



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA

“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA PARA LAS  
BOMBAS HIDRÁULICAS DEL AVIÓN CASA CN 235 DEL  
GRUPO AÉREO DEL EJÉRCITO N° 45 PICHINCHA”

AUTOR: SARANGO YAGUANA ANGEL CHRISTIAN

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención  
del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
AVIONES

LATACUNGA, FEBRERO 2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**CERTIFICACIÓN**

Tlgo. Alejandro Proaño

**Certifica**

Que el trabajo titulado: "Construcción de un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 PICHINCHA", realizado por el Sr. Angel Christian Sarango Yaguana C.I. 1104395114, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con las normas estatutarias establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF).

Se autoriza la entrega de los documentos a la Ing. Lucía Guerrero Rodríguez en calidad de Directora de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Latacunga, Febrero 2015

---

Tlgo. Alejandro Proaño

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Angel Christian Sarango Yaguana

Declaro que:

El proyecto de grado titulado: "Construcción de un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 PICHINCHA", ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al 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, Febrero 2015

---

Angel Christian Sarango Yaguana  
1104395114

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Angel Christian Sarango Yaguana

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo "Construcción de un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 PICHINCHA", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero 2015

---

Angel Christian Sarango Yaguana  
1104395114

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado especialmente a mis padres Angel y Melanea y a mi esposa Carolina quienes han sido los pilares fundamentales en el desarrollo de mi vida y a los cuales debo todo mi amor porque siempre han estado a mi lado y me han apoyado incondicionalmente en el transcurso de mi carrera profesional.

Angel Christian Sarango Yaguana

## **AGRADECIMIENTO**

Un inmenso agradecimiento a Dios y a la Virgencita del Cisne por todos los favores recibidos, por darme la salud y fuerza necesaria para vivir día a día, por iluminar mi mente y por tener a mi lado una familia maravillosa que siempre me apoya.

A todos y cada uno de los miembros de mi familia que de una u otra manera me han ayudado a forjarme como persona y han contribuido a sobresalir en mis estudios y en mi carrera profesional.

Al glorioso Ejército Ecuatoriano, en especial a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "PAQUISHA", que me dió la oportunidad de especializarme adecuadamente para crecer en una profesión en la cual he ganado experiencia necesaria para mi carrera.

Angel Christian Sarango Yaguana

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY .....	xvi

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Alcance.....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

SISTEMA HIDRÁULICO.....	5
2.1 Principios Básicos de Hidráulica .....	5
2.2 Fuerza Hidráulica.....	6
2.3 Caudal .....	6
2.4 Trabajo .....	7
2.5 Potencia Hidráulica.....	7
2.6 Ley de Continuidad.....	8
2.7 Teorema de Bernoulli.....	8
2.8 Ventajas e Inconvenientes de la Energía Hidráulica .....	8

2.9 Transmisión de la Presión Hidráulica.....	9
2.10 Líquidos Hidráulicos.....	9
2.10.1 Líquidos Hidráulicos de Origen Mineral.....	10
2.10.2 Líquidos Hidráulicos Sintéticos .....	10
2.11 Tuberías Hidráulicas .....	11
2.11.1 Tuberías Rígidas.....	11
2.11.2 Tuberías Flexibles.....	12
2.11.3 Mangueras.....	13
2.12 Sistema Hidráulico Básico .....	13
2.12.1 Depósito o Reservorio Hidráulico .....	14
2.12.2 Bomba Hidráulica.....	15
2.12.2.1 Bomba de Engranajes.....	16
2.12.2.2 Bomba de Paletas.....	17
2.12.2.3 Bomba de Pistones .....	18
2.12.2.4 Bomba Manual.....	19
2.12.3 Válvulas Hidráulicas.....	19
2.12.3.1 Válvulas Hidráulicas de Bloqueo o Cierre .....	20
2.12.3.2 Válvulas Hidráulicas de Estrangulación .....	22
2.12.3.3 Válvulas Hidráulicas de Retención .....	23
2.12.4 Cilindro o Actuador Hidráulico.....	23
2.12.5 Filtros Hidráulicos .....	24
2.12.6 Juntas o Sellos de Estanqueidad .....	26
2.12.7 Manómetros Hidráulicos .....	27
2.13 Representación Simbólica de Elementos Hidráulicos .....	28
2.14 Avión Casa CN 235 .....	36
2.14.1 Características Generales del Avión Casa CN 235.....	37
2.14.2 Dimensiones .....	38
2.15 Sistema Hidráulico del Avión Casa CN 235 .....	38
2.15.1 Datos Generales .....	38
2.15.2 Componentes del Sistema.....	41
2.15.2.1 Depósito.....	42
2.15.2.2 Unidad Modular.....	42



2.15.2.3 Bombas Hidráulicas .....	42
2.15.3 Controles e Indicadores .....	43
2.15.3.1 Controles de las Bombas Hidráulicas.....	43
2.15.3.2 Indicador de Cantidad de Fluido Hidráulico.....	44
2.15.3.3 Indicador de Presión de Fluido Hidráulico .....	45
2.15.3.4 Indicadores de Warning y Caution .....	45
2.15.4 Operación del Sistema.....	46
2.15.5 Protección del Sistema .....	46
2.15.6 Limitaciones del Sistema .....	47
2.16 Conjunto de Motorbomba Hidráulica.....	48
2.16.1 Subconjunto de Bomba Hidráulica .....	49
2.16.2 Subconjunto de Motor Eléctrico .....	50
2.16.3 Subconjunto del Enfriador de Aceite .....	51
2.17 Características Técnicas del Conjunto de Motorbomba Hidráulica.....	52
2.18 Operación del Conjunto de Motorbomba Hidráulica.....	53
2.19 Materiales Utilizados en la Construcción del Banco de Prueba.....	56
2.19.1 Tubo Estructural .....	56
2.19.2 Acero Galvanizado.....	57
2.19.3 Soldadura por Arco Eléctrico .....	57
2.19.4 Electrodo .....	58
2.19.5 Rueda de Soporte.....	61
2.19.6 Recubrimiento.....	61
2.19.7 Protección Personal.....	62
2.20 Dispositivos Utilizados en la Construcción del Banco de Prueba .....	64
2.20.1 Manómetros.....	64
2.20.2 Válvulas de Esfera de Bloqueo o Cierre.....	64
2.20.3 Válvula Estranguladora o de Restricción.....	65
2.20.4 Filtro Hidráulico de Aspiración o Colador .....	66
2.20.5 Mangueras Hidráulicas .....	66
2.20.6 Interruptor .....	67
2.20.7 Luces Led .....	67
2.20.8 Fusible de Alta Capacidad de Ruptura.....	68

2.20.9 Circuit Breaker .....	68
2.20.10 Contactor .....	69
2.20.11 Cables Eléctricos .....	70

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Preliminares.....	71
3.2 Estudio de Alternativas .....	71
3.3 Estudio de Factibilidad.....	72
3.3.1 Factor Técnico .....	72
3.3.2 Factor Económico .....	73
3.3.3 Factor Operacional .....	73
3.4 Comparación de Alternativas .....	74
3.5 Selección de la Mejor Alternativa .....	75
3.6 Construcción del Banco de Prueba para las Bombas Hidráulicas.....	76
3.6.1 Descripción del Equipo .....	76
3.6.2 Secuencia para la Construcción del Equipo .....	77
3.6.3 Máquinas y Herramientas Utilizadas en la Construcción del Equipo ...	77
3.6.4 Diagrama de Procesos .....	78
3.6.4.1 Diagrama de Procesos de la Construcción de la Estructura.....	79
3.6.4.2 Diagrama de Procesos de la Construcción del Tanque Reservorio..	80
3.6.4.3 Diagrama de Procesos de la Construcción del Panel de Control .....	81
3.6.4.4 Diagrama de Procesos del Ensamblaje del Banco De Prueba.....	82
3.6.5 Proceso de Construcción de la Estructura Metálica .....	82
3.6.6 Proceso de Construcción del Tanque Reservorio .....	86
3.6.7 Proceso de Construcción del Tablero de Control .....	87
3.6.8 Ensamblaje de los Componentes del Banco de Prueba.....	91
3.6.8.1 Ensamblaje de los Componentes Eléctricos .....	91
3.6.8.2 Ensamblaje de los Componentes Hidráulicos .....	93
3.6.9 Pruebas de Funcionamiento .....	96
3.6.10 Elaboración de Manuales.....	100
3.6.10.1 Manual de Operaciones .....	100
3.6.10.2 Manual de Mantenimiento.....	100

3.7 Estudio Económico .....	102
3.7.1 Costo Primario .....	120
3.7.2 Maquinaria y Herramienta.....	121
3.7.3 Mano de Obra.....	122
3.7.4 Material Fungible .....	122
3.7.5 Costo y/o Gasto Secundario .....	123
3.7.6 Total de Costos y Gastos.....	123

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones .....	125
4.2 Recomendaciones .....	126
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	127
ABREVIATURAS .....	129
BIBLIOGRAFÍA.....	130
NETGRAFÍA.....	131
ANEXOS.....	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 1. Prensa hidráulica .....	6
Figura 2. Explicación de la ley de continuidad .....	8
Figura 3. Tuberías flexibles para alta presión .....	12
Figura 4. Formas correctas e incorrectas de montar tuberías flexibles .....	13
Figura 5. Sistema hidráulico básico .....	14
Figura 6. Depósito hidráulico .....	15
Figura 7. Bomba de engranajes.....	17
Figura 8. Bomba de paletas.....	17
Figura 9. Bomba de pistones .....	18
Figura 10. Bomba manual.....	19
Figura 11. Válvula de bola .....	21
Figura 12. Válvula check.....	23
Figura 13. Actuador hidráulico .....	24
Figura 14. Filtros hidráulicos.....	26
Figura 15. Junta tórica (“O-ring”).....	27
Figura 16. Manómetro hidráulico .....	28
Figura 17. Simbología hidráulica (líneas).....	29
Figura 18. Simbología hidráulica (depósitos) .....	30
Figura 19. Simbología hidráulica (válvulas de control de flujo).....	30
Figura 20. Simbología hidráulica (válvulas de control de presión).....	31
Figura 21. Simbología hidráulica (válvulas direccionales).....	33
Figura 22. Simbología hidráulica (accionamiento de válvulas).....	33
Figura 23. Simbología hidráulica (bombas).....	34
Figura 24. Simbología hidráulica (motores) .....	34
Figura 25. Simbología hidráulica (cilindros) .....	35
Figura 26. Simbología hidráulica (filtros).....	35
Figura 27. Simbología hidráulica (acumuladores) .....	35
Figura 28. Simbología hidráulica (otros) .....	36
Figura 29. Avión Casa CN 235 .....	37

Figura 30. Esquema del sistema hidráulico del avión Casa CN 235 .....	40
Figura 31. Componentes del sistema hidráulico del avión Casa CN 235 .....	41
Figura 32. Controles de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 .....	44
Figura 33. Indicador de cantidad de fluido hidráulico .....	44
Figura 34. Indicador de presión de fluido hidráulico .....	45
Figura 35. Conjunto de motorbomba hidráulica .....	49
Figura 36. Vista del corte transversal de la motorbomba hidráulica .....	53
Figura 37. Tubo estructural cuadrado .....	56
Figura 38. Lámina de acero galvanizado .....	57
Figura 39. Suelda eléctrica .....	58
Figura 40. Electrodo .....	59
Figura 41. Corriente, revestimiento y posición de soldadura .....	60
Figura 42. Rueda de soporte .....	61
Figura 43. Pintura .....	62
Figura 44. Protección personal .....	63
Figura 45. Manómetros de presión .....	64
Figura 46. Válvula de cierre .....	65
Figura 47. Válvula de restricción .....	65
Figura 48. Filtro hidráulico .....	66
Figura 49. Mangueras hidráulicas .....	66
Figura 50. Interruptor .....	67
Figura 51. Luz Led .....	68
Figura 52. Fusible de alta capacidad de ruptura .....	68
Figura 53. Circuit breaker .....	69
Figura 54. Contactor .....	70
Figura 55. Cables eléctricos .....	70

### **CAPÍTULO III**

Figura 56. Medida, corte y suelda del tubo cuadrado de la estructura .....	83
Figura 57. Medida, corte y suelda de la lámina de la estructura .....	83
Figura 58. Construcción de las puertas de acceso .....	84
Figura 59. Construcción de visores .....	84
Figura 60. Construcción del soporte para el medidor de flujo .....	85

Figura 61. Construcción de la base de sujeción de la bomba hidráulica .....	85
Figura 62. Elección de ruedas para el soporte de la estructura .....	86
Figura 63. Tanque reservorio y acoples bushing .....	87
Figura 64. Acoples soldados al tanque reservorio .....	87
Figura 65. Construcción de la estructura del tablero .....	88
Figura 66. Estructura del tablero de control .....	88
Figura 67. Construcción de orificios y varillas de fijación del tanque .....	89
Figura 68. Construcción de la entrada de la parte eléctrica .....	89
Figura 69. Construcción del panel de indicación y control .....	90
Figura 70. Orificios de salida de cables eléctricos y mangueras .....	90
Figura 71. Aplicación de pintura amarilla al banco de prueba .....	91
Figura 72. Dispositivos eléctricos fijados al banco de prueba .....	92
Figura 73. Conexión de cables eléctricos de N°1 .....	92
Figura 74. Conexión de dispositivos de indicación y control .....	93
Figura 75. Conexión de la línea de alta presión .....	94
Figura 76. Conexión de la línea de baja presión .....	94
Figura 77. Unión del panel de control y las líneas de presión .....	94
Figura 78. Unión del filtro y la válvula de paso de líquido hidráulico .....	95
Figura 79. Conexión de las mangueras al tanque reservorio .....	95
Figura 80. Conexión de las mangueras al filtro .....	95
Figura 81. Conexión de mangueras en la línea de alta presión .....	96
Figura 82. Conexión de mangueras en la línea de baja presión .....	96
Figura 83. Circuit breaker e interruptores en posición OFF .....	97
Figura 84. Conexión de la planta de potencia externa .....	97
Figura 85. Planta externa ajustada a 28V DC .....	97
Figura 86. Interruptor de paso de corriente en posición ON .....	98
Figura 87. Interruptor de encendido de bomba en posición ON .....	98
Figura 88. Indicación de 28V DC en los cables de conexión eléctrica .....	98
Figura 89. Comprobación del circuit breaker .....	99
Figura 90. Proceso final de la prueba de funcionamiento .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de la aeronave.....	37
Tabla 2 Dimensiones de la aeronave.....	38
Tabla 3 Limitaciones del fluido hidráulico.....	47
Tabla 4 Características del subconjunto de bomba hidráulica .....	52
Tabla 5 Características del subconjunto de motor eléctrico .....	52
Tabla 6 Características del subconjunto del enfriador de aceite .....	52
Tabla 7 Ventajas y desventajas de la primera alternativa .....	74
Tabla 8 Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.....	75
Tabla 9 Características de máquinas y equipos.....	77
Tabla 10 Características de herramientas .....	78
Tabla 11 Simbología para diagrama de procesos .....	79
Tabla 12 Dimensiones de la estructura metálica.....	82
Tabla 13 Dimensiones del tanque reservorio .....	86
Tabla 14 Dispositivos eléctricos del banco de prueba.....	91
Tabla 15 Dispositivos hidráulicos del banco de prueba.....	93
Tabla 16 Costos primario del proyecto.....	120
Tabla 17 Maquinaria y herramienta utilizada en el proyecto .....	121
Tabla 18 Mano de obra utilizada en el proyecto.....	122
Tabla 19 Material fungible utilizado en el proyecto .....	123
Tabla 20 Costo y/o gasto secundario del proyecto .....	123
Tabla 21 Costos y gastos totales del proyecto.....	124

## RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se detalla el proceso de **construcción** de un **banco de prueba** para las **bombas hidráulicas** del avión Casa CN 235, como equipo de apoyo a los técnicos de **mantenimiento** del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 "Pichincha". Para el desarrollo del proyecto se realizó una investigación a fondo del **sistema hidráulico** del avión especialmente de las bombas hidráulicas, tomando en consideración los manuales emitidos por el fabricante y de otros libros que detallan el estudio básico y avanzado de la hidráulica. El trabajo escrito que se presenta consta de cuatro capítulos que especifican de forma secuencial el tema de investigación, detallando cada uno lo siguiente: el capítulo I describe los antecedentes, justificación, objetivos y el alcance del proyecto. El capítulo II contiene los fundamentos teóricos referentes al sistema hidráulico general del avión así como los componentes del mismo. El capítulo III detalla el proceso de construcción y operación del banco de prueba de las bombas hidráulicas, como parte de la fase aplicativa del proyecto. El capítulo IV consuma el proyecto a través de algunas conclusiones y recomendaciones realizadas al término del trabajo.

**PALABRAS CLAVES: CONSTRUCCIÓN, BANCO DE PRUEBA, BOMBAS HIDRÁULICAS, MANTENIMIENTO, SISTEMA HIDRÁULICO.**



## SUMMARY

The present graduation work details the steps of **construction** of a **stand test** for the **hydraulic pumps** of the Casa CN 235 airplane, like a support equipment to the **maintenance** technicians of the Grupo Aéreo del Ejército N° 45 "Pichincha". For the development of the project was carried out a deep investigation of the **hydraulic system** of the airplane especially of the hydraulic pumps, taking as consideration the manuals give for the company that made the plane and with the help of other books that describe the basic and high study of hydraulic. The write work that was made is composed for four chapters which detail like a sequence way the investigation work, it is listed below: the first chapter describes the antecedents, justification, objectives and the scope of the project. The second chapter contains the theoretical fundamentals concerning to the general hydraulic system of the plane just like that components of it. The third chapter details the process of construction and operation of stand test of the hydraulic pumps as part of applicative phase of the project. The fourth chapter finalizes the project throughout some conclusions and recommendations in the final of the project.

**KEY WORDS: CONSTRUCTION, STAND TEST, HYDRAULIC PUMPS, MAINTENANCE, HYDRAULIC SYSTEM.**

# **CAPÍTULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1 Antecedentes**

La Aviación del Ejército nació en 1954 con el nombre de Servicio Aéreo del Ejército S.A.E., mediante el entusiasmo y el espíritu del señor Capitán de Infantería Colon Grijalva Herdoiza que una vez cumplida su aspiración de tener la licencia de piloto, inclino de manera oficial sus peticiones con ideas vanguardistas hacia el Comando del Ejército e inicio la gestión necesaria para materializar el apoyo aéreo que tanto necesitaban los compañeros que para cumplir su deber en guarniciones de frontera debían atravesar largas y penosas jornadas en caminos picas y trochas.

En 1978 el Servicio Aéreo del Ejército da un paso gigantesco y se convierte en la Aviación del Ejército Ecuatoriano, transformándose en unidad operativa con la capacidad de operar aviones de transporte mediano para trabajos fotogramétricos y helicópteros de transporte, reconocimiento, asalto y combate. Este cambio produjo una nueva concepción en la organización, pero lo cual se tomó en cuenta el empleo táctico del material y el apoyo orgánico que debe brindar a las Unidades Operativas de la Fuerza Terrestre. Con esta oportunidad, el alto mando militar asigno a la Aviación del Ejército, el personal y los medio tanto aéreos como de apoyo en tierra, necesarios para que las tareas asignadas a la nueva condición puedan cumplirse.

En 1981 esta unidad de combate participa en la guerra de Paquisha y se hace merecedora a la distinción del honor militar de la “Cordillera del Cóndor” por una actuación destacada.

En julio de 1987 se le designa con el nombre de Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Amazonas” y finalmente el 29 de febrero de 1996, tomando en consideración la heroica labor cumplida por la Aviación del Ejército en el

conflicto del Cenefa, el Alto Mando Militar decide que la Aviación del Ejército pase a ser una nueva arma de la Fuerza Terrestre, con el nombre de BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO N° 15 “PAQUISHA” (15 BAE).

La 15 BAE está conformada por varias subunidades que están a cargo de aeronaves de ala fija y ala rotatoria. Una de ellas es el Grupo de Aviación del Ejército N°45 “Pichincha” (GAE 45 “Pichincha”), que es una de las unidades más operativas del Ejército Ecuatoriano, ya que por medio de esta se canalizan diversas tareas de abastecimiento aéreo, evacuación aeromédica, transporte de personal y asistencia a las necesidades más urgentes de las poblaciones más apartadas del país.

Dentro de los principales campos técnicos de mantenimiento que se desarrollan en el GAE 45 “Pichincha” está el mantenimiento preventivo, correctivo y restaurativo de aeronaves y equipos dentro de sus instalaciones. Pero en cierto modo, como toda institución en vías de desarrollo tecnológico, se ha visto limitado en cierta parte en todas sus áreas de trabajo, por la carencia de nuevas técnicas de ejecución de mantenimiento, bancos de prueba y equipos de trabajo, tal es el caso de un **banco de prueba para la comprobación de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235**, que al momento no se dispone y que es muy necesario para realizar los procesos de comprobación de las bombas hidráulicas del avión realizado por el personal de mantenimiento del GAE 45 “Pichincha”.

De no solucionarse lo antes mencionado, la comprobación del funcionamiento efectivo de las bombas hidráulicas tendrán que realizarse sobre la aeronave, llegando a disminuir su eficiencia además de perder tiempo y trabajo por parte de los técnicos de mantenimiento

Por lo antes expuesto es necesaria la construcción de un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa Cn 235.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

¿Cómo influye la mala comprobación de las bombas hidráulicas en el mantenimiento del sistema hidráulico del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 “Pichincha”?

## **1.3 Justificación**

Los talleres de servicio aéreo deben contar con equipos y herramientas que estén a la par con los avances tecnológicos y que permitan desarrollar actividades de mantenimiento efectivas y seguras, puesto que en el ámbito de la aeronáutica no deben existir errores. Adicional a ello, es fundamental que los técnicos puedan desempeñar su trabajo de una manera adecuada y con seguridad y así cumplir con los estándares de calidad que demanda la empresa.

Los resultados del presente trabajo investigativo facilitará que los técnicos desarrollen adecuadamente sus procesos de mantenimiento y de esta manera satisfacer sus necesidades, además se verá beneficiada el área de mantenimiento del Grupo Aéreo, ya que contará con talleres innovados y se conseguirá lograr mano de obra calificada.

Por lo explicado anteriormente es importante que los talleres cuenten con equipos y herramientas acordes a la actual tecnología con el fin de que los técnicos del área de mantenimiento de aviones alcancen un desarrollo eficiente en sus áreas encomendadas.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Construir un equipo para la comprobación de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejército N° 45 “Pichincha”.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar información bibliográfica y de campo que permita establecer los parámetros que debe satisfacer el equipo para la correcta comprobación de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235.
- Establecer el proceso para la construcción del banco de prueba con la ayuda de los técnicos de la aeronave.
- Elaborar un manual de operación y mantenimiento del banco de prueba para su correcto uso por parte de los técnicos de mantenimiento.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones necesarias una vez terminado el proyecto propuesto.

