



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA**

**TEMA: “CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MEDIR
EL JUEGO RADIAL DEL EJE DE ACCIONAMIENTO EN EL
GENERADOR P/N 515-030 SEGÚN BOLETÍN DE SERVICIO No. 515-
030-24-004 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3e
PERTENECIENTES AL GRUPO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO Nº 43
PORTOVIEJO”**

AUTOR: POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL

DIRECTORA: ING. GUERRERO RODRIGUEZ, LUCIA ELIANA

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MEDIR EL JUEGO RADIAL DEL EJE DE ACCIONAMIENTO EN EL GENERADOR P/N 515-030 SEGÚN BOLETÍN DE SERVICIO No. 515-030-24-004 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3e PERTENECIENTES AL GRUPO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO Nº 43 PORTOVIEJO”** fue realizado por el señor **POZO LLANOS BELISARIO ISMAEL**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 13 de julio del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Lucia Eliana Guerrero Rodriguez', is located below the date. The signature is stylized and somewhat abstract.

ING. GUERRERO RODRIGUEZ, LUCIA ELIANA
C.C.: 0501878649



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL** declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MEDIR EL JUEGO RADIAL DEL EJE DE ACCIONAMIENTO EN EL GENERADOR P/N 515-030 SEGÚN BOLETÍN DE SERVICIO No. 515-030-24-004 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3e PERTENECIENTES AL GRUPO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO Nº 43 PORTOVIEJO”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 13 de julio del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. Pozo', is placed above a horizontal line.

POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL
C.C.: 1205362534



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar la monografía: **“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MEDIR EL JUEGO RADIAL DEL EJE DE ACCIONAMIENTO EN EL GENERADOR P/N 515-030 SEGÚN BOLETÍN DE SERVICIO No. 515-030-24-004 DEL HELICÓPTERO FENNEC AS 550 C3e PERTENECIENTES AL GRUPO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO Nº 43 PORTOVIEJO”** en el Repositorio Institucional en el registro bibliográfico, el resumen y la dirección web indexada a la revista del artículo académico.

Latacunga, 13 de julio del 2020



POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL
C.C.: 1205362534

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación se lo dedico primeramente a dios como ser supremo el cual ha derramado bendiciones, llenándome de salud, dicha y prosperidad durante todas las etapas de mi vida como estudiante y profesional. Que nunca me ha dejado solo y me ha sabido dar la sabiduría necesaria para siempre seguir adelante por el camino del bien.

A mi familia que ha estado ahí directa o indirectamente en todo momento dándome aliento de apoyo incondicional para seguir adelante en todas mis metas, a mis padres los cuales gracias a sus valores fueron los pilares fundamentales en mi vida para mi formación como una persona de bien. En especial a mi amada esposa Marisela y mis dos hijas Soffía y Victoria quienes son mi mayor motivación de lucha para poder cumplir con esta anhelada meta.

A todas las personas involucradas en la culminación de este objetivo como estudiante universitario en el cual se vivió muchas experiencias únicas, a los docentes quienes compartieron todos sus conocimientos y valores de manera satisfactoria para formar personas de bien.

POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL

AGRADECIMIENTO

En primera instancia se lo quiero agradecer a mi dios ya que gracias a su bondad día a día nos permite volver a ver la luz del sol y llenarnos de fuerzas para seguir adelante en busca de nuestros sueños.

A mis amados padres que con amor y cariño me han sabido guiar por el camino del bien, y que gracias a sus consejos y enseñanzas hoy por hoy se los debo todo a ellos. A mi amada esposa que gracias a ella he podido seguir adelante para la culminación exitosa de este nuevo objetivo, ya que sin su apoyo incondicional las circunstancias hubiesen sido mucho más difíciles todo este tiempo.

A mis compañeros de aula con quienes compartimos muchas experiencias únicas en el transcurso de este tiempo, a todos mis docentes que impartieron sus conocimientos y me enseñaron los mejores valores para ser una persona de bien. Y a mí tutora de tesis Ing. Lucia Guerrero, que gracias a sus exigencias y enseñanzas me fortalecieron para a futuro poderme desarrollar de la mejor manera en mi vida profesional.

POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Alcance.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Helicóptero Fenec AS 550 C3.....	7
2.1.1 Generalidades.....	7
2.1.2 Empleo.....	9

2.1.3 Datos técnicos.....	10
2.2 Motor Ariel 2D.....	11
2.2.1 Generalidades.....	11
2.2.2 Generador de Arranque.....	12
2.3 Sistema eléctrico de la aeronave.....	14
2.3.1 Introducción.....	14
2.3.2 Empleo en las aeronaves mono motores pequeños.....	14
2.3.3 Circuito de arranque.....	15
2.4 Generadores.....	17
2.4.1 Generalidades.....	17
2.4.2 Inducción electromagnética.....	18
2.4.3 Construcción de los Generadores DC.....	22
2.5 GENERADOR-ARRANCADOR P/N 515-030.....	31
2.5.1 Operación.....	31
2.5.2 Descripción detallada.....	33
2.6 Boletín de Servicio No. 515-030-24-004.....	34
2.6.1 Descripción.....	35
2.6.2 Referencias.....	37
2.6.3 Pasos de trabajo.....	38
2.7 Convertidor de Frecuencia WEG CFW 300.....	42
2.7.1 Sobre el CFW 300.....	42
2.7.2 Instalación y conexión.....	44
2.7.3 HMI y Programación Básica.....	48
2.8 Motor W22 IE2 1 HP 4P 80 3F 220/440 V 60 Hz IC411 - TEFC - B3L(D).....	49
2.8.1 Datos técnicos del motor W22 IE2 1 HP 4P 80 3F 220/440 V 60 Hz.....	50
2.8.2 dimensiones del motor W22 IE2 1 HP 4P 80 3F 220/440 V 60 Hz.....	51

CAPÍTULO III**DESARROLLO DEL TEMA**

3.1	Construcción del banco.....	55
3.1.1	Diseño mecánico.....	55
3.1.2	Diseño eléctrico – electrónico.....	59
3.1.3	Montaje de los equipos y accesorios.....	71
3.2	Pruebas de funcionamiento.....	74
3.2.1	Lista de chequeo para la manipulación del banco de prueba.....	75
3.2.2	Chequeo funcional del banco de prueba.....	76
3.2.3	Análisis de los resultados obtenidos en la medición.....	81

CAPÍTULO IV**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1	Conclusiones.....	83
4.2	Recomendaciones.....	84
4.3	Abreviaturas.....	85
4.4	Glosario.....	86
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1	Airbus AS550 C3e Fennec	8
Figura 2	Helicóptero H125M.....	9
Figura 3	Diagrama del sistema de arranque.....	17
Figura 4	Inducción electromagnética	18
Figura 5	Salida de un generador básico	20
Figura 6	Un anillo colector de dos piezas	21
Figura 7	Ondulación en el voltaje	22
Figura 8	Generador de 24 voltios para aviones	23
Figura 9	Armadura tipo tambor	24
Figura 10	Generador de bobinados en serie	26
Figura 11	Generador de bobinados en paralelo	27
Figura 12	Generador de bobinados compuesto.....	29
Figura 13	Medidas del generador.....	33
Figura 14	Esquema de operación del generador	34
Figura 15	Ejemplos de posibles daños según información técnica.....	40
Figura 16	boletín de servicio No. 515-030-24-004 aplicable.....	41
Figura 17	Vista lateral de la medición del juego axial	42
Figura 18	Diagrama de bloques del CFW300.....	44
Figura 19	Puntos de conexión	46
Figura 20	Tomas para las conexiones de control del CFW 300	47
Figura 21	Teclas de la HMI.....	48
Figura 22	Modos de operación de la HMI	49
Figura 23	Imagen ilustrativa del motor.....	50
Figura 24	Hoja de datos del motor trifásico de inducción	51
Figura 25	Vista frontal del motor con sus dimensiones	52
Figura 26	Vista lateral izquierda del motor con sus dimensiones	53
Figura 27	Material utilizado para la construcción de la mesa	56
Figura 28	Vista superior de la Mesa metálica.....	57

Figura 29 Generador arrancador	58
Figura 30 Soporte en V del Generador	59
Figura 31 Convertidor de frecuencia CFW300 – Motor 1HP	60
Figura 32 Variador de frecuencia encendido	62
Figura 33 Panel de control del banco	64
Figura 34 Placa de identificación del motor	65
Figura 35 Instalación del Variador CFW300	66
Figura 36 Instalación de Borneras	67
Figura 37 Instalación de los elementos de control del banco	68
Figura 38 Circuito de fuerza.....	69
Figura 39 Circuito de control.....	71
Figura 40 Estructura metálica del banco	72
Figura 41 Generador - motor AC	73
Figura 42 Banco de prueba terminado	74
Figura 43 Mandos de control del banco en la posición off	77
Figura 44 Generador instalado	77
Figura 45 Dispositivo del banco listo	78
Figura 46 Indicador dial regulado	79
Figura 47 Tablero de control energizado	80
Figura 48 Funcionamiento del banco de pruebas.....	81

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 <i>Datos técnicos del AS 350</i>	10
Tabla 2 <i>Procedimientos a seguir según la verificación del juego radial del generador..</i>	36

RESUMEN

La presente monografía trata sobre la implementación de una herramienta para las tareas de mantenimiento durante las inspecciones complementarias de 300 y 600 horas de funcionamiento de los generadores arrancadores, por lo cual se citó la necesidad de construir un banco de pruebas para medir el juego radial del eje de accionamiento del generador arrancador helicópteros Fennec AS 550 C3e. La construcción de este banco de prueba permitirá al personal técnico en electrónica del Grupo de Aviación del Ejército N°43 "PORTOVIEJO" realizar las tareas de mantenimiento de una forma oportuna y eficiente en las inspecciones complementarias de 300 y 600 horas, con la finalidad de prevalecer la operatividad de sus aeronaves. Este banco de prueba tendrá la función principal de medir el juego radial en el eje de accionamiento del generador arrancador de forma automática, similar según se detalla en el boletín de servicio N° 515-030-24-004 emitido por el fabricante. La verificación de los parámetros normales de servicio será realizada por medio de un indicador dial con una precisión de 0.01 milímetros que se encuentra instalado de forma temporal en la estructura principal del banco, el accionamiento del generador se lo va realizar de forma controlada con un variador de frecuencia y el movimiento será asistido desde un motor AC con un sistema de transmisión por correa y pares de poleas.

PALABRAS CLAVE:

- **BANCO DE PRUEBA**
- **BOLETÍN DE SERVICIO**
- **GENERADOR ARRANCADOR**

ABSTRACT

This monograph is about the implementation of a tool for the maintenance tasks during the complementary inspections of 300 and 600 operating hours of the starters generators, for which the need to build a test bench to measure the radial clearance of the drive shaft of the Fennec AS 550 C3e helicopter starter generator was cited. The construction of this test bench will allow the technical personnel in electronics of the Aviation Group of the Axis N°43 "PORTOVIEJO" to carry out the maintenance tasks in a timely and efficient way in the complementary inspections of 300 and 600 hours, with the purpose of prevailing the operability of their aircrafts. This test bench will have the main function of measuring the radial clearance in the drive shaft of the starter generator in an automatic way, similar as detailed in the service bulletin N° 515-030-24-004 issued by the manufacturer. The verification of the normal service parameters will be performed by means of a dial indicator with an accuracy of 1um which is temporarily installed on the main structure of the bench, the drive of the generator will be controlled by a frequency variator and the movement will be assisted from an AC motor with a belt drive system and pulley pairs.

KEYWORDS

- **TEST STAND**
- **SERVICE BULLETIN**
- **STARTER GENERATOR**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes.

La Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”, en el año 2011 para cubrir las necesidades de operaciones de vuelo en el Grupo de Aviación del Ejército N° 43 “PORTOVIEJO”, incrementó su flota con la adquisición de nuevos helicópteros militares polivalentes ligeros Fennec AS 550 C3e fabricados por Eurocopter, los mismos que son propulsados por un motor Turbomeca Arriel 2D para un peso máximo al despegue igual a 2250 kg en la ejecución de diferentes operaciones de vuelo como búsqueda, rescate y reconocimiento en las diferentes regiones del Ecuador.

Airbus Helicopters es una compañía fabricante de helicópteros, creada con el nombre de Eurocopter en 1992 a partir de la unión de las divisiones de Aérospatiale de Francia, y Daimler Chrysler Aerospace AG de Alemania. En julio de 2000, sus dos propietarios se fusionaron para crear EADS “European Aeronautic Defence and Space”, por lo que se añadió a Eurocopter el negocio de helicópteros de construcciones aeronáuticas. El 1 de enero del 2014, Eurocopter pasó a llamarse Airbus Helicopters.

El Grupo de Aviación del Ejército N° 43 “PORTOVIEJO” es una Unidad Operativa de la Fuerza Terrestre, la cual cuenta con un escuadrón de servicios encargado de ejecutar trabajos de mantenimiento aeronáutico en los diferentes niveles, su infraestructura y

personal técnico permite realizar tareas de mantenimiento complementarias y periódicas de los diferentes sistemas de las aeronaves.

Experiencias como las de Edison Iván Domínguez Chuiza (2015) de la Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías, Carrera de Ingeniería Electrónica, con sede en la ciudad de Guayaquil, y su trabajo de investigación cuyo tema dice: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA GENERADORES D.C. DE AERONAVES DEL ALA DE COMBATE N° 22". En las pruebas y análisis página 114 establece que las pruebas se las subdivide en varias etapas la primera para el sistema mecánico y la segunda para cada uno de los generadores, realizando en el primero un seguimiento a los componentes del sistema de movimiento del motor operando por cortos lapsos de tiempo tomando en cuenta los límites de operación técnicos dados por el fabricante. De este proyecto se tomará en cuenta la forma de poder seleccionar el motor adecuado para la implementación del banco verificando los datos técnicos del fabricante.

También se tiene la experiencia de Escobar Andrea y Bassante Víctor (2015) del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, con su trabajo de investigación cuyo tema dice: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS MEDIANTE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE, PARA EL GENERADOR ARRANCADOR DE LAS AERONAVES SUPER TUCANO A-29B, EN EL ALA DE COMBATE N°23 DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-MANTA". Concluyeron que la utilización de un motor de

transmisión por bandas, emula al motor de combustión de la aeronave y verifica la operación dentro de los rangos de funcionamiento de los generadores, y también que la implementación del banco de pruebas, permite evaluar las condiciones operativas del generador al ser sometido a varios procedimientos de comprobación y análisis. De este proyecto se tomará como ejemplo y guía la parte que habla acerca de la forma de accionamiento del generador por medio de un acople mecánico desde un motor de AC.

1.2 Planteamiento del problema.

El Grupo de Aviación del Ejército N°43 "PORTOVIEJO" como unidad operativa de la Fuerza Terrestre realiza operaciones de reconocimiento, búsqueda, rescate, y apoyo en general a cualquier misión encomendada al servicio de la sociedad en todo el país, por lo cual es muy indispensable tener operativa la flota de estas aeronaves con un mantenimiento oportuno y eficiente, sin embargo el taller de electrónica no cuenta un banco de pruebas en tierra para medir el juego radial del eje de accionamiento en el generador arrancador para las inspecciones periódicas de 300 y 600 horas de vuelo de los helicópteros Fennec AS 550 C3e. Esto provocaría que en cualquier momento los generadores sufran un daño imprevisto que provoque la inoperatividad de estas aeronaves, lo que significa que al existir alguna emergencia esta no podrá ser atendida.

1.3 Justificación.

El mantenimiento aeronáutico desarrollado en las Organizaciones de Mantenimiento y Reparación Aprobadas OMA's, reguladas bajo las RDAC 145/135; cumplen con las órdenes técnicas y con lo que dicta la documentación técnica emitida por los fabricantes de las aeronaves, esto conlleva a la aplicación de directrices de aeronavegabilidad, circulares de aviso, boletines de servicio y demás que permiten detectar y filtrar daños en los elementos aeronáuticos de tipo clase I, II y III. De esta forma se logra minimizar al máximo los riesgos por fallos de cualquier elemento durante la operación de las aeronaves.

