



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Implementación de un sistema neumático centralizado para el laboratorio de Electromecánica de la UTC extensión La Maná”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería Electromecánico.

AUTOR:

Vega Estrada Iván Geovanny

TUTOR:

Ing. MSc. Guilcaso Molina Cristian Orlando


LA MANÁ-ECUADOR

AGOSTO-2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo: Vega Estrada Iván Geovanny, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO CENTRALIZADO PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”, siendo el Ing. Guilcaso Molina Cristian Orlando tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Vega Estrada Iván Geovanny

C.I: 050460953-8

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad del Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO CENTRALIZADO PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”, de Vega Estrada Iván Geovanny de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto 2023



Ing. MSc. Guilcaso Molina Cristian Orlando.

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto el postulante Vega Estrada Iván Geovanny con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO CENTRALIZADO PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto. Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2023

Para constancia firman:



MSc. Yoandrys Morales Tamayo

C.I: 1756958797

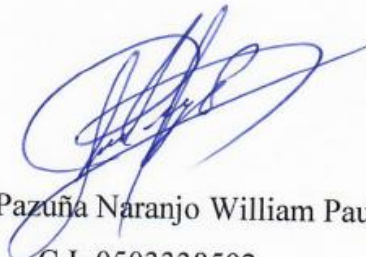
LECTOR 1



Ing. MSc. Vásquez Carrera Paco Jovanni

C.I: 0501758767

LECTOR 2



MSc. Pazuña Naranjo William Paul

C.I: 0503338592

LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Guilcaso Cristian docente tutor, por guiarme compartiendo su conocimiento y por su excelente orientación en la elaboración de mi investigación.

El reconocimiento y gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Mana y a los docentes que me impartieron conocimiento de vital importancia para el desempeño en el campo profesional.

DEDICATORIA

Dedicó este trabajo de investigación a toda mi familia que me apoyó en toda la carrera universitaria.

A mis padres que siempre estuvieron apoyándome en cada etapa de estudio, y a mis amigos que me brindaron su apoyo psicológico.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO CENTRALIZADO PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”

Autor:

Vega Estrada Iván Geovanny

RESUMEN

Desde los antiguos aserraderos y las minas de carbón hasta los modernos talleres mecánicos y los robots espaciales, la neumática ha cobrado una importancia inmensa en la racionalización y automatización del lugar de trabajo. Ciertas propiedades del aire comprimido hacen que este medio sea ideal para su uso en equipos modernos de fabricación y producción. La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná, posee carreras educativas técnicas como lo es la Mecánica Automotriz y que es sus laboratorios tienen múltiples equipos didácticos y que muchos de ellos requieren del uso de un sistema neumático centralizado para su correcto funcionamiento.

El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de implementar un sistema neumático centralizado en el laboratorio de electromecánica que tiene la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná, para lo cual es necesario obtener una eficiencia estable sin tener pérdidas de presión. Muchos de los equipos y herramientas que necesitan aire a presión, tienen en sus especificaciones la presión óptima de trabajo, para ellos el estudio y diseño de un sistema neumático centralizado tiene que ser cuidadosamente estudiado y regirse a los cálculos realizados. Para el proyecto se implementó un compresor de 3HP que según el estudio tiene la capacidad suficiente para abastecer el laboratorio, además se aplicaron tubos de media pulgada para lograr la presión adecuada dando como resultado un valor de la pérdida de presión del 1.32 siendo aceptable en el sistema establecido.

Palabras clave: parámetros, presión de aire, factibilidad, eficiencia, sistema neumático.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITLE: "IMPLEMENTATION OF A CENTRALIZED PNEUMATIC SYSTEM FOR THE ELECTROMECHANICS LABORATORY OF THE UTC LA MANA EXTENSION".

Author:

Vega Estrada Iván Geovanny

ABSTRACT

From ancient sawmills and coal mines to modern machine shops and space robots, pneumatics has become immensely important in streamlining and automating the workplace. Certain properties of compressed air make this medium ideal for use in modern manufacturing and production equipment. The Technical University of Cotopaxi Extension la Maná, has technical educational careers such as Automotive Mechanics and that its laboratories have multiple didactic equipment and that many of them require the use of a centralized pneumatic system for their correct operation.

The purpose of this research project is to implement a centralized pneumatic system in the electromechanical laboratory of the Technical University of Cotopaxi Extension la Maná, for which it is necessary to obtain a stable efficiency without having pressure losses. Many of the equipment and tools that you need pressurized air have in their specifications the optimal working pressure, for them the study and design of a centralized pneumatic system has to be carefully studied and abide by the calculations made. For the project, a 3HP compressor was implemented, which according to the study has sufficient capacity to supply the laboratory, in addition, half-inch tubes were applied to achieve the appropriate pressure, resulting in a pressure loss value of 1.32, being acceptable in the established system.

Keywords: parameters, air pressure, feasibility, efficiency, pneumatic system.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO CENTRALIZADO PARA EL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”** presentado por: **Iván Geovanny Vega Estrada** egresado de la Carrera de: **Electromecánica**, perteneciente a la Facultad de **Ciya**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Agosto del 2023

Atentamente,



Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Beneficiarios Directos.....	3
4.2. Beneficiarios Indirectos	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
5.1. Delimitación del problema	4
6. OBJETIVOS:.....	4
6.1. Objetivo general	4
6.2. Objetivos específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. ¿Qué es el aire comprimido?.....	6
8.2. ¿Qué consideraciones debemos tomar en cuenta con el aire comprimido?	6
8.3. Usos potencialmente inadecuados del aire comprimido	7
8.4. Calidad y tratamiento de aire comprimido	8
8.4.1. ¿Qué ocurre debido a una calidad de aire inadecuada?	8

8.4.2.	¿Efectos negativos de una mala calidad de aire a los componentes de un sistema neumático?	9
8.5.	La calidad del aire comprimido	10
8.6.	Potencia mecánica y rendimientos.....	10
8.7.	Compresores.....	12
8.7.1.	Compresores de émbolo.....	12
8.7.2.	Compresor de membrana	13
8.7.3.	Compresor de émbolos rotativos	13
8.7.4.	Compresor helicoidal.....	13
8.7.5.	Compresor de flujo	13
8.8.	Selección del compresor.....	14
8.8.1.	Potencia necesaria y rendimiento.	15
8.8.2.	Ley de los gases reales.	16
8.9.	Accionamiento del compresor.....	17
8.9.1.	Depósito del aire comprimido	17
8.9.2.	Selección del tamaño del depósito de aire comprimido.....	17
8.9.3.	Filtro de Entrada	17
8.10.	Elementos de trabajo y mando	18
8.10.1.	Cilindros.....	18
8.10.2.	Cilindros de simple efecto.....	18
8.10.3.	Cilindro de membrana.....	18
8.11.	Historia de la neumática.....	19
8.12.	Campos de aplicación	20
8.13.	Fundamentos de automatización	20
8.13.1.	Neumática.....	20
8.14.	Aplicaciones Neumáticas.	20
8.15.	Elementos de la automatización	21

8.15.1.	Realimentación.....	21
8.15.2.	Informática	21
8.15.3.	Tecnologías Cableadas.....	21
8.15.4.	Tecnologías programadas.....	21
8.15.5.	Detectores y Captadores.....	22
8.15.6.	Accionadores.....	22
8.16.	Ventajas del uso la tecnología neumática.....	22
8.17.	Desventajas de la tecnología neumática.....	22
8.18.	Propiedades de los sistemas neumáticos.....	23
8.19.	Calidad del aire comprimido	23
8.19.1.	Parámetros de la calidad del aire comprimido	23
8.19.2.	Partículas sólidas	24
8.20.	Aire Comprimido.....	24
8.21.	Aire Libre	24
8.22.	Aire Atmosférico.	25
8.23.	Cilindros Neumáticos.....	25
8.24.	Tipos de Cilindros.....	25
8.24.1.	Cilindros de acción simple (SACO)	26
8.24.2.	Cilindros dobles (DAC)	26
8.24.3.	Cilindros rotatorios del aire.....	26
8.24.4.	Cilindros del aire de Rodless.....	27
8.25.	Válvulas de mando.....	27
8.25.1.	Válvulas de vías o distribuidores.....	27
8.25.2.	Válvulas de bloqueo.....	27
8.25.3.	Válvulas del caudal	27
8.25.4.	Válvulas de presión.....	28
9.	PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.....	29

9.1.	Hipótesis del proyecto.....	29
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	29
10.1.	La red neumática.....	29
10.2.	Formulación de un estudio de planificación.....	30
10.3.	Monitorización de red neumática.	30
10.4.	Códigos de Colores para Identificación de Materiales en Sistemas de Tuberías	31
10.5.	Calculo y dimensionamiento de compresor	31
10.5.1.	Análisis técnico	32
11.	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	34
11.1.	Distribución del aire comprimido	35
11.2.	Depósito del aire comprimido.	36
11.3.	Depósito de condensado.....	36
11.4.	Tamaño de la red de aire comprimido.....	37
11.5.	Dimensionamiento de tuberías y ramificaciones.....	39
11.6.	Modelo matemático de la potencia instalada del motor eléctrico (KW).....	40
11.7.	Diagrama eléctrico del sistema neumático centralizado.	41
11.8.	Diagrama del sistema de tuberías e implementación del sistema neumático centralizado.....	42
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):.....	43
13.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:.....	45
13.1.	Presupuesto de la red de distribución.....	45
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
14.1.	Conclusiones.....	46
14.2.	Recomendaciones	46
15.	BIBLIOGRAFIA.....	47
16.	ANEXO	50

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Estudiantes de la carrera Electromecánica.....	3
Tabla 2. Estudiantes de otras carreras de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná	3
Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos.....	5
Tabla 4. Leyes físicas más usadas en el manejo de aire comprimido.	7
Tabla 5. Principales parámetros para la selección de un compresor.	14
Tabla 6. Listado de todos accesorios de la red de distribución	30
Tabla 7. Consumo de aire del laboratorio.....	32
Tabla 8. Protocolo de mantenimiento y obtención de datos.....	34
Tabla 9. Preguntas a las personas beneficiarias del proyecto.....	43
Tabla 10. Análisis de presupuesto.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Configuración básica de un sistema de aire comprimido.....	6
Figura 2. Calidad del aire inadecuada	9
Figura 3. Mala calidad de aire a los componentes de un sistema neumático	9
Figura 4. Porcentaje en mediciones de partículas se realizan con equipos modernos y profesionales que permiten obtener valores precisos bajo el rango de medición que presentamos a continuación: Fuente: [6].....	10
Figura 5. Dibujo en sección de un compresor de émbolo alternativo de una fase	12
Figura 6. Dibujo en sección de un compresor helicoidal	13
Figura 7. Dibujo en sección de un compresor de flujo axial.....	14
Figura 8. Acumulador	17
Figura 9. Sección de un cilindro de membrana con muelle recuperador.	19
Figura 10. Cilindros neumáticos.....	25
Figura 11. Cilindro simple efecto	26
Figura 12. Cilindro de doble efecto	26
Figura 13. Válvula de reguladora de caudal.....	28
Figura 14. Válvulas de presión	28
Figura 15. Esquema de una alimentación de red neumática	30
Figura 16. Características de colores para señalización de tuberías.	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de la primera pregunta	43
Gráfico 2. Gráfico de la segunda pregunta.....	44
Gráfico 3. Gráfico de la tercera pregunta.....	44
Gráfico 4. Gráfico de la cuarta pregunta.....	45

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 11. 1	35
Ecuación 11. 2	36
Ecuación 11. 3	36
Ecuación 11. 4	37
Ecuación 11. 5	39
Ecuación 11. 6	39
Ecuación 11. 7	39
Ecuación 11. 8	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Red de distribución de aire parte de trasera	50
Anexo 2. Red de distribución de aire parte de frente.....	50
Anexo 3. Una de las tomas de aire en la parte de frente	50
Anexo 4. Una de las tomas de aire en la parte de frente	50
Anexo 5. Características del motor.....	51
Anexo 6. Compresor de 3HP.....	51

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Implementación de un sistema neumático centralizado para el laboratorio de electromecánica de la UTC Extensión la Maná”

Fecha de inicio:	Abril del 2023
Fecha de finalización:	Agosto del 2023
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social
Equipo de trabajo:	
Tutor del Proyecto:	Ing. Guilcaso Molina Cristian Orlando
Postulante:	Vega Estrada Iván Geovanny
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Procesos Industriales
Sub líneas de investigación de la carrera:	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos
Núcleo Disciplinar:	Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación

2. RESUMEN DEL PROYECTO

En este proyecto se basa en la “Implementación de un sistema neumático centralizado para el laboratorio de electromecánica de la UTC Extensión la Maná” este sistema tiene como objetivo realizar instalaciones básicas de aire comprimido que están presentes en prácticamente la totalidad de establecimientos industrial de todo tipo. En el laboratorio de la carrera electromecánica tiene dos secciones donde realizan prácticas de estudiantes y donde realizan trabajos por eso se ve indispensable distribuir aire con la finalidad de que facilite con la limpieza y mantenimiento de equipos de prácticas.

Así como también las instalaciones de transporte neumático que juegan un papel importante en las operaciones de carga y descarga del tanque y depósitos de almacenamiento de aire para mantenimiento de las tuberías como purga de agua, permitiendo realizar esta tarea de forma eficiente de distribución. Este proyecto tiene como objetivo el diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático para el laboratorio de electromecánica, así como tener presente los criterios de las buenas prácticas en la fase de diseño y de sostenibilidad para la operación eficiente de ambos sistemas.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión la Maná en la carrera de Electromecánica estudiantes que adquieran conocimientos teóricos y procedimentales en neumática y automatización de procesos, esta distribución moldea procesos industriales y utilizar accesorios neumáticos. La implementación de un sistema neumático centralizado tiene como finalidad mejorar el proceso de aprendizaje brindando la presión de aire para que cada toma de aire en el laboratorio funcione correctamente, para que los alumnos de nuestra carrera puedan combinar los conocimientos teóricos que los docentes imparten en el salón de clases.

Por esta razón es necesario un sistema neumático dotado del equipo suficiente, para que el equipo funcione correctamente es importante que cuente con energía (aire comprimido), ya que los módulos instalados en el laboratorio en su mayoría cuentan con actuadores neumáticos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del presente proyecto, son los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Tabla 1. Estudiantes de la carrera Electromecánica

Hombres	Mujeres	Total
243	8	251

Fuente: Tomado de la secretaria Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Autores: Autor del proyecto

4.2. Beneficiarios Indirectos

De manera indirectamente, están las personas profesionales del entorno Universidad Técnica Extensión La Maná, que están vinculados al laboratorio para mejorar el aprendizaje.