## **1.5 Alcance**

El presente trabajo de investigación está encaminado a facilitar la comprobación y el mantenimiento de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejército N°45 “Pichincha”, por lo que está dirigido hacia el personal de técnicos de mantenimiento de dicha aeronave así como a quienes trabajan en el área de mantenimiento del Grupo Aéreo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **SISTEMA HIDRÁULICO**

##### **2.1 Principios Básicos de Hidráulica<sup>1</sup>**

La hidráulica es la ciencia que estudia las leyes que regulan el equilibrio y el movimiento de los líquidos, el nombre correcto es oleohidráulica, al ser el aceite el fluido que generalmente circula por las tuberías. En el lenguaje práctico se nombra como hidráulica y de una parte, entonces, estudia las condiciones de equilibrio de los líquidos en reposo, y de otra, la circulación o movimiento de los mismos.

La hidráulica se divide en dos grandes ramas:

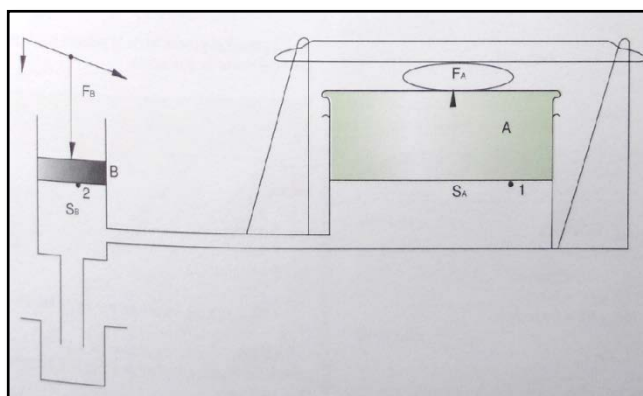
- Hidrostática, que es la ciencia que estudia el equilibrio de los líquidos y la presión que ejercen sobre los recipientes que los contienen.
- Hidrodinámica, que estudia el movimiento y la circulación de los líquidos y las fuerzas resultante.

Los principios y leyes fundamentales de la hidráulica son:

- Los aceites no son comprensibles (pero sí elásticos).
- Los aceites transmiten en todas las direcciones la presión que se les aplica (Principio de Pascal).
- Los aceites toman la forma de la tubería o aparato, por los que circulan en cualquier dirección.
- Los aceites permiten multiplicar la fuerza aplicada (prensa hidráulica fig. 1). Las fuerzas aplicadas y transmitidas son directamente proporcionales a sus superficies (la presión en el punto 1 es igual a la presión en el punto 2).

---

<sup>1</sup>Manual de Mecánica Industrial



**Figura 1.** Prensa hidráulica

**Fuente:** Manual de mecánica industrial

Los conceptos de fuerza, caudal y Teorema de Bernoulli son la clave del entendimiento de la hidráulica.

## 2.2 Fuerza Hidráulica

Es igual al producto de la presión por la superficie sobre la que actúa:

$$\mathbf{F = P \times S} \quad (2.1)$$

Siendo,

F = Fuerza

P = Presión

S = Superficie

La fuerza se expresa en Kg y Newton (1 Kg = 10 Newton).

La presión se expresa en Kg/cm<sup>2</sup>, bar, atmósferas o psi (1 Kg/cm<sup>2</sup> = 1 bar = 1 atmósfera = 14,2 psi).

## 2.3 Caudal

Es la cantidad de aceite que se desplaza por una tubería o aparato en un tiempo determinado:

$$\mathbf{Q = S \times V} \quad (2.2)$$

Siendo,

Q = Caudal.

S = Superficie de la tubería.

V = Velocidad.

En hidráulica el caudal se da en litros por minuto (l/min), la superficie en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>) y la velocidad en metros por segundo (m/s).

## 2.4 Trabajo

El trabajo por su parte es el producto de la fuerza aplicada por la distancia que recorre la fuerza. Entonces podemos escribir:

Trabajo = presión por superficie por distancia. Es decir:

$$T = P \times S \times d \quad (2.3)$$

## 2.5 Potencia Hidráulica

La potencia hidráulica es el trabajo que efectúa un mecanismo hidráulico por unidad de tiempo:

$$W = \frac{P \times S \times d}{t} \quad (2.4)$$

El producto de la superficie por distancia es igual a volumen V, en este caso de aplicaciones hidráulicas se trata del volumen de líquido desplazado. El caudal (Q) es el volumen de líquido que circula por unidad de tiempo por una tubería, debido precisamente al desplazamiento de fluido en el sistema.

Entonces la potencia hidráulica se puede escribir así:

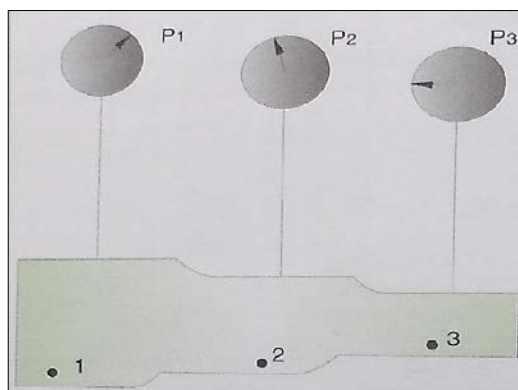
$$W = P \times Q \quad (2.5)$$

Interesa señalar la gran influencia que tienen la presión hidráulica en la fórmula de la potencia. Se observa que cuanto más alta es la presión menor es el caudal de líquido necesario para obtener una potencia determinada, lo que permite la construcción de equipos más pequeños y de menor peso.



## 2.6 Ley de Continuidad

Esta ley establece que el caudal es constante a lo largo de un circuito, como se supone en la tubería de la figura siguiente, en donde el caudal en el punto 1 es igual al caudal en el punto 2.



**Figura 2.** Explicación de la ley de continuidad

**Fuente:** Manual de mecánica industrial

## 2.7 Teorema de Bernoulli

Dice que la energía total de un fluido permanece constante en cualquier punto del circuito hidráulico.

Aplicando la ley de la continuidad, el caudal que pasa por los puntos 1, 2 y 3 es el mismo, la velocidad en el punto 1 es menor que en el punto 2 y ésta a su vez, menor que en el punto 3. Aplicando el teorema de Bernoulli, la presión en el punto 1 y que marca el manómetro P1, es mayor que en el punto 2 y ésta, a su vez, es mayor que en el punto 3.

## 2.8 Ventajas e Inconvenientes de la Energía Hidráulica

Ventajas:

- Simplicidad. Hay pocas piezas en movimiento (bombas, motores y cilindros).

- Flexibilidad. El aceite se adapta a las tuberías y transmite la fuerza como si fuera una barra de acero.
- Tamaño. Es pequeño comparado con la mecánica y la electricidad a igual potencia.
- Seguridad. Salvo algún peligro de incendios en ciertas instalaciones.
- Multiplicación de fuerzas. Ya visto en la prensa hidráulica.

Inconvenientes:

- Limpieza. En la manipulación de los aceites, aparatos y tuberías, como el lugar de ubicación de la máquina; en la práctica hay muy pocas máquinas hidráulicas en las que se extremen las medidas de limpieza.
- Alta presión. Exige un buen mantenimiento.
- Precio. Las bombas, motores, válvulas proporcionales y servoválvulas son caras.

## **2.9 Transmisión de la Presión Hidráulica**

En su aplicación en las aeronaves, la hidráulica constituye el método de transmitir potencia de un lugar a otro del avión, mediante el empleo de un fluido o líquido como agente o medio operacional. La transmisión de potencia de un lugar a otro del avión tiene lugar por tuberías y elementos de control del líquido o fluido hidráulico.

## **2.10 Líquidos Hidráulicos**

El fluido o líquido hidráulico es el medio transmisor de la presión hidráulica en los sistemas hidráulicos de abordo, además de lubricar los aparatos hidráulicos.

Se calcula que un 70% de las averías se derivan del empleo de aceites inadecuados o sucios. Otras misiones de los aceites hidráulicos son:

protección contra la oxidación y corrosión, no hacer espuma, separar el agua del aceite y conservar su viscosidad dentro de un margen de temperaturas.

La elección de un aceite hidráulico se hace en función de:

- Tipo de circuito.
- Temperatura ambiente.
- Presión de trabajo.
- Temperatura de trabajo.
- Tipo de bomba.

Se pueden distinguir dos tipos de líquidos hidráulicos según su origen: líquidos hidráulicos de origen mineral y líquidos hidráulicos sintéticos.

### **2.10.1 Líquidos Hidráulicos de Origen Mineral**

Son muy empleados en aviación general. Se utilizan en la carga de amortiguadores, frenos y sistemas hidráulicos completos, se deben emplear retenes y mangueras hidráulicas sintéticas con estos tipos de líquidos.

El líquido hidráulico estándar de este grupo tiene el número de especificación MIL-H-5606 que incorpora numerosos aditivos que mejoran las propiedades del líquido base. El campo operacional de este líquido es de -54°C a 135°C, se deriva del refinado del petróleo, tiene un color rojo, su viscosidad es baja y es inhibidor de la corrosión.

### **2.10.2 Líquidos Hidráulicos Sintéticos**

Pertencen al grupo de los ésteres fosfatados. Son líquidos que mejoran todos los índices y propiedades de los fluidos anteriores, salvo el caso, habría que decir, que son más oxidantes que los líquidos minerales.

Las marcas comerciales y registradas que pertenecen al grupo de líquidos sintéticos son Skydrol 500B, Chevron Hyjet W y versiones posteriores. Con este tipo de líquidos se deben emplear sellos, retenes y mangueras hidráulicas de caucho etileno-propileno o de teflón.

Tienen tres grandes inconvenientes: primero que son muy caros, segundo que solo admiten elastómeros del tipo etileno-propileno en las juntas de estanqueidad del sistema y tercero, que atacan fácilmente toda clase de pinturas, excepto las de poliuretano. Su temperatura máxima de servicio se sitúa en torno a 150°C.

## **2.11 Tuberías Hidráulicas**

La tubería es el término general que abarca las varias clases de líneas conductoras que llevan el fluido hidráulico entre los componentes. La selección o instalación de tubos y empalmes en un circuito hidráulico revisten una importancia primordial. Una tubería incorrecta puede dar lugar a una gran pérdida de potencia o a una polución nociva del aceite.

Las tuberías hidráulicas son parte esencial de la canalización hidráulica. Una canalización de líquido incluye trayectos de ida y vuelta dentro del sistema hidráulico de los aviones en la cual se utilizan tuberías hidráulicas.

Las tuberías hidráulicas pueden ser de dos tipos: las tuberías rígidas metálicas y las tuberías flexibles de materiales tipo elastómero o de caucho sintético.

### **2.11.1 Tuberías Rígidas**

Se llama tubería rígida a un elemento, más o menos largo, formado por la unión de varios tubos metálicos, que se acoplan mediante tuercas de unión (racores) u otro procedimiento de empalme.

Las tuberías rígidas que se emplean en los sistemas hidráulicos de los aviones pueden ser de aleación de aluminio, de acero, o de aleación de titanio. Las tuberías de aleación de aluminio se emplean normalmente para presiones hidráulicas medias y bajas, y las de acero y de aleación de titanio se emplean para sistemas hidráulicos de alta presión.

### 2.11.2 Tuberías Flexibles

Se llama tubería flexible a un elemento tubular flexible, fabricado de goma natural o en productos elásticos sintéticos. Las tuberías flexibles se emplean en todas aquellas zonas de los sistemas en los que existe movimiento relativo entre los equipos o elementos del circuito, bien por desplazamientos mecánicos (articulaciones, bisagras, etc.) o bien por desplazamientos ocasionados por las condiciones del servicio.

Un ejemplo típico de este tipo de tuberías es la tubería de conexión a las bombas hidráulicas ya que son flexibles con el fin de absorber los movimientos que produce la impulsión del líquido.



**Figura 3.** Tuberías flexibles para alta presión

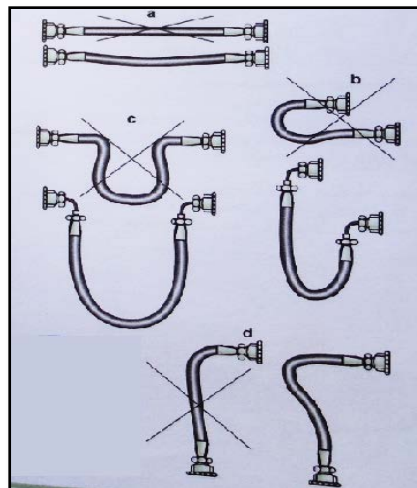
**Fuente:** <http://marcofluidpower.com>

### 2.11.3 Mangueras

Se llama manguera al elemento tubular flexible con extremos libres, es decir, desprovisto de los elementos terminales de unión a otro componente del sistema hidráulico.

La manguera, como tal, no se suele emplear directamente en el sistema hidráulico del avión, salvo en aplicaciones auxiliares específicas; más bien, es un elemento pendiente del acoplamiento final.

Al montar tuberías flexibles deben seguirse normas elementales, importantes para la duración de la tubería. Lo primordial en el montaje de las tuberías flexibles es huir de la rigidez y prever que con el aumento de presión el latiguillo no puede partirse. En la siguiente figura se nota la forma correcta e incorrecta de montar las tuberías flexibles.



**Figura 4.** Formas correctas e incorrectas de montar tuberías flexibles

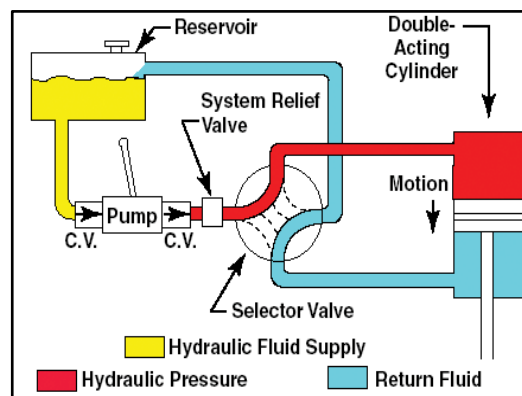
**Fuente:** Manual de mecánica industrial

### 2.12 Sistema Hidráulico Básico

El sistema hidráulico es aquel que con base a un conjunto de dispositivos o componentes, mediante la utilización de un fluido hidráulico a

presión, permite generar un movimiento el cual puede ser aprovechado en forma de energía mecánica para el funcionamiento de subsistemas como: tren de aterrizaje, flaps, superficies de control de vuelo y los frenos, que dependen en gran medida de este sistema.

Un sistema básico consiste en un depósito, acumulador o reservorio, una bomba hidráulica (ya sea manual, eléctrica o que sea manejada por medio del motor), tuberías, válvulas, un filtro para mantener limpio la mezcla y un cilindro o actuador.



**Figura 5.** Sistema hidráulico básico

**Fuente:** <http://sistemahidraulico.wikispaces.com>

### 2.12.1 Depósito o Reservorio Hidráulico

Es el recipiente en donde se almacena el fluido hidráulico utilizado para suministrar al sistema el funcionamiento. Durante el proceso del sistema el líquido sale del depósito y regresa para su posterior uso. El depósito almacena fluido a presión utilizando nitrógeno o aire comprimido y lo entrega cuando el sistema hidráulico necesita abastecimiento con gran rapidez.

Tiene las siguientes funciones básicas: acumulador de energía, anti golpe de ariete, fuerza auxiliar de emergencia, transmisor de energía de un fluido a otro, compensar las pérdidas debidas a las pequeñas fugas, actuar de regulador térmico, amortiguar las oscilaciones de presión en las líneas

por medio del gas del acumulador (disminuye la fatiga de las tuberías debida a pulsaciones de presión) y permitir la des-emulsión del líquido.



**Figura 6.** Depósito hidráulico

**Fuente:** <http://direcindustry.es>

### 2.12.2 Bomba Hidráulica

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada, en energía del fluido incompresible que mueve.

Su función es aumentar la presión del fluido, así como el de succionar el fluido del acumulador o depósito para distribuirlo al sistema a través de los conductos. La bomba usada principalmente es accionada desde la caja de engranajes del motor del avión, pero también se pueden disponer de una bomba manual (que es utilizada como medio de emergencia) o eléctrica.

Hay bombas de caudal constante (fijo) y bombas de caudal variable:

- Las bombas de caudal constante (fijo) entregan siempre el mismo volumen de aceite, variando, al variar la velocidad de giro de la bomba.
- Las bombas de caudal variable varían el volumen de aceite entregado, aunque no varíen su velocidad de giro. En estas bombas se varía el flujo (caudal) para mantener constante la presión.



Las bombas se impulsan por medios externos y la energía necesaria para impulsarlos se obtiene o puede obtenerse de:

- Motores eléctricos
- Motor del avión (a través de una toma de potencia en la caja de engranajes)
- Turbina de aire de impacto (RAT)

Las bombas hidráulicas suelen ser de tres tipos fundamentalmente: bombas de engranajes, bombas de paletas y bombas de pistones.

Cabe mencionar que existen las bombas de transferencia llamadas también PTU (Power Transfer Unit) que se utilizan en aviones con más de un circuito hidráulico, para pasar energía hidráulica de uno a otro circuito, en caso de fallo de uno de ellos.

### **2.12.2.1 Bomba de Engranajes**

Una bomba de engranajes es un tipo de bomba hidráulica que consta de dos engranajes encerrados en un alojamiento muy ceñido. Transforma la energía cinética en forma de par motor, generada por un motor, en energía hidráulica a través del caudal de líquido generado por la bomba.

Este caudal de líquido a presión se utiliza para generar, normalmente, el movimiento del actuador instalado en el sistema hidráulico. Al accionarse la bomba, el fluido entra por el orificio de entrada (aspiración) de la bomba debido a la depresión creada al separarse los dientes de uno respecto a los del otro engranaje.

El fluido es transportado a través de los flancos de los dientes del engranaje hasta llegar al orificio de salida de la bomba, donde, al juntarse los dientes del eje conductor con los del conducido, el fluido es impulsado hacia el orificio de salida (presión).



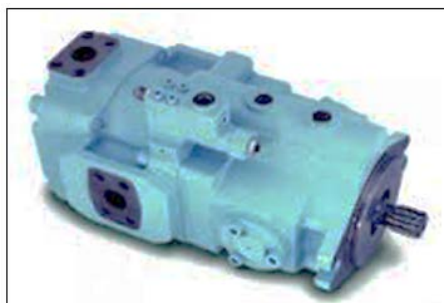
**Figura 7.** Bomba de engranajes

**Fuente:** <http://direcindustry.es>

### 2.12.2.2 Bomba de Paletas

Las bombas de paleta son bombas volumétricas, compuestas por un rotor, paletas deslizantes y una carcasa. Estas bombas pertenecen al grupo de las bombas mecánicas.

En los extremos de las bombas de paletas, se aprietan en el interior el estator y las paletas que se deslizan por él. La cámara de trabajo es llenada entre dos paletas contiguas, el estator y el rotor. Durante el giro del rotor, el volumen de producto aumenta hasta alcanzar un valor máximo y tras alcanzar éste se cierra para trasladar el producto a la cavidad de impulsión de la bomba. A la par se inicia el desalojo del líquido de la cámara de trabajo en una cantidad igual a su volumen útil.



**Figura 8.** Bomba de paletas

**Fuente:** <http://direcindustry.es>

### 2.12.2.3 Bomba de Pistones

Una bomba de pistón es una bomba hidráulica que genera el movimiento en el mismo mediante el movimiento de un pistón. Las bombas de pistones son del tipo bombas volumétricas, y se emplean para el movimiento de fluidos a alta presión o fluidos de elevadas viscosidades o densidades.

Cada movimiento del pistón desaloja, en cada movimiento un mismo volumen de fluido, que equivale al volumen ocupado por el pistón durante la carrera del mismo.



**Figura 9.** Bomba de pistones

**Fuente:** <http://direcindustry.es>

El funcionamiento de este tipo de bombas es interesante y muy parecido a los motores de pistón. Se trata de varios cilindros pistones o de uno grande y axial que comienza a aspirar líquido y luego a expulsarlo, de manera que salga a presión y pueda ser enviado a distancias mayores que las bombas tradicionales, lo que permite optimizar el transporte de fluidos.

A mayor cantidad de pistones, más potencia se puede generar, de tal manera, que podemos obtener un cabezal de bombeo y una extraordinaria eficiencia. Por ser un tipo de bomba hidráulica avanzada, es sumamente sensible a cualquier suciedad y contaminación del líquido, por lo cual, debe mantenerse limpia para un mejor funcionamiento.

#### 2.12.2.4 Bomba Manual

Las bombas manuales se basan en el principio del desplazamiento positivo, el mismo que consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara (impulsión de líquido). El intercambio de fluido se realiza en forma de presión. Las bombas manuales son bombas de émbolo y se adaptan más a grandes presiones y pequeños caudales; para aumentar el caudal en ellas hay que aumentar el tamaño de la máquina.



**Figura 10.** Bomba manual

**Fuente:** <http://direcindustry.es>

Las bombas manuales se clasifican en dos grupos: bombas de efecto simple y bombas de efecto doble. En las primeras, el líquido es entregado a la tubería de salida sólo durante una de las carreras del émbolo, después hay que retroceder en vacío para hacer la impulsión siguiente. La bomba de efecto doble entrega líquido a presión en las dos carreras de movimiento de la palanca de mando, en la práctica, ésta es la bomba que más se emplea

#### 2.12.3 Válvulas Hidráulicas

Una válvula hidráulica es un mecanismo que sirve para regular el flujo de los fluidos y son usadas para controlar el funcionamiento de los actuadores.

Estas válvulas se utilizan en un circuito hidráulico para regular la presión, el caudal, enviar señales y para decidir por donde va el líquido hidráulico.

El tipo de válvula hidráulica dependerá de la función que debe efectuar dicha válvula. Se agrupan en tres categorías generales:

- De cierre (bloqueo)
- De estrangulación
- Para impedir el flujo inverso (retención)

Dado que hay diversos tipos de válvulas disponibles para cada función, también es necesario determinar las condiciones del servicio en que se emplearán las válvulas. Es de importancia primordial conocer las características químicas y físicas de los fluidos que se manejan.

### **2.12.3.1 Válvulas Hidráulicas de Bloqueo o Cierre**

- **Válvulas de Compuerta:** Tienen una resistencia mínima al fluido de la tubería. Se utiliza totalmente abierta o cerrada. Las características principales del servicio de las válvulas de compuerta incluyen: cierre completo sin estrangulación y operación poco frecuente.

La válvula de compuerta supera en número a los otros tipos de válvulas en servicios en donde se requiera circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Las válvulas de compuerta no se recomiendan para servicios de estrangulación, porque la compuerta y el sello tienden a sufrir erosión rápida cuando restringe la circulación y producen turbulencia con la compuerta parcialmente abierta.

Cuando la válvula está abierta del todo, se eleva por completo la compuerta fuera del conducto del flujo, por lo cual el fluido pasa en línea recta por el conducto que suele tener el mismo diámetro que la tubería.

- **Válvulas de Macho:** El uso principal de estas válvulas, es en servicio de corte y estrangulación. Dado que el flujo es suave e ininterrumpido, hay poca turbulencia dentro de ella y por tanto, la caída de presión es baja. Las ventajas principales de las válvulas de macho son acción rápida, operación sencilla, espacio mínimo para la instalación y cierre hermético cuando tienen macho cónico.
- **Válvulas de bola:** Son básicamente válvulas de macho modificadas, se utilizan para líquidos viscosos y pastas aguadas. No son satisfactorias para estrangulación, son de rápida operación, de fácil mantenimiento, no requieren lubricación, producen cierre hermético con baja torsión y su caída de presión es en función del tamaño del orificio.