Cabe mencionar que los talleres de mantenimiento aeronáutico deben estar dotados de bancos de prueba, herramientas especiales y comunes, para realizar los respectivos ensayos, pruebas de los equipos eléctricos que permiten además la detección de fallas y anomalías provocadas por el desgaste de los elementos sujetos a esfuerzos mecánicos, daños eléctricos y deterioro normal de sus componentes, por lo que los talleres de la Aviación del Ejército han alcanzado altos estándares y experticia en reparaciones del material eléctrico y de aviónica que se utilizan en las aeronaves; y a pesar de los grandes esfuerzos realizados por la administración de dotar del equipamiento completo para el sin número de necesidades existentes no se puede cubrir con el número de bancos de prueba y equipos requeridos para realizar el mantenimiento de este escalón.

El presente proyecto de titulación permitirá a los técnicos de la sección de electrónica realizar las tareas de mantenimiento específicas durante las inspecciones periódicas al GENERADOR ARRANCADOR P/N 515-030; la fabricación de un banco de prueba diseñado para realizar los chequeos correspondientes a la información técnica emitida por el fabricante válidos y efectivos al número de parte del Generador-Arrancador en mención, permite disminuir los costos del mantenimiento de los generadores de este tipo y también disminuir el tiempo de retorno al servicio del mismo, cuando estos daños y anomalías afecten la aeronavegabilidad de los helicópteros Fennec AS 550 C3e.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

Construir un banco de pruebas para medir el juego radial del eje de accionamiento del Generador-Arrancador P/N 515-030.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Diseñar un dispositivo que facilite la manipulación de los chequeos correspondientes al Generador-Arrancador.
- Implementar los procedimientos de operación y manipulación del banco de prueba del Generador-Arrancador P/N 515-030.

1.5 Alcance.

Este proyecto tiene como finalidad la construcción de un banco de pruebas para medir el juego radial del eje de accionamiento en el generador arrancador P/N 515-030 de los helicópteros Fennec AS 550 C3e, el mismo que va permitir realizar mediciones de juego radial en el eje del generador-arrancador.

El banco de prueba podrá determinar la condición y el estado de los generadores arrancadores P/N 515-030 de acuerdo al boletín de servicio N°. 515-030-24-004, comprobando si existe alguna anomalía en el movimiento del eje de accionamiento en las inspecciones periódicas de 300 y 600 horas de vuelo de la aeronave.

El equipo que permitirá realizar la comprobación del juego radial del eje de accionamiento en el generador arrancador será provisto por el Grupo de Aviación del Ejército N°43 "PORTOVIEJO".

El banco y el motor para la ejecución del proyecto será donado por el estudiante para el Grupo de Aviación del Ejército N°43 "PORTOVIEJO".

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Helicóptero Fennec AS 550 C3.

2.1.1 Generalidades.

El H125M de dos toneladas de Airbus (anteriormente AS550 C3e Fennec) responde a los requisitos militares para una plataforma armada rentable con una huella muy pequeña y excelente maniobrabilidad.

Como helicóptero explorador, es una aeronave táctica equipada con armamento ligero y considerado el más capaz en su categoría, el H125M monomotor combina potencia, discreción y potencia de fuego específica.

El H125M está diseñado para misiones de ataque. Se basa en las cualidades de poder, simplicidad, estabilidad de disparo y sigilo para llevar a cabo una amplia gama de misiones exigentes. (AIRBUS, 2017)



Figura 1 Airbus AS550 C3e Fenec

FUENTE: (AIRBUS, 2017)

El H125M puede equiparse con el sistema de armas H Force de Airbus, un sistema de armas completo, modular y rentable que puede usarse en cualquier versión militar del rango de helicópteros civiles de Airbus (H125M, H145M y H225M).

Capaz de volar discretamente en el campo de batalla con una silueta pequeña, el H125M tiene una firma de radar reducida mediante el uso de materiales compuestos y pintura reflectante de infrarrojos.

Este helicóptero se beneficia de las excelentes características de manejo y las cualidades fáciles de volar que son inherentes a la familia Ecureuil monomotor de Airbus, que posee el récord mundial de altitud (aterrizando en el Monte Everest a 8,848 metros), y es completamente operativo en altura y ambientes calurosos.

2.1.2 Empleo.

Cuando se le solicita un reconocimiento armado o un ataque ligero, la capacidad del H125M para disparar una variedad de armas garantiza un apoyo de fuego de respuesta rápida para las tropas.

Con el rango más largo en su categoría, el H125M es muy adecuado para servir a las partes tácticas de control aéreo en la conducción efectiva de helicópteros de ataque y aviones de ala fija. (AIRBUS, 2017)



Figura 2 Helicóptero H125M

Fuente: (AIRBUS, 2017)

2.1.3 Datos técnicos.

El Aérospatiale AS 350 Ecureuil es un helicóptero utilitario ligero de seis a siete asientos de un solo motor producido por el fabricante francés Aérospatiale, hoy Eurocopter. AS 350 en servicio militar se designan como 550 Fennec.

AS 350 se comercializan en el mercado norteamericano como AStar. El AS 350 también es producido bajo licencia por Helibras (hoy una subsidiaria de Eurocopter) en Brasil.

Tabla 1

Datos técnicos del AS 350

Datos técnicos	
Tripulación mínima	1
Pasajeros	5
Propulsión	1 motor turbo eje
Modelo de motor	Turbo meca Arriel 2B
Potencia del motor	632 kW
Max. Velocidad de crucero	259 km / h
Max. Velocidad	287 km / h
Techo de servicio	23.000 pies
Ritmo de ascenso	1935 pies /min

CONTINUA



Peso vacío	1.220 kg
Max. Peso al despegar	2.250 kg
Diámetro del rotor principal	10,69 m
Diámetro del rotor de cola	1,96 m
Área del disco del rotor	89,8 m ²
Longitud (fuselaje)	10,93 m
Altura	3,34 m

Fuente: (AIRBUS, 2017)

2.2 Motor Ariel 2D.

2.2.1 Generalidades.

El motor Arriel 2 es un motor de turbo eje que consta de una toma de aire axial, un compresor axial y un compresor centrífugo accionado por una turbina de una sola etapa, una cámara de combustión y una sola etapa turbina de potencia que conduce una caja de cambios de reducción ubicada en la parte trasera. Una caja de cambios de accionamiento accesorio, impulsada por el generador de gas, se encuentra en la parte delantera. Los montajes son parte de la definición del tipo de motor. Starter-generator no es parte de la definición del tipo de motor.

El motor Arriel 2D está controlado por un sistema electrónico de control del motor, que presenta simple o doble canal con respaldo mecánico estándar u opcional dependiendo del modelo. (SAFRAN Turbomeca, 2013)

2.2.2 Generador de Arranque.

A. Función.

El motor de arranque pone en marcha el conjunto rotativo del generador de gas durante el arranque y cuando la velocidad de rotación del generador de gas es suficiente, el arranque funciona como un generador de corriente continua.

B. Posición.

En el motor: en la cara frontal de la caja de accesorios.

C. Principales características.

- Suministrado por el fabricante de la aeronave.
- Tipo: Generador Arrancador.
- Suministro: 28 VDC

D. Principales componentes.

- El generador arrancador.
- La brida de orientación.
- Los terminales de suministro.

E. Operación.

- En el arranque del motor (arrancador)

Cuando el piloto arranca el motor, el contactor del arrancador se cierra y conecta la barra de CC del avión al arrancador.

El arrancador entonces pone en marcha el conjunto rotativo a través del tren de accionamiento de accesorios.

El par en el eje del arrancador es inversamente proporcional a la velocidad del generador de gas y será mayor cuando la temperatura atmosférica sea baja.

La velocidad de rotación del generador de gas aumenta hasta una velocidad auto sostenible. El suministro al motor de arranque se corta entonces por la apertura del contactor del motor de arranque.

- Operación como generador.

Cuando se alcanza la velocidad autosuficiente, el generador de gas acciona el arrancador que luego funciona como un generador eléctrico de corriente continua y alimenta el sistema eléctrico de la aeronave. (SAFRAN Turbomeca, 2013)

2.3 Sistema eléctrico de la aeronave.

2.3.1 Introducción.

El rendimiento satisfactorio de cualquier aeronave moderna depende en gran medida de la fiabilidad continua de los sistemas y subsistemas eléctricos. La instalación o el mantenimiento inadecuado o descuidado del cableado puede ser una fuente de peligro inmediato y potencial. El funcionamiento adecuado y continuo de los sistemas eléctricos depende del conocimiento y la técnica del mecánico que instala, inspecciona y mantiene los cables y alambres del sistema eléctrico.

2.3.2 Empleo en las aeronaves mono motores pequeños.

Las aeronaves ligeras suelen tener un sistema eléctrico relativamente sencillo, ya que los aviones sencillos suelen requerir menos redundancia y complejidad que los aviones de mayor tamaño de la categoría de transporte. En la mayoría de los aviones ligeros, sólo hay un sistema eléctrico alimentado por el alternador o generador accionado por el motor. La batería de la aeronave se utiliza para la alimentación de emergencia y el arranque del motor. La energía eléctrica se distribuye típicamente a través de uno o más puntos comunes conocidos como un bus eléctrico (o barra de bus).

Casi todos los circuitos eléctricos deben protegerse de los fallos que puedan producirse en el sistema. Las fallas se conocen comúnmente como aperturas o cortocircuitos. Un circuito abierto es una falla eléctrica que ocurre cuando un circuito se desconecta. Un cortocircuito es una falla eléctrica que ocurre cuando uno o más circuitos crean una conexión no deseada. El cortocircuito más peligroso ocurre cuando un cable positivo crea una conexión no deseada a una conexión negativa o a tierra. Esto se llama típicamente un cortocircuito a tierra.

Hay dos maneras de proteger los sistemas eléctricos de fallas: mecánica y eléctricamente. Mecánicamente, los alambres y componentes están protegidos contra la abrasión y el desgaste excesivo mediante la instalación adecuada y la adición de cubiertas y escudos protectores. Eléctricamente, los cables pueden protegerse utilizando disyuntores y fusibles. Los disyuntores protegen cada sistema en caso de cortocircuito. Debe tenerse en cuenta que los fusibles, en lugar de los disyuntores. Los fusibles se encuentran típicamente en aviones más antiguos. (FAA, 2015)

2.3.3 Circuito de arranque.

Prácticamente todos los aviones modernos emplean un motor eléctrico para arrancar el motor de la aeronave. Dado que el arranque del motor requiere varios caballos de

fuerza, el motor de arranque a menudo puede consumir 100 o más amperios. Por esta razón, todos los motores de arranque se controlan a través de un solenoide. El circuito de arranque debe conectarse lo más cerca posible de la batería, ya que se necesita un cable grande para alimentar el motor de arranque y se puede lograr una reducción de peso cuando la batería y el arrancador están instalados uno cerca del otro en la aeronave. Como se muestra en el diagrama del circuito de arranque, el interruptor de arranque puede formar parte de un interruptor multifunción que también se utiliza para controlar los magnetos del motor.

El arrancador puede ser alimentado por la batería de la aeronave o por la fuente de alimentación externa. A menudo, cuando la batería de la aeronave es débil o necesita ser cargada, el circuito de alimentación externo se utiliza para alimentar el arrancador. Durante la mayoría de las operaciones típicas, el arrancador es alimentado por la batería de la aeronave. El maestro de la batería debe estar encendido y el solenoide maestro cerrado para poder arrancar el motor con la batería.

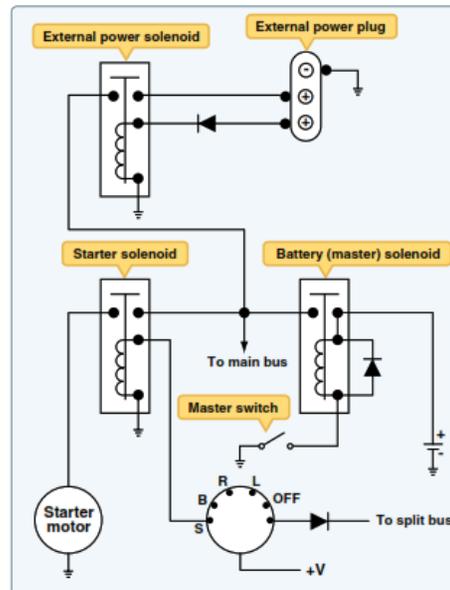


Figura 3 Diagrama del sistema de arranque

Fuente: (FAA, 2015)

2.4 Generadores.

2.4.1 Generalidades.

Los generadores de corriente continua transforman la energía mecánica en energía eléctrica. Como su nombre lo indica, los generadores de corriente continua producen corriente continua y normalmente se encuentran en aviones ligeros. En muchos casos, los generadores de CC han sido sustituidos por alternadores de CC. Ambos dispositivos producen energía eléctrica para alimentar las cargas eléctricas de la aeronave y cargar la batería de la aeronave. Aunque comparten el mismo propósito, el alternador de CC y el generador de CC son muy diferentes. Los generadores de CC requieren un circuito de

control para asegurar que el generador mantenga el voltaje y la corriente correctos para las condiciones eléctricas actuales de la aeronave. Típicamente, los generadores de aeronaves mantienen un voltaje de salida nominal de aproximadamente 14 voltios o 28 voltios. (FAA, 2015)

2.4.2 Inducción electromagnética.

Los principios de la inducción electromagnética muestran que la tensión es inducida en la armadura de un generador durante toda la rotación de 360° del conductor. La armadura es la parte giratoria de un generador de corriente continua. Como se muestra, la tensión inducida es AC, Los anillos colectores y el bucle del generador giran; los cepillos son estacionarios. (FAA, 2015)

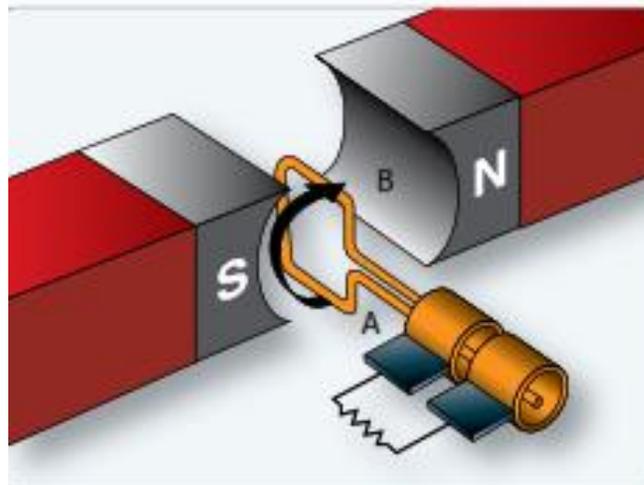


Figura 4 Inducción electromagnética

FUENTE: (FAA, 2015)

Desde que el lazo conductor está constantemente rotando, algunos medios deben ser proporcionados para conectar este lazo de alambre a las cargas eléctricas. Como se muestra en la Figura 4, los anillos colectores y los cepillos pueden utilizarse para transferir la energía eléctrica del bucle giratorio a las cargas estacionarias de la aeronave. Los anillos colectores están conectados al bucle y giran; los cepillos son estacionarios y permiten el paso de la corriente a las cargas eléctricas. Los anillos colectores son típicamente de cobre y los cepillos de carbono blando.