Tabla 2. Estudiantes de otras carreras de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná

Hombres	Mujeres	Total
300	200	500

Fuente: secretaria Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Autores: Autor del proyecto

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En la carrea de electromecánica, se realizan diferentes actividades en el laboratorio donde una de ellas es realizar prácticas en los diferentes módulos de enseñanza, los cuales se empolvan y podrían no funcionar por esto se implementa el sistema centralizado para que sirva dar mantenimiento a los diferentes equipos del laboratorio y darle otros tipos de utilidad. El laboratorio de la carrera no cuenta con información precisa sobre sus necesidades de aire comprimido y no han determinado cuánto aire comprimido puede suministrar el compresor al laboratorio. El trasfondo es que la instalación de la red de tuberías para el suministro de aire comprimido es un circuito abierto, pero el diseño no parece incluir un cálculo exacto de las dimensiones de la tubería principal.

5.1. Delimitación del problema

5.1.1. Delimitación espacial

La investigación y su desarrollo se realizó en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, con los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.1.2. Delimitación temporal

La investigación y desarrollo se efectuó de abril 2023 hasta agosto 2023.

5.1.3. Delimitación conceptual

El proyecto se encuentra dentro del área de diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo general

- Implementar un sistema neumático centralizado para el laboratorio de electromecánica de la UTC Extensión la Maná.

6.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio del arte sobre sistemas neumáticos.
- Realizar el dimensionamiento del compresor que alimentara la red de distribución de aire.
- Seleccionar los elementos que forman parte del sistema de aire comprimido tanque de almacenamiento y red de transporte.
- Implementar el sistema neumático en el laboratorio de electromecánica.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos.

Objetivo	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Realizar el estudio del arte sobre sistemas neumáticos	Realizar el respectivo estudio investigativo en páginas web, manuales, artículos.	Fundamentación científica sobre temas relacionados al desarrollo del diseño de distribución de aire.	Revistas, libros, páginas web.
Realizar el dimensionamiento del compresor que alimentara la red de distribución de aire.	Calcular cuánto es el consumo de la red de distribución neumática centralizada en el laboratorio de electromecánica.	Dimensionamiento y cálculos necesarios para la implementación del sistema neumático centralizado.	Formulas, catálogos de compresores.
Seleccionar los elementos que forman parte del sistema de aire comprimido tanque de almacenamiento y red de transporte	Elección de materiales y herramientas a utilizar para el proceso de ensamblaje.	Determinar la cantidad de tubos y uniones para la distribución de la red de aire.	Listado de materiales.
Implementar el sistema neumático en el laboratorio de electromecánica.	Instalar todos los componentes, equipos y materiales requeridos para la distribución de aire.	Obtener los resultados esperados por medio de la operación del sistema neumático centralizado en el laboratorio de electromecánica.	Análisis estructural, planos, Auto desk.

Fuente: Autor

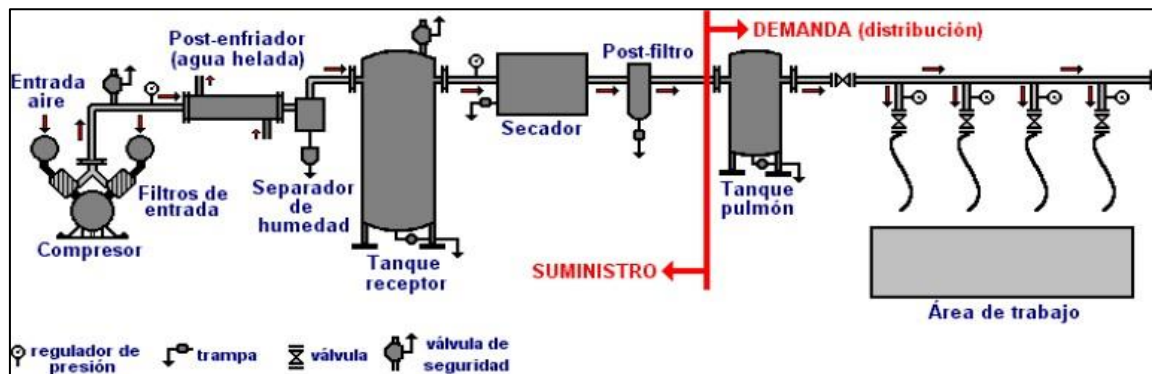
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. ¿Qué es el aire comprimido?

El aire comprimido es considerado como otra de las formas de energía más antiguas de la humanidad y se utilizó en catapultas en Grecia hace más de dos mil años. El primer registro de un compresor mecánico se encuentra en el tercer milenio antes de Cristo. Cuando se desarrollaron aleaciones de cobre para producir bronce, se utilizó en metalurgia, lo que lo convirtió en un proceso estable. Al igual que la electricidad, el aire comprimido es una forma de energía muy utilizada en la industria ya que se emplea en diversas aplicaciones como atornillado, rectificado, inyección, etc. Aunque esta fuente de energía es útil y ampliamente aplicable, puede generar costos adicionales si no se implementa adecuadamente. [1].

A veces esto puede suceder si el tamaño o el manejo son incorrectos. El tiempo de operación y duración de los equipos de aire comprimido comienza con su diseño, diseñado de acuerdo a las normas y necesidades del sitio. El aire comprimido coincide con el aire circundante y la presión aumenta por encima de la presión atmosférica a través del compresor. Este aire se compone principalmente de oxígeno, nitrógeno y vapor de agua [1].

Figura 1. Configuración básica de un sistema de aire comprimido.



Fuente: [2].

8.2. ¿Qué consideraciones debemos tomar en cuenta con el aire comprimido?

Siguiendo la ecuación de los gases ideales ($PV=nRT$), si la presión del gas aumenta proporcionalmente más de lo que disminuye su volumen (como ocurre en la cámara de un compresor de aire), entonces la temperatura del gas aumenta. Por lo tanto, el aire a la salida del compresor es más cálido. Por otro lado, el contenido de humedad del aire depende de la temperatura, y el contenido de humedad del aire aumenta a medida que aumenta la temperatura. Como resultado, a medida que el aire se enfría, su capacidad para retener la humedad disminuye, lo que genera condensación. Además, las leyes de la física relacionadas con los

cambios de presión, volumen y temperatura son útiles en estos casos. En la tabla 1 se muestran los más relevantes [3].

Tabla 4. Leyes físicas más usadas en el manejo de aire comprimido.

Ley Física	Enunciado	Fórmula
Ley de Boyle-Mariotte	A T=cte, El volumen ocupado por una masa constante de gas es inversamente proporcional a su presión.	$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$
Ley de Gay-Lussac	A P=cte, El volumen ocupado por una masa dada de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta.	$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$
Ley de Charles	A V=cte, La presión absoluta de una masa dada de gas es proporcional a la temperatura absoluta.	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n}{T_n}$

Fuente: [3].

8.3. Usos potencialmente inadecuados del aire comprimido

El aire comprimido es probablemente la forma de energía más costosa en el equipo. El aire comprimido también es limpio, fácilmente disponible y fácil de usar. El aire comprimido es probablemente la forma de energía más costosa en el equipo. El aire comprimido también es limpio, fácilmente disponible y fácil de usar. Los usuarios siempre deben considerar formas de energía más rentables antes de elegir aire comprimido. Muchas actividades se pueden realizar de forma más económica utilizando fuentes de energía alternativas. El uso inadecuado del aire comprimido incluye cualquier aplicación que podría realizarse de manera más eficiente o efectiva por medios distintos al aire comprimido. Ejemplos de usos potencialmente inapropiados del aire comprimido incluyen: [4].

- Soplado abierto
- Combate
- Aspiración
- Atomización
- Relleno
- Transporte en fase diluida
- Transporte en fase densa
- Generación de vacío

- Refrigeración del personal
- Cerbatanas o lanzas de mano abiertas
- Bombas de diafragma
- Refrigeración del gabinete
- Venturis al vacío.
- Motores neumáticos

8.4. Calidad y tratamiento de aire comprimido

El manejo del aire comprimido es esencial para el rendimiento y la longevidad de los equipos y procesos. La mala calidad del aire es invisible a simple vista. Sin embargo, hay señales como fugas, fallas repetidas de los componentes o agua en la línea de producción que indican un problema de calidad del aire que afecta directamente la calidad y el rendimiento de la producción. El uso de aire limpio ahorra energía, protege el medio ambiente y prolonga la vida útil de las máquinas y los equipos. En definitiva, mejorar el OEE de máquinas y procesos [5].

8.4.1. ¿Qué ocurre debido a una calidad de aire inadecuada?

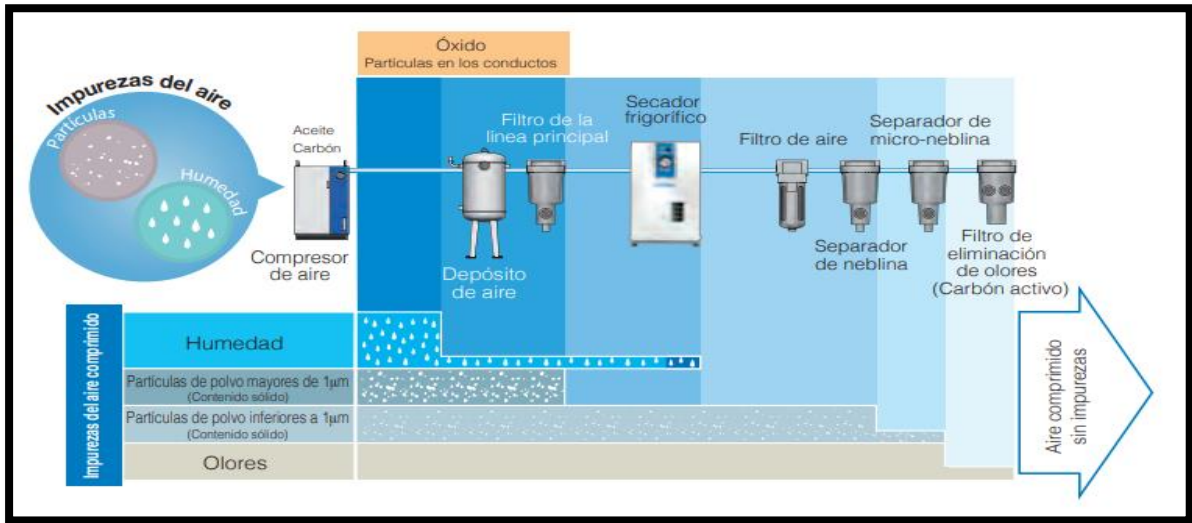
El aire comprimido producido por los compresores a menudo contiene partículas, aceite y humedad que pueden afectar negativamente el rendimiento y la vida útil de los componentes del sistema neumático. La contaminación del aire tiene muchas raíces:

- Contaminaciones externas al sistema: polvo, suciedad, gases tóxicos, humedad, ambiente salino.
- Contaminaciones internas del sistema: agua condensada, aceite del compresor o suciedad/óxido de las tuberías.
- Contaminaciones de instalación: polvo, virutas del mecanizado, ensamblaje o reparaciones, así como cinta sellante [5].

Los efectos de un aire comprimido contaminado se traducen en:

- Deterioro por lubricación
- Obstrucción de los orificios del paso/pilotaje
- Fallos constantes en el arranque y en condiciones de baja temperatura (congelaciones)
- Fallos mecánicos internos
- Saturación de los filtros y purgas de agua
- Filtración de agua en el sistema
- Caída de la presión y colmatación en los filtros constante [5].

Figura 2. Calidad del aire inadecuada

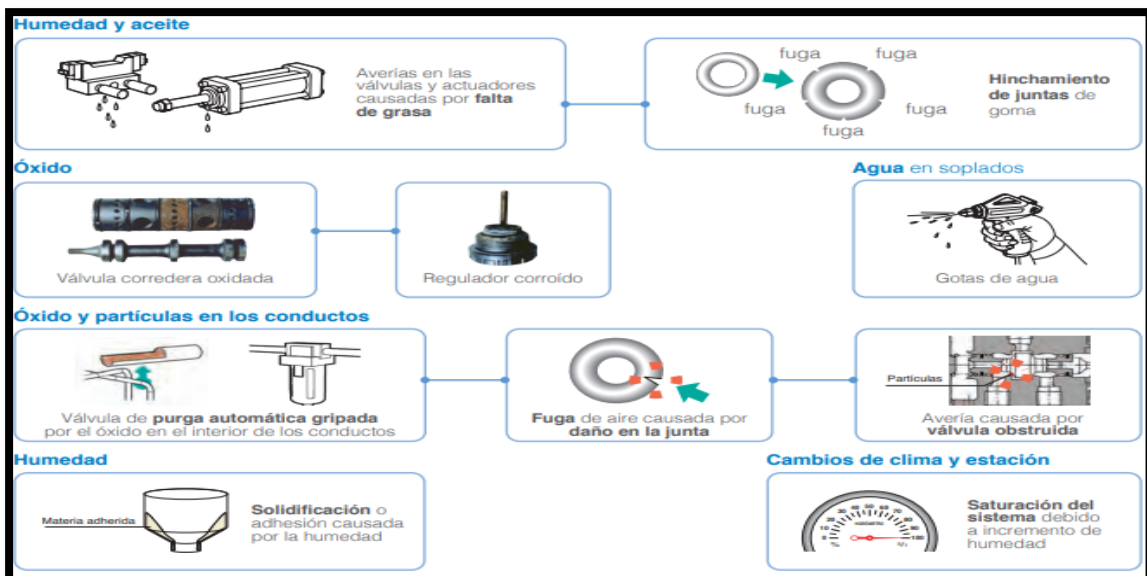


Fuente: [5].

8.4.2. ¿Efectos negativos de una mala calidad de aire a los componentes de un sistema neumático?

La calidad del aire comprimido está estrechamente relacionada con el rendimiento y la durabilidad de los componentes. Además, los efectos en los mismos pueden surgir por diversos factores como se puede apreciar en la figura 3 [6].

Figura 3. Mala calidad de aire a los componentes de un sistema neumático



Fuente: [6].

8.5. La calidad del aire comprimido

El aire comprimido se elabora a partir del aire presente en la atmósfera, este aire contiene múltiples sustancias no deseadas que siempre está interfiriendo y contaminando su producto final, tales como son: humedad, partículas de polvo, aceite, virus o bacterias [6]. Las normas ISO 8573-1: 2010 es la norma internacional que es utilizado por los fabricantes a seleccionar componentes, diseños y medidas para sus sistemas de aire comprimido según la clase de calidad del aire que se desea alcanzar en su producción. Las clases de calidad van del 0 al 6, siendo la clase 0 la que tiene el menor número de partículas contaminantes por m³ de aire comprimido. Una auditoría de calidad del aire comprimido le permitirá cumplir con los valores permisibles, bajo el rango de medición que esta norma demanda [6].

