



**UNIVERSIDAD LAICA  
“ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA NAVAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN MECÁNICA NAVAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO, CÁLCULO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO,  
NEUMÁTICO, CLIMATIZADO, DE UNA CENTRAL DE MECANIZADO CNC  
ROMÍ D600 Y TORNO CNC ROMÍ C 420”**

**AUTORES**

**JOSÉ IGNACIO MACÍAS SANTOS  
JUAN FERNANDO RÍOS QUINTANA**

**DIRECTOR**

**ING. PAULO EMILIO MACÍAS CEDEÑO Mg.**

**MANTA – MANABÍ - ECUADOR**

**2015**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

El suscrito da Fe que el Proyecto de Grado titulado “**Diseño, cálculo e instalación del sistema eléctrico, neumático, climatizado, de una central de mecanizado CNC ROMÍ D600 y torno CNC ROMÍ C420**”, fue realizada por los egresados José Ignacio Macías Santos y Juan Fernando Ríos Quintana, siendo orientado y revisada bajo las normas técnicas para la elaboración de la investigación, por tanto autorizo su presentación.

Ing. Paulo Emilio Macías Cedeño Mg.

**DIRECTOR DE TESIS**

## DECLARACION DE AUTORES

Nosotros, José Ignacio Macías Santos y Juan Fernando Ríos Quintana, manifestamos por nuestros propios principios que los juicios expresados en el Trabajo de Graduación: **“Diseño, cálculo e instalación del sistema eléctrico, neumático, climatizado, de una central de mecanizado CNC ROMÍ D600 y torno CNC ROMÍ C420”**, es original y genuino, por nuestra probidad, manifestamos que las ideas expuestas son de los autores y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por lo que autorizamos a la Biblioteca de la Facultad de Mecánica Naval para que haga de este Proyecto un documento disponible para su lectura y publicación según las normas de la Universidad.

Manta, Octubre 2015

Autores

**José Ignacio Macías Santos**

C.I. # 131341971-3

**Juan Fernando Ríos Quintana**

C.I. # 131341655-2

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El Tribunal de Grado, aprueba el Trabajo de Titulación, sobre el tema: **“Diseño, cálculo e instalación del sistema eléctrico, neumático, climatizado, de una central de mecanizado CNC ROMÍ D600 y torno CNC ROMÍ C420”**, elaborado por José Ignacio Macías Santos y Juan Fernando Ríos Quintana, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Carrera de Mecánica Naval de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, Octubre del 2015

Para constancia Firman:

---

**PROFESOR CALIFICADOR**

---

**PROFESOR CALIFICADOR**

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por permitirme culminar esta etapa en mi vida profesional

A mis padres, señores EDISSON GEONER MACÍAS CHILQUINGA Y MARIANA GEORGINA SANTOS MUÑOZ, por darme la vida y quienes siempre y en cada etapa de mi vida estudiantil, estuvieron presentes, brindándome de manera incondicional su esfuerzo para que yo pueda alcanzar mis metas.

A mi hermana, por su solidaridad y consejos.

**José Ignacio Macías Santos**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por una meta más culminada. A mis padres, señores NAUN WIVALDO RÍOS MONCADA Y CARMEN ESTELA QUINTANA BOSQUES, por darme la vida, guiarme por el buen camino de mi vida Estudiantil, por que estuvieron presentes, brindándome de manera incondicional su esfuerzo para que yo pueda alcanzar mis metas.

A mis hermanos y tíos, por ayudarme cada día para poder lograr mí objetivo.

**Juan Fernando Ríos Quintana**

## **AGRADECIMIENTO**

Por medio de este trabajo me complace dar mis sinceros agradecimientos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a la Facultad de Mecánica Naval y en ella a los distinguidos docentes quienes con su ética y profesionalismo me supieron brindar sus conocimientos, que nos servirán para ser útiles en la sociedad.

**José Ignacio Macías Santos**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi padre , mi madre, mi segunda madre mi abuela.

A mis hermanos y a todos mis tíos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mi compañero de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a mi director de tesis quién nos ayudó en todo momento, PAULO EMILIO MACÍAS CEDEÑO Mg.

**Juan Fernando Ríos Quintana**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>Preliminares</b>	
Certificación.....	ii
Proyecto de Investigación.....	iii
Aprobación del tribunal de grado.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vii
Índice de contenido.....	ix
Índice de anexo.....	xii
Índice de Figura.....	xiii
Índice de tabla.....	xiv
Resumen.....	xv
Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos.....	4
Hipótesis.....	5
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	
1.1..... Procesos de mecanizado.....	6
1.2..... Tipos de mecanizados.....	6
1.2.1..... Mecanizado sin arranque de viruta.....	6
1.2.2..... Mecanizado por abrasión.....	7
1.2.3..... Mecanizados por arranque de viruta.....	8
1.2.4..... Tipos de movimientos a realizar en el mecanizado.....	8
1.2.5..... Tipo de mecanizado.....	9
1.2.6..... Mecanizado con máquinas-Herramienta.....	10
1.3..... Exigencias en el acabado del mecanizado.....	11
1.4..... Fundamentos teóricos de las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado).....	11
1.4.1..... Ventajas y desventajas de las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado).....	12

1.5.....	Centros de mecanizados.....	13
1.6.....	Clasificación de los centros de mecanizados.....	14
1.6.1.....	Centro de mecanizado CNC ROMÍ D600.....	14
1.6.2.....	Tornos CNC C420.....	17

## **CAPÍTULO II**

### **DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y DE CLIMATIZACIÓN.**

2.1.....	Sistema eléctrico.....	21
2.1.1.....	Características de los sistemas eléctricos.....	22
2.1.2.....	Elementos de un sistema eléctrico.....	24
2.1.3.....	Componentes de un sistema eléctrico.....	24
2.1.4.....	Diseño del sistema eléctrico.....	26
2.2.....	Sistemas neumáticos.....	29
2.2.1.....	Producción y tratamiento de aire comprimido.....	29
2.2.2.....	Componentes del sistema neumático.....	30
2.2.3.....	Diseño del sistema neumático.....	31
2.2.4.....	Tipos de secadores en sistemas neumáticos.....	33
2.2.5.....	Preparación final del aire comprimido.....	35
2.3.....	Climatización.....	38
2.3.1.....	Condiciones de la climatización.....	38
2.3.2.....	Tipos de sistemas de climatización.....	40
2.3.3.....	Instalaciones de climatización.....	41
2.3.4.....	Descripción del diseño climatización.....	42
2.3.5.....	Panel tipo sándwich de poliuretano inyectado.....	43

## **CAPÍTULO III**

### **CÁLCULOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y DE CLIMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS CNC ROMÍ D600 Y C420.**

3.1.....	Cálculo del sistema eléctrico.	46
3.2.....	Cálculo del sistema neumático de la máquina CNC ROMÍ D600.....	49
3.2.1.....	Dimensionamiento de las tuberías.....	50
3.2.2.....	Diámetro de la tubería principal.....	50

3.2.3.....	Cálculo para selección de compresor neumático.....	51
3.2.4.....	Consumo habitual de la instalación a condiciones normales de presión.....	52
3.2.5.....	Coefficiente de corrección del consumo.....	52
3.2.6.....	Selección del compresor neumático.....	54
3.3.....	Cálculo del sistema de refrigeración.....	54
3.3.1.....	Cálculo del espesor de panel de poliuretano para el techo...	55
3.3.2.....	Cálculo de cargas térmicas.....	56

#### **CAPÍTULO IV**

#### **INSTALACIONES DE LAS MÁQUINAS CNC ROMÍ D600 Y CNC ROMÍ C420.**

4.1.....	Instalación del sistema eléctrico.....	62
4.1.1.....	Acometida.....	62
4.1.2.....	Elementos que conforman el tablero eléctrico.....	62
4.2.....	Instalación del sistema neumático de la máquina CNC ROMÍ D600.....	63
4.3.....	Instalación del sistema de climatización.....	64
	Conclusión.....	67
	Recomendación.....	68
	Bibliografía.....	69
	Wedgrafía.....	70

## ÍNDICE DE ANEXO

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Lista de símbolos de algunos elementos de un circuito eléctrico.....	71
Anexo 2. Fotos de las instalaciones realizadas en el taller de trabajo.....	72
Anexo 3. Plano de la instalación general.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Centro de Mecanizado ROMÍ D600.....	15
Figura 1.2 Torno CNC ROMÍ C420.....	18
Figura 2.1 Circuito eléctrico.....	21
Figura 2.2 Componentes de un sistema neumático.....	20
Figura 2.3 Representación gráfica de un secado en frío.....	33
Figura 2.4 Representación gráfica de un secado por adsorción.....	34
Figura 2.5 Representación gráfica de un filtro secador.....	36
Figura 2.6 Representación gráfica de una válvula reguladora de presión.....	36
Figura 2.7 Representación gráfica de un lubricador.....	37
Figura 4.1 Techo aislante tipo sándwich de poliuretano.....	65
Figura 4.2 Aire acondicionado tipo piso techo y especificaciones de desempeño.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1 Especificaciones de los conductores, establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo.....	49
Tabla 3.2 Coeficientes de simultaneidad.....	53
Tabla 3.3 Catálogo para selección de compresor de aire.....	54
Tabla 3.4 Espesor y coeficiente de conductividad del ladrillo.....	58
Tabla 3.5 Sumatoria de cargas totales producidas en el interior del local a refrigerar.....	61

## RESUMEN

La demanda de componentes mecánicos de alta calidad y gran exactitud para sistemas de elevado desempeño está aumentando considerablemente en los últimos años a nivel mundial. Este hecho ha provocado el desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a los procesos de mecanizado de piezas.

El siguiente proyecto, contempla los siguientes diseños e instalaciones; diseño e instalación de sistema eléctrico, neumático y climatización en las instalaciones de las máquinas CNC ROMÍ C420 y CNC ROMÍ D600.

La instalación del sistema eléctrico para los equipos, torno CNC ROMÍ C420 y el centro de mecanizado CNC ROMÍ D600 tienen que ser basados en las especificaciones del fabricante, usando el material adecuado para una correcta instalación y correcto funcionamiento.

El sistema neumático comprende la instalación del compresor de aire, cañerías de aire, filtros, todo esto sirve para extraer la mayor cantidad de humedad posible, logrando así que los equipos tengan un perfecto funcionamiento a lo largo de su período de uso.

Sistema de climatización, se realizó un análisis y cálculo de toda la carga térmica que será necesario eliminar dentro de la localidad en la que irán instaladas las dos máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado). Para saber la potencia necesaria de refrigeración que se debe instalar con el fin de tener un área climatizada, así mismo se instaló un techo de panel tipo sándwich que sirve como aislante térmico, aislamiento acústico, y para protección de la condensación de humedad.

Manta, Ecuador

## **ABSTRACT**

The demand for mechanical components of high quality and accuracy for high performance systems is increasing substantially in recent years worldwide. This has led to the development of new technologies applied to machining processes of parts.

The next project includes the following designs and installations; design and installation of electrical, pneumatic and air conditioning facilities in CNC machines CNC ROMÍ C420 and ROMÍ D600.

The installation of the electrical system for the equipment, CNC lathe ROMÍ C420 and CNC machining center ROMÍ D600 must be based on the manufacturer's specifications, using the right material for proper installation and operation.

The pneumatic system includes the installation of air compressor, air pipes, filters, all this serves to extract the greatest possible amount of wet, achieving that teams have a perfect performance throughout its period of use.

Air conditioning system, an analysis and calculation of all the thermal load will be eliminated within the locality in which Iran installed two CNC machines (Control, Numeric, Computerized) was performed. To find the necessary cooling power that must be installed in order to have a heated area, also sandwich a roof panel that serves as thermal insulation, sound insulation was installed, and for protection of moisture condensation.

Manta, Ecuador

## INTRODUCCIÓN

El uso de las máquinas de mecanizado en la sociedad de la que todos formamos parte crece de forma muy considerable año tras año por lo que llegara un momento en que la ciudad necesitará contar con el personal adecuado, capacitado para realizar instalaciones de cualquier tipo de máquinas de última generación como son las tipo CNC (Control, Numérico, Computarizado). Estas razones hacen que sea necesaria la realización de este proyecto y así formar personas competitivas que contribuyan a la ciudad de forma profesional.

Capítulo 1. Marco teórico necesario para la fundamentación del presente proyecto, y conocer conceptos básicos y especificaciones de cada una de las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) ROMÍ D600 y ROMÍ C420.

Capítulo 2. Diseño del sistema eléctrico y neumático necesarios para la operación de los equipos CNC (Control, Numérico, Computarizado) y la climatización del área de las máquinas.

