



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**TÍTULO:**

Diseño De Un Equipo De Apoyo En Tierra Para El Relleno De Nitrógeno  
A Baja Y Alta Presión Que Será Utilizado En Aviones De Combate De  
La Base Aérea De Taura

**(PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL, MENCIÓN MANTENIMIENTO)**

**AUTOR:**

Juan Carlos Buñay Catota

**MILAGRO, ENERO DEL 2011**

**ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de TUTOR de proyecto de investigación, nombrado por el consejo Directivo de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro.

### **CERTIFICO:**

Que procedí al análisis del proyecto con el título de **“Diseño De Un Equipo De Apoyo En Tierra Para El Relleno De Nitrógeno A Baja Y Alta Presión Que Será Utilizado En Aviones De Combate De La Base Aérea De Taura”** presentado como requerimiento previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar por el título de: Ingeniero Industrial, Mención Mantenimiento; el mismo que considero debe aceptarse por cumplir con los requisitos legales y por la importancia del tema.

Presentado por el Señor:

---

Juan Carlos Buñay Catota

C.I. 1713545505

TUTOR:

---

Ing. Edmundo Brito E

C.I. 0601602535

Milagro, enero del 2011

## **DECLARACIÓN JURADA DE LOS AUTORES**

Por medio de la presente declaro ante el Consejo Directivo de la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título o Grado de una institución nacional o extranjera.

Milagro, enero del 2011

---

**Juan Carlos Buñay**

**C.I. 1713545505**



# UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INGENIERIA INDUSTRIAL MENCION MANTENIMIENTO

EL TRIBUNAL EXAMINADOR previo a la obtención del título de: INGENIERO INDUSTRIAL, MENCION MANTENIMIENTO, otorga al presente PROYECTO EDUCATIVO las siguientes calificaciones:

TRABAJO ESCRITO:.....	[	]
EXPOSICIÓN ORAL.....	[	]
PROMEDIO.....	[	]
EQUIVALENTE.....	[	]

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

PROFESOR DELEGADO

---

PROFESOR SECRETARIO

## DEDICATORIA

JUAN CARLOS BUÑAY CATOTA

Dedico este trabajo de investigación a todas las personas que de una u otra forma confiaron en mí y me ayudaron a culminar mis estudios superiores, de manera especial dedico todo este trabajo a mis PADRES que con su amor ha sido de apoyo importante en mi vida, a mis princesas Liliana, Estrella, Brittany, y al pequeño Bryan que han sido el pilar principal de mi vida sacrificándose de una u otra forma al no compartir momentos lindos cuando más me necesitaron, a toda mi familia y amigos que siempre estuvieron allí apoyándome e incentivándome; Un agradecimiento en especial al tutor de tesis por toda la paciencia y comprensión.

A todos ellos, muchas gracias.....

El Autor

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a las personas que nos ayudaron durante estos años de duro labor universitario, a nuestros padres y amigos, de manera muy especial a mi tutor Ing. Edmundo Brito por toda la paciencia y comprensión que tuvo durante todo este tiempo, un sincero agradecimiento a todos los Maestros que nos ayudaron a culminar nuestra investigación, en especial al Ing. Edwin Buñay, por dedicar su tiempo sin nada a cambio y permitir culminar con éxito la labor empezada y sobre todo un cordial agradecimiento a la sección de mantenimiento de aviones de la base aérea de Taura por su gran interés y preocupación en la culminación de esta tesis al Subp. Bajaña Roberto. Amigo, que siempre estuvo pendiente de mi proyecto facilitando de una u otra forma conocimientos en el mantenimiento de equipos neumáticos, hidráulicos es un buen instructor y un gran camarada.

Gracias por ayudarme a alcanzar esta meta, de parte de Juan Carlos

Gracias.....

El Autor

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Doctor.

ROMULO MINCHALA

---

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Tercer Nivel, cuyo tema fue diseño de un equipo de apoyo en tierra para el relleno de nitrógeno a baja y alta presión que será utilizada en aviones de combate de la Base Aérea de Taura y que corresponde a la Unidad Académica de Ciencias de la ingeniería

Milagro, enero del 2011

---

**Juan Carlos Buñay**

**C.I. 1713545505**

# ÍNDICE

<b>CERTIFICADO DEL TUTOR</b>	<b>I</b>
<b>DECLARACION JURADA DE EL AUTOR</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICACION DE DEFENSA</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>V</b>
<b>CESION DE DERECHO DE AUTOR</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE GENERAL</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE CUADROS Y GRAFICOS</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACTO</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>XV</b>

## **CAPÍTULO I**

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1.1	Problematización: Origen y descripción del problema .....	1
1.1.2	Delimitación del problema.....	2
1.1.3	Formulación del problema. ....	3
1.1.4	Sistematización del Problema.....	4
1.1.5	Determinación del tema. ....	4
1.2	OBJETIVOS.....	4
1.2.1	Objetivos Generales de la investigación. ....	4
1.2.2	Objetivos Específicos de la investigación. ....	5
1.3	JUSTIFICACIÓN. ....	5
1.3.1	Justificación de la investigación. ....	5
1.3.2	Viabilidad Técnica.....	5

## **CAPÍTULO II .....**

2.1	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	6
2.1.1	Antecedentes investigativos.....	6
2.1.2	Antecedentes referenciales. ....	8
2.1.2.1	Gases comprimidos y clasificacion.....	8
2.1.3	Nitrogeno. ....	9
2.1.3.1	Efectos del nitrogeno sobre la salud . ....	10
2.1.3.2	Información toxicológica....	11
2.2	MARCO TEÓRICO.....	12
2.2.1	Gas compresor propulsor.....	12
2.2.2	Tipos de valvulas . ....	18



2.2.2.1	Valvula anti retorno .....	18
2.2.2.2	Válvula de corte rapido o bola.....	19
2.2.2.3	Valvula reguladora .....	20
2.2.2.4	Valvula de desahogo (alivio).....	22
2.2.3	Valvulas neumaticas .....	23
2.2.3.1	Valvulas de distribucion .....	24
2.2.3.2	Valvulas de bloqueo.....	24
2.2.3.3	Valvulas de regulacion.....	24
2.2.3.4	Válvula distribuidora 1.....	24
2.2.4	Clasificacion por construccion .....	25
2.2.5	Clasificacion por accionamiento.....	25
2.2.6	Valvula distribuidora 2 .....	26
2.2.6.1	Clasificacion por numero de vias y posiciones .....	26
2.2.6.2	Clasificacion de valvula de bloqueo.....	28
2.2.6.3	Valvula neumatica antiretorno.....	28
2.2.2.4	Valvulas simultaneas .....	29
2.2.6.5	Valvulas selectivas.....	29
2.2.6.6	Valvula de escape.....	30
2.2.7	Valvulas de regulacion .....	30
2.2.7.1	Regulacion por entrada.....	31
2.2.7.2	Regulacion por salida. ....	31
2.2.7.3	Valvulas reguladoras de caudal .....	31
2.2.7.4	Valvulas reguladoras de presion.....	31
2.2.7.5	Valvula limitadora de presion .....	32
2.2.7.6	Valvula secuencial .....	32
2.2.8	Tipos de filtros .....	33
2.2.8.1	Filtros serie " FW, F y TF".....	33
2.2.8.2	Filtros en linea totalmente soldados(Serie FW) .....	33
2.2.8.3	Filtros en linea (serie F) .....	33
2.2.8.4	Filtros en Te (serie TF).....	34
2.2.9	Manómetros .....	35
2.2.9.1	Manometro seco .....	35
2.2.10	Mangueras de alta presion .....	36
2.2.11	Acoples y conexiones .....	38
2.3	MARCO CONCEPTUAL (TÉRMINOS NEUMATICOS E HYD) .....	40
2.4	HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	42
2.4.1	Hipótesis General .....	42
2.4.2	Hipótesis particular .....	42
2.4.3	Declaracion de variables.....	43
2.4.3.1	Variables dependiente .....	43
2.4.3.2	Variables Independientes.....	43
2.4.4	Operacionalizacion de las variable .....	43
2.4.4.1	Variable empirica .....	43

<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>44</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación y su perspectiva general .....	44
3.2 La población y la muestra. ....	45
3.2.1 Características de la población .....	45
3.2.2 Delimitación de la población.....	45
3.2.3 Tipo de muestra .....	45
3.2.4 Tamaño de la muestra. ....	46
3.2.5 Proceso de selección .....	48
3.3 Los métodos y las técnicas. ....	48
3.4 El tratamiento estadístico de la información.....	50
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>54</b>
4.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL .....	54
4.2 Analisis comparativo, evolución, tendencia y perspectiva.....	57
4.3 Resultados.....	59
4.4 Verificación de hipótesis .....	61
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>62</b>
5.1 TEMA.....	62
5.2 FUNDAMENTACION. ....	62
5.3 JUSTIFICACION.....	63
5.4 OBJETIVOS. ....	63
5.4.1 Objetivo General de la propuesta .....	63
5.4.2 Objetivo específico de la propuesta .....	64
5.5 UBICACION.....	64
5.6 FACTIBILIDAD. ....	65
5.7 DESCRIPCION DE LA PROPUESTA.....	65
5.7.1 Descripción del proyecto. ....	65
5.7.2 Diseño del panel de control .....	69
5.7.3 Sistema propulsor neumático.....	72
5.8 ACTIVIDADES.....	74
5.9 RECURSO DE ANALISIS FINANCIERO.....	75
5.10 IMPACTO .....	76
5.11 CRONOGRAMA.....	77

<b>FIGURA 2.1:</b> Efecto de la presión de inflado en el desgaste de los neumáticos .....	7
<b>FIGURA 2.2:</b> Esquema de un cilindro de nitrógeno .. .....	11
<b>FIGURA 2.3:</b> Esquema de varios sistemas propulsores de gas industrial .....	12
<b>FIGURA 2.4:</b> Relleno de sistema de airbag con helio a 800 bares .....	13
<b>FIGURA 2.5:</b> Recuperación de gas nitrógeno al máximo en cilindros .....	13
<b>FIGURA 2.6:</b> Transferencia de oxígeno en pequeños cilindros.. .....	13
<b>FIGURA 2.7:</b> Modelos generalizados de gas propulsor (booster) ... .....	14
<b>FIGURA 2.8:</b> Operaciones principales del propulsor de gas .....	15
<b>FIGURA 2.9:</b> Esquema didáctico del propulsor compresor de gas .....	15
<b>FIGURA 2.10:</b> Modelo Booster DEL 5-15-2 .....	17
<b>FIGURA 2.11:</b> Válvulas de retención .....	18
<b>FIGURA 2.12:</b> Válvula de corte rápido o bola .....	19
<b>FIGURA 2.13:</b> Válvula reguladora de corte rápido o bola .....	20
<b>FIGURA 2.14:</b> Válvula de alivio de presión .....	22
<b>FIGURA 2.15:</b> Accionamiento directo e indirecto .....	25
<b>FIGURA 2.16:</b> Válvula de dos posiciones .....	27
<b>FIGURA 2.17:</b> Válvula de doble sentido .....	27
<b>FIGURA 2.18:</b> Válvula anti-retorno .....	28
<b>FIGURA 2.19:</b> Válvula simultánea .....	29
<b>FIGURA 2.20:</b> Válvula selectiva .....	30
<b>FIGURA 2.21:</b> Válvula de escape .....	30
<b>FIGURA 2.22:</b> Válvula reguladora por presión sin escape .....	31
<b>FIGURA 2.23:</b> Válvula limitadora de presión .....	32
<b>FIGURA 2.24:</b> Válvula secuencial .....	32
<b>FIGURA 2.25:</b> Filtros serie "FW" .....	33
<b>FIGURA 2.26:</b> Filtros serie F .....	34
<b>FIGURA 2.27:</b> Filtros serie TF .....	34

<b>FIGURA 2.28:</b> Manometro seco.....	35
<b>FIGURA 2.29:</b> Manguera recubierta con 2 capas de acero .....	36
<b>FIGURA 2.30:</b> Manguera SAE 100 R 1 .....	37
<b>FIGURA 2.31:</b> Manguera SAE 100 R2.....	38
<b>FIGURA 2.32:</b> Acoples y conexiones Hansen.....	38
<b>FIGURA 2.33:</b> Acoples tipo aguja y esfera .....	39
<b>FIGURA 5.1:</b> Ubicación de la base aerea Taura .....	64
<b>TABLA 3.1:</b> Tabla parcial para calcular el valor de z.....	46
<b>TABLA 3.2:</b> Cuestionario de la encuesta.....	49
<b>TABLA 4.1:</b> Tabla general de resultados de la encuesta .....	54
<b>TABLA 4.2:</b> Ficha de observacion del primer trimestre .....	55
<b>TABLA 4.3:</b> Ficha de observacion del segundo trimestre.....	55
<b>TABLA 4.4:</b> Registro de observacion del primer trimestre .....	56
<b>TABLA 4.5:</b> Registro de observacion del segundo trimestre .....	56
<b>TABLA 5.1:</b> Especificaciones tecnicas del cargador de nitrogeno.....	67
<b>TABLA 5.2:</b> Especificacione tecnicas del panel de control.....	69
<b>TABLA 5.3:</b> Especificaciones tecnicas del circuito neumatico... ..	72
<b>TABLA 5.4:</b> Presupuesto del panel de control.....	75
<b>TABLA 5.5:</b> Presupuesto del circuito neumatico .....	76



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

### **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL MENCIÓN MANTENIMIENTO**

**Autores:** Juan Carlos Buñay Catota

**Tutor:** Ing. Edmundo Brito

#### **RESUMEN**

Debido a la falta de seguridad que tienen algunos equipos de apoyo en tierra tales como cargadores de nitrógeno, que tomo como ejemplos para demostrar que pueden ser muy peligroso debido a que están expuestas altas presiones (200 bares) se ha visto la probabilidad de diseñar un cargador de nitrógeno y readecuar un sistema más seguro y factible para evitar un accidente.

El siguiente proyecto, trata sobre el diseño de un equipo de apoyo en tierra para el relleno de nitrógeno que servirá en aviación debido a su alta y baja presión actúa como una fuerza de empuje en acumuladores hidráulicos, amortiguadores del tren principal y tren de nariz, comprobación de los cilindros laterales y longitudinales de los trenes de aterrizaje, chequeo del sangrado de liquido hidráulico en los trenes y eyección de la burbuja. La unidad portátil de gas propulsor de nitrógeno estará designada ha proveer una fuente de gas de nitrógeno presurizado (0 – 200 bar) para usar en varias aplicaciones sobre aviones modernos



# **UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO**

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL MENCIÓN MANTENIMIENTO**

**Autores: Juan Carlos Buñay Catota**

**Tutor: Ing. Edmundo Brito**

## **ABSTRACT**

In view of the lack of security, some supporting ground equipment, particularly, Nitrogen chargers may be very dangerous when being exposed to high pressure (200 bars), there is a great possibility of designing a new Nitrogen Charger and re-adequate a better and proper system in order to avoid accidents.

This project aims to design a new supporting ground equipment to fill up the nitrogen, which may be used in certain aviation areas, specially when the high and low pressure performs an impending force throughout the hydraulic collectors, main and nose gear clamps, it may also be used in the verification of the side and length cylinders from the landing gears, and checking the hydraulic droppings in the gears and injection bubbles.

The portable item of the propelling nitrogen will be designed to provide a source of pressure nitrogen gas (0-200 bars) to be used in some different applications in modern aircraft.

## INTRODUCCIÓN

El múltiple uso de este equipo en tierra en mantenimiento del avión y chequeos diarios y visitas semanales e inspecciones mayores genera la necesidad de diseñar de la mejor manera un cargador de nitrógeno con los parámetros de seguridad ya que estamos expuestos a presiones superiores e inferiores a los 200 bares (3000PSI).

La inseguridad que existe en otros equipos de apoyo genera una pérdida continua de nitrógeno al existir fugas, deterioro de cañerías mala calibración de instrumentos como manómetros, válvulas, etc. Provoca una gran pérdida a la Fuerza Aérea Ecuatoriana por ende al estado debido al bienestar social y económico de una prestigiosa entidad como es la Fuerza Aérea he visto la necesidad de diseñar tecnológicamente un equipo que servirá para aviones de combate de la Base Aérea de Taura.

Como paso inicial, se realizara un asesoramiento técnico de parte de los distintos niveles superiores para el diseño del cargador de nitrógeno una descripción técnica, de las características de los diferentes métodos de investigación para la recolección de partes, equipos, manómetros, cañerías, sistema automático, para su diseño y garantizar así su buen funcionamiento en un proceso industrial.

Para diseñar el equipo se implementara 03 botellas de nitrógeno las mismas que tienen una presión de 200 bares c/u a esas botellas se diseñará un porta botellas de nitrógeno de estructura metálica tipo carro para el traslado de un lugar a otro. Las botellas de nitrógeno por su alto valor económico se podrán utilizar las mismas que existen en la Base Aérea de Taura.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La falta de seguridad que existe en los equipos de apoyo en tierra para el mantenimiento de las aeronaves, tales como cargadores de nitrógeno que es un equipo de uso múltiple que se encuentran en mal estado debido a su tiempo útil de vida.

#### **1.1.1 Problematización**

Debido a la inseguridad que tienen algunos equipos de apoyo en tierra tales como la botella de nitrógeno o la botella de oxígeno, que tomo como ejemplos para demostrar que pueden ser muy peligrosos, ya que se encuentran expuestas altas presiones (200 bares) y referente a la de oxígeno que es explosivo. Se ha visto la probabilidad de diseñar un cargador de nitrógeno y readecuar un sistema más seguro y factible para evitar un accidente no deseado.

##### **1.1.1.1 Causas generales**

La Base Aérea de Taura al no tener los recursos necesarios para la elaboración o compra de un cargador de nitrógeno me he visto en la obligación de diseñar un equipo para el relleno de nitrógeno el mismo que servirá para abastecer a las aeronaves implementando parámetros de seguridad en la manipulación de este equipo y así tener mayor confiabilidad en la utilización y mantenimiento diario de los aviones.

##### **1.1.1.2 Causas específicas**

Existen diversos parámetros que pueden ocasionar un accidente debido a la utilización de equipos en mal estado y traer consecuencias muy graves ya sea por la caducidad de manómetros el mismo que nos pueden dar lecturas erróneas, fugas de nitrógeno al ambiente, deterioró de cañerías, provocando un accidente debido a sus



altas presiones que tiene que operar en un equipo para el mantenimiento de una aeronave.

### **1.1.2 Delimitación del problema**

Debido que es una problemática general en Fuerza Aérea ya sea por la falta de recursos económicos y la mala administración de fondos por parte de gobiernos anteriores que no se preocuparon en la tecnología actualizada de aeronaves por diversos factores políticos, me enfocare en la realidad actual que se encuentran los equipos de apoyo en tierra para solucionar con todo lo aprendido en los semestres de neumática e implementar un diseño de un equipo de apoyo en tierra para el relleno de nitrógeno a baja y alta presión que será utilizado en aviones de combate de la Base Aérea de Taura.

#### **1.1.2.1 Problema de la investigación**

¿Qué preocupación tienen los técnicos con los equipos de apoyo en tierra al realizar el mantenimiento de aviones en la Base Aérea de Taura?

La vida útil del equipo que se encuentra en mal estado ya que aproximadamente tienen más de veinte años de edad

¿Cómo afectan estos equipos al personal de técnicos de aviones en el mantenimiento de aeronaves?

Estos equipos por su tiempo útil de vida, se encuentran deteriorados y en mal estado provocando altos parámetros de inseguridad tales como manómetros que se encuentran des calibrados y existen presiones altas de nitrógeno que se utiliza para completar la presión de precarga de gas necesario en acumuladores hidráulicos, amortiguadores del tren principal y tren de nariz, comprobación de los cilindros laterales y longitudinales de los trenes de aterrizaje, chequeo del sangrado de liquido hidráulico en los trenes y eyección de la burbuja convirtiéndose en un mantenimiento de alto riesgo ya que pueden explotar por una sobre presión y causar un grave daño al personal de técnicos de la Base Aérea de Taura.

#### **1.1.2.2 Sub-problema de la investigación**

¿Qué puede ocasionar la lectura errónea de un manómetro que se encuentre des calibrado, una válvula by - pas en mal funcionamiento ya sea por su tiempo de vida, un regulador de presión defectuoso, etc?

La lectura de un manómetro debe ser precisa ya que si trabajamos con altas presiones estamos expuestos a graves daños, una válvula by - pas en mal funcionamiento puede ser que por su tiempo de vida se oxide y no cumpla su función a la cual está determinada, un regulador de presión defectuoso puede enviar más presión que la normal.

### **1.1.3 Formulación del problema**

Los aspectos generales de evaluación son:

- Debido a la importancia que tiene el diseño tecnológico de un cargador de gas de nitrógeno que nos permita operar, cumpliendo parámetros de seguridad servirá de gran ayuda a la Fuerza Aérea Ecuatoriana constituyendo un proyecto relevante.
- El hecho de encontrar una posible solución en el diseño del gas compresor de nitrógeno en el tiempo real que tengo que cumplir y utilizando los recursos económicos y tecnológicos que nos brinda la Fuerza Aérea Ecuatoriana se podría decir que es factible.
- La investigación será preciso, directo en vista que al obtener conocimientos amplios sobre neumático e hidráulica facilitará la investigación permitiendo encontrar lo más corto y adecuado facilitando el proyecto de forma muy concreta.
- Observando los diversos problemas que existe en los equipos de apoyo en tierra vemos la necesidad de solucionarlo para un mejor mantenimiento lo cual es evidente.
- El diseño del proyecto va limitado a un estudio científico en un lapso de seis meses siendo con anterioridad ya estudiado para favorecer a la fuerza Aérea Ecuatoriana.
- El mantenimiento preventivo en la aplicación del proyecto asimila a la práctica social y tecnológica para aplicar el mantenimiento contextual en distintas empresas.

#### **1.1.4 Sistematización del Problema**

Para desarrollar éste tema inicio de la formulación de preguntas, sobre los sub-problemas de la investigación, cuyas respuestas, soluciones o entendimiento contribuirá con la ejecución del proyecto, estas preguntas son:

¿Qué función cumple los manómetros de alta y baja presión, manómetro de presión externa y manómetro de presión de las botellas?

¿Qué función tienen las válvulas Check, válvulas Relief, válvulas shutoff y la valvula Ball ?

¿Qué función tiene el regulador de alta presión y el regulador de baja presión?

¿Qué propósito tiene el filtro Line?

¿Qué tipo de mantenimiento se realizará para la vida útil de un equipo de apoyo en tierra que servirá para reabastecer nitrógeno a una aeronave?

¿Qué normas de seguridad puede tener un equipo al momento que un técnico realice el respectivo mantenimiento a la aeronave?

¿Cómo reducirían los riesgos de accidente, planteado en un mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo?

#### **1.1.5 Determinación del tema.**

- Sector: Educacional – Industrial.
- Área: Neumática e Hidráulica Industrial.
- Proyecto: Diseño de un equipo de apoyo en tierra para el relleno de nitrógeno a baja y alta presión que será utilizado en aviones de combate de la Base Aérea de Taura.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Diseñar un cargador de nitrógeno de alta y baja presión que sirva para el relleno del nitrógeno en sistemas propios del avión, como en actuadores hidráulicos, trenes de aterrizajes, y otros instrumentos hidroneumáticos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Inspeccionar el sistema de sangrado de liquido hidráulico a través del relleno de nitrógeno
- Detectar la falta de liquido hidráulico en un actuador por medio de la presión de nitrógeno
- Observar la compresión de nitrógeno y liquido hidráulico que ocasiona los amortiguadores en un aterrizaje forzado
- Verificar el chequeo diario de la presión exacta de nitrógeno que tiene un neumático de avión
- Diferenciar los parámetros que pueden tener al cheque diario de baja presión con relación al de alta presión en sistemas propios del avión.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1 Justificación de la investigación**

La inseguridad que existe en otros equipos de apoyo genera una perdida continua de nitrógeno al existir fugas, deterioro de cañerías mala calibración de instrumentos como manómetros, válvulas, etc. Provoca una gran pérdida a la Fuerza Aérea Ecuatoriana por ende al estado debido al bienestar social y económico de una prestigiosa entidad como es la Fuerza Aérea he visto la necesidad de mejorar y diseñar tecnológicamente un equipo que servirá para aviones de combate de la Base Aérea de Taura.

El múltiple uso de este equipo en tierra en mantenimiento del avión y chequeos diarios y visitas semanales e inspecciones mayores genera la necesidad de diseñar de la mejor manera un cargador de nitrógeno con los parámetros de seguridad ya que estamos expuestos a presiones superiores e inferiores a los 200 bares(3000 PSI)

### **1.3.2 viabilidad Técnica**

Actualmente tengo un asesoramiento técnico profesional de los niveles respectivos en cada área de mantenimiento de aeronaves, como una sección de ordenes técnicas donde se encuentran una infinidad de manuales técnicos permitiéndome desarrollar mi proyecto en un 60% completando el porcentaje restante en conocimiento técnico obtenido en las aulas de la universidad de Milagro.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1 MARCO TEÓRICO.**

##### **2.1.1 Antecedentes históricos**

En la Base Aérea de Taura hace cuatro años atrás el mal funcionamiento de válvulas, manómetros des calibrados y otros factores, permitió que una botella de nitrógeno que se encuentra con gas comprimido a una presión de 200 bar (3000psi) al estar realizando un relleno de presión a un neumático de avión explote por un exceso de presión dando como consecuencia un accidente no deseado. Desde el punto de vista inicial he visto la necesidad de diseñar un cargador de nitrógeno con parámetros de seguridad para un mejor mantenimiento de aeronaves

El uso de nitrógeno para inflar los neumáticos, relleno de acumuladores de presión, y para completar la presión de llenado de gas de las estaciones de acumuladores no es ninguna novedad. La tecnología ha sido conocida desde hace casi 30 años.

Desde hace casi treinta años los cauchos en coches deportivos, también en los más rápidos que son utilizados en la Fórmula 1, se inflan con nitrógeno.

En la actualidad existe equipos de apoyo en tierra para realizar el mantenimiento de aviones de última tecnología tanto así que existen casas fabricantes de equipos portátiles tales como Maximator un organismo internacional dedicado exclusivamente en la construcción de compresores propulsor de gas y accesorios de equipos .

La presión de inflado de neumáticos debe ser controlada diariamente en todas las aeronaves. El aumento de temperatura tiende a aumentar la presión del neumático, y la disminución de la misma tiende a disminuir la presión del neumático. El mecanismo de la explosión del neumático se considera que es producido por el recalentamiento del neumático o el freno o la combinación de ambos se utilizan neumáticos inflados con nitrógeno, ya que es un gas inerte, que evita la explosión, evitando también la corrosión.

Los neumáticos gastados suelen revelar sobre inflado, bajo inflado, problemas en el tren de aterrizaje o ruedas, y a veces, problemas en un neumático localizado adyacente en un mismo tren.

### DESGASTES MÁS COMUNES

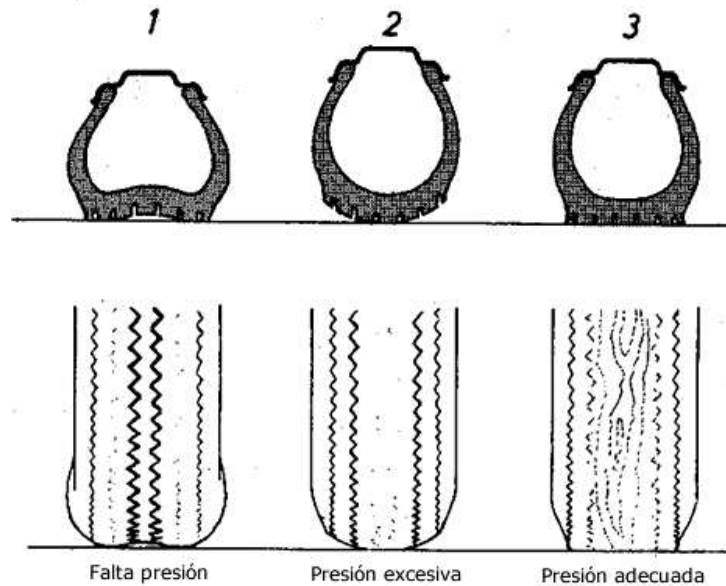


FIGURA 2.1: Efecto de la presión de inflado en el desgaste de los neumáticos

➤ Zona central

Desgaste excesivo y uniforme de la zona central.

Causas posibles: excesiva presión de inflado.

➤ Bordes exteriores

Desgaste excesivo de ambos laterales.

Causas posibles: presión de inflado demasiado baja.

➤ Desigual (zona central)

Desgaste desigual de la zona central.

Causas posibles: problemas con la suspensión.

➤ Local (zona central)

Desgaste localizado y puntual en la zona central.

Causas posibles: frenado excesivo.

➤ Lateral

Desgaste de sólo uno de los bordes.

Causas posibles: dirección defectuosa.

## **2.1.2 Antecedentes referenciales**

### **2.1.2.1 Gases comprimidos y clasificación**

Todos los gases comprimidos son peligrosos debido a la presión dentro de los cilindros. El gas puede liberarse de forma deliberada al abrir la válvula del cilindro, o accidentalmente por una válvula que gotea o está quebrada o por un dispositivo de seguridad. Incluso a presiones relativamente bajas el gas puede fluir rápidamente de un cilindro que gotea o que está abierto.

Debe haber muchos casos en los que los cilindros dañados se han convertido en cohetes sin control y han provocado daños y lesiones severas. Este peligro se da cuando los cilindros no cubiertos y sin seguro fueron golpeados haciendo que la válvula del cilindro se quebrara y el gas de alta presión escapara rápidamente. La mayoría de las válvulas de los cilindros están diseñadas para quebrarse en un punto con una abertura de alrededor de 0.75 cm (0.3 pulgadas). Este diseño limita la proporción del gas que se libera y reduce la velocidad del cilindro. Este límite puede evitar que cilindros más grandes y más pesados sean "lanzados" como un rocket, aunque cilindros más pequeños o más livianos puedan despegar también.

Existen tres grupos principales de gases comprimidos almacenados en cilindros:

- Líquidos
- no líquidos
- gases disueltos

En cada caso, la presión del gas en el cilindro se da comúnmente en unidades de kilo Pascales (kPa) o libras por pulgada cuadrada manométrica (psi).

Presión de manómetro = Presión total del gas dentro del cilindro menos presión atmosférica.

La presión atmosférica es normalmente de 101.4 kPa (14.7 psi). Nótese que el cilindro de gas comprimido con una lectura de manómetro de presión de 0 kPa o 0 psi no está realmente vacío. Todavía contiene gas a presión atmosférica.

### ➤ Gases Líquidos

Los gases líquidos son gases que pueden convertirse en líquidos a temperaturas normales cuando están dentro de cilindros a presión. Existe dentro del cilindro un balance de vapor- líquido. Inicialmente el cilindro está casi lleno de líquido, y el gas llena el espacio arriba del líquido. Conforme el gas se saca del cilindro, suficiente líquido se evapora para reemplazarlo, manteniendo la presión del cilindro constante. Amoníaco anhidro, cloro, propano, óxido nitroso y dióxido de carbono son ejemplos de gases líquidos.

### ➤ Gases No Líquidos

Los gases no líquidos se conocen también como gases permanentes, presurizados o comprimidos. Estos gases no se vuelven líquidos cuando están comprimidos a temperaturas normales, incluso a muy altas presiones. Ejemplos comunes de estos son el oxígeno, nitrógeno, helio y argón.

### ➤ Gases Disueltos

El acetileno es el único gas disuelto común. El acetileno es químicamente muy inestable. Incluso a presión atmosférica el gas acetileno puede explotar. Sin embargo, el acetileno se almacena rutinariamente y se utiliza de manera segura en cilindros a altas presiones (hasta 250 psi a 21°C).

Esto es posible porque los cilindros de acetileno están completamente empacados con rellenos porosos e inertes. El relleno está saturado con acetona u otro solvente conveniente. Cuando el gas acetileno se agrega al cilindro, el gas se disuelve en la acetona. El acetileno en solución es estable.

### 2.1.3 Nitrógeno

Elemento químico, símbolo N, número atómico 7 es un gas en condiciones normales. El nitrógeno molecular es el principal constituyente de la atmósfera (78% por volumen de aire seco). Esta concentración es resultado del balance entre la fijación del nitrógeno atmosférico por acción bacteriana, eléctrica (relámpagos) y química (industrial) y su liberación a través de la descomposición de materias



orgánicas por bacterias o por combustión. En estado combinado, el nitrógeno se presenta en diversas formas. Es constituyente de todas las proteínas (vegetales y animales), así como también de muchos materiales orgánicos. Su principal fuente mineral es el nitrato de sodio.

### **2.1.3.1 Efectos del Nitrógeno sobre la salud**

Las moléculas de Nitrógeno se encuentran principalmente en el aire. En agua y suelos el Nitrógeno puede ser encontrado en forma de nitratos y nitritos. Todas estas sustancias son parte del ciclo del Nitrógeno, aunque hay una conexión entre todos.

Los humanos han cambiado radicalmente las proporciones naturales de nitratos y nitritos, mayormente debido a la aplicación de estiércoles que contienen nitrato. El Nitrógeno es emitido extensamente por las industrias, incrementando los suministros de nitratos y nitritos en el suelo y agua como consecuencia de reacciones que tienen lugar en el ciclo del Nitrógeno.

Las concentraciones de Nitrógeno en agua potable aumentarán grandemente debido a esto.

Nitratos y nitritos son conocidos por causar varios efectos sobre la salud. Estos son los efectos más comunes:

- Reacciones con la hemoglobina en la sangre, causando una disminución en la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre. (nitrito)
- Disminución del funcionamiento de la glándula tiroidea. (nitrato)
- Bajo almacenamiento de la vitamina A. (nitrato)
- Producción de nitrosaminas, las cuales son conocidas como una de la más común causa de cáncer. (nitratos y nitritos)

Pero desde un punto de vista metabólico, el óxido de nitrógeno (NO) es mucho más importante que el nitrógeno. En 1987, Salvador Moncada descubrió que éste era un mensajero vital del cuerpo para la relajación de los músculos, y hoy sabemos que está involucrado en el sistema cardiovascular, el sistema inmunitario, el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. La enzima que produce el óxido nítrico, es abundante en el cerebro.

Aunque el óxido nítrico tiene una vida relativamente corta, se puede difundir a través de las membranas para llevar a cabo sus funciones. En 1991, un equipo encabezado por K.–E.Anderson del hospital universitario de Lund, Suecia, demostró que el óxido nítrico activa la erección por medio de la relajación del músculo que controla el flujo de sangre en el pene. La droga Viagra trabaja liberando óxido nítrico para producir el mismo efecto.