**Figura 11.** Válvula de bola

**Fuente:** <http://commons.wikimedia.org>

- **Válvulas de mariposa:** Son uno de los tipos más usuales y antiguos que se conocen. Son sencillas, ligeras y de bajo costo. El costo de mantenimiento también es bajo porque tienen un mínimo de piezas móviles.

El uso principal de las válvulas de mariposa es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas. Su diseño de disco

abierto, rectilíneo, evita cualquier acumulación de sólidos; la caída de presión es muy pequeña.

### 2.12.3.2 Válvulas Hidráulicas de Estrangulación

- **Válvulas de Globo:** Las principales características de los servicios de estas válvulas es que incluyen operación frecuente, de cierre positivo. El asiento suele estar en paralelo con el sentido del flujo, proporciona un estrangulamiento al grado deseado de cualquier flujo, para gases y aire y alta resistencia y caída tolerable de presión en la línea.
- **Válvulas de Aguja:** Son básicamente válvulas de globo que tiene un macho cónico similar a una aguja, que se ajusta con precisión en su asiento. Se puede tener estrangulación exacta de volúmenes pequeños porque el orificio formado entre el macho cónico y al asiento cónico se puede variar a intervalos pequeños y precisos.

Por lo general, se utilizan para instrumentos o sistemas hidráulicos, aunque no para altas temperaturas. Los materiales de construcción suelen ser bronce, acero inoxidable, latón y otras aleaciones.

- **Válvulas en Y:** Las válvulas en Y, que son una modificación de las de globo, tienen el conducto rectilíneo de una válvula de compuerta. El orificio para el asiento está inclinado un ángulo de 45° con el sentido de flujo. Por tanto, se obtienen una trayectoria más lisa, similar a la de válvula de compuerta y hay menor caída de presión que en la válvula de globo convencional; además, tiene buena capacidad para estrangulación.

### 2.12.3.3 Válvulas Hidráulicas de Retención

Las válvulas anti retorno, también llamadas válvulas de retención, válvulas unidireccionales o válvulas "check", tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en circulación -bien sea gaseoso o líquido- en un sentido y dejar paso libre en el contrario. Tiene la ventaja de un recorrido mínimo del disco u obturador a la posición de apertura total.

Se utilizan cuando se pretende mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado.

También se las suele llamar válvulas unidireccionales. Las válvulas anti retorno son ampliamente utilizadas en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.



**Figura 12.** Válvula check

**Fuente:** <http://tlv.com/global/LA/news>

### 2.12.4 Cilindro o Actuador Hidráulico

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de



generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Los actuadores hidráulicos tienen como función convertir el flujo del fluido hidráulico en movimiento lineal o rotatorio. Su tamaño va en función de las cargas operacionales que tenga que sufrir y básicamente consiste en un cilindro exterior dentro del cual se desliza un pistón. Al pistón se encuentra unido un vástago que atraviesa el fondo del cilindro y es el que transmite el movimiento linealmente.

Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.



**Figura 13.** Actuador hidráulico

**Fuente:** <http://direcindustry.es>

### 2.12.5 Filtros Hidráulicos

Es muy importante para la duración de los aparatos hidráulicos el trabajar con un aceite limpio y no contaminado; esto se logra reteniendo las partículas nocivas y cambiando el aceite, según la instalación (2000 a 5000 horas), todos los años o cada tres o seis meses en el caso de servoválvulas.

Un filtro hidráulico es el componente principal del sistema de filtración de una máquina hidráulica, de lubricación o de engrase. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

Consejos para evitar la contaminación de los aceites:

- Mucha limpieza en cualquier reparación.
- Limpieza del aceite antes de introducirlo en la máquina.
- Cambiar periódicamente el aceite contaminado.
- Adoptar un programa de cuidados del sistema hidráulico.
- Cambiar o limpiar los filtros cuando lo requieran.

En función de su situación, las características de diseño y la naturaleza de cada filtro puede ser diferente la manera de responder eficientemente a su función, por ello se distinguen:

- **Filtro de impulsión o de presión:** situado en la línea de alta presión tras el grupo de impulsión o bombeo, permite la protección de componentes sensibles como válvulas o actuadores.
- **Filtro de retorno:** en un circuito hidráulico cerrado, se emplaza sobre la conducción del fluido de retorno al depósito a baja presión o en el caso de filtros semi-sumergidos o sumergidos, en el mismo depósito. Actúan de control de las partículas originadas por la fricción de los componentes móviles de la maquinaria.
- **Filtro de venteo, respiración o de aire:** situado en los respiraderos del equipo, permite limitar el ingreso de contaminantes procedentes del aire.

- **Filtro de recirculación:** situados off-line, normalmente sobre la línea de refrigeración que alimenta el intercambiador de calor, permiten retirar los sólidos acumulados en el depósito hidráulico.
- **Filtro de succión:** llamados también “strainers”, se disponen inmediatamente antes del grupo de impulsión a manera de proteger la entrada de partículas al cuerpo de las bombas.
- **Filtro de llenado:** se instalan, de manera similar a los filtros de venteo, en la entrada del depósito habilitado para la reposición del fluido hidráulico de manera que permiten su filtración y la eliminación de posibles contaminantes acumulados en el contenedor o la línea de llenado de un sistema centralizado.



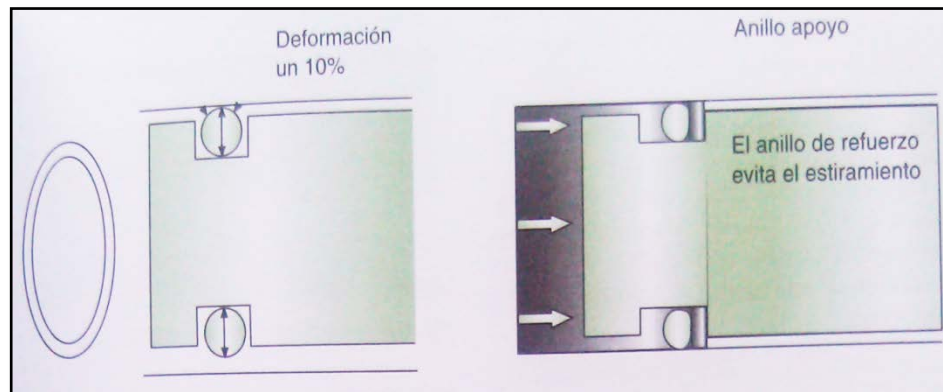
**Figura 14.** Filtros hidráulicos

**Fuente:** <http://uniflux-filters.ro>

### 2.12.6 Juntas o Sellos de Estanqueidad

La estanqueidad es la propiedad de mantener el fluido confinado en el interior de un acumulador o de un mecanismo evitando las fugas hacia el exterior. La junta de estanqueidad tórica llamada también “O-ring” o empaque, es un elemento de forma circular muy precisa, construida de material elástico, de manera que se adapta a los ejes y a los vástagos para asegurar su estanqueidad.

En las instalaciones, este es comprimido en ambas partes del diámetro interior y exterior, la presión oprime el sello contra un lado de la ranura y hacia afuera en ambos diámetros. Esta cierra positivamente en contra de la superficie de la junta. Por esto, el sello O-ring es capaz de contener presiones extremadamente altas.



**Figura 15.** Junta tórica (“O-ring”)

**Fuente:** Manual de mecánica industrial

### 2.12.7 Manómetros Hidráulicos

El manómetro es un dispositivo universalmente utilizado como medio de medida de presión para sistemas hidráulicos y su selección correcta viene de la mano con el régimen de presión en el cual va a trabajar, debe ser instalado en una posición que lo incomunique contra cualquier vibración o choque mecánico

Los manómetros poseen por lo general un elemento medidor, un tubo en forma de C y un resorte de presión cerrado por un extremo y en comunicación con la fuente de presión y fijado a la caja del instrumento por el otro extremo. El extremo libre del tubo esta comunicado con la aguja indicadora a través de un engranaje multiplicador, cuando el tubo recibe el fluido a presión tiende a enderezarse, siendo el movimiento del extremo libre proporcional a la presión.

Para seleccionar correctamente un manómetro se debe tomar en cuenta la cantidad de presión en la cual se va a trabajar y debe ser siempre instalado en una posición que lo proteja contra cualquier vibración o choque mecánico, normalmente van montados sobre una tubería rígida. Siempre que en hidráulica se haga una regulación de presión, bien actuando sobre una válvula u otro aparato, se debe comprobar con un manómetro.



**Figura 16.** Manómetro hidráulico

**Fuente:** <http://agroyamuni.com>

### 2.13 Representación Simbólica de Elementos Hidráulicos

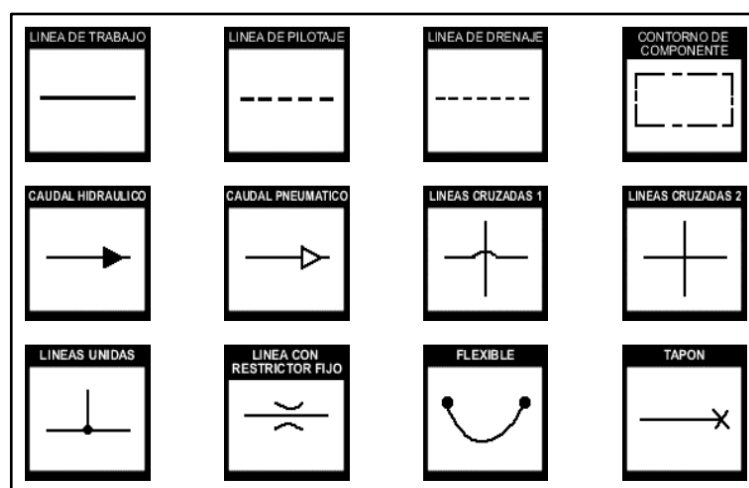
La simbología normalizada consiste en una serie de pictogramas, dibujos con sentido completo, cuyo objeto es la representación en papel u otro medio de los elementos que componen un circuito hidráulico, neumático, eléctrico o electrónico. Con ella se establece una distribución lógica de elementos en un circuito. Esta simbología está reconocida por normas internacionales, entre otras: DIN 24300, ISO 1219, CETOP, UNE101

El organismo europeo de normalización de transmisiones oleoneumáticas se denomina CETOP (Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas). El CETOP sólo recomienda, no impone y además está relacionado con ISO (Organización Internacional de Normalización).

En los símbolos empleados en oleoneumática se utilizan uno o más símbolos básicos y en general también uno o más símbolos funcionales. Cada símbolo representa a un aparato y su función, pero no determina su tipo de construcción. Los símbolos más comunes y su modo de empleo se separan según la siguiente clasificación:

1. **Líneas.**- Las tuberías, tubos y pasos hidráulicos se representan como líneas simples. Existen tres clasificaciones fundamentales:

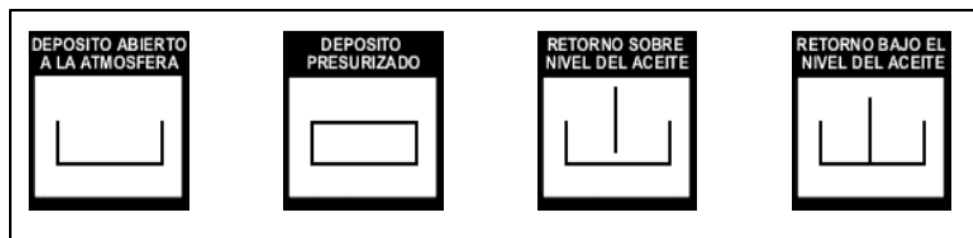
- Una línea principal (trazo continuo), transporta el caudal principal del sistema. En los diagramas gráficos incluye la línea de aspiración o entrada de la bomba, las líneas de presión y las de retorno al tanque. Pueden en ocasiones presentarse además coloreadas.
- Una línea piloto (trazos largos interrumpidos), lleva el fluido que se usa para controlar el funcionamiento de una válvula o de otro componente a distancia, a una presión inferior (pilotaje).
- La línea de drenaje (trazos cortos interrumpidos), lleva el aceite de drenaje al tanque



**Figura 17.** Simbología hidráulica (líneas)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

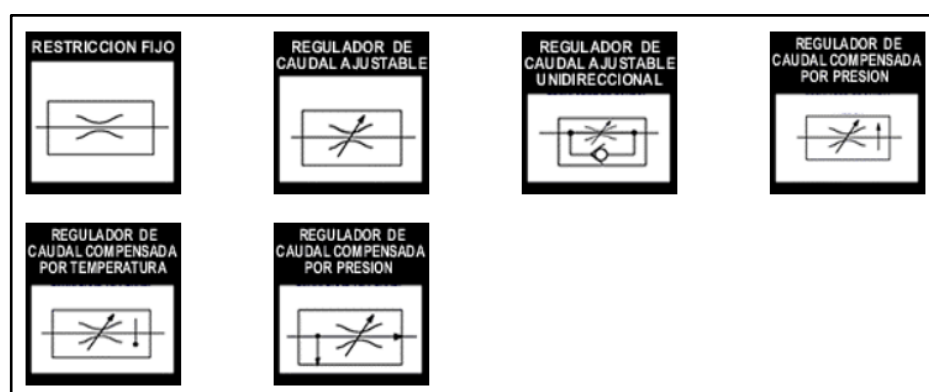
2. **Depósitos.-** El depósito se dibuja en forma de rectángulo, abierto en su parte superior en el caso de un tanque con respiradero y cerrado para un tanque presurizado. Por conveniencia, se pueden dibujar varios símbolos en un diagrama, aunque haya solamente un depósito. Las líneas de conexión se dibujan hasta el fondo del símbolo cuando las tuberías terminan bajo el nivel del líquido en el tanque. Si una línea termina sobre el nivel del líquido, se dibuja solo hasta la parte superior del símbolo.



**Figura 18.** Simbología hidráulica (depósitos)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

3. **Válvulas de control de flujo.-** El símbolo básico de una válvula es un cuadrado que se denomina envoltura. Puede incluir otros símbolos para indicar función. Las flechas se añaden en las envolturas para indicar el paso y dirección del caudal.

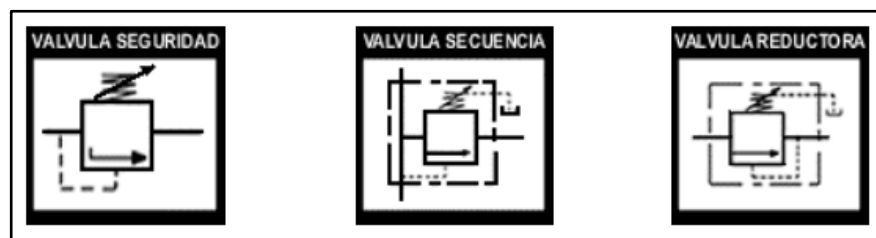


**Figura 19.** Simbología hidráulica (válvulas de control de flujo)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

Las válvulas de control de caudal de posiciones infinitamente variables, tienen envolturas simples. Pueden tomar cualquier posición, entre completamente abiertas y completamente cerradas, según el volumen del líquido que pase por ellas.

4. **Válvulas de control de presión.-** El símbolo básico de una válvula es un cuadrado que se denomina envoltura. Puede incluir otros símbolos para indicar función. Las flechas se añaden en las envolturas para indicar el paso y dirección del caudal. Las válvulas de control de la presión de posiciones infinitamente variables, tienen envolturas simples. Pueden tomar cualquier posición, entre completamente abiertas y completamente cerradas, según el volumen del líquido que pase por ellas.



**Figura 20.** Simbología hidráulica (válvulas de control de presión)

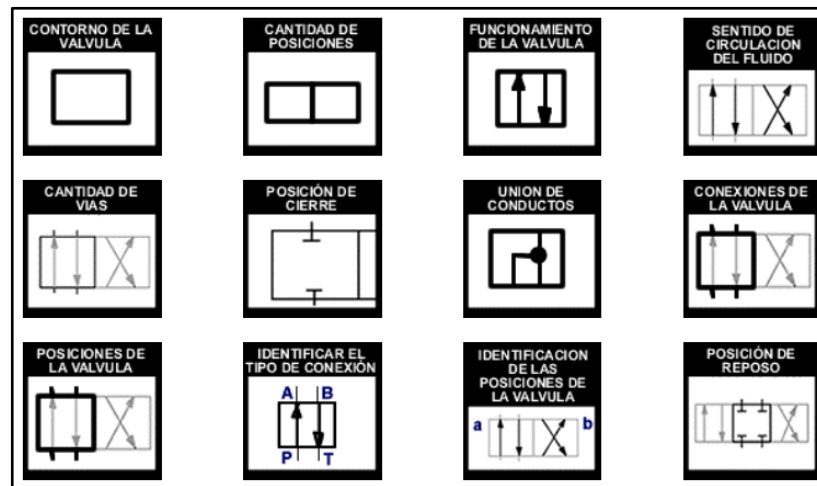
**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

5. **Válvulas direccionales y accionamiento.-** Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos, mediante estos símbolos podemos expresar la función de la válvula de control direccional. Estos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Las válvulas direccionales dirigen el flujo abriendo y cerrando vías para el caudal, estas son posiciones definidas anteriormente a la válvula.

El símbolo gráfico (simbología) se ilustra de la siguiente forma:

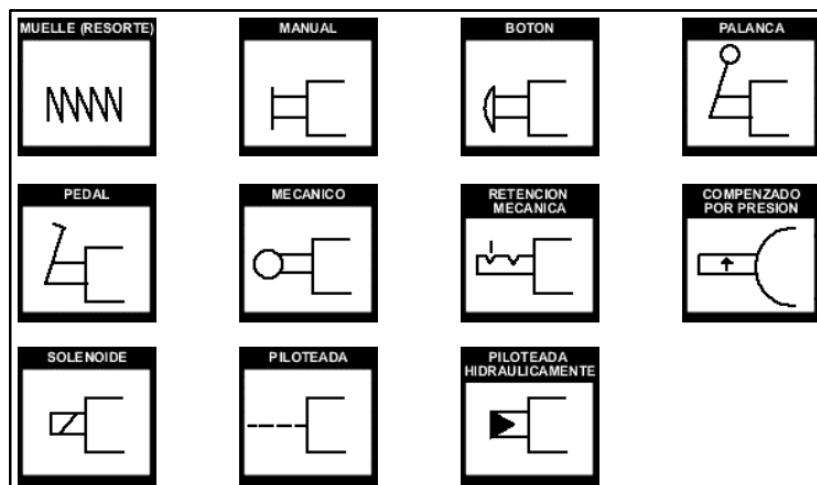


- Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados o rectángulos.
- La cantidad de cuadrados adyacentes indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.
- El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de los cuadros.
- Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.
- Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.
- La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.
- Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial.
- Las otras posiciones de la válvula se obtiene desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan.
- Por letras pueden ser distinguidas las conexiones A, B, P, T, etc.
- Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c, etc.
- Válvula de 3 posiciones. Posición intermedia = Posición de reposo.
- Por posición de reposo se entiende, en el caso de válvulas con dispositivo de reposición, por ejemplo un muelle (resorte), aquella posición que las piezas móviles ocupan cuando la válvula no está accionada.



**Figura 21.** Simbología hidráulica (válvulas direccionales)

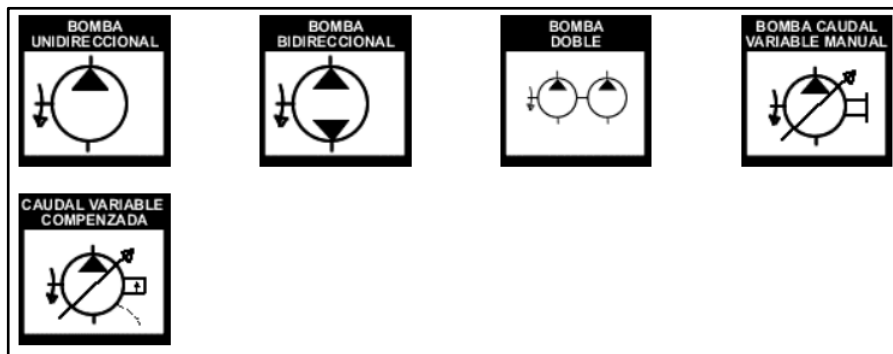
**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>



**Figura 22.** Simbología hidráulica (accionamiento de válvulas)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

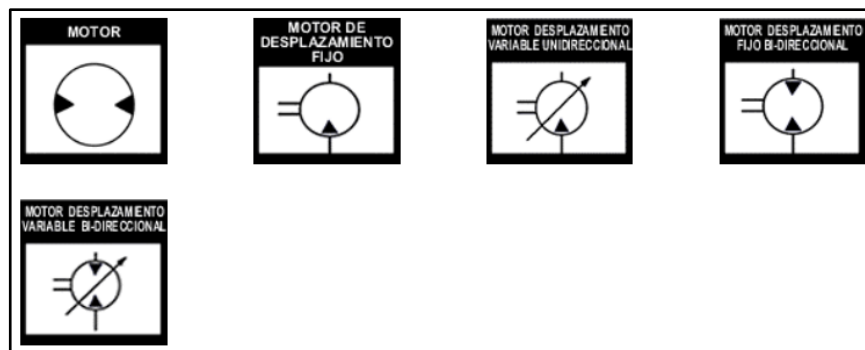
6. **Bombas.**- Un círculo es el símbolo básico para los componentes giratorios. Los triángulos colocados en los símbolos indican que son fuentes de energía (bombas) o receptores de energía (motores). Si el componente es unidireccional el símbolo tiene sólo un triángulo. Una bomba o motor reversible se dibuja con dos triángulos.



**Figura 23.** Simbología hidráulica (bombas)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

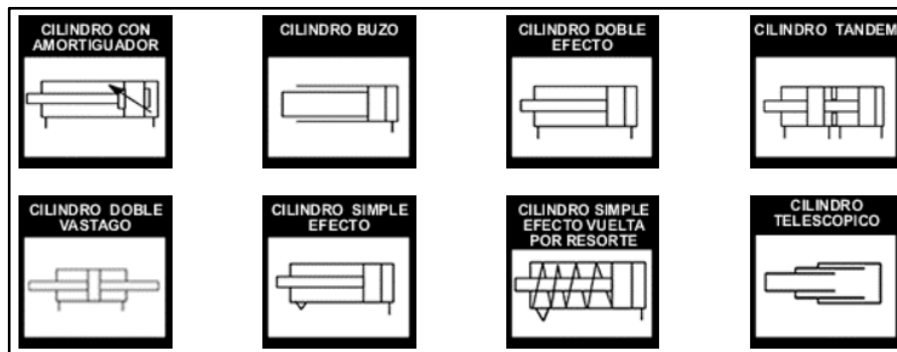
7. **Motores.-** Un círculo es el símbolo básico para los componentes giratorios. Los triángulos colocados en los símbolos indican que son fuentes de energía (bombas) o receptores de energía (motores). Si el componente es unidireccional el símbolo tiene sólo un triángulo. Una bomba o motor reversible se dibuja con dos triángulos.