Capítulo 3. Cálculos eléctricos, intensidades de corriente, selección de los conductores eléctricos, cálculos neumáticos dimensionamiento de tuberías, y selección de compresor neumático, cálculo de cargas térmicas del local en donde serán instaladas las máquinas CNC ROMÍ D600 y ROMÍ C420, selección de equipo.

Capítulo 4. Desarrollo de la instalación de los diferentes sistemas para así poner en marcha las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) ROMÍ D600 y ROMÍ C420.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Carrera de ingeniería mecánica naval responsable en la formación y desarrollo de profesionales de alta calidad en la ciudad de Manta, siempre se ha caracterizado por impulsar buenas prácticas en aprendizaje e investigación es por ello que se emplea este proyecto investigativo para el diseño, cálculo e instalación de la parte eléctrica, neumática, y climatización de instrumentos o máquinas de última generación CNC (Control, Numérico, Computarizado) que servirá para un garantizado funcionamiento y alargada vida útil de las mismas, equiparando así las necesidades de aprendizaje. Con la implementación de este proyecto beneficiará y será una ventaja para los estudiantes de la carrera de ingeniería en mecánica naval, ya que van adquirir una total experiencia, en este campo de acción, formando excelentes futuros profesionales capaces de desempeñarse de manera óptima en el actual y exigente mercado laboral, este proyecto beneficiará por que no existen en la ciudad profesionales altamente capacitados en el proceso de instalaciones y servicios de este tipos de máquinas.

## JUSTIFICACIÓN

El crecimiento de la sociedad a nivel mundial a lo largo de la historia ha provocado una demanda cada vez mayor de parte de las industrias en cada momento, en la reparación de componentes o maquinaria. Las nuevas tecnologías han jugado un papel fundamental en el desarrollo del mecanizado basado en conocimiento, es por ello que este trabajo se justifica porque se adquirirán conocimientos de las instalaciones de dos tipos de maquinarias las cuales son el centro de mecanizado CNC ROMÍ D600 y el torno CNC ROMÍ C420 máquinas versátiles de última generación y precisión con alta capacidad de remoción de virutas, flexibilidad con productividad asegurada, y mediante el aprendizaje de su instalación se crearán nuevas fuentes de empleo, máquinas con excelentes características tales como crear mecanizados de los diversos tipos de piezas con óptimos niveles de potencia, rapidez de desplazamiento y trabajo preciso, son equipados con CNC (Control, Numérico, Computarizado) de alto desempeño y hardware de alta confiabilidad, que ofrece excelentes recursos de programación y operación, con módulo gráfico para simulación del mecanizado. Con la instalación a realizar servirá para la utilización y aprendizaje del estudiante y catedrático, estarán a la vanguardia con los nuevos procesos y avances tecnológicos, se aumentará el nivel de competitividad para el mercado laboral en esta área y con el conocimiento del manejo práctico del mismo generará un nuevo recurso. Este proyecto investigativo motivará más a los estudiantes a seguir con su formación académica por toda la gama de aprendizaje que se obtendrá en la institución académica.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Diseñar, calcular e instalar el sistema eléctrico, neumático y climatización de una central de mecanizado CNC ROMÍ D600 y torno CNC ROMÍ C420 en el laboratorio industrial de la Carrera de Ingeniería Mecánica Naval, permitiendo el uso apropiado de las máquinas y su correcto funcionamiento.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar, calcular e instalar las conexiones eléctricas de los equipos CNC (Control, Numérico, Computarizado) y los accesorios eléctricos que debemos usar para la instalación de los mismos.
- Diseñar, calcular e instalar un sistema de climatización para mantener las máquinas de mecanizado CNC (Control, Numérico, Computarizado) y el área de trabajo a una temperatura de confort.
- Diseñar, calcular e instalar un techo de panel tipo sándwich que sirva como aislante térmico para el área de trabajo.
- Diseñar, calcular e instalar un sistema neumático de extracción de humedad por medio un compresor de aire, filtros, cañerías de aire y secador.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis General.**

La aplicación de las metodologías en el proceso de aprendizaje de instalaciones de máquinas de última generación CNC (Control, Numérico, Computarizado) no son aun las adecuadas por lo cual los estudiantes no poseen un alto conocimiento de este campo de trabajo.

### **Hipótesis particulares.**

- La falta de capacitación pedagógica del docente, provocará el bajo rendimiento académico en el proceso de enseñanza aprendizaje en instalaciones de máquinas de última generación CNC (Control, Numérico, Computarizado).
- La falta de dominio que poseen nuestros docentes en la aplicación de metodologías, provoca que los estudiantes universitarios no asimilen correctamente el uso de las máquinas de última generación CNC (Control, Numérico, Computarizado) así como las instalaciones de las mismas.

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Procesos de mecanizado**

Poseen un proceso de fabricación que comprende en un conjunto de operaciones de conformación de piezas, estas se realizan mediante la eliminación de material, pueden ser por arranque de viruta o por abrasión. (Mecanitzats Marín, 2011)

Se realiza a partir de productos semielaborados tales como: Lingotes, barras u otras piezas previamente conformadas por otros procesos de mecanizado. Los productos obtenidos pueden ser finales o semielaborados que requieran operaciones posteriores.

Existen diferentes tipos de piezas o materiales, “Los materiales son sustancias inorgánicas compuestas por uno o más elementos metálicos y pueden contener algunos elementos no metálicos. Son ejemplos de elementos metálicos el hierro, el cobre, el aluminio, el níquel y el titanio” (Smith & Hashemi, 2004, pág. 7).

#### **1.2 Tipos de mecanizado**

Los tipos de mecanizados son los siguientes:

- Mecanizado sin arranque de viruta
- Mecanizado por abrasión
- Mecanizado por arranque de viruta.

##### **1.2.1 Mecanizado sin arranque de viruta**

Todas las piezas metálicas, excepto las fundidas, en algún momento de su fabricación han estado sometidas a una operación al menos de conformado de metales. Estos métodos se realizan para cambiar la geometría o forma del metal como por ejemplo:

- a. Estampado: “Es un tipo de proceso de fabricación por el cual se somete un metal a una carga de compresión entre dos moldes”. (Moreno & Navarro, 2012)
- b. Laminación: Es un proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos sobre la pieza/material de trabajo. Los rodillos giran en sentidos opuestos para que fluya el material entre ellos. (Moreno & Navarro, 2012)
- c. Trefilado: Es la operación de conformación en frío consistente en la reducción de sección de un alambre o varilla haciéndolo pasar a través de un orificio cónico practicado en una herramienta llamada hilera o dados. (Moreno & Navarro, 2012)
- d. Extrusión: Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada. (Moreno & Navarro, 2012)
- e. Forja: Según (Moreno & Navarro, 2012) “La forja, al igual que la laminación y la extrusión, es decir, puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión”.
- f. Fundición: Es proceso de fabricación de piezas, la mayoría metálicas y de plástico, consistente en fundir el material e introducirlo en un molde, donde después se solidifica.
- g. Doblado: Crear una pieza de forma, partiendo de una pieza plana.

### **1.2.2 Mecanizado por abrasión**

La abrasión es el desgaste de la pieza o eliminación del material, desprendiendo partículas de material en pequeñas cantidades, en muchos casos, incandescente. El proceso de la abrasión se realiza por la acción de una herramienta llamada, la muela abrasiva. La herramienta “muela” está formada por partículas de material abrasivo muy duro unidas por un aglutinante.

La forma de eliminar material es rayando la superficie de la pieza, esta herramienta necesita menos fuerza para eliminar material apretando la misma contra la pieza, esto permite que se puedan dar pasadas de mucho menor espesor. La precisión que se puede obtener por abrasión y el acabado superficial puede ser muy buena pero los tiempos productivos son muy prolongados.

### **1.2.3 Mecanizado por arranque de viruta**

“Se realiza mediante la penetración de una herramienta cuyo material es de mayor dureza que el de la pieza a cortar. Este enclavamiento ocurre mientras se efectúa el movimiento relativo entre la pieza a trabajar y la herramienta de corte”. (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 161).

### **1.2.4 Tipos de movimientos a realizar en el mecanizado**

- Movimiento de corte.
- Movimiento de avance.
- Movimiento de alimentación.

Los siguientes tipos de movimientos se definen como:

- **Movimientos de corte**

“Es el que permite que la herramienta penetre en el material, produciendo viruta, y se identifica a través del parámetro velocidad de corte” (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 161).

- **Movimiento de avance**

“Es el desplazamiento del punto de aplicación del corte, identificado a través del parámetro velocidad de avance” (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 162).

- **Movimiento de alimentación**

Se consigue cortar un espesor de material, identificado a través del parámetro profundidad de pasada. La herramienta y la pieza se fijan a la máquina, esta última es la encargada de transmitirle a las primeras, el movimiento de corte y del avance, ya sean de rotación y traslación, indistintamente, dependiendo del tipo de trabajo a realizar y de la máquina que lo ejecuta (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 162).

### **1.2.5 Tipos de mecanizado**

- a. Desbastado: “El material eliminado es del orden de milímetro o décimas de milímetros, cuya finalidad es aproximar las dimensiones de la pieza a la medida final, en el menor tiempo posible desplazando la cuchilla de corte con altas velocidades de avance y de corte” (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 162).
- b. Acabado: “Con el objetivo de obtener, no solo las medidas finales de la pieza, si no también poca rugosidad en la superficie, el material eliminado es del orden de centésimas de milímetros utilizando cuchillas de corte que trabajarán con velocidades de avance bajas y velocidades de corte más altas que en el desbaste” (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 162).
- c. Súper acabado o rectificado: “Con la finalidad de alcanzar medida muy precisas y buen acabado superficial, el material rebajado es del orden de milésimas de milímetro y las velocidades de avance y de corte, con que se trabaja son muy altas, desprendiéndose particular de material por abrasión” (Nápoles Alberro & Salueña Berna, 2000, pág. 162).

### 1.2.6 Mecanizado con Máquinas-Herramienta

El mecanizado se hace mediante una máquina herramienta, manual, semiautomática o automática, pero el esfuerzo de mecanizado es realizado por un equipo mecánico, con los motores y mecanismos necesarios.

Las máquinas herramientas de mecanizado clásicas son:

- a. Taladro: “Es una operación de mecanizado mediante arranque de viruta que tiene por objeto realizar mecanizados en forma de agujeros de sección circular o cónica, con ayudas de herramientas denominadas brocas que se accionan por medio de una máquina llamada taladrora” (Alonso, 2002, pág. 169).
- b. Limadora: “Es una máquina de movimiento alternativo horizontal, dotada de una herramienta simple que efectúa el movimiento de corte. El movimiento de avance es perpendicular a la dirección en que se mueve la herramienta y generalmente lo realiza la pieza” (Alonso, 2002, pág. 216).
- c. Mortajadora: Máquina que arranca material con movimiento lineal. El movimiento de corte lo efectúa la herramienta y el de avance la mesa donde se monta la pieza a mecanizar.
- d. Cepilladora: “Es una máquina de movimiento alternativo que tiene cierta similitud con la limadora, la herramienta fija realiza el corte al desplazarse la pieza por debajo de ella con un movimiento rectilíneo” (Alonso, 2002, pág. 219).
- e. Brochadora: Máquina en la que el movimiento de corte lo realiza una herramienta brocha de múltiples filos progresivos que van arrancando material de la pieza con un movimiento lineal.
- f. Torno: El torno es la máquina herramienta de mecanizado más difundida, éstas son en la industria las de uso más general, la pieza se fija en el plato del torno, que

realiza el movimiento de corte girando sobre su eje, la cuchilla realiza el movimiento de avance eliminando el material en los sitios precisos.

- g. Fresadora: En la fresadora el movimiento de corte lo tiene la herramienta; que se denomina fresa, girando sobre su eje, el movimiento de avance lo tiene la pieza, fijada sobre la mesa de la fresadora que realiza este movimiento. Es junto al torno la máquina herramienta más universal y versátil.

Desde hace ya tiempo, la informática aplicada a la automatización industrial, ha hecho que la máquina-herramienta evolucione hacia el control numérico. Así pues hablamos de centros de mecanizado de 5 ejes y tornos multifunción, que permiten obtener una pieza compleja, totalmente terminada, partiendo de un tocho o de una barra de metal y todo ello en un único amarre.

### **1.3 Exigencias en el acabado del mecanizado**

Todo tipo de moldes mecanizado se debe emplear de una manera bastante cuidadosa para dar forma a una preforma bastante aproximada a la forma final, se debe tener muy en cuenta la textura rugosa que adquieren los materiales, y la necesidad de un lijado posterior a la extracción del material del molde, se hace innecesario la búsqueda de un acabado especialmente fino, que traería consigo un mayor coste económico y de tiempo.