### 2.1.3.2 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El nitrógeno es un asfixiante simple. En humanos se presentan los siguientes síntomas por deficiencia de oxígeno:

Concentración síntomas de exposición 12-16% Oxígeno: Respiración y grados del pulso aumenta, coordinación muscular es ligeramente alterada.

10-14% Oxígeno: Efectos emocionales, fatiga anormal, respiración perturbada.

6-10% Oxígeno: Nausea y vómito, colapso o pérdida de la conciencia.

Abajo 6%: Movimientos convulsivos, colapso respiratorio y posible muerte.



FIGURA 2.2: Esquema de un cilindro de nitrógeno

El nitrógeno se transporta en cilindros color negro de acuerdo a lo establecido por la Norma Técnica Colombiana NTC 1672

Los cilindros se deben transportar en una posición segura en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros de gas comprimido en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y debe ser descartado.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Gas propulsor compresor (booster)



FIGURA 2.3: Esquema de varios sistemas propulsores de gas industrial

Los MAXIMATOR de alta presión propulsora son convenientes para el aceite la condensación libre de gases y aire. Los gases industriales fácilmente pueden comprimirse tales como el Argón, Helio, Hidrógeno y Nitrógeno a las presiones que opera de 1,500 bares (21,750 psi), Oxígeno a 350 bares (5,075 psi).

El conductor de aire propulsor es una alternativa eficaz en lugar de los productos eléctricamente manejados que puede ser usado en grandes explosiones en el área Como resultado de la amplia gama de modelos es posible para seleccionar el propulsor óptimo para cada aplicación.

La sola fase, acción doble o dos propulsores de la fase o una combinación de estos modelos puede usarse para lograr las presiones que opera diferentes y capacidades de flujo.

#### Aplicaciones

- Prueba de presión con gas
- Transferencia de gas
- Recuperación de gas
- Relleno de nitrógeno en acumuladores
- Suministro para aislamiento de un sistema de gas
- Recuperador de aire de botella

Ejemplos de aplicaciones:

## Sistema Airbag

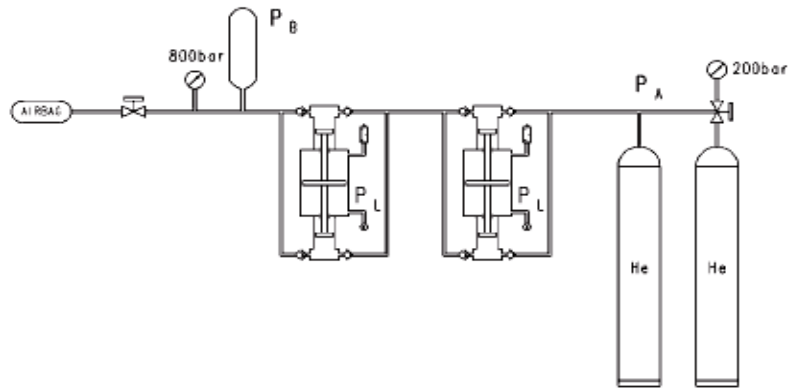


FIGURA 2.4: Relleno de sistema de airbag con helio a 800bar (11.600psi)

## Recuperación de gas en cilindros

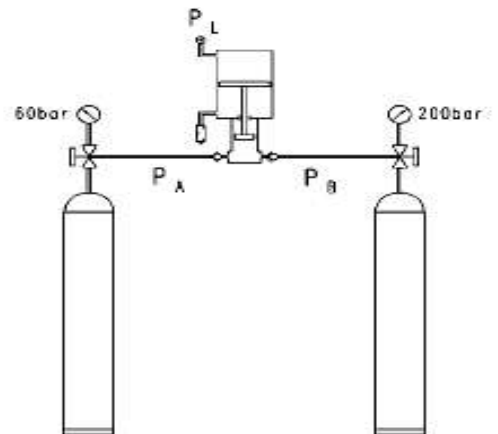


FIGURA 2.5: Recuperación de gas nitrógeno al máximo en cilindros

## Almacenamiento de botellas pequeñas guardadas para salvar vidas

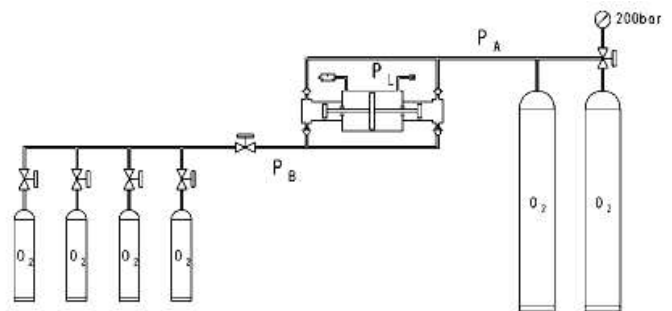
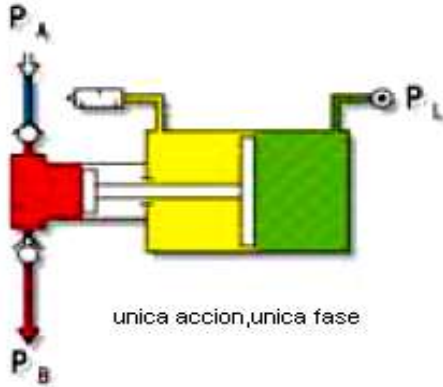


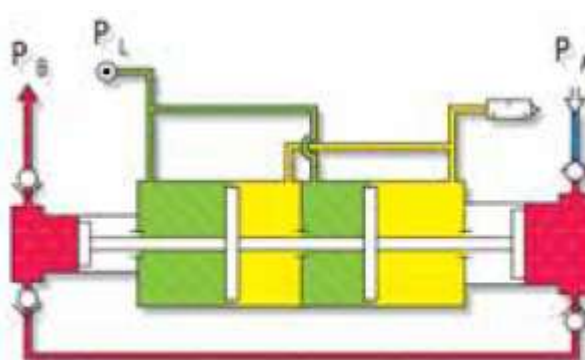
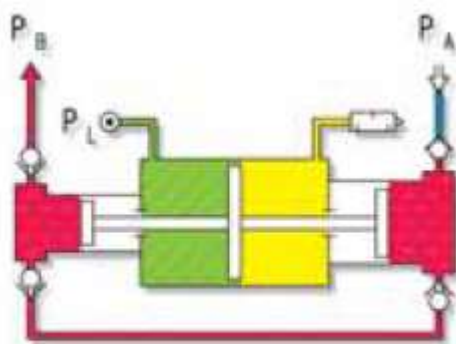
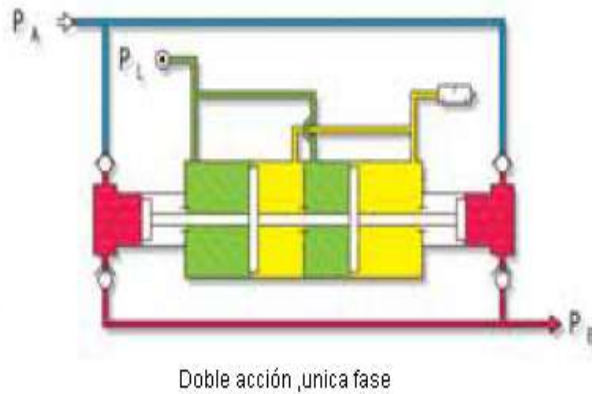
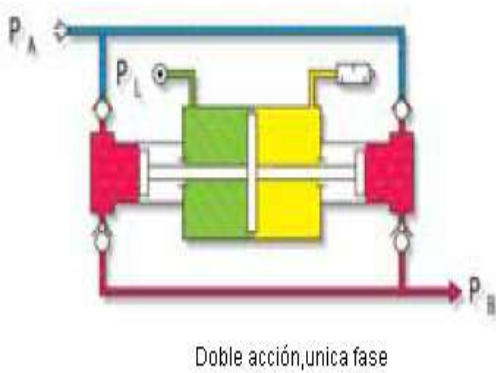
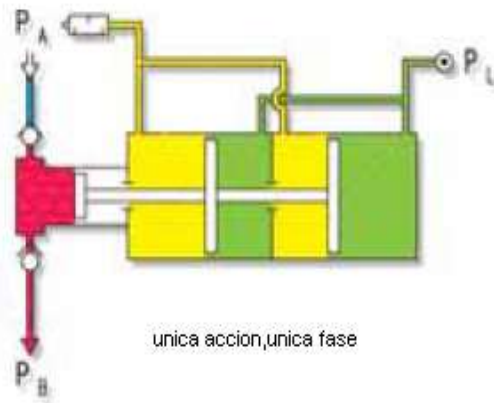
FIGURA 2.6: Transferencia de oxígeno en pequeños cilindros

## Modelos con apreciación generalizada de gas booster

Propulsor con un pistón conductor de aire



Propulsores con dos pistones conductores de aire



—  $P_L$  Conductor de aire

—  $P_B$  Presión de la toma de energía

—  $P_A$  Entrada de presión

— Descarga de aire

FIGURA 2.7: Modelos generalizados de gas propulsor (booster)

## Operaciones principales

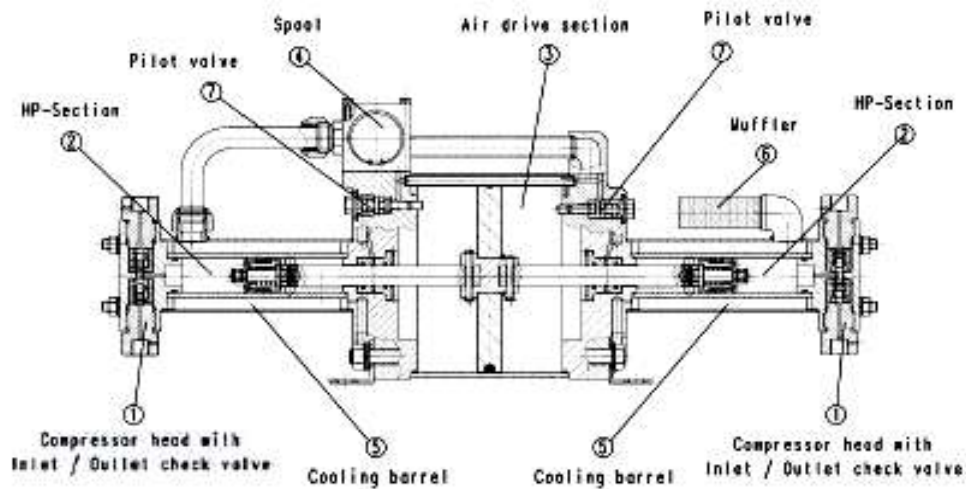


FIGURA 2.8: Operaciones principales del propulsor de gas

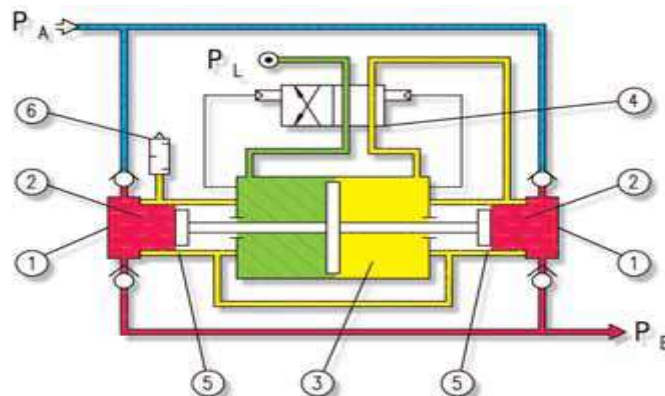


FIGURA 2.9: Esquema didáctico del propulsor compresor de gas

Los propulsores de **MAXIMATOR** operando al principio es similar el intensificador para presión. El aire es llevado al desplazarse el pistón es cargado con baja presión (pistón con aire (3)) y trabaja en una pequeña área con alta presión (alta presión (2)). El funcionamiento continua, logrando por pilotear la operación 4/2 de la misma manera la válvula de (la bobina (4)). La bobina continua su funcionamiento logrando por pilotear la operación 4/2 de la misma manera la válvula de (la bobina (4)). La bobina primicias conduce aire alternadamente en la parte superior y superficie del fondo del pistón de aire. La bobina es pilotada a través de dos 2/2 de la misma manera las válvulas (las válvulas piloto (7)) que son mecánicamente manipuladas a través del pistón de aire en sus posiciones finales.

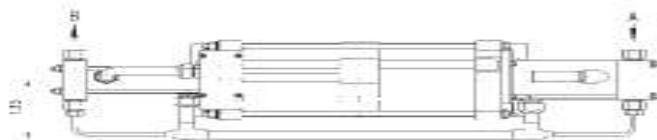
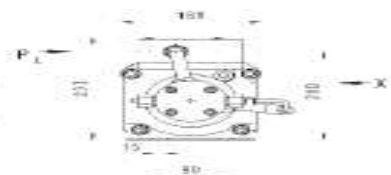
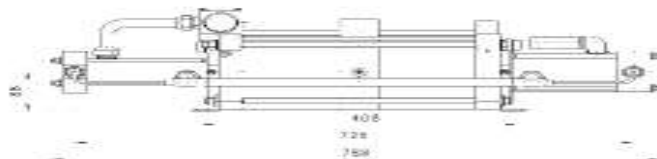
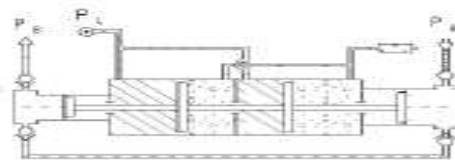
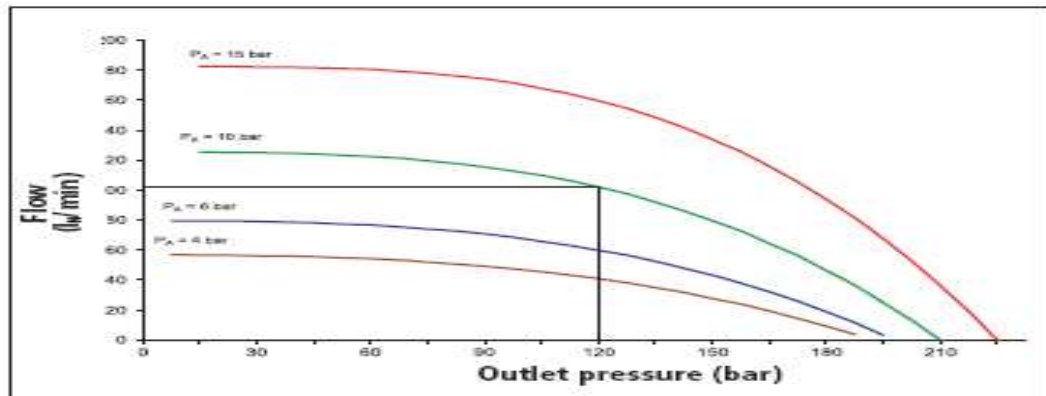
Las válvulas piloto cargan y descargan el compartimiento de la bobina .la fuerza del pistón apoyado por las válvulas anti retorno (entrada de la válvula anti retorno y salida de la válvula anti retorno (1)) entrega el flujo .La presión de salida es directamente relacionada al aire fijo conduciendo la presión .Según las fórmulas indicadas en el manual técnico de los propulsores, la presión del fin estática, puede calcularse. A esta presión un equilibrio de fuerza entre la sección conducida y la sección de gas se logra. El propulsor encerrado cuando esta la presión final es alcanzada, y hace que no consuma aire en gran cantidad

Un mínimo de presión a lado de presión alta o un aumento de presión a lado conduce la salida automática propulsora hasta que el equilibrio de fuerza se logre de nuevo. Adicionalmente la Maximotor propulsora puede ser cambiado de encendido y apagado automáticamente a través de maximotor el aire guiado las medidas de los interruptores de contacto o dispositivos de control externo.

## Model: DLE 5-15-2

Flow: 102 l<sub>w</sub>/min (3.6 SCFM)

at an inlet pressure of 10 bar (145 psi), outlet pressure of 120 bar (1,740 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- high outlet pressure
- low inlet pressure

### Technische Daten

### DLE 5-15-2

Pressure ratio	1:10 / 1:30
Max. compression ratio	1:45
Stage ratio	1:3
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	3,2 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub> + 3 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (22.76)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	24
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

FIGURA 2.10: Modelo Booster DEL 5-15-2



## 2.2.2 Tipos de Válvulas

### 2.2.2.1 Válvula Anti retorno

La válvula anti retorno (fig. 2.11) está destinada a impedir una inversión de la circulación del gas permitiendo dirigir en un solo sentido evitando la formación de mezclas no deseadas por medio de una válvula de retención, minimiza las fugas por medio de una válvula activada por un muelle con estanqueidad vía elastómeros, presión de apertura aprox. 2 bares múltiples aplicaciones apto para muchos gases industriales



FIGURA 2.11: Válvulas de retención

Las válvulas anti retorno protegen instalaciones y tuberías contra retornos de gas en aplicaciones con gases corrosivos en la industria química, en laboratorios o en procesos industriales, se instala en cualquier posición la temperatura ambiente no debe sobrepasar los 150 °C. (Máx. 60 °C con oxígeno)

#### Mantenimiento

- Como mínimo realizar una revisión anual de seguridad contra retorno de gas y estanqueidad a la atmósfera.
- Solamente el fabricante puede abrir y reparar las válvulas anti retorno

#### Normas/Reglamentos de construcción

Empresa certificada según, ISO 9001:2000, ISO 14001 y DGRL 97/23/CE Modulo H  
Marcado CE según:- Directiva de aparatos a presión 97/23/CE

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Modelo	Gas	Presión máx. de servicio [bar]	Material	Junta	Peso [g]	Conexión [pulgadas]	N° de articulo
800-ES	Verificado anti-incendio para Oxígeno (O) con una temperatura de gas de 60 °C.	240	Acero Inox.	Elastómero	730	1/4" NPT	311.002
	Argón (Ar) Aire (D) Nitrógeno (N) Hidrógeno (H) Metano, gas natural (M)	300					

TABLA 2.1: Especificación Técnica de la válvula Anti retorno

### 2.2.2.2 VALVULAS DE CORTE RAPIDO O BOLA

Las válvulas de bola son de ¼ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto (fig. 2.12).

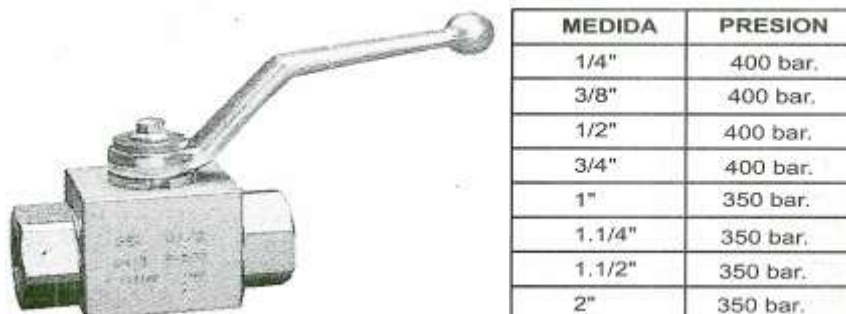


FIGURA 2.12: Válvulas de corte rápida o bola

#### Recomendada para

- Para servicio de conducción y corte, sin estrangulación.
- Cuando se requiere apertura rápida.
- Para temperaturas moderadas.

#### Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Dejar suficiente espacio para accionar una manija larga.

### 2.2.2.3 VALVULA REGULADORA

La válvula reguladora (fig. 2.13) Cuando se genera mucho aire a presión y este va a mucha velocidad y queremos reducir el caudal para que funcione bien el cilindro, para eso usaremos una válvula reguladora de caudal. Esta funciona de tal forma que cuando enroscamos el “caracol” el caudal disminuye ya que hace frenar el aire a presión. Normalmente se acopla un anti retorno, para que el fluido solamente vaya estrictamente en un sentido, evitando así grandes problemas.

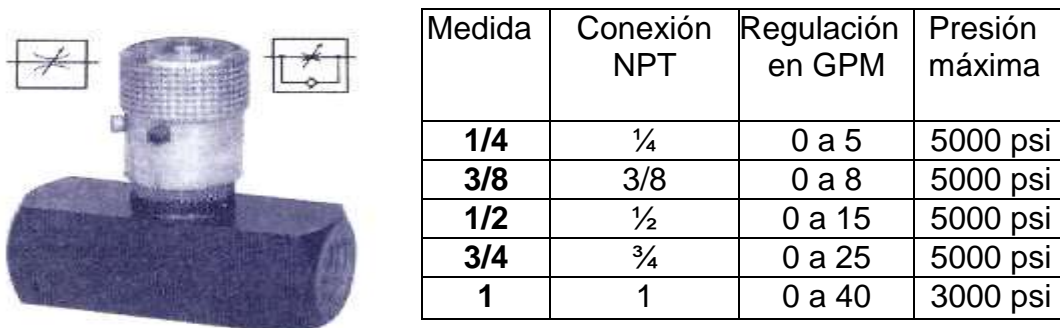


FIGURA 2.13: Válvula Reguladora de corte rápida o bola

#### Recomendada para

- Estrangulación o regulación de circulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Para corte positivo de gases o aire.
- Cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

#### Aplicaciones

- Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos, pastas semilíquidas.

#### Ventajas

- Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.

- Control preciso de la circulación.
- **Desventajas**
- Gran caída de presión.
- Costo relativo elevado.

### **Variaciones**

Normal (estándar), en "Y", en ángulo, de tres vías.

### **Materiales**

Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, acero inoxidable, plásticos,

Componentes: diversos.

### **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

Instalar de modo que la presión este debajo del disco, excepto en servicio con vapor a alta temperatura.

### **Registro en lubricación.**

Hay que abrir ligeramente la válvula para expulsar los cuerpos extraños del asiento.

Apretar la tuerca de la empaquetadura, para corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.

### **Especificaciones para el pedido**

- Tipo de conexiones de extremo.
- Tipo de disco.
- Tipo de asiento.
- Tipo de vástago.
- Tipo de empaquetadura o sello del vástago.
- Tipo de bonete.
- Capacidad nominal para presión.
- Capacidad nominal para temperatura.

#### **2.2.2.4 Válvulas de desahogo (alivio)**

Una válvula de desahogo (fig. 1-9) es de acción automática para tener regulación automática de la presión. El uso principal de esta válvula es para servicio no comprimible y se abre con lentitud conforme aumenta la presión, para regularla.

La válvula de seguridad es similar a la válvula de desahogo y se abre con rapidez con un "salto" para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimibles.

El tamaño de las válvulas de desahogo es muy importante y se determina mediante formulas específicas.

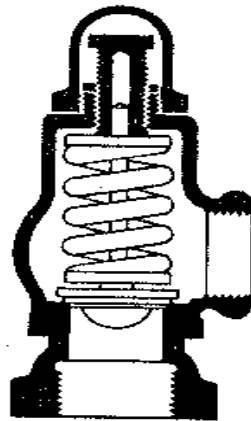


FIGURA 2.14: Válvula de alivio de presión

#### **Recomendada para**

Sistemas en donde se necesita una gama predeterminada de presiones.

#### **Aplicaciones**

Agua caliente, vapor de agua, gases, vapores.

#### **Ventajas**

- Bajo costo.
- No se requiere potencia auxiliar para la operación.

#### **Variaciones**

- Seguridad, desahogo de seguridad.
- Construcción con diafragma para válvulas utilizadas en servicio corrosivo.

### **Materiales**

Cuerpo: hierro fundido, acero al carbono, vidrio y TFE, bronce, latón, camisa de TFE, acero inoxidable.

Componentes: diversos.

### **Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento**

Se debe instalar de acuerdo con las disposiciones del Código ASME para recipientes de presión sin fuego.

Se debe instalar en lugares de fácil acceso para inspección y mantenimiento.

## **2.2.3 Válvulas neumáticas**

Las válvulas neumáticas tienen una gran importancia dentro del mundo de la neumática. En esta sección veremos las diferentes clases de válvulas que existen.

### **1. Válvulas de distribución**

Como su propio nombre lo indica son las encargadas de distribuir el aire comprimido en los diferentes actuadores neumáticos.

### **2. Válvulas de bloqueo**

Son válvulas con la capacidad de bloquear el paso del aire comprimido cuando se dan ciertas condiciones en el circuito.

### **3. Válvulas reguladoras**

Aquí nos encontramos con las válvulas que regulan el caudal y las válvulas que regulan la presión.

### **4. Válvulas secuenciales**

Las válvulas neumáticas son considerados elementos de mando, de hecho necesitan o consumen poca energía y a cambio son capaces de gobernar una energía muy superior.

Así mismo cada clase de válvulas mencionadas tienen sus diferentes tipos.

### **2.2.3.1 Válvulas de distribución**

Se pueden clasificar de varias maneras, por su construcción interna, por su accionamiento y por el número de vías y posiciones.

Las clasificaciones más importante es por el numero de vías y posiciones, aunque en este tipo de clasificación no se tiene presente no se tiene presente su construcción ni el pilotaje que lleva.

Si tenemos la clasificación de estas válvulas por su tipo de accionamiento tendremos la información precisa para saber si la válvula accionada directamente o indirectamente.

En cambio si hacemos una clasificación por su construcción física, sabremos si es de corredera, de disco o de asiento.

### **2.2.3.2 Válvulas de bloqueo**

En este tipo de válvula encontraremos, válvulas anti retorno, de simultaneidad, de selección de circuito y de escape.

### **2.2.3.3 Válvulas de regulación**

En esta clase de válvulas encontraremos que tipo de regulación hacen, si son con aire de entrada o de salida, y las válvulas de presión

Desde esta sección tendremos en forma más detallada y ordenada de los diferentes tipos y clasificación de las válvulas neumáticas

### **2.2.3.4 Válvula distribuidora 1**

Si se desea accionar un pistón o cilindro, primero se tiene que llenar la 1ª cámara, y segundo se debe vaciar la 2ª cámara, de otra manera no se moverá el vástago del cilindro. Para poder hacer este proceso disponemos de las válvulas distribuidoras. Por este motivo, son fundamentalmente válvulas de mando o comando. Las válvulas distribuidoras también pueden controlar a otras válvulas distribuidoras. Como hemos dicho al inicio de la sección, las válvulas distribuidoras se pueden clasificar de diferentes maneras. Vamos a verlo y a estudiarlo con detenimiento:

## 2.2.4 Clasificación por construcción

Cuando nos referimos a la clasificación por construcción, lo hacemos respecto a su construcción interna y no a la externa, para poder distribuir el aire. Disponemos de tres tipos o subclases, de corredera, de disco y de asiento. Cada tipo de válvula se utiliza para según qué necesidad tengamos. Veamos en qué consisten cada tipo de válvulas y que ventajas tienen:

**De corredera:** Disponen de un embolo móvil que es el encargado de obturar o liberar el paso del aire. Como ventaja reseñable podemos decir que se necesita poca energía para accionar la válvula, aunque tenga que vencer al rozamiento por sus características constructivas.

**De disco:** Su accionamiento es puramente manual, y consta de un disco que se coloca manualmente sobre el orificio de paso del aire al accionar una palanca. Pueden obturar o liberar varios orificios de paso.

**De asiento:** Disponen en su constitución física de un obturador que se mueve en la misma dirección del aire. Se usan para caudales o muy grandes o muy pequeños, para el resto de caudales se suele usar las válvulas de corredera.

## 2.2.5 Clasificación por accionamiento

Disponemos de dos tipos de accionamiento, los que se realizan de forma indirecta, es decir, mediante electricidad o mecánica, y los accionamientos manuales o directos, con algún tipo de mecanismo para que un operario interactúe.

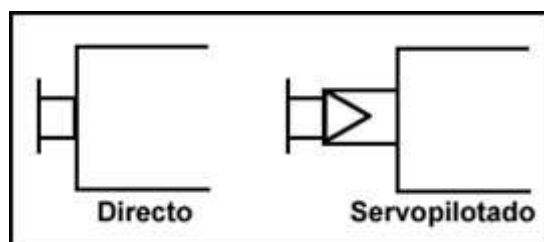


FIGURA 2.15 Accionamientos directo e indirecto



En los dibujos, si nos fijamos bien, veremos que los tipos de accionamiento son manuales, la diferencia estriba en que el dibujo de la izquierda llamado indirecto, es en realidad un accionamiento servo pilotado, es decir, se necesita a un operario para su accionamiento, igual que en el dibujo de la derecha. El servo pilotaje del ejemplo se realiza por presión. Así podemos llegar a la conclusión de que existen accionamientos mixtos:

1. Manual o directo.
2. Servo pilotado o semidirecto o semiindirecto.
3. Indirecto o pilotado.

Cuando hablamos de accionamiento, siempre nos estaremos refiriendo, al movimiento de la parte móvil que consta en la válvula.

## **2.2.6 Válvula distribuidora 2.**

### **2.2.6.1 Clasificación por número de vías y posiciones**

Para empezar tenemos que hacer una serie de consideraciones, explicar que es lo que entendemos por vías y posición, de esta manera clarificaremos este complejo tema:

**Vía:** Entendemos por vía, el orificio de conexión externa que dispone la válvula. No se deben tener en cuenta, los orificios que sean de purga, o las conexiones que disponga la válvula para su pilotaje.

**Posición:** Se refiere a las conexiones internas, es decir, la válvula nos indicará las conexiones internas que puede realizar según su diseño, que será el número de posiciones.

Ahora que ya sabemos la relación existente entre vías y posiciones, y que clase de conexión son, podemos explicar su representación gráfica o simbología:

La válvula se representa por una serie de cuadrados, cada cuadrado de la válvula representa una posición que la válvula puede adoptar. Lo más común es encontrarse con válvulas de dos posiciones. Cuando se representa una válvula en un esquema o plano neumático, siempre se hace respecto a su posición de reposo o inicial, nos referimos a las líneas externas que representan los tubos de conexión y que aquí no estarán dibujadas para no confundir.

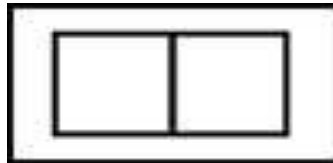


FIGURA 2.16: Válvula de dos posiciones

En el dibujo podemos observar dos cuadros, es decir, dos posiciones. Las vías se dibujan en el interior de cada posición o cuadrado. Las vías que se hallen **cerradas**, se representan con una **T**, y las vías conectadas entre sí las vemos unidas por una línea con una o dos flechas. Las flechas nos indican el sentido de circulación del aire, de aquí podemos deducir que dos flechas nos informan de doble sentido de circulación del aire.

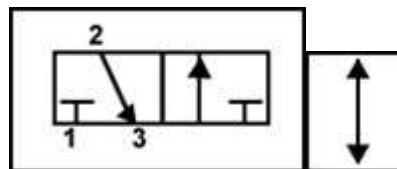


FIGURA 2.17: Válvula de doble sentido

Ahora bien, hemos dicho "líneas cerradas", esto entendido literalmente no es correcto. Estas líneas pueden ser tubos que sean de escape, con lo cual, habrá que hacerle el dibujo correspondiente; o bien, pueden ser tubos que lleven a la red de aire, a lo cual, habrá que hacerle su dibujo externo. De todos modos, en el símbolo de la válvula se representa con una **T**.

En la sección de simbología, disponemos de los dibujos a los que hacemos referencia.

Ahora, vamos a liarlo un poco más. Antiguamente las vías estaban representadas o nombradas con letras mayúsculas; en la actualidad esto no sucede, se nombran con números. Pero, independientemente que nos encontremos planos antiguos o

actuales, siempre veremos esta nomenclatura escrita en la posición de reposo o inicial, y NUNCA, se vuelve a escribir la nomenclatura en la otra u otras posiciones, principalmente para no complicar la comprensión del plano o esquema.

Así, nos encontramos con diferentes tipos de válvulas, por ejemplo, la válvula 2/2. Pero en este 2/2, ¿qué significa cada 2? Perfecto, vamos a explicarlo. El primer 2, nos indica el número de vías, y el segundo 2, nos dice el número de posiciones. Otro ejemplo más claro: **La válvula 3/2**, es una válvula de tres vías y dos posiciones.

Con estas sencillas explicaciones, ya podemos entender que significan los símbolos que están dibujados en la sección de simbología.

### 2.2.6.2 Clasificación de Válvulas de bloqueo

En primer lugar, diremos que este tipo de válvula tienen la peculiaridad de accionarse ante unas determinadas condiciones. En segundo lugar, debemos saber que dependiendo el desempeño que tengan que realizar usaremos un tipo u otro, por lo tanto, disponemos de varios tipos que son:

1. Anti retorno.
2. Simultáneas.
3. Selectivas.
4. De escape.

### 2.2.6.3 Válvula neumática anti retorno.

Este tipo de válvula está diseñada para que deje fluir el aire en un sentido, mientras bloquea el sentido contrario.

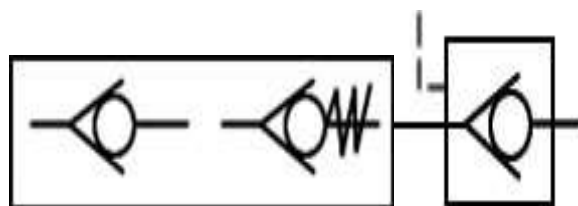


FIGURA 2.18: Válvula anti retorno

Aquí podéis observar representadas los tres tipos de válvula anti retorno que existen. El símbolo de la derecha representa una válvula anti retorno pilotada. La diferencia que tiene respecto a los otros dos tipos, es que cuando no está siendo pilotada actúa como una válvula anti retorno normal, mientras que cuando se la comanda o pilota, permite el paso del fluido en el sentido contrario.

En cambio, los otros dos símbolos, representan a válvulas anti retorno que solo admiten un sentido de paso de fluido o aire. El símbolo central, quiere decir que funciona con un muelle.

Las válvulas anti retorno se colocan antes que las válvulas de distribución, de esta forma protegen al circuito de posibles cortes de aire y de interferencias entre componentes.

#### **2.2.6.4 Válvulas simultáneas.**

Las válvulas simultáneas tienen dos entradas, una salida y un elemento móvil, en forma de corredera, que se desplaza por la acción del fluido al entrar por dos de sus orificios, dejando libre el tercer orificio. Si solamente entra fluido por un orificio, el orificio que debería dejar paso al fluido, queda cerrado.