Figura 4. Porcentaje en mediciones de partículas se realizan con equipos modernos y profesionales que permiten obtener valores precisos bajo el rango de medición que presentamos a continuación:

ISO 8573-1: 2010	Partículas			Concentración de masa mg/m ³	Agua		Áceite
	Número máximo de partículas por m ³ en función del tamaño de partícula (d)				Temperatura punto de rocío a presión de vapor (°C)	Condensado líquido mg/m ³	Aceite total (líquido, aerosol y vapor) mg/m ³
	0.1 µm < d ≤ 0.5 µm	0.5 µm < d ≤ 1.0 µm	1.0 µm < d ≤ 5.0 µm				
0	Según lo especificado por el usuario o proveedor del equipo y más escrito que la Clase 1						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70	-	≤ 0.01
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100	-	≤ -40	-	≤ 0.1
3	-	≤ 90 000	≤ 1 000	-	≤ -20	-	≤ 1
4	-	-	≤ 10 000	-	≤ +3	-	≤ 5
5	-	-	≤ 100 000	-	≤ +7	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10	-	-

Fuente: [6].

8.6. Potencia mecánica y rendimientos

Potencia teórica del compresor: el compresor alternativo ideal, el volumen V_D , m³/h, de vapor que proveniente de la línea de aspiración es succionado hacia el cilindro, comprimido a continuación y expulsado al final, precisa de una potencia teórica, en la siguiente ecuación podemos ver expresados esos valores [7].

$$N_t = V_D \frac{m^3}{hora} \rho \frac{kg}{m^3} \Delta i \frac{kcal}{kg} = V_D \rho (i_2 - i_1) \frac{kcal}{hora}$$

siendo V_D , el desplazamiento del pistón, o más conocido como volumen barrido por el pistón en su carrera completa.

Potencia real del compresor: La potencia real del compresor es:

$$N_r = V_a \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} \rho \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \Delta i \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

siendo ($V_a = V - V'$) el volumen de gas o vapor realmente succionado (comprimido y expulsado) proveniente de la línea de aspiración, medido en las condiciones reinantes en ella. La potencia real del compresor es siempre menor que la teórica debido a que [7].

- a) Por cada carrera de aspiración del pistón, el valor del volumen del gas succionado proveniente en la línea de aspiración V_a (medido en las condiciones allí reinantes), es sencillamente menor que el desplazado V_D por dicho pistón; la razón inicial de este bajo volumen aspirado estriba en el espacio muerto y en que la densidad ρ del vapor que llena el cilindro al final de la carrera de aspiración, es menor que la del vapor situado en la línea de succión.
- b) Para la carrera de compresión se presentan fugas de vapor (válvulas, segmentos), por lo que la cantidad de fluido efectivamente impulsada por el compresor será todavía menor.

Desempeño mecánico: Se lo puede definir el rendimiento mecánico del compresor como la relación:

$$n_{mec} = \frac{\text{esfuerzo absorbido en ciclo indicadi del compresor}}{\text{esfuerzo absorbido en el eje del compresor}}$$

Este desempeño es una medida de los rozamientos mecánicos del compresor, pistón cilindro, cabeza y pie de biela.

Desempeño eléctrico del motor: podemos definir el rendimiento eléctrico del compresor como la relación:

$$n_{el\acute{e}ct} = \frac{\text{Potencia mecánica absorbida por el eje del compresor}}{\text{Potencia eléctrica absorbida en el motor}}$$

Este desempeño contabiliza las pérdidas que se producen en el motor eléctrico.

Rendimiento global: Es el cociente entre el trabajo absorbido por el compresor según el ciclo teórico y el trabajo absorbido en el eje del mismo [7].

$$h_{com} = \frac{\text{Trabajo teórico absorbido por el compresor}}{\text{Trabajo real absorbido por el compresor}}$$

8.7. Compresores

La elección del compresor depende de la presión de trabajo y de la cantidad de aire necesarios. Los compresores se distinguen según su tipo de construcción.

8.7.1. Compresores de émbolo

En un compresor de émbolo alternativo, se comprime el aire que se aspira a través de una válvula de entrada. El aire se envía al sistema a través de una válvula de salida. Este tipo de compresor está muy difundido, porque permite obtener un margen muy amplio de presión. Para generar presiones más altas, se utilizan compresores de varias fases. El aire comprimido se enfría entre cada una de las fases de compresión [8].

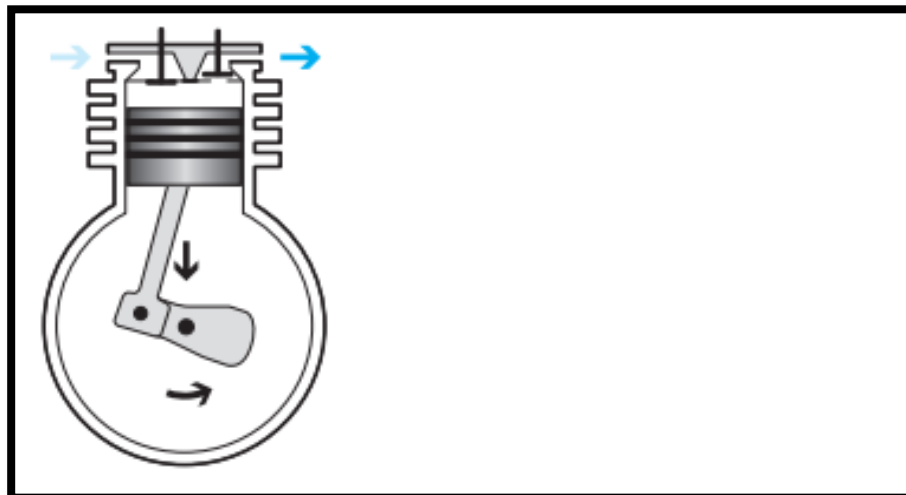
Márgenes de presión óptimos de compresores de émbolo alternativo:

Hasta 400 kPa	(4 bar)	una fase
Hasta 1500 kPa	(15 bar)	dos fases
Más de 1500 kPa	(> 15 bar)	tres o más fase

Márgenes de presión factibles, aunque no económicos:

Hasta 1200 kPa	(12 bar)	una fase
Hasta 3000 kPa	(30 bar)	dos fases
Más de 3000 kPa	(> 30 bar)	tres o más fase

Figura 5. Dibujo en sección de un compresor de émbolo alternativo de una fase



Fuente: [8].

8.7.2. Compresor de membrana

El compresor de membrana pertenece al grupo de los compresores de émbolo. La cámara de compresión está separada del émbolo mediante una membrana. Esta solución ofrece la ventaja de no permitir que el aire se contamine con el aceite contenido en el compresor. Por ello, el compresor de membrana se utiliza con frecuencia en la industria alimentaria, en la industria farmacéutica y en la industria química [8].

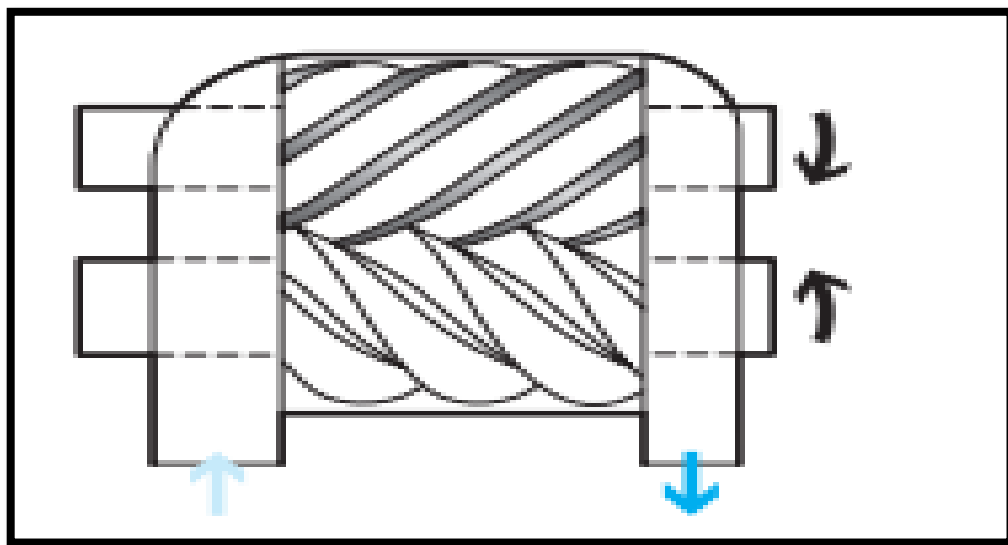
8.7.3. Compresor de émbolos rotativos

En un compresor de émbolos rotativos, el aire se comprime debido a la rotación de los émbolos. Durante la operación de compresión se reduce continuamente el volumen de la cámara de compresión.

8.7.4. Compresor helicoidal

Dos ejes, provistos de perfiles helicoidales, giran en sentidos opuestos. Los perfiles engranan entre sí, comprimiendo el aire.

Figura 6. Dibujo en sección de un compresor helicoidal

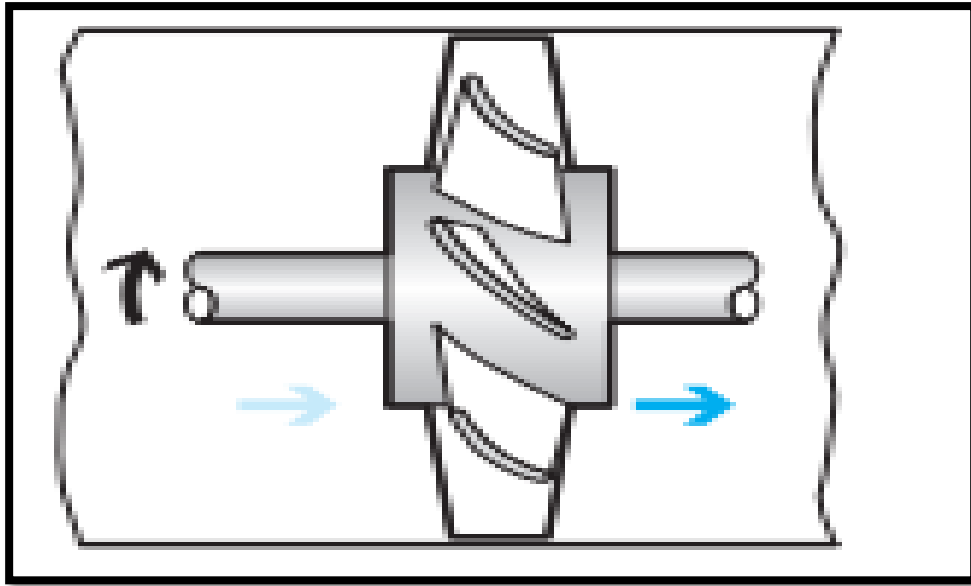


Fuente: [8].

8.7.5. Compresor de flujo

Estos compresores son especialmente apropiados para la generación de grandes cantidades de aire comprimido. Los compresores de flujo pueden ser de giro axial o radial. El aire fluye a raíz del giro de una o dos turbinas. La energía cinética se transforma en energía de presión. En el caso del compresor de flujo axial, se acelera el flujo del aire cuando atraviesa la turbina en sentido axial [8].

Figura 7. Dibujo en sección de un compresor de flujo axial



Fuente: [8]

8.8. Selección del compresor.

Elegir el compresor correcto para una aplicación dada no se trata solo de determinar la capacidad requerida y la presión de entrega. La Tabla 5 resume las principales características de los diferentes tipos de compresores en términos de funcionamiento y caudal. [9]

Tabla 5. Principales parámetros para la selección de un compresor.

Parámetro	Observaciones
Rendimiento final	Es de suma importancia primordial si deseamos requerir grandes caudales.
Capacidad y presión de aire	Esto determina regularmente el tipo idóneo.
Control	Confirmar el acople a las condiciones de carga.
Utilización	Es de considerar principalmente el rendimiento. Para el uso intermitente sin carga anula la importancia del rendimiento como parámetro de selección
Refrigeración	El desempeño depende de la refrigeración; si deseamos proyectar bien este sistema se necesita menos agua y se reduce el costo. La refrigeración por aire rinde algo menos y es de aplicación más limitada.

Velocidad	Establece la aptitud para el accionamiento directo o la necesidad de variador.
Espacio	La selección de un compresor puede ser influida por el espacio en planta disponible, el peso final, la posibilidad de montaje fijo o sobre remolque.
Vibración	Los niveles elevados de vibración pueden causar dificultades o limitar las velocidades de los motores.
Tipo de válvula	La válvula correctamente proyectada garantiza un funcionamiento con pocas pérdidas y fiable (sobre todo en los compresores alternativos).
Lubricación	La lubricación a presión es emplea, generalmente, en los modernos compresores alternativos. Algunos tipos pueden funcionar sin lubricación.
Mantenimiento	Los costos de vida útil y de mantenimiento pueden convertirse en factores principales en los gastos generales después del primer año.
Ruido	Muchos de estos tipos son inevitablemente ruidosos y difíciles de silenciar sin una pérdida drástica de rendimiento.
Costo del motor	Puede influir en el costo inicial y en el de funcionamiento.
Costo de la cimentación	Importante según los tipos.
Adaptación	Capacidad de adaptarse a las instalaciones

Fuente: [9].

8.8.1. Potencia necesaria y rendimiento.

La potencia teórica necesaria para comprimir aire en un proceso adiabático reversible (con presión isoentrópica) en un compresor alternativo, puede calcularse por la fórmula [9].

$$HP \text{ Necesarios} = \frac{144PV}{33000} X \left(\frac{u}{u-1} \right)^{u-1/r} u - 1$$

Dónde:

P = presión de admisión al cilindro en lb/in² (absoluta)

V = pies cúbicos/ min en la admisión del cilindro.

r = relación de compresión.

u = constante del fluido.

8.8.2. Ley de los gases reales.

Para tener en cuenta las desviaciones de la ley de los gases ideales, el factor de compresibilidad [9].

$$Z = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$$

Dónde:

p = Presión.

V = Cantidad de aire necesario.

R = Constante de los gases $R = 29.26 \frac{kg \cdot m}{kg \cdot ^\circ k}$

T = Temperatura absoluta.

El trabajo isoentrópico de comprimir de un gas real es:

$$W = p_1 * V_1 \frac{k}{k-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{k/k-1} - 1 \right] * \frac{Z_1 + Z_2}{2Z_1}$$

Dónde:

Z₁ y Z₂, es la relación de compresión en las condiciones 1 y 2. El grado de compresión también afecta el volumen del compresor debido a la nueva expansión del gas en el volumen vacío.

La potencia del compresor será:

$$P_{co} = mW_{tco}$$

Dónde:

m@ = flujo másico de aire.

Este flujo se calcula con la siguiente ecuación.

$$m = \frac{V * p_1}{RT_1}$$

La eficiencia de compresión varía de 0,85 a 0,95. La eficiencia mecánica oscila entre 0,88 y 0,95. La eficiencia total es el producto de la eficiencia de compresión y la eficiencia mecánica.