### **1.4 Fundamentos teóricos del CNC (Control, Numérico, Computarizado)**

El control numérico (CNC) puede definirse como un método de controlar con precisión la operación de una máquina mediante una serie de instrucciones codificadas, formadas por números, letras del alfabeto, símbolos que la unidad de control de la máquina (MCU) puede comprender. Estas instrucciones se convierten en pulsos eléctricos de corriente, que los motores y controles de la máquina siguen para llevar a cabo las operaciones de maquinado sobre una pieza de trabajo (Sánchez, 2013).

#### **1.4.1 Ventajas y desventajas de la máquina CNC (Control, Numérico, Computarizado)**

##### **a) Ventajas:**

- Reducción de tiempo en los ciclos de operación.
- Ahorro en los costos de preparación.
- Reducción del porcentaje de piezas defectuosas.
- Mayor precisión e intercambiabilidad de las piezas.
- Reducción del tiempo de inspección.
- Mejora de calidad de los lotes.
- Ahorro en movimiento de materiales.
- Posibilidad de hacer trabajos complicados.
- Flexibilidad en la producción.
- Ahorro en operaciones secundarias.
- Ahorro de espacio.
- Reducción de costos en piezas repetibles.
- Los cambios de velocidad de la máquina son programables.
- El mecanizado se hace más centralizado.
- Generalmente la evacuación de la viruta se realiza de forma mecanizada.
- Posibilidad de posesionar el carro móvil en cualquier lugar de su recorrido.

##### **b) Desventajas:**

- Alto costo de la maquinaria.
- Falta de opciones o alternativas en caso de fallas.
- Es necesario programar en forma correcta la selección de las herramientas de corte y la secuencia de operación para un eficiente funcionamiento.

- Los costos de mantenimiento aumentan, ya que el sistema de control es más complicado y surge la necesidad de entrenar al personal de servicio y operación.
- Es necesario mantener un gran volumen de producción a fin de lograr una mayor eficiencia de la capacidad instalada.

### **1.5 Centro de mecanizados**

“Un centro de mecanizado es una máquina altamente automatizada capaz de realizar múltiples operaciones de maquinado en una instalación bajo CNC (Control Numérico Computacional) con poca intervención humana. Las operaciones típicas son aquellas que usan herramientas de corte” (Mendieta, 2013).

Las siguientes características hacen de estos centros de maquinado una máquina productiva:

- a) “Cambio automático de herramienta: para cambiar de una operación de maquinado a la siguiente se deben cambiar las herramientas. Esto se hace en un centro de mecanizado diseñado para intercambiar cortadores entre los husillos de la máquina y un tambor de almacenamiento de herramientas” (Mendieta, 2013).
- b) Posicionamiento automático de las partes de trabajo: muchos centros de mecanizado tienen más de tres ejes. Uno de los ejes adimensionales se diseña frecuentemente como una mesa rotatoria para poner la parte en posición formando un ángulo específico con respecto al husillo. La mesa rotatoria permite a la herramienta de corte desempeñar el maquinado en cuatro lados de la parte en una sola instalación (Mendieta, 2013).

## **1.6 Clasificación de los centros de mecanizados**

Los centros de mecanizado se clasifican en horizontales, verticales o universales. Los centros de mecanizado horizontales maquinan normalmente partes de forma cúbica donde la herramienta de corte tiene acceso a los cuatro lados verticales del cubo.

Los centros de mecanizado verticales están adaptados para partes planas en las cuales la herramienta puede maquinar la parte superior y los centros de mecanizado universales tienen cabezales de trabajo que pueden girar los ejes del husillo a cualquier ángulo entre el vertical y el horizontal (Mendieta, 2013).

### **1.6.1 Centro de mecanizado CNC ROMÍ D600**

Los centros de mecanizado verticales de la línea “D” como por ejemplo el centro de mecanizado ROMÍ D600 (véase en la figura 1.1), fueron diseñados para trabajar en ambientes de alta producción como también en matricerías.

“Son equipados con cambiador automático de herramientas para 20 herramientas, motorización 20 CV y cabezal con hasta 12.000 rpm. Precisión y alta capacidad de remoción de virutas, flexibilidad con productividad asegurada”. (Industrias Romí S.A).

A continuación se detallaran las características y las especificaciones técnicas del centro de mecanizado CNC ROMÍ D600:

#### **a) Características:**

- Línea de producción de centros de mecanizado ROMÍ D.
- Los cartuchos de los husillos de los variados modelos de máquinas ROMÍ son armados en una sala ultra-limpia, donde la temperatura, la humedad relativa del aire y la cantidad de Partículas en suspensión están controladas.
- Patentes internacionales reconocen la tecnología ROMÍ.

- Análisis estructural a través de los elementos finitos garantizan alta calidad en el diseño.
- Unidad Fabril 16. Una de las más modernas y equipadas fábricas de máquinas herramienta del mundo.
- El mecanizado de los componentes de las máquinas herramientas ROMÍ es realizado en equipos de gran capacidad y alta precisión.
- Máquina de corte de chapas a láser: alta precisión y productividad.



**Figura 1.1: Centro de Mecanizado ROMÍ D600.**

**Fuente:** <http://www.directindustry.es/prod/romi/centros-mecanizado-cnc-3-ejes-verticales-alta-productividad-26465-178460.html>

**b) Especificaciones técnicas:**

- **Cabezal vertical.**

Cono del husillo ISO 40

Rango de velocidades (versión 7.500 rpm) 7 a 7.500 rpm.

Rango de velocidades (versión 10.000 rpm) 10 a 10.000 rpm.

- **Avances.**

Avance rápido (ejes X / Y) 30 m / min

Avance rápido (eje Z) 30 m / min

Avance de corte programable 20 m / min

- **Recorridos.**

Recorrido de la mesa superior (eje X) 600 mm

Recorrido de la mesa inferior (eje Y) 530 mm

Recorrido del cabezal (eje Z) 580 mm

Distancia entre nariz del husillo y mesa 115 a 695 mm

- **Mesa.**

Superficie de la mesa 840 x 500 mm

Ancho de las ranuras T x distancia 18 x 89 mm

Número de ranuras - 5

Peso admisible sobre la mesa (uniformemente distribuido) 800 kg

- **Cambiador automático de herramientas.**

Capacidad de herramientas un 20

Diámetro máximo de la herramienta 80 mm

Diámetro máximo de la herramienta cuando los alojamientos adyacentes están vacíos

160 mm longitud máxima de la herramienta 254 mm.

Mandril de la herramienta (standard) tipo BT / CAT / DIN

Peso máximo de la herramienta 6 kg.

Peso máximo admisible en el carrusel 68 kg.

Tiempo de cambio herramienta (en el punto de cambio) / 5,5 s.

- **Potencia instalada.**

Motor principal 20 / 15 hp/kW (régimen 15 min)

Potencia total instalada 30 kva

- **CNC**

Modelo - GE Fanuc 0i-MC

- **Dimensiones y pesos (aproximados)**

Altura 2.700 mm

Área ocupada (frente x lateral) 2.600 x 2.680 mm

Peso neto 5.000 kg.

### **1.6.2 Torno CNC ROMÍ C420.**

Son máquinas versátiles para mecanizado de los diversos tipos de piezas con óptimos niveles de potencia, rapidez de desplazamiento y mecanizado preciso (Véase en la figura 1.2). Son equipados con CNC (Control, Numérico, Computacional), de alto desempeño y hardware de alta confiabilidad, que ofrece excelentes recursos de programación y operación con módulo gráfico para simulación del mecanizado, a continuación se detallará las características y las especificaciones técnicas del torno CNC ROMÍ C420. (Industria Romí S.A).

#### **a) Características:**

“Está Indicado para múltiples aplicaciones con variadas configuraciones de platos y portaherramientas. Estructura diseñada para torno CNC (Control, Numérico, Computarizado), permitiendo excelente acabado de las piezas, mejor durabilidad de la máquina y de las herramientas de corte”. (Industria Romí S.A).



Figura 1.2: Torno CNC ROMÍ C420

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/romi/tornos-cnc-universales-alta-productividad-rigidos-26465-89514.html>

**b) Especificaciones técnicas:**

- **Capacidad.**

Altura de puntas 215 mm

Distancia entre puntas 0,5 / 1,0 m

Diámetro admisible sobre la bancada 430 mm

Diámetro admisible sobre el carro transversal 200 mm

Diámetro admisible sobre las alas de la mesa 400 mm

Recorrido transversal del carro (eje X) 220 mm

Recorrido longitudinal del carro (eje Z) 565 / 1.065 mm

- **Bancada.**

Anchura 305 mm

Altura 350 mm

- **Cabezal.**

Nariz del husillo ASA A2-5" A2-6"

Diámetro del agujero del husillo 53 65 mm

Rango de velocidades 4 a 4.000 3 a 3.000 rpm

- **Avances.**

Avance rápido longitudinal (eje Z) 10 10 m/min

Avance rápido transversal (eje X) 10 10 m/min

- **Contrapunta manual.**

Posicionamiento del cuerpo -manual

Accionamiento de la caña -manual (std) neumático o hidráulico (opc)

Recorrido máximo de la caña 120 mm

Diámetro de la caña 60 mm

Cono interno de la caña CM 4

- **Portaherramientas de cambio rápido (opcional).**

Caras de fijación 2 o 3

Sección del soporte de la herramienta: Cuadrada 25 x 25 mm

Redonda (diámetro) 25 25 mm

- **Portaherramientas trasero (opcional).**

Sección del soporte de la herramienta: Cuadrada 20 x 20 mm

Redonda (diámetro) 25 mm

- **Portaherramientas gang tools (opcional).**

Sección del soporte de la herramienta: Cuadrada 20 x 20 mm

Redonda (diámetro) 25 mm

- **Torre manual cuadrada con indexación en 8 posiciones (opcional).**

Sección del mango de la herramienta: Cuadrada 25 x 25 mm

Redonda (diámetro) 25 mm

- **Torre eléctrica octogonal de eje horizontal (opcional).**

Número de posiciones / herramientas 8 / 8

Tiempo de giro estación / estación 0,6 s

Tiempo de giro 180° de la torre 1,5 s

Sección del mango de la herramienta: Cuadrada 25 x 25 mm

Redonda (diámetro) 25 mm

- **Potencia instalada.**

Motor principal ca (30 min) 10 / 7,5 hp / kW

Potencia total instalada 15 kva

- **Área ocupada.**

Entre puntas 0,5 m- 2,60 x 1,24 m

Entre puntas 1,0 m- 3,10 x 1,24 m

Peso líquido aproximado

Entre puntas 0,5 m 2.100 kg

## CAPÍTULO II

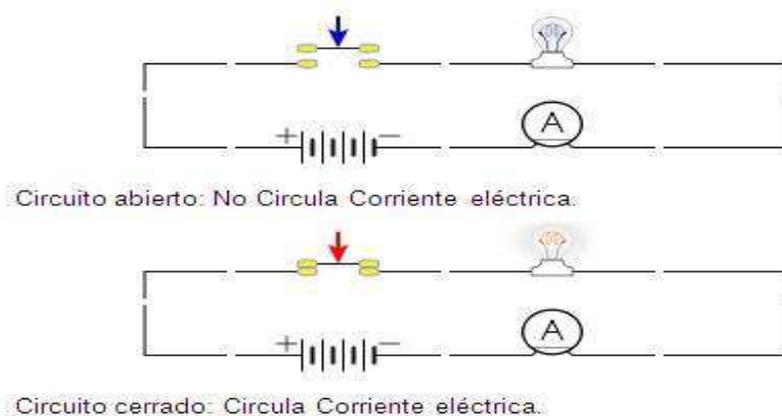
### 2. DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y DE CLIMATIZACIÓN.

#### 2.1 Sistemas eléctricos

Se describen a continuación los principales componentes de un sistema eléctrico, sus funciones, las especificaciones y principales características que se deben tener en cuenta para realizar la selección de componentes que permitan un funcionamiento eficiente y confiable de dicha instalación.

Un sistema eléctrico es el paso de la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía hasta su lugar de consumo. (Véase en la figura 2.1) Todo circuito eléctrico requiere, para su funcionamiento, de una fuente que suministre energía, en este caso, de una corriente eléctrica.

También “es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas” (Correia, 2009).



**Figura 2.1: Circuito eléctrico.**

**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-electrico/sistema-electrico.shtml>.

## **A. Elementos o componentes eléctricos o electrónicos:**

- Resistencias
- Inductancias
- Condensadores
- Fuentes
- Dispositivos electrónicos semiconductores

### **2.1.1 Características de los sistemas eléctricos**

Según la publicación web de Correia (2009) sobre el sistema eléctrico indica:

El circuito eléctrico está formado por una fuente de energía, por conductores y un receptor que transforma la electricidad en luz (lámparas), en movimiento (motores); para que se produzca la transformación, es necesario que circule corriente por el circuito, este debe estar compuesto por elementos conductores, conectados a una fuente de tensión o voltaje y cerrado; los dispositivos que permiten abrir o cerrar circuitos se llaman interruptores o llaves.