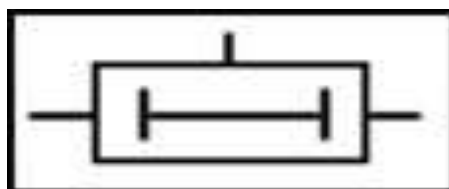


FIGURA 2.19: Válvula simultánea

#### **2.2.6.5 Válvulas selectivas.**

Las válvulas selectivas tienen 2 entradas y una salida. Su elemento móvil suele ser una bola metálica. Cada una de las entradas está conectada a un circuito diferente, por este motivo se llaman válvulas selectivas. Este tipo de válvula se utiliza cuando deseamos accionar una máquina desde más de un sitio de mando. El funcionamiento es sencillo de entender, si entra aire por una entrada, la bola se desplazará obturando la otra entrada y dejando salir el fluido por la salida.

Alguien se preguntará qué sucede si se da la casualidad de que entre aire por las dos entradas a la vez, pues se cerrará la que menos presión tenga, y si tiene igual presión continuará cerrada la salida porque esta no es la condición de servicio de la válvula.



FIGURA 2.20: Válvula selectiva

### 2.2.6.6 Válvulas de escape.

Este tipo de válvulas tiene dos funciones que desempeñar. Uno para liberar el aire lo antes posible, pues sí el aire tiene que pasar por gran cantidad de tubería, tardaría mucho en salir al exterior. La otra utilidad, es que a veces quedan restos de presión en las tuberías, lo cual facilita que se den errores de funcionalidad en el circuito, con este tipo de válvula se elimina esta posibilidad.

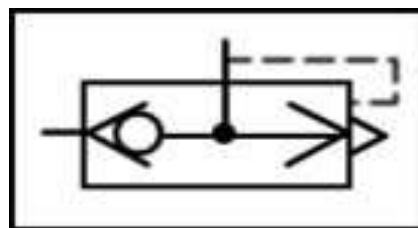


FIGURA 2.21: Válvula de escape

### 2.2.7 Válvulas de regulación.

En esta clase de válvula, nos encontramos con dos maneras diferentes de regular la cantidad de aire o fluido:

1. Por la entrada.
2. Por la salida.

### 2.2.7.1 Regulación por entrada.

La regulación por entrada quiere decir, que actuamos sobre el fluido que entra en el cilindro procedente de la red.

### 2.2.7.2 Regulación por salida.

En este caso, la regulación se realiza sobre el aire que sale hacia la atmósfera. Sí quisiéramos controlar la velocidad de un cilindro, siempre lo haríamos mediante la regulación de salida, porque admite todo tipo de carga, mientras que por regulación de entrada no.

Ahora que sabemos esto, podemos dar paso a los diferentes tipo de válvulas que disponemos para realizar las dos maneras de regulación.

### 2.2.7.3 Válvulas reguladoras de caudal.

Estas válvulas se colocan tanto en la entrada como en la salida del cilindro. El cilindro en la entrada y en la salida dispone de unos orificios con rosca y es precisamente aquí donde se alojan este tipo de válvulas. La válvula consta principalmente de un tornillo de reglaje con una contratuerca y una membrana para obturar. El tornillo de reglaje y la contratuerca se usan para tarar el paso de fluido.

### 2.2.7.4 Válvulas reguladoras de presión.

Se usan para fijar una presión de salida independientemente de la presión de entrada. De esta forma se salvaguardan los elementos que queremos proteger de fluctuaciones de presión.

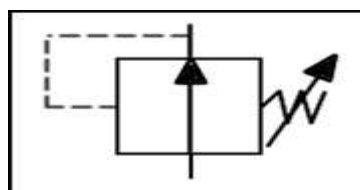


FIGURA 2.22: Válvula reguladora por presión sin escape

### 2.2.7.5 Válvula limitadora de presión.

Es una válvula similar a la válvula reguladora de presión. La diferencia estriba en su utilidad. Mientras que las válvulas reguladoras de presión se utilizan para proteger los elementos neumáticos, las válvulas limitadoras de presión se emplean para limitar la presión de toda la red. Por este motivo, se suelen colocar en los acumuladores, almacenes de aire, que ya veremos que son y para qué sirven.

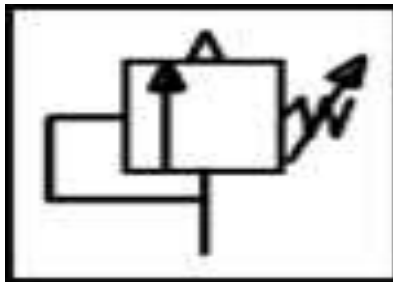


FIGURA 2.23: Válvula limitadora de presión

### 2.2.7.6 Válvula secuencial.

Las válvulas de secuencia se utilizan cuando el elemento neumático necesita una mínima presión para funcionar, entonces, se tara la válvula secuencial a dicha presión.

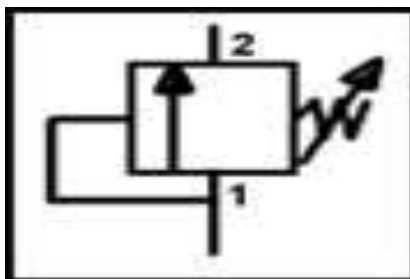


FIGURA 2.24: Válvula secuencial

Como podemos observar, los dos símbolos tienen un gran parecido, pero si nos fijamos bien, veremos que la válvula limitadora tiene un orificio de escape. Las dos válvulas se taran mediante un muelle representado

## 2.2.8 Tipos de filtros

### 2.2.8.1 Filtros serie “FW,F y TF”

- Eliminan los contaminantes del sistema
- Para servicio de gases y líquidos
- Conexiones finales de 3 a 12 mm y de 1/8 a 1/2 pulgada
- Materiales: acero inoxidable y latón

### 2.2.8.2 Filtros en línea totalmente soldados (Serie FW)

- La construcción totalmente soldada permite una contención fiable del fluido
- Los filtros en línea se utilizan en lugares donde el espacio es limitado
- El filtro se limpia fácilmente mediante lavado retrógrado
- El elemento sinterizado está disponible con poro de tamaño nominal de 0,5  $\mu\text{m}$ ; los elementos de malla plisada están disponibles con poros de tamaños nominales de 2, 7 y 15  $\mu\text{m}$ .
- Las conexiones finales incluyen racores Swagelok®, roscas NPT y accesorios de cierre frontal VCR® macho.



FIGURA 2.25: Filtros serie FW

### 2.2.8.3 Filtros en línea (Serie F)

- Los filtros en línea se utilizan en lugares donde el espacio es limitado
- Los elementos sinterizados desechables están disponibles con poros de tamaños nominales de 0.5, 2, 7, 15, 60 y 90  $\mu\text{m}$ ; los elementos de malla desechables están disponibles con poros de tamaños nominales de 40, 140, 230 y 440  $\mu\text{m}$ .



- Las conexiones finales incluyen racores Swagelok, roscas NPT, adaptadores a tubo y accesorios de cierre frontal VCR macho.



FIGURA 2.26: Filtros serie F

#### 2.2.8.4 Filtros en Te (Serie TF)

- El elemento filtrante se puede sustituir sin desmontar el cuerpo del sistema
- Los elementos sinterizados desechables están disponibles con poros de tamaños nominales de 0.5, 2, 7, 15, 60 y 90  $\mu\text{m}$ ; los elementos de malla desechables están disponibles con poros de tamaños nominales de 40, 140, 230 y 440  $\mu\text{m}$
- Las conexiones finales incluyen racores Swagelok, roscas NPT y para soldadura de tubo por encastre o a tope.

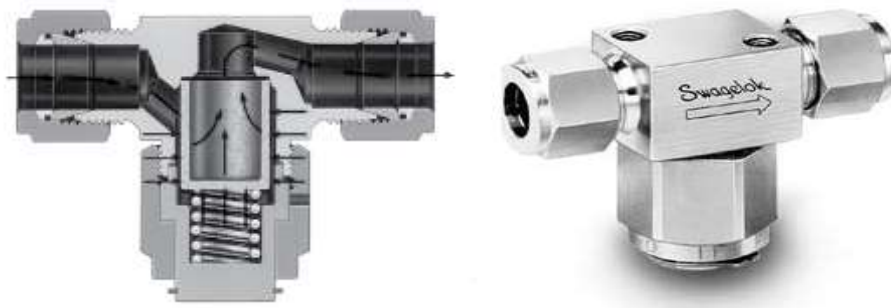


FIGURA 2.27: Filtros serie TF

## 2.2.9 Manómetros

### 2.2.9.1 Manómetro seco

Manómetro totalmente de acero inoxidable de la más alta calidad, diseñados para soportar las condiciones más severas de trabajo. El diseño de la caja permite al manómetro ser seco o lleno de glicerina; el llenado puede efectuarse fácilmente en campo o solicitarse lleno. Ideal para ser utilizado en ambientes con agentes corrosivos, vibración o polvo, como uso marino, plantas petroquímicas, cementeras y en general para fluidos que no ataquen el acero inoxidable 316 y donde un manómetro de precisión y confiabilidad sea necesario.



FIGURA 2.28: Manómetro seco

**Uso:** Para aire, agua, aceite y fluidos compatibles con la conexión y mecanismo.

Recomendada para:

usos industriales, donde no hay vibración y golpes de ariete.

**Caja:** Acero esmaltado negro o polipropileno negro

**Mecanismo:** Bronce

**Diámetro esfera:** 2 ½" (63mm) o 4" (100mm)

**Escala:** Doble psi / bar o bar / psi

**Conexión:** de 1/4" o 1/2" inferior (radial) o posterior de bronce

## 2.2.10 Mangueras de alta presión

Tradicionalmente las mangueras hidráulicas para equipos de rescate, el cual operan en el rango de 5000 psi a 10500 psi de presión son fabricados en dos clases de productos: Cauchos y termoplástico. El caucho permite que la manguera sea más fácil de manejar, tenga menos rigidez pero también tenga menos resistencia a ruptura (hasta 2 a 3 veces su fuerza máxima de presión) su vida útil promedio es de 6 - 7 años (y son mangueras ligeramente más económicas)

Las mangueras de termoplástico son más rígidas, tienen un factor resistencia a la ruptura de hasta 4 veces su fuerza máxima de presión, su vida útil es de 8 – 10 años y son ligeramente más costosas que las de caucho.

Internamente ambas mangueras deben de estar recubiertas de algún material que garantice soportar las presiones de 5000 psi o más de 10000 psi, para lo cual la mayoría de las mangueras poseen una doble capa de acero



FIGURA 2.29: Manguera recubierta con 2 capas de acero

Una manguera hidráulica de un sistema de herramientas para rescate está compuesta por:

- Extremos: sitio donde termina la manguera y normalmente posee un sistema de conector metálico (macho o hembra) que ha sido colocado mediante el proceso de ferrulación para que soporte alta presión. También deberá poseer un sistema anti quiebre
- Cuerpo: la extensión total de la manguera

- Anillos metálicos: colocados a determinada distancia uno de otro, mantienen las dos líneas de mangueras paralelas entre sí para facilitar su manejo y manipulación.
- Líneas de presión: es la manguera que transporta el fluido desde un punto A al punto B.
- Línea de retorno: es la manguera que transporta el fluido desde el punto B al punto A
- Sistema anti quiebre: mecanismo colocado principalmente cerca de los extremos de la manguera en la zona donde esta se une al conector para evitar quiebres que generan riesgos de ruptura
- Conector: mecanismo mediante el cual las mangueras se pueden conectar a la bomba hidráulica y al equipo para garantizar un sistema de flujo continuo

De acuerdo con la norma NFPA 1936 edición de 2005, TODAS las mangueras hidráulicas deben soportar al menos el doble de la máxima presión que genera la unidad de fuerza es decir debe soportar de 10000 psi a 20000psi.

## **SAE 100 R1**

### **Características**

Material: Cubierta de caucho y 1 trenza metálica

Diámetro: 3/16" a 2"

Presión: 375 a 3000 P.S.I.

Temperatura máx.: 100°C

### **Aplicaciones**

Líneas hidráulicas de aceite a mediana presión.



**FIGURA 2.30: Manguera SAE 100 R 1**

## SAE 100 R2

### Características

Material: Cubierta de caucho y 2 trenzas metálicas

Diámetro: ¼" a 2"

Presión: 1125 a 5000 P.S.I.

Temperatura máx.: 100°C

### Aplicaciones

Líneas hidráulicas de aceite a mediana presión.



FIGURA 2.31: Manguera SAE 100 R 2

## 2.2.11 Acoples y conexiones

Las series 2000, 1000, 400 y 500 Hansen son acoples de aire durables que se conectan con los conectores de intercambio industrial.

Estos acoples son fabricados con cuerpo de bronce y manguito de acero pesado para mayor durabilidad.



FIGURA 2.32: Acoples y conexiones Hansen

### **Aplicaciones**

Las series 1000, 400 y 500 Hansen se utilizan en construcción, en plantas y en operaciones de mantenimiento y reparación

### **Tamaños**

1/4", 3/8", 1/2"

### **Material**

Manguito de bronce / acero, acero inoxidable.

### **Tipo de Conexión**

NPT, manguera

### **Presión Máxima de Operación**

Serie 2000: 3000 psi (200 BAR)

Serie 1000: 2,000 psi (138 BAR)

Serie 400: 1,000 psi (69 BAR)

Serie 500: 500 psi (35 BAR)

### **Características**

Material: Aluminio, acero inoxidable, polipropileno y bronce.

Para presiones hidráulicas hasta de 3000 P.S.I. tipo aguja y esfera



FIGURA 2.33: Acoples tipo aguja y esfera

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL** (Términos Neumáticos e hidráulicos)

### **A**

**ACUMULADOR DE PRESION:** Cilindros en el que se acumulan líquidos y gas comprimido a presión, para generar una fuente de energía hidráulica. Que pueda emplearse como amortiguador en los diversos aterrizajes de la aeronave.

**ACOPLES:** Elementos de aire durables que se conectan con los conectores de intercambio industrial.

### **B**

**BOOSTER:** Es un conductor de aire propulsor que tiene como finalidad distribuir los gases industriales tales como el nitrógeno, hidrogeno, argón que fácilmente pueden comprimirse y ser guardados dentro del booster como un compresor.

**BARES:** Unidad de presión que se designa a elementos que actúan con fuerza en una determina área 1 bar equivale a 14.7 psi.

### **C**

**COMPRIMIDO:** Gas inerte que se encuentra dentro de un cilindro a una presión de 200 bares.

**CONDUCCIÓN:** Manguera de presión, tubo flexible, para conducir un gas para algo determinado.

**CARGADOR:** abastecedor de gas inerte (nitrógeno) a baja o alta presión

**CONSOLA:** Es el cuerpo interno del equipo

### **D**

**DESGASTE:** Suelen revelar sobre el exceso de inflado, bajo inflado en un neumático Recipiente que contiene el líquido necesario para el trabajo del sistema hidráulico.

### **E**

**ENTRADA EXTERNA:** Entrada de presión requerida esta tiene parámetros de 8 +/- 0.7 bares.

## **F**

**FILTRO DE LINEA:** Los 40 micrones de la línea de filtro remueven impurezas que se encuentran a la entrada gas nitrógeno del sistema.

**FUENTE EXTERNA:** Tiene un indicador de presión con un rango de 0-16 bares indica la entrada de presión en la fuente externa que se utiliza para conducir el gas al compresor propulsor.

## **H**

**Hidráulica:** Ciencia que estudia las presiones y el flujo de los líquidos

## **M**

**MANGUERA:** Tubo flexible que soporta altas presiones.

**MANOMETRO:** Indica la presión de gas nitrógeno que se encuentra en ese momento da la operación viene en unidad de bares o psi

## **P**

**PANEL DE CONTROL:** Controla todas las operaciones como un tablero de control

**PRESIÓN:** Fuerza de un líquido por unidad de superficie.

## **R**

**RELLENO DE GAS:** Suministro de nitrógeno en acumuladores

## **S**

**SISTEMA:** Varios componentes conectadas entre sí. Pueden ser de dos o más circuitos.

## **V**

**VÁLVULA:** Elemento por el cual se puede regular la presión, la dirección el flujo de gas nitrógeno en un sistema neumático.

**Válvula de alivio:** Es una válvula de seguridad similar a la válvula de desahogo se abre automáticamente para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimidos.

**Válvula anti retorno:** Está destinada a impedir una inversión de la circulación del gas permitiendo dirigir en un solo sentido evitando la formación de mezclas no deseadas.



Válvulas de corte rápido: las válvulas de bola son de  $\frac{1}{4}$  de vuelta, en las cuales una Bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola a  $90^{\circ}$  y cierra el conducto.

Válvula reguladora de presión: Esta funciona de tal forma que cuando enroscamos el “caracol” el caudal disminuye ya que hace frenar el aire a presión. Normalmente se acopla un anti retorno, para que el fluido solamente vaya estrictamente en un sentido, evitando así grandes problemas.

## **2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.4.1 Hipótesis General**

La falta de seguridad que existe en los equipos de apoyo en tierra para el mantenimiento de las aeronaves, tales como cargadores de nitrógeno que es un equipo de uso múltiple que se encuentran en mal estado debido a su tiempo útil de vida

La falta de normas de seguridad origina el malestar en el ámbito laboral los cuales generan algunos inconvenientes tales como un bajo nivel de mantenimiento en aeronaves, preocupación de parte de los técnicos para operar el equipo mecánico temiendo que en algún instante suceda un accidente no deseado. Contribuye con los factores antes mencionados para diseñar de mejor manera un equipo neumático de óptimo funcionamiento y parámetros de seguridad para el mantenimiento de aviones, junto con la concientización de las autoridades ante ésta problemática reducirá considerablemente los índices elevados de accidentes no deseados.

### **2.4.2 Hipótesis particular**

El diseño de un equipo neumático será de gran aporte para la Fuerza Aérea Ecuatoriana, ya que es un equipo muy necesario para el mantenimiento preventivo debido a sus múltiples aplicaciones en aviones militares.

El diseño del sistema neumático será el complemento ideal para facilitar al técnico en el relleno de nitrógeno con parámetros de seguridad en sus múltiples usos diarios en el mantenimiento de aeronaves.

## **2.4.3 Declaración de Variables**

### **2.4.3.1 Variables dependientes**

- La falta de capacitación en seguridad e higiene industrial.
- La falta de preocupación de parte del técnico en el mantenimiento diario.
- El exceso de horas de trabajo en mantenimiento de aviones.

### **2.4.3.2 Variables independientes**

- La falta de control y supervisión en el mantenimiento de aeronaves.
- La falta de una cultura de mantenimiento como las "5S".
- La ausencia de mantenimiento en los equipos industriales.

## **2.4.4 Operacionalización de las Variables**

### **2.4.4.1 Variable empírica**

- La falta de equipos neumáticos en buen estado, permite que el personal de mantenimiento busque formas no apropiadas para ejecutar su trabajo.
- falta de preocupación de parte de las autoridades superiores en el cambio de equipos con nuevo diseños y tecnología avanzada.
- La falta de una sección de seguridad e higiene industrial permite que el personal desconozca diversas normas de seguridad.
- La falta de investigación de proyectos en la realización de diseños aptos basados en normas de seguridad para un mejor desarrollo en actividades industriales.
- La falta de talleres industriales limita un buen desempeño en el mantenimiento diario de aviones militares.

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y SU PERSPECTIVA GENERAL**

El método de investigación que voy aplicar al proyecto se basa en el estudio TEORICO EMPIRICO COMPLEMENTARIO. Para poder saber con exactitud qué porcentaje de técnicos tienen problemas con la utilización de equipos neumáticos, hidráulicos y poder solucionar los problemas que se suscitan en nuestro sector de trabajo.

Formulando en lo teórico:

- HIPOTÉTICO DEDUCTIVO.
- INDUCCIÓN – DEDUCCIÓN.

Y además el Método Empírico complementario:

- MUESTREO
- MARCO LOGICO
- ESTUDIO DOCUMENTAL
- CRITERIO DE EXPERTOS
- ENTREVISTA
- ENCUESTA

La investigación es de carácter DESCRIPTIVA y EXPLICATIVA.

Se solucionará los principales indicadores para ser medidos y establecer un análisis experimental para controlar los índices antes mencionados.

El proyecto va encaminado en el estudio sistematizado y planificado en el diseño y elaboración teniendo en cuenta los diversos problemas en los equipos anteriores y planteando los tipos de mantenimiento que puedan aplicar.

Según las variables planteadas en el capítulo II podemos notar que la investigación a seguir es de carácter cuantitativa y cualitativa en vista que el número de técnicos ha encuestar es limitante ya que existen 300 técnicos en la especialidad de

mantenimiento y con referencia a lo cualitativa los días a observar de las posibles fallas en los equipos neumáticos e hidráulicos.

## **3.2 LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA**

### **3.2.1 Características de la población**

Mantendré el muestreo probabilístico para que la investigación no se aleje de lo cuantitativo y cualitativo manteniéndola aleatorio el fin principal de la investigación es saber en la base aérea de Taura que personal se desempeña en el área de mantenimiento y así poder clasificar un grupo que cumplan con lo planteado para la encuesta tomando en cuenta que deben de ser técnicos en el área de mantenimiento de aviones militares.

### **3.2.2 Delimitación de la población**

El número de trabajadores que operan en la base de Taura en mantenimiento de aeronaves son aproximadamente 300 técnicos de las distintas especialidades en el cual podemos establecer que la población es finita, en cuanto a los días de investigación no sabría con exactitud delimitarlo estableciendo una población infinita

### **3.2.3 Tipo de muestra**

La muestra a elegir es el persona de técnicos que trabajan específicamente en el área de mantenimiento de aviones el cual podemos establecer que es un muestreo probabilístico en cuanto al número de días no se puede definir con exactitud convirtiéndose en un muestreo no probabilístico

### 3.2.4 Tamaño de la muestra

**Fórmula 1:** Cuando la población es finita:

$$n = \frac{N p q}{\frac{(N-1) E^2}{Z^2} + p q}$$

**FORMULA 3.1: Muestreo probabilístico Finito**

Donde:

n: tamaño de la muestra.

N: tamaño de la población

p: posibilidad de que ocurra un evento, p = 0,5

q: posibilidad de no ocurrencia de un evento, q = 0,5

E: error, se considera el 5%; E = 0,05

Z: nivel de confianza, que para el 95%, Z = 1,96

**"Tabla Z" Areas bajo la curva normal**

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767

**TABLA 3.1:** Tabla parcial para calcular el valor de z, distribución normal.

$$n = \frac{300(0,5 * 0,5)}{\frac{(300 - 1) 0,05^2}{1,96^2} + 0,5 * 0,5}$$

**n= 169 Técnicos para ser encuestados**

**Fórmula 2:** Cuando la población es infinita.

Utilizaremos el muestreo no probabilístico para calcular los días rutinarios de trabajo con un coeficiente de fiabilidad del 95%.

$$n = \frac{Z^2 p q}{E^2}$$

**FORMULA 3.2: Muestreo NO probabilístico Infinito con fiabilidad del 95%.**

Donde:

n: tamaño de la muestra.

Z: nivel de confianza; para el 95%, Z = 1,96

p: posibilidad de ocurrencia de un evento, en caso de no existir investigaciones previas o estudios piloto, se utiliza p = 0,5

q: posibilidad de no ocurrencia de un evento, q = 1 – p; para el valor de p asignado anteriormente, q = 0,5

E: error de la estimación, por lo general se considera el 5%, en ese caso E = 0,05.

$$n = \frac{1,96^2 (0,5 * 0,5)}{0,05^2}$$

**n= 384 días a ser observado**

### **3.2.5 Proceso de selección**

El proyecto va encaminado en el estudio sistematizado y planificado para la ejecución del mismo teniendo en cuenta los diferentes tipos de mantenimiento que puedan aplicarse en el área industrial.

Y de ser posible se hará e estudio del muestreo por cuotas denominado en ocasiones "accidental". Se tratara de reunir varios días, semanas, meses para determinar con exactitud los días laborables con los que mayor frecuencia ocurre una falla neumática o hidráulica.

### **3.3 LOS MÉTODOS Y LAS TÉCNICAS**

El tipo de estudio a utilizar es el método empírico complementario en el cual se formulara una serie de preguntas como técnica tendremos el tipo de encuesta

Para poder desarrollar de mejor manera las variables planteadas anteriormente se ha elaborado una tabla (3.2) con sus respectivas variables dependientes y empíricas

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICES</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>ÍTEMS</b>
La falta de capacitación en seguridad e higiene industrial.	Grado percibido en la falta de conocimientos en seguridad industrial.	Operar los equipos industriales sin normas de seguridad.	Grado percibido en el trabajo con seguridad en el mantenimiento de aviones.	Solución de la problemática en seguridad industrial.	Cree Ud. ¿Qué de existir una capacitación al personal de técnicos será de gran utilidad para un mantenimiento seguro.
La falta de preocupación de parte del técnico en el mantenimiento diario.	Grado percibido de la falta de colaboración y camaradería entre el personal técnico.	La falta de una cultura de orden y limpieza	Grado percibido por la falta de colaboración hacia la limpieza y orden.	Despertar interés al personal sobre responsabilidad.	Cree Ud. ¿Qué se debe de infundir una cultura de orden y limpieza?
El exceso de horas de trabajo en mantenimiento de aviones	Grado percibido del exceso de horas laborables.	La mala distribución del personal en diversas especialidades.	La cantidad de técnicos en otras especialidades de poco interés para la empresa.	Distribuir de mejor manera en las diversas secciones a los técnicos.	Cree Ud. ¿Que al distribuir mayor cantidad de técnicos en áreas específicas es la mejor solución?
<b>VARIABLE EMPÍRICA</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICES</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>ÍTEMS</b>
La falta de equipos neumáticos en buen estado, permite que el personal de mantenimiento busque formas no apropiadas para ejecutar su trabajo.	Grado percibido por la falta de equipos en buen estado.	La despreocupación por parte de las autoridades competentes.	La falta de un control de calidad referente al mantenimiento diario.	Dar facilidades al técnico ya sea solventando necesidades para su mejor desempeño.	¿De existir equipos de última tecnología Ud. se desempeñaría mejor en su trabajo?
La falta de talleres industriales limita un buen desempeño en el mantenimiento diario de aviones militares.	Grado percibido la ausencia de talleres industriales en la base aérea de Taura.	El limitante conocimiento acerca de talleres industriales	Grado percibido la ausencia de conocimientos industriales como seguridad industrial.	Capacitar al personal en normas de seguridad industrial	¿Es un limitante en el trabajo la falta de conocimientos industriales en el área de seguridad para un mejor desempeño?
<b>VARIABLE INTERMEDIA</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ÍNDICES</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>ÍTEMS</b>
Coordinación entre las autoridades y técnicos para solucionar el problema	Grado percibido el dialogo entre las dos partes por la adquisición de nuevos equipos.	Esfuerzo para dar soluciones	Grado percibido de mutuo interés para solucionar el problema.	Coordinación de conflictos	¿Cuánto se esfuerza Ud. y las autoridades por llevar adelante con interés a nuestra institución?

**TABLA 3.2:** Cuestionario de la encuesta a partir de las variables.



### 3.4 EL TRATAMIENTO ESTADISTICO DE LA INFORMACION

La investigación del método empírico complementario fue aplicada en el desarrollo del proyecto en el cual se formulara una serie de preguntas de desarrollo cuantitativa como técnica tendremos el tipo de encuesta que se ha establecido por métodos estadísticos para llegar a una solución general y de esta manera comprobar nuestra hipótesis.

A continuación se formularan las preguntas, elaboradas para que Ud. Pueda interactuar y opinar con los resultados mostrados.

1. Escoja una categoría de acuerdo a su edad.
  - a) De 17 a 24 años.
  - b) De 25 a 34 años.
  - c) De 35 a 44 años.
  - d) De 45 en adelante.
  
2. Escoja una categoría de acuerdo al grado de pericia en el mantenimiento de aviones.
  - a) Nivel 3.
  - b) Nivel 5.
  - c) Nivel 7.
  - d) Nivel superior

3. Escoja una categoría de acuerdo al tiempo que se encuentra trabajando en el mantenimiento de aeronaves.
  - a) 1 a 5 años.
  - b) 5 a 10 años.
  - c) 10 a 15 años
  - d) 15 a 20 años.
  - e) 20 a 25 años.
  
4. ¿Ha recibido capacitación sobre seguridad e higiene industrial, difundida por su empresa?
  - a) SI
  - b) NO
  
5. Conoce Ud. Sobre la problemática en los equipos neumáticos que se utiliza para el mantenimiento de aeronaves.
  - a) SI
  - b) NO
  
6. Se debe de infundir una cultura de orden y limpieza dentro del área de trabajo.
  - a) En total acuerdo.
  - b) De acuerdo.
  - c) Normal.
  - d) En desacuerdo.
  - e) En total desacuerdo.

7. Cree Ud. ¿Que al distribuir mayor cantidad de técnicos en áreas específicas es la mejor solución?
- a) En total acuerdo.
  - b) De acuerdo.
  - c) Normal.
  - d) En desacuerdo.
  - e) En total desacuerdo.
8. ¿Cuánto se esfuerza Ud. y las autoridades por llevar adelante con interés a nuestra institución en el mantenimiento de aeronaves?
- a) Mucho.
  - b) Moderadamente.
  - c) Normal.
  - d) Poco.
  - e) Nada.
9. ¿De existir una sección de seguridad e higiene industrial cree Ud. Que mejoraría el mantenimiento en aeronaves?
- a) SI
  - b) NO
10. ¿Cuál de las siguientes opciones Ud. considera que será de gran utilidad y factible para la solución de equipos deteriorados existentes en la base aérea de Taura?
- a) Buscar la mejor forma para detener fugas de nitrógeno cambiando piezas dañadas por nuevos repuestos.

- b) Gestionar con las autoridades competentes para la adquisición de nuevos equipos neumáticos.
- c) Que exista personal capacitado en el mantenimiento periódico de equipos neumáticos.
- d) Implementar un sistema óptimo de seguridad industrial para que de soluciones en los distintos problemas que se dan en equipos de mantenimiento.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

CUESTIONARIO	RESULTADOS DE LA ENCUESTA					
	A	B	C	D	E	NINGUNA
PREGUNTA 1	30	72	53	14	x	
PREGUNTA 2	75	70	24	x	x	
PREGUNTA 3	35	70	50	14	x	
PREGUNTA 4	56	113	X	x	X	
PREGUNTA 5	159	10	X	x	X	
PREGUNTA 6	39	76	54	x	x	
PREGUNTA 7	32	88	32	17		
PREGUNTA 8	0	33	71	50	15	
PREGUNTA 9	151	18	X	x	X	
PREGUNTA 10	37	63	46	23		
<b>TOTAL</b>	614	613	330	118	15	

TABLA 4.1: Tabla general de resultados de la encuesta aplicada.



GRÁFICA 4.1: Análisis circular de la encuesta.



**GRÁFICA 4.2:** Análisis lineal de la encuesta.

## RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN

FICHA DE OBSERVACIÓN		
Localidad: Guayaquil	Comunidad: Base Área de Taura	Ficha N°: 01
Informante:	Tema Observado: Problemas suscitados en equipos de neumática.	Fecha: 01.07.10
Titulo específico:	Posibles daños en equipos neumáticos	Investigador: Juan Buñay.
Contenido: Se observara el numero de fallas suscitadas en transcurso del día		

**TABLA 4.2:** Ficha de observación del primer trimestre

FICHA DE OBSERVACIÓN		
Localidad: Guayaquil	Comunidad: Base Área de Taura	Ficha N°: 02
Informante:	Tema Observado: Problemas suscitados en equipos hidráulicos	Fecha: 01.10.10
Titulo específico:	Posibles daños en equipos hidráulicos.	Investigador: Juan Buñay.
Contenido: Se observara el numero de fallas suscitadas en transcurso del día		

**TABLA 4.3:** Ficha de observación del segundo trimestre

REGISTRO DE OBSERVACIÓN TRIMESTRAL		
Localidad: Guayaquil	Comunidad: Base Aérea de Taura	Fecha: 01.07.10
Trimestre:		01.07.10 al 01.09.10
MESES DE OBSERVACION	Numero de daños	Posibles de Causas
JULIO	46	Descarga de nitrógeno por válvulas en mal estado
AGOSTO	43	Manguera en mal estado (fuga de nitrógeno)
SEPTIEMBRE	40	Cambio de empaques

TABLA 4.4: Registro de observación del primer trimestre

REGISTRO DE OBSERVACIÓN TRIMESTRAL		
Localidad: Guayaquil	Comunidad: Base Aérea de Taura	Fecha: 01.10.10
Trimestre:		01.10.10 al 01.12.10
MESES DE OBSERVACION	Numero de daños	Posibles de Causas
OCTUBRE	10	Cambio de cañería por fugas de nitrógeno
NOVIEMBRE	30	Manómetro des calibrado
DICIEMBRE	46	Cilindro con fuga de nitrógeno

TABLA 4.5: Registro de observación del segundo trimestre



GRÁFICO 4.3: Numero de daños ocurridos en un semestre.

## 4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO, EVOLUCIÓN, TENDENCIA Y PERSPECTIVAS

En la pregunta 5 se analiza sobre la problemática que existe en los equipos neumáticos que se utiliza para el mantenimiento de aeronaves, como podemos notar en la encuestas tenemos 159 técnicos de 169 técnicos encuestados en el cual saben con certeza el mal funcionamiento de equipos neumáticos, hidráulicos que pueden ser peligroso para el mantenimiento diario de una aeronave.

Como siguiente ítem relevante tenemos la pregunta 9. En el cual confirman 151 técnicos que sería una gran herramienta para desempeñarse de mejor forma en el mantenimiento de aviones y un mejor conocimiento en seguridad industrial.

Como tercer lugar tenemos la pregunta 2. En la cual se observa que 75 técnicos tienen un nivel 3, de pericia en el mantenimiento de aviones lo que representa que la mayor cantidad de técnicos son de nivel 3, seguido con 70 técnicos de nivel 5 lo que refleja que el gran potencial del mantenimiento en aeronaves son los niveles 3 y nivel 5 seguido de un asesoramiento técnico de 24 técnicos de nivel 7.

Como siguiente ítem se puede observar la pregunta 4. En la cual demuestra que 56 técnicos técnicos no han recibido capacitación sobre seguridad e higiene industrial, en los cuales marcan a personal nuevo que sigue llegando y se queda sin capacitación aproximadamente desde hace los 10 ultimo años en el cual existe una despreocupación por parte de las autoridades superiores en el personal de aerotécnicos de nivel 3 y nivel 5.

Como quinto lugar tenemos la pregunta 6. En la cual demuestra que se debe de infundir una cultura de orden y limpieza dentro del área de trabajo.