Es importante recordar que la tensión producida por este generador básico es CA, y que la tensión CA se suministra a los anillos colectores. Dado que el objetivo es suministrar cargas de CC, algunos al reemplazar los anillos colectores del generador de CA básico por dos medios cilindros (el conmutador), se obtiene un generador de CC básico, el lado rojo de la bobina está conectado al segmento rojo y el lado ámbar de la bobina al segmento ámbar. Los segmentos están aislados entre sí. Los dos cepillos estacionarios se colocan en lados opuestos del conmutador y están montados de tal manera que cada cepillo hace contacto con cada segmento del conmutador a medida que el conmutador gira simultáneamente con el lazo. Las partes giratorias de un generador de corriente continua (bobina y conmutador) se denominan armadura. (FAA, 2015)

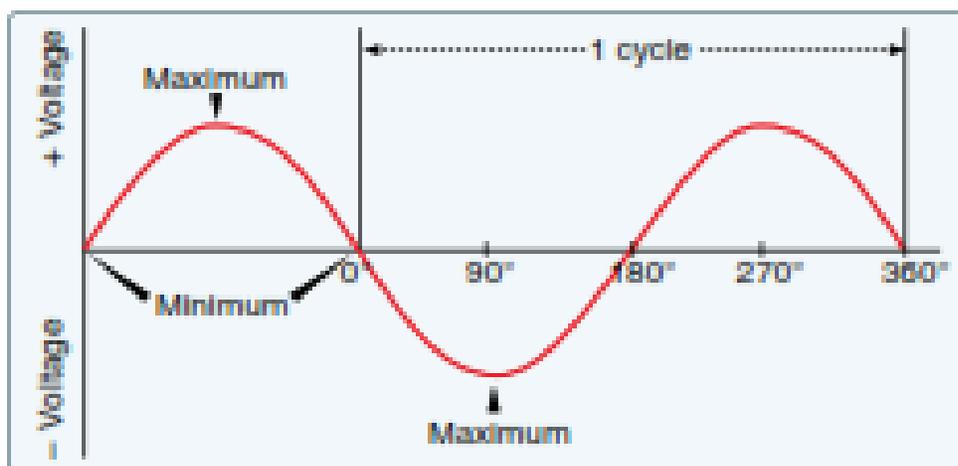


Figura 5 Salida de un generador básico

FUENTE: (FAA, 2015)

Como se ve en el generador muy simple de la Figura 4, a medida que el lazo rota los cepillos hacen contacto con diferentes segmentos del conmutador. En las posiciones A, C y E, los cepillos tocan el aislamiento entre los cepillos; cuando el lazo está en estas posiciones, no se produce ningún voltaje. En la posición B, el cepillo positivo toca el lado rojo del lazo conductor. En la posición D, el cepillo positivo toca el lado ámbar del conductor del inducido. Este tipo de inversión de conexión convierte la CA producida en la bobina conductora en CC para alimentar la aeronave. Un generador de corriente continua es más complejo, ya que tiene varios lazos de alambre y segmentos de conmutador.

Debido a esta conmutación de los elementos del conmutador, el cepillo rojo siempre está en contacto con el lado de la bobina que se mueve hacia abajo, y el cepillo ámbar siempre está en contacto con el lado de la bobina que se mueve hacia arriba. Aunque la

corriente invierte su dirección en el bucle exactamente de la misma manera que en el generador de CA, la acción del conmutador hace que la corriente fluya siempre en la misma dirección a través del circuito externo o medidor. (FAA, 2015)

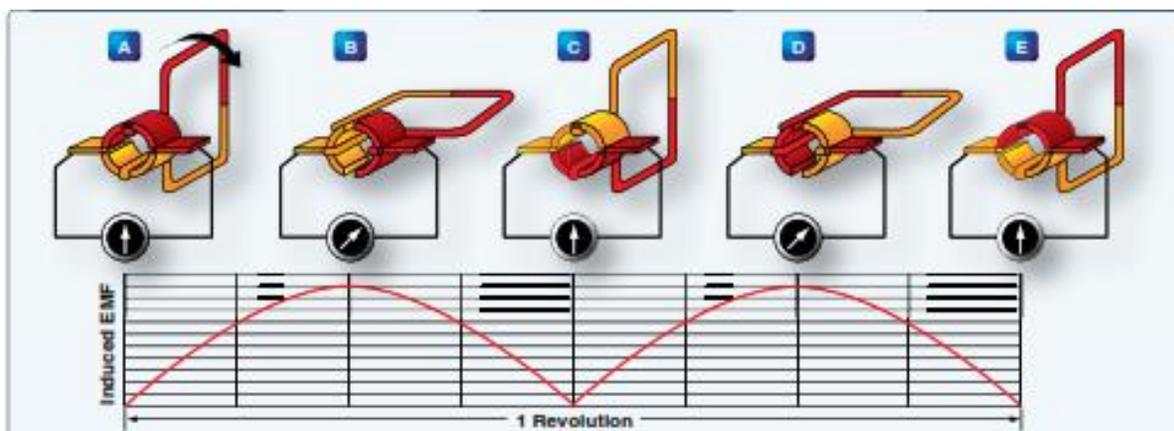


Figura 6 Un anillo colector de dos piezas

FUENTE: (FAA, 2015)

El voltaje generado por el generador de corriente continua básica, varía de cero a su valor máximo dos veces por cada revolución del lazo. Esta variación del voltaje de CC se denomina ondulación y puede reducirse utilizando más bucles o bobinas. A medida que aumenta el número de bucles, se reduce la variación entre los valores máximos y mínimos de voltaje, y el voltaje de salida del generador se aproxima a un valor de CC constante. Por cada lazo adicional en el rotor, se requieren otros dos segmentos del conmutador. Una foto de un conmutador típico de generador de CC. (FAA, 2015)

2.4.3 Construcción de los Generadores DC.

Las partes principales, o ensamblajes, de un generador de corriente continua son un marco de campo, una armadura giratoria y un conjunto de cepillo.

El bastidor tiene dos funciones: sostener los devanados necesarios para producir un campo magnético, y actuar como soporte mecánico para las otras partes del generador.

El conductor del electroimán se envuelve alrededor de piezas de metal laminado llamadas polos de campo. Los postes se atornillan típicamente al interior del marco y se laminan para reducir las pérdidas de corriente. Las bobinas de campo están compuestas de muchas vueltas de alambre aislado y por lo general se enrollan en una forma que encaja sobre el núcleo de hierro del poste al que se sujeta de forma segura. (FAA, 2015)

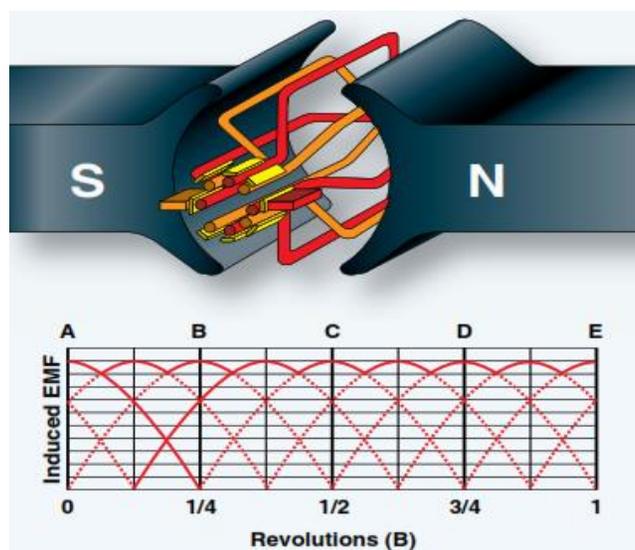


Figura 7 Ondulación en el voltaje

FUENTE: (FAA, 2015)

Una corriente continua es alimentada a las bobinas de campo para producir un campo electromagnético. Esta corriente se obtiene típicamente de una fuente externa que proporciona regulación de voltaje y corriente para el sistema generador.

El ensamblaje de la armadura de un generador consiste en dos elementos primarios: las bobinas de alambre (llamadas bobinas) enrolladas alrededor de un núcleo de hierro y el ensamblaje del conmutador. Los bobinados del inducido están espaciados uniformemente alrededor del inducido y montados en un eje de acero. La armadura gira dentro del campo magnético producido por las bobinas de campo. El núcleo de la armadura actúa como conductor de hierro en el campo magnético y, por esta razón, está laminado para evitar la circulación de corrientes inducidas. (FAA, 2015)

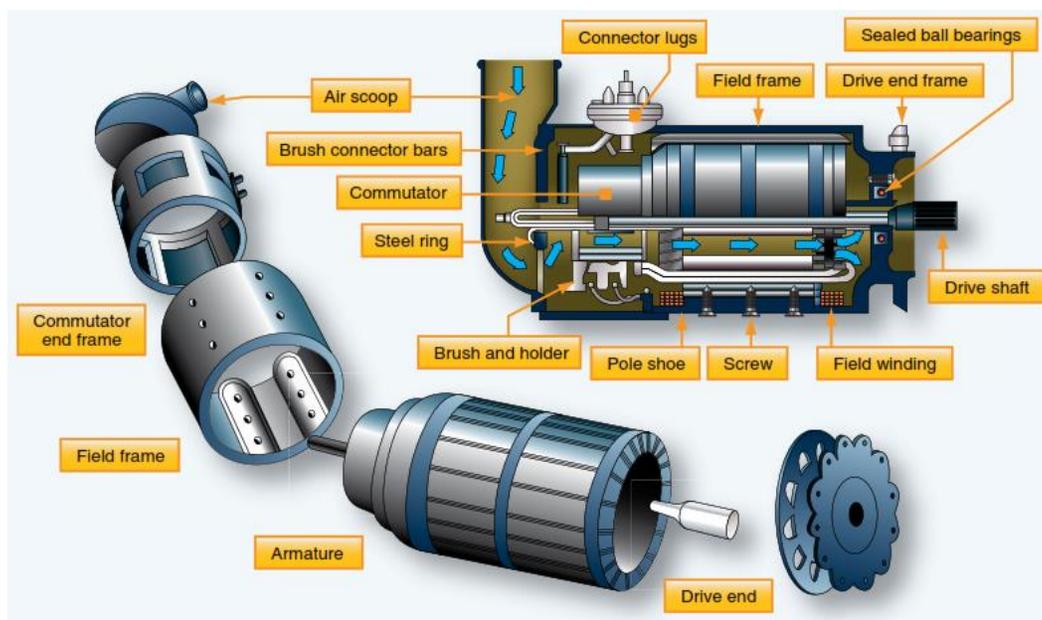


Figura 8 Generador de 24 voltios para aviones

FUENTE: (FAA, 2015)

El conmutador está situado en el extremo de una armadura y consiste en segmentos de cobre divididos por un aislador fino. El aislante a menudo está hecho de mica mineral. Los cepillos se desplazan sobre la superficie del conmutador formando el contacto eléctrico entre las bobinas del inducido y el circuito externo. Un conductor de cobre trenzado y flexible, comúnmente llamado coleta, conecta cada cepillo al circuito externo. Los cepillos pueden deslizarse hacia arriba y hacia abajo en sus soportes para seguir cualquier irregularidad en la superficie del conmutador. (FAA, 2015)

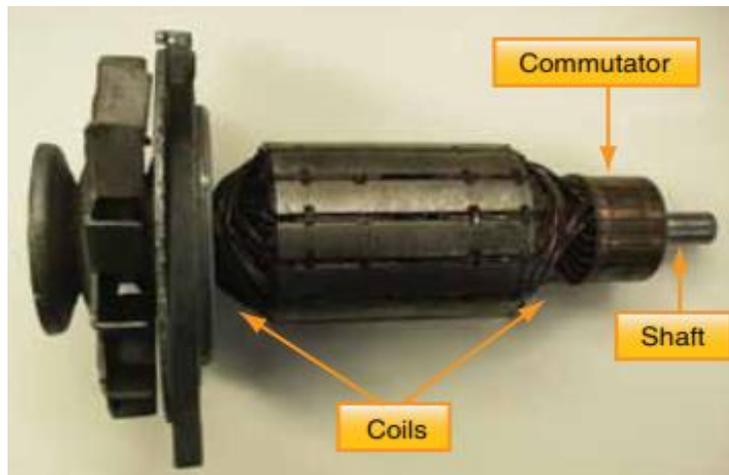


Figura 9 Armadura tipo tambor

FUENTE: (FAA, 2015)

La constante realización y ruptura de las conexiones eléctricas entre los cepillos y los segmentos del conmutador, junto con la fricción entre el conmutador y el cepillo, causa que los cepillos se desgasten y necesiten atención o reemplazo regular. Por estas razones, el material comúnmente utilizado para los cepillos es el carbono de alta calidad. El carbono debe ser lo suficientemente blando para evitar el desgaste indebido del conmutador y lo suficientemente duro para proporcionar una vida útil razonable del

cepillo. Dado que la resistencia de contacto del carbono es bastante alta, el cepillo debe ser bastante grande para proporcionar una trayectoria de corriente para los devanados del inducido.

La superficie del conmutador está altamente pulida para reducir al máximo la fricción. El aceite o la grasa no deben usarse nunca en un mantenimiento y se debe tener mucho cuidado al limpiarlo para evitar que se estropee o raye la superficie.

Hay tres tipos de generadores de corriente continua: devanado en serie, devanado paralelo (shunt) y devanado en serie-paralelo (o devanado compuesto). El generador apropiado está determinado por las conexiones a los circuitos de armadura y de campo con respecto al circuito externo. El circuito externo es la carga eléctrica alimentada por el generador. En general, el circuito externo se utiliza para cargar la batería de la aeronave y suministrar energía a todo el equipo eléctrico utilizado por la aeronave. Como su nombre indica, los devanados en serie tienen características diferentes de los devanados en paralelo.

El generador de serie contiene un devanado de campo conectado en serie con el circuito externo. Los generadores de serie tienen una regulación de voltaje muy pobre bajo carga cambiante, ya que cuanto mayor es la corriente que pasa a través de las bobinas de campo hacia el circuito externo, mayor es la FEM inducida y mayor es el voltaje de salida. Cuando la carga eléctrica de la aeronave aumenta, la tensión aumenta; cuando la carga disminuye, la tensión disminuye. (FAA, 2015)

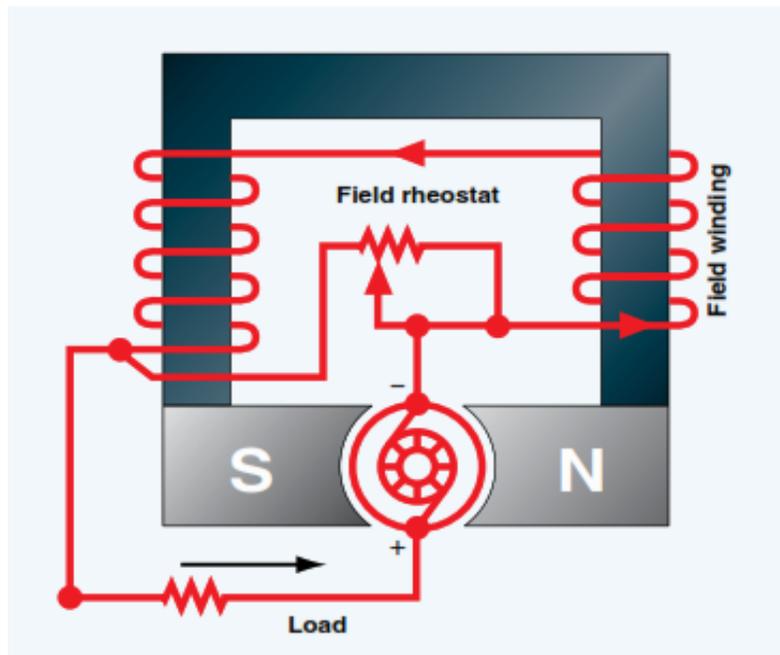


Figura 10 Generador de bobinados en serie

FUENTE: (FAA, 2015)

Debido a que el generador de bobinado en serie tiene una regulación de voltaje y corriente tan pobre, nunca es empleado como un generador de avión. Los generadores de los aviones tienen devanados de campo, que se conectan en derivación o en formatos compuestos.

Un generador que tiene un devanado de campo conectado en paralelo con el circuito externo se denomina generador de derivación. Figura 11, debe tenerse en cuenta que, en términos eléctricos, la derivación significa paralelo. Por lo tanto, este tipo de generador podría llamarse generador en derivación o generador paralelo.