**Figura 24.** Simbología hidráulica (motores)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

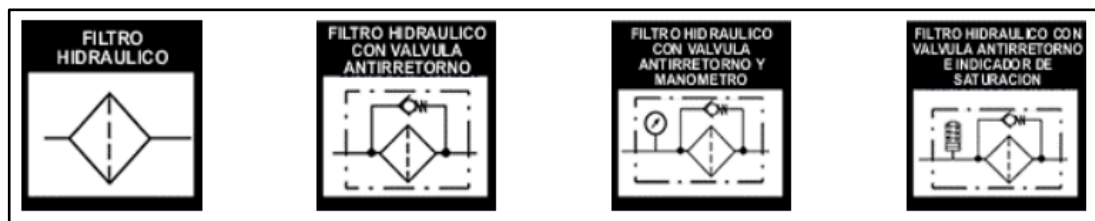
8. **Cilindros.-** Un cilindro se dibuja como un rectángulo indicando el pistón, el vástago y las conexiones de los orificios. Un cilindro de simple efecto se dibuja abierto en el extremo de vástago y solamente con un orificio de entrada en el otro extremo. Un cilindro de doble efecto se representa cerrado y con dos orificios.



**Figura 25.** Simbología hidráulica (cilindros)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

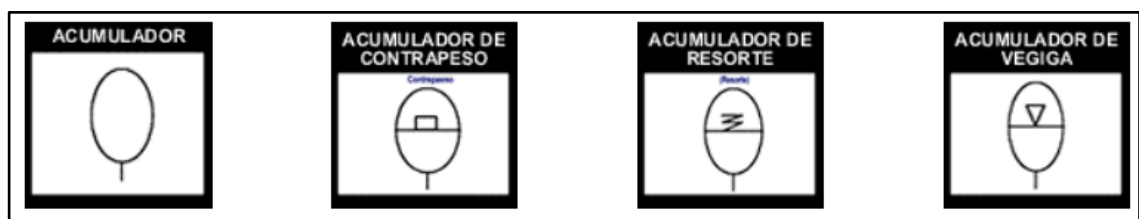
## 9. Filtros.-



**Figura 26.** Simbología hidráulica (filtros)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

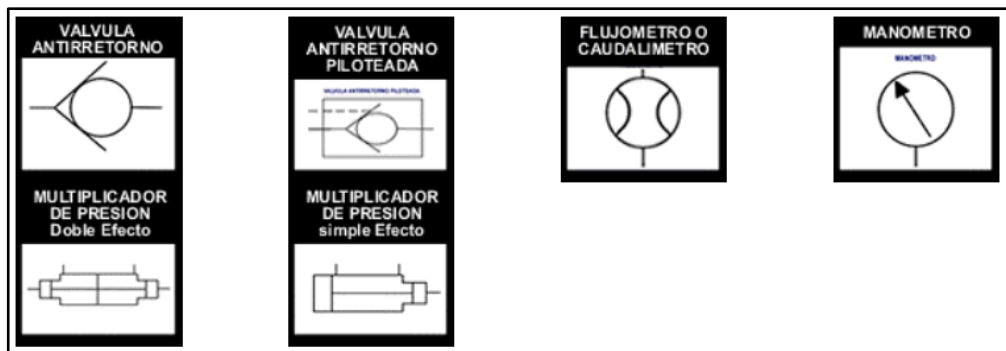
## 10. Acumuladores.-



**Figura 27.** Simbología hidráulica (acumuladores)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

## 11. Otros.-



**Figura 28.** Simbología hidráulica (otros)

**Fuente:** <http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf>

En los esquemas y planos se representaran los aparatos en posición de reposo. Si el aparato está actuado se deberá indicar en el esquema. El tamaño de los símbolos es a elección del usuario; no obstante, hay plantillas empleadas por los delineantes que son las ideales.

### 2.14 Avión Casa CN 235

El avión Casa CN 235 es un avión bi-turbohélice de transporte táctico y patrulla marítima desarrollado conjuntamente por CASA en España e IPTN (actualmente Indonesian Aerospace) en Indonesia. EL CN 235 es un carguero de ala alta en voladizo y tren triciclo retráctil destinado a misiones de transporte de corto y medio alcance, tanto de soldados como de cargas. Uno de los objetivos del CN 235 es el poder operar a baja altitud con eficacia para disminuir en lo posible su vulnerabilidad.

Esta aeronave alcanza una velocidad máxima de crucero de 240 nudos con una carga de 3500 Kg. Tiene un plano bilarguero dividido en tres secciones y fuselaje presurizado provisto de una rampa posterior de carga. Ha demostrado ser un avión sencillo y robusto, apto para operar en campos sin preparar, agradable de volar y, si bien adecuado para su operación en

rutas comerciales de mediana densidad, muy especialmente apto para su utilización en las más rudas tareas del transporte militar.



**Figura 29.** Avión Casa CN 235


**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

### 2.14.1 Características Generales del Avión Casa CN 235

**Tabla 1**

Características de la aeronave

	CN 235-100	CN 235-300
<b>Casa fabricante</b>	EADS	EADS
<b>Año de fabricación</b>	1985	2000
<b>Modelo</b>	Casa	Casa
<b>Versión</b>	Serie 100	Serie 300
<b>Clase</b>	Ejecutivo y carga	Ejecutivo y carga
<b>Tipo</b>	Turbo hélice	Turbo hélice
<b>Motores</b>	G.E. CT79C	G.E. CT79C3
<b>Cabina</b>	Presurizada	Presurizada
<b>Capacidad de pasajeros</b>	40 pasajeros	40 pasajeros
<b>Capacidad de carga</b>	14000 kg	18000 kg
<b>Tripulación básica</b>	Cuatro: piloto, copiloto, Ing. de vuelo y mecánico	Cuatro: piloto, copiloto, Ing. de vuelo y mecánico
<b>Velocidad de crucero</b>	180 nudos	180 nudos

Continúa 

<b>Techo máximo</b>	30000 pies	30000 pies
<b>Autonomía de vuelo</b>	10 horas	10 horas
<b>Equipos de comunicación</b>	HF, VHF	HF, VHF
<b>Equipos de navegación</b>	ADF, VOR, GPS, RADAR, TRANSPONDER	IEDS: ADF, VOR, GPS, RADAR, TRANSPONDER
<b>Tipo de combustible</b>	JP1	JP1
<b>Consumo de combustible</b>	138 Glns por hora	138 Glns por hora
<b>Tipo de tren</b>	Retráctil	Retráctil

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

## 2.14.2 Dimensiones

**Tabla 2**

Dimensiones de la aeronave

	<b>CN 235-100</b>	<b>CN 235-300</b>
<b>Longitud</b>	21.40 m	21.40 m
<b>Altura total</b>	8.17 m	8.17 m
<b>Envergadura de alas</b>	25.81 m	25.81 m
<b>Longitud de la cabina principal</b>	9.65 m	9.65 m

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

## 2.15 Sistema Hidráulico del Avión Casa CN 235

El sistema hidráulico consta de todos los componentes necesarios para suministrar energía hidráulica, y proporcionar el control y seguimiento del sistema.

### 2.15.1 Datos Generales

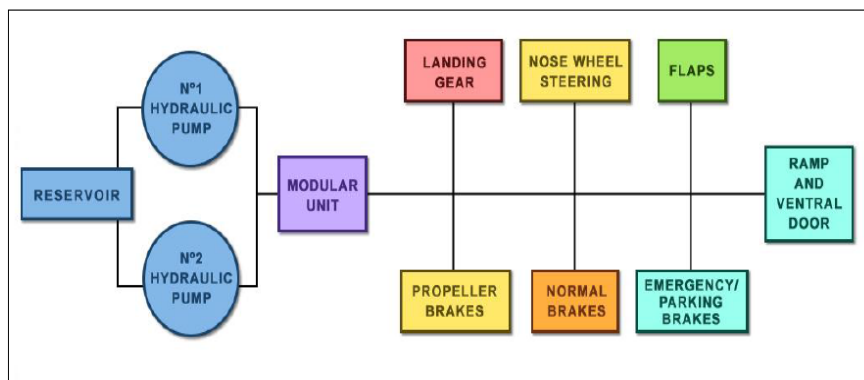
El sistema de energía hidráulica del avión Casa CN 235 proporciona presión hidráulica a los siguientes subsistemas:

- A. **Sistema de Flaps.-** El sistema de flaps consta de dos flaps interiores y dos flaps exteriores que se mueven por actuadores y ejes de transmisión operados por una unidad motriz hidráulica.
  
- B. **Tren de Aterrizaje.-** El avión tiene tren de aterrizaje tipo triciclo que se opera hidráulicamente y, además, un sistema de extensión de emergencia actuado mecánicamente.
  
- C. **Dirección de Rueda de Morro.-** Cuando el avión está en rodaje en tierra, se maniobra mediante el sistema de dirección de la rueda de morro actuado hidráulicamente.
  
- D. **Frenado (Ruedas).-** El sistema normal de frenado aplica presión hidráulica a los frenos de las cuatro ruedas principales. Está equipado con un sistema anti-skid, que permite emplear el máximo de presión hidráulica en todas las condiciones.
  
- E. **Frenos de Emergencia y Aparcamiento.-** El freno de emergencia y aparcamiento se opera con la presión hidráulica acumulada en un acumulador presurizado con nitrógeno. Cuando se opera, se aplica la presión a los frenos de las cuatro ruedas.
  
- F. **Freno (Hélice).-** El grupo motopropulsor DCH, está provisto de un freno de hélice hidráulico que permite el giro del motor sin que la hélice gire.
  
- G. **Compuertas de Carga.-** La rampa y el portalón de carga se abren y se cierran por medio de martinetes. La rampa tiene blocajes actuados hidráulicamente.



Para mover los actuadores correspondientes en los subsistemas citados, el sistema hidráulico dispone de dos bombas hidráulicas, activadas por medio de energía eléctrica arrastradas por sendos motores eléctricos y que constituyen la principal fuente de energía de todo el sistema hidráulico. Las bombas están montadas una junto a la otra (en paralelo) y reciben fluido hidráulico de un depósito presurizado y lo entregan a los actuadores que lo requieren a una presión nominal de 3000 psi.

El fluido hidráulico es distribuido a los subsistemas por la unidad modular. La unidad modular se encuentra adyacente a las dos bombas hidráulicas. El líquido de retorno vuelve al depósito, a baja presión, para completar así el circuito cerrado.



**Figura 30.** Esquema del sistema hidráulico del avión Casa CN 235

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

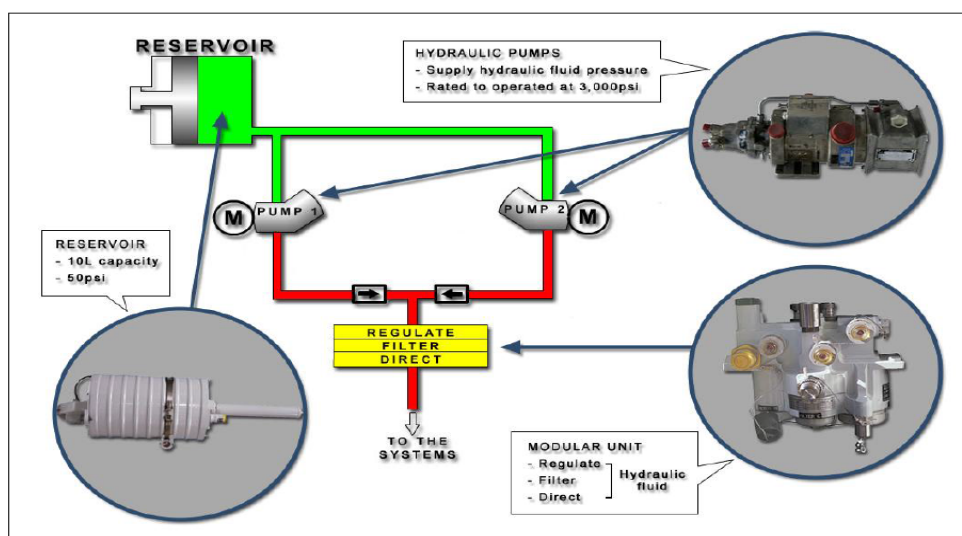
Existe un panel de servicio en tierra para rellenar el depósito de fluido hidráulico, y para conectar un banco de pruebas hidráulicas en tierra. Los indicadores, manómetros y controles del sistema se encuentran en el tablero superior de la cabina de pilotos.

En las versiones del avión SERIE 100 las indicaciones de baja presión y de sobrecalentamiento del fluido hidráulico aparecen en la central de aviso de fallos, situada sobre el panel frontal de instrumentos de la cabina de pilotos. Mientras que en las de SERIE 300 la indicación de baja presión y

sobrecalentamiento del fluido hidráulico aparecen en la unidad de IEDS, situada sobre el panel frontal de instrumentos de la cabina de pilotos.

### 2.15.2 Componentes del Sistema

Los componentes principales del sistema de energía hidráulica están situados en el carenado derecho del tren de aterrizaje principal, en el interior de un compartimiento cerrado. Se obtiene acceso a través de un panel de acceso. El sistema opera con fluido hidráulico MIL-PRF-83282D ó MIL-PRF-5606H como alternativo y está diseñado para funcionar con una presión nominal de operación de 3000 psi.



**Figura 31.** Componentes del sistema hidráulico del avión Casa CN 235

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

Suficiente energía hidráulica estará disponible para las todas las condiciones normales de funcionamiento del avión. El sistema consta de dos bombas hidráulicas, depósito de líquido y una unidad modular.

### **2.15.2.1 Depósito**

El líquido hidráulico del sistema está almacenado en un depósito hidráulico del tipo “de pistón” presurizado por las propias bombas a unos 50 psi. Esta presurización impide la formación de espuma en su interior y mejora la alimentación a las bombas.

El depósito tiene una capacidad de 10 litros, pero la lectura normal (con tren abajo y rampa subida) será de unos 7.5 litros (75%). Estas cantidades se presentan en el indicador de cabina y en otro indicador local (en el propio depósito). El líquido que recibe de retorno le llega filtrado a través de un conjunto de filtro y válvula de derivación.

### **2.15.2.2 Unidad Modular**

La unidad modular consta de todos los componentes necesarios para filtrar, regular y dirigir fluido hidráulico a los subsistemas. También consta de un sensor de presión para enviar la presión mediante una señal al medidor de la cabina de vuelo y dos sensores de baja presión para detectar posibles pérdidas de presión. La unidad modular tiene también conexiones para el llenado y comprobación de toda la unidad modular.

### **2.15.2.3 Bombas Hidráulicas**

Dos bombas hidráulicas idénticas accionadas electrónicamente, conectadas en paralelo son usadas para suministrar el fluido hidráulico necesario a varios subsistemas.

Las bombas proporcionan una entrega continua, no pulsátil del fluido hidráulico en distintos volúmenes a los subsistemas. Cada bomba está ajustada para funcionar a 3000 psi. Dado que las bombas están conectadas en paralelo la presión total del sistema es también 3000 psi. Cada bomba es

capaz de entregar la suficiente presión de forma individual para hacer funcionar todos los subsistemas hidráulicos del avión.

### **2.15.3 Controles e Indicadores**

El control del sistema hidráulico se lleva a cabo con los switches, botones e indicadores del Hydraulic System Panel localizado en el Overhead Panel de la cabina de vuelo. Las indicaciones de peligro del sistema se muestran en el panel frontal de la cabina de pilotos (serie 100) o en el IEDS que está localizado en el panel de instrumentos de la cabina de vuelo (serie 300).

#### **2.15.3.1 Controles de las Bombas Hidráulicas**

Las bombas hidráulicas pueden ser operadas en modo manual o automático con el switch AUTO/MAN. La selección del modo MAN permitirá a la bomba funcionar solamente si el correspondiente botón PUMP es presionado, cuando esta acción se realiza la correspondiente bomba hidráulica se conecta, y la luz blanca ON del botón se ilumina. Cuando se selecciona el modo AUTO, las bombas se conectan automáticamente durante taxi, despegue y aterrizaje, permaneciendo desconectadas en otras fases del vuelo.

Las condiciones de funcionamiento son:

- Velocidad del aire por debajo de 160 nudos.
- Altitud por debajo de 8000 pies o 2000 pies por encima del aeródromo.
- Al menos un motor funcionando con NG's > 60%.

Cuando una bomba comienza a funcionar en modo automático, la luz blanca del botón se ilumina y luego se apaga cuando el funcionamiento de la bomba se interrumpe. Se debe tomar en cuenta que en el modo automático

los botones PUMP no funcionan para la conexión y desconexión de las bombas.



**Figura 32.** Controles de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

### 2.15.3.2 Indicador de Cantidad de Fluido Hidráulico

El indicador de cantidad de fluido hidráulico está localizado en el panel HYDRAULIC SYS. Este indicador muestra la cantidad de fluido que contiene el depósito en tanto por ciento. La lectura normal, con la rampa y el tren de aterrizaje extendido, no debería ser inferior al 70% (la aguja dentro del arco verde). Además un medidor actuado hidro-mecánicamente está instalado en el depósito de fluido hidráulico.



**Figura 33.** Indicador de cantidad de fluido hidráulico

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

### 2.15.3.3 Indicador de Presión de Fluido Hidráulico

La presión hidráulica suministrada a los diferentes subsistemas se indica con el manómetro hidráulico. Esto muestra la presión del sistema e identifica los parámetros aceptables de funcionamiento con un arco verde. También hay dos manómetros adicionales para indicar la presión del sistema para los frenos y los frenos de emergencia.



**Figura 34.** Indicador de presión de fluido hidráulico

**Fuente:** Manual de operaciones del avión Casa CN 235

### 2.15.3.4 Indicadores de Warning y Caution

Además del panel HYDRAULIC SYS, el IEDS avisará de temperaturas altas y bajas presiones del fluido hidráulico. Si se produce una condición de sobrecalentamiento en una bomba, la luz ámbar TEMP del botón PUMP se iluminará y la bomba se desconectará inmediatamente. La bomba se reconectará cuando la condición de sobrecalentamiento desaparece. También, la luz ámbar se apagará.

Si la presión hidráulica disminuye a menos de 1800 psi, el aviso HYD P de la bomba indicada se muestra en el IEDS. Cuando la presión aumenta a más de 2300 psi el aviso HYD P desaparece.

#### 2.15.4 Operación del Sistema

El sistema hidráulico proporciona la energía necesaria para mover varios subsistemas de actuadores hidráulicos. En condiciones normales, el sistema hidráulico requiere los siguientes componentes:

- Depósito de líquido.
- Dos bombas hidráulicas.
- Unidad modular.
- Sistema de protección.

**Operación Normal:** Hay dos métodos para energizar el sistema hidráulico:

- Seleccionando la opción AUTO con el switch AUTO/MAN localizado en el Hydraulic System Control Panel. Las bombas funcionarán automáticamente para las condiciones de vuelo dadas.
- Seleccionando la opción MAN con el switch AUTO/MAN y seleccionando una bomba con el botón PUMP.

Cuando se activan las bombas, el fluido hidráulico es extraído desde el depósito por medio de las líneas de succión. Las bombas presurizan el fluido a un máximo de 3000 psi. Entonces el fluido es bombeado hasta la unidad modular, el cual lo distribuye hasta varios subsistemas hidráulicos.

El fluido que retorna desde los subsistemas fluye hasta el depósito a través del filtro de la línea de retorno. Una parte del fluido que es succionado por la bomba es usado para lubricar y refrigerar el interior de la bomba, y es devuelto al tanque a través de los refrigeradores de la bomba, dos válvulas de comprobación y un filtro, y luego entra en el flujo de retorno.

#### 2.15.5 Protección del Sistema

En caso de fallo del sistema de regulación de presión de la bomba, una válvula de seguridad de descarga libera el exceso de presión vertiendo el

fluido directamente a la tubería de retorno. La válvula empieza a liberar fluido cuando la presión del sistema es superior a 3750 psi. Esta presión se muestra mediante una marca roja en el indicador de presión.

El depósito tiene también un sensor de temperatura para detectar una sobretemperatura en el fluido hidráulico. Si hay una condición de sobretemperatura en el fluido hidráulico, el aviso HYD HOT se iluminará en el panel IEDS (cuando  $T > 100 \pm 5^\circ\text{C}$ ).

Dentro del motor eléctrico de la bomba hay un termostato para detectar un sobrecalentamiento del motor. También, la bomba se desconectará automáticamente y la luz blanca ON se apagará. Una vez que la condición de sobretemperatura ha pasado, la bomba se reiniciará y comenzará a funcionar.

### 2.15.6 Limitaciones del Sistema

Todos los componentes han sido cualificados para las condiciones ambientales acordes a RTCA/DO-160C ("Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment") excepto que se especifique con otro estándar (por ejemplo MIL-STD-810 para niveles de vibración) y otros cambios especificados en una especificación de un equipo concreto.

**Tabla 3**

Limitaciones del fluido hidráulico

<b>Capacidad mínima de arranque en frío (fluido y ambiente)</b>	-54 °C (-65°F)
<b>Temperatura normal de funcionamiento del fluido</b>	-40°C a 100°C (-40°F a 212°F)
<b>Rango de temperatura del fluido</b>	-54°C a 135°C (-65°F a 275°F) (MIL-H- 5606G)
<b>Rango de temperatura del fluido</b>	-40°C a 205°C (-40°F a 401°F) (MIL-PRF- 83282D)

**Fuente:** Manual de mantenimiento del avión Casa CN 235



El equipo ha sido cualificado con las pruebas MIL-H-5440 y MIL-H-8775 y los requisitos de presión de ruptura. Durante el despegue y go-around, ambas bombas hidráulicas deben estar encendidas.

El sistema funciona con fluido hidráulico del tipo MIL-PRF-83282D o con cualquier otro fluido compatible con MIL-H-5606G. La mezcla de estos dos fluidos está permitida y el sistema está diseñado para trabajar bajo temperaturas mínimas y máximas ambientales y del fluido dependiendo de la ubicación del avión:

El límite inferior se reduce a  $-40^{\circ}\text{C}$  cuando se usa MIL-PRF-83282D o una mezcla de ambos fluidos. Es posible desplegar el tren de aterrizaje delantero y los flaps para aterrizar y para operaciones de carga a una temperatura ambiental mínima de  $-54^{\circ}\text{C}$ .

## **2.16 Conjunto de Motorbomba Hidráulica**

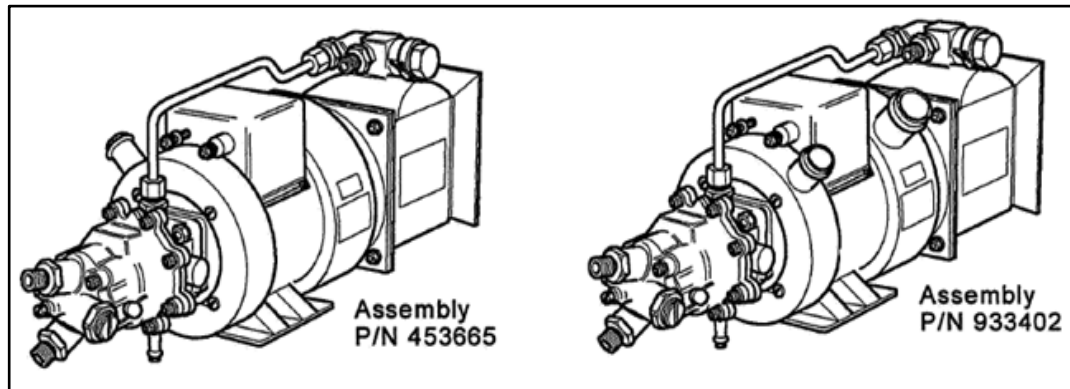
El conjunto de motorbomba hidráulica, de número de parte 453665 y 933402 (modelos número MPEV3-011-8UK2B y MPEV3-011-8UK2C respectivamente) es un motor eléctrico DC en una línea de presión compensada por una bomba hidráulica.