Como sexto lugar tenemos la pregunta 10. En la cual demuestra un porcentaje del 30% que dicen que se debería buscar la mejor forma para detener fugas de nitrógeno cambiando piezas dañadas por nuevos repuestos, un 60 % de técnicos que dicen que hay que gestionar con las autoridades competentes para la adquisición de nuevos equipos neumáticos, 45 % de técnicos que manifiestan que exista personal capacitado en el mantenimiento periódico de equipos neumáticos y un 20% de técnicos plantean en implementar un sistema óptimo de seguridad



industrial para que de soluciones en los distintos problemas que se dan en equipos de mantenimiento.

Como séptimo lugar tenemos la pregunta 3. En la cual demuestra que el mayor porcentaje se encuentra comprendido en técnicos que trabajan de 1 a 5 años en el mantenimiento de aviones lo que refleja que existe técnico con una experiencia media y pueden ser sorprendidos por equipos neumáticos en mal estado.

Como octavo lugar tenemos la pregunta 7. En la cual demuestra que el mayor número de técnicos quieren distribuir personal ha áreas específicas con la finalidad de precautelar la seguridad en la operación de equipos neumáticos que se encuentran altas presiones (200bar) para evitar accidentes no deseados teniendo en cuenta que en aviación el primer error es el ultimo.

Como noveno lugar tenemos la pregunta 1. En la cual existe personal joven comprendido entre 17 a 40 años, desarrollando actividades muy peligrosas ya sea por la sobrepresión que puede recibir al encontrarse un equipo neumático con alguna falla en las válvulas de alta presión.

Como último lugar tenemos la pregunta 8. En la cual dice ¿Cuánto se esfuerza Ud. y las autoridades por llevar adelante con interés a nuestra institución en el mantenimiento de aeronaves? En la opción “a” no existe ni un técnico, en la opción “b”, existe 33 técnicos que dicen moderadamente, en la opción” c” existe 71 técnicos que dicen normal, 50 técnicos dicen que se preocupan poco y 15 técnicos que no se preocupan nada por la empresa.

Los Tabla 3.6 y 3.7 se analiza que los factores que inciden con la mayor problemática son la descarga de nitrógeno por válvulas en mal estado y cilindros con fugas de nitrógeno dando lugar al problema si sería como mejor opción diseñar un cargador de nitrógeno con parámetros de seguridad o emplear un sistema de mantenimiento en los equipos neumáticos.

### 4.3 RESULTADOS

Para la interpretación de los datos se ha establecido como principal referencia la opción “a” de las preguntas formuladas en las cuales por gráfica estadística demuestra que existe un total de 614 aceptaciones en las 10 preguntas planteadas tal como lo demuestra mediante la (Tabla 3.2). Podemos observar en la pregunta 5 se analiza sobre la problemática que existe en los equipos neumáticos que se utiliza para el mantenimiento de aeronaves, como podemos notar en la encuestas tenemos 159 técnicos que equivalen al 13 % representado en mi grafica estadística teniendo como límite del 50% como máximo porcentaje, manifiestan que existen problemas en los equipos neumáticos motivo el cual se ha visto la necesidad de diseñar un equipo neumático que cumpla con parámetros de seguridad.

Como segundo lugar tenemos la pregunta 9. En la cual dice ¿De existir una sección de seguridad e higiene industrial cree Ud. Que mejoraría el mantenimiento en aeronaves? En el cual confirman 151 técnicos que sería una gran herramienta para desempeñarse de mejor forma en el mantenimiento de aviones y un mejor conocimiento en seguridad industrial.

Como tercer lugar tenemos la pregunta 2. En la cual demuestra que 75 técnicos tienen un nivel 3, de pericia en el mantenimiento de aviones lo que representa que la mayor cantidad de técnicos son de nivel 3, seguido con 70 técnicos de nivel 5 y 24 técnicos de nivel 7.

Como cuarto lugar tenemos la pregunta 4. En la cual demuestra que 56 técnicos técnicos no han recibido capacitación sobre seguridad e higiene industrial, en el cual existe una despreocupación por parte de las autoridades superiores en el personal de aerotécnicos de nivel 3.

Como quinto lugar tenemos la pregunta 6. En la cual demuestra que 39 técnicos están en total de acuerdo que se debe de infundir una cultura de orden y limpieza dentro del área de trabajo, 76 técnicos que están de acuerdo y 54 que afirman la respuesta con normal.

Como sexto lugar tenemos la pregunta 10. En la cual demuestra que 37 técnicos dicen que se debería buscar la mejor forma para detener fugas de nitrógeno cambiando piezas dañadas por nuevos repuestos, 63 técnicos que dicen que hay

que gestionar con las autoridades competentes para la adquisición de nuevos equipos neumáticos y 46 técnicos que manifiestan que exista personal capacitado en el mantenimiento periódico de equipos neumáticos y 23 técnicos plantean en implementar un sistema óptimo de seguridad industrial para que de soluciones en los distintos problemas que se dan en equipos de mantenimiento.

Como séptimo lugar tenemos la pregunta 3. En la cual demuestra que 35 técnicos se encuentran trabajando de 1 a 5 años en el área de mantenimiento de aeronaves, 70 técnicos se encuentran trabajando de 5 a 10 años en el área de mantenimiento de aeronaves, 50 técnico se encuentran trabajando de 10 a 15 años en el área de mantenimiento de aeronaves y 14 técnicos se encuentran trabajando de 20 a 25 años.

Como octavo lugar tenemos la pregunta 7. En la cual demuestra que 32 técnicos esta en total acuerdo en distribuir mayor cantidad de técnicos en áreas específicas es la mejor solución, 88 técnicos que están de acuerdo, 32 técnicos que dicen esta normal y 17 técnicos están en desacuerdo.

Como noveno lugar tenemos la pregunta 1. En la cual demuestra que 30 técnicos comprenden las edades entre 17 a 24 años de edad, 72 técnicos comprenden las edades entre 25 a 34 años, 53 técnicos comprenden las edades entre 35 a 44 años y 14 técnicos comprenden las edades entre 45 años en adelante.

Como último lugar tenemos la pregunta 8. En la cual dice ¿Cuánto se esfuerza Ud. y las autoridades por llevar adelante con interés a nuestra institución en el mantenimiento de aeronaves? En la opción “a” no existe ni un técnico, en la opción “b”, existe 33 técnicos que dicen moderadamente, en la opción “c” existe 71 técnicos que dicen normal, 50 técnicos dicen que se preocupan poco y 15 técnicos que no se preocupan nada por la empresa.

Los registros de observación Tabla 3.6 y 3.7 se deduce que los factores que inciden con la mayor problemática son la descarga de nitrógeno por válvulas en mal estado y cilindros con fugas de nitrógeno en vista que estos dos factores son los que más problemática tiene se debe buscar una solución inmediata ya que esto puede generar un accidente no deseado.

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

Una vez establecido los datos estadísticos se puede verificar que existen equipos de apoyo en tierra en mal estado tal como cargadores neumáticos que es un equipo de uso múltiple en el área de mantenimiento.

Tal como la falta de normas de seguridad industrial que es un factor importante en mi proyecto planteado, parámetros que tomo como datos para el diseño de un cargador de nitrógeno con normas de seguridad para un mejor mantenimiento seguro y fiable para el personal de técnicos.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

Debido a las malas condiciones en las que se encuentran los equipos neumático, hidráulicos, tales como cargadores de nitrógeno que es un equipo de uso múltiple en el mantenimiento de aviones, ya que está expuesta a presiones que sobrepasan los 200 bares motivo el cual se planteo un diseño de un cargador de nitrógeno con normas de seguridad la misma que servirá en lo futuro como modelo para la construcción del cargador de nitrógeno, cuyo propósito es el de satisfacer necesidades de una institución muy noble como es la fuerza aérea ecuatoriana.

#### **5.1 TEMA**

Debido a la inseguridad ya sea por partes neumáticas defectuosas tales como válvulas de presión, mangueras, manómetros que tiene este equipo neumático, por su alta presión que puede llegar a ser muy peligroso se ha visto la necesidad de buscar la mejor solución posible para que ha futuro no ocurra un accidente no deseado en el cual el proyecto va encaminado al “diseño de un equipo de apoyo en tierra para el relleno de nitrógeno a baja y alta presión que será utilizado en la base aérea de Taura”.

#### **5.2 FUNDAMENTACIÓN**

La unidad propulsora gas nitrógeno fue designada para proveer fuentes de gas nitrógeno presurizado (0-200 bar) para usar en varias aplicaciones sobre aviones modernos .La unidad puede ser también utilizado como una posición de prueba neumática portátil para el sistema neumático de prueba y aquellos componentes.

La unidad esta suministrada con gas nitrógeno consiste de una batería de tres botellas de gas nitrógeno del mismo tamaño y marca

Un propulsor de gas que conduce aire el conjunto del compresor es el principal componente del sistema.

La presión de aire externa originalmente regula desde un compresor de aire externo o una pared montando al sistema de aire comprimido es utilizado como la entrada

conducido al conjunto del compresor propulsor .La propulsión es alto rango de compresión utilizado la baja presión de aire (8bar) que produce una salida de (gas nitrógeno) presión a 220 bar. La presión de salida es regulada y controlada por un regulador y un conjunto de válvulas de alivio

La unidad propulsora de gas nitrógeno puede estar operando en dos diferentes formas para proveer gas nitrógeno con un largo rango de presión para las varias aplicaciones requeridas por aviones modernos:

a. Modo de operación normal para aplicaciones de presión alta:

La presión para manejar el compresor propulsor a gas es proveído por una de las botellas de nitrógeno. La presión que sale de la botella es empujada para requerir afuera o reducida abajo por el regulador de alta presión.

b. Modo de operación normal para aplicaciones de baja presión:

Filtrado y regulado el gas nitrógeno dentro de un rango de presión de 0-15 bar esta proveído para aplicaciones de baja presión para el directo uso de uno de las botellas de nitrógeno de la unidad. El compresor propulsor de gas es para pasar en este modo de operación.

### **5.3 JUSTIFICACIÓN**

Debido a los problemas encontrados en la investigación podemos observar que los equipos neumáticos cumplieron con su vida útil y por ende se debe de diseñar de mejor manera el cargador de nitrógeno para a lo futuro se lo construya y sea un sistema seguro y confiable en el mantenimiento de aviones de la base aérea de Taura.

### **5.4 OBJETIVOS**

#### **5.4.1. Objetivo General de la propuesta**

➤ Diseñar un sistema neumático que será utilizado en el relleno de nitrógeno a baja y alta presión en aviones militares.

#### 5.4.2. Objetivos Específicos de la propuesta

- Implementar un sistema más seguro y confiable para la utilización del cargador de nitrógeno en el mantenimiento de aviones.
- Verificar la presión en cilindros neumáticos propios del avión.
- Solucionar problemas suscitados en mantenimientos anteriores, sea por una sobre presión o aparatos defectuosos del equipo neumático.

#### 5.5 UBICACIÓN

Para la ejecución de este proyecto se llevara a cabo en la ciudad de Guayaquil provincia del Guayas cantón Km 24 ½ (Base Aérea de Taura).Vía Duran – Tambo.

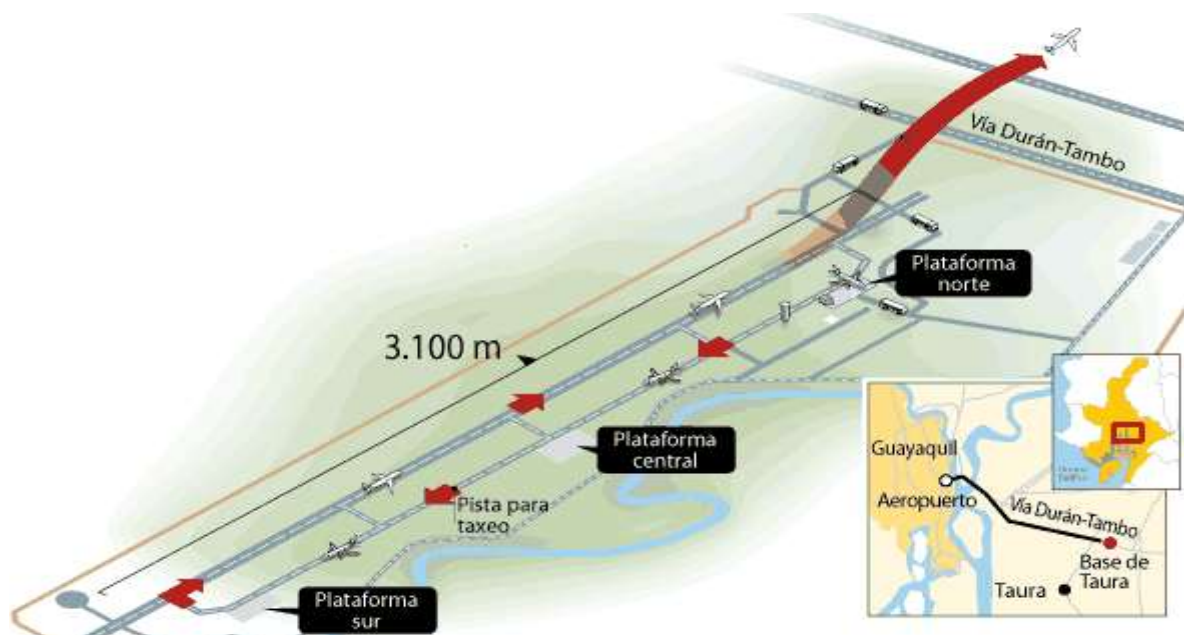


FIGURA 5.1: Ubicación de la Base Aérea” Taura “en la ciudad de Guayaquil vía Duran - Tambo

## 5.6 FACTIBILIDAD

En la elaboración del diseño del cargador de nitrógeno es factible ya que existe un alto asesoramiento técnico por parte del personal de mantenimiento que trabaja en la base aérea de Taura el mismo que se encuentra especializado en el diseño de equipos neumático, hidráulicos y eléctricos ya que esta es su función diaria en el mantenimiento de aviones y están centrados en la solución de posibles fallas.

Como recurso humano tenemos

<b>NOMBRE</b>	<b>PUESTO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Ing. Edmundo Brito	Director de tesis.	(TUTOR)
Subp.Bajaña Roberto	Compañero de tesis.	Diseño neumático del cargador de nitrógeno.
Buñay Juan.	Autor de tesis.	Diseño de un cargador de nitrógeno.
Sección de mantenimiento de aviones de combate Taura.	Compañeros de tesis.	Colaborar.

## 5.7 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

### 5.7.1 Descripción del proyecto

El proyecto va encaminado en el diseño de un equipo neumático con factores de seguridad que servirá para el relleno de nitrógeno en diversas funciones en la aeronave para en lo futuro emplear un buen mantenimiento en aviones.





**FIGURA 5.1: Diseño del prototipo terminado.**

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	
Largo externo (posición levantada la barra de remolque)	1675	mm
Ancho externo	1070	mm
Altura externo	1100	mm
Distancia de la barra de remolque	850	mm
Entrada (externa) de presión requerida	8+/-0.7	Bares
Salida de gas nitrógeno rango de presión	0-220	Bares
Elevación	Sin limites	
Humedad	Sin limites	
Peso (sin las botellas de nitrógeno)	225	Kg
Rango de temperatura de operación ambiente	10-50	Grados

**TABLA 5.1: Especificaciones Técnicas del cargador de nitrógeno.**

El cargador propulsor nitrógeno portátil fue designada para proveer fuentes de gas nitrógeno presurizado (0-200 bar) para usar en varias aplicaciones sobre aviones modernos .La unidad puede ser también utilizado como una posición de prueba neumática portátil para el sistema neumático de prueba y aquellos componentes.

## Diseño del panel de control

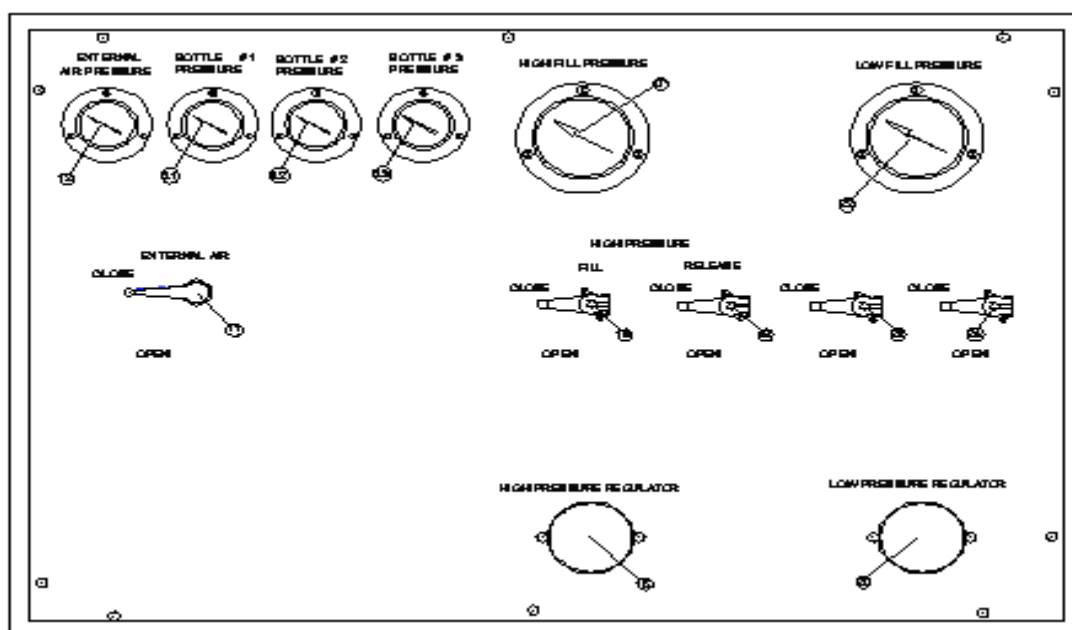


FIGURA 5.1: Diseño del panel de control del cargador de nitrógeno

Parte No.	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	CATALOGO No.	QTY
1	VALVULA DE SELECCION DE LA FUENTE EXTERNA DE PRESION(11)	MAXIMOTOR	1/4 BSP	1
2	MANOMETRO DE PRESION DE LA FUENTE EXTERNA(12)	MAXIMOTOR	0-16 BAR,Ø63	1
3	MANOMETRO DE PRESION DE LAS BOTELLAS DE NITROGENO(6.1;6.2;6.3)	MAXIMOTOR	0-250 BAR, Ø63mm. 1/2 BSP	3
4	MANOMETRO DE BAJA PRESION(22)	MAXIMOTOR	0-25 BAR, Ø100mm. 1/2 BSP	1
5	VALVULA DE BAJA PRESION(23)	MAXIMOTOR		1
6	VALVULA DE ALIVIO DE BAJA PRESION(24)	MAXIMOTOR		1
7	REGULADOR DE BAJA PRESION(20)	MAXIMOTOR	0-15 BAR	1
8	MANOMETRO DE ALTA PRESION(17)	MAXIMOTOR	0-400 BAR, Ø100mm. 1/2 BSP	1
9	VALVULA DE ALTA PRESION(18)	MAXIMOTOR		1
10	VALVULA DE ALIVIO DE ALTA PRESION(19)	MAXIMOTOR		1
11	REGULADOR DE ALTA PRESION(15)	MAXIMOTOR		1

**TABLA 5.2: Especificaciones Técnicas del panel de control del cargador de nitrógeno.**

### 5.7.2 Diseño del panel de control

El panel de control es localizado encima de la consola continuamente el sistema compresor propulsor de gas.

Todas las operaciones y controles de dispositivos de la unidad son instalados en el panel de control

**a. Válvula de selección de la fuente de presión externa (11)** es de dos vías la válvula de bola. cuando la manija de las válvulas está en la posición abierta ,habilita el suministro conductor de aire externo para entrar el gas en la unidad del compresor propulsor y empuja la presión del nitrógeno de la botella a la salida a la presión deseada

**b. Fuente externa, manómetro de presión (12)** tiene un indicador de presión con un rango de 0-16 bar. El manómetro indica la entrada de presión de la fuente de presión externa que es utilizada para conducir al compresor propulsor de gas.

NOTA: La presión normal de aire que conduce es 8+/-0.7bar.la mínima presión aceptada (únicamente por emergencia) es 6.5 bares.

No puede exceder de 11 bares la presión conductora de aire externa

**c. Manómetros de presión de las botellas de nitrógeno (6.1,6.2,6.3)** indica la presión de gas nitrógeno almacenado para cada botella de nitrógeno

NOTA: reemplaza la botella de nitrógeno cuando el manómetro indique una presión de 14 bares.

No vacíe el suministro de nitrógeno bajo la presión indicada anteriormente

**d. Sistema de baja presión**

1. Manómetro de baja presión (22) tiene una presión con un rango 0-25 bar. El manómetro indica la salida de presión en el modo de presión baja

2. Válvula de baja presión (23)

3. Válvula de alivio de baja presión (24) alivia el exceso de llenado de presión en el avión por medio de la transferencia de la manguera de baja presión de la operación de llenado

4. Regulador de baja presión (20) regula la baja presión del nitrógeno a la salida de la unidad. La presión baja de gas es derivada desde las botellas de nitrógeno y desviado el gas al compresor propulsor. El rango del regulador de salida de presión es de 0 -15 bares

**e. Sistema de exceso de alta presión**

1. Manómetro de alta presión (17) Tiene un rango de presión de 0-400 bares .El manómetro indica la salida de presión en el momento de seleccionar alta presión

2. Válvula de alta presión (18)

3. Válvula de alivio de alta presión (19) alivia el exceso de llenado de presión en el avión por medio de la manguera transfiera alta presión de nitrógeno al ambiente en la operación de llenado

4. Regulador de alta presión (15) regulador de salida de gas nitrógeno de alta presión de la unidad .El gas a presión alta es conducida por el propulsor compresor de gas .Regulando la salida de presión en un rango de 0-220 bares.

## Diseño del circuito neumático del cargador de nitrógeno

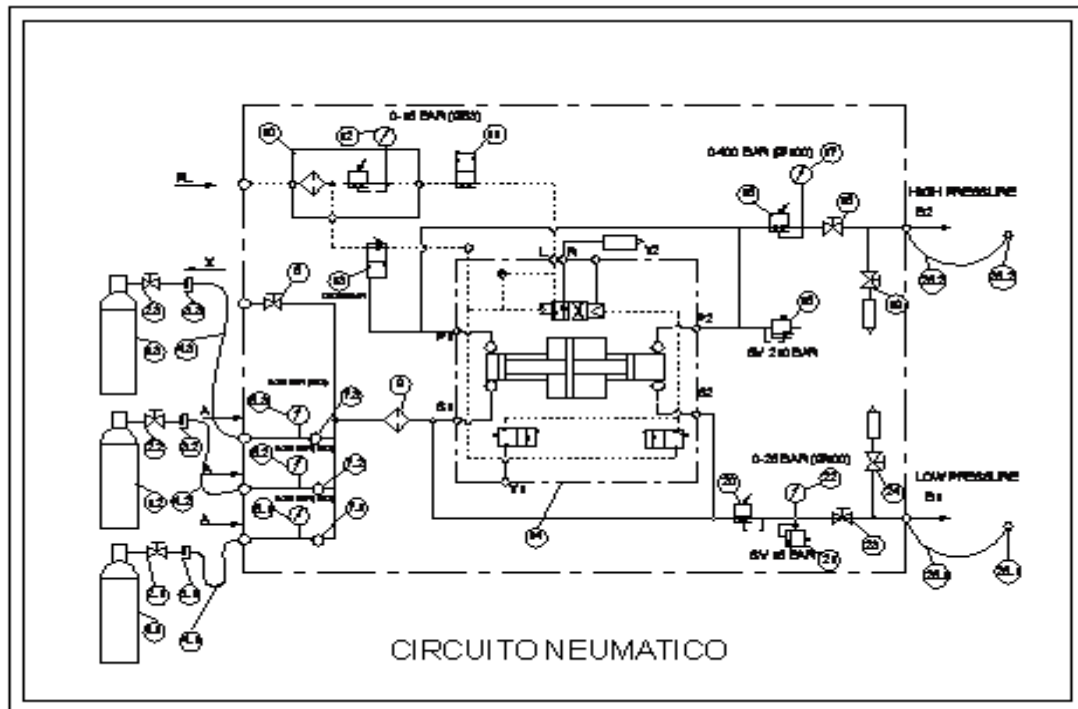


FIGURA 5.2: Diseño del circuito neumático del cargador de nitrógeno

	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	CATALOGO No.	QTY
1	VALVULA CHECK(7.1;7.2;7.3)	MAXIMOTOR	NRSD8-S	3
2	LINEA DE FILTRO	SWAGELOK	SS-8TF-MM-LE	1
3	CONJUNTO DE FILTRO Y REGULADOR DE PRESION DE AIRE(10)	MAXIMOTOR		1
4	INTERRUPTOR DE CIERRE DE PRESION(13)	MAXIMOTOR	VP16.08.46.01;68-315BAR	1
5	UNIDAD DE PRESION DE AIRE DEL COMPRESOR PROPULSOR(14)	MAXIMOTOR	AP201.211.00	1
6	VALVULA DE ALIVIO DE ALTA PRESIO(16)	MAXIMOTOR	R3F-A ; 210 BAR	1
7	VALVULA DE ALIVIO DE BAJA PRESION(21)	MAXIMOTOR		
8	ADAPTADORES AJUSTABLES DE UNION EXTERNA DE ALIVIO DE ALTA PRESION (25.2)	BIVAS		1
9	ADAPTADORES AJUSTABLES DE UNION EXTERNA DE ALIVIO DE BAJA PRESION (25.1)	BIVAS		
10	ACOPLE DE SEGURIDAD TIPO CHECK(26.1;26.2)	BIVAS		
11	MANGUERAS DE ALTA PRESION (4.1;4.2;4.3)	AEROQUIP	2781-4PER	3
12	ACOPLE TIPO CHECK(3.1;3.2;3.3)	BIVAS	JRB-GN-74-00-00-012	3

TABLA 5.3: Especificaciones Técnicas del circuito neumático del cargador de nitrógeno.

### 5.7.3 Sistema propulsor neumático

El sistema propulsor neumático consiste de componentes neumáticos y tubos el sistema entero es instalado dentro de la consola Lo siguiente es una descripción detallada del sistema de componentes.

**a. Válvulas check (7.1, 7.2, 7.3)** Tres válvulas check son instalado a la entrada de la línea de gas conductor. Las válvulas check previenen el regreso de flujo de gas nitrógeno en la botella así como el flujo de gas de nitrógeno entre las botellas.

**b. Línea de filtro. los 40 micrones de la línea de filtro (9)** Es instalado en la salida de gas nitrógeno de las botellas después de las tres válvulas check.El filtro remueve impurezas que se encuentren a la entrada de gas nitrógeno del sistema. El filtro está equipado con un elemento reemplazable de filtro

**c. Conjunto de filtro y regulador de presión de aire conducido(10)** Estos componentes reguladores, filtros y drenajes conducen aire al sistema

La presión normal de aire externo tiene un rango de 6 -11 bares como máximo. Está regulado para conducir una presión de aire de 8 +/- 0.7 bares. El drenaje automático facilita el desalojo de humedad desde el filtro conductor de aire .el conjunto es equipado con un filtro de aire de 40 micrones con un elemento reemplazable de filtro.

**d. Interruptor de cierre de presión (13)** Esta válvula corta el flujo de suministro de aire del gas propulsor cuando el sistema de presión alcanza la presión de 220 bares.

**e. La unida de presión de aire del compresor propulsor de gas (14)**

La función de la unidad es empujar relativamente en la entrada gas nitrógeno de baja presión y alta presión de 220 bares. El gas compresor esta en automático recorriendo en el dispositivo recorre por no detenerse y desequilibrar la bobina eso es alternativamente presurizado y controlado por el sistema.

El encendido del compresor sin lubricación. La descarga de aire es utilizado para embarrilar de aire frio. La sección de conducción de aire es conducido por una presión de 8 +/- 0.7 bar.

**f. Válvula de alivio(16)**

Su función es relevar la presión excesiva (por encima de los 220 bar) desde la alta presión de la línea de alivio

**g. Válvula de alivio (21)**

Su función es relevar la presión excesiva (por encima de los 15 bar) desde baja presión de la línea de alivio

**h. Adaptadores ajustables de uniones externos**

1. Propulsor-a –avión .- unimos por medio de la manguera el sistema de alivio de presión alta (25.2) instalado sobre el panel izquierdo de la consola .El montaje final(26.2) este tipo de montaje contrarresta el regreso de gas nitrógeno en el llenado en los puntos sobre el avión



2. Propulsor –a-avión .- unimos por medio de la manguera el sistema de alivio de presión baja(25.1) instalado sobre el panel derecho de la consola .El montaje final(26.1) este tipo de montaje contrarresta el regreso de gas nitrógeno en el llenado en los puntos sobre el avión

3. Conexión del aire externo del propulsor localizado en la parte de atrás del panel de la consola. El montaje final es normal rápidamente desconectando el tipo de montaje

4. Botellas de nitrógeno unido al propulsor por manguera de presión (4.1) La manguera del montaje final no permite el regreso de nitrógeno a las válvulas de la botella. Un sello de teflón debe ser utilizado.

i. Las mangueras de presión y acoples están manufacturados de alta presión de tipo acero puro /acero respectivamente.

## **5.8 Actividades**

- Como primera acción a realizar se procederá a verificar la factibilidad que exista en el diseño del cargador de nitrógeno, una vez consultado con los técnicos del área de mantenimiento de Taura aprueban y garantizan el total apoyo en la elaboración del proyecto.
- Como segunda opción se buscara el asesoramiento de especialistas en el área de hidráulica y neumática para el diseño del cargador de nitrógeno.
- Como tercer ítem a cumplir se selecciona al personal apto para este proyecto se procede a correlacionar con equipos obsoletos que se utilizaba para cumplir con la misma función del proyecto planteado y se empieza con el diseño buscando manuales técnicos de la sección de mantenimientos de aviones.

## 5.9 Recursos, Análisis Financiero

Para la elaboración del análisis financiero se ha elaborado una tabla (5.4) con las respectivas partes para la elaboración del proyecto, se procedió a realizar primero el presupuesto del panel de control del cargador de nitrógeno.

Parte No.	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	CATALOGO No.	QTY	COSTO
1	VALVULA DE SELECCION DE LA FUENTE EXTERNA DE PRESION(11)	MAXIMOTOR	1/4 BSP	1	150
2	MANOMETRO DE PRESION DE LA FUENTE EXTERNA(12)	MAXIMOTOR	0-16 BAR, Ø63	1	100
3	MANOMETRO DE PRESION DE LAS BOTELLAS DE NITROGENO(6.1;6.2;6.3)	MAXIMOTOR	0-250 BAR, Ø63mm. 1/2 BSP	3	300
4	MANOMETRO DE BAJA PRESION(22)	MAXIMOTOR	0-25 BAR, Ø100mm. 1/2 BSP	1	100
5	VALVULA DE BAJA PRESION(23)	MAXIMOTOR		1	150
6	VALVULA DE ALIVIO DE BAJA PRESION(24)	MAXIMOTOR		1	75
7	REGULADOR DE BAJA PRESION(20)	MAXIMOTOR	0-15 BAR	1	130
8	MANOMETRO DE ALTA PRESION(17)	MAXIMOTOR	0-400 BAR, Ø100mm. 1/2 BSP	1	100
9	VALVULA DE ALTA PRESION(18)	MAXIMOTOR		1	150
10	VALVULA DE ALIVIO DE ALTA PRESION(19)	MAXIMOTOR		1	100
11	REGULADOR DE ALTA PRESION(15)	MAXIMOTOR		1	150
	<b>TOTAL EN DOLARES</b>				<b>1505</b>

Tabla 5.4: Presupuesto del panel de control del cargador de nitrógeno

Presupuesto del circuito neumático con sus respectivas partes neumáticas para el cual se ha elaborado una tabla (5.5) para saber cuánto nos costaría el proyecto a lo futuro si se lo construiría.

	DESCRIPCIÓN	MANUFACTURA	CATALOGO No.	QTY	COSTOS
1	VALVULA CHECK(7.1;7.2;7.3)	MAXIMOTOR	NRSD8-S	3	90
2	LINEA DE FILTRO	SWAGELOK	SS-8TF-MM-LE	1	40
3	CONJUNTO DE FILTRO Y REGULADOR DE PRESION DE AIRE(10)	MAXIMOTOR		1	75
4	INTERRUPTOR DE CIERRE DE PRESION(13)	MAXIMOTOR	VP16.08.46.01;68-315BAR	1	80
5	UNIDAD DE PRESION DE AIRE DEL COMPRESOR PROPULSOR(14)	MAXIMOTOR	AP201.211.00	1	3500
6	VALVULA DE ALIVIO DE ALTA PRESIO(16)	MAXIMOTOR	R3F-A ; 210 BAR	1	130
7	VALVULA DE ALIVIO DE BAJA PRESION(21)	MAXIMOTOR		1	130
8	ADAPTADORES AJUSTABLES DE UNION EXTERNA DE ALIVIO DE ALTA PRESION (25.2)	BIVAS		1	25
9	ADAPTADORES AJUSTABLES DE UNION EXTERNA DE ALIVIO DE BAJA PRESION (25.1)	BIVAS			25
10	ACOPLE DE SEGURIDAD TIPO CHECK(26.1;26.2)	BIVAS			30
11	MANGUERAS DE ALTA PRESION (4.1;4.2;4.3)	AEROQUIP	2781-4PER	3	200
12	ACOPLE TIPO CHECK(3.1;3.2;3.3)	BIVAS	JRB-GN-74-00-00-012	3	30
	<b>TOTAL EN DOLARES</b>				<b>5355</b>

**TABLA 5.5: Presupuesto del circuito neumático del cargador de nitrógeno.**

Como podemos observar en la tabla (5.4) y tabla (5.5) nos da un gran total de 6860 dólares americanos haciendo un gran ahorro de 8140, ya que estos equipos están valorados desde 15000 dólares en adelante dependiendo su calidad.

### 5.10 Impacto

Una vez presentado el proyecto de estudio sobre el diseño del cargador de nitrógeno se podrá beneficiar la Fuerza Aérea Ecuatoriana en la base aérea de Taura, en la cual se podrá construir a lo futuro el cargador de nitrógeno para realizar un mantenimiento eficiente en los aviones de la base aérea de Taura

## CONCLUSIONES

Con el diseño del cargador de nitrógeno. Se emiten las siguientes conclusiones:

Con la investigación se puede concluir que en la base aérea de Taura se necesita de forma urgente un sistema de seguridad industrial y cambio de equipos neumáticos deteriorados, por equipos nuevos para que ha futuro no suscitar problemas en el ámbito personal como accidentes no deseado.