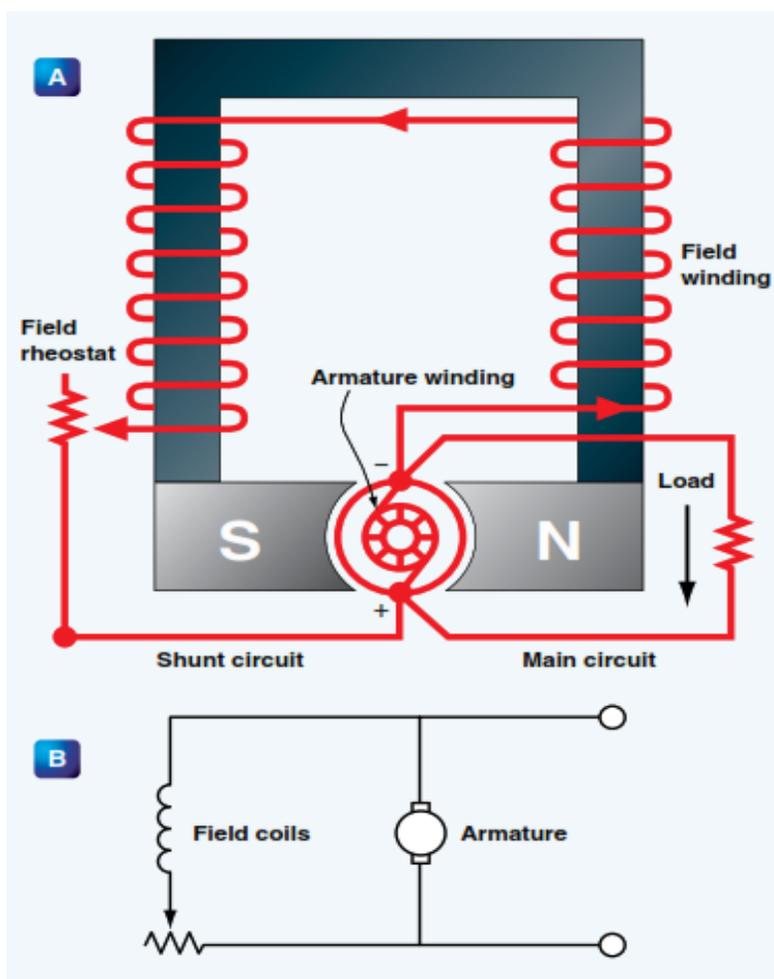


Figura 11 Generador de bobinados en paralelo

FUENTE: (FAA, 2015)

En un generador de derivación, cualquier aumento en la carga causa una disminución en el voltaje de salida, y cualquier disminución en la carga causa un aumento en el voltaje de salida. Esto ocurre porque el devanado de campo está conectado en paralelo a la carga y la armadura, y toda la corriente que fluye en el circuito externo pasa sólo a través del devanado de armadura (no del campo).

Como se muestra en la Figura 11, el voltaje de salida de un generador de derivación puede ser controlado por medio de un reóstato insertado en serie con los devanados de campo. Al aumentar la resistencia del circuito de campo, se reduce la corriente de campo y, en consecuencia, también se reduce la tensión generada. A medida que la resistencia de campo disminuye, la corriente de campo aumenta y la salida del generador aumenta. En la aeronave real, el reóstato de campo sería reemplazado por un dispositivo de control automático, como un regulador de voltaje.

Un generador de bobinado compuesto emplea dos bobinados de campo, uno en serie y otro en paralelo con la carga. Figura 12 Esta disposición aprovecha tanto las características en serie como en paralelo descritas anteriormente. La salida de un generador de bobinado compuesto es relativamente constante, incluso con cambios en la carga.

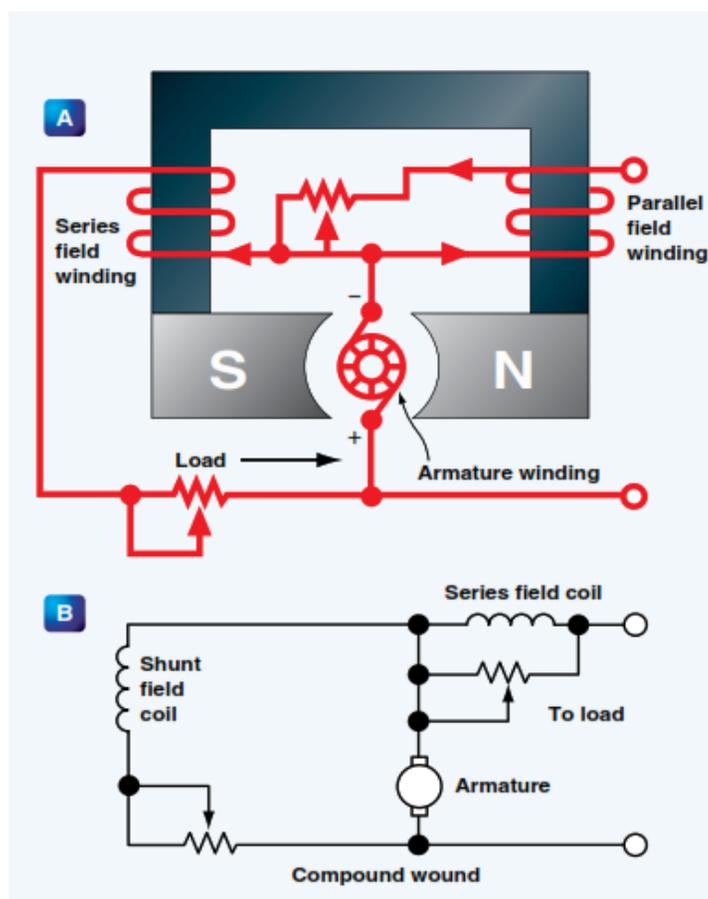


Figura 12 Generador de bobinados compuesto

FUENTE: (FAA, 2015)

Un generador de corriente continua se clasifica típicamente por su voltaje y potencia de salida. Cada generador está diseñado para operar a un voltaje específico, aproximadamente 14 o 28 voltios. Cabe señalar que los sistemas eléctricos de las aeronaves están diseñados para funcionar con uno de estos dos valores de tensión. El voltaje de la aeronave depende de la batería seleccionada para esa aeronave. Las baterías son de 12 o 24 voltios cuando están completamente cargadas. El generador seleccionado debe tener una salida de tensión ligeramente superior a la tensión de la

batería. Por lo tanto, el valor nominal de 14 o 28 voltios es necesario para los generadores de corriente continua de los aviones.

La salida de potencia de cualquier generador se da como el número máximo de amperios que el generador puede suministrar con seguridad. Los datos nominales y de rendimiento del generador están estampados en la placa de identificación que se encuentra en el generador. Al reemplazar un generador, es importante elegir una de las clasificaciones adecuadas, en caso contrario, se invierte la polaridad de la tensión de salida.

La velocidad del motor de una aeronave varía de rpm de ralentí a rpm de despegue; sin embargo, durante la mayor parte de un vuelo, está a una velocidad de crucero constante. El accionamiento del generador está normalmente engranado para girar el generador entre $1\frac{1}{8}$ y $1\frac{1}{3}$ las veces que el motor gira a la velocidad del cigüeñal.

La mayoría de los generadores de aviones tienen una velocidad a la que comienzan a producir su voltaje normal. Llamada velocidad de "entrada", suele ser de unos 1500 rpm. (FAA, 2015)

2.5 GENERADOR-ARRANCADOR P/N 515-030.

2.5.1 Operación.

A. Características.

El generador de arranque es una unidad blindada que tiene las siguientes características: (HELICOPTER, 2019)

A1. Características generales:

- Dimensiones totales: consulte la Figura 13
- Altitud máxima: 6000 m (20000 pies)
- Enfriamiento: auto enfriamiento
- Dirección de rotación: en sentido antihorario (como se ve desde la unidad extremo del eje)
- Accesorio: desmontaje rápido por medio de una abrazadera banda
- Peso: 9.450 kg (20.83 lb)

A2. Características detalladas:

- Operación del generador:
 - Tensión nominal: 30 VDC
 - Corriente nominal: 200 A

- Potencia nominal: 6 kW
 - Rango de velocidad: 8000 a 12150 rpm.
 - Corriente de sobrecarga: 300A durante 2 minutos.: 400A durante 5 segundos
 - Sobre velocidad: 14000 rpm
 - velocidad máxima para regulación: 13000 rpm
 - velocidad mínima para regulación: 7600 rpm con corriente de campo de 10 A
- Operación del arranque:
 - Corriente máxima: 800 A
 - Tensión máxima: 36 VDC

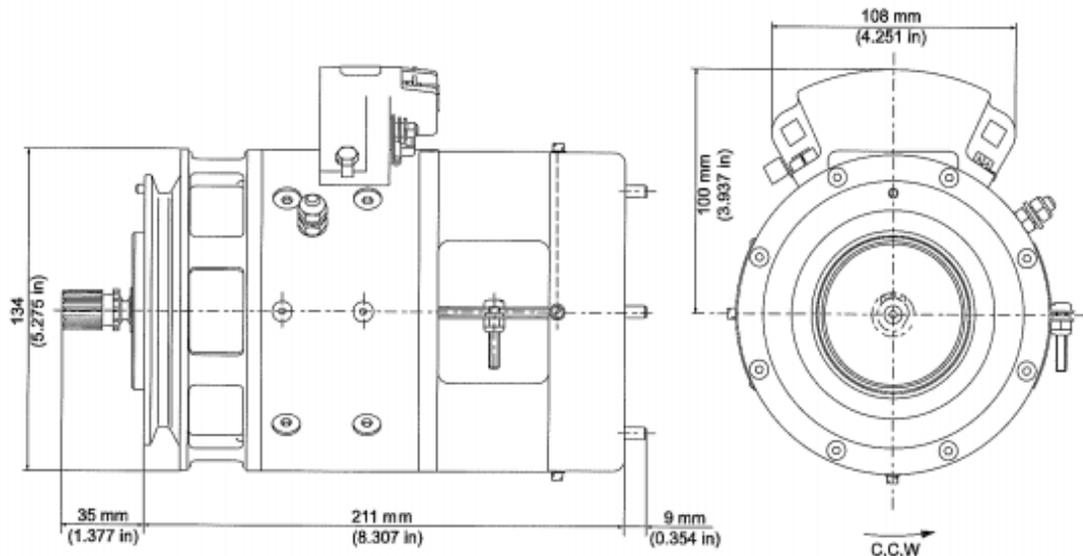


Figura 13 Medidas del generador.

FUENTE: (HELICOPTER, 2019)

2.5.2 Descripción detallada.

El generador de arranque comprende un circuito magnético de cuatro polos con cuatro bobinas de derivación conectadas en serie entre el terminal (A) y los cepillos negativos, cuatro bobinas en serie conectadas entre los terminales (C) y (B) y cuatro bobinas de conmutación en serie entre el terminal (E) y los cepillos negativos. El terminal (D) está conectado a los cepillos negativos.

A. Operación de arranque

El Starter-Generator funciona como un motor DC de bobinado en serie capaz de proporcionar un par de 1.83 m.kg (13.48 lbf.ft).

B. Operación de generador.

El generador de arranque genera un voltaje de CC de 30 V y es capaz de proporcionar energía de 6 kW para velocidades de conducción que van desde 8000 a 12150 rpm. (HELICOPTER, 2019)

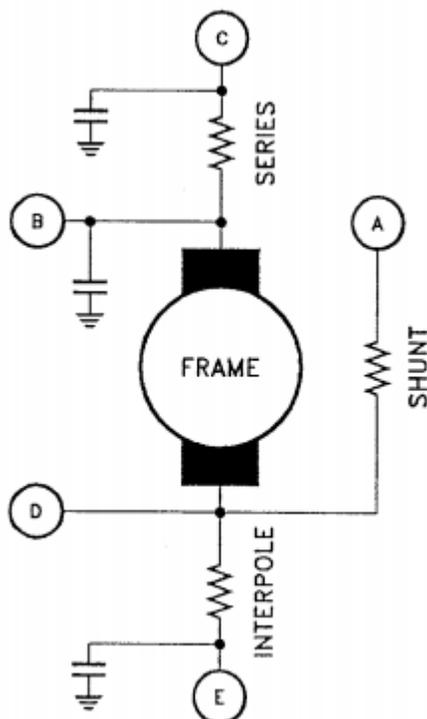


Figura 14 Esquema de operación del generador

FUENTE: (HELICOPTER, 2019)

2.6 Boletín de Servicio No. 515-030-24-004.

Tras la emisión del Boletín de Servicio No. 24.00.11 y los comentarios de los clientes, Airbus Helicopters ha decidido solicitar que la verificación del juego radial del eje de accionamiento del generador de arranque a través de los boletines No. 524-03X-80-011

y No. 515-030-24-004 se deben realizar periódicamente cada 300 horas de funcionamiento. (HELICOPTER, 2019)

2.6.1 Descripción.

Este boletín de servicio consiste en:

- Extracción del generador de arranque.
- Comprobación de fugas de aceite en la interfaz mecánica entre el generador de arranque y el motor.
- Comprobar el juego radial del eje de accionamiento del generador de arranque a través del boletín de servicio No. 515-030-24-004
- Analizar los resultados de la verificación.
- Instalación del generador de arranque. (HELICOPTER, 2019)

Tabla 2

Procedimientos a seguir según la verificación del juego radial del generador

Juego radial <0.05 mm	Fuga de aceite en la interfaz mecánica entre el generador y el motor.	ACCIONES
SÍ	NO	<ul style="list-style-type: none"> - no se requieren más controles, - instale el generador de arranque.
SÍ	SÍ	<p>Dentro de 50 FH después de los controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> - devuelva el generador de arranque para su reparación según Boletín de servicio No. 515-030-24-004, - reemplace el sello magnético del motor según el Manual de Mantenimiento, - Instale un generador de arranque útil,
NO	NO	<p>Antes del próximo vuelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - devuelva el generador de arranque para su reparación según, Boletín de servicio No. 515-030-24-004, - Instale un generador de arranque útil, - reemplace la tubería de combustible del motor según el Manual de Mantenimiento del motor,
NO	SI	<p>Antes del próximo vuelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - devuelva el generador de arranque para su reparación según, Boletín de servicio No. 515-030-24-004, - reemplace el sello magnético del motor según el Manual de Mantenimiento del motor, - Instale un generador de arranque útil,

CONTINUA



- reemplace la tubería de combustible del motor según el Manual de Mantenimiento del motor.

Fuente: (HELICOPTER, 2019)

2.6.2 Referencias.

Los siguientes documentos son necesarios para cumplir con este Boletín de servicio.

A. Manual de mantenimiento de aeronaves (AMM):

- AMM: 24-00-00, 3-1: Instrucciones generales de seguridad - Sistema de suministro de energía eléctrica.
- AMM: 24-31-00, 4-1A: DESMONTAJE / INSTALACIÓN - ARRANQUE / GENERADOR - Arrancador / Generador.
- AMM: 24-31-00, 4-1B: DESMONTAJE / INSTALACIÓN - ARRANQUE / POST GENERADOR MOD 074302 - Arrancador / Generador.

B. Manual de Prácticas Estándar (MTC):

- MTC: 20-02-01-418: Protección del cableado eléctrico durante las operaciones de mantenimiento.
- MTC: 20-07-02-201: helicóptero estacionado en un taller de reparación

- MTC: 20-07-03-406: Instrucciones aplicables cuando se trabaja en el circuito eléctrico y la potencia de una aeronave sistemas generadores.
- MTC: 20-07-03-408: controles de apariencia en un avión después de una inspección o reparación.

C. Manual de mantenimiento del motor (EMM):

- Boletines de servicio THALES No. 524-03X-80-011 y No. 515-030-24-004.

2.6.3 Pasos de trabajo.

Pasos preliminares:

- Estacione el helicóptero en un hangar según la Tarjeta de trabajo 20-07-02-201 (MTC).
- Instale el equipo de acceso apropiado.
- Desconecte todas las fuentes de alimentación eléctrica.
- Retire el equipo o el mobiliario para permitir un acceso adecuado al área de trabajo.

Desmontaje del generador de arranque, retire el generador de arranque, según la Tarea 24-31-00, 4-1A (AMM) o 24-31-00, 4-1B (AMM) (según configuración),

comprobación del generador de arranque, verifique si hay fugas de aceite en la interfaz mecánica entre el generador de arranque y el motor.

Compruebe la interfaz mecánica entre el generador de arranque y el motor si hay una fuga de aceite en la interfaz mecánica entre el generador de arranque y el motor, la contaminación del generador de arranque es probable. Si hay filtración de aceite en la interfaz mecánica entre el generador de arranque y el motor, esto no se considera como un criterio para reemplazar el generador de arranque. Sin embargo, cualquier filtración de aceite debe ser limpiada.