- a) Conductor eléctrico: Es un material que ofrece una baja resistencia al flujo de electricidad, y permite el paso o el transporte de energía eléctrica, este se denomina conductor eléctrico. Existe una diferencia muy evidente entre un conductor y un aislante, El aislante es un mal conductor de electricidad o de calor. Un buen conductor de electricidad es la plata o el cobre, que poseen una conductividad muy superior a la de un buen aislante, como el vidrio etc. En los conductores sólidos la corriente eléctrica es transportada por el movimiento de los electrones, y en disoluciones y gases, se transportan por el movimiento de los iones. Los materiales tipo aislantes no son conductores y se los denominan

dieléctricos, algunos ejemplos pueden ser el vidrio, la goma o la madera. (Correia, 2009)

- b) Intensidad: El flujo de carga o de corriente que recorre un cable, a esto se denomina intensidad de corriente que se la representa con la (i) o corriente eléctrica, en matemáticas es la cantidad de coulomb que pasan en un segundo por una sección determinada del cable. Un coulomb por segundo equivale a 1 A, que significa unidad de intensidad de corriente eléctrica. (Correia, 2009).

Fórmulas:

$$I = q/t$$

I: intensidad [A]

t: tiempo [s]

q: coulomb

- c) Campo eléctrico: “El campo eléctrico es una magnitud vectorial, que existe en un punto del espacio y depende de la distribución de carga que lo generan” (Figueroa, 2001, pág. 36).

Fórmulas:

$$E = F/q$$

E: campo eléctrico [N/C]

F: fuerza [N]

q: coulomb

- d) Diferencia de potencial: La diferencia de potencial es constante conocida también como Voltaje. Al circular partículas cargadas entre dos puntos de un conductor se realiza trabajo. La cantidad de energía necesaria para efectuar ese trabajo sobre una partícula de carga unidad se conoce como diferencia de potencial (V); esta

magnitud se mide en volts que es la unidad del voltaje, cuando una carga de 1 coulomb se desplaza a través de una diferencia de potencial de 1 volt, el trabajo realizado equivale a 1 joule, esta definición facilita la conversión de cantidades mecánicas en eléctricas. (Correia, 2009).

Fórmulas:

$$T = V \cdot q$$

T: trabajo [J]

V: diferencia de potencial o tensión [V].

q: coulomb

### **2.1.2 Elementos de un sistema eléctrico**

Existen variedades de elementos eléctricos, hemos considerado dos tipos de elementos de un circuito eléctrico estos pueden ser activos y pasivos.

- a. “Elementos activos: Son los que transforman una energía cualquiera en energía eléctrica, mediante un proceso que puede ser reversible o no. Nos referimos a los generadores de tensión y de corriente” (Correia, 2009).
- b. “Elementos pasivos: son cuando almacenan, ceden o disipan la energía que reciben.

Ejemplo: las resistencias, bobinas y condensadores” (Correia, 2009).

### **2.1.3 Componentes de un sistema eléctrico**

Los componentes empleados para construir circuitos eléctricos pueden ser agrupados en dos bloques principales que son los componentes pasivos son aquellos que suponen un gasto de energía y los componentes activos que son encargados de suministrar la energía a los pasivos.

Para el análisis de los circuitos eléctricos en los que son empleados estos componentes se efectúan dos aproximaciones sucesivas:

**a. Componentes ideales**

Sólo se tiene en cuenta el efecto electromagnético principal que caracteriza al componente. Suponen una simplificación del comportamiento real.

**b. Componentes reales**

La modelización incluye también otros efectos secundarios. Los modelos se construyen como combinación de componentes ideales

Los componentes ideales permiten realizar una primera aproximación a un circuito eléctrico, proporcionando una respuesta más simple de calcular, que en muchas ocasiones no difiere en exceso del comportamiento real del circuito. Sin embargo, en determinadas ocasiones no son aceptables estas aproximaciones, y es imprescindible el cálculo a través de los componentes reales.

**c. Componentes pasivos ideales.**

Los fenómenos electromagnéticos básicos empleados en los circuitos eléctricos son tres:

- Efecto resistivo: Representa la caída de tensión electrocinética en el interior de un conductor.
- Efecto capacitivo: Se produce por el almacenamiento de cargas en un sistema formado por dos conductores separados por una pequeña distancia.
- Efecto inductivo: Producido por la influencia de los campos magnéticos.

#### **2.1.4 Diseño del sistema eléctrico.**

Según el artículo web publicado por el ingeniero Martínez (2012) sobre las técnicas para el diseño de sistemas eléctricos nos indica:

Para diseños de sistemas eléctricos, debemos considerar muchos elementos, un buen diseño consisten básicamente en proporcionar un arreglo de conductores, materiales y equipos de toda índole, con el fin de utilizar la energía eléctrica en forma segura y eficaz desde la fuente de suministro hasta el último utilitario: lámparas, motores y los diversos dispositivos de control seguridad y protección, que constituyen el sistema. Para realizar un buen diseño se debe considerar los siguientes lineamientos generales por alcanzar.

- 1.- Tener en mente el alcance del sistema a proyectar para evaluar los conceptos del suministro de la energía y las configuraciones básicas de las trayectorias del cableado y alimentadores principales y derivados en cada punto de utilización del mismo.
- 2.- Tomar en consideración todos los conceptos prácticos de los circuitos eléctricos, con sus conductores, aparatos, equipos dispositivos, debidamente seleccionados según el ambiente y uso, tamaños, modelos, características, especificaciones y adicionalmente valores específicos del equipo necesario y de los materiales.
- 3.- Evaluar el costo de la construcción del sistema eléctrico completo, según se haya determinado, en función real de las dimensiones de las áreas involucradas en el sistema, el tipo de construcción, mostrando lo más claro posible las ubicaciones y detalles de las instalaciones de los equipos, ductos y canalizaciones, conexiones a los alimentadores principales y derivados y otros elementos que necesiten atención particular.

## **1. Parámetros de diseño**

Para cada instalación se requiere un diseño particular del sistema eléctrico y el éxito de este diseño depende del método apropiado, del diseñador y del conocimiento de los factores de apoyo. Tomar en consideración la relación existente de la tecnología en un sistema eléctrico y las de estas partes del diseño planos forma, diagramas, conexiones de alambrado, su aplicación segura, previendo para el futuro inmediato, mediano, o distante, ampliaciones hasta donde se permita sin exceder el límite del equilibrio económico de la instalación. (Martinez, 2012).

Debe tenerse en cuenta el seguro funcionamiento del sistema eléctrico y la disposición eficaz, con los aumentos de carga, y la flexibilidad en el uso del sistema, con este acopio se tendrá la certeza de realizar un buen diseño.

## **2. Seguridad del sistema para equipos, aparatos, conductores, y dispositivos.**

Debemos ejercer conocimientos de ingeniería aplicada al diseño, tomando en cuenta los principios y bases de técnicas antiguas aceptadas y que por su razón no cambian leyes físicas universales y que sobreviven a la prueba de años de aplicación y las nuevas que combinadas deben armonizar para constituir una unidad en el sistema; idear circuitos y arreglos con las técnicas antiguas de alambrado y la habilidad para constituir circuitos y arreglos originales, para la interconexión de equipos de nuevas tecnologías y especiales, como son los circuitos inteligentes de control por medio de dispositivos lógicos programables PLC's. (Controladores, lógicos, programables)" (Martinez, 2012).

Se debe determinar la selección de los circuitos y los arreglos de las líneas de alimentación, tipo y clasificaciones de los equipos y los métodos de instalación, sólo con el conocimiento pleno y el dominio total del tema. Las disposiciones, normativas para aparatos, conductores y dispositivos, son considerablemente dinámicas, el avance tecnológico se

incrementa muy rápidamente y las tecnologías son cada vez más modernas para el diseño, se debe aprender técnicas al mismo ritmo a fin de estar actualizado y continuar con las tendencias más idóneas.

### **3. Conexiones de baja tensión**

Las conexiones de baja tensión tienen por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro, con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

### **4. Acometidas e instalaciones de enlace.**

Se denomina acometida la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente. La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora, que asumirá la inspección y verificación final. Son instalaciones de enlace las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Se componen de: caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la ubicación de contadores, derivación individual, caja para interruptor de control de potencia y dispositivos generales de mando y protección (Reglamento Electrónico para baja tensión).

Las cajas generales de protección alojan elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios. Línea general de alimentación es la parte de la instalación que enlaza una caja general de

protección con las derivaciones individuales que alimenta. La derivación individual de un abonado parte de la línea general de alimentación y comprende los aparatos de medida, mando y protección (Reglamento Electrónico para baja tensión).

## **2.2 Sistemas neumáticos**

“La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar diferentes mecanismos” (Sistemas Neumáticos). (Véase en la figura 2.2)

“El aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, mantiene esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse, según la ley de los gases ideales” (Sistemas Neumáticos).

“Es una parte de la física que estudia el aire y su aplicación industrial hasta una presión máxima de 10 bar” (Roldan, 2012, pág. 2).

### **2.2.1 Producción y tratamiento de aire comprimido**

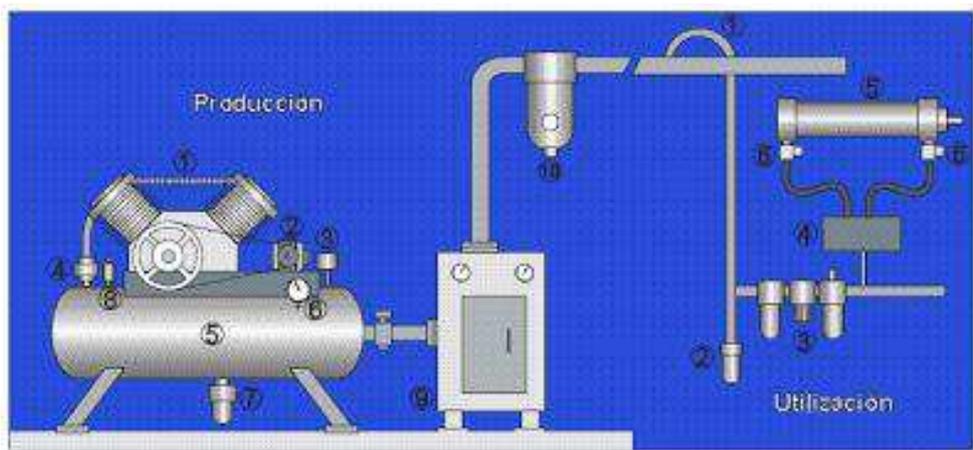
El aire comprimido, por el hecho de comprimirse, comprime también todas las impurezas que contiene, tales como polvo, hollín, suciedad, hidrocarburos, gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del propio compresor, tales como polvo de abrasión por desgaste, aceites y aerosoles y los residuos y depósitos de la red de tuberías, tales como óxido, residuos de soldadura, y las sustancias hermetizantes que pueden producirse durante el montaje de las tuberías y accesorios (Sistemas Neumáticos).

Estas impurezas pueden crear partículas más grandes (polvo +aceite) por lo que dan origen muchas veces a averías y pueden conducir a la destrucción de los elementos neumáticos. Es vital eliminarlas en los procesos de producción de aire comprimido, en los compresores y en el de preparación para la alimentación directa de los dispositivos neumáticos. Por otro

lado, desde el punto de vista de prevención de los riesgos laborales, el aire de escape que contiene aceite puede dañar la salud de los operarios y, además, es perjudicial para el medio ambiente (Sistemas Neumáticos).

### 2.2.2 Componentes del sistema neumático

Los componentes de un sistema neumático básico son los siguientes:



**Figura 2.2: Componentes de un sistema neumático**  
Fuente de: <http://barreda-soto.blogspot.com/2012/05/17042012.html>

- **Producción:**
  1. Compresor
  2. Motor eléctrico
  3. Presostato
  4. Válvula anti-retorno
  5. Depósito
  6. Manómetro
  7. Purga automática
  8. Válvula de seguridad
  9. Secador de aire refrigerado
  10. Filtro de línea

- **Utilización:**

1. Purga de aire
2. Purga automática
3. Unidad de acondicionamiento de aire
4. Válvula direccional
5. Actuador
6. Controladores de velocidad

### **2.2.3 Diseño del sistema neumático**

1. Preparación de aire comprimido

Este proceso se clasifica en tres fases que son:

- La eliminación de partículas gruesas
- El secado
- La preparación fina del aire

En el compresor, el aire se calienta, por lo que es necesario montar un equipo de refrigeración de aire inmediatamente detrás del compresor. El aumento de temperatura en el calentamiento viene dado por la siguiente fórmula:

$$T_2 = T_1 * (P_2/P_1)^{k-1/k}$$

Siendo:

T1: temperatura del aire de entrada al compresor en grados kelvin.