Para el cual he diseñado un sistema neumático e hidráulico para solucionar la problemática que tiene una gran institución como es la fuerza aérea ecuatoriana

Este proyecto es parte del vivir diario, que existe en muchas empresas tal como en Fuerza Aérea, que por la falta de preocupación de parte de las autoridades competentes permiten que a largo plazo ocurra un accidente.

La implementación de este diseño permitirá a lo futuro construir este equipo neumático para desarrollar con seguridad de mejor manera

## RECOMENDACIONES

La principal recomendación que se la puede hacer en conclusión a la investigación realizada es implementar un área de Seguridad e Higiene Industrial en la base aérea de Taura para que de esta manera exista un asesoramiento técnico especializado en normas de seguridad y así poder llegar a desarrollar un mantenimiento eficaz.

Se debe cambiar equipos neumáticos deteriorados, por nuevos equipos ya que estos están expuesto a altas presiones (200 bares) y pueden resultar muy peligroso para el personal de técnicos que utilizan diariamente en los pre vuelos entre vuelos y pos vuelos de las aeronaves, para cumplir con un mantenimiento seguro y responsable en las actividades realizadas.

## **Bibliografía de la investigación.**

**GONZÁLEZ J., ARRIBAS J.J. y FERNÁNDEZ J.** / APLICACIONES DE HIDRÁULICA CONVENCIONAL. / Servicios de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. / 1996.

**DURR – WACHTER.** / HIDRÁULICA APLICADA A LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS. / Editorial Blume. / Barcelona. / Junio 1975.

**GONZÁLEZ J., BALLESTEROS R., PARRONDO J.L.** / PROBLEMAS DE OLEOHIDRÁULICA Y NEUMÁTICA / Servicios de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. / 2005.

**MAXIMATOR GmbH**, company. / PART CATALOG. / European Edition. / Germany / 2005.

**JOHN DEERE**, Service Training. / FUNDAMENTOS DE SERVICIOS HIDRÁULICOS. / Editor administrativo: Hathaway-Johanning. / Illinois U.S.A. / 1980.

**SOARES BRANCO**, Antonio / HIDRÁULICA PRACTICA. / Editorial Dossat, S.A. / Plaza de Santa Ana / Madrid. / 1949.

**CALERO VINELO**, Arístides. / TECNICA DE MUESTREO / Arístides Calero Vinelo.- La Habana/ Editorial. Pueblo y Educación, 1978.- 514p.

**SANCHEZ ALVARES**, Rafael. Estadística Elemental 7 Rafael Sánchez Álvarez y José A. Torres Delgado.- La Habana / Ed. Pueblo y Educación, 1989.- 326p.

THERESE L. BAKER/ Doing Social Research/ 2ª. ed. Mc Graw Hill. USA p.54), /1997

**[www.maximator.de](http://www.maximator.de)**

**[www.wittgas.com](http://www.wittgas.com)**

**[www.coval.com.co](http://www.coval.com.co)**

**[www.tecnicaoleohidraulica.com](http://www.tecnicaoleohidraulica.com)**

**EQUIPO NEUMATICO PARA EL RELLENO DE NITROGENO EN LOS AVIONES DE LA BASE AEREA DE TAURA**



## CHEQUEO DE PRESION CON NITROGENO EN LOS AMORTIGUADORES DEL CILINDRO ACTUADOR





## MANTENIMIENTO HIDRAULICO EN EL AVION K – FIR



## RELLENO DE NITROGENO EN LOS NEUMATICOS A 14,5 BARES



**Manual técnico**  
**Operación y mantenimiento**

**Conductor portátil de aire**  
**Compresor propulsor de gas**  
**nitrógeno**

## **Sección I**

### **Introducción y descripción**

#### **1-1 introducción**

**Esta publicación será el manual básico de instrucción, operación y mantenimiento del cargador gas nitrógeno portátil para el relleno de nitrógeno de alta y baja presión en aviones.**

#### **1-2 propósito**

**La unidad propulsora gas nitrógeno portátil fue designada para proveer fuentes de gas nitrógeno presurizado (0-200 bar) para usar en varias aplicaciones sobre aviones modernos .La unidad puede ser también utilizado como una posición de prueba neumática portátil para el sistema neumático de prueba y aquellos componentes.**

#### **1-3 Principales operaciones**

**La unidad esta suministrada con gas nitrógeno consiste de una batería de tres botellas de gas nitrógeno del mismo tamaño y marca**

**Un propulsor de gas que conduce aire el conjunto del compresor es el principal componente del sistema.**

**La presión de aire externa originalmente regula desde un compresor de aire externo o una pared montando al sistema de aire comprimido es utilizado como la entrada conducido al conjunto del compresor propulsor .La propulsión es alto rango de compresión utilizado la baja presión de aire (8bar) que produce una salida de (gas nitrógeno) presión a 220 bar. La presión de salida es regulada y controlada por un regulador y un conjunto de válvulas de alivio**

#### 1-4 capacidad de operación

La unidad propulsora de gas nitrógeno puede estar operando en dos diferentes formas para proveer gas nitrógeno con un largo rango de presión para las varias aplicaciones requeridas por aviones modernos:

a. modos de operación normal para aplicaciones de presión alta:

La presión para manejar el compresor propulsor a gas es proveído por una de las botellas de nitrógeno. La presión que sale de la botella es empujada para requerir afuera o reducida abajo por el regulador de alta presión

b. el modo de operación normal para aplicaciones de baja presión:

Filtrado y regulado el gas nitrógeno dentro de un rango de presión de 0-15 bar esta proveído para aplicaciones de baja presión para el directo uso de uno de las botellas de nitrógeno de la unidad. El compresor propulsor de gas es para pasar en este modo

#### 1-5 Detalles principales

Entrada (externa) de presión requerida	8+/-0.7bar
Salida de gas rango de presión	0-220 bar
Rango de temperatura de operación ambiental	10-50 °C
Elevación	no limitada
Humedad	no limitada
Dimensiones:	
Alto	1100mm
Larga	1675mm (posición levantada la barra de remolque)
Ancho	1000mm
Peso	225kg (no incluye las botellas)

## **1-6 panel de control**

**El panel de control es localizado encima de la consola continuamente el sistema compresor propulsor de gas.**

**Todas las operaciones y controles de dispositivos de la unidad son instalados en el panel de control**

- a. válvula de selección de la fuente de presión externa (11) es de dos vías la válvula de bola. cuando la manija de las válvulas esta en la posición abierta ,habilita el suministro conductor de aire externo para entrar el gas en la unidad del compresor propulsor y empuja la presión del nitrógeno de la botella a la salida a la presión deseada**
- b. Fuente externa, manómetro de presión (12) tiene un indicador de presión con un rango de 0-16 bar. El manómetro indica la entrada de presión de la fuente de presión externa que es utilizada para conducir al compresor propulsor de gas.**

**NOTA: La presión normal de aire que conduce es  $8\pm 0.7$ bar.la mínima presión aceptada (únicamente por emergencia) es 6.5 bar**

**No puede exceder de 11 bares la presión conductora de aire externa**

- c. Manómetros de presión de las botellas de nitrógeno (6.1,6.2,6.3) indica la presión de gas nitrógeno almacenado para cada botella de nitrógeno**

**NOTA: reemplaza la botella de nitrógeno cuando el manómetro indique una presión de 14 bares.**

**No vacíe el suministro de nitrógeno bajo la presión indicada anteriormente**

- d. Sistema de baja presión**

- 1. Manómetro de baja presión (22) tiene una presión con un rango 0-25 bar. El manómetro indica la salida de presión en el modo de presión baja**
- 2. Válvula de baja presión (23)**

3. **Válvula de alivio de baja presión (24) alivia el exceso de llenado de presión en el avión por medio de la transferencia de la manguera de baja presión de la operación de llenado**
4. **Regulador de baja presión (20) regula la baja presión del nitrógeno a la salida de la unidad. La presión baja de gas es derivada desde las botellas de nitrógeno y desviado el gas al compresor propulsor. El rango del regulador de salida de presión es de 0 -15 bares**

**e.- sistema de exceso de alta presión**

1. **manómetro de alta presión (17) Tiene un rango de presión de 0-400 bares .El manómetro indica la salida de presión en el momento de seleccionar alta presión**
- 2.-**Valvula de alta presión (18)**
- 3.-**Valvula de alivio de alta presión (19) alivia el exceso de llenado de presión en el avión por medio de la manguera transfiera alta presión de nitrógeno al ambiente en la operación de llenado**
- 4.- **Regulador de alta presión (15) regulador de salida de gas nitrógeno de alta presión de la unidad .El gas a presión alta es conducida por el propulsor compresor de gas .Regulando la salida de presión en un rango de 0-220 bares.**

**1-7 Sistema propulsor neumático**

**El sistema propulsor neumático consiste de componentes neumáticos y tubos el sistema entero es instalado dentro de la consola. Lo siguiente es una descripción detallada del sistema de componentes.**

- a. **Válvulas check (7.1, 7.2, 7.3) Tres válvulas check son instalado a la entrada de la línea de gas conductor. Las válvulas check previenen el regreso de flujo de gas nitrógeno en la botella así como el flujo de gas de nitrógeno entre las botellas.**
- b. **Línea de filtro. los 40 micrones de la línea de filtro (9) es instalado en la salida de gas nitrógeno de las botellas después de las tres válvulas check.El filtro remueve impurezas que se encuentren a la entrada de gas nitrógeno del sistema.**

**El filtro está equipado con un elemento reemplazable de filtro**

**c. Conjunto de filtro y regulador de presión de aire conducido(10).estos componentes reguladores, filtros y drenajes conduce aire al sistema**

**La presión normal de aire externo tiene un rango de 6 -11 bares como máximo. Está regulado para conducir una presión de aire de 8 +/- 0.7 bares. El drenaje automático facilita el desalojo de humedad desde el filtro conductor de aire .el conjunto es equipado con un filtro de aire de 40 micrones con un elemento reemplazable de filtro.**

**d. Interruptor de cierre de presión (13) esta válvula corta el flujo de suministro de aire del gas propulsor cuando el sistema de presión alcanza la presión de 220 bares.**

**e. La unida de presión de aire del compresor propulsor de gas (14).La función de la unidad es empujar relativamente en la entrada gas nitrógeno de baja presión y alta presión de 220 bares. El gas compresor esta en automático recorriendo en el dispositivo recorre por no detenerse y desequilibrar la bobina eso es alternativamente presurizado y controlado por el sistema.**

**El encendido del compresor sin lubricación. La descarga de aire es utilizado para embarrilar de aire frio. La sección de conducción de aire es conducido por una presión de 8 +/- 0.7 bar.**

**f. Válvula de alivio(16)**

**Su función es relevar la presión excesiva (por encima de los 220 bar) desde la alta presión de la línea de alivio**

**g. Válvula de alivio (21)**

**Su función es relevar la presión excesiva (por encima de los 15 bar) desde baja presión de la línea de alivio**

**h. Adaptadores ajustables de uniones externos**



- 1. Propulsor-a –avión .- unimos por medio de la manguera el sistema de alivio de presión alta (25.2) instalado sobre el panel izquierdo de la consola .El montaje final(26.2) este tipo de montaje contrarresta el regreso de gas nitrógeno en el llenado en los puntos sobre el avión**
  
  - 2. Propulsor –a-avión .- unimos por medio de la manguera el sistema de alivio de presión baja(25.1) instalado sobre el panel derecho de la consola .El montaje final(26.1) este tipo de montaje contrarresta el regreso de gas nitrógeno en el llenado en los puntos sobre el avión**
  
  - 3. Conexión del aire externo del propulsor localizado en la parte de atrás del panel de la consola. El montaje final es normal rápidamente desconectando el tipo de montaje**
  
  - 4. Botellas de nitrógeno unido al propulsor por manguera de presión (4.1) La manguera del montaje final no permite el regreso de nitrógeno a las válvulas de la botella. Un sello de teflón debe ser utilizado.**
- i. Las mangueras de presión y acoples están manufacturados de alta presión de tipo acero puro /acero respectivamente.**

# MAXIMATOR®

HIGH PRESSURE  
TECHNOLOGY  
HYDRAULICS  
PNEUMATICS  
TESTING  
EQUIPMENT



He

supercritical

liquid

H<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>

critical point

O<sub>2</sub>

triple point

vapour

Ar

N<sub>2</sub>

50 bar (725 psi)

500 bar (7,250 psi)

1,500 bar (21,750 psi)



MAXIMATOR GmbH

## Gas Boosters

Company portrait	3
Components and systems	4
Test benches and gas assist systems	5
After-sales-service and research systems	6
Scope of application	7
Application examples	8 and 9
Model overview and type coding	10
Operating principle	11

### Model selection 12 to 27

#### Operating pressures to 40 bar (580 psi)

DLE 2-1	12
DLE 2	12
DLE 2-1-2	13
DLE 2-2	13

#### Operating pressures to 100 bar (1,450 psi)

DLE 5-1	14
DLE 5	14
DLE 2-5	15
DLE 5-1-2	15
DLE 5-2	16
DLE 2-5-2	16

#### Operating pressures to 300 bar (4,350 psi)

DLE 15-1	17
DLE 15	17
DLE 5-15	18
DLE 15-1-2	18
DLE 15-2	19
DLE 5-15-2	19

Booster station	VP/70/700/35	700 bar (10,150 psi)	28
Booster station	VP/120/500/300	500 bar (7,250 psi)	29
Compressor station	VH/400/500	500 bar (7,250 psi)	30

Technical features of the MAXIMATOR Gas booster line	31
--	----

#### Operating pressures to 600 bar (8,700 psi)

DLE 30-1	20
DLE 30	20
DLE 5-30	21
DLE 15/30	21
DLE 30-1-2	22
DLE 30-2	22
DLE 5-30-2	23
DLE 15-30-2	23

#### Operating pressures to 1,500 bar (21,750 psi)

DLE 75-1	24
DLE 75	24
DLE 15-75	25
DLE 30-75	25
DLE 75-1-2	26
DLE 75-2	26
DLE 15-75-2	27
DLE 30-75-2	27



C.E.O. Henning Willig

**MAXIMATOR** is one of the worldwide leading manufacturers of air driven liquid pumps, air amplifiers, gas boosters, high pressure valves, fittings and tubing as well as associated products like pressure switches and further components for applications in high pressure technology.

All our systems and units comply with the applicable **UVV [accident prevention]** regulations, the **European Machine, Pressure Equipment** and **ATEX Directives** and, upon request, also conform to **NACE** specifications.

Our strict quality guidelines are certified to **ISO 9001**.

To ensure the continuation of future developments we are working in close cooperation with our customers, material and component suppliers, universities as well as with public and private organisations.



Nordhausen factory

We employ more than 220 qualified and highly-motivated staff members in our production centres in Zorge and Nordhausen.

We aim to offer the best customer service from our four technical offices in Germany, our qualified partner companies and representations located all over the world.



Zorge factory



Locations and technical sales offices in Germany

- Pressure intensification of liquids and gases



### Air driven liquid pumps

Operating pressures to 5,500 bar (79,750 psi)



### Air amplifiers

- Operating pressures to 40 bar (580 psi)
- Selective amplification of shop air

Packaged pump systems for oil, water and other liquids for the following applications:

- Tool hydraulics
- Clamping hydraulics
- Water hydraulics



### Valves, fittings, tubing for high pressure technology

- Stainless steel design in high manufacturing quality
- Temperature range from  $-250^{\circ}\text{C}$  ( $-418^{\circ}\text{F}$ ) to  $+650^{\circ}\text{C}$  ( $1,202^{\circ}\text{F}$ ) for liquids and gases
- Operating pressures to max. 10,500 bar (152,250 psi)



### Test benches and pressure generating systems

- Static pressure, burst pressure and pulse testing
- Leak and functional testing
- Autofrettage



## Test benches and gas assist systems

### Compressors, testing and regulating systems

- Centralised supply for gas assist systems
- Testing and regulating systems for shop air and gases
- Complete systems to fill air bag gas cartridges



### We are in a position to test your product for you in the following fields:

...Design

- Constructional design recommendations
- Scientific development

...Serial production

- Production supporting tests
- Capacity extension at short notice

### Gas pressure method

This special method is used in plastics injections moulding and provides the following advantages

- Material savings of up to 50%
- Reduction of locking pressures
- Avoidance of sink marks

### Diesel injection technology



### Hose industry



### Test benches for static pressure tests, burst tests and pulse tests:

- Hoses of all types
- Valves, fittings, gland assemblies
- Pressure gauges, pressure switches
- Pressure transducers, accumulators
- Coolers and air conditioning systems
- Diesel injection systems



### On- and Offshore Solutions

Specifically for the Oil and Gas industry we have developed a range of standard units which are suitable for these applications.

#### Features

The units are protected against mechanical and environmental damage by using a stainless steel frame which also helps with transportation of the unit. The control and operation elements are ergonomically mounted into a control panel.



#### Available options

- Stroke counter
- Chart recorder
- Pressure switch
- Safety valve

Please ask for our brochure „On and Offshore Solutions“.

### Complete solutions for high pressure technology



Design and development,  
manufacturing, commissioning,  
servicing, repair, training

#### Process consult for

- Testing procedure
- Gas assisted process
- Mould design

#### In-house testing service on most modern machines:

- Static pressure testing
- Burst tests
- Fatigue tests



### Service

#### MAXIMATOR Mobile Service – Testing at your location with our test equipment

The MAXIMATOR Mobile Service is available to perform testing at your site and provides the following service:

- Maintenance of compressor stations and control modules
- Pressure generation with mobile systems
- Inspection and calibration of measuring instruments
- Installation of tube lines and ring circuits

## Scope of applications

# MAXIMATOR®

The **MAXIMATOR** high pressure boosters are suitable for the oil free compression of gases and air. Industrial gases like Argon, Helium, Hydrogen and Nitrogen can be compressed to operating pressures of 1,500 bar (21,750 psi), Oxygen to 350 bar (5,075 psi).

Air driven boosters are an efficient alternative instead of electrically driven products and can be used in explosion-proof areas .

As a result of the wide range of models it is possible to select the optimum booster for each application. Single stage, double acting or two stage boosters or a combination of these models can be used to achieve different operating pressures and flow capacities.

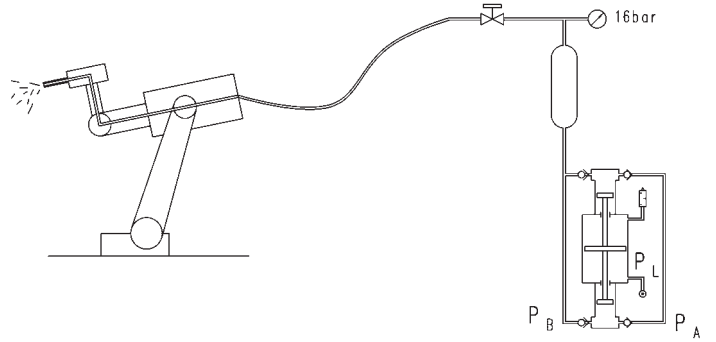


- Pressure test with gas
- Gas transfer
- Gas recovery
- Charging of nitrogen accumulators
- Supply for isolating gas systems

- Gas assisted injection moulding
- CO<sub>2</sub> foaming
- Transfer of oxygen cylinders
- Charging of breathing air bottles
- Leak test

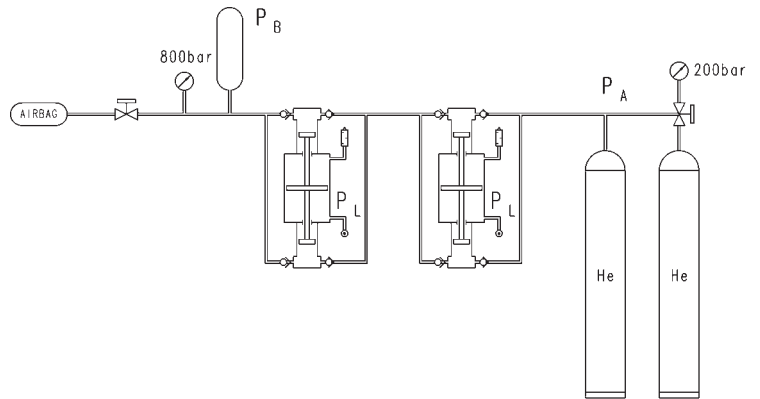


### Cleaning of burner systems



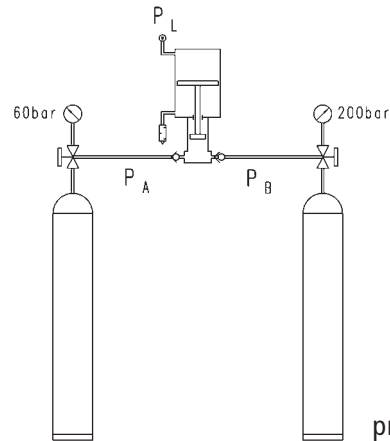
Blowing out contaminations through pressure blasting at 16 bar (232 psi)

### Airbag systems



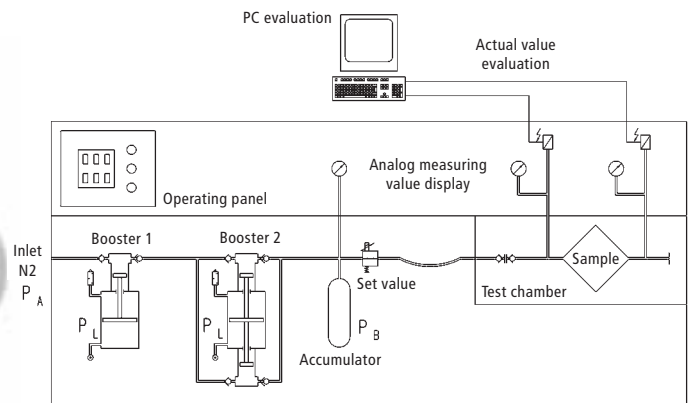
Charging of airbag systems with Helium to 800 bar (11,600 psi)

### Cylinder charging



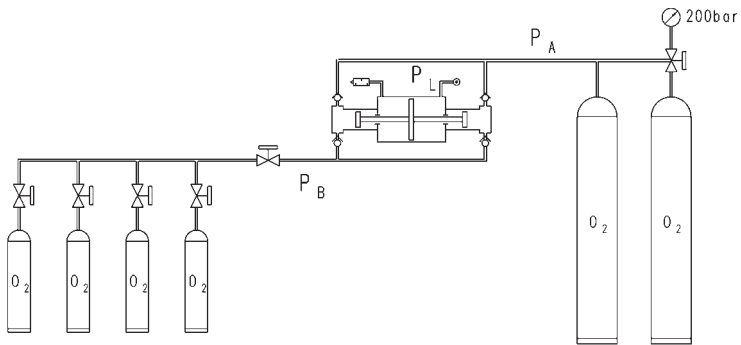
Use remaining pressure for recharging

### Pressure test



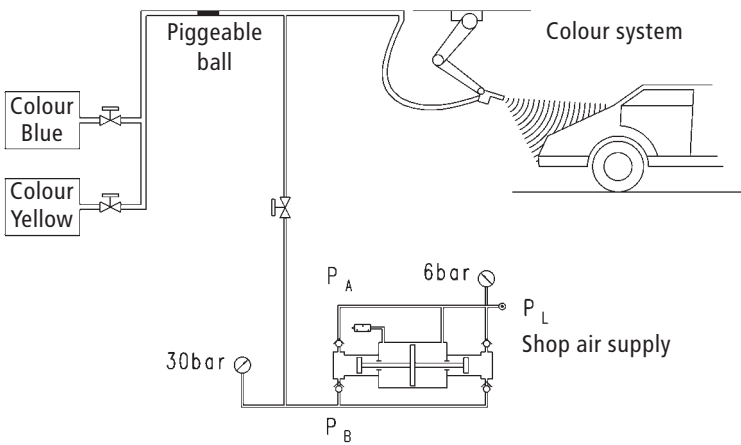
Leak test with high gas pressure

**Life-guard service**



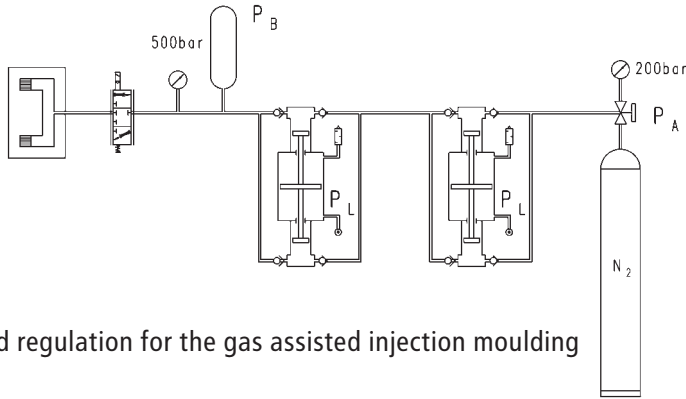
Transfer of oxygen in small cylinders

**Colour changing systems**



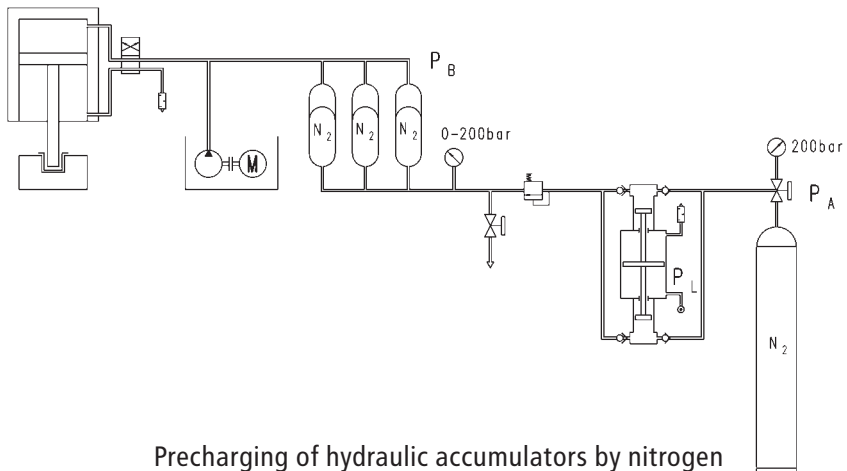
The colour will be returned into the tank through a piggeable ball which is charged with pressure

**Plastic industry**



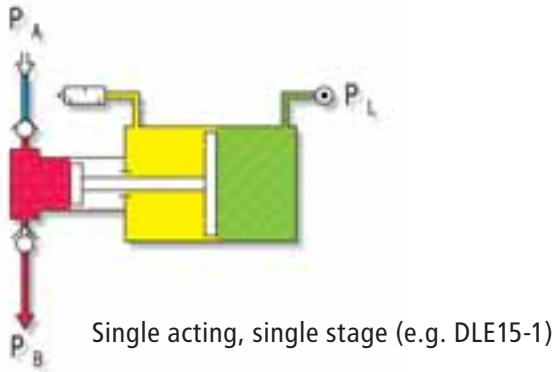
Compression of gas and regulation for the gas assisted injection moulding

**Forming**

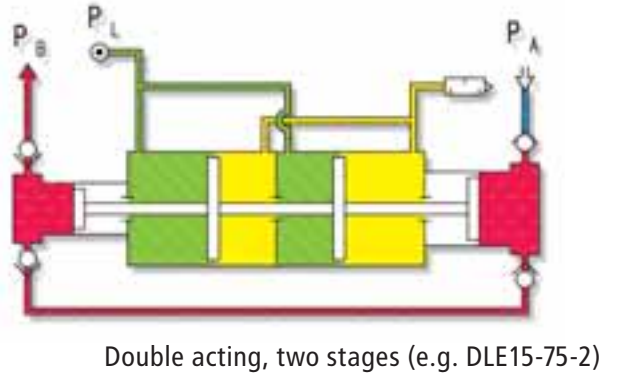
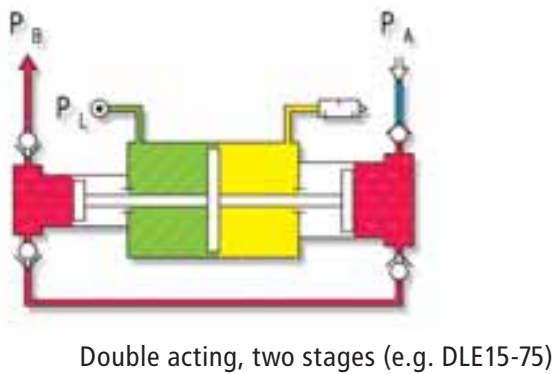
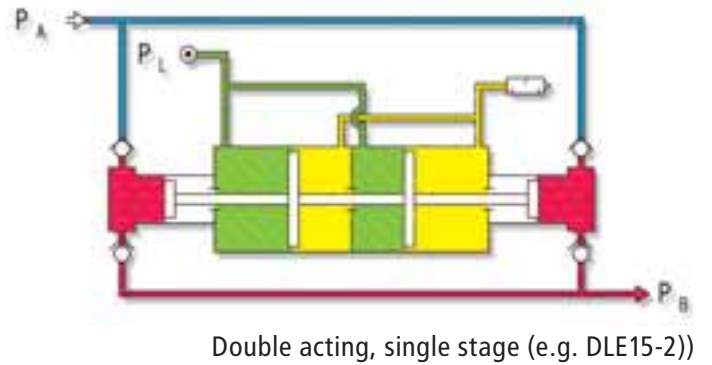
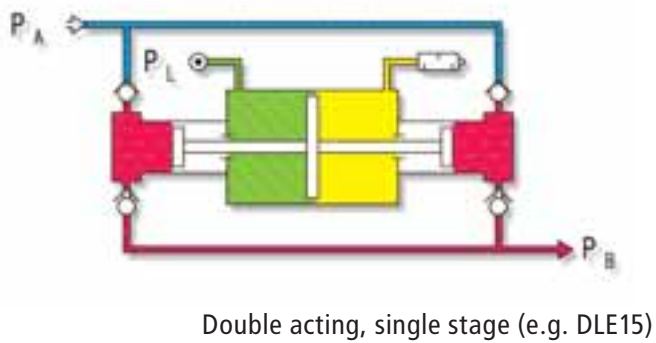
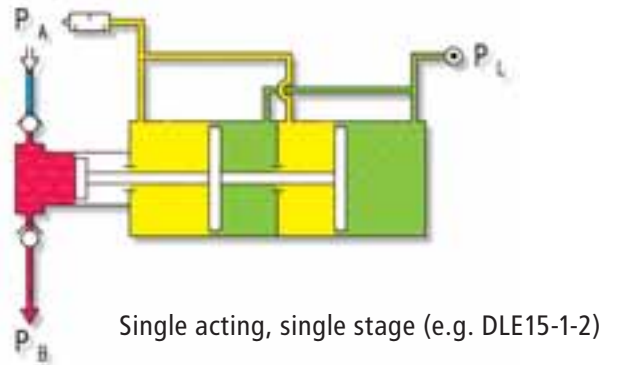


Precharging of hydraulic accumulators by nitrogen

### Boosters with one air drive head



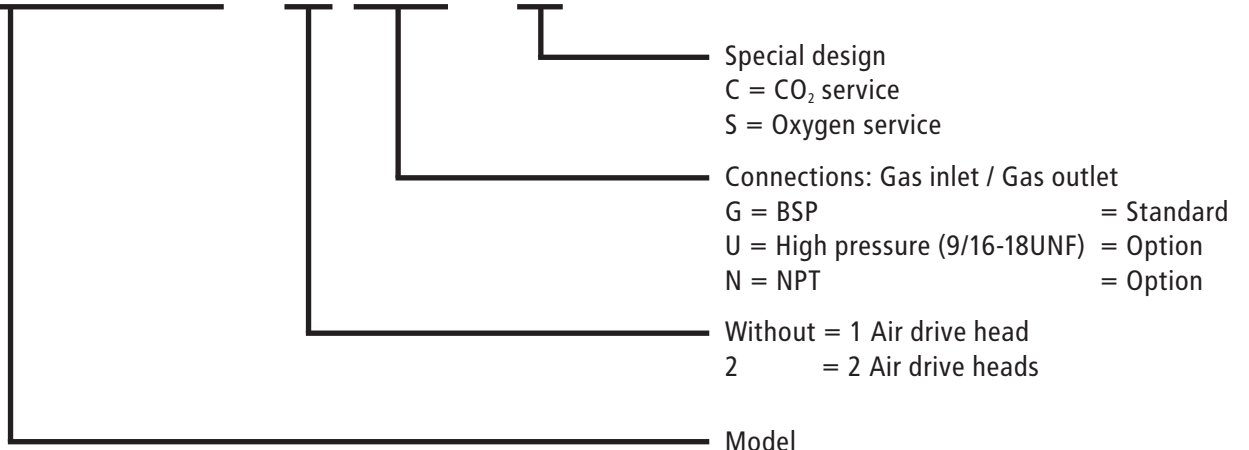
### Boosters with two air drive heads



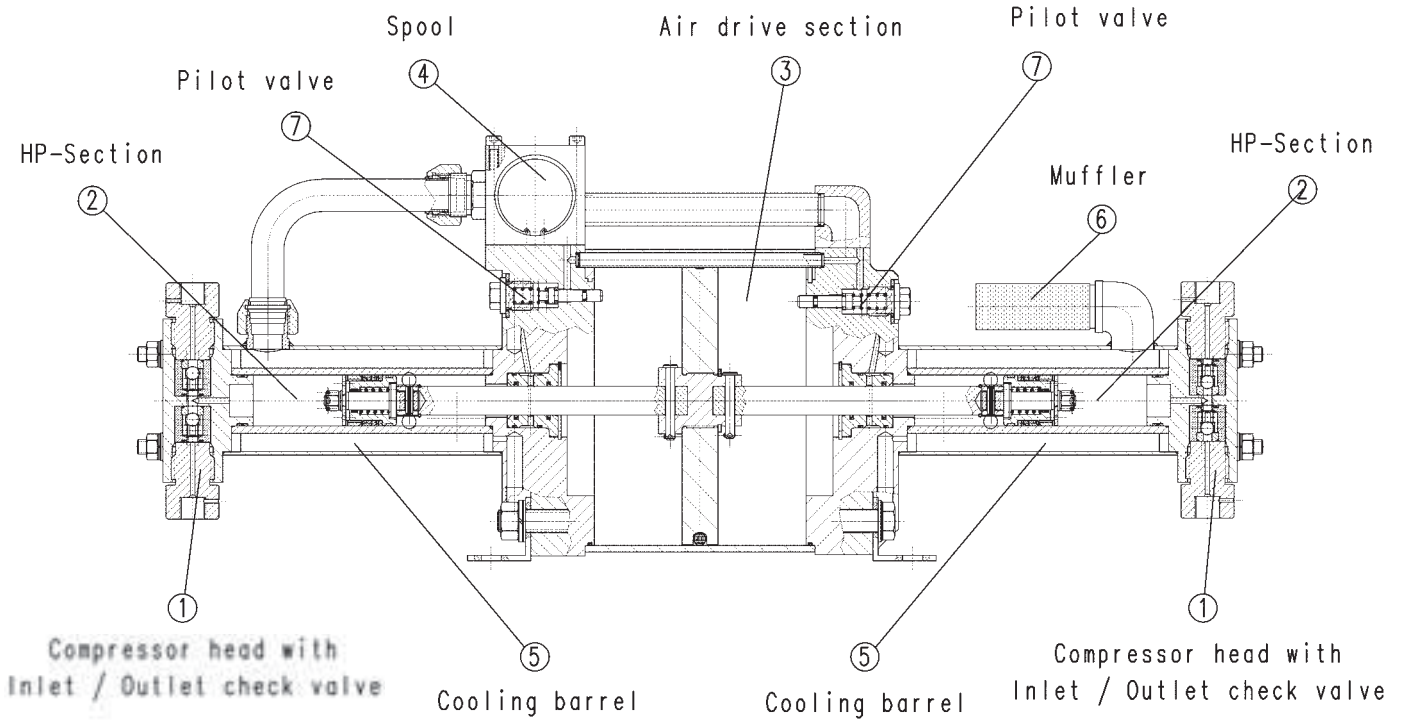
— P<sub>L</sub> Air drive      — P<sub>A</sub> inlet pressure  
— P<sub>B</sub> outlet pressure      — exhaust air

### Type coding

# DLE XX - XX - X XX - X



## Operating principle



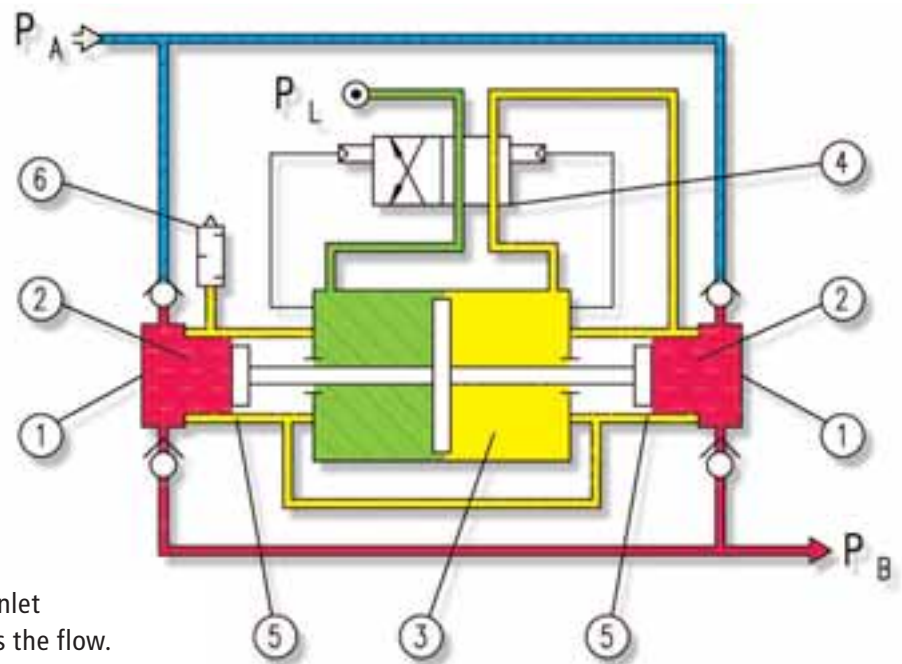
The **MAXIMATOR** boosters' operating principle is similar to a pressure intensifier. A large air piston (3) is charged with low pressure (air piston (3)) and works on a small area with high pressure (hp piston (2)). The continuous operation is achieved by a pilot operated 4/2 way valve (spool (4)). The spool leads the drive air alternately on the upper and bottom surface of the air piston.

