleado por el Ejército Ecuatoriano para labores de transporte rápido de personal y abastecimientos, vigilancia y reconocimiento en la región amazónica, además de lanzamiento de paracaidistas, diseñado en Israel.

C

CSD: Es una unidad de funcionamiento hidromecánico, que engrana la unidad de accesorios del motor con el alternador propiamente dicho, su misión es la de mantener constante las vueltas (r.p.m) a la entrada del alternador para conseguir los 400 cps de corriente alterna que se necesitan

D

DC: La corriente continua (CC en español, en inglés DC, de Direct Current) se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo.

F

FLAPS: Un dispositivo hipersustentador es un ingenio aerodinámico diseñado para aumentar la sustentación, en determinadas fases del vuelo de una aeronave.

I

IFR: (Instrument Flight Rules) que se traduce por “Reglas de Vuelo por Instrumentos”. Las denominaciones puede que sean algo engañosas e induzcan a pensar, por ejemplo, que cuando se vuela con instrumentos se está volando en IFR; o que si se navega a estima, se está volando en VFR. No es así ni mucho menos; nada le prohíbe al piloto utilizar todos los

instrumentos a su alcance volando en VFR, o que en IFR el piloto quiera chequear la posición indicada observando las marcas en el terreno.

K

Kva: Unidad de potencia aparente que equivale a mil voltamperios. Cuando nos dan como dato Kva, están sumando a la potencia "útil" (Kw) la potencia reactiva, indican el consumo o aporte total de potencia.

P

PESO VACIO: (P.V; E.W). Comprende el Peso de la estructura de la aeronave, planta moto propulsora y equipo considerado como parte integral para la configuración de la misma, como por ejemplo: asientos, alfombras, cortinas, etc.

PAYLOAD: Es la suma de los pesos de todo aquello que se le agrega al peso del avión vacío sin incluir el combustible. El payload también incluye la carga gratuita denominada comat (material de la empresa) o comail (correspondencia de la empresa) que no se paga por su transporte si viaja en la aeronaves de la misma empresa. En el PAYLOAD se incluye:

- Peso estimado de tripulantes y pasajeros (pesos de invierno o verano).
- Peso de la comida estimada por carriers y material descartable.
- Peso de maletas de tripulantes y pasajeros.
- Peso de toda carga, correo, comat y comail en bodega.
- Peso de todo animal vivo en bodega.

R

RPM: Una revolución por minuto es una unidad de frecuencia que se usa también para expresar velocidad angular.

S

STOL: (Short Take Off and Landing) que se traduce por "Aterrizaje y Despegue Cortos"

V

VFR: (Visual Flight Rules) que se traduce por "Reglas de Vuelo Visual"

Y

YOM KIPUR: La Guerra de Yom Kipur es uno de los mayores desafíos al que se enfrentó tanto el Estado de Israel durante su historia, como las Fuerzas de Defensa de Israel, convirtiéndose así en una experiencia traumática para toda la población israelí.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(n.d.).

Illustrated Manual Parts. (2003). *ILLUSTRATED PARTS LIST COMMUNICATION*. New York: Aircrafts. Retrieved from ILLUSTRATED PARTS LIST COMMUNICATION.

Addicts, Q. (n.d.). *www.quoteaddicts.com*. Retrieved from www.quoteaddicts.com: <http://quoteaddicts.com/topic/hand-safety-quote/>

Administration, F. A. (2016, Junio 29). *www.faa.gov*. Retrieved from www.faa.gov:
http://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aircraft/amt_airframe_handbook/media/ama_ch09.pdf

BC, E. (2010). *www.electricasbc.com*. Retrieved from www.electricasbc.com:
<http://www.electricasbc.com/detalles/amperímetros/3048-79560>

Facil, A. (2016, Agosto 02). *www.aulafacil.com*. Retrieved from www.aulafacil.com:
<http://www.aulafacil.com/cursos/130072/bachillerato/fisica/electromagnetismo/partes-esenciales-de-un-motor-y-sus-nombres>

Fuel, P. E. (2016, 08 10). *www.proyectosfindecarrera.com*. Retrieved from www.proyectosfindecarrera.com:
<http://www.proyectosfindecarrera.com/definicion/rotor-estator.htm>

Grupo Edefa S.A. (2016, Mayo 16). *Defenza.com*. Retrieved from [Defenza.com](http://www.defenza.com): <http://www.defenza.com/frontend/defensa/22-militares-ecuatorianos-mueren-estrellarse-iai-201-arava-vn18160-vst338>