Es usado en el sistema hidráulico de la aeronave para suministrar un flujo no pulsado de fluido hidráulico de volumen variable para operar los componentes del sistema actuados hidráulicamente.

El conjunto comprende una combinación de:

- Un subconjunto de bomba hidráulica.
- Un subconjunto de motor eléctrico.
- Un subconjunto de enfriador de aceite.

La única diferencia entre los dos conjuntos de motorbombas hidráulicas especificados, es que los conductos de enfriamiento del subconjunto de motor eléctrico están en diferente posición alrededor del motor eléctrico.



**Figura 35.** Conjunto de motorbomba hidráulica

**Fuente:** Manual de mantenimiento de componentes del avión Casa CN 235

### 2.16.1 Subconjunto de Bomba Hidráulica

La bomba hidráulica (Fig. 36) comprende un mecanismo de rotación de la bomba encerrado dentro de un alojamiento o caja (4) y sujetado por un subconjunto de pestaña de montaje (24) y un subconjunto de válvula de plato y controles (1). El mecanismo de la bomba consiste de siete subconjuntos de pistones y zapatas (5), un bloque de cilindro rotatorio (3), subconjunto de horquilla (26) y un eje impulsor central (28). El eje impulsor es una pieza ranurada acoplada al bloque de cilindro con juntas a los subconjuntos de pistón y zapatas en agujeros labrados. Las zapatas de pistón funcionan sobre un plato de cojinetes de acero hundido en la horquilla (26).

Dos cojinetes de horquilla (25) soportan la horquilla en la pestaña de montaje y le permiten girar entre un máximo y un mínimo ángulo de desplazamiento controlado por resortes de control (22 y 23) en una dirección y por un pistón actuador (27) en la dirección opuesta.

El subconjunto de pestaña o brida de montaje (24) proporciona los medios para sujetar el subconjunto de bomba al motor primario (motor eléctrico). Internamente la brida se une a los cojinetes de la horquilla (25), los cojinetes del eje impulsor (6), los resortes de control (22 y 23) y al anillo de unión (21) que se une al subconjunto de empaque del eje (7) para prevenir fugas de fluido al final del eje impulsor. El eje de acoplamiento (20) pasa a través de la brida de montaje y transmite el impulso desde el motor primario hacia el mecanismo de la bomba.

El subconjunto de válvula de plato y controles (1) incorpora a los componentes de compensación de presión de la bomba y también proporciona la conexión de la bomba al sistema hidráulico de la aeronave a través de dos puertos externos unidos por pasajes internos a las ranuras de entrada y salida en su superficie de control de la válvula. Un cojinete de rodillo, hundido en la superficie de control de la válvula proporciona el soporte para el eje impulsor (28).

Los componentes de compensación de presión están acoplados en un agujero labrado y consisten esencialmente en una válvula auxiliar accionada por resorte y un tornillo de ajuste (2) que permite la regulación de la acción del resorte para lograr el rendimiento requerido de la bomba.

### **2.16.2 Subconjunto de Motor Eléctrico**

El subconjunto de motor eléctrico (Fig. 36) es un compuesto múltiple de cuatro polos y motor eléctrico DC a prueba de explosión diseñado para impulsar el subconjunto de bomba hidráulica. El núcleo del motor (18) gira libremente dentro de un conjunto de campo inductor (17) y es soportado por dos cojinetes (12 y 19) localizados en los terminadores de cables (8 y 16).

El enfriamiento del motor es efectuado por un ventilador interno (15) que atrae el aire dentro, a través de una malla de la parte trasera del motor y

descargándolo a través de dos anillos de refrigeración externos (9 y 11). Estos anillos de refrigeración están instalados en diferentes posiciones en los dos conjuntos de motorbombas hidráulicas especificados anteriormente. Los anillos de enfriamiento en el conjunto de Número de Parte 933402 están instalados en una posición que esta 90° alrededor del motor eléctrico en relación a los anillos de enfriamiento del conjunto de Número de Parte 453665.

Mallas a prueba de explosión están montadas justo en frente del ventilador interno para ofrecer una construcción a prueba de explosión cuando los anillos de refrigeración estén conectados a la atmosfera. El impulsor de terminador de cable (8) conforma externamente un estándar AND 20000 para proporcionar el asiento de montaje para el subconjunto de bomba hidráulica además una placa unida a la cubierta trasera del motor proporciona el montaje para el subconjunto de enfriador de aceite.

### **2.16.3 Subconjunto del Enfriador de Aceite**

El subconjunto del enfriador de aceite enfriado por aire es una construcción en monobloque y consiste en cabezas superiores e inferiores de aleación fundido soldadas a la sección principal de aleta vertical de la placa, construido desde placas alternadamente superpuestas, barras laterales y aletas.

La cabeza superior incorpora una válvula de derivación (bypass) de aceite (13) y es formada para proveer los puertos de entrada y salida de aceite. Un ducto de aire encierra a la sección de aleta vertical de la placa para direccionar el flujo de aire externo a través de las placas de enfriamiento y también para proporcionar la manera de sujetar al subconjunto de motor eléctrico.

## 2.17 Características Técnicas del Conjunto de Motorbomba Hidráulica

**Tabla 4**

Características del subconjunto de bomba hidráulica

<b>Fluido</b>	MIL-H-5606 o MIL-H83282
<b>Dirección de rotación</b>	Sentido de rotación del reloj (visto desde el final del motor)
<b>Presión mínima de entrada</b>	25 PSI (1.73 Bar)
<b>Rango de presión de salida</b>	3000 PSI (207 Bar)
<b>Presión total de flujo</b>	2900 PSI (200 Bar)
<b>Rango de flujo</b>	1.54 gpm (7 L/min) a 7200 rev/min

**Fuente:** Manual de mantenimiento de componentes del avión Casa CN 235

**Tabla 5**

Características del subconjunto de motor eléctrico

<b>Construcción (prueba de explosión)</b>	Abierta y ventilada
<b>Rango de voltaje terminal</b>	26 Voltios DC
<b>Potencia del motor</b>	4.3 HP (3.2 Kw)
<b>Velocidad de salida (a 37.5 Lb in (4.25 Nm) de torque)</b>	7200 rev/min
<b>Rango de corriente dibujada</b>	165 Amperios

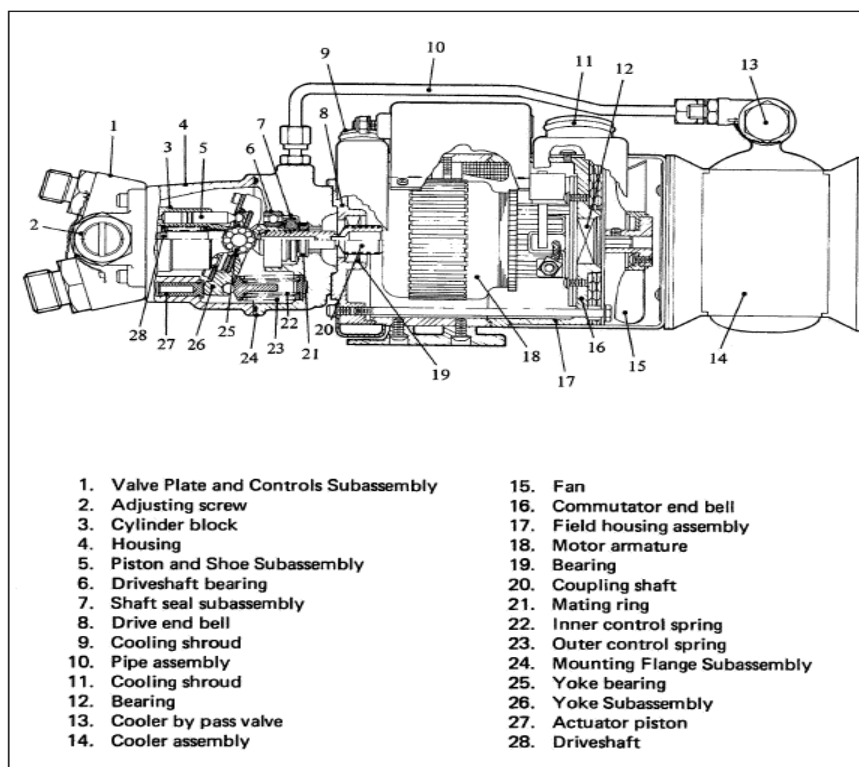
**Fuente:** Manual de mantenimiento de componentes del avión Casa CN 235

**Tabla 6**

Características del subconjunto del enfriador de aceite

<b>Flujo de aire</b>	65Ft <sup>3</sup> /min (184 m <sup>3</sup> /min)
<b>Flujo de aceite</b>	54.9 in <sup>3</sup> /min (900 cm <sup>3</sup> /min)
<b>Rango de enfriado</b>	0.44 Kw

**Fuente:** Manual de mantenimiento de componentes del avión Casa CN 235



**Figura 36.** Vista del corte transversal de la motorbomba hidráulica

**Fuente:** Manual de mantenimiento de componentes del avión Casa CN 235

## 2.18 Operación del Conjunto de Motorbomba Hidráulica

Con el motor eléctrico operando, el fluido del sistema hidráulico entra al subconjunto de la bomba, al puerto de entrada de la válvula de plato (1), y fluye a través de un pasaje interno y por la compuerta de entrada de la superficie de control de válvula del lado interno del bloque de cilindro (3). A la mínima presión de salida la acción de los resortes de control de la horquilla (22 y 23) sostienen la horquilla (26) a su máximo ángulo de desplazamiento relativo al eje impulsor del motor y como el eje impulsor y el bloque de cilindro rotan, las zapatas de los subconjuntos de pistón y zapata (5) siguiendo el ángulo de la superficie de la horquilla, causan que los pistones se alternen dentro de los agujeros del bloque de cilindro.

Durante la mitad o durante una revolución completa del bloque de cilindro, cada pistón se aleja de la válvula de plato (1) de la superficie de

control de válvula y el fluido del sistema hidráulico llena cada agujero vacío del bloque de cilindro cuando está alineado con el puerto de entrada ranurada. Durante la mitad de la revolución sobrante cada pistón se acerca a la válvula de plato de la superficie de control de válvula, comprimiendo el fluido hidráulico hasta que esté alineado con un segundo puerto de salida ranurada en la válvula de plato de la superficie de control de válvula, el fluido es expulsado bajo presión para fluir a través de un pasaje interno al puerto de salida de la válvula de plato.

Cada pistón completa el ciclo de entrada y salida durante una revolución completa del bloque de cilindro para proporcionar al sistema hidráulica un fluido continuo de flujo no-pulsado. La resistencia al flujo del fluido dentro del sistema causa un incremento de presión para ser censado en el puerto de salida de la bomba y transmitido a través de la válvula de plato perforada hacia la válvula compensadora de presión integral.

Mientras que la presión del sistema se está incrementando a la máxima requerida, establecida por el resorte de la válvula compensadora y el tornillo de ajuste (2) la montura de la válvula compensadora es sujeta en su posición de ajustada.

Cuando la actuación de la presión del sistema en la válvula empieza a exceder la máxima requerida la fuerza del resorte de la válvula compensadora es superada y la válvula se mueve a la posición que permite que el fluido a alta presión sea conectado al pistón actuador (27) de la cámara. Esta presión, actuando en el pistón actuador, vence la acción de los resortes de control (22 y 23) para mover la horquilla (26) a un ángulo de desplazamiento mínimo y la reducción resultante de distancia del recorrido del subconjunto de pistón (5) reduce el flujo de salida de la bomba al mínimo suficiente para superar las pérdidas volumétricas y proporcionar una lubricación y enfriamiento internos.

Cuando la resistencia al flujo del fluido en el sistema disminuye, la subsecuente caída de presión es censada en la válvula compensadora. Los mecanismos del resorte compensador superan la acción de la presión en la válvula y la válvula cierra, restringiendo el flujo del fluido hacia el pistón actuador (27) y enviando el control de presión a la presión de cárter más baja.

Los resortes de control (22 y 23) actuando contra la fuerza reducida del pistón actuador (27) mueven a la horquilla (26) de regreso hacia el máximo ángulo de desplazamiento, incrementando el recorrido de la distancia del pistón dentro de los agujeros del bloque de cilindro para proporcionar un incremento de flujo de salida de la bomba para complacer la demanda del sistema.

Una fuga controlada pasa por los subconjuntos de pistón y zapata (5) proporcionando lubricación y enfriamiento a los componentes internos de la bomba. Esta fuga añadida a la presión de fluido controlada enviada desde la válvula compensadora, incrementa el volumen de fluido en la cubierta de la bomba para crear un flujo de drene del cárter diseñado. Este flujo es tomado desde la bomba, a través de una cañería externa, hacia el puerto de entrada del conjunto de enfriamiento de aceite (14).

A una temperatura baja de fluido inicial, la presión de flujo de drene del cárter es suficiente para elevar el enfriador sensitivo de presión integral por la válvula by pass desde su montura, permitiendo al fluido un paso de desvío de la sección aleta-placa del enfriador y que fluya directamente de regreso al sistema de la aeronave a través del puerto de salida del enfriador. Como la temperatura del fluido se incrementa y la presión cae, la válvula de by pass accionada por resorte se rectifica progresivamente y el flujo de drene del cárter es dirigido a través de la sección aleta-placa del enfriador, antes de retornar al sistema de la aeronave a una temperatura máxima predeterminada.



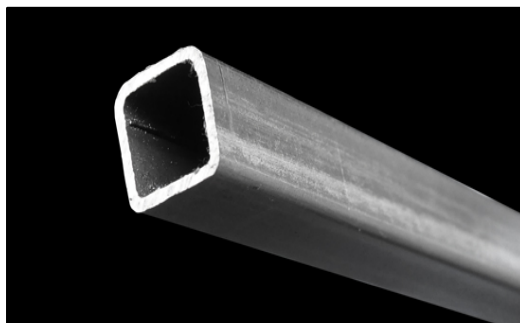
## 2.19 Materiales Utilizados en la Construcción del Banco de Prueba

### 2.19.1 Tubo Estructural

Es un tubo hueco de acero estructural cuya sección puede ser cuadrada, rectangular o circular. Los tubos estructurales son perfiles de sección cerrada, conformados en frío y soldados eléctricamente por alta frecuencia, formando elementos tubulares de sección transversal circular, cuadrada o rectangular.

Son producidos según la norma ASTM (American Society for Testing and Materials) a 500 °C, con láminas de alta resistencia. La eficiencia de los tubos estructurales se debe a la forma de su sección transversal permitiéndoles manejar solicitudes de flexo-compresión y alta compresión axial.

Los tubos estructurales ofrecen grandes ventajas sobre los clásicos perfiles estructurales. Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo, facilidad de montaje, permitiendo la realización de uniones simples por soldadura y además por sus superficies exteriores reducidas, sin ángulos vivos ni rebabas, permiten un fácil mantenimiento y protección contra la corrosión.



**Figura 37.** Tubo estructural cuadrado

**Fuente:** <http://dipacmanta.com>

### 2.19.2 Acero Galvanizado

Galvanizar es recubrir con zinc fundido la superficie del acero para protegerlo de la corrosión. El zinc es el recubrimiento metálico más utilizado por su capacidad de sacrificio para proteger el acero base. El recubrimiento galvanizado le otorga al acero una excelente protección, entregándole propiedades fabulosas entre las que se encuentra su gran resistencia a la abrasión, ya que los recubrimientos galvanizados poseen la característica casi única de estar unidos metalúrgicamente al acero base, por lo que poseen una excelente adherencia.

Las principales ventajas de los recubrimientos galvanizados en caliente pueden resumirse en los siguientes puntos: duración excepcional, resistencia mecánica elevada, protección integral de las piezas (interior y exteriormente), triple protección: barrera física, protección electroquímica y autocurado, ausencia de mantenimiento y fácil de pintar.



**Figura 38.** Lámina de acero galvanizado

**Fuente:** <http://dipacmanta.com>

### 2.19.3 Soldadura por Arco Eléctrico

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y pudiendo agregar un material de relleno

fundido (metal o plástico), para conseguir un baño de material fundido que, al enfriarse, se convierte en una unión fija.



**Figura 39.** Suelda eléctrica

**Fuente:** <http://gopixpic.com>

En la soldadura por arco eléctrico se usa una fuente de alimentación de soldadura (suelda eléctrica), para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Se puede usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles los cuales se encuentran cubiertos por un material llamado revestimiento. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o semi inerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces es usado también.

#### **2.19.4 Electrodo**

El electrodo es una varilla metálica especialmente preparada para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco y que pueden ser fabricados de materiales ferrosos o no ferrosos. En la soldadura por arco se emplea un electrodo como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, también sirve como material fundente.

El electrodo o varilla metálica suele ir recubierta por una combinación de materiales diferentes según el empleo del mismo. Las funciones de los

recubrimientos pueden ser: eléctrica para conseguir una buena ionización, física para facilitar una buena formación del cordón de soldadura y metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación y otras características.



**Figura 40.** Electrodo

**Fuente:** <http://indura.net>

Los electrodos para soldadura por arco se clasifican a partir de las propiedades del metal de aporte, que fueron clasificadas y estudiadas por un comité asociado a la American Welding Society (A.W.S) y a la American Society Mechanical Engineers (ASME). La especificación AWS para los electrodos de soldadura en aceros al carbono es:

**E XXYZ – 1 HZR**

- **E**, nos dice que se trata de un electrodo para soldadura eléctrica manual.
- **XX**, son dos números que indican la mínima resistencia a la tracción (esfuerzo cuando se tira de polos opuestos), sin tratamiento térmico post soldadura del metal depositado, en Ksi (Kilolibras/pulgada cuadrada), como se indican en los ejemplos siguientes:

**E60XX** quiere decir que tiene una resistencia de 60000 libras por pulgada cuadrada.

**E70XX** quiere decir que tiene una resistencia de 70000 libras por pulgada cuadrada.

**E100XX** quiere decir que tiene una resistencia de 100000 libras por pulgada cuadrada.

- **Y**, el tercer número nos dice la posición en la que se puede soldar con el electrodo que tenemos en ese momento. Suponiendo que sea 1 (por ejemplo, E6011) significa que el electrodo es válido para soldar en todas las posiciones (plana, vertical, techo y horizontal), 2 es para posiciones planas y horizontal.
- **Z**, el último número, nos indica el tipo de corriente eléctrica y polaridad como mejor trabaja el electrodo y nos indica el tipo de revestimiento.

Según las normas AWS las posiciones de soldeo son:

- F: plana
- H: horizontal
- H-Filete: filete horizontal
- V-Descendente: vertical descendente
- V: vertical
- OH: techo o sobrecabeza

Clasificación AWS	Tipo de Revestimiento	Posición de soldeo	Corriente eléctrica
E 6010	Alta celulosa, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 6011	Alta celulosa, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC(+)
E 6012	Alto titanio, sodio	F, V, OH, H	CA, CC (-)
E 6013	Alto titanio, potasio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	H-Filete	CA, CC (-)
E 6020	Alto óxido de hierro	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7014	Hierro en polvo, titanio	F, V, OH, H	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7015	Bajo hidrógeno, sodio	F, V, OH, H	CC (+)
E 7016	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018	Bajo hidrógeno, potasio, hierro en polvo	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7018M	Bajo hidrógeno, hierro en polvo	F, V, OH, H	CC (+)
E 7024	Hierro en polvo, titanio	H-Filete, F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	H-Filete	CA, CC (-)
E 7027	Alto óxido de hierro, hierro en polvo	F	CA, CC (+) ó CC (-)
E 7028	Bajo hidrógeno, potasio	H-Filete, F	CA ó CC (+)
E 7028	Hierro en polvo		
E 7048	Bajo hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA ó CC (+)
E 7047	Hierro en polvo	F, V, OH, HV-Descendente	

**Figura 41.** Corriente, revestimiento y posición de soldadura

**Fuente:** <http://ingenieriademateriales.wordpress.com>

### 2.19.5 Rueda de Soporte

Es uno de los inventos fundamentales en la historia de la humanidad, por su gran utilidad en la elaboración de alfarería así también en el transporte y como componente fundamental de diversas máquinas. El conocimiento de su origen se pierde en el tiempo y sus múltiples usos han sido esenciales en el desarrollo del progreso humano. La rueda es una pieza mecánica circular que gira alrededor de un eje.



**Figura 42.** Rueda de soporte

**Fuente:** <http://industrialwheels.com>

### 2.19.6 Recubrimiento

Las pinturas y recubrimientos de cualquier tipo son el resultado de la técnica más avanzada en la química de los polímeros y tienen características muy sobresalientes en muchos usos y aplicaciones por su gran versatilidad, como son: alto brillo, alta resistencia a los rayos UV, excelente resistencia química, alta resistencia a la abrasión, resistencia a los cambios bruscos de temperatura, flexibles, elásticos, etc.

Entre las propiedades del recubrimiento y pintura que se utiliza en metales están:

- Resistencia al calor.
- Resistencia al rayado.
- Resistencia a las sustancias químicas o gases industriales.

- Resistencia a la absorción de agua.
- No facilita el crecimiento de hongos y bacterias.



**Figura 43.** Pintura

**Fuente:** <http://levispeintures.com>

### 2.19.7 Protección Personal

Se entiende por equipo de protección individual (EPI) cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador o trabajadora para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Entre los equipos de protección individual tenemos:

- Ropa de protección: ésta no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapada por las piezas de las máquinas en movimiento. Tampoco deberán llevarse en los bolsillos, objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Gafas: se han diseñado para proteger nuestros ojos contra la proyección de partículas; líquidos, humos, vapores y gases, e incluso radiaciones.

- Protectores auditivos: se utilizan cuando el nivel de ruido excede los 85 decibeles, (nivel considerado como límite superior para la audición normal) y pueden ser tapones de caucho y/u orejeras (auriculares).
- Guantes: su objetivo principal es proteger a las manos y los dedos de acuerdo a los riesgos a los cuales estemos expuestos y a la necesidad de movimiento libre de los dedos, por lo tanto siempre deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones. Sin embargo, nunca deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria. Tampoco deben utilizarse guantes rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos, ya que esto merma su capacidad de protección.
- Calzado: se utiliza para proteger los pies contra humedad y sustancias calientes; superficies ásperas, caída de objetos y riesgo eléctrico, así como contra pisadas sobre objetos filosos y agudos.



**Figura 44.** Protección personal

**Fuente:** <http://avenrut.com>



## 2.20 Dispositivos Utilizados en la Construcción del Banco de Prueba

### 2.20.1 Manómetros

Se eligió manómetros diseñados con características de seguridad para minimizar lesiones personales o daños materiales en caso de que el manómetro falle. El diseño de los manómetros cumple no solo con la definición del fabricante sino con lo previsto en las características técnicas del banco de prueba.