The spool is piloted through two 2/2 way valves (pilot valves (7)) which are mechanically actuated through the air piston in its end positions.

The pilot valves charge and discharge the spool chamber.

The hp piston supported by the check valves (inlet check valve and outlet check valve (1)) delivers the flow. The outlet pressure is directly related to the set air drive pressure.

According to the formulas indicated in the table with technical features of the boosters, the static end pressure can be calculated. At this pressure a force balance between drive section and gas section is achieved. The booster stalls when this end pressure is reached, and does not consume any further air.



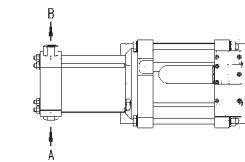
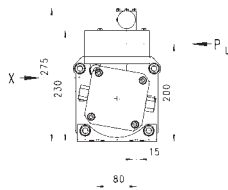
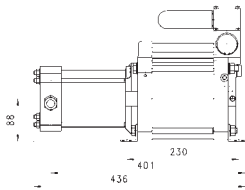
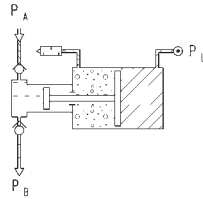
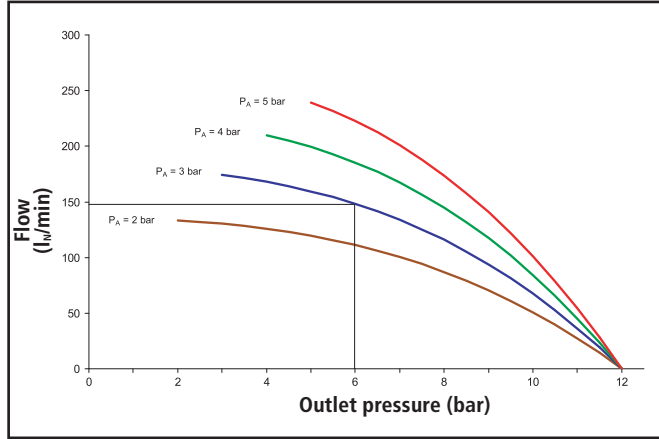
A pressure drop at the high pressure side or a pressure increase at the drive side starts the booster automatically until the force balance is achieved again.

Additionally the **MAXIMATOR** boosters can be switched on and off automatically through **MAXIMATOR** air pilot switches, contact gauges or external control devices.

### Model: DLE2-1

Flow: 150 l<sub>N</sub>/min (5.3 SCFM)

at inlet pressure of 3 bar (43 psi), outlet pressure of 6 bar (87 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)

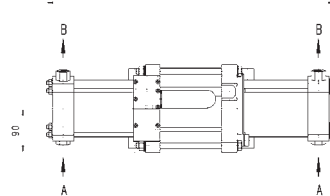
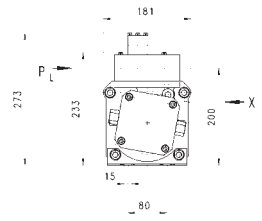
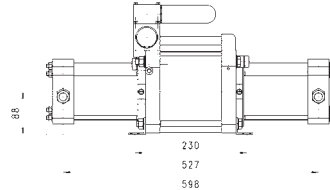
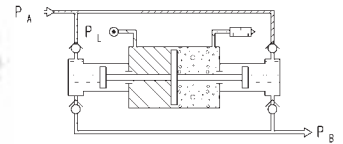
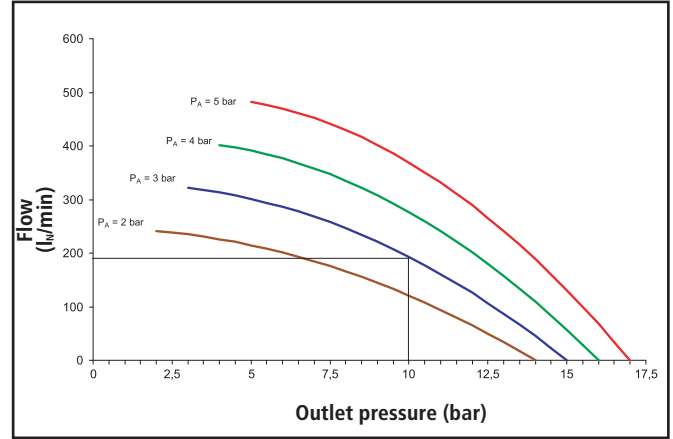


- small dimension
- price attractive solution

### Model: DLE2

Flow: 190 l<sub>N</sub>/min (6.7 SCFM)

at inlet pressure of 3 bar (43 psi), outlet pressure of 10 bar (145 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- large displacement volume
- less pulsation

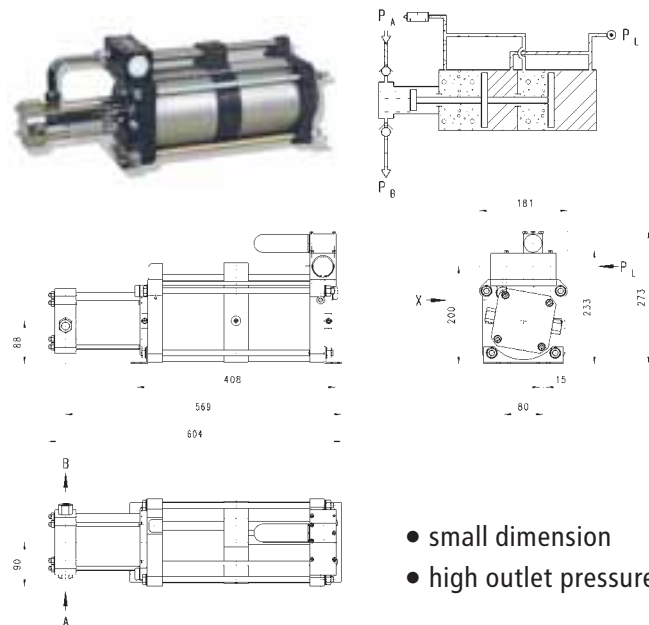
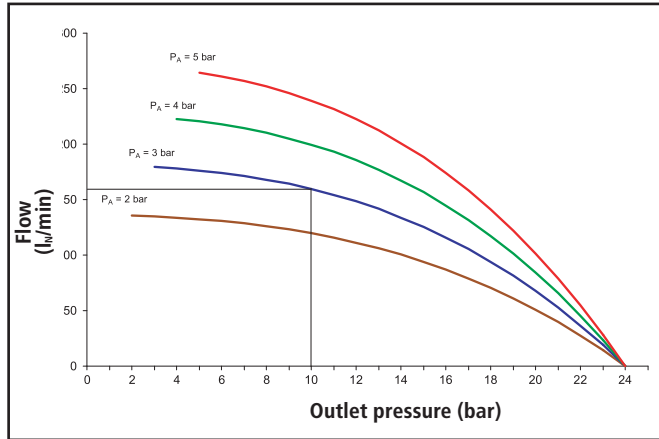
Technical features	DLE 2-1
Pressure ratio	1:2
Max. compression ratio	1:10
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	20 (290)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	20 (290)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	2 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	922 (56.26)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10
Air consumption in l <sub>N</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.1–69.9)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	15
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

Technical features	DLE 2
Pressure ratio	1:2
Max. compression ratio	1:10
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	40 (580)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	40 (580)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	2 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	1,844 (112.52)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10
Air consumption in l <sub>N</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.1–69.9)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	20
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

## Model: DLE 2-1-2

Flow: 160 l<sub>n</sub>/min (5.65 SCFM)

at inlet pressure of 3 bar (43psi) outlet pressure of 10 bar (145 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



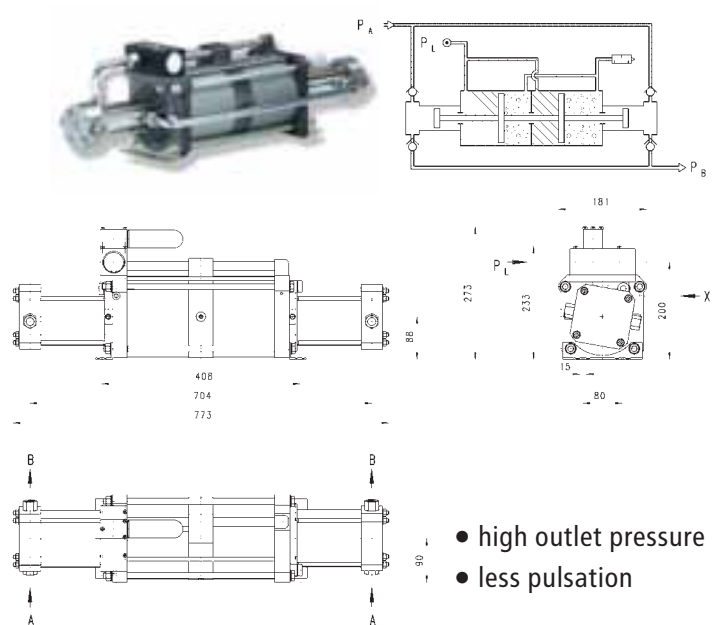
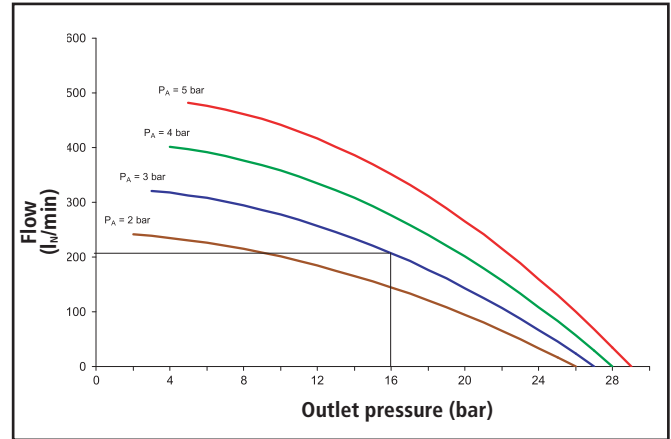
- small dimension
- high outlet pressure

Technical features	DLE 2-1-2
Pressure ratio	1:4
Max. compression ratio	1:10
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	40 (580)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	40 (580)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	4 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	922 (56.26)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	22
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

## Model: DLE 2-2

Flow: 190 l<sub>n</sub>/min (6.7 SCFM)

at an inlet pressure of 3 bar (43 psi), outlet pressure of 16 bar (232 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



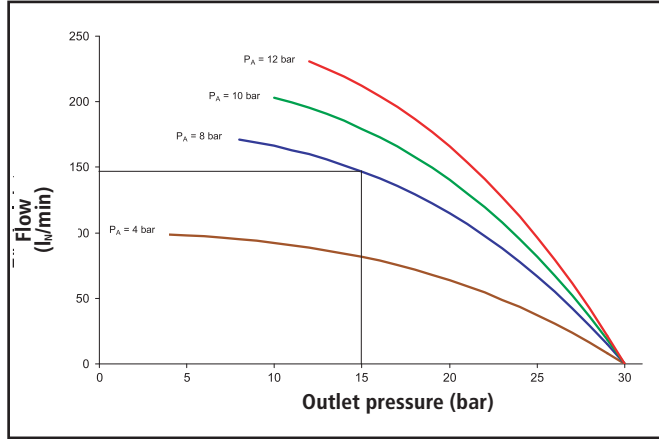
- high outlet pressure
- less pulsation

Technical features	DLE 2-2
Pressure ratio	1:4
Max. compression ratio	1:10
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	40 (580)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	40 (580)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	4 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	1,844 (112.53)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	25
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

### Model: DLE 5-1

**Flow: 145 l<sub>n</sub>/min (5.12 SCFM)**

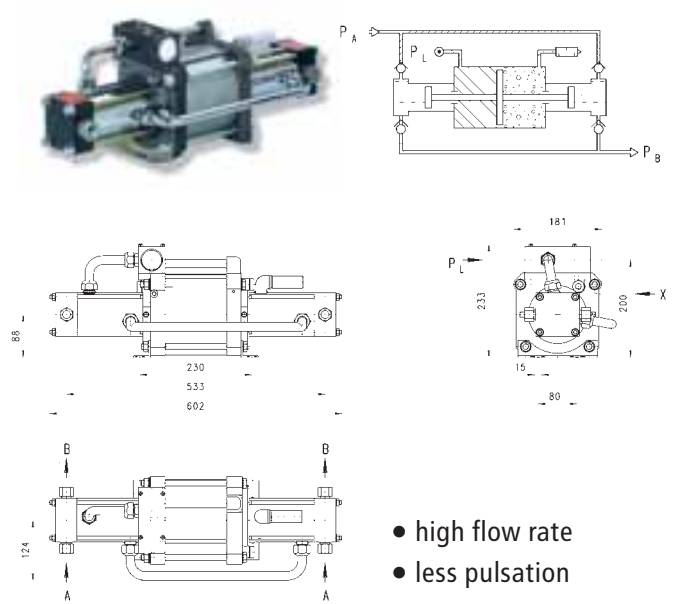
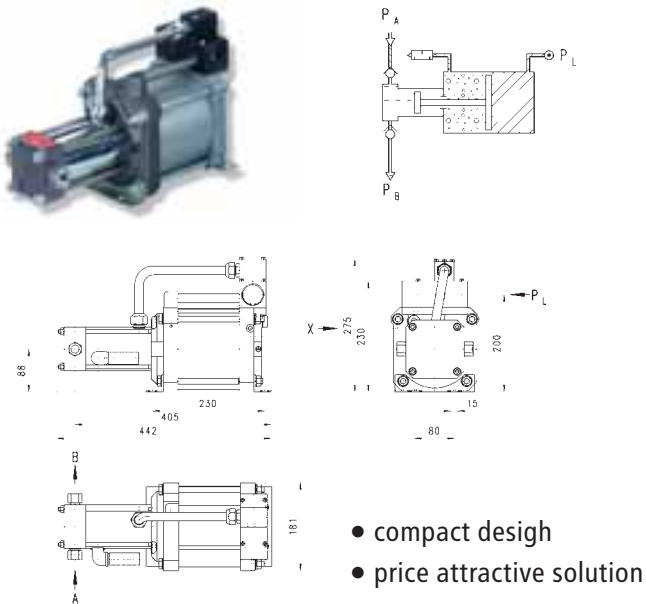
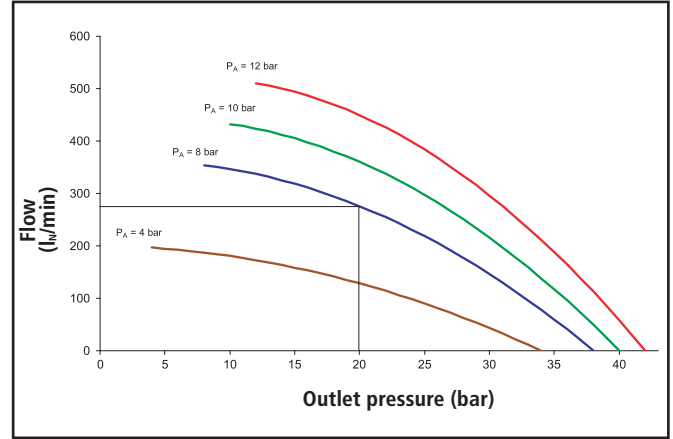
at inlet pressure of 8 bar (116 psi) outlet pressure of 15 bar (217 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



### Model: DLE 5

**Flow: 280 l<sub>n</sub>/min (9.89 SCFM)** at an inlet pressure

of 8 bar (116 psi), bar and an outlet pressure of 20 bar (290 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



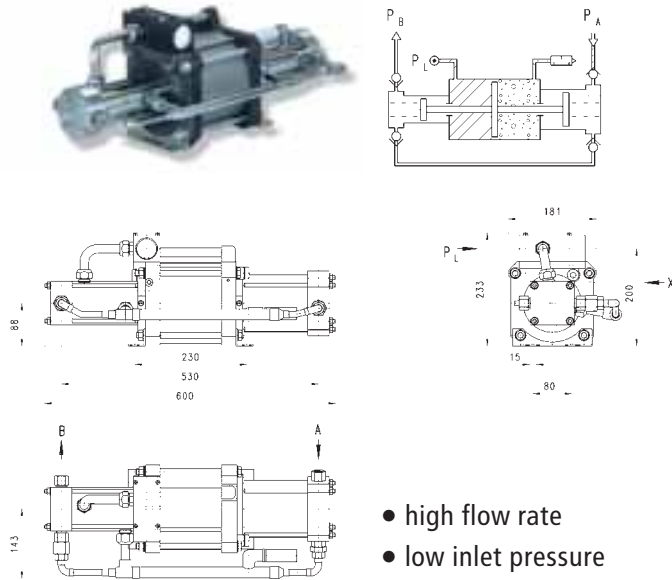
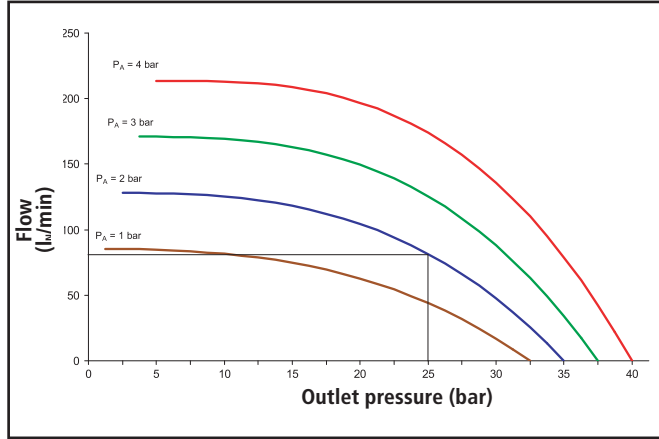
Technical features	DLE 5-1
Pressure ratio	1:5
Max. compression ratio	1:15
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	50 (725)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	50 (725)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	5 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (22.76)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	15
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

Technical features	DLE 5
Pressure ratio	1:5
Max. compression ratio	1:15
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	5 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	746 (45.52)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	20
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

## Model: DLE 2-5

Flow: 80 l<sub>n</sub>/min (2.82 SCFM)

at inlet pressure of 2 bar (29 psi) outlet pressure of 25 bar (362 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)

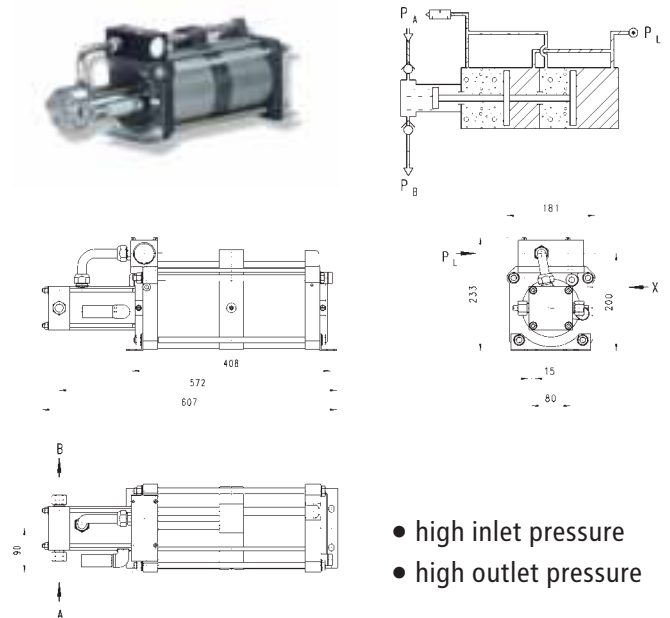
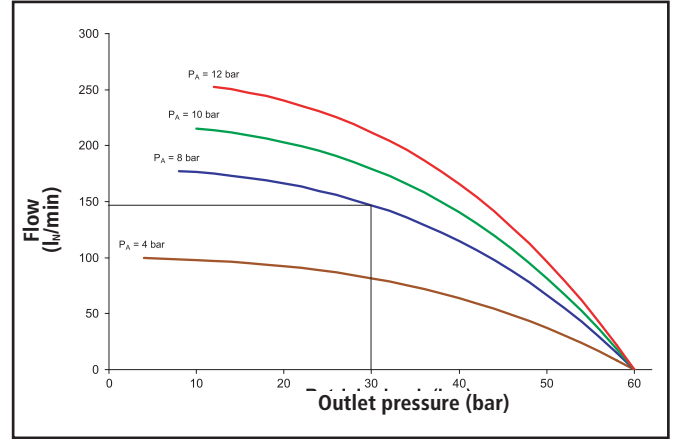


- high flow rate
- low inlet pressure

## Model: DLE 5-1-2

Flow: 145 l<sub>n</sub>/min (5.12 SCFM)

at an inlet pressure of 8 bar (116 psi), outlet pressure of 30 bar (435 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- high inlet pressure
- high outlet pressure

Technical features	DLE 2-5
Pressure ratio	1:5 / 1:5
Max. compression ratio	1:25
Stage ratio	1:2.5
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0.8 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	5 X p <sub>L</sub> + 2.5 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	922 (0.03)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	20
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

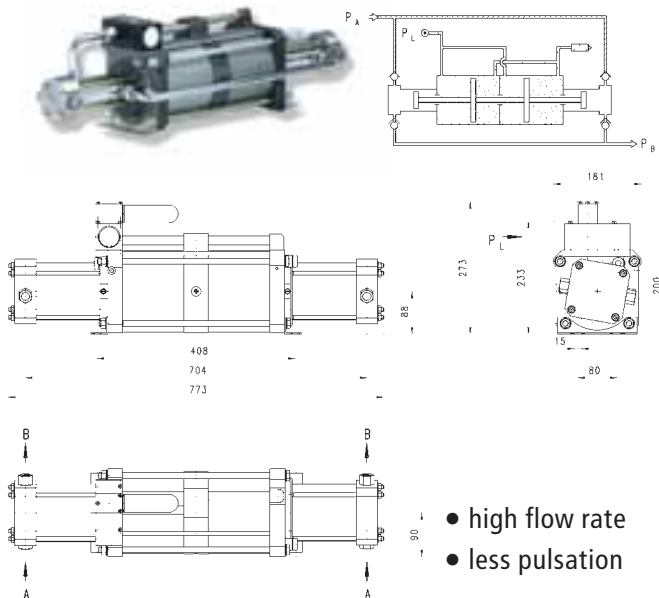
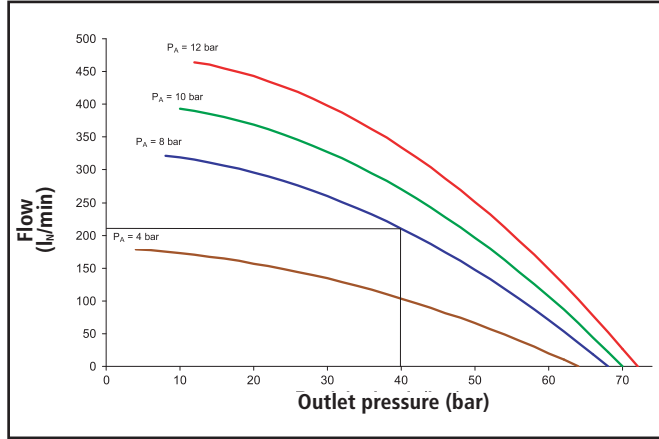
Technical features	DLE 5-1-2
Pressure ratio	1:10
Max. compression ratio	1:15
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	4 (58)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	10 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (0.01)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	22
Material of gas section	Stainless steel/aluminium



### Model: DLE 5-2

Flow: 210 l<sub>N</sub>/min (7.41 SCFM)

at inlet pressure of 8 bar (116 psi) outlet pressure of 40 bar (580 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)

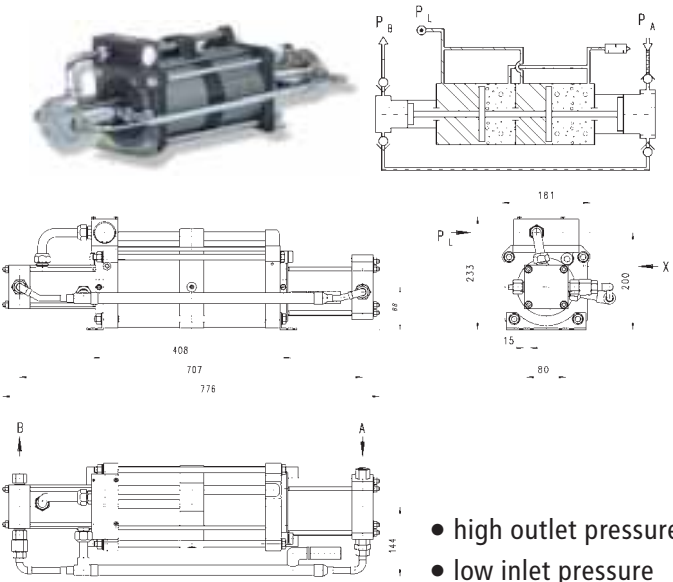
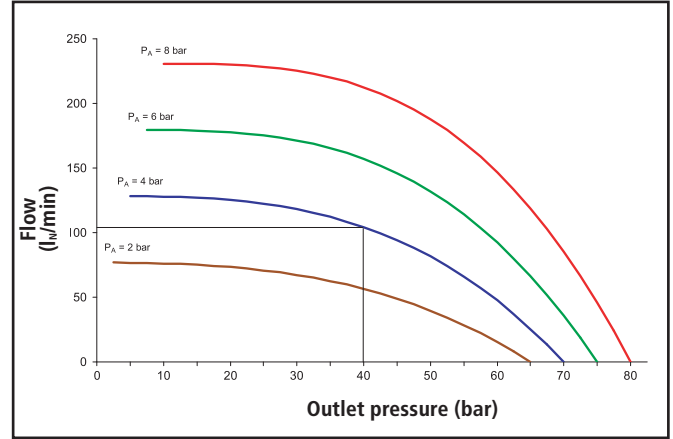


- high flow rate
- less pulsation

### Model: DLE 2-5-2

Flow: 104 l<sub>N</sub>/min (3.67 SCFM)

at an inlet pressure of 4 bar (58 psi), outlet pressure of 40 bar (580 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- high outlet pressure
- low inlet pressure

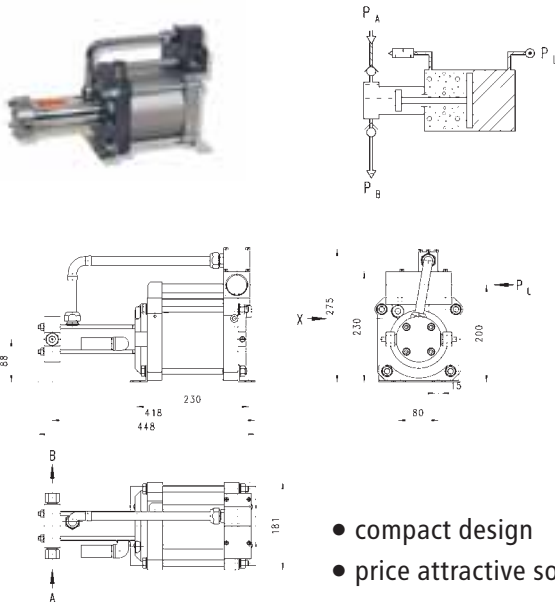
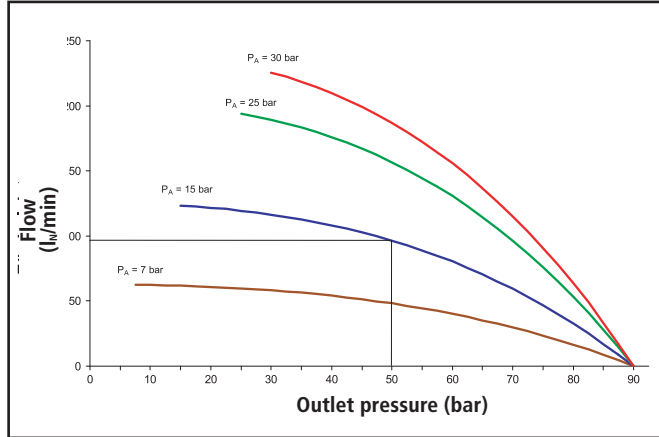
Technical features	DLE 5-2
Pressure ratio	1:10
Max. compression ratio	1:15
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	4 (58)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	10 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	746 (45.52)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>N</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	25
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

Technical features	DLE 2-5-2
Pressure ratio	1:4 / 1:10
Max. compression ratio	1:25
Stage ratio	1:2.5
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	1.6 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	100 (1,450)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	10 X p <sub>L</sub> + 2.5 p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	922 (56.26)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>N</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/2 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	25
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

## Model: DLE 15-1

Flow: 95 l<sub>n</sub>/min (3.35 SCFM)

at inlet pressure of 15 bar (217 psi) and outlet pressure of 50 bar (725 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



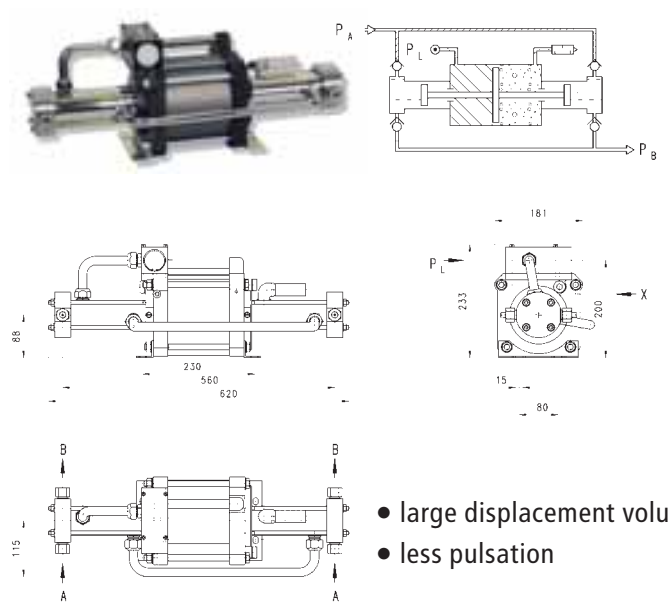
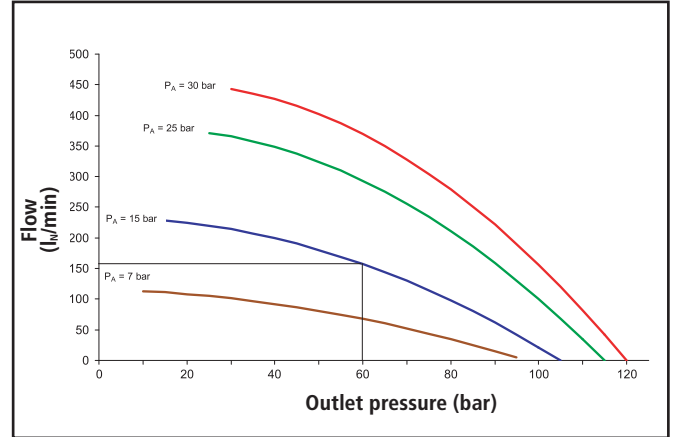
- compact design
- price attractive solution