Inc., W. G. (2016). *granger.com*. Retrieved from [granger.com](https://espanol.granger.com):
<https://espanol.granger.com/product/SCHNEIDER-ELECTRIC-Emergency-Stop-Push-Button-6HK81>

Industrial, V. (2016). *www.viaindustrial.com*. Retrieved from www.viaindustrial.com: <http://www.viaindustrial.com/pp/Voltmetro-4-digito-programable-48x48-AOB295U-8X1-79800-ebchq-P102965>

Kid, C. (2016, 03 29). *www.clipartkid.com*. Retrieved from www.clipartkid.com:
<http://www.clipartkid.com/personal-protective-equipment-cliparts/>

Lopez, R. (2016, Agosto 10). *sites.google.com*. Retrieved from sites.google.com: <https://sites.google.com/site/tecnorlopez33/tema4-maquinas-electricas/04-motores-de-cc>

Máquinas, E. (2013). *www.tuveras.com*. Retrieved from [www.tuveras.com](http://www.tuveras.com/maquinaselectricas.htm): <http://www.tuveras.com/maquinaselectricas.htm>

Miguel, G. B. (2016, Junio). *www.uvadoc.uva.es*. Retrieved from www.uvadoc.uva.es: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/18103/1/TFG-P-380.pdf>

OIT, E. d. (1986). *www.ilocis.org*. Retrieved from www.ilocis.org: <http://www.ilocis.org/documents/chpt31e.htm>

The Blueprints. (2005). IAI Arava 201. *The Blueprints.com*, portada.

AIS-ESPAÑA, 2008. Reglas de vuelo visual. *Pasionporvolar.com*, pp.1–5. Available at: <http://www.pasionporvolar.com/reglas-de-vuelo-visual/> [Accessed February 28, 2017].

Aprendiendo Electrónica, 2017. CCS Compiler (PIC C Compiler) - Manejo de LCD 16x2 ~ AprendiendoElectrónica. *Aprendiendo Electrónica*. Available at: <http://aprendiendoelectronicafacil.blogspot.com/2015/04/pic-c-compiler-manejo-de-lcd-16x2.html> [Accessed January 23, 2017].

Electrónica: teoría y práctica, 2012. Características del PIC16F877. *Blog*. Available at: <http://electronica-teoriaypractica.com/caracteristicas-del-pic16f877/> [Accessed January 23, 2017].

De maquinas y herramientas, 2012. Amperímetros: Tipos y Usos | De Máquinas y Herramientas. Available at: <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/amperimetros-tipos-y-usos> [Accessed January 23, 2017].

Universitat Politècnica de València, 2012. Equipos de protección personal: equipos de protección auditiva. , p.5. Available at: https://www.spri.upv.es/IOP_PM_16.htm [Accessed February 28, 2017].

HOJA DE VIDA



DATOS PERSONALES:

Nombres y apellidos: Franklin Andrés Guerrero Aldáz
Grado: Cabo segundo de Aviación del Ejército
Documento de identidad: 1717075095
Fecha de nacimiento: 30 de Agosto de 1985
Lugar de nacimiento: Pichincha – Quito – La Vicentina
Estado civil: Soltero
Dirección: Rumiñahui – Sangolqui – Santa Rosa
Teléfono: 0996375618
E-mail: drewalien1985@gmail.com

FORMACIÓN ACADÉMICA:

Estudios Primarios: Escuela Fiscal “5 de Junio”
Estudios Secundarios: Instituto Tecnológico Superior “Sucre”
Universitarios: Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre
Escuela Politécnica del Ejército
Año: 2006 - 2008
Título: Tecnólogo en Ciencias Militares

CURSOS:

- Curso virtual de derechos humanos Año: 2014 40 horas
- Curso virtual de leyes y reglamentos Año: 2015 128 horas

FORMACIÓN MILITAR:

- Curso de Selva Año: 2008
- Técnico de Aviación del Ejército Año: 2008 - 2009
- Curso de Jaguar Año: 2012

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES:

- Mecánico de Aviación.
- Prácticas pre profesionales (320 hrs.)

FIRMA:

FRANKLIN GUERRERO

C.C.: 1717075095

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

GUERRERO ALDÁZ FRANKLIN ANDRÉS

CBOS. DE A.E.

L00330564

DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO DE GRADUACIÓN

ING. NEL AUGUSTO VACA FLORES

MAYO. TEC. DE AVC.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

ING. PABLO PILATASIG

Latacunga, 17 de Marzo del 2017