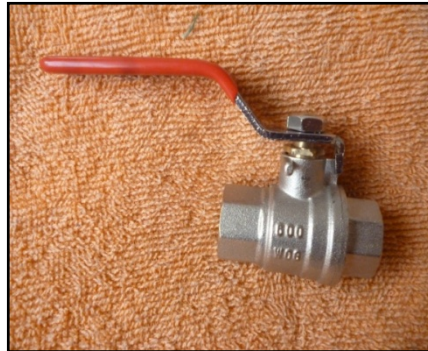


**Figura 45.** Manómetros de presión

### 2.20.2 Válvulas de Esfera de Bloqueo o Cierre

Una válvula de bola, conocida también como de "esfera", es un mecanismo de llave de paso que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada).



**Figura 46.** Válvula de cierre

### **2.20.3 Válvula Estranguladora o de Restricción**

Las válvulas estranguladoras son válvulas para instalaciones hidráulicas y que influyen en el sistema gracias a un estrechamiento ajustable de la sección. Las válvulas estranguladoras permiten un ajuste sensible y bloqueo gracias a una forma de estrangulación diseñada especialmente para ello. La función de estrangulamiento y aislamiento se hace en ambos sentidos.

Es básicamente una válvula de aguja que es un tipo de válvula que tiene un pequeño puerto y un roscado además de un émbolo con forma de aguja. Tiene un orificio relativamente pequeño, asiento cónico, y un émbolo en forma de aguja en el extremo de un tornillo, que encaja exactamente en el asiento.



**Figura 47.** Válvula de restricción

#### 2.20.4 Filtro Hidráulico de Aspiración o Colador

Los filtros de aspiración van montados en la tubería de aspiración, filtrando el aceite aspirado por la bomba. Los cartuchos filtrantes tienen como misión evitar el taponamiento de la tubería de aspiración por objetos de gran tamaño, trapos y piezas olvidadas en el depósito.



**Figura 48.** Filtro hidráulico

#### 2.20.5 Mangueras Hidráulicas

Son mangueras fabricadas en capas de goma y en algunas con trenzado de alambre para mayor presión. La parte interior es compatible con el aceite o fluido que se va a emplear. Se las utiliza en tramos cortos, unidos con sus correspondientes acoples.



**Figura 49.** Mangueras hidráulicas

### 2.20.6 Interruptor

Un interruptor eléctrico es un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Sus tipos y aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende una bombilla, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas. Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen mediante un actuante para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.



**Figura 50.** Interruptor

### 2.20.7 Luces Led

Es un dispositivo de material semiconductor que cuando es atravesado por una corriente eléctrica, en sentido apropiado, emite luz monocromática sin producir calor, es decir un componente electrónico semiconductor, con polaridad por lo que se usa en funciones de señalización, estética y actualmente iluminación.



flujo eléctrico ante una anomalía mediante disparos automáticos en caso de falla. Esta anomalía puede ser sobrevoltaje, sobrecorriente, alta frecuencia, bajo voltaje, baja corriente, baja frecuencia, alta temperatura, etc. Por tanto, existen circuit breakers específicos para atender una, o varias, anomalías relacionadas con un circuito eléctrico.



**Figura 53.** Circuit breaker

#### **2.20.10 Contactor**

Un contactor es un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

Un contactor accionado por energía magnética, consta de un núcleo magnético y de una bobina capaz de generar un campo magnético suficientemente grande como para vencer la fuerza de los muelles antagonistas que mantienen separada del núcleo una pieza, también magnética, solidaria al dispositivo encargado de accionar los contactos eléctricos.



**Figura 54.** Contactor

### 2.20.11 Cables Eléctricos

Se llama cable a un conductor o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector. Los cables que se usan para conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material.



**Figura 55.** Cables eléctricos

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

Durante el periodo de investigación en el Grupo Aéreo del Ejército N° 45 “Pichincha”, se observó un disminuido número de equipos de comprobación para determinados componentes de las aeronaves. Es así que en la actualidad, la sección de mantenimiento de aviones no dispone de un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235, por lo que se determinó la necesidad de implementar este proyecto para mejorar las condiciones de operación de las bombas hidráulicas y además optimizar el tiempo y los recursos utilizados en las tareas de mantenimiento de dichos componentes, contribuyendo así a la operatividad de dicha unidad militar.

Al construir un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del GAE 45 “Pichincha”, se logrará mantener las bombas hidráulicas y el sistema hidráulico de la aeronave en óptimas condiciones de uso y los técnicos podrán realizar el mantenimiento adecuado en este sistema con mayor facilidad.

#### **3.2 Estudio de Alternativas**

Tomando en cuenta el capítulo 29 de las ATA que trata sobre potencia hidráulica y basándose en los manuales de mantenimiento, de operación, y de mantenimiento de componentes del avión Casa CN 235 en los cuales se encuentran tareas mandatorias de comprobación de la bomba hidráulica, existen dos métodos que permiten efectuar dicha operación:

- Banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235
- Bombas montadas en el sistema hidráulico de la aeronave

Por lo tanto se somete a verificación el método es más factible.



### **3.3 Estudio de Factibilidad**

Para este estudio se observaron los siguientes factores:

- Factor técnico.
- Factor económico.
- Factor operacional.

#### **3.3.1 Factor Técnico**

Para el factor técnico se han considerado todas las características técnicas indicadas en los manuales de la aeronave y su factibilidad se basa en un proceso secuencial de diseño, construcción y operación.

En la primera opción que es la de construir un banco de prueba para las bombas hidráulicas, se toma en cuenta, las características que deben poseer los componentes del equipo, los cuales deben satisfacer propiedades como resistencia a la presión, resistencia a la corrosión, equipos de medición en perfecto estado de calibración, entre otros. Todos estos dispositivos se encuentran en el mercado local y son de fácil adquisición.

En la segunda opción que es la comprobación de las bombas montadas directamente en el sistema hidráulico de la aeronave, se observa el diseño de construcción y operación de la aeronave con todos los componentes del sistema hidráulico operando correctamente, lo cual se lo realiza con la aeronave encendida o con una conexión a una planta de potencia externa.

Comparando técnicamente las dos opciones, se nota que la segunda opción es más precisa debido a su diseño de fábrica, pero, tomando en cuenta que con esta opción se debe utilizar siempre la aeronave para el chequeo operacional de las bombas hidráulicas, se torna muy complicado ya que el avión no siempre estará disponible para dichas pruebas.

### **3.3.2 Factor Económico**

Para el factor económico se observa la inversión económica que se tendrá que hacer para la realización del proyecto. En el primer caso, la fabricación de un banco de prueba demanda de la adquisición de materiales y mecanismos que cumplan con las características técnicas y que resulten aptos para la realización de las pruebas. Estos componentes tienen un valor accesible y se los encuentra de forma rápida. Además el mantenimiento del banco de prueba no representa un costo elevado para el operador, lo que se reúne en un aprovechamiento y optimización de los recursos económicos de la empresa, muy importante para la realización del proyecto.

En el segundo caso, dado que la aeronave en sí funciona como banco de prueba, se toma solo en cuenta que su mantenimiento se realiza con todo el sistema hidráulico del avión, constituyéndose en un costo que va de acuerdo a lo prescrito por los manuales de mantenimiento de la aeronave, pero que de a poco se va volviendo costoso debido a la adquisición de repuestos en mercados internacionales por petición de la casa fabricante de las bombas.

### **3.3.3 Factor Operacional**

Este factor se refiere al trabajo que el banco de prueba va a desempeñar y que debe cumplir con las particularidades específicas que demandan las bombas hidráulicas. Para la primera opción se observan que las características de alta presión y caudal constantes las puede cumplir con componentes que resistan hasta un valor 1.5 de lo normal tal como lo indican los manuales y Data Sheet de los dispositivos, además, el banco de prueba tendrá la señalización respectiva y sus propios manuales de operación y mantenimiento para que los técnicos realicen las acciones de manera adecuada y segura.

En la segunda opción solamente se puede acotar que el diseño del sistema es del fabricante y por lo general cumple con todas las normas básicas y que su operación viene también respaldada por manuales.

### 3.4 Comparación de Alternativas

Para seleccionar la mejor alternativa se tomó en cuenta la evaluación de cada una de ellas a través de sus ventajas y desventajas que presentan de acuerdo al estudio de factibilidad:

**Tabla 7**

Ventajas y desventajas de la primera alternativa

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Dispositivos de fácil adquisición en el mercado local</b>	Chequeo permanente del funcionamiento adecuado de los mecanismos.
<b>Mecanismos cumplen con características técnicas que demandan las bombas hidráulicas</b>	Mantenimiento del banco se basa en un proceso escrito en un manual de mantenimiento.
<b>Costos accesibles de los dispositivos necesarios para el banco de prueba</b>	Fabricación del banco de prueba como un equipo independiente de la aeronave.
<b>Mantenimiento del banco de prueba sin costo elevado</b>	Su accionamiento eléctrico depende de una fuente de poder externa
<b>Banco de prueba cumple con características de operación que indican los manuales</b>	El banco debe permanecer dentro de una bodega y estar a cargo de un técnico para su cuidado adecuado.
<b>Optimización de tiempo y recursos humanos en el chequeo operacional de las bombas hidráulicas</b>	

**Tabla 8**

Ventajas y desventajas de la segunda alternativa

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Dispositivos montados directamente en la cabina de mando.</b>	Se considera a la propia aeronave como banco de prueba.
<b>Mecanismos cumplen con características técnicas que demandan las bombas hidráulicas.</b>	Pérdida de tiempo y recursos humanos en el desmontaje y montaje de las bombas hidráulicas.
<b>Banco de prueba cumple con características de operación que indican los manuales</b>	Mantenimiento del banco se tornará costoso con el pasar del tiempo debido a adquisiciones de repuestos al exterior.
<b>Fácil entendimiento en las acciones de operación y mantenimiento del banco de prueba por parte de los técnicos de la aeronave.</b>	Su accionamiento eléctrico depende de una fuente de poder externa o peor aún con los motores del avión encendidos.
	Mantenimiento del banco se basa en un proceso escrito en un manual de mantenimiento.
	Si el chequeo no pasa la prueba las bombas son enviadas a la casa fabricante para su revisión
	Pérdida de tiempo y recursos humanos en el chequeo operacional de las bombas hidráulicas.

### 3.5 Selección de la Mejor Alternativa

Una vez comparadas las dos alternativas que se propusieron, los resultados llevan a la elección más apropiada y que cumpla con los requerimientos y características adecuadas. Se elige entonces la opción de construir un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235, cuya fabricación se resume de la siguiente manera:

- El fluido hidráulico apropiado para su funcionamiento será el MIL H-5606 o su equivalente.
- Operación eléctrica a través de una planta de poder externa.

- Reservorio de abastecimiento de fluido hidráulico a las bombas hidráulicas.
- Componentes de medición adecuados.
- Diseño de fabricación de fácil manejo y transporte.
- Facilidad de operación a través de un panel de control debidamente señalizado.
- Material de construcción liviano, adecuado y resistente.
- Manuales aprobados de operación y mantenimiento del banco de prueba.

### **3.6 Construcción del Banco de Prueba para las Bombas Hidráulicas**

El proceso de diseño, construcción y operación del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235, está descrito en esta sección a través de un seguimiento paso a paso de su fabricación.

#### **3.6.1 Descripción del Equipo**

El equipo se encuentra construido de varias partes. Las principales son: una estructura o mueble metálico que contiene los componentes del banco de prueba, un reservorio o tanque cilíndrico de metal que acumula el líquido hidráulico, un tablero o panel de control donde se colocan los dispositivos de indicación, dispositivos de seguridad eléctrica para el motor de la bomba hidráulica, dispositivos hidráulicos como filtros, válvulas, manómetros y mangueras para las pruebas de la bomba hidráulica y dispositivos de control e indicación como interruptores y luces.

Para su movilización se han incluido cuatro ruedas, dos ruedas móviles con freno y dos ruedas fijas. Además el banco de prueba se encuentra unido por soldadura utilizando suelda eléctrica y tiene un color final amarillo que es el característico de este tipo de equipos.

Todos los componentes están seleccionados de acuerdo a las especificaciones técnicas del conjunto de bomba hidráulica y correctamente inspeccionados antes de su acoplamiento en el banco de prueba. De este modo se garantiza el correcto funcionamiento del equipo y el adecuado entendimiento de su uso por parte de los técnicos que realizan las tareas de mantenimiento de las bombas hidráulicas.

### 3.6.2 Secuencia para la Construcción del Equipo

La fabricación del banco de prueba se inicia luego de tener diseñado todos los componentes que se necesitan. La construcción se dará como sigue:

- Construcción de la estructura metálica.
- Construcción del tanque reservorio.
- Construcción del panel de control.
- Ensamblaje de componentes en el equipo.
- Prueba del equipo.

### 3.6.3 Máquinas y Herramientas Utilizadas en la Construcción del Equipo

**Tabla 9**

Características de máquinas y equipos

N°	MAQUINA Y/O EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
1	Dobladora de laminas	
3	Taladro eléctrico de banco	110 v
4	Taladro eléctrico manual	110 v
5	Sierra eléctrica	110 v
6	Suelda eléctrica	110 v – 220 v
7	Amoladora	110 v

**Tabla 10**

## Características de herramientas

N°	HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS
1	Flexómetro	Plg y mm
2	Sierra manual	
3	Escuadra	Plg y mm
4	Pie de rey	Plg y mm
5	Playo de presión	
6	Alicate	
7	Sierra redonda	
8	Disco de corte	
9	Disco de desbaste	
10	Limas	
11	Cepillo de acero	
12	Destornilladores	
13	Llaves mixtas	
14	Martillo	
15	Electrodos	E6011 – E 6018
16	Piqueta	
17	Fresas metálicas	
18	Brocas	
19	Pistola de pintar	



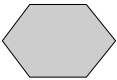


**3.6.4 Diagrama de Procesos**

El diagrama de procesos es una forma gráfica de presentar las actividades secuenciales y lógicas involucradas en la elaboración de un elemento o equipo y permite visualizar el ensamblaje de este trabajo práctico.

La simbología utilizada en la elaboración del diagrama de procesos que representa la construcción de un banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 es la siguiente:

**Tabla 11**

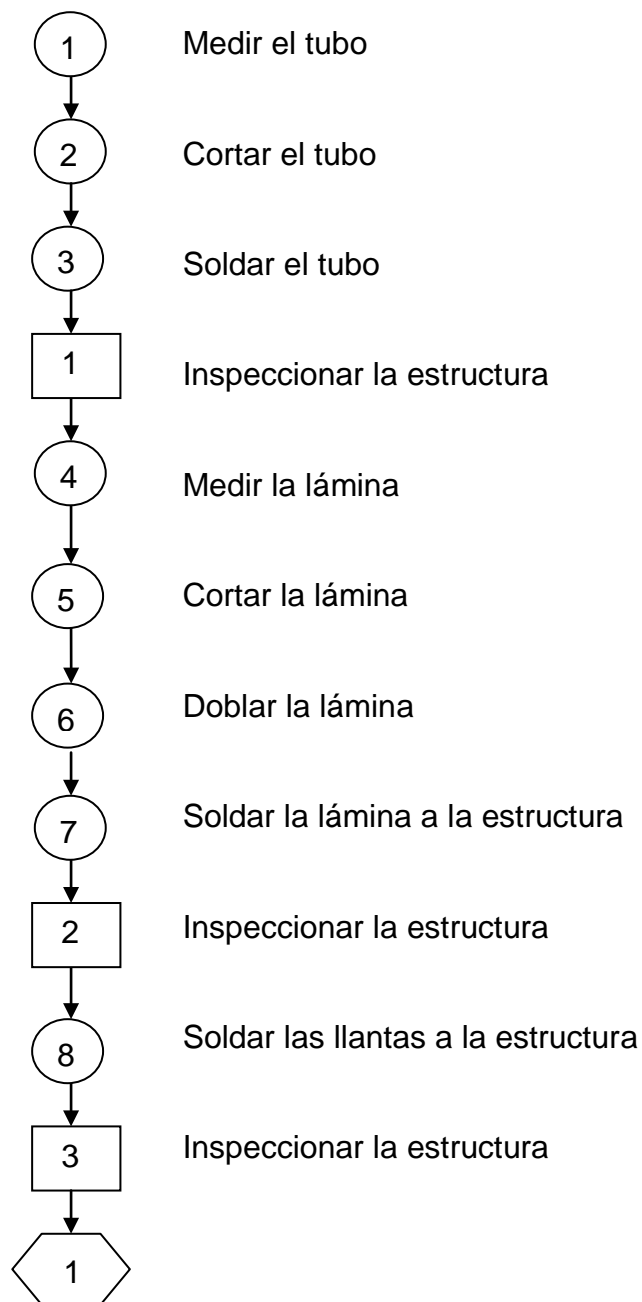
Simbología para diagrama de procesos

SÍMBOLO	ACTIVIDAD
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN
	ENSAMBLE
	REFERENCIA OTRA PÁGINA
	CONECTOR

### 3.6.4.1 Diagrama de Procesos de la Construcción de la Estructura Metálica

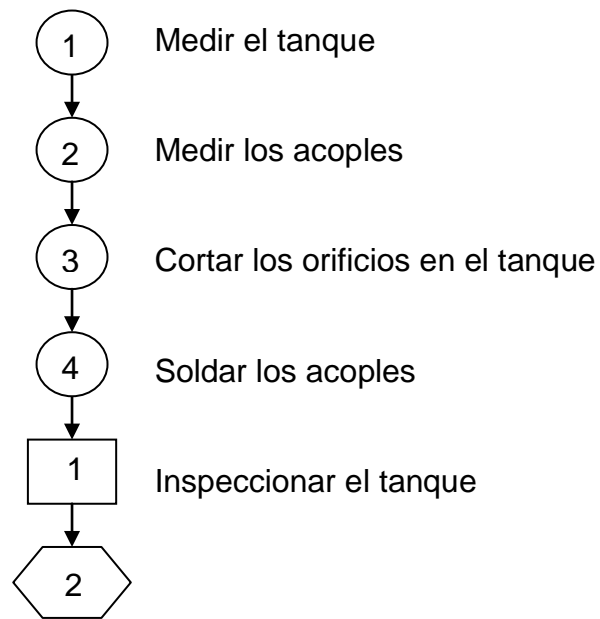
Material: tubo cuadrado de 1 plg, lámina de acero galvanizado de 1,4 mm de espesor, electrodos para suelda eléctrica E6011





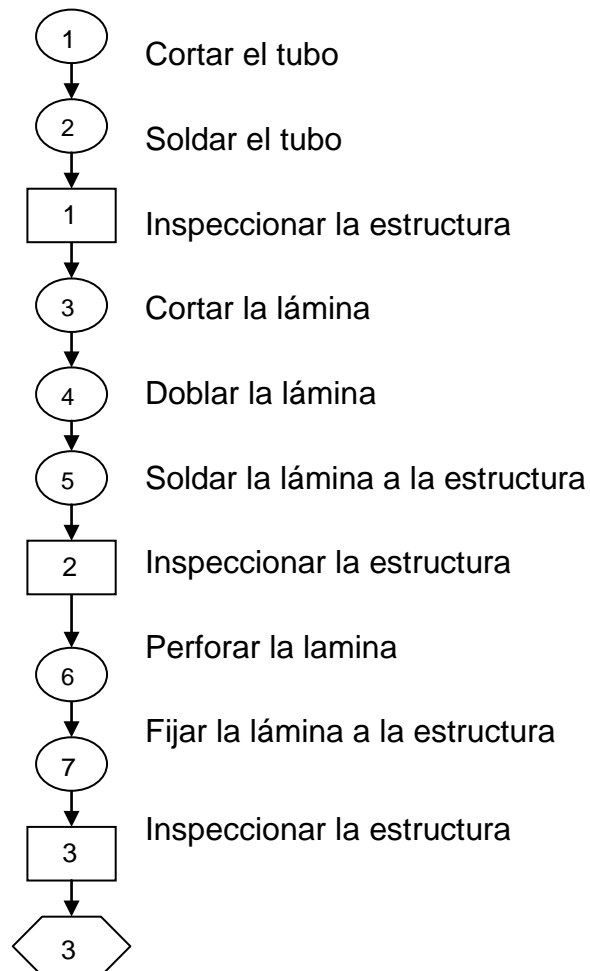
### 3.6.4.2 Diagrama de Procesos de la Construcción del Tanque Reservorio

Material: tanque acumulador fabricado de acero de 4 mm de espesor, acoples bushing de 3/4 plg y 1/2 plg

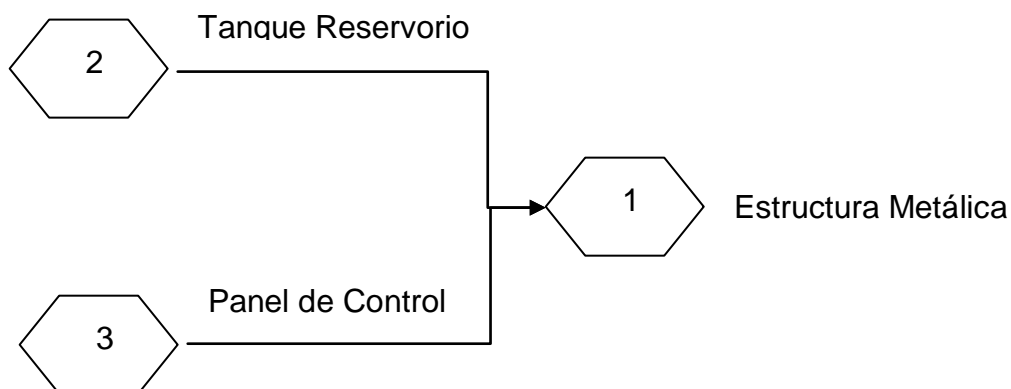


### 3.6.4.3 Diagrama de Procesos de la Construcción del Panel de Control

Material: tubo cuadrado de 1 plg, lámina de acero galvanizado de 1,4 mm de espesor, electrodos para suelda eléctrica E6011



### 3.6.4.4 Diagrama de Procesos del Ensamblaje del Banco De Prueba



### 3.6.5 Proceso de Construcción de la Estructura Metálica

Partiendo de la necesidad de que el banco de prueba sea de fácil movilidad y transporte, se necesita que la estructura del equipo cumpla con dicha especificación. Así mismo las características y dimensiones de la estructura básica del banco de prueba deben ser las adecuadas para el ensamblaje de los demás componentes. Por lo tanto se determinó que las dimensiones óptimas para la estructura metálica son:

**Tabla 12**

Dimensiones de la estructura metálica

DIMENSIÓN	MEDIDA
Largo	80 cm
Ancho	60 cm
Altura	70 cm
Diámetro de llantas	5 plg

Los materiales utilizados en la construcción del banco de prueba son: tubo cuadrado hueco de 1 plg y 2 mm de espesor y lámina de acero galvanizado de 1,4 mm de espesor, ambos materiales tienen excelentes propiedades mecánicas, lo que permite su correcto corte, doblado y soldado.

Los pasos a seguir son:

1. Se toma las medidas de la estructura en el tubo cuadrado, se corta y se une mediante suelda eléctrica, para formar un esqueleto metálico de soporte.