La temperatura de descarga se puede calcular a partir de:

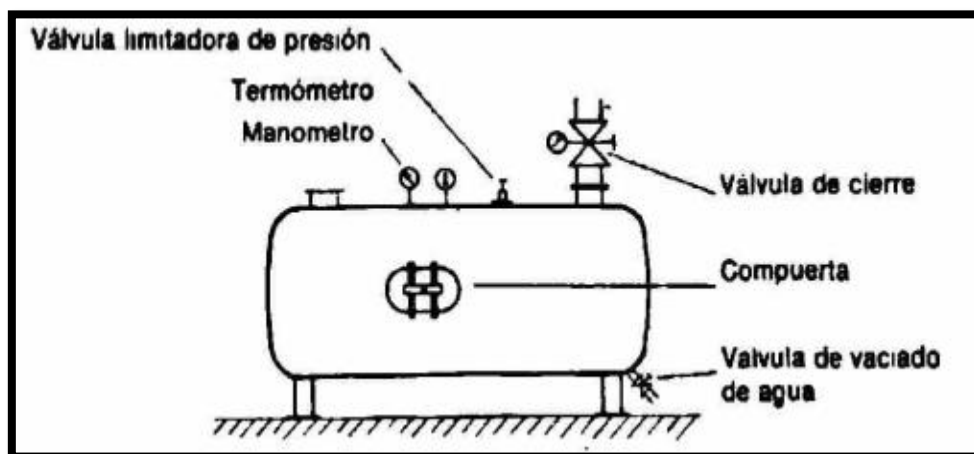
$$T_1 = T_2 \left[1 + \frac{\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(k-1)/k} - 1}{n_c} \right]$$

8.9. Accionamiento del compresor

8.9.1. Depósito del aire comprimido

Los tanques de aire comprimido son recipientes a presión hechos de chapa de acero soldado, instalados horizontal o verticalmente inmediatamente después del pos-enfriador para recibir aire comprimido y así amortiguar los impulsos básicos del flujo de aire. Su función principal es almacenar suficiente aire para satisfacer la demanda más allá de la capacidad del compresor, pero también proporciona refrigeración adicional para eliminar el aceite y la humedad que llegan al enfriador antes de que el aire se distribuya al interior. En este sentido, es conveniente colocar el tanque de aire en un lugar fresco. Los tanques de almacenamiento deben estar equipados con válvulas de seguridad, manómetros, drenajes y tapas de inspección para la inspección o limpieza interna. [10]

Figura 8. Acumulador



Fuente: [10]

8.9.2. Selección del tamaño del depósito de aire comprimido

Elija el tamaño del tanque de aire según el rendimiento del compresor, el tamaño del sistema y si la demanda es relativamente constante o variable. Los compresores eléctricos alimentados por red en plantas industriales a menudo se encienden y apagan entre la presión mínima y máxima. Este control se llama "automático". Esto requiere un volumen mínimo del tanque para evitar encender y apagar con demasiada frecuencia. Para instalaciones industriales, la regla general correcta para dimensionar el receptor es: Capacidad del receptor de aire = Capacidad de aire comprimido por minuto del compresor (sin F.A.D. = sin "escape de aire libre") [10].

8.9.3. Filtro de Entrada

La atmósfera en una ciudad típica puede contener 40 ppm/m³ de material particulado, es decir, polvo, suciedad, polen, etc. Si el aire se comprime a 7 bar, la concentración será de 320 ppm/m³.

Una condición para la contabilidad y la vida útil del compresor es que se deben instalar filtros eficientes y suficientes para evitar el exceso de cilindros, anillos de pistón, etc. desgaste, que se debe principalmente a la acción abrasiva de estas impurezas. El filtro no debe ser demasiado fino, ya que la resistencia al flujo de aire es alta, el rendimiento del compresor disminuirá y no podrá eliminar partículas de aire muy pequeñas (2-5 μ) [10].

8.10. Elementos de trabajo y mando

8.10.1. Cilindros

Los cilindros de aire comprimido es por regla total que el elemento productor de trabajo (órgano motor) en un equipo neumático. Su objetivo es la de generar un movimiento rectilíneo, subdividido en carrera de avance y carrera de retroceso (a diferencia del motor de aire comprimido, que produce un movimiento de rotación), y de este modo transforma la energía estática en trabajo mecánico (fuerzas de movimiento y esfuerzos de compresión) [11].

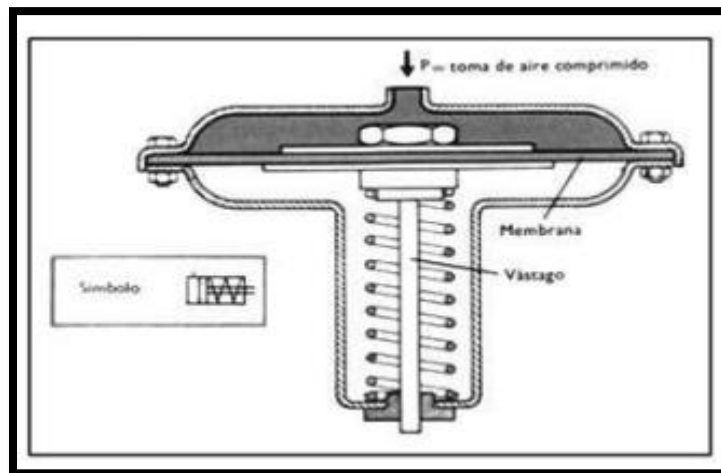
8.10.2. Cilindros de simple efecto

El cilindro de aire comprimido de simple efecto sólo puede producir trabajo en una sola dirección del movimiento. Existen varios tipos de construcción básicos para los cilindros de simple efecto [11].

8.10.3. Cilindro de membrana

El vástago del émbolo está fijado al centro de la membrana. En algunos cilindros de membrana el vástago puede adoptar la forma plana, y formar de este modo una superficie de sujeción. Con los cilindros de membrana sólo pueden conseguirse carreras cortas, desde algunos milímetros hasta un máximo de aproximadamente 50 mm. Este tipo es particularmente apto para emplearlo en procesos de sujeción. La carrera de retorno se realiza mediante un resorte antagonista o para carreras muy cortas por la misma tensión de la membrana [11].

Figura 9. Sección de un cilindro de membrana con muelle recuperador.



Fuente: [11]

8.11. Historia de la neumática

El aire se considera una necesidad biológica para los humanos y es esencial para la vida; el compresor natural conocido son los pulmones. Desde la antigüedad, los griegos consideraban que el aire eran los cuatro elementos originales de la naturaleza (fuego, agua, tierra, aire). El estudio del aire es fundamental por su transparencia y volatilidad. El aire causa muchos problemas. Neumática se deriva de la palabra griega pneuma, que significa respirar o respirar. La neumática es el arte de transferir energía a través del aire como medio de transporte. La neumática se utilizó alrededor del 2500 a. Usando resorte de soplado. Posteriormente fue utilizada en la construcción de órganos musicales, en la minería y en siderurgia [12].

Tessibios en la antigua Grecia diseñó y construyó un cañón de aire que comprimía el aire en un cilindro y recuperaba la energía cuando se disparaba, aumentando el alcance. Además, el aire se utilizó para la navegación, el aprovechamiento de la energía mecánica, el movimiento de turbinas y el bombeo de agua. El aire comprimido fue analizado desde mediados del siglo XVII por Torricelli, Pascal, Marriott, Boyle y Guy Lussac. En el siglo XIX, la neumática se utilizó en herramientas industriales, gatos. En 1857, se empleó en una máquina perforadora de túneles que superó las expectativas en ese momento. A mediados del siglo XX, la neumática se convirtió en un medio de automatización. Actualmente, se enfoca principalmente en máquinas, automatización, procesos de fabricación. La automatización está ocurriendo en alimentos, empaques, robótica, procesamiento y más. La neumática se manifiesta en procesos industriales donde se requiere acrecentar la producción y la calidad [12].

8.12. Campos de aplicación

La tecnología neumática está involucrada en varios campos relacionados con la automatización, como la industria textil, la industria del calzado, la tecnología neumática ha reemplazado la actividad humana y los ha transformado en operadores. Se ha observado en la industria automotriz, construcción y obras públicas, imprenta, minería, siderurgia, robótica, generación de energía, refinerías de petróleo e industria petrolera, equipos de empaque. También se valora en la producción de industrias alimenticias y químicas. [12].

8.13. Fundamentos de automatización

8.13.1. Neumática.

El aire comprimido es considerado una de las formas de energía más antiguas conocidas por el hombre y se utiliza para aumentar la fuerza física. Sabemos que el primero en estudiar neumática (es decir, utilizar aire comprimido como elemento de trabajo) fue el griego KTESIBIOS. Hace más de dos mil años construyó la catapulta neumática. La palabra Pneuma se deriva del idioma griego antiguo y se refiere a lo etéreo, puro y conmovedor de los cuatro elementos básicos aire, agua, tierra y fuego. Como derivado de la palabra Pneuma, entre otras cosas, surgió el concepto aerodinámico, que hace referencia a los movimientos y procesos del aire. Aunque las propiedades básicas de la aerodinámica se encuentran entre las más antiguas conocidas por la humanidad, su comportamiento y reglas no se estudiaron sistemáticamente hasta el siglo pasado. Desde 1950 podemos hablar de una aplicación verdaderamente industrial de la neumática en los procesos productivos. De hecho, algunas aplicaciones han existido antes, como la minería, la construcción y los ferrocarriles (frenos de aire). [13]

8.14. Aplicaciones Neumáticas.

Los principios neumáticos han hecho una gran contribución a lo largo de la historia, ya que, si bien la ingeniería ha colaborado mucho en el desarrollo de los procesos industriales, se han optimizado tanto los recursos incorporando la aerodinámica que los sistemas neumáticos se han utilizado en implementaciones en todos los ámbitos de la industria, aportando enormes beneficios a ambas empresas y trabajadores. "La neumática utiliza aire comprimido para realizar el trabajo. El aire comprimido es aire atmosférico bajo presión y regulación. La generación de aire comprimido es el proceso de aumentar la presión atmosférica en la parte de entrada del sistema neumático. [13].

La tecnología neumática es de gran ayuda en todo tipo de industrias debido a su facilidad de uso. Entre las áreas donde se utilizan este tipo de sistemas, cabe señalar: diversas máquinas y

mecanismos en la industria en general que facilitan la elevación y el transporte, en la industria alimentaria el accionamiento de válvulas es una de sus aplicaciones, las utilidades, la agricultura está esperando. Sin embargo, se utiliza en la industria automotriz y en la producción de varios vehículos civiles y militares. Además, varios lugares como pequeños talleres, plantas de ensamblaje y trituradoras de automóviles [13].

8.15. Elementos de la automatización

8.15.1. Realimentación

Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de retroalimentación, que permite a los diseñadores dotar a las máquinas de capacidades de autocorrección. Un lazo o lazo de retroalimentación es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una cantidad física, como temperatura, tamaño o velocidad, la compara con un estándar preestablecido y realiza las acciones preprogramadas necesarias para mantener la cantidad medida dentro de los límites especificados. límites. fronteras Límites de especificaciones aceptables. La fabricación y la fabricación requieren ciclos de retroalimentación para determinar los límites aceptables antes de que comience el proceso; estas propiedades físicas se miden y comparan con un conjunto de límites, y un sistema de retroalimentación permite ajustar el proceso para que los elementos medidos cumplan con el estándar [14].

8.15.2. Informática

El advenimiento de las computadoras, o computadores, ha facilitado en gran medida el uso de circuitos de retroalimentación en los procesos de fabricación. La combinación de computadoras y circuitos de retroalimentación condujo al desarrollo de máquinas CNC (cuyo movimiento se controla mediante papel perforado o cinta magnética) y centros de mecanizado (máquinas que pueden realizar muchas operaciones de mecanizado diferentes). [14].

8.15.3. Tecnologías Cableadas

Con este tipo de tecnología, la automatización se consigue conectando los distintos elementos que la componen. Su función está determinada por los elementos que la componen y la forma en que se conectan.

8.15.4. Tecnologías programadas

El desarrollo de los microprocesadores en los últimos años contribuye a la generalización de las tecnologías de programación.

8.15.5. Detectores y Captadores

Así como los humanos necesitan sentidos para percibir lo que sucede en su entorno, los sistemas automatizados necesitan sensores para obtener información.:

- Cambios en el valor del tamaño físico del sistema.
- Estado físico de los ingredientes.

8.15.6. Accionadores

Los actuadores son elementos de control limitados que actúan sobre variables de proceso o elementos de salida en respuesta a las señales de comando recibidas. El actuador convierte la energía de salida de la automatización en otra energía útil para el entorno de trabajo industrial, y el actuador se puede dividir en eléctrico, neumático e hidráulico. Los actuadores más utilizados en la industria son: cilindros, motores AC, motores DC [14].

8.16. Ventajas del uso la tecnología neumática

La tecnología neumática tiene la capacidad de desarrollar grandes fuerzas, imposibles para la tecnología eléctrica.

- Utiliza la fuente de energía inagotable, el aire
- Catalogado como tecnología muy segura; no genera chispas, incendios, riesgos eléctricos etc.
- Es considerado tecnología limpia, muy adecuada para la industria alimentaria, textil, química etc.
- Es una tecnología práctica, que permite diseñar sistemas neumáticos con gran facilidad
- La neumática posibilita sistemas con movimientos muy rápidos, y precisos, y de gran complejidad.
- Los cilindros y motores neumáticos acoplan trabajar a velocidades razonablemente altas y tienen la facilidad de regular sus velocidades [15]

8.17. Desventajas de la tecnología neumática

- El ruido que genera es una desventaja que constantemente se viene disminuyendo con la tecnología. Es relativamente costosa en comparación con la electricidad, pero la fabricación de máquinas lineales y equipos de manipulación lo hacen ventajoso sobre la electricidad
- Cuando las líneas de conducción de efluído son muy extensas, se producen pérdidas en los puntos de entrega

- La fuente principal es el uso de compresor de aire comprimido, pero esta máquina solo tiene un rendimiento aproximado de 15% efectivo y el resto es calor que se va.
- Las presiones a las que trabaja normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- El aire comprimido es una energía costosa. No obstante, este elevado coste de energía, se absorbe, en gran parte por la utilización de elementos y aparatos más sencillos, más compactos y económicos [15].

8.18. Propiedades de los sistemas neumáticos

- Generación de aire comprimido sin límites ya que la materia prima es sin costo.
- Accesible distribución, no precisa recuperación.
- Fácil para acumular en tanques o depósitos.
- Pueden ser utilizado en ambientes explosivos o inflamables.
- Admite muy altas velocidades de trabajo, regulación de fuerzas, no tiene problema por bloqueos o detenciones forzadas por sobrecarga [16].

8.19. Calidad del aire comprimido

Cuando se produce aire comprimido, se produce contaminación, por esta razón se analizará brevemente su generación. El aire atmosférico es un gas incoloro, inodoro e insípido. Está constituido por mezcla de gases, como nitrógeno y oxígeno, entre otros. Algunos de los principales contaminantes se encuentran de forma natural suspendidos en el aire, son: vapor de agua y partículas sólidas (polvo, arena, hollín y cristales de diferentes sales) [17].