NOTA: Durante el cumplimiento de AMM Tarea 05-40-00, 6-7 "Verificación P - Verificaciones diarias" que es requerido a través de MSM, ya se le solicita que verifique para la estanqueidad y asegúrese de que no haya fugas en el motor y en el compartimento del motor. (AIRBUS, 2017)

A
OIL LEAK ON THE INTERFACE OF
THE STARTER GENERATOR



B
OIL LEAK ON THE INTERFACE OF
THE ENGINE



C
OIL SEEPAGE



E
NO OIL LEAK ON THE INTERFACE
OF THE STARTER GENERATOR



D
NO OIL LEAK ON THE INTERFACE
OF THE ENGINE

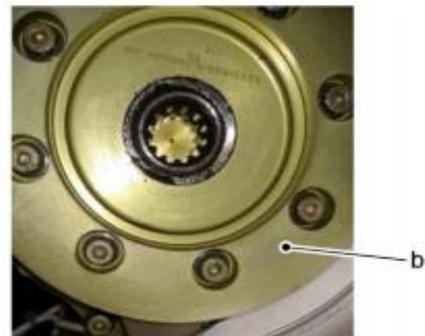


Figura 15 Ejemplos de posibles daños según información técnica

FUENTE: (AIRBUS, 2017)

En la siguiente figura se representa la forma de realizar el trabajo manualmente según boletín de servicio No. 515-030-24-004.

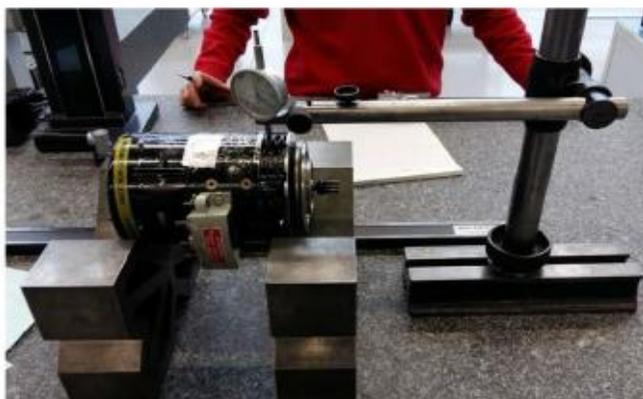
THALES**SERVICE BULLETIN**

FIGURE 1



FIGURE 2

ORIGINAL ISSUE: DEC. 19/18

515-030-24-004

Figura 16 boletín de servicio No. 515-030-24-004 aplicable

FUENTE: (AIRBUS, 2017)

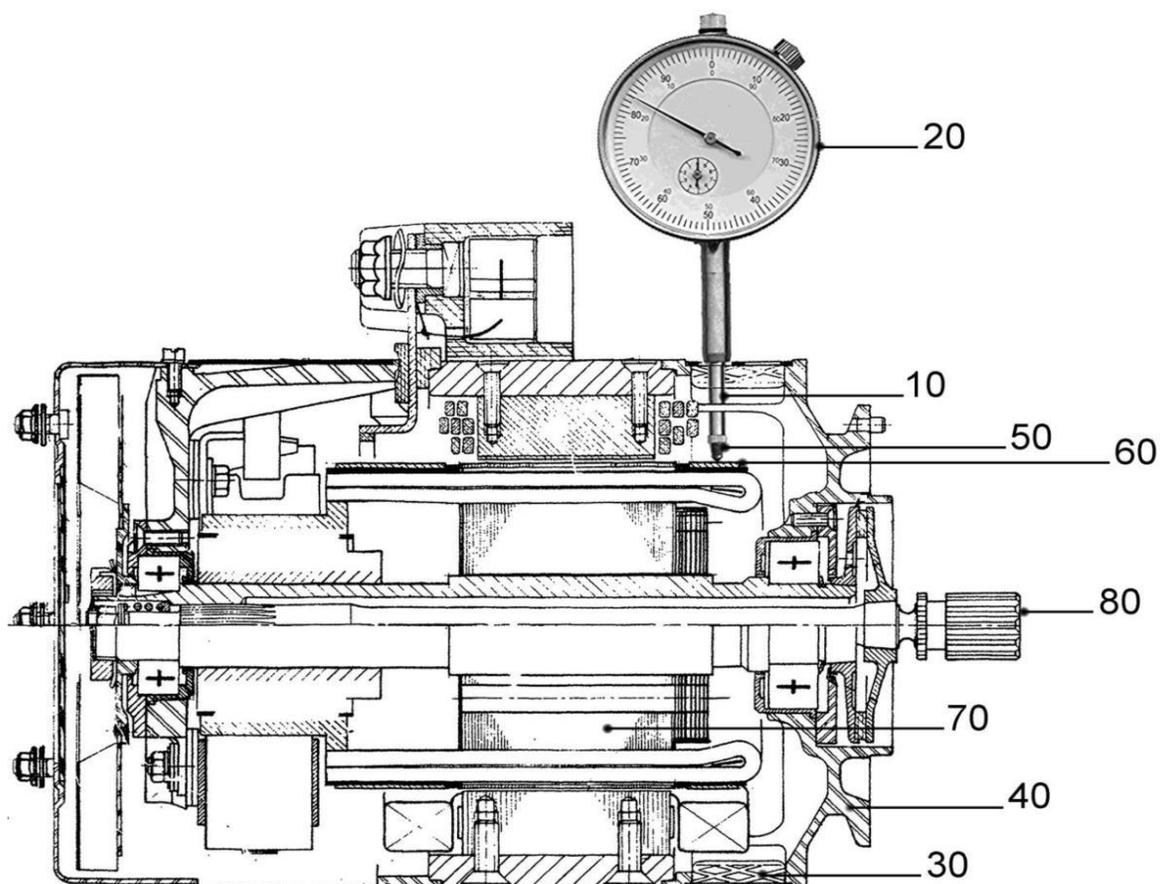


Figura 17 Vista lateral de la medición del juego axial

FUENTE: (AIRBUS, 2017)

2.7 Convertidor de Frecuencia WEG CFW 300.

2.7.1 Sobre el CFW 300.

El convertidor de frecuencia CFW300 es un producto de alta performance que permite el control de velocidad y de torque de motores de inducción trifásicos. Este producto proporciona al usuario las opciones de control vectorial (VVW) o escalar (V/f), ambos programables de acuerdo a la aplicación.

En el modo vectorial (VVW) la operación es optimizada para el motor en uso, obteniéndose un mejor desempeño en términos de regulación de velocidad.

El modo escalar (V/f) es recomendado para aplicaciones más simples como el accionamiento de la mayoría de las bombas y ventiladores. En esos casos es posible reducir las pérdidas en el motor y en el convertidor, utilizando la opción "V/f Cuadrática", lo que resulta en ahorro de energía.

El convertidor de frecuencia CFW300 también posee funciones de PLC (Controlador Lógico Programable) a través del recurso SoftPLC (integrado).

Los principales componentes del CFW300 para el tamaño A 220 V pueden ser visualizados en el diagrama de bloques de la siguiente figura. (WEG, 2019, pág. 47)

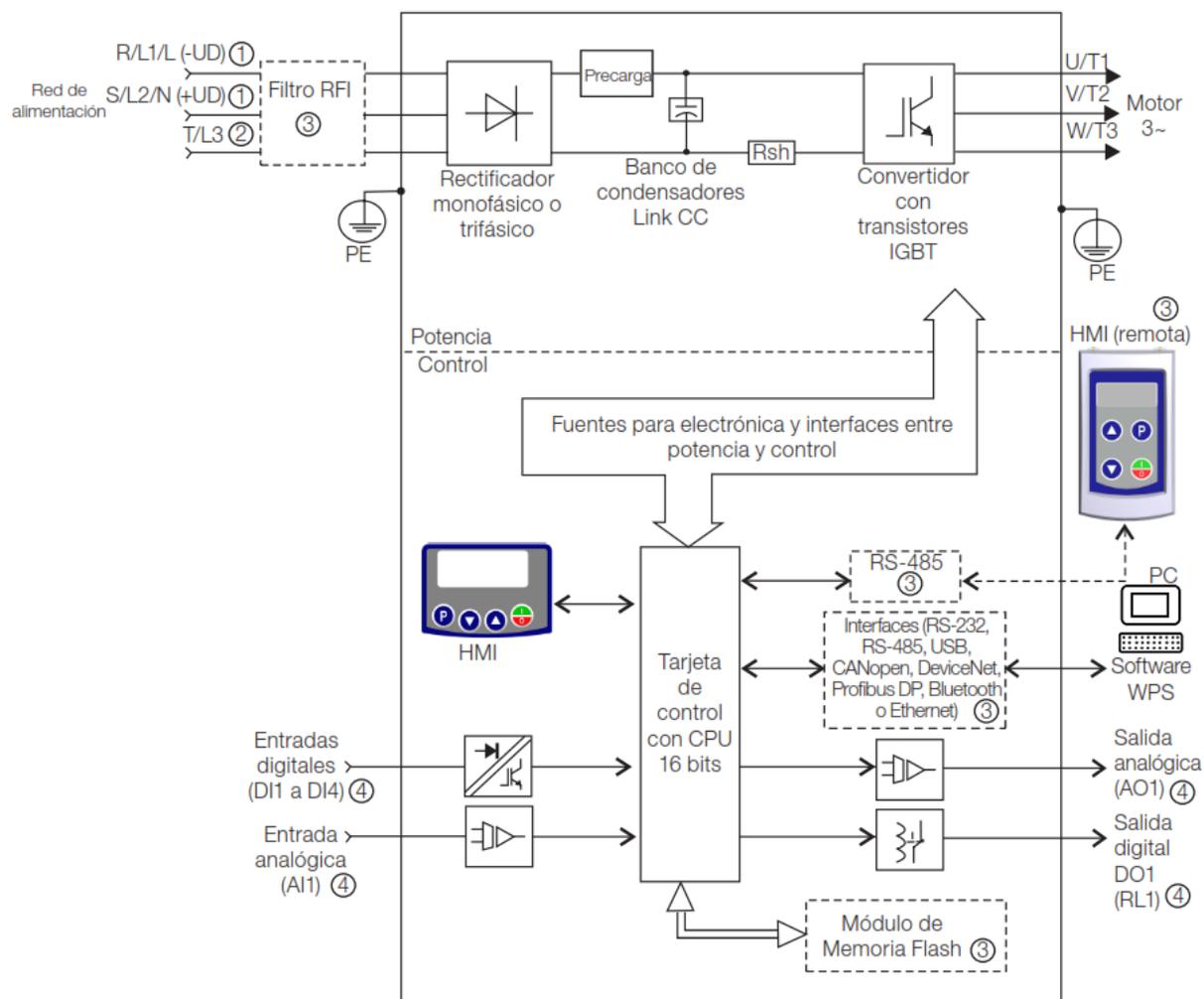


Figura 18 Diagrama de bloques del CFW300

FUENTE: (WEG, 2019)

2.7.2 Instalación y conexión.

A. Instalación mecánica.

Para la instalación mecánica del variador de frecuencia se deben considerar las condiciones ambientales donde se va instalar el equipo, por lo cual se debe evitar lo siguiente:

- Exposición directa a rayos solares, lluvia, humedad excesiva o brisa marina.
- Gases o líquidos explosivos o corrosivos.
- Vibración excesiva.
- Polvo, partículas metálicas o aceite suspendidos en el aire.

El convertidor CFW300 puede ser fijado directamente en riel DIN de 35 milímetros. (WEG, 2019, pág. 55)

B. Identificación de los Bornes de Potencia y Puntos de Puesta a Tierra.

Los bornes de potencia pueden ser de diferentes tamaños y configuraciones, dependiendo del modelo del convertidor, la ubicación de las conexiones de potencia, puesta a tierra y control puede ser visualizada en la siguiente figura donde se destaca lo siguiente:

1. Bornes de potencia.
2. Puntos de puesta a tierra.
3. Conector del accesorio de comunicación.
4. Bornes de control.
5. Conector del accesorio de expansión de I/Os. (WEG, 2019, pág. 57)

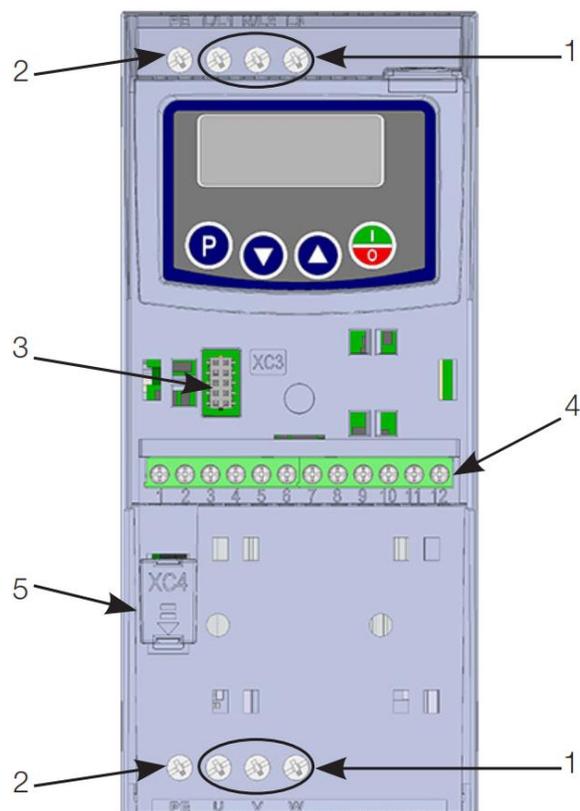


Figura 19 Puntos de conexión

FUENTE: (WEG, 2019)

C. Descripción de los bornes de potencia.

- L/L1, N/L2, L3 (R, S, T): conexión de la red de alimentación.
- U, V y W: conexión para el motor.
- PE: conexión de puesta a tierra.

D. Conexiones de control.

Las conexiones de control deben ser hechas de acuerdo con la especificación del conector de la tarjeta de control del CFW300. (WEG, 2019)

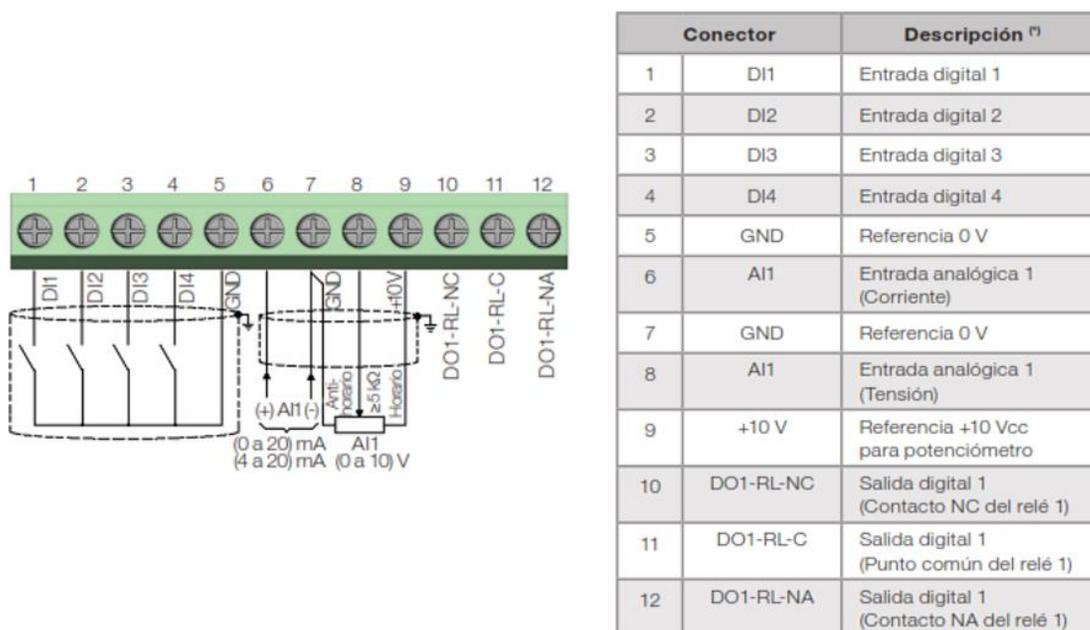


Figura 20 Tomas para las conexiones de control del CFW 300

FUENTE: (WEG, 2019)

Para una correcta instalación del cableado de control, utilice:

- Calibre de los cables: 20 AWG a 14 AWG según el modelo.
- Torque máximo: 0,4 N.m (3,54 lbf.in). (WEG, 2019, pág. 65)

2.7.3 HMI y Programación Básica.

A. Uso de la HMI para Operación del Convertidor.

A través de la HMI es posible el comando del convertidor, la visualización y el ajuste de todos los parámetros. La HMI presenta las siguientes funciones:

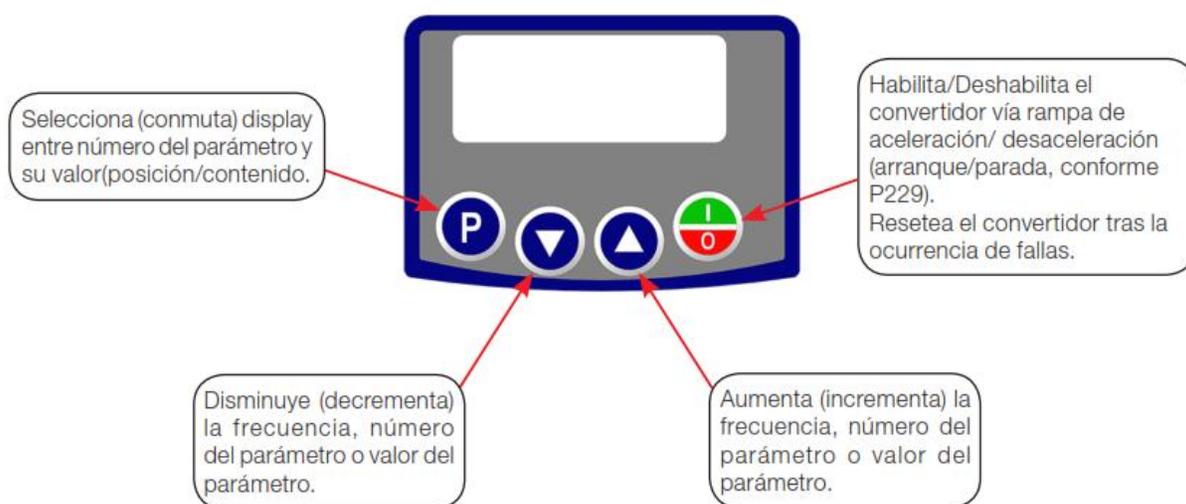


Figura 21 Teclas de la HMI

FUENTE: (WEG, 2019)

B. Modos de Operación de la HMI.

Al energizar el convertidor, el estado inicial de la HMI permanecerá en el modo inicialización, desde que no ocurra ninguna falla, alarma, subtensión o desde que cualquier tecla sea presionada.