T2: temperatura del aire a la salida del compresor en grados kelvin.

P1: presión del aire a la entrada del compresor en bar.

P2: presión del aire a la salida del compresor en bar.

k: 1.38 a 1.4

La refrigeración en compresores pequeños de bajas potencias se realiza con aletas de refrigeración que se encuentran montadas en los cilindros, estas se encargan de absorber el calor. En los compresores mayores, se requiere instalar un ventilador adicional externo también llamado aire forzado para extraer el calor, en caso de potencias muy grandes se requiere un sistema de refrigeración por circulación de agua.

Si no se utiliza un compresor libre de aceite el aire contendrá una mezcla comprimida de aire y aceite y partículas gruesas que debe extraerse mediante un separador siendo este un depósito acumulador situado a la salida del compresor. A continuación, el aire debe secarse para conseguir que su punto de rocío sea bastante inferior a la temperatura mínima que se va a tener a lo largo del año en el ambiente de trabajo donde están los equipos neumáticos. El secado tiene lugar en el filtro secador, siendo los procedimientos usuales el secado por frío, el de absorción, el de membrana y el de adsorción (Sistemas Neumáticos).

## 2. Acumulador de aire comprimido

Tiene la finalidad de almacenar el aire comprimido que proporciona el compresor. Su fin principal consiste en adaptar el caudal del compresor al consumo de la red. Debe cumplir varios requisitos; entre ellos: una puerta para inspección interior, un grifo de purga, un manómetro, válvula de seguridad, válvula de cierre, e indicador de temperatura, puede colocarse horizontal o verticalmente, pero debe de estar alejado de toda fuente calorífica para facilitar la condensación del vapor de agua procedente del compresor. El acumulador en una instalación de aire comprimido tiene la función de amortiguar las pulsaciones del caudal de la salida de los compresores, permitir que los motores de arrastre de los compresores no tengan que trabajar de manera continua, sino intermitente, hacer frente a las demandas punta del caudal sin que se provoquen caídas de presión. Por lo general los depósitos son de tipo cilíndricos de chapa de acero. Los factores que influyen en el dimensionamiento de los

depósitos son el caudal del compresor que debe tener mínimo de 1/10 el volumen entregado en un minuto por el compresor.

#### 2.2.4 Tipos de secadores en sistemas neumáticos

1. Secado en frío: En el método de secado por frío o de refrigeración, el aire disminuye por efecto de un agente refrigerante formándose condensado y disminuyendo así el contenido de agua del aire, la separación del agua se realiza por enfriamiento. (Véase en figura 2.3) El aire entra en el equipo a través de un intercambiador de calor, donde es pre enfriado por el aire frío y seco que sale de la instalación frigorífica. En la cámara frigorífica el aire es enfriado hasta 2° C; no debe bajarse de esta temperatura, ya que comienza la congelación de los condensados. A la salida del frigorífico se instala un separador que evacua los condensados al exterior a través de una purga automática. Después del separador se instala un filtro que retiene el aceite que podía quedar en suspensión, aprovechando el aumento de viscosidad debido a la baja temperatura. El aire seco y filtrado entra en el secundario del intercambiador, donde es calentado por el aire entrante.

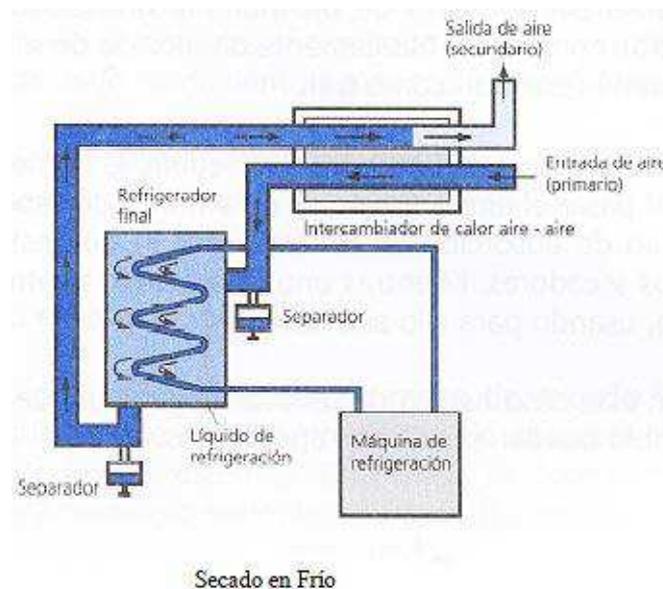


Figura 2.3: Representación gráfica de un Secado en frío.

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3006>

2. Secado por absorción: Es un procedimiento de secado puramente químico, que se utiliza en instalaciones de bajo consumo de aire. El equipo está formado por un depósito que contiene una sustancia higroscópica, a través de la cual se hace circular el aire comprimido; el vapor de agua forma una emulsión agua-sal que se va licuando hasta el fondo del depósito y se purga al exterior por medio de una válvula. (Véase en la figura 2.4). La masa higroscópica se consume, por lo que se hace necesaria su reposición periódica. En la salida de estos equipos hay que colocar un filtro terminal que elimine las partículas de sal que arrastra el aire.



**Figura 2.4: Representación gráfica de un secado por adsorción.**

**Fuente:** <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3006>

3. Los secadores de membrana: Los secadores de membrana están compuestos por un haz de fibras huecas permeables al vapor y que está rodeada por aire seco derivado del aire que ya fue sometido al proceso de secado, el secado se produce por la diferencia parcial de presión entre el aire húmedo en el interior de las fibras huecas y el flujo en sentido contrario del aire seco. Con este método se alcanzan puntos de condensación de hasta  $-40^{\circ}\text{C}$  (punto de rocío del aire comprimido). Las fibras huecas son de material exento de silicona y están cubiertas de una ínfima capa que forma la superficie de la membrana. Las membranas pueden ser porosas que impiden el paso de agua y aceite y homogéneas que

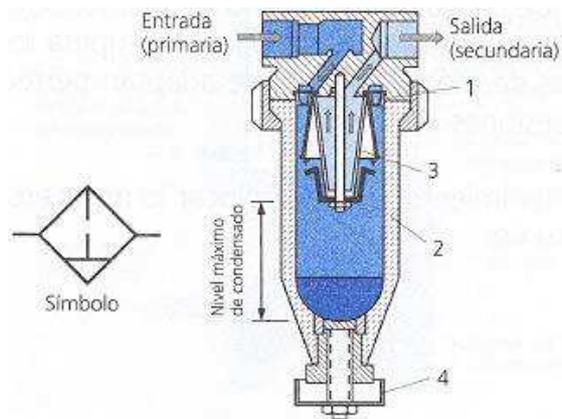
sólo permiten el paso del vapor de agua. El aire de enjuague al proceder del proceso de secado representa un consumo importante de aire que reduce el rendimiento del secador. Estos secadores se utilizan preferentemente en tramos parciales de la red o en sus puntos finales.

4. Secado por adsorción: Este secado se basa en la fijación de las moléculas de agua a las paredes de un elemento poroso compuesto básicamente por dióxido de silicio. Como el elemento adsorbente se satura, este equipo de secado está formado por dos depósitos y mientras uno está activo el otro se regenera o seca usando para ello aire caliente. En este tipo de secado, no puede entrar aceite, puesto que se obturarían los capilares del elemento poroso y sería imposible su regeneración. Por tanto, es indispensable colocar en la entrada del equipo un desoleador. El elemento adsorbente se renueva cada dos años aproximadamente.

### **2.2.5 Preparación final del aire comprimido**

La unidad de preparación o tratamiento final del aire comprimido, llamada también unidad de mantenimiento, se colocara justo al comienzo de la aplicación neumática, la cual está formada por un filtro, una válvula reguladora de presión y un lubricador.

1. El filtro: Es el que tiene como misión eliminar las últimas impurezas que puede llevar el aire. Es un recipiente en cuya parte superior se instala una placa deflectora que provoca el centrifugado del aire. Las impurezas, tanto sólidas como líquidas, chocan contra las paredes del recipiente, caen al fondo y son evacuadas al exterior a través de una purga, que puede ser manual o automática. Para alcanzar el conducto de salida, el aire tiene que atravesar un cartucho filtrante cuya porosidad dependerá del nivel de pureza exigido en la instalación. (Véase en la figura 2.5)

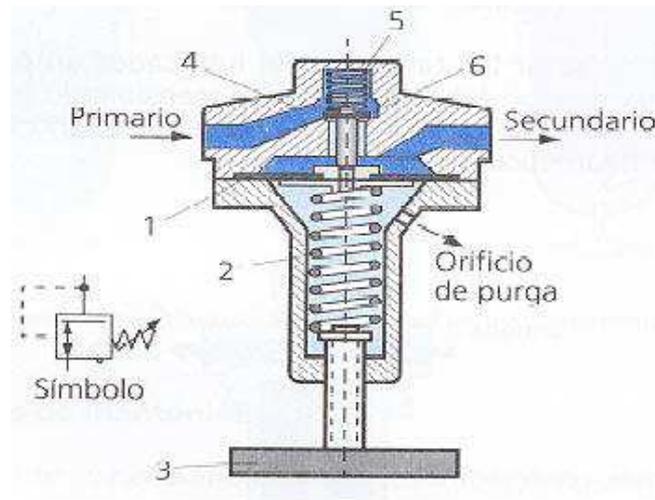


El Filtro

**Figura 2.5: Representación gráfica de un filtro secador.**

**Fuente:** <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3006>

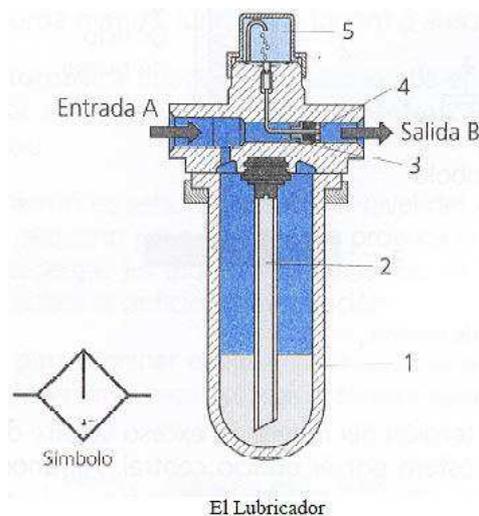
2. Válvula reguladora de presión: La válvula reguladora, servirá para reducir la presión de la red al nivel requerido de la instalación y lo mantiene constante aunque haya variaciones en el consumo. En su funcionamiento, la presión de salida es regulada por una membrana que está sometida por un lado a la fuerza de un resorte accionado por un tornillo y por el otro, a la ejercida por la propia presión de salida. Si la presión de salida aumenta debido a la disminución de caudal, la membrana se comprime y la válvula de asiento se cierra. En el caso contrario, la válvula de asiento se abre y permite el paso de aire procedente de la red. Si se reduce la tensión del muelle, el exceso de aire en la salida, sale al exterior por el orificio de escape, aunque hay construcciones en las que este orificio no existe.



Válvula Reguladora de Presión

**Figura 2.6: Representación gráfica de una válvula reguladora de presión.**  
**Fuente: //www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3006**

3. El lubricador: El lubricador, incorpora al aire comprimido una fina niebla de aceite para lubricar las partes móviles de los componentes neumáticos, después el aceite asciende a la parte superior del lubricador por efecto Venturi y cae en la corriente de aire, que lo nebuliza y lo transporta a la instalación, las unidades de mantenimiento tienen una salida de aire auxiliar antes del lubricador para las partes de la instalación que precisen aire sin lubricar. (Véase en la figura 2.7)



El Lubricador

**Figura 2.7: Representación gráfica de un Lubricador**  
**Fuente: //www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=3006**

### **2.3 Climatización.**

Conseguir, en una planta industrial o área determinada de trabajo, unas condiciones óptimas y estables de temperatura ya sea mediante calefacción o refrigeración, humedad mediante humectación o deshumidificación y calidad del aire mediante la instalación de filtros.

Regular las condiciones en cuanto a la temperatura, humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales, entre los sistemas de acondicionamiento existe el centralizado que es la producción de frío a máquinas frigoríficas, que funcionan por compresión o por absorción y llevan el frío producido mediante sistemas de refrigeración.