Los principales contaminantes que se encuentran en el aire, como se pueden observar en la figura 3 y que generan trastornos en los circuitos neumáticos son los siguientes:

- 140 millones de partículas sucias existen en cada m^3
- 17 gramos de agua por m^3
- Agentes abrasivos (aceites usados en la compresión del aire)
- Óxido que se produce y desprende de la red de aire comprimido

8.19.1. Parámetros de la calidad del aire comprimido

La calidad del aire comprimido en el punto de consumo, viene definida por tres parámetros:

- Pureza, referida a la humedad y a la suciedad por partículas sólidas contenidas en el aire.
- Presión, referida al valor adecuado y constante.

- Lubricación, de acuerdo al área de aplicación [17].

8.19.2. Partículas sólidas

Las partículas sólidas en los sistemas de aire comprimido, varían en naturaleza desde partículas de polvo y de humos, hasta partículas de herrumbre, de polvo de metal, etc. Tales contaminantes, con el paso del tiempo, pueden bloquear orificios de herramientas e instrumentos debido a su tamaño. Las partículas sólidas más pequeñas visibles son de 45 micrones y los filtros recomendados para la filtración adecuada del aire tienen que ser colocados en cascada, desde el valor mayor hasta el valor más pequeño para evitar que los tamices finos se tapen con mayor rapidez. Siguiendo el orden de 40 micrones, 5 micrones, 1 micrón, 0,1 micrones y finalizando con filtro de carbón activo para eliminar los olores que arrastra el aire comprimido. Este orden permite optimizar la vida útil de los tamices de los filtros [17].

8.20. Aire Comprimido

En la tecnología de aire comprimido, el aire aspirado por el compresor entra a presión y temperatura ambiente con la humedad relativa adecuada. Luego se comprime a una presión mayor que la presión atmosférica.

Este ciclo de la compresión lleva consigo una elevación de temperatura y, en consecuencia, un calentamiento del aire hasta un grado tal que toda la humedad contenida en el aire pasará por el compresor al ser aspirado [18].

8.21. Aire Libre

Los catálogos de consumo de aire para herramientas o equipos neumáticos suelen especificar cantidades de N l/min o m³/min, referidas al aire libre por minuto (a presión y temperatura atmosférica normal). Debemos asegurarnos que el dato sobre la capacidad del compresor que da el fabricante esté también referido a aire libre, con objeto de que exista una correspondencia entre consumo y capacidad. Normalmente, estas dos especificaciones están dadas en aire libre, y por lo tanto, no hace falta ninguna conversión. Sin embargo, cuando se trata del consumo de aire de otros equipos, es posible que no se dé en aire libre; entonces deberá recurrirse a la fórmula para la conversión de litros de aire comprimido a una presión determinada en litros de aire libre [18].

$$Q = Q_I \left(\frac{P + 1.033}{1.033} \right)$$

Donde:

Q = litros de aire libre por minuto.

Q_1 = litros de aire comprimido por minuto.

P = presión del aire comprimido en kg/cm^2 .

Los fabricantes usan diferentes nombres para indicar la cantidad de aire entregado por el compresor, como desplazamiento, desplazamiento.

8.22. Aire Atmosférico.

Es bien sabido que la atmósfera tiene un cierto porcentaje de humedad que depende del país, la ubicación, las condiciones climáticas y la estación. La capacidad del aire para retener el agua evaporada está relacionada con la presión y temperatura, pero principalmente con la temperatura, ya que a medida que aumenta la temperatura, se absorbe más vapor de agua. El aire saturado (100 % de humedad) puede retener más humedad cuando la temperatura aumenta o la presión disminuye y, por el contrario, libera algo de humedad cuando la temperatura disminuye o la presión aumenta. [18].

8.23. Cilindros Neumáticos

En general, un cilindro es un componente de trabajo porque su función es convertir la energía neumática en trabajo mecánico y realizar un movimiento lineal, incluido el movimiento hacia adelante y hacia atrás. [19].

Figura 10. Cilindros neumáticos



Fuente: [19]

8.24. Tipos de Cilindros

Los cilindros neumáticos variarán de aspecto, tamaño y la función, no obstante, hay también numerosos tipos de cilindros neumáticos, muchos de los cuales se diseñan para satisfacer funciones específicas y especializadas [19].

8.24.1. Cilindros de acción simple (SACO)

Usan la fuerza ejercida por el aire para moverse en una dirección (generalmente hacia afuera) y usan un resorte para regresar "a casa" a esa posición.

Figura 11. Cilindro simple efecto

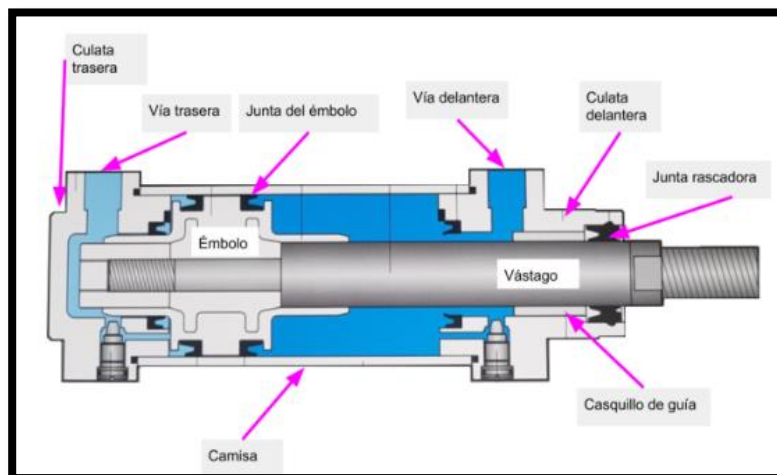


Fuente: [20]

8.24.2. Cilindros dobles (DAC)

Utilizan la fuerza del aire para moverse y así realizan movimientos de estiramiento y contracción. Tienen dos puertos que proporcionan entrada de aire, uno para la salida y otro para la entrada. [19].

Figura 12. Cilindro de doble efecto



Fuente: [21]

8.24.3. Cilindros rotatorios del aire

Actuadores que utilizan el aire para impartir un movimiento rotatorio.

8.24.4. Cilindros del aire de Rodless

Actuador que utiliza un acoplamiento mecánico o magnético para aplicar una fuerza, generalmente sobre una mesa u otro objeto, que se mueve a lo largo del cilindro, pero no más allá. [19].

8.25. Válvulas de mando

Las válvulas neumáticas son componentes que regulan y controlan la presión y el caudal de aire comprimido. Este aire se recibe inmediatamente después de su generación o de su almacenamiento. Una válvula controla, divide o bloquea el flujo de aire para accionar un elemento operativo (es decir, un accionador). [22].

Entre las válvulas neumáticas tenemos:

- Válvulas de vías o distribuidores.
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de caudal.

8.25.1. Válvulas de vías o distribuidores.

A cada orificio se le asigna un camino por donde puede circular el aire durante su funcionamiento o evacuación.

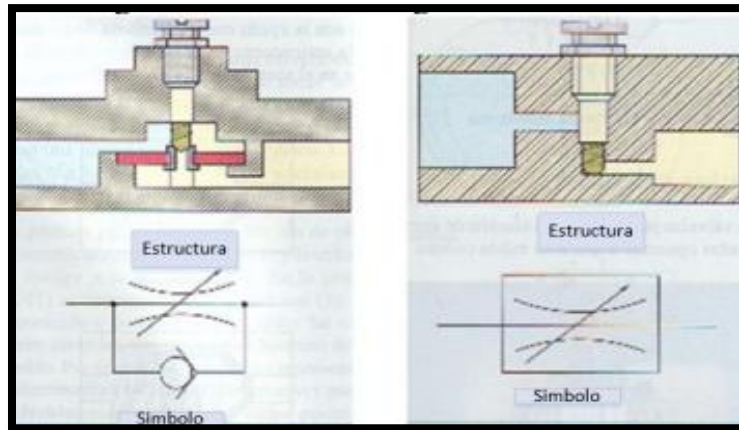
8.25.2. Válvulas de bloqueo.

Son válvulas que impiden el paso de aire comprimido cuando existe una condición importante en el circuito. En este tipo de válvulas hallaremos, válvulas anti-retorno, de simultaneidad, de selección de circuito y de escape.

8.25.3. Válvulas del caudal

Casualmente es necesario un control para la velocidad de un cilindro y sincronizarlo con demás movimientos que se verifican en un sistema. “Para conseguirlo se controla el caudal de fluido mediante las válvulas reguladoras de caudal. Existen dos tipos de reguladores: de un solo sentido (unidireccional) y de dos sentidos. De ellos, el primero tiene mayor interés y es el más utilizado” [22].

Figura 13. Válvula de reguladora de caudal

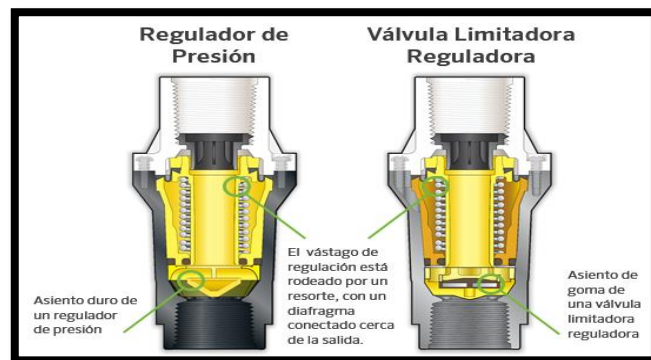


Fuente: [22]

8.25.4. Válvulas de presión

Estas válvulas de control son las que limitan la presión en todo el sistema o parte de él, o que permiten el flujo a diferentes partes del sistema. Solo una vez que el sistema ha llegado a un valor determinado [22].

Figura 14. Válvulas de presión



Fuente: [23]

9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

9.1. Hipótesis del proyecto

- ¿La implementación de sistema neumático centralizado mejorara las actividades prácticas de los diferentes módulos de sistemas neumáticos en el laboratorio de electromecánica de la UTC Extensión la Maná?

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

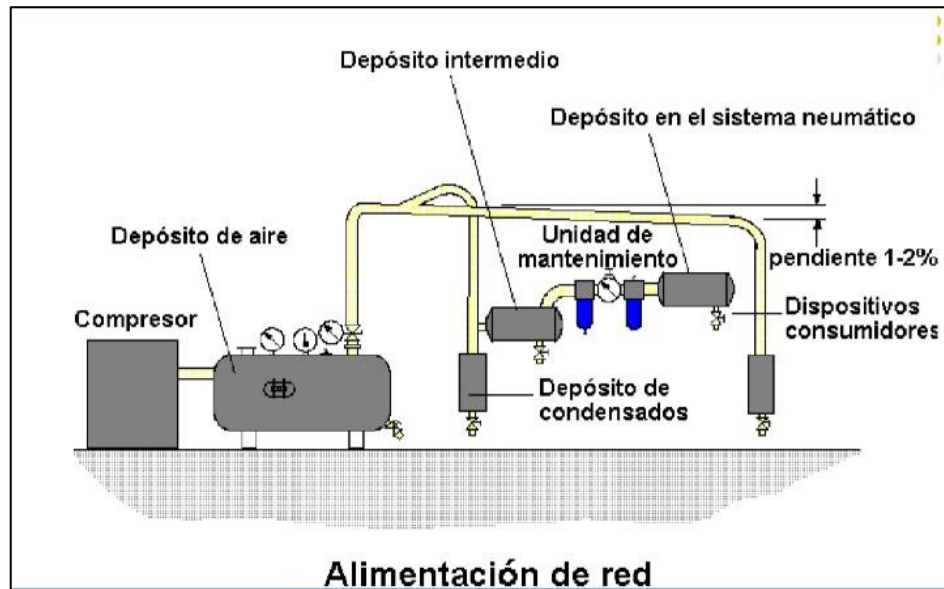
En esta forma se prosiguió con la búsqueda de la información, la normatividad respectiva y el empleo técnico de los equipos involucrados, declaración que se encuentra organizada en la fase de la habilidad y el círculo teórico del flagrante documento, esta estudio y florilegio se ubica en un contexto verdadero de la extravagancia en ingeniería y procesos similares llevados a mango a cota nacional y local. El círculo de incremento y extravagancia enmarca los caminos viables para la decisión más fácil del problema, en este caso la selección de un secador de aire para la red neumática del laboratorio de electromecánica óptimo para las condiciones de funcionamiento.

10.1. La red neumática

La calidad del aire es primordial para un excelente proceso de calidad, dependerá del aire que se provee en los puntos requeridos el rendimiento y óptimo funcionamiento de las máquinas. La calidad de la tubería también se ve involucrada por ser una tubería en hierro galvanizado. Esto evita la contaminación del aire y asegura la calidad desde el compresor hasta los diferentes puntos. Para establecer el caudal (consumo) y la presión necesaria, una vez determinado el lugar en donde se colocará la red, se deberá obtener información sobre los puntos de demanda de aire requerido. Esto es con el fin de elegir el diámetro de la tubería ideal para el funcionamiento de la red. Determinar la cantidad de tubería, así como el costo, nos permitirá esto.

En el siguiente esquema la figura 18 se identifican los componentes principales y básicos para la consolidación de una empalizada de suministro de posición comprimido.

Figura 15. Esquema de una alimentación de red neumática



Fuente: Autor

10.2. Formulación de un estudio de planificación.

Se crea un dibujo isométrico de la línea de distribución de aire y se contabilizan los dispositivos accionados por redes neumáticas en el laboratorio de electromecánica, donde existen módulos de mecanizado, robótica y electrónica. El uso diario proporcionado por el laboratorio se evalúa considerando los puntos de tomas de aire donde quede fácil la distribución para las respectivas limpiezas de los módulos

10.3. Monitorización de red neumática.

El recorrido comenzó en el laboratorio de la carrera de electromecánica del bloque "B" ubicado en la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná, donde se encuentra instalado el compresor DAEWOO. Ahí se instala una tubería galvanizada con un diámetro de 12 mm. El recorrido de la red cuenta con 6 tomas de aire 2 afuera del laboratorio y 4 adentro para ser utilizado en las diferentes necesidades de los estudiantes.

Lista de Accesorios de Red Neumática: tes, codos, reductores, etc., junto con las medidas tomadas para monitorear la red neumática.

Tabla 6. Listado de todos accesorios de la red de distribución


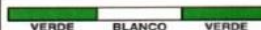
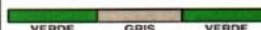

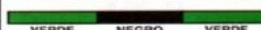
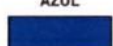
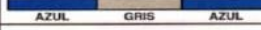
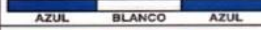
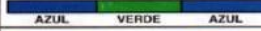
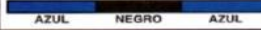
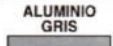
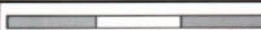
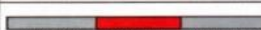
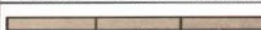
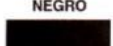

Accesorios	Cantidad
Uniones	4
Codos 90°	12
Tes	5
Reductores	6

Fuente: Autor del proyecto

10.4. Códigos de Colores para Identificación de Materiales en Sistemas de Tuberías

Para facilitar la identificación de materiales en sistemas de tuberías se crean códigos que consisten en un color base y un fondo o color de identificación de acuerdo a la clasificación del material o líquido. Contenido específico en tubería (ver figura 19).