El modo de parametrización está constituido por dos niveles: el nivel 1 permite la navegación entre los parámetros. Y el nivel 2 permite la edición del parámetro seleccionado en el nivel 1. Al final de este nivel, el valor modificado es guardado cuando la tecla “P” es presionada. La siguiente figura ilustra la navegación básica sobre los modos de operación de la HMI. (WEG, 2019, pág. 70)

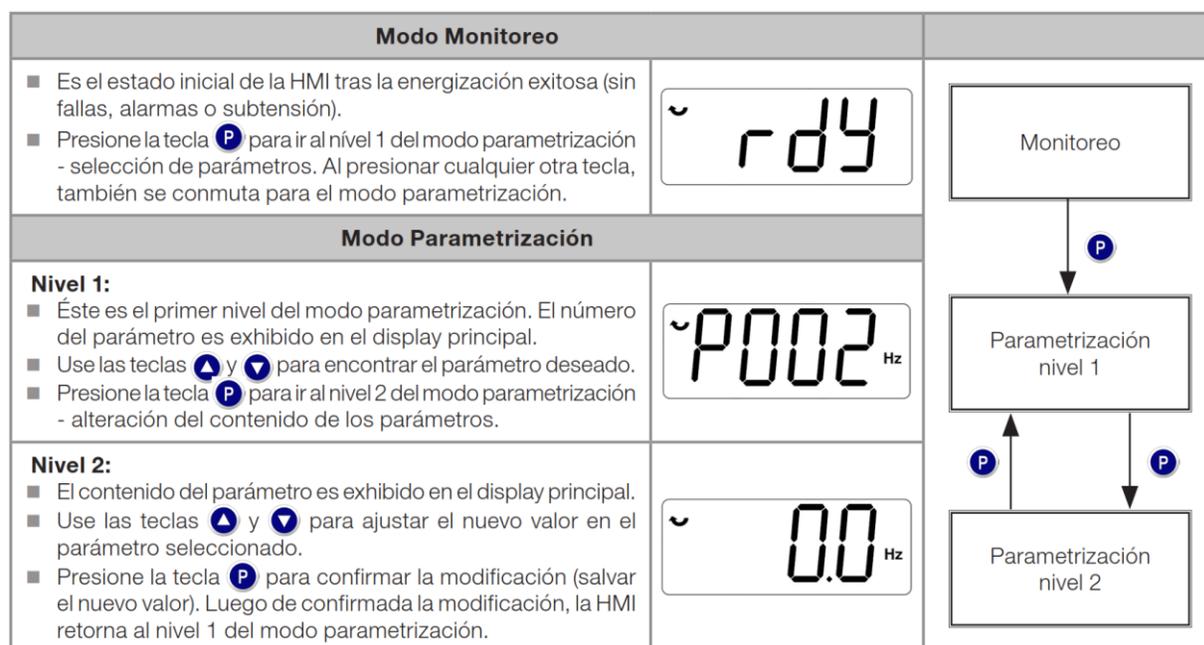


Figura 22 Modos de operación de la HMI

FUENTE: (WEG, 2019)

2.8 Motor W22 IE2 1 HP 4P 80 3F 220/440 V 60 Hz IC411 - TEFC - B3L(D).

Con carcasa de hierro fundido, flexibilidad de forma constructiva, patas macizas de apoyos y niveles de ruido y temperatura de operación reducidos, los motores W22 son perfectamente adecuados para las más diversas aplicaciones industriales.

El W22 High Efficiency cumple los niveles de rendimiento IE2 definidos por la norma IEC 60034-30-1 (clasificación y rendimiento). (WEG, 2020)



Figura 23 Imagen ilustrativa del motor

FUENTE: (WEG, 2020)

2.8.1 Datos técnicos del motor W22 IE2 1 HP 4P 80 3F 220/440 V 60 Hz.

Los datos técnicos del producto serán visualizados en la siguiente imagen.

HOJA DE DATOS					
Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula					
Cliente	: ISMAEL POZO				
Referencia del cliente	: ISMAEL POZO				
Línea del producto	: W22 IE2 Trifásico		Código del producto :	11673596	
Carcasa	: 80		Tiempo de rotor bloqueado	: 28s (frío) 16s (caliente)	
Potencia	: 0.75 kW (1 HP)		Elevación de temperatura ^{<sup>4</sup>}	: 80 K	
Polos	: 4		Régimen de servicio	: S1	
Frecuencia	: 60 Hz		Temperatura ambiente	: -20°C hasta +40°C	
Tensión nominal	: 220/440 V		Altitud	: 1000 m	
Corriente nominal	: 2.98/1.49 A		Grado de protección	: IP55	
Corriente de arranque	: 21.8/10.9 A		Método de refrigeración	: IC411 - TEFC	
Ip/In	: 7.3		Forma constructiva	: B3L(D)	
Corriente en vacío	: 1.80/0.900 A		Sentido de giro ¹	: Ambos	
Rotación nominal	: 1720 rpm		Nivel de ruido ²	: 48.0 dB(A)	
Resbalamiento	: 4.44 %		Método de Arranque	: Partida directa	
Torque nominal	: 3.07 ft.lb		Masa aproximada ³	: 33.6 lb	
Torque de arranque	: 280 %				
Torque máximo	: 300 %				
Clase de aislamiento	: F				
Factor de servicio	: 1.15				
Momento de inercia (J)	: 0.0686 sq.ft.lb				
Categoría	: N				
Potencia	50%	75%	100%	Fuerzas en la fundación	
Rendimiento (%)	79.0	82.0	82.6	Tracción máxima : 73 lb	
Cos Φ	0.61	0.72	0.80	Compresión máxima : 106 lb	
Tipo de cojinete	:	<u>Delantero</u>		<u>Trasero</u>	
Sello	:	6204 ZZ		6203 ZZ	
Intervalo de lubricación	:	V'Ring		V'Ring	
Cantidad de lubricante	:	-		-	
Tipo de lubricante	:		Mobil Polyrex EM		

Figura 24 Hoja de datos del motor trifásico de inducción

FUENTE: (WEG, 2020)

2.8.2 dimensiones del motor W22 IE2 1 HP 4P 80 3F 220/440 V 60 Hz.

Las dimensiones físicas de la construcción del motor serán presentadas en las siguientes figuras: (WEG, 2020)

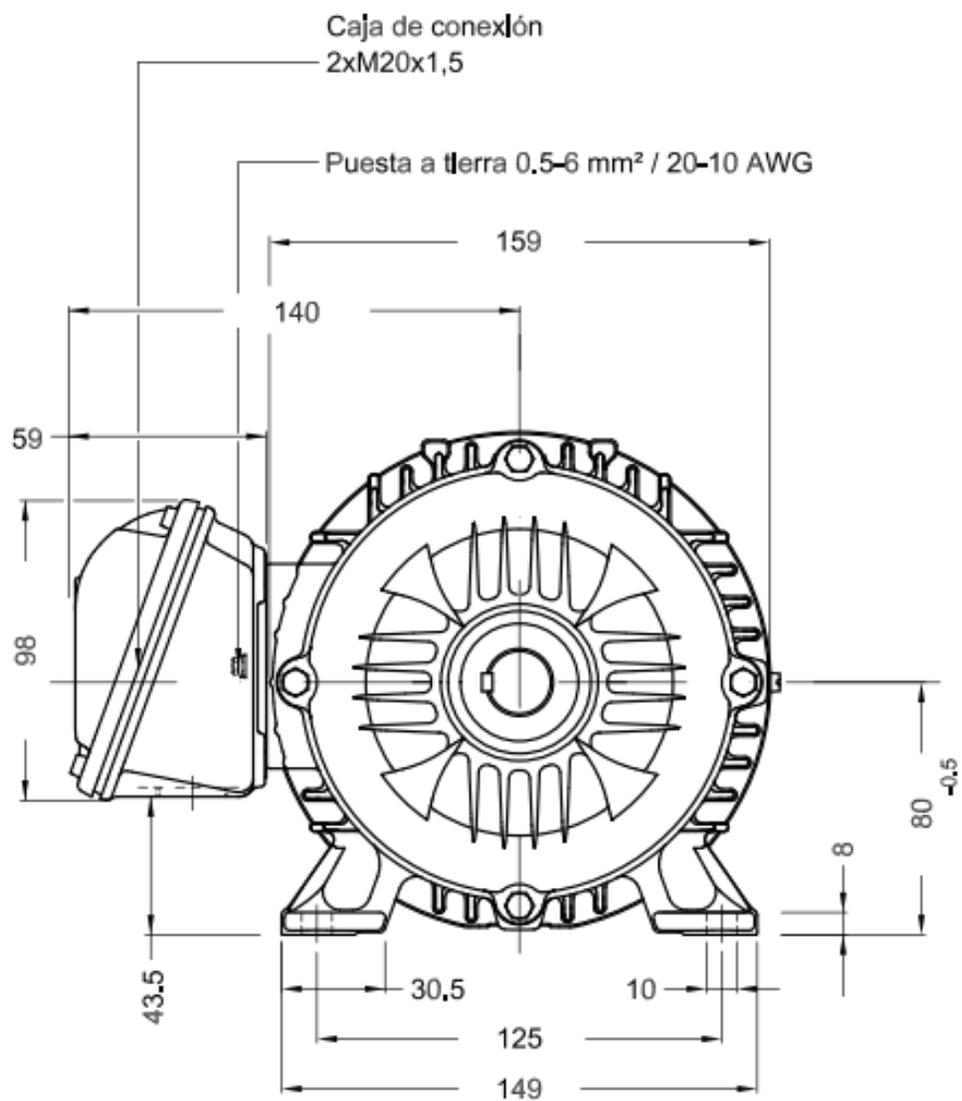


Figura 25 Vista frontal del motor con sus dimensiones

FUENTE: (WEG, 2020)

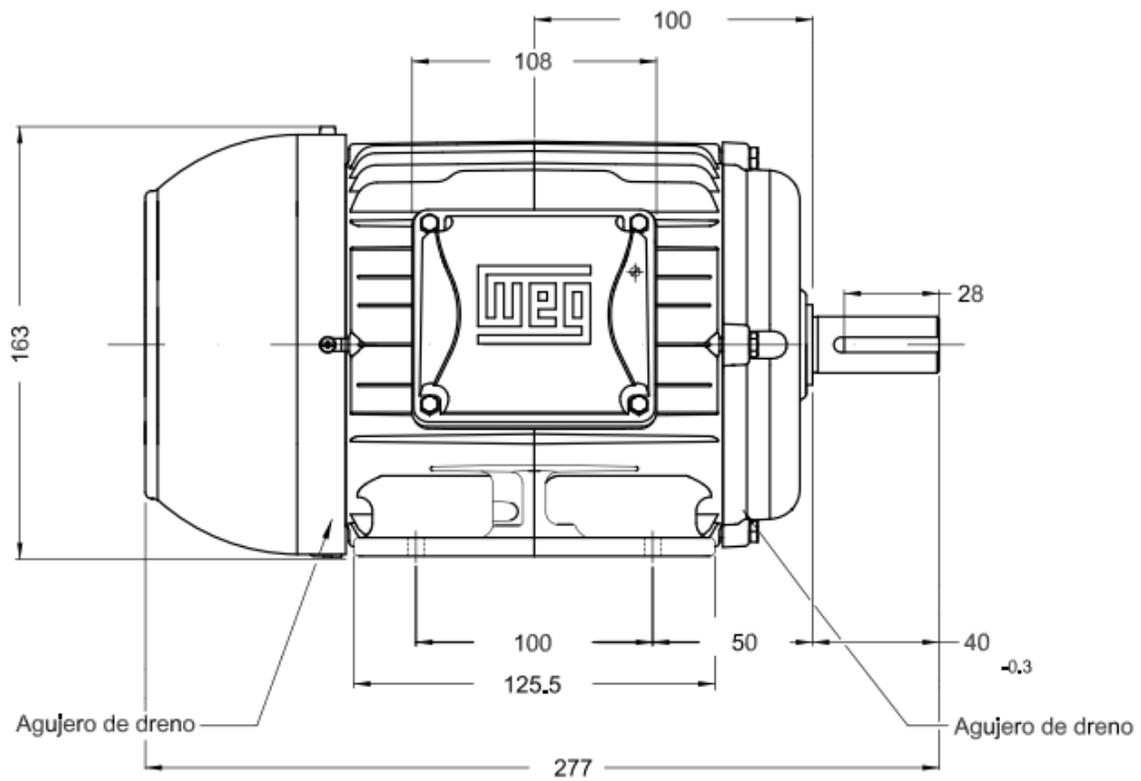


Figura 26 Vista lateral izquierda del motor con sus dimensiones

FUENTE: (WEG, 2020)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

En la presente monografía se desarrollará una herramienta indispensable para las tareas de mantenimiento durante las inspecciones de 300 horas de funcionamiento de los generadores arrancadores, la misma permitirá al personal técnico del Grupo de Aviación del Ejército N°43 "PORTOVIEJO" realizar dichas tareas de una forma oportuna y eficiente con la finalidad de prevalecer la operatividad de sus aeronaves.

Este banco de prueba tendrá la función principal de medir el juego radial en el eje de accionamiento del generador arrancador por medio de un indicador dial, el mismo que se encuentra instalado de forma temporal en la mesa. El accionamiento del generador se implementó de manera que se pueda controlar a través de un variador de frecuencia y el eje del motor AC se acople a través de un sistema de transmisión por correa y pares de poleas al eje de accionamiento del generador.

TEMA: "Construcción de un banco de pruebas para medir el juego radial del eje de accionamiento en el generador P/N 515-030 según boletín de servicio N° 515-030-24-004 del helicóptero Fennec AS 550 C3e perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N°43 PORTOVIEJO".

CAMPO: Eléctrica y Electrónica.

BENEFICIARIOS: Personal de mantenimiento del Grupo de Aviación del Ejército N°43 PORTOVIEJO, técnicos en electrónica.

LUGAR: Provincia de Manabí, cantón Portoviejo.

INSTITUCIÓN EJECUTORIA: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga.

3.1 Construcción del banco.

Para la construcción del banco de pruebas se consideró tres aspectos principales, a continuación, se detalla paso a paso el proceso de diseño e implementación de la mesa de trabajo, así como el montaje e instalación de cada uno de los elementos utilizados para el mismo:

- Diseño mecánico.
- Diseño eléctrico – electrónico.
- Montaje de los equipos y accesorios.