La expresión aire acondicionado suele referirse a la refrigeración, pero no es correcto, puesto que también debe referirse a la calefacción, siempre que se traten (acondicionen) todos o algunos de los parámetros del aire de la atmósfera. Lo que ocurre es que el más importante que trata el aire acondicionado, la humedad del aire, no ha tenido importancia en la calefacción, puesto que casi toda la humedad necesaria cuando se calienta el aire, se añade de modo natural por los procesos de respiración y transpiración de las personas. De ahí que cuando se inventaron máquinas capaces de refrigerar, hubiera necesidad de crear sistemas que redujesen también la humedad ambiente.

#### **2.3.1 Condiciones de la climatización.**

La comodidad térmica, importante para el bienestar humano como el de algunos tipos de máquinas que requieren estar a una temperatura determinada por el fabricante, está sujeta a diferentes factores como es el factor humano, la manera de vestir, la actividad y el tiempo durante el cual las personas permanecen en la misma situación, influyen sobre la comodidad térmica.

El aire: Su temperatura, velocidad y humedad relativa.

El espacio: La temperatura radiante media de los parámetros del local considerado.

El cambio de la manera de construir locales o edificios, los métodos de trabajo, y los niveles de ocupación han creado nuevos parámetros a los que los diseñadores ahora deben prestar atención. Los locales o edificios modernos sufren cargas térmicas por varios motivos:

- La temperatura exterior: los elementos separadores del interior de los edificios con el exterior no son impermeables al paso del calor, aunque pueden aislarse convenientemente. El calor pasa desde el ambiente más cálido al ambiente más frío tanto más deprisa cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas entre ambos ambientes.
- La radiación solar: Con el desarrollo de los nuevos edificios, las nuevas técnicas han favorecido el empleo del cristal y el incremento térmico es considerable en verano cuando la radiación solar los atraviesa (efecto invernadero). El acristalamiento excesivo no es deseable en climas cálidos, aunque puede serlo en climas fríos. Incluso en cerramientos opacos, no acristalados, en invierno el sol calienta la superficie exterior aumentando el salto térmico exterior interior y, por lo tanto el paso del calor por los cerramientos opacos.
- La ventilación: La necesaria introducción de aire exterior en el edificio, para ventilación, puede modificar la temperatura interna de éste, lo cual puede suponer un problema cuando el aire exterior está a temperaturas alejadas de las requeridas en el interior.
- La ocupación: El número de ocupantes aumenta en los edificios, generando cada uno entre 80 W y 150 W de carga térmica, según la actividad realizada.

- La ofimática: La proliferación de aparatos electrónicos, ordenadores, impresoras, y fotocopiadoras, que forman parte de las oficinas modernas, generan cargas térmicas importantes.
- La iluminación: La iluminación es un factor de calentamiento importante, se estima en una carga de entre 15 a 25 W/m<sup>2</sup>, muchos grandes almacenes modernos pueden calentarse en invierno gracias únicamente a su sistema de iluminación y al calor producido por los usuarios.

Evidentemente, muchas de estas cargas son favorables en invierno, pero no en verano. Todas ellas deben ser compensadas si se desea obtener un ambiente confortable en verano, el medio de asegurar esta comodidad es la climatización, tomando en cuenta también los altos índices de radiación “el sol emite radiación como si se tratase de un cuerpo negro a 5.762 K, debido a que se produce una reacción termonuclear de fusión” (Miranda Barreras, 2010, pág. 4).

### **2.3.2 Tipos de sistemas de climatización**

La climatización puede hacerse en un solo local (unitaria), frecuentemente con un aparato que produce y emite su energía térmica, y centralizada, en la que un aparato produce la energía térmica (calor o frío), se lleva a los locales a climatizar por medio de conducciones y se emite por medio de emisores.

#### **a. Climatización unitaria:**

Es este sistema muy frecuente. En calefacción se emplea con chimeneas, diferentes tipos de estufas que pueden ser de carbón, de gas butano, eléctrico. Para refrigeración lo más conocido es el llamado climatizador o acondicionador de ventana, son en general sistemas con deficiencias importantes, en calefacción, cuando hay combustión (carbón, gas) es necesaria la entrada de aire para la combustión, aire proveniente del exterior, que está frío, y

que enfría el ambiente a calefactor, los aparatos pequeños tienen menores rendimientos que los grandes, por lo que, la suma de varios de ellos para distintos locales, pueden consumir más energía que uno solo, más potente, para todos ellos, además, en la climatización de verano, los aparatos unitarios de refrigeración no suelen tener un buen control de la humedad, por lo que pueden dar ambientes húmedos en los locales.

b. Climatización centralizada:

En este sistema de climatización pueden, a su vez, distinguirse dos posibilidades: para un pequeño usuario o vivienda y para un usuario grande ya sea un edificio completo de cualquier dimensión, los sistemas más sencillos y tradicionales para calefacción constan de una caldera y de una red de tuberías que lleva el calor, por medio de un calo portador, a los aparatos terminales, generalmente radiadores.

Los sistemas de calefacción por agua caliente pueden servir desde una instalación pequeña o de vivienda hasta instalaciones urbanas, pasando por instalaciones de edificio y de barriada.

En refrigeración existen aparatos que tienen una parte, que comprende el compresor y el condensador, que se sitúa en el exterior y uno o varios evaporadores que se colocan en los locales a climatizar sistemas partidos múltiples o multisplit, suelen tener mejores rendimientos que los aparatos unitarios, pero adolecen de falta de control de la humedad ambiente.

### **2.3.3 Instalaciones de climatización.**

Una instalación de climatización puede ser completa o parcial. La climatización completa trata el aire de los ambientes en todos sus parámetros: limpieza (ventilación, filtrado), temperatura (de verano y de invierno), humedad y a veces, hasta en la presión.

Será parcial cuando no trate más que algunas de estas partes y total cuando trate de todas ellas. Un sistema parcial muy común es el de calefacción por agua caliente, ejemplo de

climatización solo de invierno y que no trata el aire de ventilación. Otro, los acondicionadores de ventana, que solamente funcionan para climatización de verano y, además, no suelen hacerlo demasiado bien en lo que se refiere a la ventilación, ni a la humedad relativa del aire, cuyo control es deficiente, especialmente en climas húmedos.

#### **2.3.4 Descripción del diseño climatización.**

##### **1. Partes de la instalación.**

El sistema completo de climatización comprendería estas partes: Generación de energía térmica (frío y calor), Transporte (primario) de esa energía térmica a donde será utilizada, este transporte se hará generalmente por aire de ventilación o agua. Uso de la energía térmica, el climatizador; aparato de tratamiento del aire que recibe la energía de una red de agua, caliente o fría, y, por otro lado el aire, del exterior, aire de ventilación y que también puede ser recirculado, lo mezcla en su caso, lo trata y lo impulsa hacia los locales a climatizar, directamente a aparatos terminales, lo que se da cuando se trata de sistemas que no integran la ventilación, para refrigeración se utilizarían ventilo convectores. Las dos cosas a la vez: climatizadores y aparatos terminales. Transporte (secundario) por medio de aire tratado, por conductos adecuados para llevarlo a los locales a climatizar. Emisión en los locales y en caso de ser climatización por aire, difusión en los ambientes, de modo que el aire tratado alcance toda la zona considerada como habitada dentro de ellos.

##### **2. Modo de refrigeración.**

El enfriamiento puede realizar fundamentalmente por dos medios: por compresión y por absorción, estos dos sistemas se basan en que transportan calor de un punto de menor nivel energético, el nivel se mide por la temperatura, a otro de mayor nivel, y el medio generalmente usado para este movimiento de calor es un refrigerante. Las máquinas refrigeradoras grandes, conocidas como enfriadoras de agua, plantas refrigeradoras, equipos de refrigeración o en inglés, chiller, enfrían agua que después se distribuye a

los climatizadores por tuberías, las máquinas de refrigeración grandes tienen mejores rendimientos. En el sistema conocido como partido split o multi-split, el caloportador es el propio líquido refrigerante, que se lleva a los evaporadores de los terminales situados en los locales a climatizar. En este caso, la máquina refrigeradora será por compresión.

### **2.3.5 Panel tipo sándwich de poliuretano inyectado**

El panel tipo sándwich de poliuretano inyectado es un producto industrial diseñado para realizar cerramientos en la construcción, industrial y residencial, y en la industria del aislamiento, es principalmente utilizado como aislante térmico, acústico, como impermeabilizante y como cerramientos, es un producto resistente y ligero lo que permite utilizarlo con un mínimo esfuerzo.

Los paneles tipo sándwich están constituidos por un material aislante en el alma o núcleo del panel y dos caras externas, generalmente de chapa metálica, aunque también se pueden encontrar de otros materiales.

Las principales ventajas de panel sándwich frente a otros elementos de construcción, que explican su gran desarrollo son las siguientes: Excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico, baja absorción de agua y aire, durabilidad. Baja densidad, lo cual permite salvar grandes distancias entre pilares, produciendo un ahorro en estructuras, lográndose además un acabado estético e higiénico. Montajes rápidos y flexibles. Debido a estas características, el empleo de panel, actuando como cerramiento exterior (fachadas y cubierta) e interior (módulos) del edificio, es frecuente en actividades muy variadas, pudiéndose citar: Industria agroalimentaria (láctea, azucareras, etc.)

Industria del frío (cámaras frigoríficas y túneles de congelación). Industria cárnica (mataderos, producción avícola y de vacuno, etc.). Almacenes logísticos uno de los materiales más frecuentemente utilizados en la construcción de paneles, tanto por sus

excelentes características de aislamiento como por sus bajos costes de producción, es el poliuretano. No obstante, su elevada inflamabilidad, así como la abundante generación de humos en caso de incendio (humos densos, opacos y tóxicos), han hecho saltar la voz de alarma frente al empleo masivo y sin control de este tipo de materiales.

#### 1. Características del panel de poliuretano tipo sándwich a instalar

Estabilidad bajo las tensiones que se producen durante, el transporte, la instalación, y la utilización.

- Adecuada resistencia al fuego
- Resistencia a la penetración del agua, nieve, aire, y polvo tanto en correspondencia de las superficies como de las juntas.
- Suficiente capacidad de aislamiento térmico
- Adecuada protección de la condensación de humedad
- Buen aislamiento acústico
- Resistencia a largo plazo a los agentes atmosféricos y corrosivos típicos de ambientes agresivos
- Resistencia a la degradación del material aislante, y de la adhesión de éste a las superficies
- La sección transversal debe ser adecuada para los materiales utilizados
- Las juntas deben estar diseñadas para una instalación sencilla y rápida
- Las conexiones a la estructura de soporte deben ser seguras y estéticamente agradables
- Los requisitos de transporte no deben ser complicados.

#### 2. Característica de material aislante poliuretano:

La espuma rígida de poliuretano es un producto termoendurecible, es decir, cuando se calienta se carboniza lentamente formando un residuo de carbón a alta temperatura a 300 -

500 °C, que mantiene la integridad estructural, a diferencia de los termoplásticos, que se derriten, tiene una potencia calorífica de 22,70 MJ/kg, y excelentes características físicas, es ligero, no absorbe olores ni permite el desarrollo de bacterias y hongos, no necesita mantenimiento, excelente absorbente acústico, alta resistencia al desgaste por abrasión, buena elasticidad, óptima resistencia al corte, excelente capacidad para soportar la compresión sin deformaciones permanentes, resistencia a impactos, aislamiento térmico superior a otros materiales que encierran en su interior aire o anhídrido carbónico.

## CAPÍTULO III

### 3. CÁLCULOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y CLIMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS CNC ROMÍ D600 Y ROMÍ C420.

#### 3.1 Cálculo del sistema eléctrico

Se procede a calcular las intensidades de corriente de cada una de las máquinas a instalar, conociendo que el voltaje de cada una de ellas es de 220V y el factor de potencia que es el  $\cos \theta$  igual a 0.9.

Una vez realizado el cálculo de las intensidades de corriente, procedemos mediante la tabla 3.1 a seleccionar cada uno de los conductores que se utilizara para toda la instalación eléctrica.

Mediante las intensidades de corrientes calculadas también realizamos la selección de los breakers que se van a utilizar para la instalación eléctrica de cada una de las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) incluyendo el aire acondicionado tipo piso techo.

Para calcular cada una de las intensidades de corriente utilizaremos la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V \cdot (\cos \theta)}; \frac{W}{\text{voltios}}; A \text{ (Ecuación 3.1)}$$

#### a. Máquina CNC ROMÍ D600

*Dónde:*

*I: intensidad de corriente en amperios (A)*

*Factor de potencia ( $\cos \theta$ )*

*P1: potencia en vatios: 15 KW = 15000 W*

*V: voltaje = 220V*

$$I = \frac{P1}{V1 \cdot (\cos \theta)}$$

$$I = \frac{15000w}{220 V.(0.9)} = 75.75 A$$

Se escogió para la máquina CNC ROMÍ D600 un cable conductor n° 8 con las características que podemos observar en a tabla 3.1 el cual se encuentra graficado de color azul que tiene una capacidad de corriente de 92A.