Figura 16. Características de colores para señalización de tuberías.

COLOR BASE	CONTENIDO	COLOR DE FONDO (FRANJAS)
VERDE  AGUA	TRATADA POTABLE	
	INDUSTRIAL	
	SALMUERAS ACIDAS	
	AGUAS SERVIDAS	
AZUL  AIRE	DUCTOS Y VENTILACION	
	OXIGENO	
	NITROGENO	
	AIRE COMPRIMIDO	
ALUMINIO GRIS  VAPOR GASES CONDUCTORES ELECTRICOS	GASES-VAPORES A PRESION	
	GASES-VAPORES ALTA TEMPERATURA	
	CONDUCTORES ELECTRICOS	
<small>Las tuberías que contienen conductores eléctricos no tienen color de fondo (franja), por lo tanto la leyenda se aplica sobre el color base (gris)</small>		
NEGRO  COMBUSTIBLE ACEITE LUBRICANTE	COMBUSTIBLE ACEITE LUBRICANTE	

Fuente: [24]

10.5. Calculo y dimensionamiento de compresor

Para el cálculo y dimensionamiento del compresor se considera este factor importante a considerar. La salida del compresor puede variar de 1 a 5 o 6 HP (hp) o CV. Los compresores de menor potencia se utilizan para tareas sencillas. Los compresores de 3 o 6 HP son modelos profesionales o industriales. Lo siguiente es cierto para el compresor: Cuanto mayor sea la salida, mayor será la capacidad de generación de presión y, por lo tanto, mayor será la capacidad de trabajo. Por ejemplo, 1 caballo de fuerza es suficiente para tareas simple, para actividades que requieran 350 o 400 litros de potencia, se necesitará compresores de 3 a 6 HP con tareas con mayor dificultad es por esto que se tiene como consideración los siguientes los siguientes conceptos:

1. Tipo y número de herramientas: Se realizó un listado del tipo y cantidad de herramientas que se utilizan en el laboratorio
2. Consumo unitario: es el consumo de aire requerido por el equipo de herramienta que se utiliza continuamente. En N litros minutos o Nm³/min.
3. Consumo total: Corresponde a las cantidades de los equipos Para afectados por el nivel de consumo unitario
4. Coeficiente de utilización: es la ponderación de la fracción que estará funcionando el equipo respecto al tiempo total disponible
5. Consumo útil: Dependerá de estos dos últimos es decir del consumo total y el porcentaje de funcionamiento
6. Pérdidas por fugas las fugas pueden variar del 10 al 15%
7. Aplicación futura: Se deberá tomar en cuenta futuras aplicaciones

10.5.1. Análisis técnico

En el laboratorio se analiza el implementar una red de distribución de aire Para esto se hace el análisis técnico de las cantidades de herramientas y equipos que necesitan de aire comprimido:

1. Mecánica. 1 plasma de corte. Funcionamiento 5hs /6hs
2. Modulo. 1 modulo neumático. Funcionamiento 7hs/8hs
3. Pintura. 3 pistolas de pintura. Funcionamiento 4hs/5hs
4. Limpieza. 2 pistolas de aire. Funcionamiento 2hs/3hs

Para esta aplicación del compresor se tiene en consideración cada sección como lo es la mecánica la del módulo neumático pintura y limpieza para el elegirlo se tuvo en cuenta que cada una de estas áreas están en pleno funcionamiento y además se le agrega un 30% de alguna aplicación de herramienta que necesite de aire comprimido.

Tabla 7. Consumo de aire del laboratorio.

Sección	Equipo	Cantidad	Consumo unitario (litros/min)	Consumo total (litros/min)	Coef. Útil.	Consumó útil (litros /min)
Mecánica	Cortadora de plasma	1	100	100	0,5	50

Modulo	Modulo neumático	1	80	80	0,7	56
Pintura	Pistolas de pintar	3	180	540	0,4	216
Limpieza	Pistolas de aire	2	180	360	0,3	108
				Consumo total útil.		430

Fuente: Autor del proyecto

Selección de compresor

Consumo total útil= 430 litros/min

Consumo total útil= 430 litros/ min * (10% fugas)

Consumo total útil= 43 litros/min

Consumo total útil= 430 litros/min * (30% aplicación futura)

Consumo total útil= 129 litros/min

Consumo total útil= 129 + 43 litros/min

Consumo total útil= 172 litros/min

Mediante el cálculo se determinó un consumo total de 172 litros/min Es por esto que se eligió un compresor de marca DAEWOO con capacidad de caudal máximo de 250 litros/min.

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

En este apartado se comprueba el funcionamiento del compresor y de la red de distribución por medio de esta tabla damos las características del motor y recomendaciones de protocolos de mantenimiento.

Tabla 8. Protocolo de mantenimiento y obtención de datos.



INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA/ EXTENSIÓN LA MANÁ / LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA

COMPRESOR DAEWOO

AÑO: 2023

PRUEBA REALIZADA: TOMA DE VALORES / VERIFICACION
FUNCIONAMIENTO OPTIMO

ITEM	VARIABLE	PATRON
1	Motor	120V
2		3HP
2		20 A
3	Nivel aceite Motor	Sobre la línea
4	Temperatura Motor	Aceptable a la mano
5	Vibración Motor	Aceptable
6	Presóstato	60-120 PSI
7	Válvula sobrepresión	120 PSI
8	Regulador de presión	0 - 7 Bar
9	Switch ON/OFF	Manual
10	Cable alimentación	Aceptable

Fuente: Autor del proyecto

11.1. Distribución del aire comprimido

Una red de distribución de aire comprimido inadecuada dará como resultado facturas de servicios públicos altas, baja productividad en el taller y un rendimiento deficiente de las herramientas y equipos neumáticos. El sistema de distribución debe cumplir con tres requisitos: baja caída de presión entre el compresor y el usuario, mínima fuga en las tuberías de distribución y drenaje eficiente del condensado si no se instala un secador de aire comprimido.

Esto es particularmente cierto para las redes eléctricas y el uso anticipado de aire comprimido para satisfacer la demanda actual y futura. El costo de instalar más tuberías y accesorios de los que se necesitaban originalmente es menor que el costo de reemplazar el sistema de distribución más adelante. La compensación del sistema es importante para la eficiencia, la confiabilidad y el costo de la producción de aire comprimido. A veces, las grandes caídas de presión en las tuberías se pueden compensar aumentando la presión de funcionamiento del compresor, por ejemplo, de 6 a 7 1/2 bar, lo que da como resultado un aire comprimido más caro.

Reduciendo el consumo de aire también se reduce la caída de presión, Hacer que la presión de consumo exceda el nivel permitido. En los sistemas estacionarios para distribución de aire comprimido deben dimensionarse de modo que la caída de presión en las tuberías entre el compresor y el consumidor aguas abajo no supere los 0,1 bar. Además, hay una caída de presión en las mangueras de conexión flexibles, accesorios de mangueras y otras conexiones. El dimensionamiento adecuado de estos componentes es especialmente importante porque estas conexiones tienden a tener la mayor caída de voltaje. La longitud máxima permitida de una red de tuberías a una caída de presión dada se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 11. 1

$$l = \frac{\Delta p * d^5 * p}{450 * qc^{1.85}}$$

l = longitud de tubería total (m)

p = presión absoluta de entrada (bar(a))

Δp = caída de la presión permitida en la red (bar)

qc = aire libre suministrado, FAD (l/s)

d = diámetro interno de la tubería (mm)

la siguiente expresión quedaría:

$$l = \frac{0,1 * 330383.69407 * 8}{450 * 4,1667^{1.85}}$$

$$l = \frac{0,1 * 330383.69407 * 8}{450 * 14,0157270226}$$

$$l = \frac{264306.95525}{6307.07716017}$$

$$l = \frac{264306.95525}{6307.07716017}$$

$$l = 41.90 \text{ m}$$

Mediante la ecuación **11.1**, podemos obtener el valor correspondiente a la longitud de las tuberías para la implementación del sistema neumático centralizado dando un valor total de 41,90 metros de tubería como límite para no tener pérdidas de potencia y presión.

11.2. Depósito del aire comprimido.

La instalación de estos compresores debe tener un colector del aire comprimido estos colectores son de materiales acerado súper resistente, con la finalidad de contener dentro de sí altas presiones que es llenado por el compresor de 3hp, en la siguiente ecuación podremos observar el dimensionamiento del colector de aire comprimido.

Ecuación 11. 2

$$Vc = Ab * h$$

$$Vc = 490,875^2 * 95cm$$

$$Vc = 46633,125cm^3$$

$$Ab = \pi r^2$$

$$Ab = 3.1416 * (12.5cm)^2$$

$$Ab = 3.1416 * (156.25cm^2)$$

$$Ab = 490,875cm^2$$

11.3. Depósito de condensado

Cada unidad compresora tiene uno o más tanques receptores. Su tamaño depende de la potencia del compresor de aire, así como también en los sistemas de regulación y de las señas de consumo de aire. Los tanques de aire almacenan aire comprimido, equilibran la pulsación del compresor, enfrían el aire y recogen el condensado. Por lo tanto, el tanque de aire debe estar equipado con un drenaje de condensado. La siguiente fórmula se utiliza para determinar el volumen del tanque de aire y solo se aplica a los compresores con función de regulación todo/nada:

Ecuación 11. 3

$$V = \frac{0.25 * q_c * p_1 * T_0}{F_{max} * (P_u - P_L) * T_1}$$

Q_c = Capacidad para el compresor (l/s)

V = Volumen en el depósito de aire (l)

p_1 = Presión para entrada del compresor (bar(a))

T_1 = Temperatura máxima en entrada del compresor (K)

T_0 = Temperatura del aire en el depósito (K)

$(p_u - p_l)$ = Diferencia de presión ajustada entre la carga y descarga

$F_{máx}$ = Frecuencia máxima de carga (para los compresores Atlas Copco corresponde 1 ciclo cada 30 segundos).

la siguiente expresión quedaría:

$$V = \frac{0.25 * 4,1667 * 8 * 304,15}{1 * (120 - 90) * 313,15}$$

$$V = \frac{2509.60341}{5636.7}$$

$$V = 0.44522 \text{ cm}^3$$

El tamaño del reservorio para drenado del condensado del agua según el cálculo realizado debe ser de 0.44522 cm³ esto evitara que el recipiente donde se almacena el aire comprimido no se mescle con partículas de agua.

11.4. Tamaño de la red de aire comprimido

Por general, la presión de aire obtenida inmediatamente, después de que el compresor no haya arrancado completamente, ya que la distribución del aire comprimido provocará algunas pérdidas, principalmente por fricción en la tubería. Además, las válvulas y los codos tienen efectos de estrangulamiento y cambios en la dirección del flujo. Las pérdidas convertidas en calor dan como resultado una caída de presión, para tuberías rectas, la pérdida de presión se puede calcular usando la fórmula:

Ecuación 11. 4

$$\Delta p = 450 * \frac{q_c^{1.85} * l}{d^5 * p}$$

Δp = caída de presión (bar)

q_c = caudal de aire, FAD (l/s)

d = diámetro interno de la tubería (mm)

l = longitud de la tubería (m)

p = presión absoluta inicial bar(a)

$$\Delta p = 450 * \frac{(4,1667)^{1,85} * 41,90}{(12,7)^5 * 8}$$

$$\Delta p = 450 * \frac{14,015727 * 41,90}{248832 * 8}$$

$$\Delta p = 450 * \frac{587,25896}{1990656}$$

$$\Delta p = 450 * 0,0029500775$$

$$\Delta p = 1,32$$

Mediante la ecuación realizada se obtiene el total de pérdida en este diseño de sistema neumático dando como pérdida total un valor de 1,32.

Al calcular los componentes de la red de aire comprimido, los siguientes valores se pueden usar como la caída de presión permitida:

- Caída de presión por las tuberías de servicio 0,03 bar
- Caída de presión por las tuberías de distribución 0,05 bar
- Caída presión en las tuberías verticales 0,02 bar
- Caída de presión total por la instalación de tuberías fijas 0,10 bar

Deben determinarse las longitudes de tubería requeridas para las distintas partes de la red de cableado (tuberías verticales, tuberías de distribución y ramales). Se recomienda planificar el tamaño de la red. Corrija la longitud de la tubería agregando las válvulas, codos, accesorios, etc. adecuados. Como alternativa a la fórmula anterior, al calcular los diámetros de las tuberías, se puede utilizar un nomograma para encontrar el diámetro de tubería más adecuado. Para realizar este cálculo, se debe conocer el caudal, la presión, la caída de presión admisible y la longitud de la tubería.

Luego elija la siguiente tubería estándar de mayor diámetro. Las longitudes de tubería equivalentes para todas las secciones de la planta se calculan utilizando una lista de accesorios

y componentes de tubería y la resistencia al flujo expresada en longitudes de tubería equivalentes. Estas longitudes "extra" se agregarán a la longitud original de la tubería.

11.5. Dimensionamiento de tuberías y ramificaciones

Para calcular la red de aire comprimido, primero se debe determinar la longitud integral o total (L. total), con la ecuación:

Ecuación 11. 5

$$L. total = 1.6 * L$$

Donde:

L; Longitud equivalente de la tubería en metros

1,6; Factor de seguridad

$$L. total = 1,6 * 41,90 m$$

$$L. total = 67,04 m$$

Una vez obtenido el resultado del cálculo de la longitud total de la tubería, se procede a calcular el diámetro interno de la misma por medio de la ecuación:

Ecuación 11. 6

$$A = Q/V$$

De esta ecuación se obtiene que el diámetro sea:

Ecuación 11. 7

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{V\pi}}$$

Donde:

D: Diámetro interno en metros

Q: Caudal en m³/s = 0,04167 m³/s = 250 L/min.

V: Velocidad en m/s = 35 m/s.

π : 3,1416

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,004167}{35 * \pi}} = \sqrt{\frac{0,01668}{109,956}} = \sqrt{0,00015169704} = 0,0123 m$$

$$D = 0,0123m = 12,3 mm$$

Para el dimensionamiento de las tuberías según los resultados del cálculo realizado, tiene que tener un diámetro de 12,3 milímetros, pero en el mercado no existe una tubería con estas características por lo que se decide acoplar tuberías de media pulgada ya que estos tienen un diámetro interno de 1,05cm que en su conversión es 10,5 mm, esto garantiza que la presión no disminuirá si no que aumentara. Si el diámetro interno fuera mayor al calculado este perdería presión por lo cual en el diseño empleado no abastecería de manera óptima.