3.1.1 Diseño mecánico.

Como parte inicial del proyecto, se consideró el diseño estructural del banco de pruebas, y se tomó en cuenta algunos aspectos importantes, como forma, tamaño, materiales, características especificadas por fabricantes, así como la experiencia adquirida en la fabricación de bancos de pruebas del personal técnico de la Brigada de Aviación del Ejército N°15 PAQUISHA.

Se revisaron datos técnicos y teóricos del generador arrancador P/N 515-030 para la elaboración del soporte del mismo, también se pudo seleccionar el material adecuado a utilizarse en la construcción de la mesa y los materiales a utilizarse para la transmisión del movimiento del motor al generador.

A. Construcción de la estructura de la mesa del banco de prueba.

Para la construcción de la estructura del banco de prueba, se analizaron varios aspectos como dimensiones y materiales que cumplan aspectos de resistencia y de reducción de flexión de los elementos superiores debida a las fuerzas de reacción de los elementos estructurales bajo la aplicación de carga.

Bajo estas consideraciones, la construcción de la estructura principal del banco se realizó en un 90% de hierro y un 10 % de madera, utilizando tubo estructural cuadrado negro de 2 pulgadas con espesor de 2 milímetros, madera contrachapada con espesor de 15 milímetros y moqueta de caucho corrugada negra.

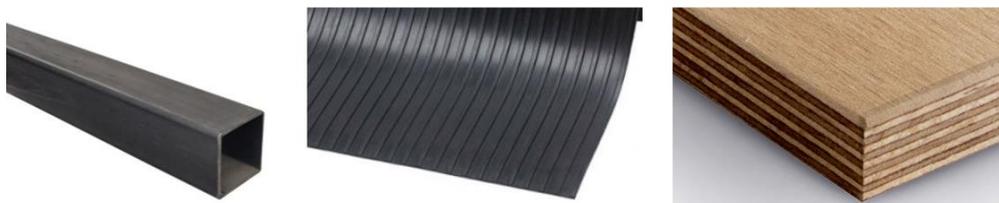


Figura 27 Material utilizado para la construcción de la mesa

Analizado los materiales, se procedió a determinar la dimensión de la estructura del banco, considerando el tamaño de los equipos que se instalarán. Analizado los componentes que formarán parte del banco de prueba se establecieron las siguientes dimensiones: 80cm de ancho, 90 cm de alto y 60 cm de profundidad.

Una vez con las medidas conocidas de la mesa, se procedió a realizar los cortes de las piezas para el armado y soldado de las mismas.

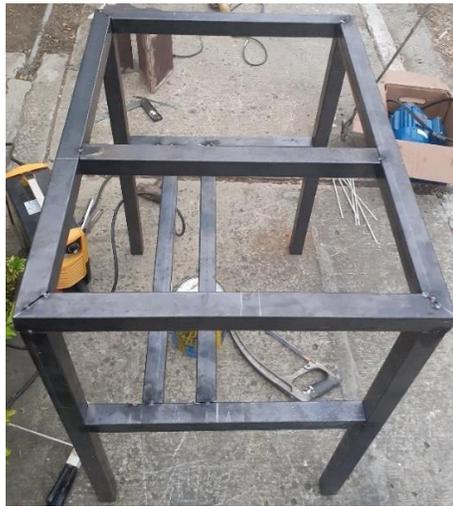


Figura 28 Vista superior de la Mesa metálica

B. Soporte en V del generador.

Para la construcción del soporte en V del generador se tomaron en cuenta factores tales como el peso y dimensiones del mismo, llegando a la decisión más acertada de construir el soporte utilizando tol de hierro antideslizante de 3 milímetros de espesor.

- Toma de medidas previas al diseño del soporte del generador.



Figura 29 Generador arrancador

- Con las medidas obtenidas del generador se determinaron las medidas para el soporte en V del mismo, estableciendo lo siguiente: alto 20 cm, ancho 30 cm y profundidad 30 cm.
- Con las medidas específicas del soporte en V del generador para el banco de pruebas, se procedió a realizar los cortes para su respectivo ensamble.

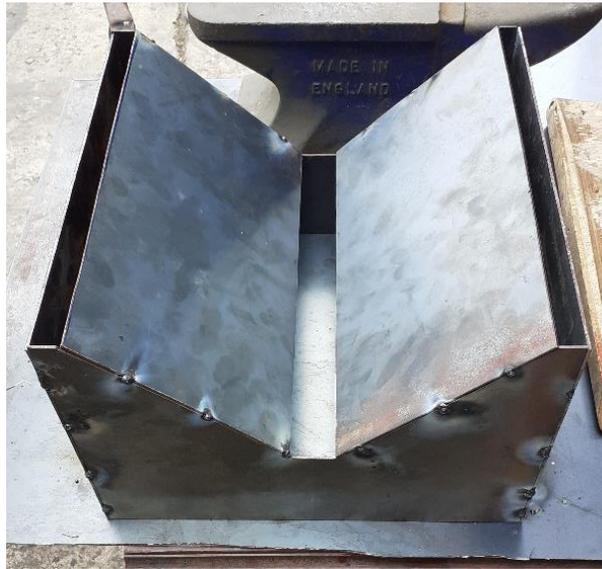


Figura 30 Soporte en V del Generador

3.1.2 Diseño eléctrico – electrónico.

Al finalizar la construcción de la estructura del banco se procedió a realizar la instalación eléctrica de los componentes y equipos, para ello, se analizó cada uno de los elementos que formarán parte del banco de pruebas. Los elementos instalados en el banco de prueba son:

- (1) Variador de Frecuencia Modelo CFW300 4.2A/1HP/220VAC/2F.
- (1) Motor AC WEG Trifásico de 1HP.
- (1) Interruptor Riel DIN 2P 10A.
- (1) Gabinete Metálico Liviano de 30x20x15 cm.
- (1) Selector de 2 Posiciones 2 Contactos NA.
- (2) Pulsadores Verde 2 Contactos NA.

- (5) Bornes para Riel.
- (3) Topes de Borne.
- (1) Borne para Riel Conexión a Tierra.
- (1) Luz Piloto Led Chint Amarilla 220V.
- Cables AWG 16.
- Riel, Regleta.



Figura 31 Convertidor de frecuencia CFW300 – Motor 1HP

A. Dimensión de los cables utilizados en las conexiones eléctricas del banco.

En el banco de prueba se utilizaron dos tipos de cables, el primero para elaborar la clavija de alimentación monofásica 220V desde la red pública hacia el banco y el segundo

para las diferentes conexiones del variador de frecuencia en la elaboración de la caja de control del banco.

- En el primer caso para la elaboración de la clavija de alimentación monofásica 220V se utilizó un cable de tres puntas AWG 16, se utilizó este tipo de cable de acuerdo a las características eléctricas que maneja el variador de frecuencia según los datos técnicos del fabricante donde indica que el consumo de corriente nominal del mismo es de 4.2 A.
- En el segundo caso para las conexiones de los elementos que conforman la caja de control se utilizó cables monopolares de cobre PVC 105 °c AWG 16. Todo esto conforme a las características eléctricas indicadas en el manual del usuario donde hace referencia que para las conexiones del variador de frecuencia en el modelo CFW300A04P2S2NB20 con motor de 1HP el calibre de los cables deben ser de 1.5mm² AWG16.

B. Protección del sistema eléctrico del banco.

La protección que se utilizó en la instalación eléctrica del banco, está dimensionada de acuerdo a las especificaciones de fusibles y disyuntores de protección citadas en el manual del usuario del variador de frecuencia para el modelo CFW300A04P2S2NB20, por tal razón se pudo seleccionar de manera técnica un interruptor térmico tipo C de corriente nominal igual a 10 amperios.

Tomando en cuenta la manipulación y operación del banco se consideró utilizar un interruptor térmico y ubicarlo como una interfaz entre la alimentación monofásica 220V de la red pública y los bornes de potencia de alimentación del variador de frecuencia.



Figura 32 Variador de frecuencia encendido

C. Configuración de los parámetros de programación del variador de frecuencia CFW 300.

La programación de los parámetros del variador de frecuencia se realizó en base a las instrucciones presentadas en el manual de programación entregado por el fabricante.

Esta programación se efectuó de acuerdo con las exigencias de uso y manipulación que va tener el banco de pruebas en el campo, por lo cual se tomó la decisión de

manipular el variador de frecuencia con acceso remoto, desde un tablero de control ubicado en la parte frontal del banco.

C1. Parámetros de configuración.

- Parámetro 220: (selección de fuente local/remoto) se lo dejó en 1 (siempre remoto). En este parámetro se configuró el control del variador de frecuencia en modo remoto bloqueando totalmente el uso de la HMI.
- Parámetro 222: (referencia en remoto para acelera EP y desacelera EP) se estableció en un valor de 7 (potenciómetro electrónico). En este parámetro se realiza la configuración para activar la función de acelerar y desacelerar el motor en modo remoto por medio de entradas digitales.
- Parámetro 226: (selección de giro en remoto) se consideró en 0 (sentido horario). En este parámetro seleccionamos el sentido de giro del motor en modo remoto.
- Parámetro 227: (gira y para remoto) se consignó en un valor de 1 (entradas digitales DIx). En este parámetro se realiza la configuración para la activación y desactivación del motor por medio de entradas digitales.
- Parámetro P263: Función de entrada digital se estableció en un rango de valor 1 (gira - para). En este parámetro se configuró el uso del selector de dos posiciones el cual, por medio de una entrada digital, realiza la operación de gira y para motor.
- Parámetro 264: Función de entrada digital, se consideró en un valor de 37 (liga aceleración en entrada de potenciómetro). En este parámetro se configuró el uso

de un pulsador el mismo que será el encargado de realizar el control de aceleración del motor directamente desde la caja de control.

- Parámetro 265: Función de entrada digital, se estableció en un valor de 38 (liga desaceleración en entrada de potenciómetro). En este parámetro se configuró el uso de un pulsador el mismo que será el encargado de realizar el control de desaceleración del motor directamente desde la caja de control.



Figura 33 Panel de control del banco

D. Motor WEG trifásico 1HP 1700RPM.

En la construcción del banco se utilizó un motor trifásico 60 Hz de inducción rotor de jaula con características eléctricas de corriente nominal igual a 2.98 A y potencia igual a 1 HP, Se considero este motor por referencia a las exigencias del fabricante del variador de frecuencia donde indica que la corriente nominal del variador es de 4.2 A y puede



Figura 35 Instalación del Variador CFW300

- Se realizó la instalación del borne tipo riel de conexión a tierra y las 5 borneras tipo riel distribuidas, 3 para las líneas de conexión del motor y dos para el cable de alimentación de la red pública, Todas las bornera se encuentran separadas y ajustadas por tres topes de bornes. En esta parte se realizó la conexión del cable que permite el paso de alimentación desde la red pública hacia el interruptor térmico por medio de las dos borneras restantes.



Figura 36 Instalación de Borneras

- En esta parte se realizó las conexiones de los elementos de control para el variador de frecuencia en modo remoto. En el bornero del variador de frecuencia la regleta verde numerada del 1 al 5, donde el 5 viene a ser una salida común de 0 voltios o tierra, esta salida común 5 se va al primer contacto de todos los pulsadores y selectores, entonces cuando el 5 atraviesa por el selector y llega a la entrada digital 1 realiza la función que está programada en esta entrada y así para los otros casos con la entrada digital 2 y 3. La entrada digital 1 sale del selector de dos posiciones en la cual está programado para que arranque y pare. La entrada digital 2 sale del primer pulsador el mismo está programado para que suba la velocidad (EP acelera) y la entrada digital 3 sale del segundo pulsador el mismo está programado para que baje la velocidad (EP desacelera). La luz piloto de energizado de la caja se la conectó de forma directa con una conexión en paralelo desde la salida de alimentación del interruptor térmico.



Figura 37 Instalación de los elementos de control del banco

F. Circuito de fuerza y control del sistema eléctrico del banco en Cade Simu.

F1. Circuito de Fuerza.

- En la parte superior del circuito de fuerza se identifica, la entrada de alimentación monofásica 220V por medio de las dos líneas L1 y L2.
- Siguiendo en el mismo sentido del circuito y posterior a las líneas L1 y L2 existe un interruptor térmico el cual se realiza la energización directa de corriente al banco y utilizado también como un elemento de seguridad para interrumpir la corriente eléctrica cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos.
- Considerando el mismo punto anterior se encuentra una luz piloto de energización del banco conectada paralelamente a la salida del interruptor térmico y a la entrada del variador de frecuencia.

- En el siguiente punto se identifica al variador de frecuencia, en el cual se puede identificar sus bornes de potencia con entrada monofásica y salida trifásica.
- Y como último punto se tiene un motor trifásico alimentado directamente desde los tres bornes de potencia a la salida del variador de frecuencia.

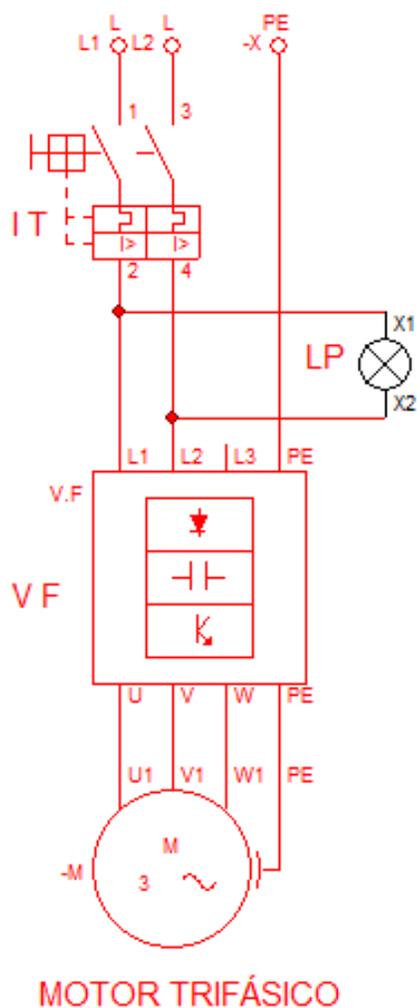


Figura 38 Circuito de fuerza

F2. Circuito de control.

- En el circuito de control del banco se encuentran los elementos de maniobra los cuales actúan directamente sobre las entradas digitales del variador de frecuencia.
- En este circuito se visualiza que los tres elementos de maniobra se encuentran conectados en un punto común de 0 voltios (borne 5) del variador de frecuencia.
- El interruptor tipo selector S1 está conectado en la entrada digital 1 permitiendo abrir o cerrar el circuito permaneciendo en la misma posición hasta que se vuelva a actuar sobre él. En este punto el control que se hace para el banco de prueba corresponde al encendido y apagado del motor.
- Los pulsadores P1 y P2 se encuentran conectados en las entradas digitales 2 y 3 respectivamente abriendo o cerrando el circuito sobre cada entrada sólo mientras se mantenga pulsado. En este punto los pulsadores responden al control de velocidad del motor en el banco de prueba.

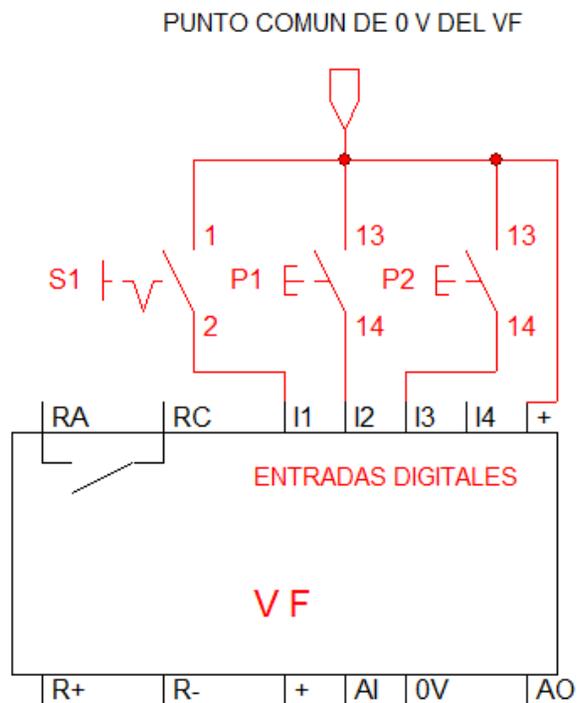


Figura 39 Circuito de control

3.1.3 Montaje de los equipos y accesorios.

- En este punto iniciamos con la unión de las piezas metálicas como el soporte en V del generador y la mesa metálica del banco de pruebas, para posteriormente realizar el pintado donde se utilizó pintura sintética automotriz de color amarillo y negro.