Technical features	DLE 15-1
Pressure ratio	1:15
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7 (101)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	150 (2,175)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	150 (2,175)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	15 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	122 (7.44)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	13
Material of gas section	Stainless steel

## Model: DLE 15

Flow: 160 l<sub>n</sub>/min (5.65 SCFM)

at inlet pressure of 15 bar (217 psi) and outlet pressure of 60 bar (870 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



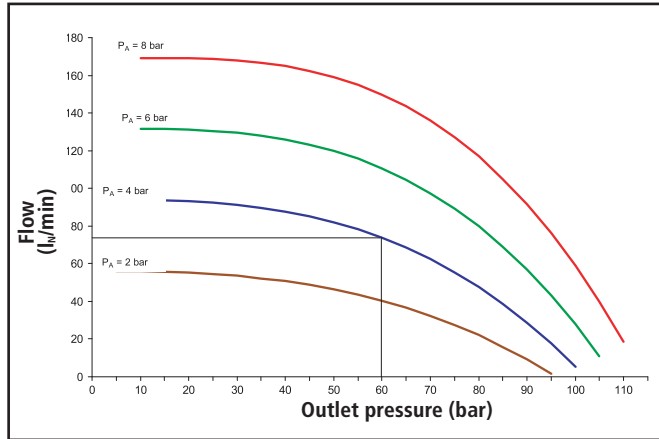
- large displacement volume
- less pulsation

Technical features	DLE 15
Pressure ratio	1:15
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7 (101)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	15 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	244 (14.88)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	18
Material of gas section	Stainless steel

### Model: DLE 5-15

Flow: 75 l<sub>w</sub>/min (2.64 SCFM)

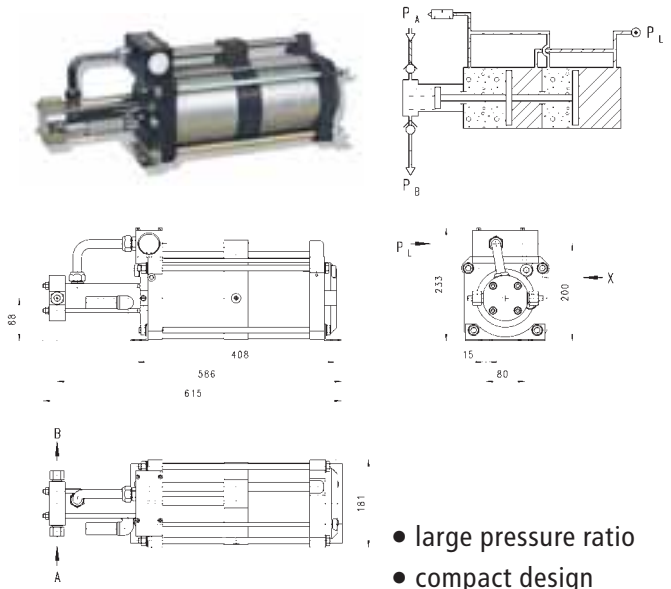
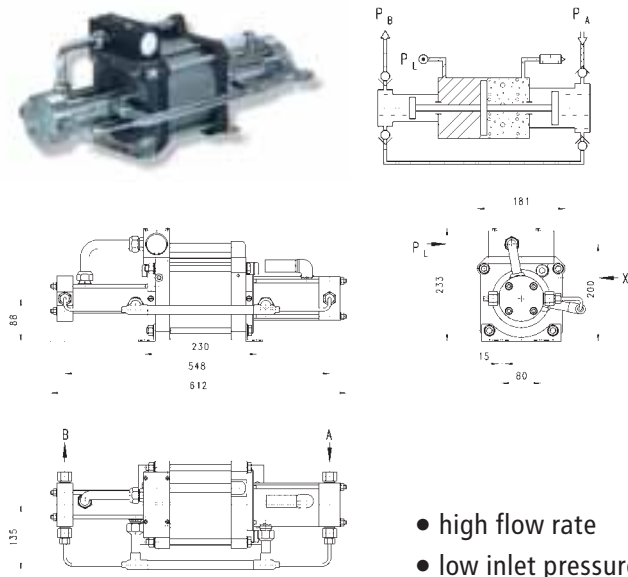
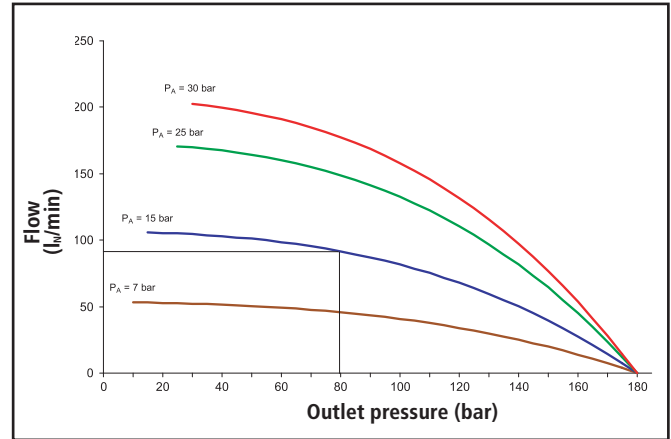
at inlet pressure of 4 bar (58 psi) and outlet pressure of 60 bar (870 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



### Model: DLE 15-1-2

Flow: 90 l<sub>w</sub>/min (3.17 SCFM)

at inlet pressure of 15 bar (217 psi) and outlet pressure of 80 bar (1,160 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



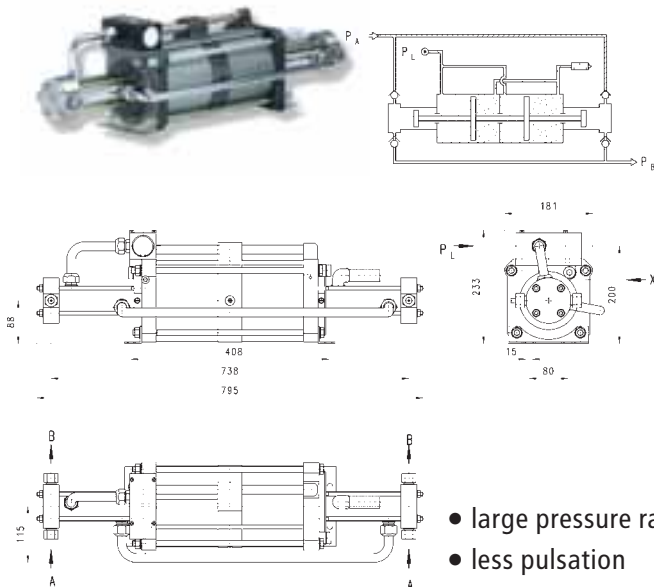
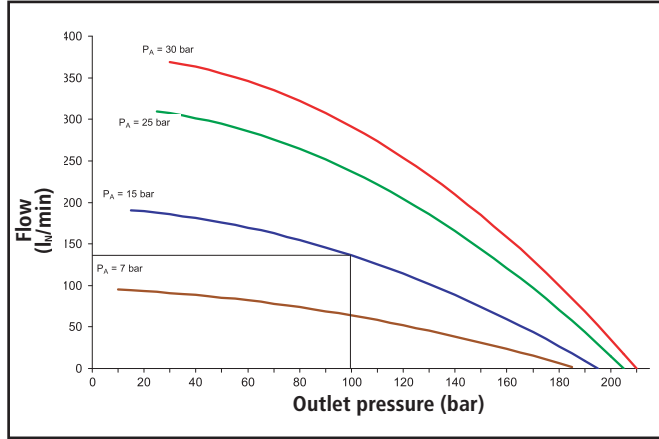
Technical features	DLE 5-15
Pressure ratio	1:5 / 1:15
Max. compression ratio	1:45
Stage ratio	1:3
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	1,6 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	15 X p <sub>L</sub> + 3 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (22.76)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	19
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

Technical features	DLE 15-1-2
Pressure ratio	1:30
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	10 (145)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	122 (7.44)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	20
Material of gas section	Stainless steel

## Model: DLE 15-2

Flow: 130 l<sub>n</sub>/min (4.59 SCFM)

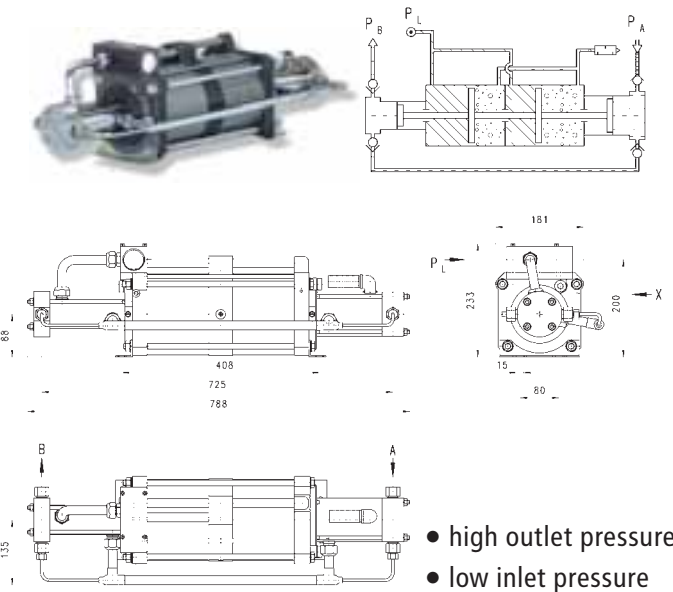
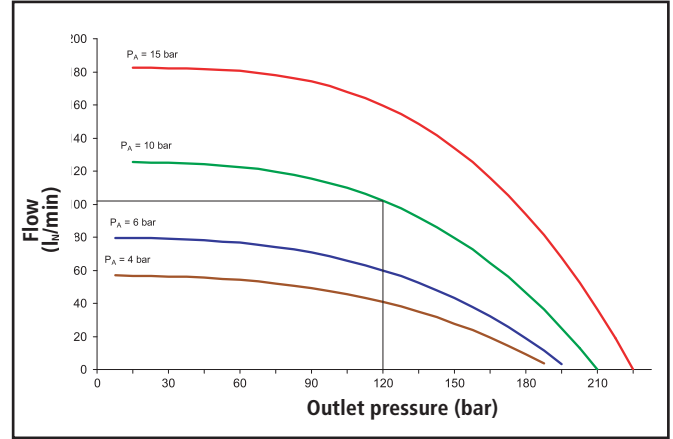
at inlet pressure of 15 bar (217 psi), outlet pressure of 100 bar (1,450 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



## Model: DLE 5-15-2

Flow: 102 l<sub>n</sub>/min (3.6 SCFM)

at inlet pressure of 10 bar (145 psi), outlet pressure of 120 bar (1,740 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



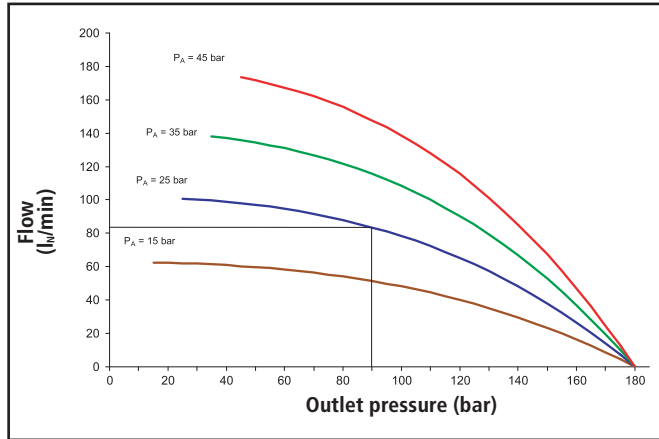
Technical features	DLE 15-2
Pressure ratio	1:30
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	10 (145)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	244 (14.88)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	23
Material of gas section	Stainless steel

Technische Daten	DLE 5-15-2
Pressure ratio	1:10 / 1:30
Max. compression ratio	1:45
Stage ratio	1:3
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	3,2 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub> + 3 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (22.76)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	24
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

### Model: DLE 30-1

Flow: 82 l<sub>n</sub>/min (2.89 SCFM)

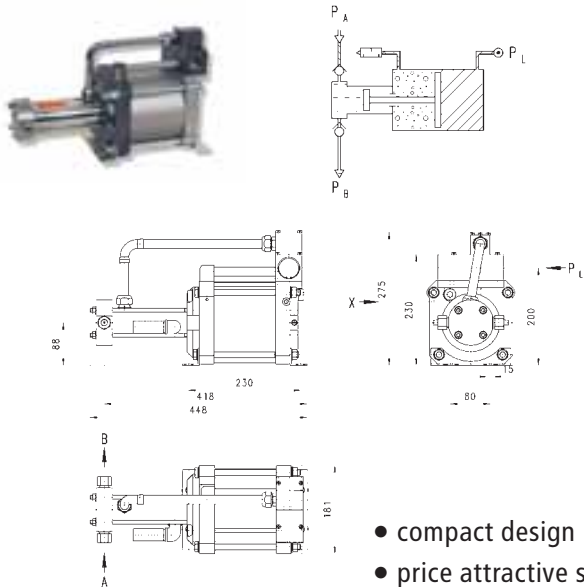
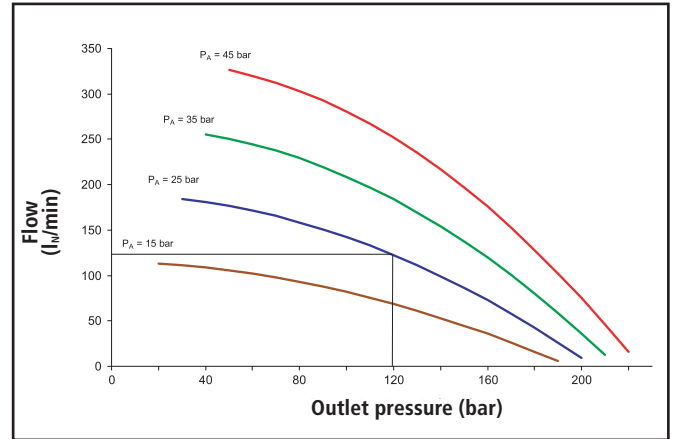
at inlet pressure of 25 bar (362 psi), outlet pressure of 82 bar (1,189 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



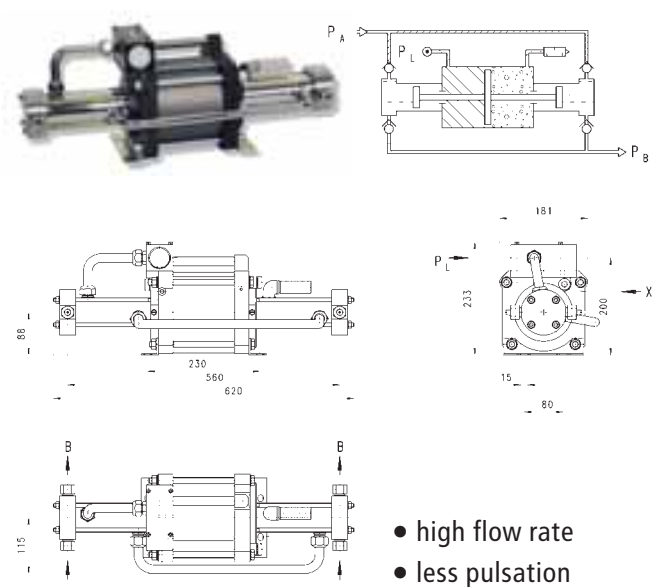
### Model: DLE 30

Flow: 125 l<sub>n</sub>/min (4.41 SCFM)

at inlet pressure of 25 bar (362 psi), outlet pressure of 120 bar (1,740 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- compact design
- price attractive solution



- high flow rate
- less pulsation

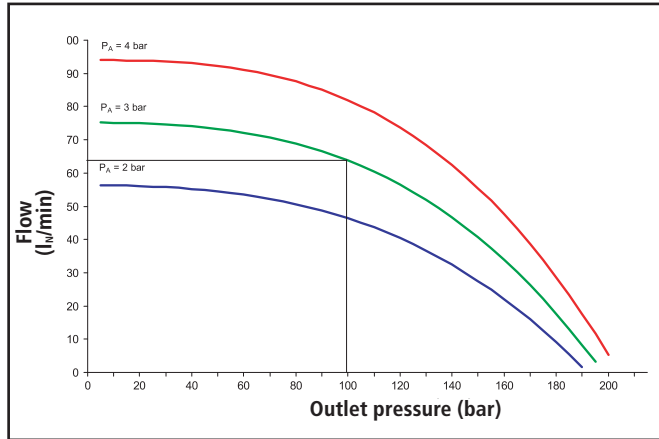
Technical features	DLE 30-1
Pressure ratio	1:30
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	15 (217)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	300 (4,350)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	60 (3.66)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	13
Material of gas section	Stainless steel

Technical features	DLE 30
Pressure ratio	1:30
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	15 (217)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	110
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	18
Material of gas section	Stainless steel

## Model: DLE 5-30

Flow: 63 l<sub>n</sub>/min (2.22 SCFM)

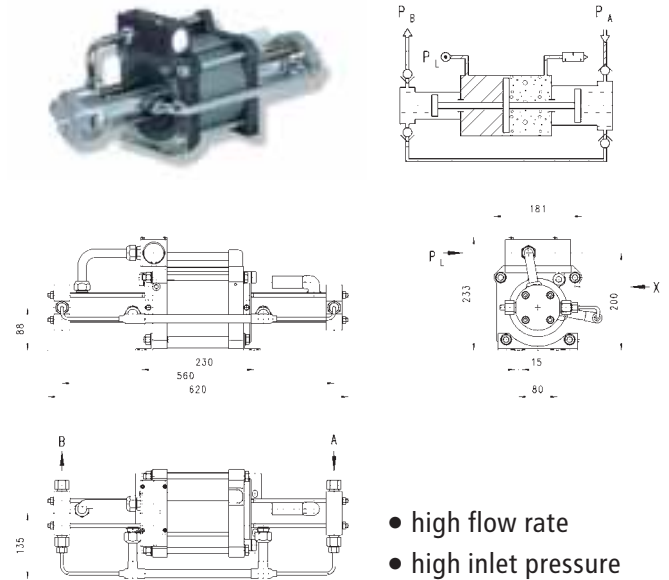
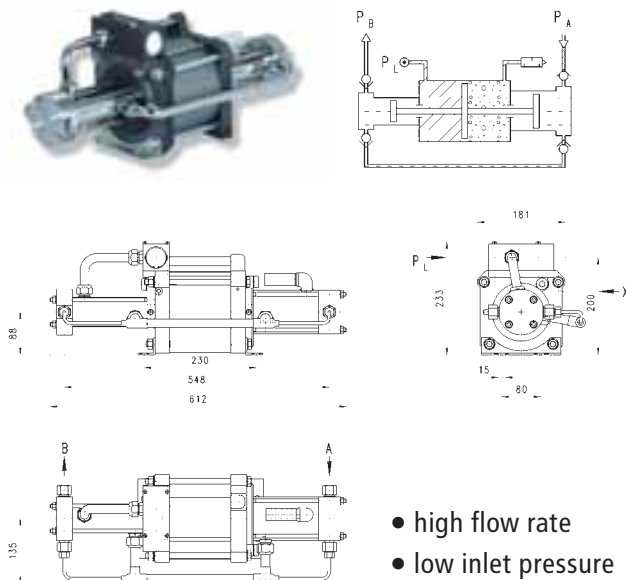
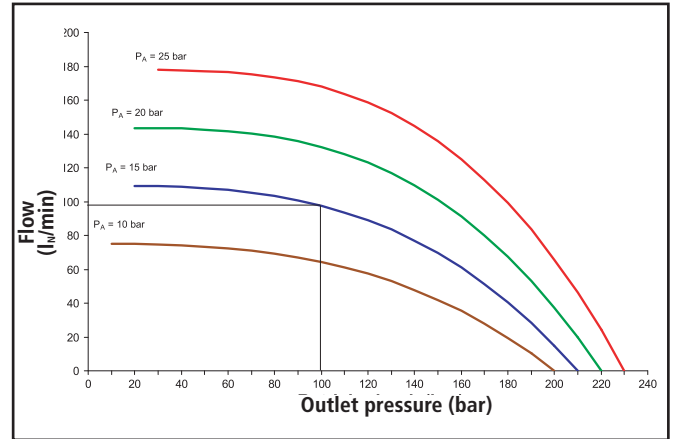
at inlet pressure of 3 bar (43 psi), outlet pressure of 100 bar (1,450 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



## Model: DLE 15-30

Flow: 98 l<sub>n</sub>/min (3.46 SCFM)

at inlet pressure of 15 bar (217 psi), outlet pressure of 100 bar (1,450 psi) and air drive pressure of 6 bar (87 psi)



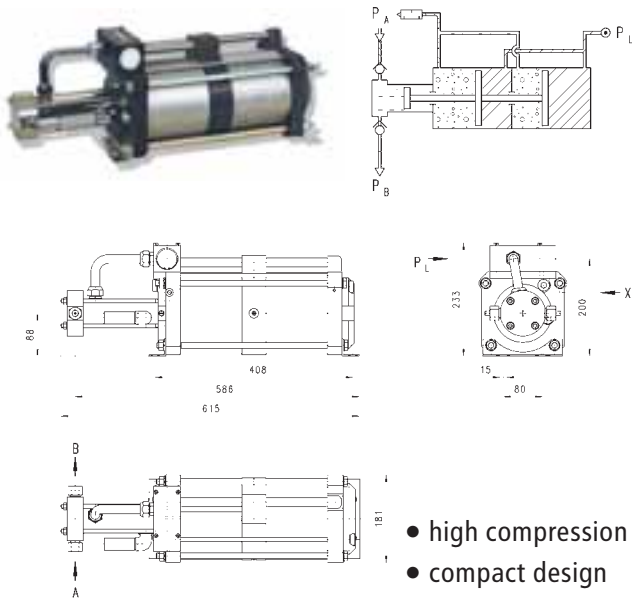
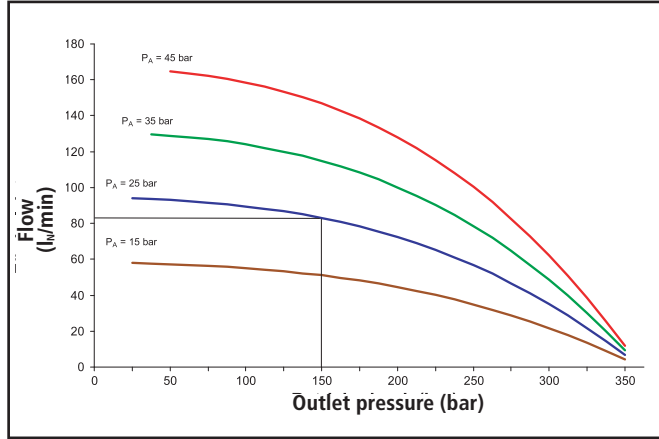
Technical features	DLE 5-30
Pressure ratio	1:5 / 1:30
Max. compression ratio	1:90
Stage ratio	1:6
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	0,5 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub> + 6 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (22.76)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	19
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

Technical features	DLE 15-30
Pressure ratio	1:5 / 1:30
Max. compression ratio	1:40
Stage ratio	1:2
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7 (101)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7,5 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	30 X p <sub>L</sub> + 2 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	122 (7.44)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	19
Material of gas section	Stainless steel

### Model: DLE 30-1-2

Flow: 82 l<sub>n</sub>/min (2.89 SCFM)

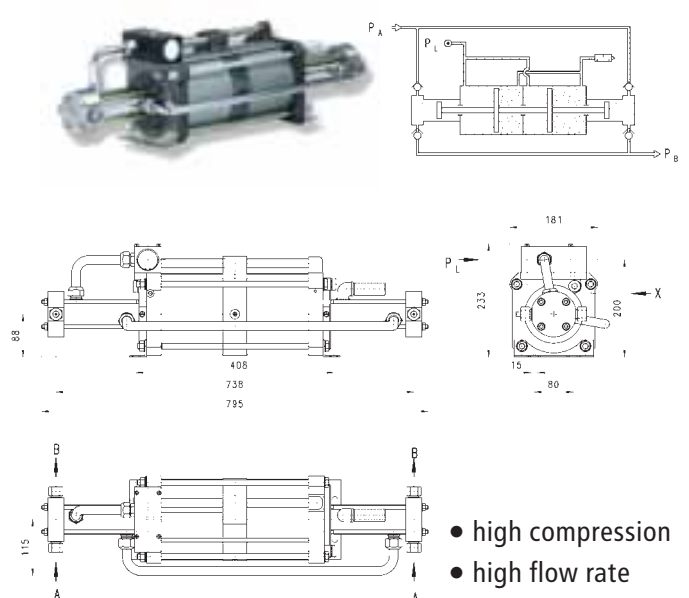
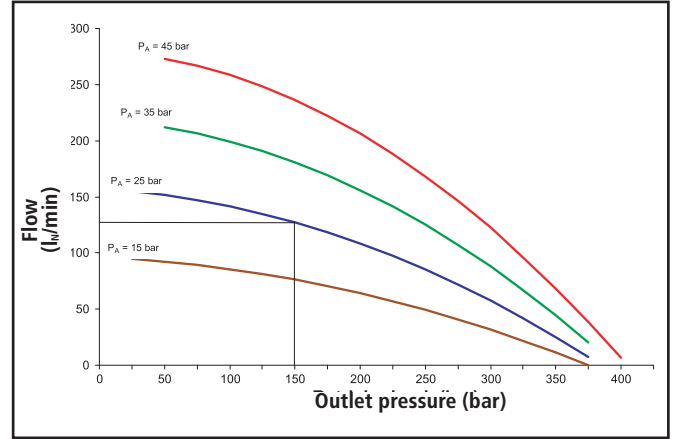
at inlet pressure of 25 bar (362 psi) and outlet pressure of 150 bar (2,175 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



### Model: DLE 30-2

Flow: 125 l<sub>n</sub>/min (4.41 SCFM)

at inlet pressure of 25 bar (362 psi) and outlet pressure of 150 bar (2,175 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



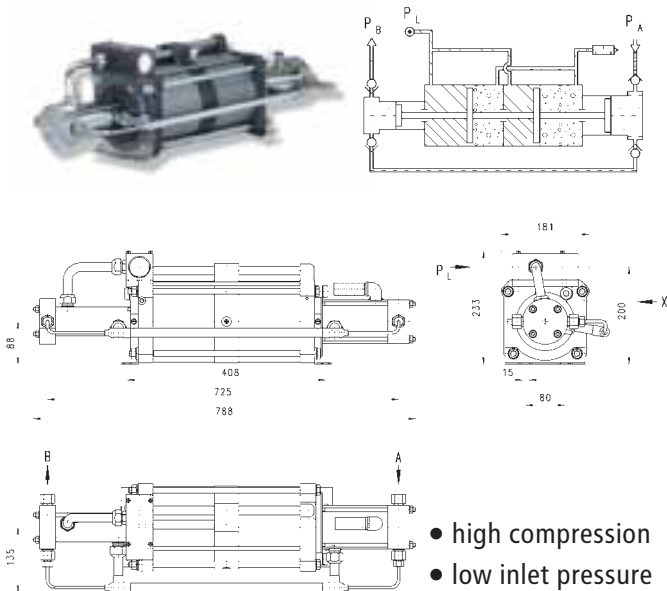
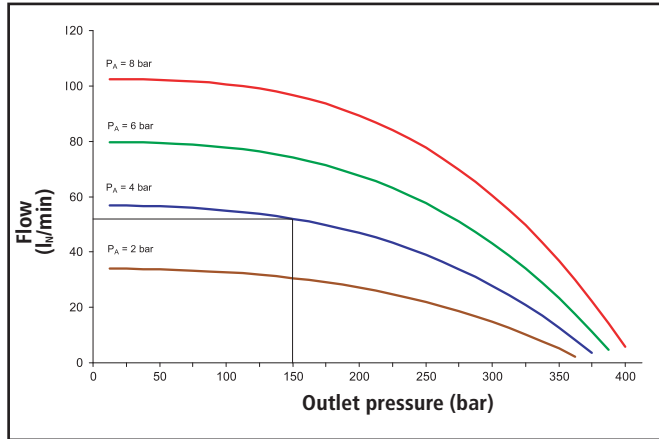
Technical features	DLE 30-1-2
Pressure ratio	1:60
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	20 (290)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	60 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	60 (3.66)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	20
Material of gas section	Stainless steel

Technical features	DLE 30-2
Pressure ratio	1:60
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	20 (290)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	60 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	120 (7.32)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	23
Material of gas section	Stainless steel

## Model: DLE 5-30-2

Flow: 52 l<sub>n</sub>/min (1.83 SCFM)

at inlet pressure of 4 bar (58 psi) and outlet pressure of 150 bar (2,175 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)

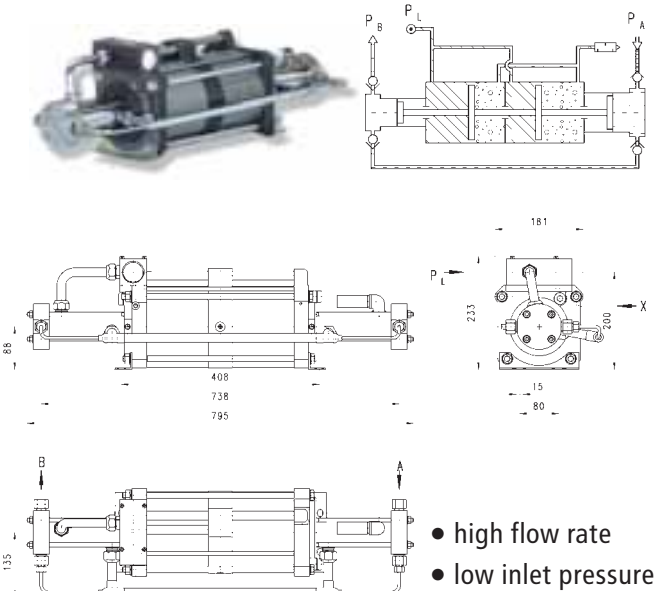
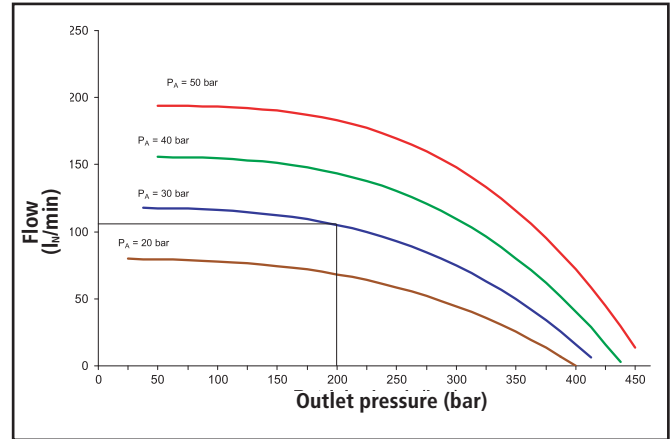


Technical features	DLE 5-30-2
Pressure ratio	1:10 / 1:60
Max. compression ratio	1:90
Stage ratio	1:6
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2 (29)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	1 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	60 X p <sub>L</sub> + 6 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	373 (22.76)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	24
Material of gas section	Stainless steel/aluminium

## Model: DLE 15-30-2

Flow: 105 l<sub>n</sub>/min (3.7 SCFM)

at inlet pressure of 30 bar (435 psi) and outlet pressure of 200 bar (2,900 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



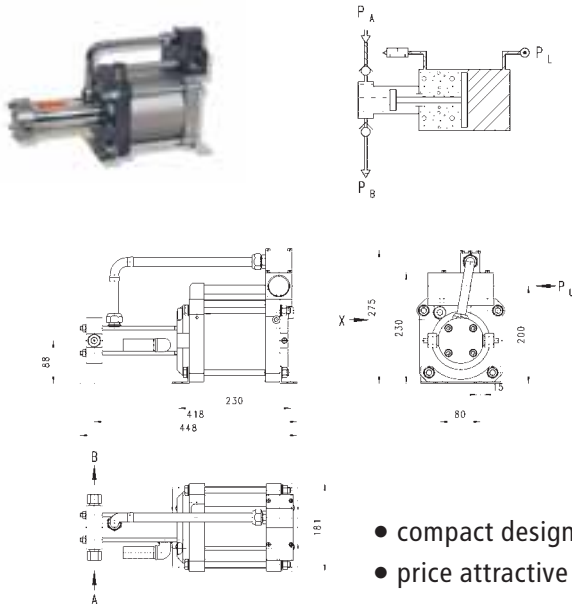
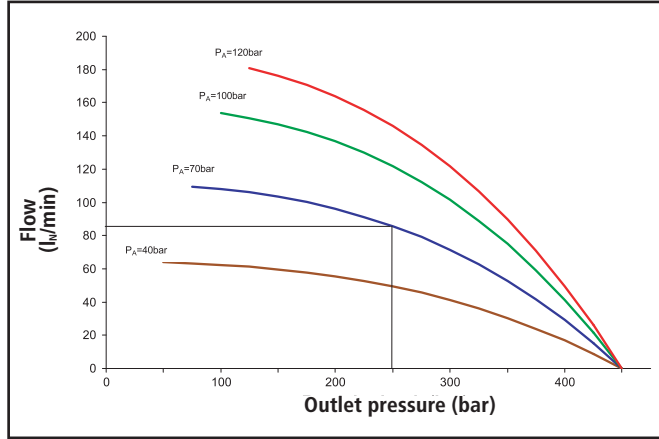
Technical features	DLE 15-30-2
Pressure ratio	1:30 / 1:60
Max. compression ratio	1:40
Stage ratio	1:2
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7 (101)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	15 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	600 (8,700)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	60 X p <sub>L</sub> + 2 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	122 (7.44)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	24
Material of gas section	Stainless steel



### Model: DLE 75-1

Flow: 85 l<sub>n</sub>/min (2.29 SCFM)

at inlet pressure of 70 bar (1,015 psi) and outlet pressure of 240 bar (3,480 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