11.6. Modelo matemático de la potencia instalada del motor eléctrico (KW)

La totalidad de los equipos y de las instalaciones eléctricas tienen indicada su potencia (Pn). La potencia instalada es la suma de las potencias nominales de todos los equipos eléctricos de la instalación. De hecho, en realidad no se absorbe. Esto se aplica a los motores eléctricos, el valor de potencia se refiere a la potencia de salida del eje principal. Por supuesto, el consumo de energía de entrada será mayor. La potencia necesaria (kW) se requiere al elegir la potencia nominal del grupo electrógeno (generador) o batería. Los valores efectivos son la potencia aparente para kVA de salida de la red pública de baja tensión o a través de transformadores de alta/baja tensión.

Ecuación 11. 8

$$KW = \frac{I * E * fp * 1,73}{1000}$$

Donde: I = Corriente en Amperios

KW = Potencia en Kilovatios

E = Tensión en voltios

fp= Factor de potencia

$$p = \frac{20 * 110 * 0,60 * 1,73}{1000}$$

$$p = \frac{2283,6}{1000}$$

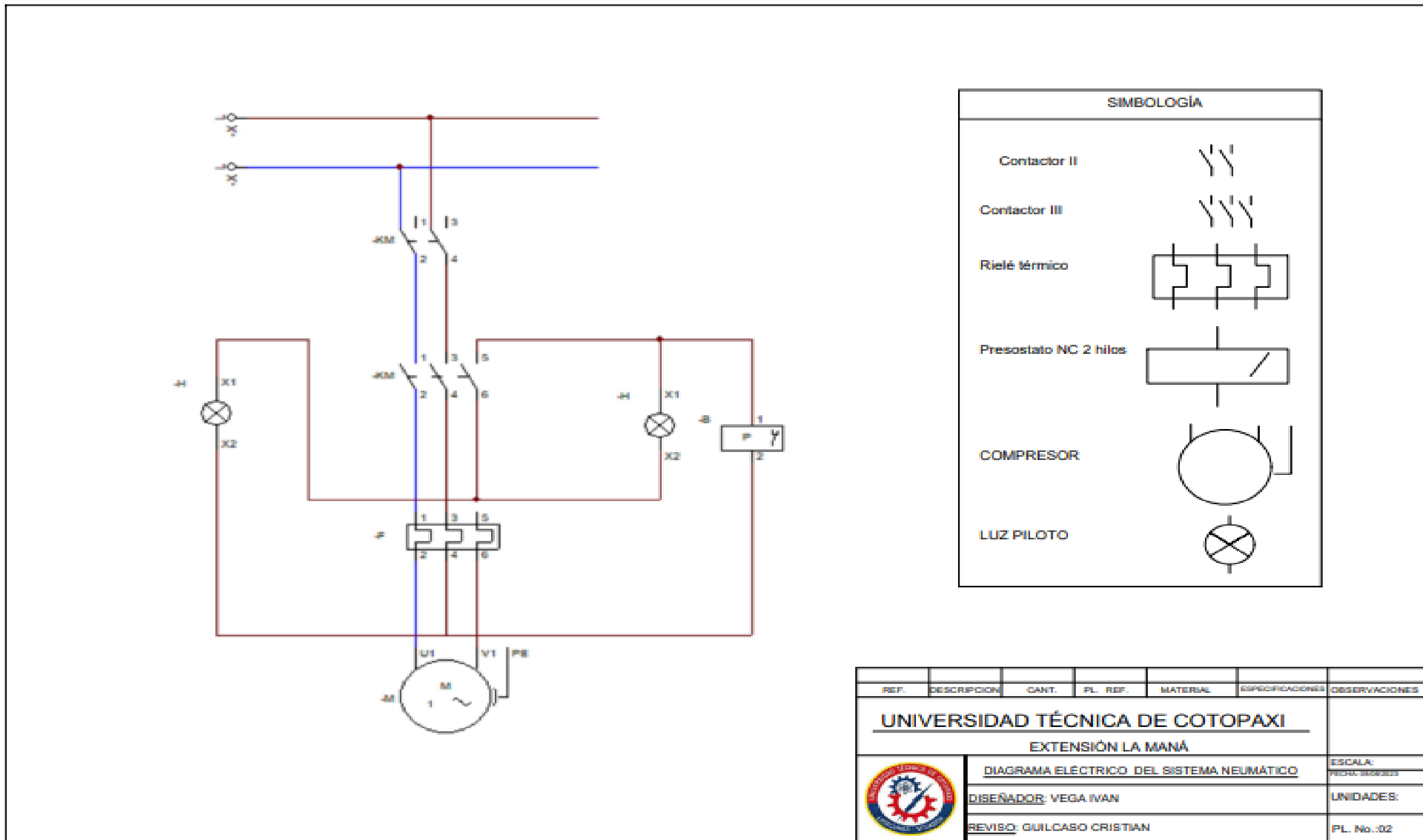
$$p = 2,2836 KW$$

Conversión de KW a HP:

$$1 KW = 1,35 HP$$

$$3,082 HP = 2,2836 KW$$

11.7. Diagrama eléctrico del sistema neumático centralizado.



Fuente: Autor del proyecto

11.8. Diagrama del sistema de tuberías e implementación del sistema neumático centralizado



Fuente: Autor del proyecto

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

Para realizar este proyecto se ve la necesidad de encuestar a los beneficiarios directos del proyecto.

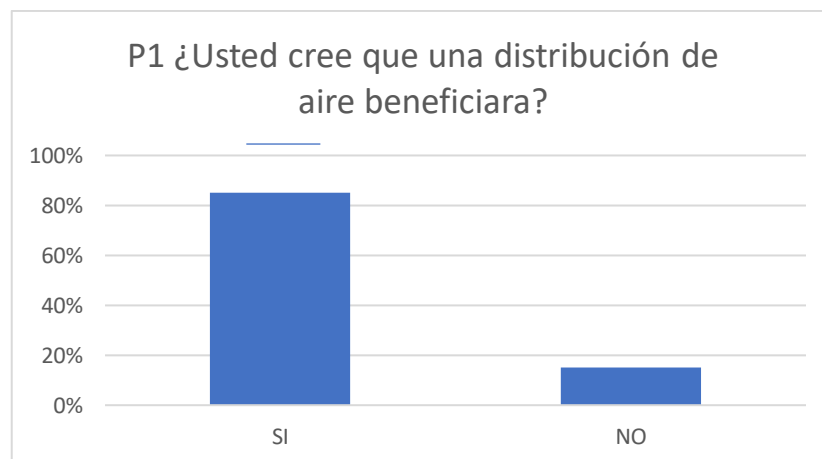
Tabla 9. Preguntas a las personas beneficiarias del proyecto.

PREGUNTAS		SI	NO
P1	¿Usted cree que una distribución de aire beneficiara?	85%	15%
P2	¿Cree usted que la distribución facilitara el trabajo de limpieza de las maquinas del laboratorio?	90%	10%
P3	¿Cree usted que el diseño de la red de aire comprimido está bien distribuido?	75%	25%
P4	¿La distribución de red de aire tiene 6 tomas usted cree que cubre la necesidad del laboratorio?	80%	20%

Fuente: Autor del proyecto

Para comprender los porcentajes de las preguntas los representamos en las siguientes imágenes.

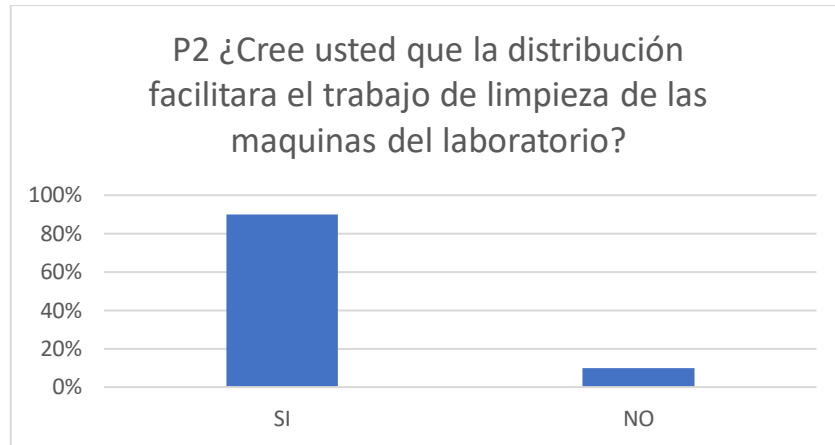
Gráfico 1. Gráfico de la primera pregunta



Fuente: Autor del proyecto

En la figura 21, podemos analizar que el 85% de los entrevistados están de acuerdo que un sistema de distribución de aire comprimido beneficiara al estudio didáctico, mientras que una minoría del 15% no estuvo de acuerdo.

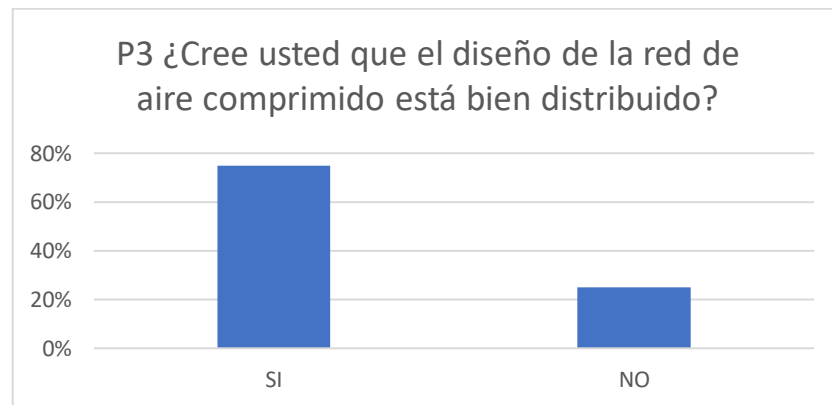
Gráfico 2. Gráfico de la segunda pregunta



Fuente: Autor del proyecto

En la figura 21, se les pregunto a los entrevistados que, si creen que un sistema de distribución de sistema neumático, beneficia al trabajo de limpieza de las maquinas en el laboratorio. El 90% estuvieron de acuerdo que esto sería de mucha ayuda para la correcta limpieza, y solo el 10% no están seguro si esto sería un beneficio.

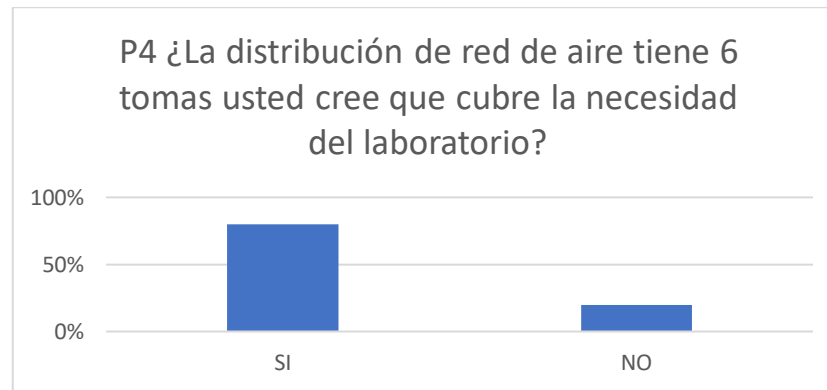
Gráfico 3. Gráfico de la tercera pregunta



Fuente: Autor del proyecto

En la pregunta 3 de la figura 22, se les mostro a los entrevistado el sistema del diseño de la red de aire comprimido y luego se les pregunto a su criterio que, si creen que esta correctamente diseñado e implementado a lo que el 75% menciono que si esta correctamente implementado, y el 25% dio sus puntos de vista porque no les parecía adecuado el diseño.

Gráfico 4. Gráfico de la cuarta pregunta



Fuente: Autor del proyecto

En la pregunta 4 se les pregunto a los entrevistado que si con 6 tomas de aire comprimido es suficiente para satisfacer las necesidades del laboratorio. En la figura 23 podemos observar que el 80% estuvo de acuerdo, mientras que el 20% no estaba a gusto.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

13.1. Presupuesto de la red de distribución

Tabla 10. Análisis de presupuesto

PRESUPUESTO		
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	Compresor de 3HP de 120 LT	\$600
8	Tubos de ½ galvanizado	\$89
16	Codos galvanizados ½	\$11
11	Neplos galvanizado ½	\$11
2	Nudos universales galvanizado ½	\$5
6	Tee galvanizado ½	\$4,50
4	Teflón amarillo	\$4
8	Neplo galvanizado ½	\$4
8	Unión perdidos bronce ¼	\$12
1	Rosca bronce ¼	\$1,50
7	Bushing de ½ a ¼ bronce	\$17
-	SUBTOTAL	\$759
-	12% IVA	\$91.08
-	TOTAL	\$850.08

Fuente: Autor del proyecto

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- La tecnología neumática nos ofrece una opción de aprovechamiento de la energía, aplicable en los muchos campos de la ingeniería y más específicamente al área de la metalmecánica; generando grandes esfuerzos que son aprovechados en la conformación en frío de metales.
- Dentro del dimensionamiento del sistema neumático centralizado se seleccionaron los equipos adecuados para el óptimo funcionamiento del mismo, que por medio de las ecuaciones realizadas se optó por usar tubos de media pulgada logrando así una eficiencia de presión excelente. Para satisfacer las necesidades del laboratorio se incorporó un reservorio del aire comprimido de 46633,125 cm³ con 6 tomas en lugares estratégicos del laboratorio de electromecánica.
- Mediante el cálculo de los parámetros del compresor requerido para la red de distribución de aire se consideró un compresor de marca DAEWOO de 250lt y 3HP para un óptimo funcionamiento.

14.2. Recomendaciones

- Para poder hacer un uso óptimo de la red neumática y al mismo tiempo dar un buen servicio al laboratorio, se debe cargar el depósito de aire comprimido al menos 10-15 minutos antes del inicio de la cualquier actividad.
- El depósito de aire comprimido y la unidad de mantenimiento de la entrada de aire deben lavarse periódicamente. Elimina las impurezas y la humedad que se han acumulado en el sistema.
- En el montaje y desmontaje de tubos en aplicaciones de redes neumáticas o trabajos de mantenimiento, es importante utilizar posiciones de acoplamiento universal e iniciar estos procesos en tramos alrededor de estos elementos.