Según los cálculos se obtienen una intensidad de corriente de 75.75A por tanto fue escogido un breaker para esta máquina de 100A el cual está acorde con el valor calculado y seleccionado.

### **b. Máquina CNC ROMÍ C420**

*Dónde:*

*I: intensidad de corriente en amperios (A)*

*Factor de potencia (cos θ)*

*P2: potencia en vatios: 7.5 KW = 75000 W*

*V: voltaje = 220V*

$$I = \frac{P2}{V2.(cos \theta)}$$

$$I = \frac{75000 W}{220 V.(0.9)} = 37.88 A$$

Para la máquina CNC ROMÍ C420 se escogió un cable conductor n° 12 con las características que podemos observar en la tabla 3.1 el cual se encuentra rayado de color rojo y tiene una capacidad de corriente de 45A.

Según los cálculos tiene una intensidad de corriente de 37.88A por tanto fue escogido un breaker para esta máquina de 80A el cual está acorde con el valor calculado y seleccionado.

### **c. Aire Acondicionado**

*Dónde:*

*I: intensidad de corriente en amperios (A)*

*Factor de potencia ( $\cos \theta$ )*

*P3: Potencia en vatios: 8 KW = 8000W*

*V: voltaje =220V*

$$I = \frac{P3}{V3.(\cos \theta)}$$

$$I = \frac{8000 W}{220 V. (0.9)} = 40.40 A$$

Se escogió un cable conductor n° 12 con las características que podemos observar en la tabla 3.1 el cual se encuentra rayado de color rojo y tiene una capacidad de corriente de 45A.

El aire acondicionado tipo piso techo según los cálculos tiene una intensidad de corriente de 40.40A por tanto fue escogido un breaker para esta máquina de 45A el cual está acorde con el valor calculado y seleccionado.

Suma total de las intensidades de corriente del sistema eléctrico:

$$\sum I1 + I2 + I3 = \text{total de intensidades} = 75.75A + 37.88A + 40.40A = 154.03A$$

Tabla 3.1

Especificaciones de los conductores establecidas en las normas de fabricación:

Calibre AW G ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION No. de Hilos por diámetro en mm.	DIAMETRO EXTERIOR Mm	PESO TOTAL Kg/Km	Semiduro		Suave	(*) CAPACIDAD Corriente Amp.
					TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA C.C. a 20 °C OHMS/Km.	RESISTENCIA C.C. a 20 °C OHMS/Km.	
14	2.08	1 x 1,63	1.63	18,50	76.00	8.490	8.280	35
12	3.31	1 x 2,05	2.05	29,40	119.00	5.330	5.210	45
10	5.26	1 x 2,59	2.59	46.77	187.00	3.360	3.280	68
8	8.37	1 x 3,26	3.26	74.38	292.00	2.110	2.060	92
6	13.30	1 x 4,12	4.12	118.20	461.00	1.340	1.297	125
14	2.08	7 x 0,62	1.86	18.89	69.00	8.603	8.390	35
12	3.31	7 x 0,78	2.34	30.57	110.00	5.412	5.290	45
10	5.26	7 x 0,98	2.94	47.76	175.00	3.401	3.320	68
8	8.37	7 x 1,23	3.69	75,90	276.00	2.151	2.100	95
6	13.30	7 x 1,55	4.65	121.00	432.00	1.354	1.322	129
4	21.15	7 x 1,96	5.88	192.00	682.00	0.851	0.832	170
2	33.62	7 x 2,47	7.41	305.00	1069.00	0.536	0.519	230
1	42.36	7 x 2,78	8.34	385.00	1330.00	0.428	0.412	275
1/0	53.49	7 x 3,12	9.36	485.00	1681.00	0.337	0.329	310
2/0	67.43	7 x 3,50	10.50	611.00	2103.00	0.267	0.261	360
1/0	53.49	19 x 1,89	9.45	481.00	1722.00	0.337	0.329	319
2/0	67.43	19 x 2,12	10.60	610.00	2149.00	0.267	0.261	371
3/0	85.01	19 x 2,39	11.95	711.00	2715.00	0.212	0.207	427
4/0	107.20	19 x 2,68	13.40	972.00	3395.00	0.168	0.164	500
250	127.00	37 x 2,09	14.63	1150.00	4067.00	0.1420	0.1390	540
300	152.00	37 x 2,29	16.03	1380.00	4883.00	0.1180	0.1160	605
350	177.00	37 x 2,47	17.29	1610.00	5648.00	0.1020	0.0991	670
400	203.00	37 x 2,64	18.48	1840.00	6416.00	0.0887	0.0868	730
500	253.00	37 x 2,95	20.65	2300.00	7944.00	0.0712	0.0694	840
600	304.00	37 x 3,23	22.61	2760.00	9553.00	0.0592	0.0578	945
650	329.00	37 x 3,37	23.59	2990.00	10340.00	0.0563	0.0530	985
700	355.00	37 x 3,49	24.43	3220.00	11155.00	0.0501	0.0496	1040

Fuente: [http://disensa.com/main/images/pdf/electro\\_cables.pdf](http://disensa.com/main/images/pdf/electro_cables.pdf)

La intensidad de corriente total calculada de este sistema eléctrico tiene un valor de 154.03A por lo tanto fue escogido un breaker de 250A que está acorde con el valor calculado.

### 3.2 Cálculo del sistema neumático para la máquina CNC ROMÍ D600.

Para el cálculo de aire comprimido sabemos que el torno CNC ROMÍ D600 utiliza un flujo volumétrico de 100 L/min a 8.3 bares de presión según las especificaciones tomadas del manual de la máquina CNC ROMÍ D600.

Tomando en cuenta que el 25 % del tiempo se produce el consumo de aire cuando la máquina está en marcha, se desea que la presión en el depósito este comprendida en 10 Bares,

la presión atmosférica de 1 bar (absoluto) y la temperatura a 22°C según las especificaciones tomadas del manual de la máquina CNC ROMÍ D600.

### 3.2.1 Dimensionamiento de las tuberías.

La velocidad del aire en los diferentes tipos de conductos en la línea principal es de 6 a 10 m/s según el manual de la máquina CNC ROMÍ D600.

Para calcular el caudal del aire a una presión 8.3 Bares que circula por cada una de las tuberías de la instalación es necesario que este a su máxima operatividad.

$$Q_{cnc} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right) \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right) Q ; m^3/s \text{ (Ecuacion 3.2)}$$

Dónde:

Q: 100 L/min flujo volumétrico a condiciones normales.

P1: Presión inicial 8.3 bar.

P2: Presión Final deseada 10 bar.

T1 = T2: Temperatura Ambiente 22°C.

Q cnc: flujo volumétrico a su máxima operatividad.

$$Q_{cnc} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right) \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right) Q ; m^3/s$$

$$Q_{cnc} = \left(\frac{8.3 \text{ Bares}}{10 \text{ Bares}}\right) \cdot \left(\frac{T_2}{T_1}\right) \cdot (100 \text{ L/min})$$

$$Q_{cnc} = 83 \text{ L/min} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L}$$

$$Q_{cnc} = 1.38 \times 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

### 3.2.2 Diámetro de la tubería principal.

Una vez calculado el valor del flujo volumétrico a su máxima operatividad procedemos a utilizar la siguiente fórmula, para después despejar el diámetro mínimo y el diámetro máximo de la tubería que se va a utilizar.

$$Q_{cnc} = v.A; m^3/s \text{ (Ecuación 3.3)}$$

$$A = \pi . D^2/4; m^2 \text{ (Ecuación 3.4)}$$

Dónde:

v: velocidad del aire dentro de la tubería ; m/s

A: área de la tubería; m<sup>2</sup>

D<sub>min</sub>: diámetro mínimo de la tubería; mm

D<sub>max</sub>: diámetro máximo de la tubería; mm

$$Q_{cnc} = v.A$$

$$Q_{cnc} = v . \pi . D^2/4$$

$$D = \sqrt{Q_{cnc} . 4 / v \pi} ; mm \text{ (Ecuación 3.5)}$$

$$D_{min} = \sqrt{1.38 \times 10^{-3} . 4 / 10 . \pi} = 13mm$$

$$D_{max} = \sqrt{1.38 \times 10^{-3} . 4 / 6 . \pi} = 17mm$$

Para calcular los diámetros utilizamos las velocidades antes dadas que son de 6 en máximo a 10 m/s para el diámetro mínimo. Las pérdidas de presión para las tuberías se desprecian debido a que son de menos 0.001bar. En total las pérdidas de carga no llegan a 0.12 bar debido a que es una instalación sencilla.

### **3.2.3 Cálculo para selección del Compresor neumático.**

En el momento de seleccionar un compresor se han de considerar una serie de factores que dependen en gran medida de la instalación a la que ha de servir. Por tal motivo debe en primer término diseñarse la instalación y una vez conocida ésta suficientemente, se elige el compresor más idóneo. Los factores fundamentales de la instalación a considerar son el caudal de aire necesario y la presión requerida. Otra serie de factores mecánicos y energéticos propios del compresor también tendrán incidencia en el momento de la selección.

Debe multiplicarse por el consumo específico correspondiente a cada máquina para conocer el caudal medio realmente consumido por la máquina.

### **3.2.4 Consumo habitual de la instalación a condiciones normales de presión:**

Es el consumo de aire a condiciones normales de presión.

$Q_{cnc}$ :  $Q$  másico  $\times$  Presión inicial; L/min (Ecuación 3.6)

$$Q_{cnc} = 100 \text{ L/min} \times 8.3 \text{ bar} = 830 \text{ L/min}$$

### **3.2.5 Coeficientes de corrección del consumo.**

Para establecer consumos realistas hay que conocer con cierto detalle el uso habitual que se hace a todas las máquinas que alimentan la instalación. Se emplean los siguientes consumos empíricos llamados también coeficientes que sirven para corregir los caudales de consumo.

#### **a. Coeficiente de uso (CU)**

Fracción total de tiempo de funcionamiento en el cual la máquina consume aire comprimido es igual a 0.25 que igual al 25% de uso.

#### **b. Coeficiente de Simultaneidad (CS)**

Es el número de máquinas que alimentan la instalación es igual a una máquina, realizamos la selección en la tabla y el valor asignado para el factor de simultaneidad es 1 que se indica en la tabla 3.2.

*Tabla 3.2*  
*Coefficientes de simultaneidad.*

Cantidad de unidades consumidoras	Factor de simultaneidad	Cantidad de unidades consumidoras	Factor de simultaneidad
1	1	9	0,73
2	0,94	10	0,71
3	0,89	11	0,69
4	0,86	12	0,68
5	0,83	13	0,67
6	0,80	14	0,66
7	0,77	15	0,65
8	0,75	100	0,20

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/ricosta/files/2011/08/3-ejercicio-redes-de-aire-comprimido1.pdf>

**c. Coeficiente de mayoración para futuras ampliaciones (CMA)**

Evidentemente el valor a asignar puede oscilar mucho, dependiendo de muchos factores, en caso de no poderlo determinar de algún modo se adopta un valor de 1.3 que es el 30% de aumento a futuro.

**d. Coeficiente de mayoración por fugas (CMF)**

Podrá oscilar bastante. En el momento del cálculo del caudal se adopta un coeficiente que oscile entre 1,05 y 1,1.

**e. Coeficiente debido al ciclo de funcionamiento del compresor (CCC)**

Su valor es el cociente entre la duración total del ciclo de funcionamiento y el tiempo en el que el compresor está produciendo aire comprimido. Lógicamente su valor es siempre mayor que uno y normalmente cercano a dos.