**Figura 56.** Medida, corte y suelda del tubo cuadrado de la estructura

2. Se toma las medidas en la lámina de acero galvanizado, se corta, se dobla y se une a la estructura mediante suelda eléctrica.



**Figura 57.** Medida, corte y suelda de la lámina de la estructura

3. En la parte delantera del banco de prueba se forma dos puertas de acceso según el diseño, con medidas simétricas (40 cm cada una) y se asegura con dos bisagras a la estructura, se fabrica una base para

colocar los manuales del equipo y se suelda en la puerta derecha de la estructura. Se pinta con un fondo de cualquier color toda la estructura



**Figura 58.** Construcción de las puertas de acceso

4. Se mide y corta de la parte inferior izquierda de la estructura dos láminas rectangulares de 12.5 cm de alto por 3 cm de ancho, que servirán como visores para el flujo del líquido hidráulico.



**Figura 59.** Construcción de visores

5. Se mide, corta, dobla y suelda en la parte interior de los visores una pequeña base para soportar dos pequeños reservorios plásticos que servirán para medir el flujo del fluido hidráulico al realizar las pruebas en las bombas hidráulicas.



**Figura 60.** Construcción del soporte para el medidor de flujo

6. Se suelda cuatro pernos de 1/4 plg de diámetro a una distancia de 5.5 cm del lado derecho de la plataforma horizontal de la estructura, formando un rectángulo de 12 cm de largo y 8.5 cm de ancho que son las medidas de la base del conjunto de motorbomba hidráulica. Se perfora un orificio pequeño de 1 cm de diámetro para la salida de la fuga exterior de fluido de la bomba hidráulica.



**Figura 61.** Construcción de la base de sujeción de la bomba hidráulica

7. Se suelda las ruedas a la estructura, dos ruedas fijas y dos ruedas móviles con freno. La selección de las ruedas depende de la superficie sobre la que rodaran, el ambiente de trabajo al que estarán expuestas y su capacidad de carga. Las más apropiadas son ruedas de poliuretano de 5 plg de diámetro con una capacidad de carga de 70 kg que es una carga intermedia.



Figura 62. Elección de ruedas para el soporte de la estructura

### 3.6.6 Proceso de Construcción del Tanque Reservorio

El tanque reservorio se lo puede encontrar directamente en el mercado local, se trata de un elemento cilíndrico cerrado hecho de acero con espesor de 4 mm, cuyas dimensiones son:

Tabla 13

Dimensiones del tanque reservorio

DIMENSIÓN	MEDIDA
Diámetro de la base	18 cm
Altura	38 cm
Volumen	9.7 L (2.6 gal)

Las modificaciones hechas en el tanque son de acuerdo a la necesidad del reservorio para su correcto acople en el banco de prueba. Y los pasos a seguir para ello son:

1. Se toma las medidas en el tanque donde van a ir colocados los acoples bushing. Un acople de 3/4 plg en la parte superior central del

tanque (19 cm) para el llenado del líquido hidráulico y dos acoples de 1/2 plg en las esquinas del tanque (6.5 cm) para la salida y retorno del líquido hidráulico. Además de un soporte de fijación en la parte inferior central del tanque (19 cm) para el ensamblaje a la estructura.



**Figura 63.** Tanque reservorio y acoples bushing

2. Se suelda los acoples y el soporte de fijación en el tanque de acuerdo a las medidas diseñadas y se pinta con un fondo de cualquier color todo el tanque



**Figura 64.** Acoples soldados al tanque reservorio

### 3.6.7 Proceso de Construcción del Tablero de Control

El tablero de control es una mediana estructura metálica que sirve como base para el tanque reservorio y va montada sobre la estructura principal del banco de prueba en su costado izquierdo. Adicional a ello también tiene una



placa rectangular donde van colocados los dispositivos de indicación y control. Todo esto fabricado igualmente con el tubo cuadrado y láminas de acero galvanizado y para su construcción se sigue los siguientes pasos:

1. Se toma las medidas de la estructura en el tubo cuadrado, se las corta y se las une mediante suelda eléctrica, para formar un esqueleto metálico de soporte



**Figura 65.** Construcción de la estructura del tablero

2. Se toma las medidas en la lámina, se las corta, dobla y une a la estructura mediante suelda eléctrica, se pinta con un fondo de cualquier color.



**Figura 66.** Estructura del tablero de control

3. Se toma las medidas y se perfora los orificios donde irán colocados los acoples y el soporte de fijación del tanque reservorio. Se suelda a

la base dos varillas cilíndricas de 1/4 plg para ayudar al soporte del tanque.



**Figura 67.** Construcción de orificios y varillas de fijación del tanque

4. Se perfora un orificio ovalado en el lado derecho de la estructura, donde irá colocada la entrada del sistema eléctrico para la operación del motor de la motorbomba hidráulica.



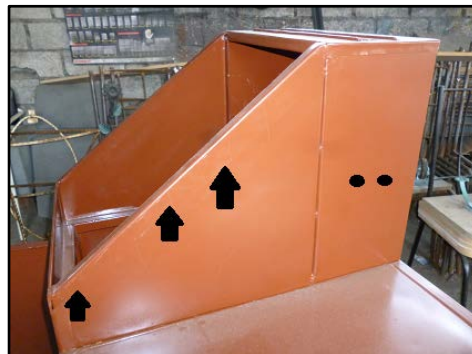
**Figura 68.** Construcción de la entrada de la parte eléctrica

5. Se corta y dobla una lámina rectangular de 43 cm de ancho y 53 cm de alto que será el panel central de indicación y control, se perforan los orificios donde irán colocados los dispositivos de indicación y control, basándose para ello primero en una lámina de madera para un correcto perforado de los orificios. Se une la lámina al tablero de control por medio de dos bisagras.



**Figura 69.** Construcción del panel de indicación y control

6. Se perfora dos orificios de 2 cm de diámetro al costado derecho de la estructura, estos sirven para la salida de los cables de corriente eléctrica, se perfora también tres láminas rectangulares pequeñas que sirven para la salida de las mangueras hidráulicas de la bomba.



**Figura 70.** Orificios de salida de cables eléctricos y mangueras

7. Se pinta todo el banco de prueba de color amarillo, color característico de los equipos de apoyo de tierra y bancos de prueba, utilizando un compresor de aire y una pistola de pintar, se realiza la operación adecuadamente y verificando el perfecto acabado de la pintura.



**Figura 71.** Aplicación de pintura amarilla al banco de prueba

### 3.6.8 Ensamblaje de los Componentes del Banco de Prueba

Los componentes del banco de prueba se dividen en dos grupos:

- Componentes eléctricos.
- Componentes hidráulicos.

#### 3.6.8.1 Ensamblaje de los Componentes Eléctricos

Los dispositivos principales del sistema eléctrico del banco de prueba son:

**Tabla 14**

Dispositivos eléctricos del banco de prueba

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Toma de corriente eléctrica	1
2	Fusible de protección de 160 A	1
3	Contactador	2
4	Circuit breaker	1
5	Interruptor	2
6	Luz de indicación	2
7	Cable eléctrico N° 1	2 m
8	Cable eléctrico N°20	5 m
9	Cable eléctrico N°16	1m

Los pasos a seguir para el ensamblaje de los componentes eléctricos son como sigue:

1. Se fija en la parte interior trasera de la estructura del banco de prueba los dispositivos eléctricos más grandes como son la toma de corriente, el fusible y los contactores, utilizando pernos y tornillos adecuados



**Figura 72.** Dispositivos eléctricos fijados al banco de prueba

2. Se conectan los cables eléctricos de N°1 tal como indica el diagrama eléctrico diseñado para el paso de corriente eléctrica a la bomba hidráulica.



**Figura 73.** Conexión de cables eléctricos de N°1

3. Se conectan los dispositivos de indicación y control, es decir, los interruptores, el circuit breaker y las luces, al panel de indicación y control utilizando los cables eléctricos N°20 y N°16 como sea necesario según el diseño del diagrama eléctrico.



**Figura 74.** Conexión de dispositivos de indicación y control

### 3.6.8.2 Ensamblaje de los Componentes Hidráulicos

Los dispositivos principales del sistema hidráulico del banco de prueba son:

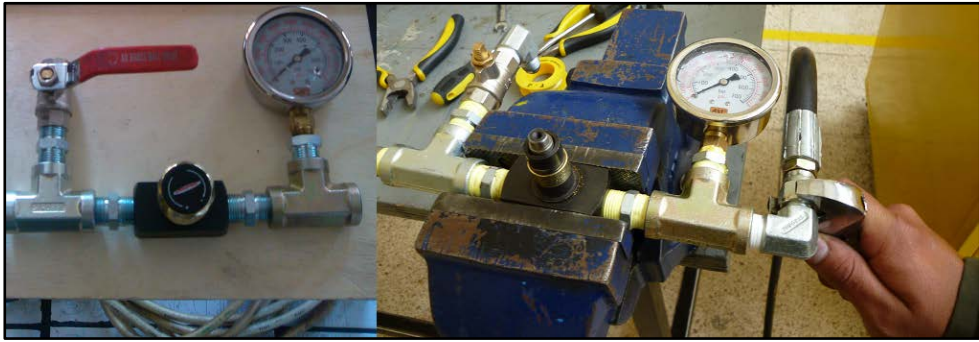
**Tabla 15**

Dispositivos hidráulicos del banco de prueba

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Válvula de bloqueo o cierre	5
2	Válvula de estrangulación	1
3	Manómetro de alta presión (0-10000PSI)	1
4	Manómetro de baja presión (0-150PSI)	1
5	Conjunto de filtro hidráulico	1
6	Manguera hidráulica de alta presión	2 m
7	Manguera hidráulica de baja presión	4m
8	Reservorio plástico medidor de flujo	2

Los pasos a seguir para el ensamblaje de los componentes hidráulicos son como sigue:

1. Se conecta la línea de alta presión que contiene el manómetro, la válvula de estrangulación y dos válvulas de bloqueo: una para controlar el paso del fluido de retorno al tanque reservorio y la otra para controlar el paso hacia el recipiente medidor de cantidad de flujo de la bomba hidráulica.



**Figura 75.** Conexión de la línea de alta presión

2. Se conecta la línea de baja presión que contiene el manómetro y dos válvulas de bloqueo: una para controlar el paso del fluido hacia el enfriador de la bomba hidráulica y la otra para controlar el paso hacia el recipiente medidor de cantidad de flujo del cárter.



**Figura 76.** Conexión de la línea de baja presión

3. Se fijan las dos líneas en el panel de control mediante abrazaderas de metal y tornillos.



**Figura 77.** Unión del panel de control y las líneas de presión

4. Se fija una válvula de paso de fluido hidráulico y unido a éste, el conjunto de filtro que protege a la bomba de objetos ajenos al líquido.



**Figura 78.** Unión del filtro y la válvula de paso de líquido hidráulico

5. Se conectan las mangueras de salida y retorno de líquido hidráulico al tanque reservorio y se coloca el tanque en el banco de prueba



**Figura 79.** Conexión de las mangueras al tanque reservorio

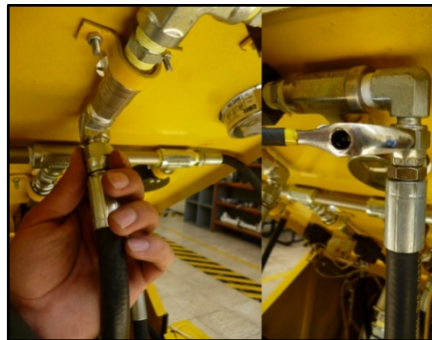
6. Se conectan las mangueras de baja presión desde el conjunto de filtro hacia el orificio de entrada la bomba hidráulica y por el otro lado, la que viene del tanque reservorio.



**Figura 80.** Conexión de las mangueras al filtro

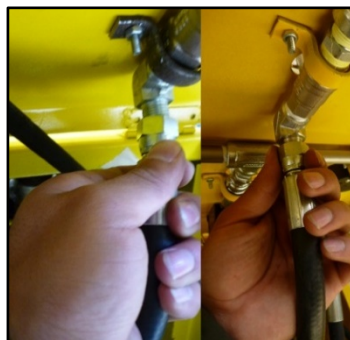


7. Se conectan las mangueras correspondientes a la línea de alta presión: la que va al manómetro, la de retorno al tanque reservorio y la que va al recipiente medidor de cantidad de flujo de la bomba hidráulica.



**Figura 81.** Conexión de mangueras en la línea de alta presión

8. Se conectan las mangueras correspondientes a la línea de baja presión: la que va al manómetro, la de retorno al enfriador de la bomba y la que va al recipiente medidor de cantidad de flujo del cárter.



**Figura 82.** Conexión de mangueras en la línea de baja presión

### 3.6.9 Pruebas de Funcionamiento

Luego de conectar todos los dispositivos en el banco de prueba, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento antes de colocar la bomba hidráulica y realizar el test de prueba de la misma. Se verifica el correcto

funcionamiento de las conexiones del sistema eléctrico de la siguiente manera:

1. Se verifica que los interruptores del banco de prueba se encuentren en la posición OFF o de apagado y el circuit breaker se encuentre presionado.



**Figura 83.** Circuit breaker e interruptores en posición OFF

2. Se conecta la planta externa en los sócalos de entrada eléctrica del banco.



**Figura 84.** Conexión de la planta de potencia externa

3. Se enciende la planta externa y se ajusta a un voltaje de 28 V DC.



**Figura 85.** Planta externa ajustada a 28V DC

4. Se coloca el interruptor de paso de corriente en la posición ON o de encendido, se verifica que sólo la luz correspondiente al paso de corriente eléctrica se encienda.



**Figura 86.** Interruptor de paso de corriente en posición ON

5. Se coloca el interruptor de encendido de la bomba en posición ON o de encendido y se verifica que la luz correspondiente a encendido de la bomba se encienda.



**Figura 87.** Interruptor de encendido de bomba en posición ON

6. Se aplica un multímetro en los cables de salida del banco y se verifica que el instrumento marque la cantidad de 28V de corriente continua.



**Figura 88.** Indicación de 28V DC en los cables de conexión eléctrica

7. Se comprueba el circuit breaker verificando que al sacar dicho dispositivo, la corriente hacia la bomba se corte y por ende la luz que indica el encendido de la bomba se apague, se vuelve a presionar el circuit breaker y se verifica que vuelve el paso de corriente y la luz se enciende de nuevo.



**Figura 89.** Comprobación del circuit breaker

8. Se colocan en la posición OFF los interruptores, se apaga la planta externa y se la desconecta del banco de prueba.



**Figura 90.** Proceso final de la prueba de funcionamiento

9. Si todos los procedimientos antes anotados se cumplen, el sistema eléctrico del banco de prueba se encuentra en condiciones aptas para conectar la bomba hidráulica y realizar el test respectivo.

### **3.6.10 Elaboración de Manuales**

El banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 necesita para su correcto uso de dos manuales: el manual de operación y el manual de mantenimiento. Estos sirven de guía a los técnicos de la aeronave para que conozcan el funcionamiento adecuado del banco de prueba.

#### **3.6.10.1 Manual de Operaciones**


El manual de operaciones del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 entrega a los técnicos la información necesaria para la operación segura y eficaz del banco de prueba. Esta información brinda un conocimiento del equipo, sus limitaciones, características y procedimientos normales. Se entiende que el operario tiene la experiencia necesaria en mecánica aeronáutica por lo que se omiten los principios básicos de aviación.

Las instrucciones de este manual se dirigen a técnicos de mantenimiento con una capacitación adecuada en la aeronave. Se indican las instrucciones operativas que se consideran mejores. Pero este manual no puede sustituir el buen criterio de los técnicos y por ello puede exigir modificaciones en los procedimientos.

#### **3.6.10.2 Manual de Mantenimiento**

El manual de mantenimiento del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 es preparado básicamente de acuerdo con el diseño de construcción y dispositivos existentes dentro del mismo. Este manual contiene información acerca del servicio al banco de prueba, para comprender y efectuar el mantenimiento con un nivel normal de

seguridad así como para desmontar y montar dispositivos del equipo. Para el cambio de dispositivos se tomó en cuenta que los repuestos son de fácil adquisición en el mercado local.

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	GAE-45 "PICHINCHA"
	BANCO DE PRUEBA PARA LAS BOMBAS HIDRÁULICAS DEL AVIÓN CASA CN 235	Fecha: Febrero 2015
	Elaborado por: Sarango Yaguana Angel Christian	N° Revisión:
	Aprobado por: Tlgo. Proaño Alejandro	01

### 1. Objetivo:

Proporcionar a los técnicos de mantenimiento la información necesaria para la operación segura y eficaz del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235

### 2. Alcance:

Las instrucciones de este manual se dirigen a técnicos de mantenimiento que hayan realizado el curso del avión al cual pertenecen las bombas hidráulicas.

### 3. Equipo de protección personal:



- Ropa de protección.** Overol de trabajo que no tenga peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de máquinas en movimiento. Tampoco deberán llevarse en los bolsillos, objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- Protectores auditivos.** pueden ser tapones de caucho y/u orejeras (auriculares).

**3. Calzado.** Botas antideslizantes para protección de pies contra humedad y sustancias calientes; superficies ásperas, caída de objetos y riesgo eléctrico, así como contra pisadas sobre objetos filosos y agudos.

#### **4. Listado de Herramientas y Equipos**

- Llaves mixtas.
- Desarmadores de estrella y plano.
- Cualquier dispositivo que contenga cronómetro.

#### **5. Material Fungible**

- Waipe.
- Franela o tela pañal.

#### **6. Procedimiento de Operación**

##### **TEST DE RENDIMIENTO**

**PRECAUCIÓN:** PARA PREVENIR SOBRECALENTAMIENTO, EL TIEMPO TOMADO PARA HACER EL TEST DE RENDIMIENTO NO DEBE SER MAS DE 20 MIN. SI ES NECESARIO QUE EL TEST SEA HECHO DE NUEVO LA UNIDAD DE TEST DEBE ESTAR PARADA Y PERMITIR ENFRIARSE POR UN MÍNIMO DE 25 MIN ANTES DE EMPEZAR OTRO TEST.

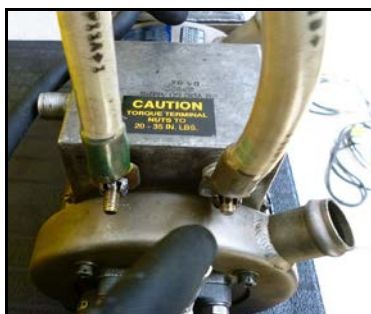
##### **a. PROCEDIMIENTOS ANTES DEL TEST**

1. Verificar que la válvula de PASO DE LÍQUIDO HIDRÁULICO este cerrada y luego llenar el tanque reservorio con líquido hidráulico. Usar fluido hidráulico de especificación MIL-H-5606 (o su equivalente).





2. Instalar el conjunto de motorbomba hidráulica sobre los 4 puntos de sujeción con los puertos de entrada y salida hacia el frente del banco. Conectar los cables eléctricos en los terminales correspondientes



3. Conectar las cañerías hidráulicas en los puertos correspondientes de acuerdo al diagrama de disposición de conexión de las cañerías de la bomba hidráulica con la máxima limpieza y con el mayor cuidado con respecto a su par de apriete.



4. Verificar que las seis válvulas del banco de prueba se encuentre en la posición OFF o de cerrado y que los manómetros marquen cero presión.



5. Verificar que los dos interruptores del banco de prueba se encuentren en la posición OFF y el relé de protección se encuentre presionado.



6. Utilizar una fuente externa de corriente eléctrica DC capaz de entregar 28 V DC a los terminales del motor eléctrico de la bomba y capaz de grabar una corriente de entrada de 200 A máximo. Verificar que la planta eléctrica externa se encuentre conectada a una fuente de electricidad adecuada antes de encenderla y seguir las instrucciones de operación dado por el fabricante u operador de la planta.



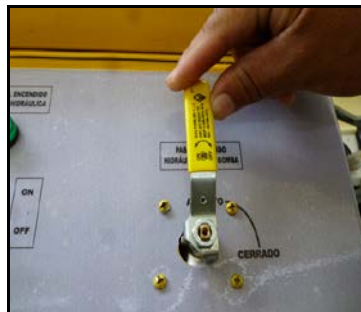
7. Conectar la planta externa en los socalos de entrada eléctrica del banco de prueba, encender la planta y ajustarla a un voltaje de 28 V DC.



## b. CONFIGURACIÓN DE PRESIÓN

**PRECAUCIÓN:** PARA PREVENIR SOBRECALENTAMIENTO NO OPERAR LA UNIDAD DE TEST A CONDICIONES DE FLUJO TOTAL POR MAS DE 15 SEGUNDOS. CUANDO LOS DATOS DEL TEST HAYAN SIDO GRABADOS, RETORNAR LA UNIDAD DE TEST A LA CONDICIÓN DE CERO FLUJO PARA DEJARLO ENFRIAR.

1. Abrir la válvula de PASO DE LÍQUIDO HIDRÁULICO para que el fluido hidráulico llegue al puerto de entrada de la bomba.



2. Abrir las válvulas de RETORNO AL TANQUE RESERVORIO y de RETORNO AL ENFRIADOR DE LA BOMBA.



3. Colocar el interruptor de PASO DE CORRIENTE en la posición ON, verificar que la luz correspondiente se encienda.



4. Colocar el interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición ON, verificar que la luz correspondiente se encienda y que la bomba hidráulica empiece a funcionar.



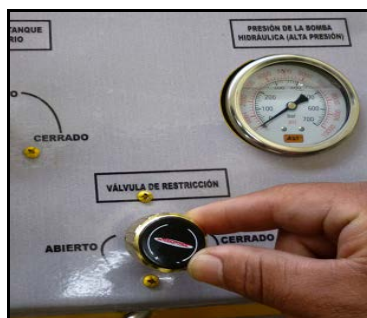
5. Con la VÁLVULA DE RESTRICCIÓN cerrada la presión de la bomba hidráulica indicada en el manómetro de alta presión debe estar entre 2950 y 3050 PSI.



6. Realizar la comprobación de consumo de corriente en la planta externa, ésta no debe exceder los 60 A.



7. Cerrar parcialmente la VÁLVULA DE RESTRICCIÓN hasta una presión de salida de 2000 PSI.



8. Realizar la comprobación de consumo de corriente en la planta externa, ésta no debe exceder los 170 A.



9. Colocar el interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición OFF.



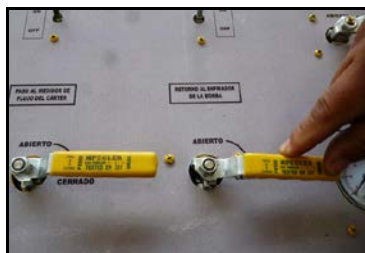
10. Anotar los datos en la LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA.

LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA		
Unidad comprobada		
Nº de serie	Nº de aceite	Condición
<b>a. Configuración de presión</b>		
Denominativo	Condición	Observaciones
Presión de la bomba		
Presión del cárter		
<b>b. Configuración de consumo de aceite</b>		
Denominativo	Condición	Observaciones
Presión de la bomba a 3000 PSI		
Presión de la bomba a 2000 PSI		
<b>c. Configuración de flujo</b>		
Denominativo	Condición	Observaciones

11. Colocar el interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición ON. Verificar la misma presión de salida de 2000 PSI.