15. BIBLIOGRAFIA

- [1] M. M. Contreras, «Aire Comprimido Tutorial para el trabajo en campo,» BMZ, México, D.F, 2015.
- [2] G. J. Paredes, «Diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero,» Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos, Cartagena, 2016.
- [3] G. M. Castelló, P. C. Barrera, E. É. Pérez y V. N. Betoret, «Elementos básicos de las instalaciones de aire comprimido,» Universitat Politècnica de València, España, 2018.
- [4] M. H. Ron Marshall, S. W. Scales, G. S. Shafer y S. Paul Shaw, «Improving Compressed Air System Performance,» U.S. Department of Energy, Washington, D.C., 2020.
- [5] SMC, «Guía de calidad y tratamiento de aire comprimido,» S.A., España, 2023.
- [6] Atlas Copco, «Guía de Calidad del aire,» Copco, Perú, 2023.
- [7] D. P. Fernández, «COMPRESORES,» UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, CANTABRIA, 2023.
- [8] F. Ebel, I. Siegfried, G. Prede y D. Scholz, «Neumática Electroneumática Fundamentos,» Festo Didactic GmbH, Alemania, 2009 .
- [9] T. M. H. CHÉRREZ, «“REDISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO-FAISANES DEL POLIDUCTO ESMERALDAS-QUITO-MACUL”,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO , RIOBAMBA – ECUADOR, 2010.
- [10] L. J. VILLARREAL, «INVESTIGACIÓN, ANÁLISIS Y DESARROLLO DE UN MANUAL PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA NEUMÁTICO,» UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON, Mexico San Nicolás de los Garza, 2010.
- [11] I. F. JIMÉNEZ LABOR, J. A. HENRÍQUEZ HERNÁNDEZ y A. A. RIVERA REYES, «DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MODULO ELECTRONEUMATICO CLASIFICADOR, CONTROLADO POR PLC,» UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR , SALVADOR , 2011.
- [12] A. A. ORTIZ, «ELABORACION DE UN BANCO DE PRACTICAS CON APLICACIONES INDUSTRIALES PARA EL LABORATORIO DE NEUMATICA DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA,» Universidad Católica, GUAYAQUIL, 2014.

- [13] R. R. C. Campaña, «Diseño de una Red Neumática para Servicio del Taller Automotriz Auto Computarizado Santana,» Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil, 2019.
- [14] S. C. D. TASHIGUANO, «AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PLANCHADORA TIPO MANIQUÍ MEDIANTE UN PLC PARA EL HOSPITAL BACA ORTIZ,» ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, QUITO, 2011.
- [15] E. R. N. ASECIO, «DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA PROCESOS ELECTRO NEUMÁTICOS DE LÓGICA CABLEADA,» UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, MOQUEGUA – PERÚ, 2018.
- [16] B. J. L. Arreaga y C. M. E. Cecaira, «“Simulación y automatización de sistemas neumáticos mediante lógica binodal”,» Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil, 2018.
- [17] E. F. D. Juárez, «DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL ANÁLISIS DE LA VIDA ÚTIL DE LOS CILINDROS Y VÁLVULAS NEUMÁTICAS QUE OPERAN EN UNA FÁBRICA DE CONCENTRADOS PARA ANIMALES, DEL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, CON EL FIN DE MINIMIZAR PAROS DE PRODUCCIÓN,» Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2014.
- [18] H. J. I. GUZMÁN y C. Y. ROMERO, «DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN EQUIPO NEUMÁTICO PARA MOLDEAR LÁMINAS DE DIFERENTES FORMAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARROCERIAS PARA BUSES,» CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR, CARTAGENA DE INDIAS, 2022.
- [19] O. O. G. CHICAIZA, «CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SERIGRAFÍA PARA EL ESTAMPADO DE SELLOS UTILIZANDO ELECTROVÁLVULAS,» INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VIDA NUEVA, QUITO – ECUADOR, 2019.
- [20] ADMINNELCO, «nelco sistemas,» 15 05 2020. [En línea]. Available: <http://www.nelco.mx/2020/05/15/cilindro-simple-efecto-neumatico/>. [Último acceso: 09 08 2023].
- [21] S. J. R. Vaello, «FORMACIÓN PARA LA INDUSTRIA,» 25 03 2013. [En línea]. Available: <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d-automatizacion/1-8-electroneumatica/1-8-3-cilindros-neumaticos-2/>. [Último acceso: 10 08 2023].

- [22] P. D. X. BONILLA y F. C. P. NORIEGA, «DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO ELECTRONEUMÁTICO PARA LABORATORIO DE NEUMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA|,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE, RIOBAMBA – ECUADOR, 2014.
- [23] Senninger, «Riego Agrícola,» 1 06 2014. [En línea]. Available: <https://www.senninger.com/es/news/2020/10/12/cual-es-la-diferencia-entre-un-regulador-de-presion-y-una-valvula-limitadora>. [Último acceso: 10 08 2023].
- [24] «Norma colores tuberías,» 2010. [En línea]. Available: http://gomez2010.weebly.com/uploads/5/8/0/2/5802271/norma_colores_tuber%C3%A4Das.pdf.
- [25] C. Rodríguez, «Modelo paramétrico de compresor volumétrico,» 2018.
- [26] J. Paladines, «Análisis de fugas en generación y distribución de aire comprimido en proceso industrial. Propuesta de plan de mejoras,» 2022.
- [27] J. Paredes, «Diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero,» Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos, 2016.
- [28] M. A. Perez, «Cálculo Básico de una instalación de transporte neumático de sólidos,» 2003.

16. ANEXO

Anexo 2. Red de distribución de aire parte de frente



Fuente: Autor del proyecto

Anexo 1. Red de distribución de aire parte de trasera



Fuente: Autor del proyecto

Anexo 3. Una de las tomas de aire en la parte de frente



Fuente: Autor del proyecto

Anexo 4. Una de las tomas de aire en la parte de frente



Fuente: Autor del proyecto

Anexo 6. Compresor de 3HP



Fuente: Autor del proyecto

Anexo 5. Características del motor



Fuente: Autor del proyecto

DATOS PERSONALES

Nombres	Iván Geovanny
Apellidos	Vega Estrada
Lugar y fecha de nacimiento	La Mana 11 de mayo de 1998
Cédula de ciudadanía	050460953-8
Estado civil	Soltero
Dirección domiciliaria	Recinto pucayacu chico vía a Latacunga
Teléfonos de contacto	0999445109
Email personal	Veg.ivan@gmail.com
Email institucional	ivan.vega9538@utc.edu.ec

Estudios Realizados

Primarios	Escuela Fiscal Mixta “La mana”
Secundarios	Colegio Técnico “Unidad Educativa Rafael Vásquez Gómez”
Superiores	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná “Carrera Ingeniería Electromecánica”
Títulos obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • TÉCNICO EN ELECTROMECÁNICA AUTOMOTRIZ
Idiomas	<ul style="list-style-type: none"> • Español • Suficiencia en el Idioma Inglés B1
Cursos de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Curso en Instalaciones eléctricas domiciliarias-UTC La Maná • Curso de Auxiliar en Domótica - UTC La Maná

FICHA SIITH

**DATOS
PERSO
NALES:**

TIPO	CI/PAS	NACIONALIDAD	APELLIDO	APELLIDO M	NOMBRE	FNAC	EST CIVIL	SEXO	GENERO
C	0503066706	ECU	GUILCASO	MOLINA	CRISTIAN ORLANDO	18/08/1987	SOLTERO/A	M	HETEROSEXUAL
SANGRE	DISCAPACIDAD	%	CONADIS	ETNIA	NACION INDIGENA				
O+	NINGUNA	0	NO APLICA	MESTIZO	NO APLICA				
LUGAR NAC	RESIDENCIA	CONVENC	CELULAR	DIRECCION					
LA MATRIZ	IGNACIO FLORES (PARQUE FLORES)	032818424	0987385412	AV UNIDAD NACIONAL Y CAOBA					
MAIL PERSONAL	MAIL INST								
CGUILCASOMOLINA@GMAIL.COM	CRISTIAN.GUILCASO6706@UTC.EDU.EC								

DATOS ACADÉMICOS:

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
MAESTRIA O EQUIVALENTE	MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA MENCION DISEÑO	INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	INGENIERÍA Y PROFESIONES AFINES	ECUADOR	1010-2020-2158058

CURSOS Y CERTIFICADOS:

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORAS	FECHA
SEMINARIO	TECNOLOGÍA EN PROCESOS E INSPECCIÓN DE SOLDADURA	ABKREA INGENIERÍA	20	01/febrero/2021
SEMINARIO	APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE MANUFACTURA CNC EN LA	ABKREA INGENIERÍA	20	14/diciembre/2020
CONFERENCIA	CORROSION RATE COMPARISON BETWEEN A ZNCRO4 COATING	UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS	20	26/octubre/2020
CURSO	“INTRODUCCIÓN A LS-DYNA APLICADO A IMPACTOS”	CEND INGENIERÍA S.A.	20	05/octubre/2020
CURSO	CAPACITACIÓN TIC PARA DOCENTES	OCÉANO EDUCACIÓN PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA D	40	23/septiembre/2020
CURSO	LA COMPETENCIA DOCENTE	OCÉANO EDUCACIÓN	120	15/septiembre/2020
CURSO	PREVENCIÓN DE RIESGOS Y TÉCNICAS DE TRABAJO EN ESP	M & V INGENIEROS	40	07/septiembre/2020
SEMINARIO	ESTRATEGIAS Y RECURSOS TECNOLÓGICOS EN LA INDUSTRI	ABKREA INGENIERÍA	20	07/septiembre/2020
CURSO	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL: PROGRAMACIÓN DE PLC, V	M & V INGENIEROS	60	05/agosto/2020
CURSO	PREVENCIÓN DE RIESGOS Y TÉCNICAS DE TRABAJO EN ALT	M & V INGENIEROS	40	07/marzo/2020
CURSO	FORMACIÓN DE DOCENTES	ABKREA IGENIERÍA	40	17/noviembre/2018
CURSO	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	FUNDEL CENTRO DE CAPACITACIONES.	40	02/abril/2018
CURSO	DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS APLICANDO LA NORMA	CÁMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.	40	05/octubre/2015
CURSO	TTP 2014 SESSION 1 - CMT 2014	HALLIBURTON	200	13/enero/2014
CURSO	SIMULADOR HALLIBURTON PARA OPERACIONES DE CEMENTAC	HALLIBURTON LATIN AMERICA	200	14/octubre/2013

EXPERIENCIA LABORAL:

TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
LABORAL	INDUSTRIA DELACERO DEL ECUADOR (INDUACERO)	INGENIERO DE PROYECTOS		10/06/2011	21/02/2013	JAYA MARIO	0995484333
LABORAL	HALLIBURTON	INGENIERO DECAMPO		03/06/2013	18/08/2015	DAVIS TÚQUERES	0997255101
LABORAL	INDUSTRIA DELACERO DEL ECUADOR (INDUACERO)	INGENIERO DE DISEÑO		19/10/2015	27/01/2017	JAYA MARIO	0995484333
LABORAL	PROLINOX	INGENIERO DE PRODUCCIÓN		03/08/2018	20/12/2020	ROSA MOLINA	0987384857

DATOS LABORALES INSTITUCIONALES:

ORGANICO	COD ORGAN	REL-LAB	SITUACION	SEDE	CAMPUS	ESTADO	RMU	DEDICACION
LA MANA DOCENTE CARRERA ELECTROMECANICA	0107100901	DOCENTE	Contrato serv Ocasional	LA MANA	EMANA	ACTIVO	1810,00	EXCLUSIVA o TIEMPO COMPLETO
PUESTO OFICIAL				PUESTO EJERCE				
DOCENTE OCASIONAL				DOCENTE OCASIONAL				
FACULTAD				CARRERA				
LM CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS				ELECTROMECANICA				
MODALIDAD		F. 1er.IN.SEC.PUB					F.IN.PUESTO	
CSOC		18/04/2023 9:04:45					18/04/2023 9:04:45	

DATOS FAMILIARES:

CI/PAS	FNACIMIENTO	APELLIDOS	NOMBRES	PARENTEZCO	DISCAPACIDAD	CONADIS
0501293211	22/08/1953	MOLINA BARRERA	ROSA DOLORES	MADRE	Ninguna	0
DIRECCION				TLF CEL		TLF CONV
ECU_050102				0987384857		032818424

TESIS VEGA IVAN

7%
 Similitudes

3% Texto entre comillas
 < 1% similitudes entre comillas
0% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS VEGA IVAN.pdf

ID del documento:
 59e25f4223a4680b7bb5864dcb942d39362f83fd

Tamaño del documento original: 1,65 MB

Depositante: WILLIAM ARMANDO HIDALGO OSORIO

Fecha de depósito: 13/8/2023

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis:
 13/8/2023


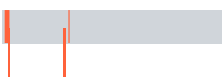


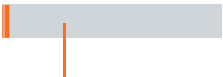










Número de palabras:
 13.449

Número de caracteres:
 103.187


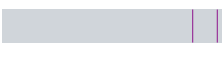

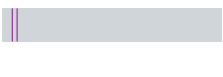





Ubicación de las similitudes en el documento:









Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.utc.edu.ec Implementación de un módulo didáctico de electro-neum... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8467/3/UTC-PIM-000426.pdf.txt 31 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (306 palabras)
2	 repositorio.utc.edu.ec Implementación De Un Sistema Tecnificado Por Hidroponi... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8460/3/UTC-PIM-000420.pdf.txt 29 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (256 palabras)
3	 repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8471/1/UTC-PIM-000430.pdf 26 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (236 palabras)
4	 repositorio.utc.edu.ec Diseño de un prototipo de máquina de corte lineal para c... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7954/3/UTC-PIM-000380.pdf.txt 23 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (230 palabras)
5	 ing.una.py http://ing.una.py/pdf_material_apoyo/compresores-y-ventiladores.pdf 2 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (263 palabras)




Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 localhost Diseño y dimensionamiento de instalación de aire comprimido para La... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/12711/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-207.pdf.txt	< 1%		< 1%
2	 localhost Elaboración de un banco de prácticas con aplicaciones industriales par... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/1667/3/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-10.pdf.txt	< 1%		< 1%
3	 repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8052/1/PI-001818.pdf	< 1%		< 1%
4	 riunet.upv.es https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102434/Castelló:BarreraPérez-Redes.de.distribución	< 1%		< 1%
5	 Alvarez-Espinosa revisión 2023(2).pdf Alvarez-Espinosa revisión 2023(2) #7250c4 El documento proviene de mi grupo			

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	TESIS PROAÑO Y ROBAYO.pdf TESIS PROAÑO Y ROBAYO #6ff11e El documento proviene de mi biblioteca de referencias	3%		Palabras idénticas: 3% (390 palabras)
2	CANIZARES Y CHOES.pdf CAÑIZARES Y CHOES #4e9c29 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	2%		Palabras idénticas: 2% (285 palabras)
3	TESIS CATOTA Y TOAPANTA.pdf TESIS CATOTA Y TOAPANTA #41f4da El documento proviene de mi biblioteca de referencias	2%		Palabras idénticas: 2% (275 palabras)
4	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7939/1/UTC-PIM-000376.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (250 palabras)
5	190.15.139.147 http://190.15.139.147/bitstream/27000/9531/1/UTC-PIM-000588.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (226 palabras)
6	CHIMBO Y SHIGUI.pdf CHIMBO Y SHIGUI #f65b52 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	1%		Palabras idénticas: 1% (181 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitud

- 1  <http://www.nelco.mx/2020/05/15/cilindro-simple-efecto-neumatico/>
- 2  <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d>
- 3  <https://www.senninger.com/es/news/2020/10/12/cual-es-la-diferencia-entre-un>