Figura 40 Estructura metálica del banco

- Se realiza una verificación de la correcta ubicación del generador con respecto al motor encontrándose ubicados en forma paralela el uno con el otro para la colocación de la abrazadera de sujeción del generador. Los acoples de transmisión de movimiento (poleas tipo A un solo canal) fueron llevados al torno para una segmentación idéntica a las tomas de movimiento tanto del motor AC y el generador arrancador.



Figura 41 Generador - motor AC

- Se concluye con la colocación de la caja de control ubicada en la parte frontal de la mesa y el motor en la parte trasera junto a la caja de control realizando las conexiones de alimentación tanto del motor como el de la red pública a la caja. Finalizando con la adaptación de las piezas de madera a la mesa cada una con su respectivo terminado.



Figura 42 Banco de prueba terminado

3.2 Pruebas de funcionamiento.

Para poner en funcionamiento el banco de prueba se ha establecido una lista de chequeo (checklist) el cual se encuentra ubicado en la parte superior derecha de la mesa del banco para una mejor operación por parte del personal técnico que realizará su manipulación.

En esta lista de chequeo se encuentra especificado paso a paso cómo se debe ejecutar la tarea de mantenimiento para las inspecciones de 300 y 600 horas, en la cual se realiza el chequeo del generador arrancador verificando el juego radial del eje de accionamiento del generador arrancador.

3.2.1 Lista de chequeo para la manipulación del banco de prueba.

- **PRE ENCENDIDO.**

- A. Verificar la condición de los cables de alimentación.
- B. Verificar que el interruptor térmico interno 2p de la caja metálica se encuentre en la posición off.
- C. Verificar que el selector de 2 posiciones del tablero de control se encuentre en la posición off.
- D. Conecte el cable de energía 220V.

- **OPERACIÓN.**

- E. Coloque el generador sobre el soporte metálico en v con el eje fusible hacia el frente y asegure.
- F. Instale el soporte regulable conjuntamente con en el indicador dial en el lugar indicado de la mesa y asegure.
- G. Verificar que la punta del indicador dial se encuentre en contacto con el rotor del generador y asegure.
- H. Instale los acoples y la banda de transmisión de movimiento del motor al generador y asegure.
- I. Colocar el interruptor interno 2p de la caja metálica en la posición on.
- J. Verificar que la luz amarilla se encuentre encendida (energizado).
- K. Colocar el selector de 2 posiciones del tablero de control en la posición on.
- L. Regular la velocidad utilizando los pulsadores de control 1 y 2.

- **APAGADO.**

M. Coloque el selector de 2 posiciones del tablero de control encuentre en la posición off.

N. Coloque el interruptor interno 2p de la caja metálica en la posición off.

O. Desconecte el cable de energía 220V.

NOTA: El montaje de los accesorios a utilizarse para realizar alguna manipulación en el banco, deben realizarse con el tablero de control desenergizado.

3.2.2 Chequeo funcional del banco de prueba.

En cuanto a la manipulación del banco de prueba se va a referir en la lista de chequeo previamente establecida en el punto anterior y en cuanto a los resultados obtenidos se va a considerar los valores de ponderación emitidos por el fabricante según el boletín de servicio N° 515-030-24-004.

- En el primer punto como parte de un pre encendido se obtiene información del estado de los cables de alimentación y la posición de los mandos de control se encuentren en la posición off.



Figura 43 Mandos de control del banco en la posición off

- Luego se coloca el generador sobre el soporte metálico en v con el eje fusible hacia el frente y se inmovilizó, sujetándolo con la abrazadera.

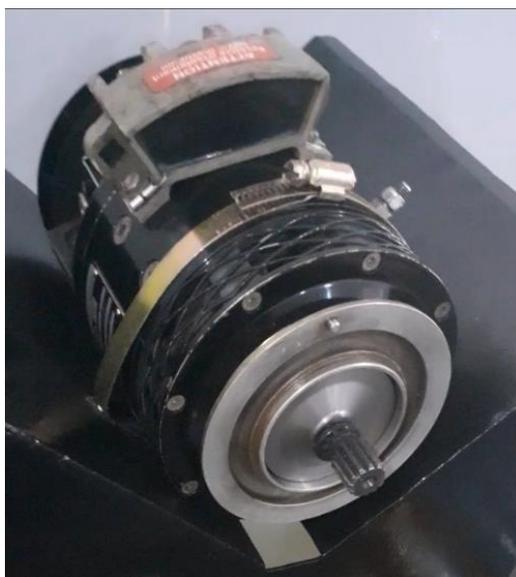


Figura 44 Generador instalado

- En el siguiente punto se coloca el soporte regulable conjuntamente con en el indicador dial en el lugar indicado de la mesa y se asegura ubicándolo a una distancia óptima para realizar las mediciones. Así mismo se realiza la instalación

de los acoples y la banda de transmisión de movimiento del motor al generador y aseguramos.



Figura 45 Dispositivo del banco listo

- A continuación, se buscó la mejor posición del indicador dial para alinear perfectamente con un agujero de la rejilla de ventilación del generador arrancador y se verificó que la punta del indicador se encuentre en contacto con el rotor del generador. Además, se procedió a regular la carátula móvil del indicador dial dejándola en un valor igual a cero para una mejor apreciación de las fluctuaciones al realizar el chequeo.



Figura 46 Indicador dial regulado

- Finalmente se procedió a realizar el encendido del banco por medio del interruptor térmico 2P verificando el encendido de la luz amarilla de energizado del tablero.



Figura 47 Tablero de control energizado

- Una vez cumplida las condiciones del punto anterior se colocó el selector de 2 posiciones del tablero de control en la posición ON, dando inicio al chequeo del juego radial del eje del generador de forma automática y controlada utilizando los pulsadores de control 1 y 2. Este chequeo se realizó tomando en cuenta los parámetros de medición que se aplican en la forma manual, en donde establece que se deben verificar las posibles fluctuaciones del eje en el indicador a una velocidad mínima.

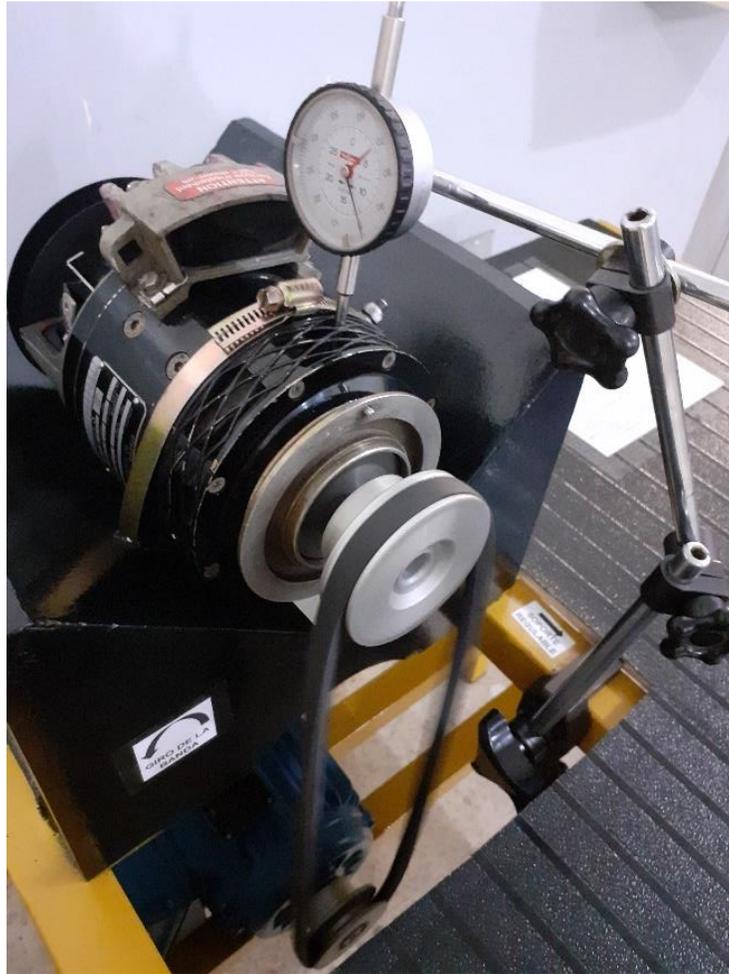


Figura 48 Funcionamiento del banco de pruebas

3.2.3 Análisis de los resultados obtenidos en la medición.

Según el boletín de servicio N° 515-030-24-004 emitido por el fabricante, hace referencia a dos situaciones específicas que deben cumplirse después de obtener los resultados de la medición:

- Si el valor de holgura radial es $<$ a 0.05mm, el generador de arranque es útil y se encuentra en rangos normales de operación y por lo tanto será regresado a la aeronave.
- Si el valor de holgura radial $>$ a 0.05mm, enviar el generador de arranque a una estación de reparación aprobada por Airbus Helicopters.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- Se construye un banco de prueba, cubriendo una de las necesidades para el personal de técnicos en electrónica del Grupo de Aviación del Ejército N°43 “PORTOVIEJO” donde puedan contar con una herramienta indispensable en las inspecciones complementarias de 300 horas de funcionamiento del generador arrancador.
- El diseño y construcción del banco de prueba se implementó en base a la información técnica emitida por el fabricante del generador P/N 515-030, quienes establecen la importancia de realizar una verificación del juego radial del eje de accionamiento del generador arrancador.
- La existencia de un banco de prueba para medir el juego radial del generador arrancador, permite al Grupo de Aviación del Ejército N°43 “PORTOVIEJO” disminuir los costos de mantenimiento de los generadores de este tipo y mantener la operatividad de sus aeronaves con un tiempo de retorno al servicio considerable.
- Se implementó una lista de chequeo en la parte superior derecha de la mesa dejando de forma clara y específica la operación y manipulación del banco de

prueba para las inspecciones periódicas de 300 y 600 horas de funcionamiento, y pueda ser manipulado y operado por cualquier técnico en electrónica.

4.2 Recomendaciones.

- El personal técnico encargado de realizar las tareas de mantenimiento del generador arrancador debe trabajar según la información técnica emitida por el fabricante, por lo que se recomienda operar y manipular el banco de pruebas estrictamente en función a la lista de chequeos implementados para su operación.
- El banco de pruebas debe ser utilizado únicamente por personal técnico con la experticia necesaria en tareas de mantenimiento como inspecciones complementarias de 300 y 600 horas de funcionamiento del generador arrancador.
- Antes de alguna operación con el banco de pruebas el operario debe asegurarse que la toma de alimentación del suministro de energía de la red pública, cumpla con los estándares adecuados de instalación bajo la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

4.3 Abreviaturas.

- **AC:** Corriente Alterna.
- **AMM:** Manual de Mantenimiento de Aeronaves.
- **AWG:** Calibre de Alambre Estadounidense.
- **CFW:** Convertidor de Frecuencia WEG.
- **DC:** Corriente Directa.
- **EMM:** Manual de Mantenimiento del Motor.
- **FAA:** Administración Federal de Aviación.
- **HMI:** Interfaz Hombre Máquina.
- **IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional.
- **MTC:** Manual de Practicas Estándar.
- **NEC:** Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- **OMA:** Organización de Mantenimiento Aprobada.
- **PE:** Conexión de Puesta a Tierra.
- **PN:** Número de Parte
- **RPM:** Revoluciones por Minuto.
- **TSB:** Boletín de Servicio Técnico.
- **TEFC:** Totalmente Cerrados y Enfriados por Motor.

4.4 Glosario.

A

- **Aeronave:** Todo aquel elemento que pueda transportarse en el aire, sosteniéndose en él sin mantener ningún tipo de contacto con la superficie terrestre.
- **Aeronavegabilidad:** Capacidad que tiene una aeronave para operar en condiciones seguras.
- **Aviónica:** Aplicación de la electrónica a la aviación.

B

- **Banco de Prueba:** Es un método para probar un módulo particular en forma aislada.
- **Boletín de Servicio Técnico:** Es una comunicación entre la empresa fabricante y sus consumidores, donde se puede describir actualizaciones o como realizar ciertas reparaciones.

C

- **Construcción:** Arte o técnica de fabricar infraestructuras disponiendo de un proyecto y una planificación predeterminada.
- **Chequeo:** Revisión que se hace para comprobar el estado de una cosa.

D

- **Diseño:** Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

E

- **Eje:** Barra cilíndrica que atraviesa un cuerpo giratorio y le sirve como centro para girar.

F

- **Fusible:** Dispositivo constituido por un soporte adecuado y un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda cuando la intensidad de corriente supere un determinado valor.

G

- **Generador:** Máquina que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, acción que se produce por un movimiento relativo entre los conductores y el campo generando una fuerza electromotriz.

H

- **Helicóptero:** Aeronave con aspas giratorias y capacidad de ascenso y descenso vertical.
- **Herramienta Especial:** Herramienta desarrollada en la forma requerida por el operario para desarrollar ciertas funciones.

I

- **Intensidad Nominal:** La intensidad nominal es la corriente que se debe suministrar para que una unidad funcione en su punto de funcionamiento nominal, es decir, para su punto óptimo de rendimiento.
- **Inspección:** Acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.
- **Interruptor Térmico:** Dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos.

L

- **Lista de Chequeo:** Listado de preguntas, en forma de cuestionario que sirve para verificar el grado de cumplimiento de determinadas reglas establecidas a prioridad con un fin determinado.

M

- **Medición:** Determinar mediante instrumentos o mediante una relación o fórmula previa un resultado dentro de los parámetros escogidos.
- **Motor:** Máquina motriz que convierte una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par.
- **Mantenimiento:** Conservación de un artículo en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

O

- **Operatividad:** Capacidad para cumplir una función o estar activo.

- **Orden Técnica:** Es una orden escrita que establece instrucciones claras y precisas de cómo realizar todo trabajo, así como advertencias, precauciones y notas importantes que debemos de tomar en cuenta.

P

- **Programación:** La programación es el proceso utilizado para idear y ordenar las acciones necesarias para realizar un proyecto, preparar ciertas máquinas o aparatos para que empiecen a funcionar en el momento y en la forma deseados.
- **Pulsador:** Permiten el flujo de corriente mientras son accionados.

S

- **Selector:** Aparatos de maniobra manual que permiten la activación o desactivación de algún dispositivo eléctrico
- **Sistema Trifásico:** Sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud, que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° .

T

- **Taller:** es el espacio en el que se realiza un trabajo, manual en su origen, bien de tipo artesanal o fabril.

V

- **Variador de Frecuencia:** Sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Referencias Bibliográficas.

AIRBUS. (2017). *MANUAL DE OPERACIONES*.

FAA. (2015). AIRFRAME HANDBOOK VOLUMEN 2. En FAA. WASHINGTON DC.

HELICOPTER, A. (2019). AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL. MARIGNANE.

SAFRAN Turbomeca. (2013). *Turbomeca Training*. Paris.

WEG. (Septiembre de 2019). *Manual del usuario*. Recuperado el 28 de mayo de 2020, de WEG: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h54/hce/WEG-convertidor-de-frecuencia-CFW300-50066668-catalogo-es.pdf>

WEG. (8 de Junio de 2020). Motores Eléctricos. *Catalogo de motores eléctricos*, 1, 2.

Recuperado el 1 de junio de 2020, de WEG:

<https://www.weg.net/catalog/weg/AR/es/Motores-El%C3%A9ctricos/Motores-IEC-de-Baja-Tensi%C3%B3n/Usos-Generales-ODP-TEFC/Usos-Generales-TEFC-%28Hierro-Gris%29/W22---Usos-Generales-TEFC-%28Hierro-Gris%29/W22-IE2/W22-IE2-1-HP-4P-80-3F-220-440-V-60-Hz-IC411---TEFC---B3>



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor **POZO LLANOS, BELISARIO ISMAEL**

En la ciudad de Latacunga a los 13 días del mes de julio del 2020.

Aprobado por:

.....
IGN. GUERRERO LUCIA
DIRECTORA DE LA MONOGRAFÍA

.....
ING. PILATASIG PABLO
DIRECTOR DE CARRERA

.....
ABG. SARITA PLAZA
SECRETARIA ACADÉMICA