12. Cerrar la válvula de RETORNO AL ENFRIADOR DE LA BOMBA. A esta condición la presión del cárter indicada en el manómetro de baja presión debe estar entre 25 y 35 PSI.



13. Abrir la válvula de RETORNO AL ENFRIADOR DE LA BOMBA y colocar el interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición OFF.



14. Anotar los datos en la LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA.

LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA		
Unidad correspondiente		
Nº de parte	Nº de serie	
<b>a. Configuración de presión</b>		
Denominativo	Condición	Comentarios
Presión de la bomba		
Presión del aceite		
<b>b. Configuración de consumo de aceite</b>		
Denominativo	Condición	Comentarios
Presión de la bomba a 2000 PSI		
Presión de la bomba a 2000 PSI		
<b>c. Configuración de flujo</b>		
Denominativo	Condición	Observaciones

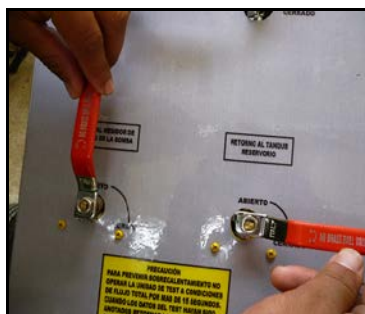
### c. CONFIGURACIÓN DE FLUJO

**PRECAUCIÓN:** PARA PREVENIR SOBRECALENTAMIENTO NO OPERAR LA UNIDAD DE TEST A CONDICIONES DE FLUJO TOTAL POR MAS DE 15 SEGUNDOS. CUANDO LOS DATOS DEL TEST HAYAN SIDO GRABADOS, RETORNAR LA UNIDAD DE TEST A LA CONDICIÓN DE CERO FLUJO PARA DEJARLO ENFRIAR.

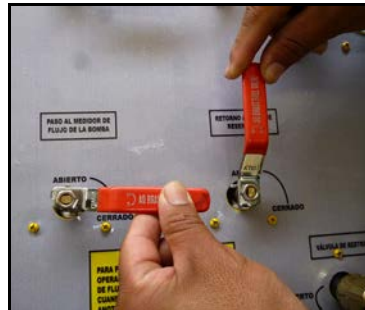
1. Colocar interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición ON. Verificar la misma presión de salida de 2000 PSI.



2. Abrir la válvula de paso al MEDIDOR DE FLUJO DE LA BOMBA y cerrar al mismo tiempo la válvula de RETORNO AL TANQUE RESERVORIO por un tiempo de 10 segundos.



3. Abrir la válvula de RETORNO AL TANQUE RESERVORIO y cerrar al mismo tiempo la válvula de paso al MEDIDOR DE FLUJO DE LA BOMBA. Colocar el interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición OFF



4. En estas condiciones el flujo de salida indicado en el tanque medidor de flujo de la bomba debe ser igual o superior a 0.85 L. (850 ml.) Anotar los datos en la LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA.



5. Colocar interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición ON y cerrar completamente la VÁLVULA DE RESTRICCIÓN.

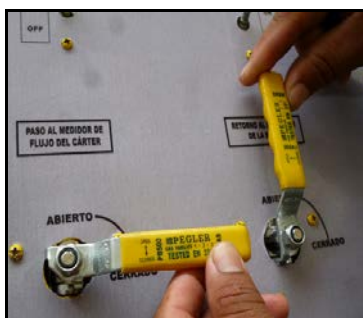


6. Abrir la válvula de paso al MEDIDOR DE FLUJO DEL CÁRTER y cerrar al mismo tiempo la válvula de RETORNO AL ENFRIADOR DE LA BOMBA por un tiempo de 10 segundos.





7. Abrir la válvula de RETORNO AL ENFRIADOR DE LA BOMBA y cerrar al mismo tiempo la válvula de paso al MEDIDOR DE FLUJO DEL CÁRTER. Colocar el interruptor de ENCENDIDO DE LA BOMBA en la posición OFF.



8. En estas condiciones el flujo de salida indicado en el tanque medidor de flujo del cárter no debe exceder 0.1 L. (100 ml.)



9. Anotar los datos en la LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA.

LIBRO DE CHEQUEO DEL TEST DE LA SIEMA

Unidad experimental

Nº de parte      Nº de serie

a. Configuración de presión

Denominativo	Condición
Presión de la bomba	
Presión del cárter	

b. Configuración de consumo de corriente

Denominativo	Condición	Observaciones
Presión de la bomba a 3000 PSI		
Presión de la bomba a 2000 PSI		

c. Configuración de flujo

Denominativo	Condición	Observaciones

10. Colocar el interruptor de PASO DE CORRIENTE en la posición OFF.



#### d. PROCEDIMIENTOS DESPUÉS DEL TEST

1. Colocar las seis válvulas del banco de prueba en la posición OFF o de cerrado.



2. Apagar la planta externa y desconectarla de los sócalos del banco de prueba.



3. Desconectar las cañerías hidráulicas y los cables eléctricos de los terminales correspondientes y desinstalar el conjunto de motorbomba hidráulica del banco de prueba.



#### e. VERIFICACIÓN DE FUGA EXTERNA

1. Durante todo el test de rendimiento del conjunto de motorbomba hidráulica no debe haber fuga externa más que una pequeña humedad insuficiente para formar una GOTEO, excepto del subconjunto del sello del eje (visible desde el puerto de drene de la bomba), donde la fuga no debe exceder un GOTEO en un periodo de 5 min.

**NOTA:** UN GOTEO ES APROXIMADAMENTE IGUAL A 1/20 cc.

2. Durante las primeras pruebas de funcionamiento del banco de prueba es conveniente supervisar la instalación varias veces y corregir las posibles fugas, apretando las distintas uniones que presenten dichas fugas.

Nombre y firma de Responsabilidad \_\_\_\_\_

## LISTA DE CHEQUEO DEL TEST DE LA BOMBA HIDRÁULICA

### Unidad comprobada

N° de parte	N° de serie	Condición de la unidad

### a. Configuración de presión

Denominativo	Condición	Observaciones
Presión de la bomba		
Presión del cárter		


### b. Configuración de consumo de corriente

Denominativo	Condición	Observaciones
Presión de la bomba a 3000 PSI		
Presión de la bomba a 2000 PSI		

### c. Configuración de flujo

Denominativo	Condición	Observaciones
Flujo de la bomba		
Flujo del cárter		

Nombre y firma de responsabilidad \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	GAE-45 "PICHINCHA"
	BANCO DE PRUEBA PARA LAS BOMBAS HIDRÁULICAS DEL AVIÓN CASA CN 235	Fecha: Febrero 2015
	Elaborado por: Sarango Yaguana Angel Christian	N° Revisión:
	Aprobado por: Tlgo. Proaño Alejandro	01

### 1. Objetivo:

Proporcionar a los técnicos de mantenimiento la información necesaria para realizar el mantenimiento del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235

### 2. Alcance:

Las instrucciones de este manual se dirigen a técnicos de mantenimiento con una capacitación adecuada (curso del avión) en la aeronave a la cual pertenecen las bombas hidráulicas.

### 3. Equipo de protección personal



- **Ropa de protección.** Overol de trabajo que no tenga peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de máquinas en movimiento. Tampoco deberán llevarse en los bolsillos, objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.
- **Protectores auditivos.** pueden ser tapones de caucho y/u orejeras (auriculares).
- **Calzado.** Botas antideslizantes para protección de pies contra humedad y sustancias calientes; superficies ásperas, caída de objetos y riesgo eléctrico, así como contra pisadas sobre objetos filosos y agudos.
- **Guantes.** de nitrilo para proteger las manos y dedos de acuerdo a los riesgos a los cuales se está expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos, debiendo ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones.

#### **4. Herramientas**

- Juego de llaves mixtas de varias medidas
- Pinza, alicate, llave de pico
- Palanca de fuerza
- Copas de varias medidas
- Destornilladores de estrella y plano

#### **5. Material fungible.**

- Tela pañal
- Teflón
- Aceite hidráulico
- Oring

#### **6. Mantenimiento.**

Hay una serie de puntos que se deben verificar y tener en cuenta semanal, mensual, semestral y anualmente

**a) Mantenimiento Semanal**

1. Es indispensable taponar las cañerías que se encuentren desabrochadas de su lugar mediante tapones metálicos o de cualquier otro material menos con trapos, ya que está prohibido su utilización.
2. Realizar una limpieza total del banco de prueba para evitar la acumulación de polvo u otras partículas que puedan influir en el funcionamiento adecuado del banco de prueba.

**b) Mantenimiento Mensual**

1. Reparar las fugas que durante el funcionamiento se han visto y se ha hecho un listado de las mismas. No intentar reparar una fuga apretando exageradamente los elementos de unión de una cañería, ya que puede ocasionar una fuga más pronunciada; por lo tanto es más recomendable cambiar los elementos defectuosos por otros nuevos.
2. Verificar la estanqueidad de las tuberías. Siempre antes de cambiar o poner una pieza hay que tener la precaución de ponerle una cinta de teflón alrededor de la rosca para que le dé más estanqueidad a dicha unión.

**c) Mantenimiento Semestral.**

1. Es necesario llevar un registro o una ficha de mantenimiento de las piezas que se hayan cambiado, y revisarlas semestralmente.

**d) Mantenimiento Anual**

1. Los filtros montados en la línea hidráulica son reemplazados después de un cierto número de horas de funcionamiento (500, 1000 y 1500 horas y

en función de la atmosfera donde trabajan y la instalación más o menos contaminante). En este caso el filtro del banco de prueba se cambiara cada año para evitar la acumulación de suciedad.

2. Mandar a comprobar los manómetros del banco de prueba de acuerdo a la fecha de última calibración, si no pasan la prueba cambiarlos por nuevos.
3. Según sea el estado y las horas de funcionamiento del líquido hidráulico del tanque reservorio vaciar, limpiar y/o cambiar dicho fluido. Para ello se purga el fluido del tanque, abriendo la válvula de paso de líquido hidráulico y se recoge en un recipiente adecuado.

4.- Firma de Responsabilidad \_\_\_\_\_



### 3.7 Estudio Económico

El presupuesto para la construcción del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 se realizó para cada uno de los materiales y componentes que se utilizaron. Los costos de este proyecto se justifican en la necesidad de construir el equipo para el área de mantenimiento del GAE 45 “Pichincha” y que posea una vida útil prolongada. Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (materiales estructurales).
- Maquinaria y herramienta.
- Mano de obra.
- Material fungible.
- Costo y/o gasto secundario.

#### 3.7.1 Costo Primario

Este rubro encierra a todos los materiales utilizados para la construcción del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235.

**Tabla 16**

Costo primario del proyecto

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Lámina de acero galvanizado	2 planchas	30.00 USD
Tubo estructural de hierro	8 m	64.00 USD
Ruedas	4	24.00 USD
Bushing de acero roscado	4	20.00 USD
Válvula de bola	5	35.00 USD
Válvula de restricción	1	32.00 USD
Manómetro de alta presión	1	18.00 USD
Manómetro de baja presión	1	10.00 USD
Neplo de acero inoxidable	4	32.00 USD
Acople de acero inoxidable	6	24.00 USD

Continúa 

Tubo de acero inoxidable	4	20.00 USD
Codo de acero inoxidable	4	20.00 USD
Tanque reservorio	1	30.00 USD
Reservorios plásticos	2	10.00 USD
Tornillos arandelas y tuercas	100	3.00 USD
Toma eléctrica para planta externa	1	20.00 USD
Cables eléctricos delgados	3 m	9.00 USD
Cables eléctricos gruesos	2 m	10.00 USD
Fusible de alto amperaje	1	18.00 USD
Contactador	2	20.00 USD
Circuit breaker	1	5.00 USD
Luces Led	2	2.00 USD
Interruptor de corriente	2	8.00 USD
Terminales eléctricos	10	4.00 USD
Cierra cables	100	10.00 USD
Moqueta de caucho	1 m	10.00 USD
Mangueras remachadas	7	189.00 USD
Filtro de aceite hidráulico	1	30.00 USD
Pintura sintética	1 gln	20.00 USD
Thinner	1 gln	6.00 USD
Stickers	30	20.00 USD
<b>Total</b>		<b>753.00 USD</b>


### 3.7.2 Maquinaria y Herramienta

Este rubro encierra a todas las herramientas y máquinas utilizadas para la construcción del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235.

**Tabla 17**

Maquinaria y herramienta utilizada en el proyecto

MAQUINA O HERRAMIENTA	TIEMPO	COSTO
Suelda eléctrica	8 h	40.00 USD
Dobladora de tubos y laminas	8 h	40.00 USD
Taladro eléctrico	8 h	16.00 USD
Amoladora	8 h	16.00 USD

Continúa 

<b>Desarmadores de estrella y plano</b>	8 h	8.00 USD
<b>Brocas de varias medidas</b>	8 h	4.00 USD
<b>Sierra</b>	8 h	8.00 USD
<b>Llaves mixtas de varias medidas</b>	8 h	4.00 USD
<b>Limas</b>	8 h	4.00 USD
<b>Piqueta</b>	8h	1.00 USD
<b>Pistola de pintar</b>	8 h	4.00 USD
<b>Flexómetro</b>	8 h	1.00 USD
<b>Machuelo</b>	8 h	8.00 USD
<b>Total</b>		<b>154.00 USD</b>

### 3.7.3 Mano de Obra

Este rubro comprende la fabricación del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa Cn 235.

**Tabla 18**

Mano de obra utilizada en el proyecto

<b>DETALLE</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>COSTO</b>
<b>Soldador</b>	8 h	40.00 USD
<b>Pintor</b>	8 h	40.00 USD
<b>Comprobación de manómetros</b>	8 h	60.00 USD
<b>Torno</b>	8 h	20.00 USD
<b>Total</b>		<b>160.00 USD</b>

### 3.7.4 Material Fungible

Este rubro encierra a todo el material desechable usado en la fabricación del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa Cn 235.

**Tabla 19**

Material fungible utilizado en el proyecto

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO
Teflón	4	12.00 USD
Lijas de varias medidas	3	3.00 USD
Tablero triplex	1	5.00 USD
Tapones plásticos	12	6.00 USD
Silicona	1	5.00 USD
Tela pañal	3 m	6.00 USD
<b>Total</b>		<b>37.00 USD</b>

### 3.7.5 Costo y/o Gasto Secundario

Este rubro encierra a los gastos que intervienen en el desarrollo de la parte teórica del proyecto de grado.

**Tabla 20**

Costo y/o gasto secundario del proyecto

MATERIAL	COSTO
Impresiones y copias	50.00 USD
Internet	20.00 USD
Hojas	5.00 USD
Anillados y empastados	50.00 USD
CD	10.00 USD
Movilización	40.00 USD
<b>Total</b>	<b>175.00 USD</b>

### 3.7.6 Total de Costos y Gastos

El costo total de la construcción del banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa Cn 235 es:

**Tabla 21**

Costos y gastos totales del proyecto

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO</b>
<b>Costo primario</b>	753.00 USD
<b>Maquinaria y herramienta</b>	154.00 USD
<b>Mano de obra</b>	160.00 USD
<b>Material fungible</b>	37.00 USD
<b>Costos y/o gastos secundarios</b>	175.00 USD
<b>Total</b>	<b>1279.00 USD</b>

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- Se recopiló la información bibliográfica del manual de operación, del manual de mantenimiento y del manual de mantenimiento de componentes, además de información de campo que permitió establecer los parámetros que debe satisfacer el equipo para la correcta comprobación de las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235.
- Se determinó el proceso para la construcción del banco de prueba con la ayuda de los técnicos de la aeronave, el cual consiste en construir la estructura metálica, luego el tanque reservorio, el panel de control, realizar el ensamblaje de componentes en el equipo y finalmente las prueba del equipo, como se indica en el litera 3.6.
- Se elaboró un manual de operación y un manual de mantenimiento del banco de prueba para su correcto uso por parte de los técnicos de mantenimiento mediante el proceso de ensayo in situ.
- Este proyecto es de buena aplicabilidad dentro del área de mantenimiento del GAE-45 "Pichincha", el banco de prueba se encuentra en óptimas condiciones físicas y funcionales.
- Se construyó el banco de prueba para las bombas hidráulicas del avión Casa CN 235 del Grupo Aéreo del Ejercito N° 45 "Pichincha".

## 4.2 Recomendaciones

- Utilizar el banco de prueba únicamente para realizar la comprobación de las bombas hidráulicas del avión CASA CN 235.
- Seguir adecuadamente los procesos del test de la bomba hidráulica como muestra el manual de operación.
- Seguir adecuadamente los procesos de mantenimiento del banco de prueba para que el equipo se mantenga en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Tomar siempre todas las medidas de seguridad necesarias para realizar cualquier trabajo dentro del campo de la aviación, para evitar daños personales y del equipo con que se trabaja, tal como se indican en los manuales del banco de prueba.
- Incentivar este tipo de proyectos e implementarlos en compañías de aviación tanto civil como militar ya que son fundamentales para las tareas de mantenimiento y que ayudan a optimizar tiempo y recursos a las empresas.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aeronáutica.-** Ciencia y técnica que se ocupa de la construcción de vehículos capaces de volar y del estudio de los factores que favorecen el vuelo.

**Aeronave.-** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

**Cabina.-** Es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica de vuelo (piloto y copiloto) controla la aeronave.

**Contactador.-** Aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito.

**Densidad.-** Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia.

**Electrodo.-** Varilla metálica especialmente preparada para servir como material de aporte en los procesos de soldadura.

**Engranaje.-** Mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona y la menor piñón

**Estanqueidad.-** Es la propiedad de mantener el fluido confinado en el interior de un acumulador o de un mecanismo evitando las fugas hacia el exterior.

**Factibilidad.-** Se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas, generalmente la factibilidad se determina sobre un proyecto

**Fungible.-** Lo que se consume con el uso

**Galvanizado.-** Es recubrir con zinc fundido la superficie del acero para protegerla de la corrosión.



**Hidráulica.-** Rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos.

**Led.-** Componente optoelectrónico pasivo o más concretamente, un diodo que emite luz.

**Mantenimiento.-** Es el conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó.

**Neumática.-** Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

**Poliuretano.-** Es un polímero que se obtiene mediante condensación de bases hidroxílicas combinadas con isocianatos.

**Proceso.-** Es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que al interactuar transforman elementos de entrada y los convierten en resultados.

**Proyecto.-** Conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas cuya razón es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso de tiempo previamente definido.

**Sistema.-** Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.

**Thinner.-** Diluyente, es una mezcla de disolventes de naturaleza orgánica derivados del petróleo que ha sido diseñado para disolver, diluir o adelgazar sustancias insolubles en agua, como la pintura, los aceites y las grasas.

**Tracción.-** Se refiere al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

**Viscosidad.-** Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza.

## ABREVIATURAS

**AC:** Corriente alterna

**AISC:** (American Institute of Steel Construction) Instituto Americano de Construcción en Acero.

**AISI:** (American Iron and Steel Institute)

**AMM:** Manual de mantenimiento de la aeronave.

**ASME:** (American Society of Mechanical Engineers) Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos

**ASTM:** (American Society for Testing and Materials) Sociedad Americana para Pruebas y Materiales

**AWS:** (American Welding Society) Sociedad Americana de Soldadura

**CASA:** Construcciones Aeronáuticas Sociedad Anónima.

**CEMAE-15:** Centro de Mantenimiento Aéreo de Aviación del Ejército N° 15.

**CETOP:** Comité Europeo de Transmisiones Oleohidráulicas y Neumáticas

**CMM:** Manual de mantenimiento de componentes.

**CN 235:** Casa Nurtanio 235

**DC:** Corriente directa

**DIN:** Instituto Alemán de Normalización

**GAE-45:** Grupo Aéreo del Ejército N° 45.

**IEDS:** Sistema Integrado de Datos del Motor y Avisos

**ISO:** Organización Internacional de Normalización

**PSI:** Libras por pulgada cuadrada

**RAT:** Turbina de aire de impacto

**UGT:** Unidad de gestión de Tecnologías.

**15 BAE “PAQUISHA”:** Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “PAQUISHA”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aereas, A. I. (2002). Diccionario de Términos Técnicos (6 ed.). Canadá: IAAFA.
- Bouche, F. (2000). Física General (9 ed.). Mexico: Thomson.
- Carrobles, M., & Rodriguez, F. (2002). Manual de Mecánica Industrial. Madrid, España: Cultural S.A.
- CASA, E. (1986). Manual de Mantenimiento de Componentes del Avión Casa Cn 235. España: Eads Casa.
- CASA, E. (1986). Manual de Mantenimiento deL Avión Casa Cn 235. España: Eads Casa.
- CASA, E. (1986). Manual de Operaciones del Avión Casa Cn 235. España: Eads Casa.
- ETAE. (2006). Manual de Hidráulica Básica. Escuela Técnica de Aviación del Ejército.
- García, J. (2003). Terminología Aeronáutica (1 ed.). Madrid, España: Santos S.A.
- Oñate, A. E. (2001). Conocimientos del Avión (5 ed.). Madrid, España: Thomson.
- Vickers, S. (2001). Manual de Mantenimiento de Componentes con Lista Ilustrada de Partes. Havant, Inglaterra: Eaton Aerospace.

## NETGRAFÍA

[http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4918/html/1\\_propiedades\\_de\\_los\\_fluidos\\_hidraulicos.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4918/html/1_propiedades_de_los_fluidos_hidraulicos.html) [citada el 16 de junio del 2014].

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html> [citada el 16 de junio del 2014].

<http://ing.unlp.edu.ar/aeron/laclyfa/Carpetas/Catedra/Archivos/Hidraulica%20A.pdf> [citada el 16 de junio del 2014].

<http://referencias111.wikispaces.com/file/view/HIDRAULICA3.pdf> [citada el 16 de junio del 2014].

<http://sistemahidraulico.wikispaces.com/> [citada el 01 de julio del 2014].

<http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2012/funda-hidra.pdf> [citada el 01 de julio del 2014].

<http://es.slideshare.net/jemosquera/fundamentos-bsicos-de-sistemas-hidraulicos-9837065> citada el 20 de agosto del 2014].

<http://sapiensman.com/neumatica/neumatica34.htm> [citada el 28 de agosto del 2014].

<http://zonaemec.files.wordpress.com/2014/03/00-simbologia.pdf> [citada el 15 de septiembre del 2014].

[http://constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo\\_estructural\\_rectangular\\_cuadrado\\_y\\_redondo#.VL1ekdKG-8A](http://constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo_estructural_rectangular_cuadrado_y_redondo#.VL1ekdKG-8A) [citada el 30 de septiembre del 2014].

<http://profesormolina.com.ar/electromec/contactor.htm> [citada el 20 de octubre del 2014].

<https://tecnologiafuentenueva.wikispaces.com/file/view/Soldadura.pdf> [citada el 10 de noviembre del 2014].

<http://librosmaravillosos.com/lahistoriadelaaviacion/capitulo02.html> [citada el 15 de noviembre del 2014].

<http://monografias.com/trabajos99/sobre-mantenimiento-aeronautico/sobre-mantenimiento-aeronautico.shtml> [citada el 15 de noviembre del 2014].

# ANEXOS