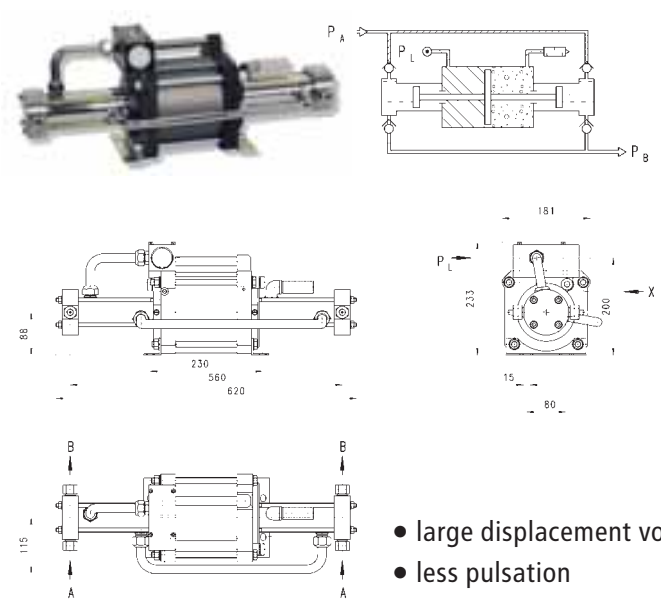
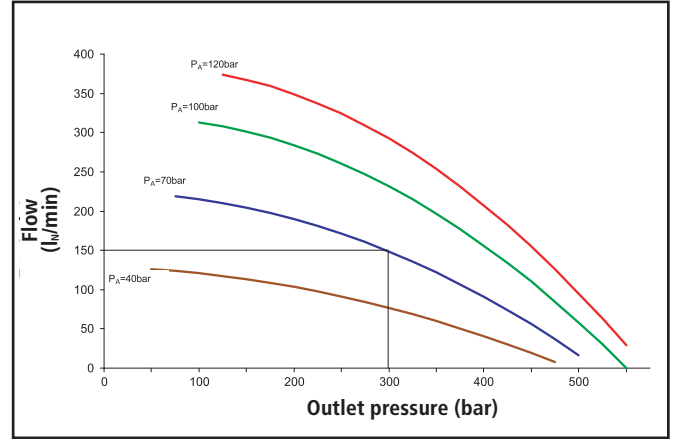
- compact design
- price attractive solution

#### Technical features

	DLE 75-1
Pressure ratio	1:75
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	35 (507)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	750 (10,875)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	750 (10,875)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	75 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	25 (1.52)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	13
Material of gas section	Stainless steel

### Model: DLE 75

Flow: 150 l<sub>n</sub>/min (5.29) at an inlet pressure of 70 bar (1,015 psi) and outlet pressure of 300 bar (4,350 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- large displacement volume
- less pulsation

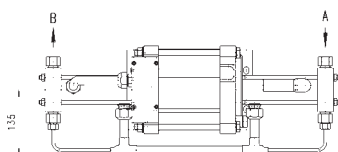
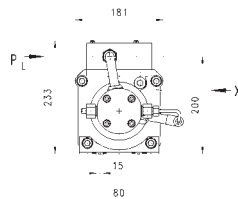
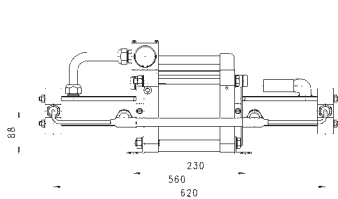
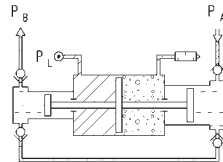
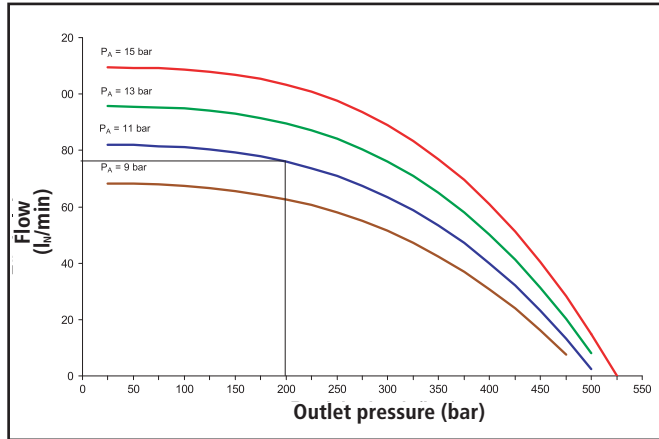
#### Technical features

	DLE 75
Pressure ratio	1:75
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	35 (507)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	75 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	50 (3.05)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	18
Material of gas section	Stainless steel

## Model: DLE 15-75

Flow: 75 l<sub>w</sub>/min (2.64 SCFM)

at inlet pressure of 11 bar (159 psi) and outlet pressure of 200 bar (2,900 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)

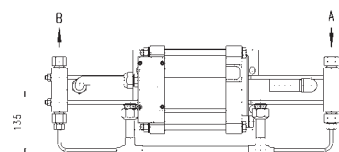
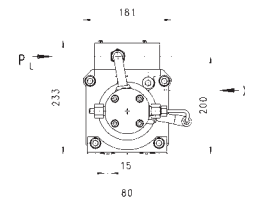
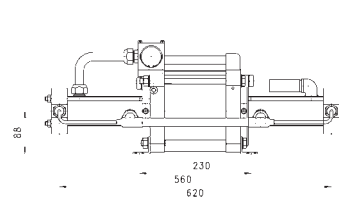
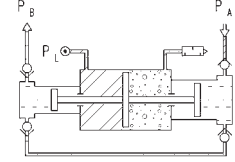
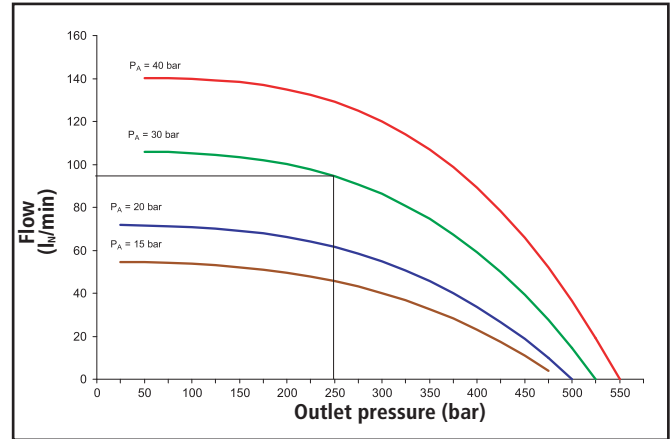


- low inlet pressure
- high outlet pressure

## Model: DLE 30-75

Flow: 95 l<sub>w</sub>/min (3.35 SCFM)

at inlet pressure of 30 bar (435 psi) and outlet pressure of 250 bar (3,625 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



- low inlet pressure
- high flow rate

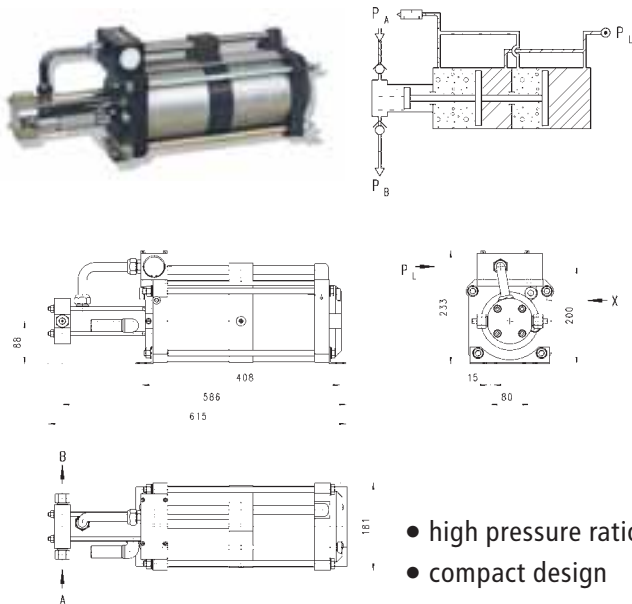
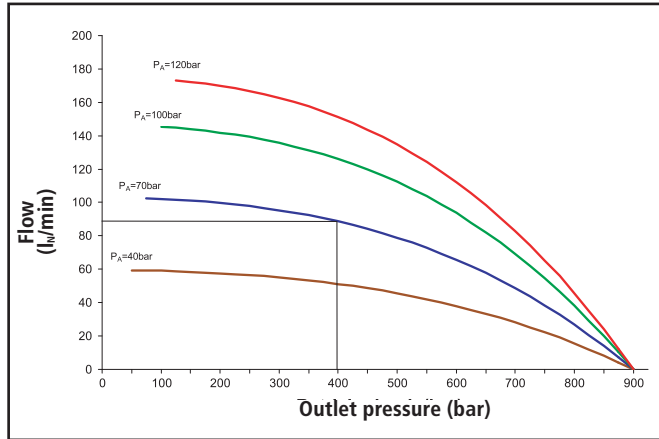
Technical features	DLE 15-75
Pressure ratio	1:15 / 1:75
Max. compression ratio	1:100
Stage ratio	1:5
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7 (101)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	2,5 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	75 X p <sub>L</sub> + 5 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	122 (7.44)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	19
Material of gas section	Stainless steel

Technical features	DLE 30-75
Pressure ratio	1:30 / 1:75
Max. compression ratio	1:50
Stage ratio	1:2.5
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	15 (217)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	12 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	75 X p <sub>L</sub> + 2.5 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	60 (3.66)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	400-1,980 (14.13-69.92)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	19
Material of gas section	Stainless steel

### Model: DLE 75-1-2

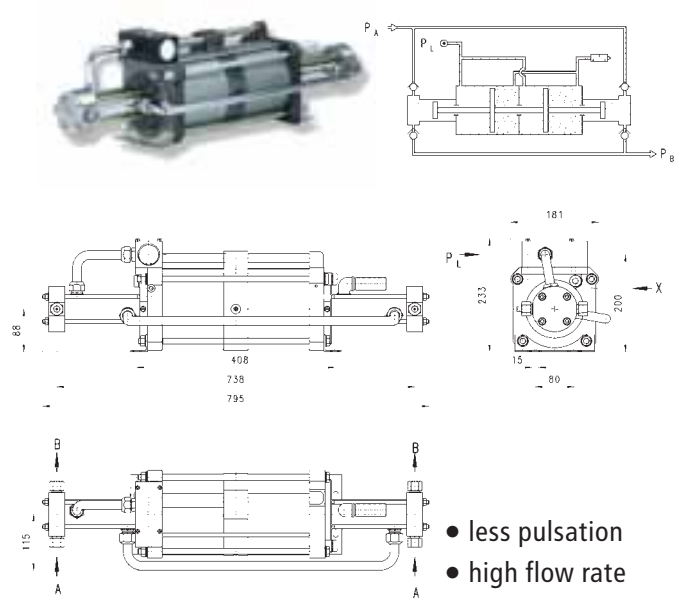
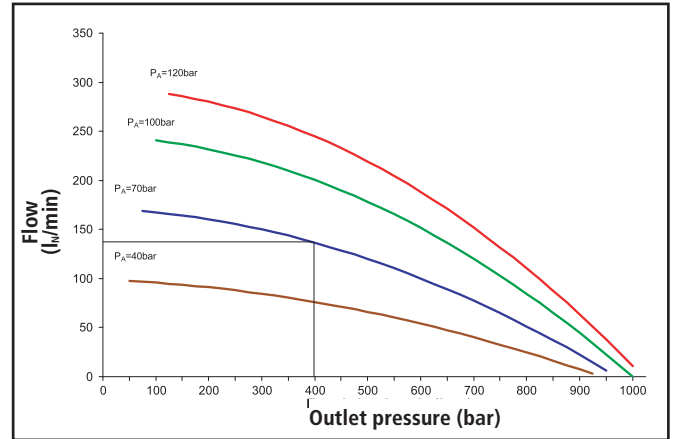
Flow: 90 l<sub>n</sub>/min (3.17 SCFM)

at inlet pressure of 70 bar (1,015 psi) and outlet pressure of 400 bar (5,800 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



### Model: DLE 75-2

Flow: 130 l<sub>n</sub>/min (4.59 SCFM) at an inlet pressure of 70 bar (1,015 psi) and outlet pressure of 400 bar (5,800 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



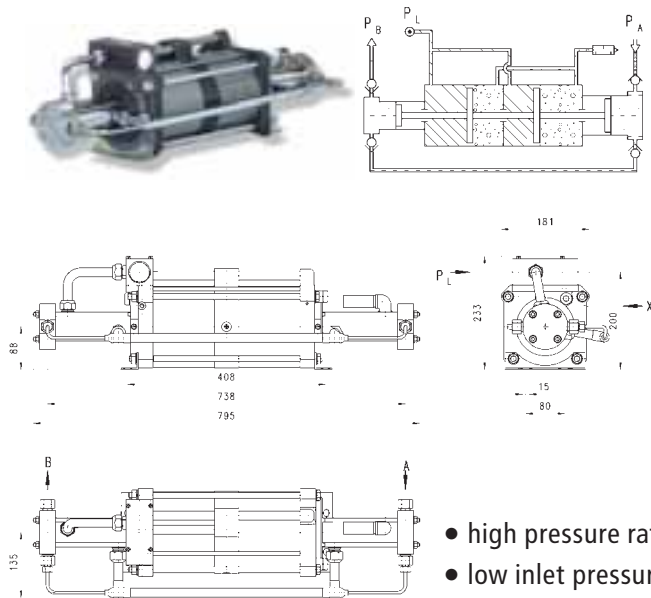
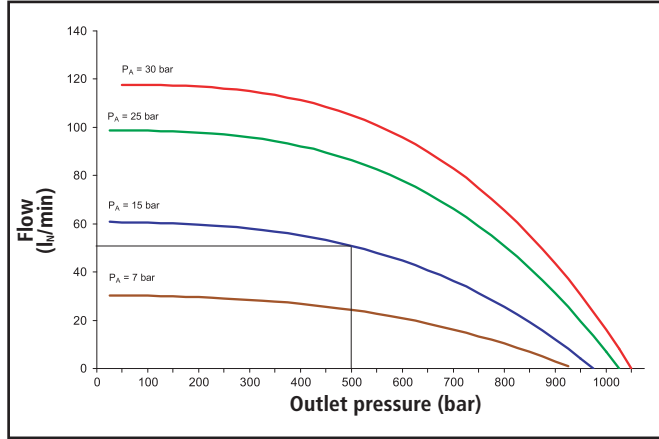
Technical features	DLE 75-1-2
Pressure ratio	1:150
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	45 (652)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	150 X p <sub>L</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	25 (1.52)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	20
Material of gas section	Stainless steel

Technical features	DLE 75-2
Pressure ratio	1:150
Max. compression ratio	1:20
Stage ratio	—
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	45 (652)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	150 X p <sub>L</sub> + p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	50 (3.05)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>n</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	23
Material of gas section	Stainless steel

**Model: DLE 15-75-2**

**Flow: 50 l<sub>w</sub>/min (1.76 SCFM)**

at inlet pressure of 15 bar (217 psi) and outlet pressure of 500 bar (7,250 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)

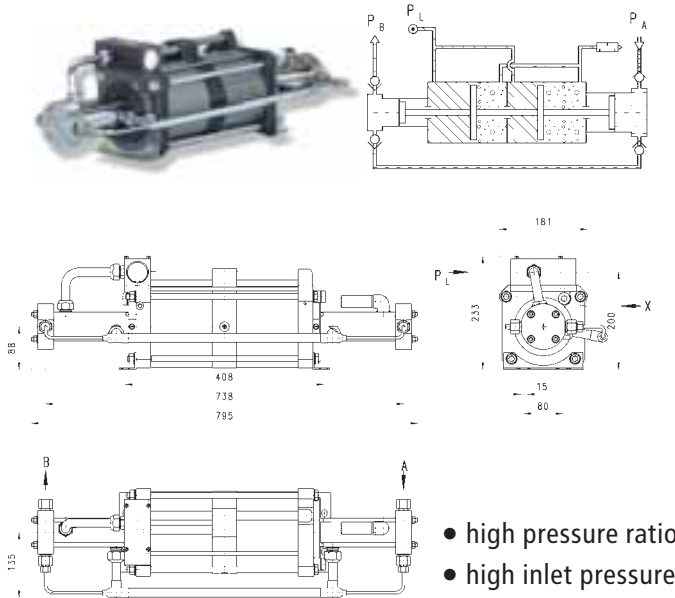
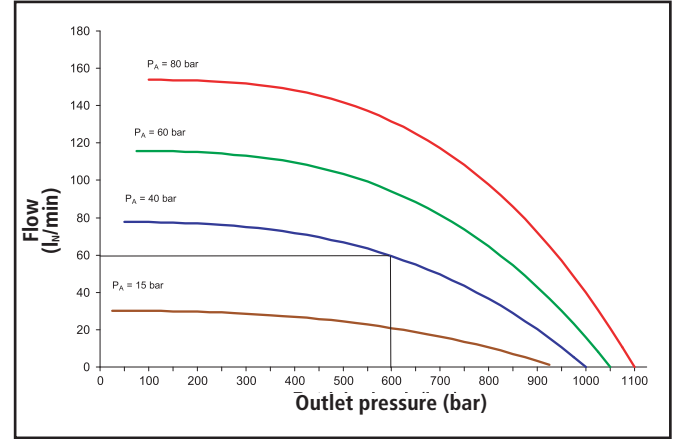


Technical features	DLE 15-75-2
Pressure ratio	1:30 / 1:150
Max. compression ratio	1:100
Stage ratio	1:5
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	7 (101)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	5 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	150 X p <sub>L</sub> + 5 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	122 (7.44)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	24
Material of gas section	Stainless steel

**Model: DLE 30-75-2**

**Flow: 60 l<sub>w</sub>/min (2.11 SCFM)**

at inlet pressure of 40 bar (580 psi) and outlet pressure of 600 bar (8,700 psi), air drive pressure of 6 bar (87 psi)



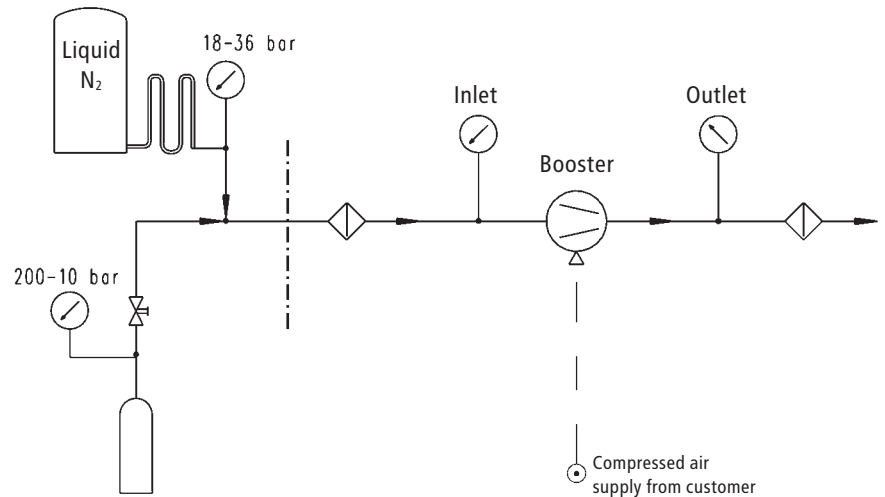
Technical features	DLE 30-75-2
Pressure ratio	1:60 / 1:150
Max. compression ratio	1:50
Stage ratio	1:2.5
Min. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	15 (217)
Max. gas inlet pressure p <sub>A</sub> in bar (psi)	24 X p <sub>L</sub>
Max. permitted outlet pressure p <sub>B</sub> in bar (psi)	1,500 (21,750)
Formula to calculate gas outlet pressure p <sub>B</sub>	150 X p <sub>L</sub> + 2.5 X p <sub>A</sub>
Displacement volume in cm <sup>3</sup> (in <sup>3</sup> )	60 (3.66)
Air drive p <sub>A</sub> in bar (psi)	1-10 (14.5-145)
Air consumption in l <sub>w</sub> /min (SCFM)	600-2,400 (21.2-84.8)
Connection: Gas inlet	1/4 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Drive air	3/4 BSP
Net weight (kg)	24
Material of gas section	Stainless steel

### Model VP/70/700/35

- Wide range of application
- Compact design
- Portable unit
- Easy to operate
- Oil and lubrication free compression
- Dry running
- No electrical auxiliary energy is needed

This booster station is designed for a wide range of application. I. e. pressure tests can be realized, gas cylinders filled or accumulators recharged.

To operate this system, the gas inlet, the gas outlet and the drive air have to be connected. Other installations are not necessary. Since the components are reduced to a minimum, an easy and reliable operation can be guaranteed.



### Technical features

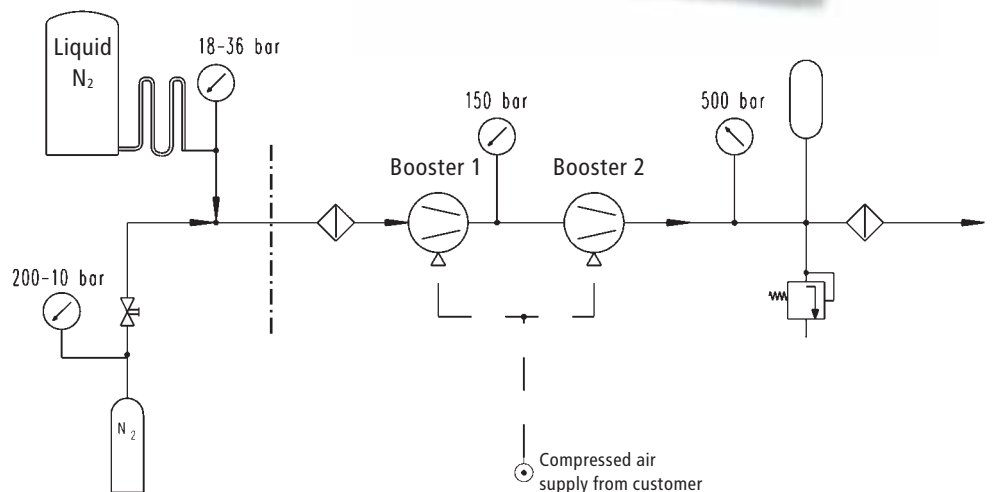
Outlet pressure	75 – 700 bar (1,087 – 10,150 psi)
Flow capacity at an inlet pressure of 10 bar (145 psi)	70 l <sub>N</sub> /min (2.47 SCFM) at 200 bar (2,900 psi) outlet pressure
Flow capacity at an inlet pressure of 15 bar (217 psi)	103 l <sub>N</sub> /min (3.63 SCFM) at 200 bar (2,900 psi) outlet pressure
Time of operation	50 %
Gas inlet pressure	7 – 35 bar (101 – 507 psi), but max. 3.5*air drive pL
Air drive pressure	1 – 10 bar (14.5 – 145 psi)
Air consumption	400 – 1,980 l <sub>N</sub> /min (14.13 – 69.92 SCFM)
Connection: Gas inlet	1/2 BSP
Connection: Gas outlet	1/4 BSP
Connection: Air drive	1/2 BSP
Panel	Stainless steel
Dimensions (W x D x H)	850 X 410 X 410 mm
Net weight	28 kg

## Model VP/120/500/300

- Wide range of application
- Compact design
- Mobile system
- Automatic operation
- Oil and lubrication free compression
- Dry running



This booster station is an individually operating, air driven booster station in compact design. The booster delivers continuously into a storage tank and guarantees that the pressure inside of the receiver is always between the set limit values. Due to the design of this system the gas cylinder can be emptied down to 10 bar and the gas volume used in an optimum way. Through the integrated pilot switches, regulator and safety relief elements, an automatic operation without a continuous observation would be possible.



### Technical features

Outlet pressure	20 – 500 bar (290 – 7,250 psi), adjustable through pressure reducer
Flow capacity at an inlet pressure of 18 bar (261 psi)	120 I <sub>N</sub> /min (4.23 SCFM)
Flow capacity at an inlet pressure of 300 bar (4,350 psi)	400 I <sub>N</sub> /min (14.12 SCFM)
Time of operation	50 %
Nitrogen inlet	M16 X 1.5 (Ermeto 8S)
Nitrogen outlet pressure	M16 X 1.5 (Ermeto 8S)
Nitrogen accumulator	5 liter / 550 bar (7,975 psi)
Nitrogen inlet pressure (from vaporiser)	20 – 36 bar (290 – 522 psi)
Nitrogen cylinder supply	10 – 300 bar (145 – 4,350 psi)
Connection: Nitrogen cylinder (2 pcs.)	W 24.32 X 1/14 200 bar (2,900 psi) / 300 bar (4,350 psi)
Air drive pressure	4 – 10 bar (58 – 145 psi)
Connection: Air drive	3/4 BSP
Air consumption	400 – 1980 I <sub>N</sub> /min (14.13-69.92 SCFM)
Cabinet	Steel, coloured, on castors
Dimensions (W x D x H)	720 X 560 X 1,230 mm
Net weight (packed weight)	211kg (315 kg)

### Model VH/400/500R

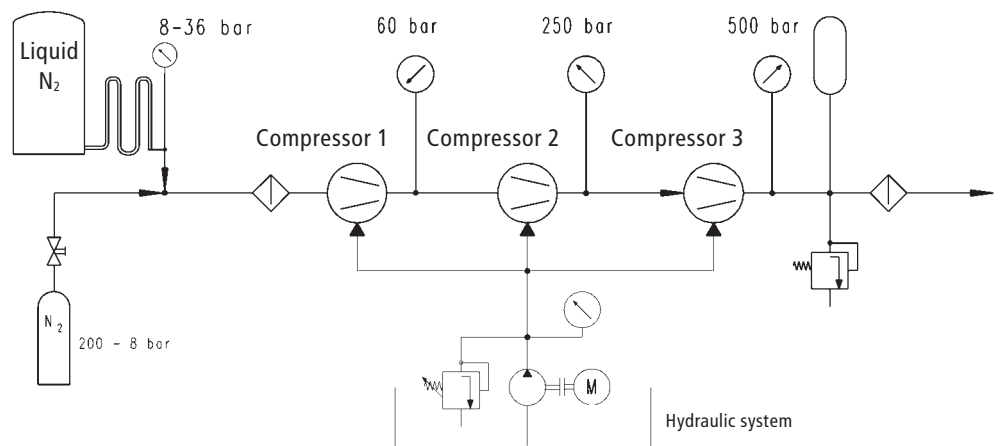
- High flow rate
- Automatic operation
- Oil and lubrication free compression
- Dry running

This compressor station is an independently working, hydraulic driven system which compresses the gases in three stages, and integrated hydraulic system.

The individual compressor stages are operated through proportional valves, in this way a silent operation at a low sound emission can be realized.

The compressor delivers a continuous flow into a storage tank and thus ensures that the pressure inside this tank is always within the adjustable limiting values.

The required pressures can be freely set in the operating panel.



### Technical features

Outlet pressure	200 – 500 bar (2,900 – 7,250 psi), variable
Flow at 14 bar (203 psi) inlet pressure	400 l <sub>N</sub> /min (14.12 SCFM)
Gas inlet	M16 X 1.5 (Ermeto 8S)
Gas outlet	M16 X 1.5 (Ermeto 8S)
High pressure accumulator	10 liter / 550 bar (7,975 psi)
Gas inlet (i. e. from the vaporiser)	8 – 36 bar (116 – 522 psi)
Cooling water connection	3/4 BSP 0.8 m <sup>3</sup> /h (28.25 SCFM/h) / T inlet = 14° C (57°C)
Power supply	max. 22 kW
Supply from gas cylinders	10 – 300 bar (145 – 4,350 psi)
Cabinet	Coloured steel
Dimensions (W x D x H)	2,180 X 1,000 X 1,900 mm
Net weight	1,600 kg

Type	Pressure ratio $i_1 / i_2$	Com- pression ratio*	Suction pressure		Max. outlet pressure pB bar	Formula for max. end pressure in bar (psi)	Displacement volume per double stroke cm <sup>3</sup> cu.in	Max cycle frequency 1/min	Connections		Max. operating pressure kg pressure °C	Weight kg
			Min pA bar	Max bar					Inlet*	Outlet		
DLE 2-1	1:2	1:10	0	20	290	2*pL	922 56.26	100	1/2 BSP	1/2 BSP	60	15
DLE 5-1	1:5	1:15	2	29	725	5*pL	373 22.76	110	1/2 BSP	1/2 BSP	60	15
DLE 15-1	1:15	1:20	7	102	150	15*pL	122 7.44	130	1/4 BSP	1/4 BSP	100	13
DLE 30-1	1:30	1:20	15	218	300	30*pL	60 3.66	130	1/4 BSP	1/4 BSP	100	13
DLE 75-1	1:75	1:20	35	508	750	75*pL	25 1.53	130	1/4 BSP	1/4 BSP	100	13
DLE 2	1:2	1:10	0	40	580	2*pL + pA	1844 112.53	90	1/2 BSP	1/2 BSP	60	20
DLE 5	1:5	1:15	2	29	1,450	5*pL + pA	746 45.52	110	1/2 BSP	1/2 BSP	60	20
DLE 15	1:15	1:20	7	102	300	15*pL + pA	244 14.89	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	18
DLE 30	1:30	1:20	15	218	600	30*pL + pA	120 7.32	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	18
DLE 75	1:75	1:20	35	508	1,500	75*pL + pA	50 3.05	130	1/4 BSP	1/4 BSP	100	18
DLE 2-5	1:2 / 1:5	1:25	0	0	0.8*PL	5*pL + 2.5*pA	922 56.26	100	1/2 BSP	1/2 BSP	60	20
DLE 5-15	1:5 / 1:15	1:45	2	29	1,6*PL	15*pL + 3*pA	373 22.76	110	1/2 BSP	1/4 BSP	100	19
DLE 5-30	1:5 / 1:30	1:90	2	29	0.5*PL	30*pL + 6*pA	373 22.76	110	1/2 BSP	1/4 BSP	100	19
DLE 15-30	1:15 / 1:30	1:40	7	102	7.5*PL	30*pL + 2*pA	122 7.44	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	19
DLE 15-75	1:15 / 1:75	1:100	7	102	2.5*PL	75*pL + 5*pA	122 7.44	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	19
DLE 30-75	1:30 / 1:75	1:50	15	218	12*PL	75*pL + 2.5*pA	60 3.66	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	19
DLE 2-1-2	1:4	1:10	0	0	40	4*pL	922 56.26	100	1/2 BSP	1/2 BSP	60	22
DLE 5-1-2	1:10	1:15	4	58	100	10*pL	373 22.76	110	1/2 BSP	1/2 BSP	60	22
DLE 15-1-2	1:30	1:20	10	145	300	30*pL	122 7.44	110	1/4 BSP	1/4 BSP	100	20
DLE 30-1-2	1:60	1:20	20	290	600	60*pL	60 3.66	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	20
DLE 75-1-2	1:150	1:20	45	653	1,500	150*pL	25 1.53	120	1/4 BSP	1/4 BSP	100	20
DLE 2-2	1:4	1:1	0	0	40	4*pL + pA	1844 112.53	90	1/2 BSP	1/2 BSP	60	25
DLE 5-2	1:10	1:15	4	58	100	10*pL + pA	746 45.52	100	1/2 BSP	1/2 BSP	60	25
DLE 15-2	1:30	1:20	10	145	300	30*pL + pA	244 14.89	100	1/4 BSP	1/4 BSP	100	23
DLE 30-2	1:60	1:20	20	290	600	60*pL + pA	120 7.32	100	1/4 BSP	1/4 BSP	100	23
DLE 75-2	1:150	1:20	45	653	1,500	150*pL + pA	50 3.05	100	1/4 BSP	1/4 BSP	100	23
DLE 2-5-2	1:4 / 1:10	1:25	0	0	1.6*PL	10*pL + 2.5*pA	922 56.26	90	1/2 BSP	1/2 BSP	60	25
DLE 5-15-2	1:10 / 1:30	1:45	2	29	3.2*PL	30*pL + 3*pA	373 22.76	100	1/2 BSP	1/4 BSP	100	24
DLE 5-30-2	1:10 / 1:60	1:90	2	29	1*PL	60*pL + 6*pA	373 22.76	100	1/2 BSP	1/4 BSP	100	24
DLE 15-30-2	1:30 / 1:60	1:40	7	102	15*PL	60*pL + 2*pA	122 7.44	100	1/4 BSP	1/4 BSP	100	24
DLE 15-75-2	1:30 / 1:150	1:100	7	102	5*PL	150*pL + 5*pA	122 7.44	100	1/4 BSP	1/4 BSP	100	24
DLE 30-75-2	1:60 / 1:150	1:50	15	218	24*PL	150*pL + 2.5*pA	60 3.66	100	1/4 BSP	1/4 BSP	100	24

\*Compression ratio = Outlet pressure / Suction pressure  
 Abbreviations: pL = Air drive; pA = Suction pressure; pB = Outlet pressure  
 The maximum permitted outlet pressure is 60 to 100°C. Cooling by water is available as an option. The maximum stroke frequency is at 90 to 100 cycles per minute for 50% duty cycle. Suction pressures lower than the indicated "pA min" are not permitted and can cause damages on the unit.



# MAXIMATOR®



## High-pressure pumps for different liquids (oil, water, emulsion etc.)

- easy to maintain, ex-proof
- low energy consumption
- operating pressures up to max. 5,500 bar



## Air Amplifiers

- For increasing air pressure
- Specific air pressure amplification to suit your requirements
- Connection to electrical supply not necessary
- Operating pressure max. 40 bar



## Special Test Benches

- Static pressure test
- Bursting pressure test
- Impulse pressure test
- Hoses, pipes, valves, hydraulic components can be tested



## Gas Assist Injection Systems

- Compressor stations with pneumatic, electric or hydraulic drive
- Control modules with 2, 4 or 8 valves
- Control modules with integrated booster station
- External core pull control systems



## High Pressure Valves, Fittings, Tubing

- Stainless steel design
- Temperatures from -250° C to +650° C for liquids and gases
- Maximum outlet pressures up to 10,500 bar

Your Representative:



MAXIMATOR GmbH

Factory

MAXIMATOR GmbH

Walkenrieder Str. 15  
D-37449 Zorge / Germany

Internet

[www.maximator.de](http://www.maximator.de)

Telephone: ++49 55 86 / 80 30

Facsimile: ++49 55 86 / 8 03 30 40

eMail: [info@maximator.de](mailto:info@maximator.de)

All technical and dimensional information subject to change. All general Terms and Conditions of sale, including limitations of our liability, apply to all products and services sold.