Con todo lo anterior una vez asignados los valores de los coeficientes de corrección se multiplican por el valor del flujo volumétrico  $Q_{cnc}$  y se tiene que el caudal total que debe ser capaz de proporcionar el compresor es:

$Q_{\text{Compresor}} = \text{Coeficiente de Simultaneidad (CS)} \times \text{Coeficiente de mayoración por fugas (CMF)} \times \text{Coeficiente de mayoración para futuras ampliaciones (CMA)} \times \text{Coeficiente debido al ciclo de funcionamiento del compresor (CCC)} \times Q_{cnc} \times \text{Coeficiente de uso (Cu)}$

$Q_{\text{Compresor}} = (1) (1.05) (1.3) (2) (830\text{L}/\text{min}) (0.25) = 566.475\text{L}/\text{min} = 9.44 \text{ L}/\text{s}; \text{ L}/\text{s}$   
 (Ecuación 3.7)

### 3.2.6 Selección de compresor Neumático

Se procede a seleccionar por medio de la tabla 3.3 que tenemos a continuación un Compresor Neumático de 60 Hz, 150 psi de presión, 9.44 L/s de flujo volumétrico de aire que utilizaremos para la máquina CNC ROMÍ D600

Tabla 3.3  
 Catálogo para elección de compresor neumático

Tipo de compresor	Máx. presión de trabajo				Capacidad FAD *			Potencia del motor		Nivel sonoro ** dB(A)	Peso*** kg	
	WorkPlace		WorkPlace Full Feature		l/s	m³/h	cfm	kW	CV		WorkPlace	WorkPlace Full Feature
	bar(e)	psig	bar(e)	psig								
<b>Versión 60 Hz</b>												
GA 5 - 100	7,4	107	7,2	104	15,0	54,0	31,8					
- 125	9,1	132	8,9	128	12,6	45,4	26,7					
- 150	10,8	157	10,3	149	10,7	38,5	22,7	5,5	7,5	60	215	245
- 175	12,5	181	12,3	178	9,0	32,4	19,1					
GA 7 - 100	7,4	107	7,2	104	20,7	74,5	43,9					
- 125	9,1	132	8,9	128	18,2	65,5	38,6	7,5	10	61	224	254
- 150	10,8	157	10,3	149	15,6	56,2	33,1					
- 175	12,5	181	12,3	178	13,6	49,0	28,8					
GA 11C - 100	7,4	107	7,2	104	28,9	104,0	61,2					
- 125	9,1	132	8,9	128	26,1	94,0	55,3	11	15	62	237	272
- 150	10,8	157	10,3	149	23,8	85,7	50,4					
- 175	12,5	181	12,3	178	21,2	76,3	44,9					

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/ricosta/files/2011/08/3-ejercicio-redes-de-aire-comprimido1.pdf>

### 3.3 Cálculo del sistema de refrigeración.

La carga térmica de un local se puede estimar considerando tres fuentes principales de cargas.

- Las cargas exteriores ya sean las condiciones climáticas, la radiación solar, y el viento calor sensible.
- Las cargas interiores producidas por los equipos o fuente de calor eléctrica o electrónica, personas o productos almacenados calor latente y calor sensible.

- La infiltración de aire ambiente al interior del espacio acondicionado calor latente y calor sensible.

Se eligió un aislante tipo panel sándwich de poliuretano que posee una conductividad térmica  $k = 0.020 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ , debido a las características de los aislantes, para el techo se utilizará el poliuretano, Para el cálculo del espesor del aislamiento se aplica la siguiente ecuación:

$$e = \frac{k (T_e - T_i)}{q}; m \text{ (Ecuación 3.8)}$$

Dónde:

e: espesor del aislamiento (m)

$T_e$ : temperatura exterior de la cámara (°C)

$T_i$ : temperatura interior de la cámara (°C)

k: conductividad térmica del aislante (W/m·°C)

q: flujo de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>)

El valor de “q” a utilizarse para el flujo de calor es:

$q = 8 \text{ W/m}^2$  para cuartos de conservación

$q = 6 \text{ W/m}^2$  para cuartos de congelación

### 3.3.1 Cálculo del espesor del panel de poliuretano para techo:

**Datos:**

$T_e = 35 \text{ °C}$  (temperatura externa del ambiente)

$T_i \text{ máquina/hombre} = 22 \text{ °C}$  (temperatura interna del cuarto de máquinas)

$k_{\text{poliuretano}} = 0.020 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$

$q = 8 \text{ W/m}^2$

$$e = \frac{k(T_e - T_i)}{q} = \frac{\left(0.020 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right)(35^\circ C - 22^\circ C)}{8 \frac{W}{m^2}}; m$$

$$e = 0.0325 m = 3.25 \times 10^{-4} cm = 10 cm$$

Entonces el espesor del techo deberá tener un mínimo valor de 3.25 cm, utilizaremos un panel de 10 cm de espesor que cumple con los valores calculados.

### 3.3.2 Cálculo de cargas térmicas.

Para calcular las pérdidas por transmisión a través la pared y techo utilizamos la siguiente expresión:

$$\dot{Q} = K(A)(T_e - T_i) ; KW \text{ (Ecuación 3.9)}$$

#### a. Elementos utilizados en el techo:

Poliuretano: espesor = 0.10 m; k = 0.020 W/m.°C

Lámina de aluminio: espesor = 0.0015 m; k = 238.095 W/m.°C

En el cual  $h_i$  y  $h_o$  son coeficientes de convección en el mismo que suponemos que teniendo una velocidad del aire: m/s:

Velocidad del aire en el interior de la cámara = 1m/s

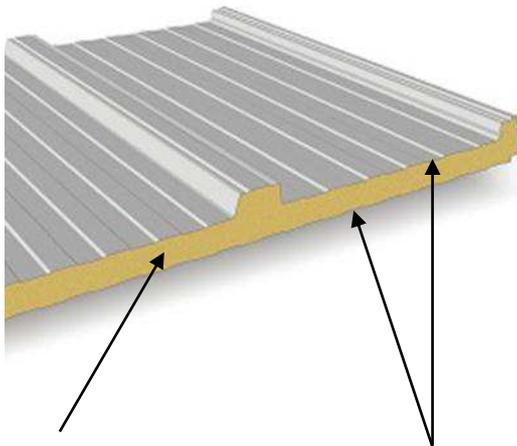
$$h_i = 10.35 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

Velocidad del aire en el exterior de la cámara = 4m/s

$$h_o = 22.91 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

$$h_o = 22.91 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

$$T_e = 35^\circ C$$



**Aislante**

**Lámina de aluminio**

$$h_i = 10.35 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T_i = 22^\circ\text{C}$$

**b. Cálculo de las resistencias del techo**

$$R_{\text{convección}} = \frac{1}{h_o \cdot A}; \text{ } ^\circ\text{C/W (Ecuación 3.10)}$$

$$R_{\text{conducción}} = \frac{L}{k \cdot A}; \text{ } ^\circ\text{C/W (Ecuación 3.11)}$$

$$R_e = R_{\text{conv}} = \frac{1}{h_o \cdot A} = \frac{1}{\left(22.91 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}\right)(64)\text{m}^2} = 6.820 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_1 = R_{\text{lámina de aluminio}} = \frac{L}{k \cdot A} = \frac{0.0015 \text{ m}}{\left(238.095 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}\right)(64)\text{m}^2} = 9.844 \times 10^{-8} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_2 = R_{\text{aislamiento}} = \frac{L}{k \cdot A} = \frac{0.10\text{m}}{\left(0.020 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}\right)(64)\text{m}^2} = 0.078125 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_3 = R_{\text{lámina de aluminio}} = \frac{L}{k \cdot A} = \frac{0.0015 \text{ m}}{\left(238.095 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}\right)(64)\text{m}^2} = 9.844 \times 10^{-8} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_i = R_{\text{conv}} = \frac{1}{h_i \cdot A} = \frac{1}{\left(10.35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}\right)(64)\text{m}^2} = 1.5096 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{Total}} = R_e + R_1 + R_2 + R_3 + R_i$$

$$R_{Total} = (6.820 \times 10^{-4} + 9.844 \times 10^{-8} + 0.078125 + 9.844 \times 10^{-8} + 1.5096 \times 10^{-3}) \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{Total} = 0.08032 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$Q_{Total \text{ del techo}} = \frac{T_e - T_i}{R_{Total}} = \frac{(35 - 22) \text{ } ^\circ\text{C}}{0.08032 \text{ } ^\circ\text{C/W}} = 161.826 \text{ W} = 0.162 \text{ KW (Ecuación 3.12)}$$

Conversión de unidad KW a Btu/h:

$$0.162 \frac{\text{kJ}}{\text{sg}} \times \frac{\text{Btu}}{1.055 \text{ kJ}} \times \frac{3600 \text{ sg}}{1 \text{ h}} = 552.29 \text{ Btu/h}$$

**c. Elementos utilizados para las paredes:**

Tabla 3.4  
Espesor y coeficiente de conductividad del ladrillo

Materiales	Espesor (m)	Coeficiente de conductividad (W/m.°C)
Ladrillo.	0.06	0.72

Ladrillo e = 6cm

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_{ext}} + \frac{e_{ladrillo}}{k_{ladrillo}} + \frac{1}{h_i}; \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}} \text{ (Ecuación 3.13)}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{22.91 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}}} + \frac{0.06}{0.72 \frac{W}{m \cdot ^\circ\text{C}}} + \frac{1}{10.35 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$\frac{1}{K} = 0.2236007 \text{ } m^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$$

$$K_{pared} = 4.472257 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\dot{Q}_{paredes} = K \cdot A \cdot (T_e - T_i); \text{ KW (Ecuación 3.14)}$$

$$\dot{Q}_{pared} = 4.472257 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}} \cdot [(24^\circ\text{C})(35^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})]$$

$$\dot{Q}_{pared} = 1395.344 \text{ W} = 1.395344 \text{ KW}$$

*Conversión de Unidad KW a Btu/h:*

$$1.395344 \frac{kJ}{sg} \times \frac{Btu}{1.055kJ} \times \frac{3600sg}{1h} = 4761.364 Btu/h$$

**d. Cargas de servicio.**

Pérdidas por calor liberado por las personas que trabajaran con las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado).

q = potencia calorífica por persona (W)

N = número de personas

t = duración de la persona en el interior (hora/día)

$$\dot{Q}.personas = \frac{N(q)(t)}{24h}; W \text{ (Ecuación 3.15)}$$

$$\dot{Q}.personas = \frac{10(420 W)(8h)}{24 h}; W$$

$$\dot{Q}.personas = 1400 W$$

$$\dot{Q}.personas = 1.4 KW$$

*Conversión de Unidad KW a Btu/h:*

$$1.4 KW \times \frac{1 Btu}{1.055kJ} \times \frac{3600sg}{1h} = 4777.25 Btu/h$$

**e. Pérdidas por iluminación.**

Son la cantidad de calor producido por las lámparas que se encuentran dentro del área de las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado).

N: número de iluminarias

P<sub>f</sub>: potencia consumida por fluorescente (W).

n<sub>f</sub>: número de fluorescente por luminaria.

1.3: aumento por la consumida por la reactancia.

t/24: número de horas que permanecen encendida por día.

Suponiendo que las lámparas trabajan 8h al día entonces tenemos:

$$Q_i = (N) (P_f) (n_f) (1.3) (t/24); W \text{ (Ecuación 3.16)}$$

$$Q \text{ iluminación} = (5) (40 W) (2) (1.3) (8h/24h); W$$

$$Q \text{ iluminación} = 173.3 W = 0.173KW$$

Conversión de Unidad KW a Btu/h:

$$\dot{Q} \text{ iluminación} = 0.173 \text{ kj/sg} \frac{1 \text{ Btu}}{1.055 \text{ kj}} \times \frac{3600 \text{ sg}}{1 \text{ h}} = 590.33 \text{ Btu/h}$$

#### f. Calor liberado por las Máquinas CNC.

Potencia que generan las máquinas CNC.

$$\text{ROMÍ D600} = 15KW$$

$$\text{ROMÍ C240} = 7.5KW$$

$$Q \text{ Liberados por las Máquinas CNC} = \frac{Pt}{24h}; W \text{ (Ecuación 3.17)}$$

Dónde:

$P$  = Potencia de las máquinas CNC

$t$  = Tiempo de uso de las máquinas CNC

$$\text{Potencia de la máquina ROMÍ D600} + \text{ROMÍ C420} = 15KW + 7.5KW = 22.5KW = 22500W$$

$$Q = \frac{22500W \times 8h}{24 h} = 7500W = 7.5 KW$$

Conversión de Unidad KW a Btu/h:

$$Q = 7.5 \frac{\text{kj}}{\text{sg}} \times \frac{1 \text{ Btu}}{1.055 \text{ kj}} \times \frac{3600 \text{ sg}}{1 \text{ h}} = 25592.4 \text{ Btu/h}$$

Sumatoria total de las cargas térmicas producidas en el interior del área de trabajo que se encuentran ubicadas las dos máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) véase en Tabla 3.5.

*Tabla 3.5*  
*Sumatoria de cargas totales producidas en el interior del local a refrigerar.*

CARGAS TÉRMICAS	VALORES EN Btu/h
Transmisión por paredes y techo	5313.654
<b>CARGA DE SERVICIO</b>	
Calor liberado por las personas	4777.25
Calor liberado por las iluminarias.	590.33
Calor liberado por las máquinas CNC	25592.4
TOTAL	36274
Margen de seguridad (20%)	43528.8

La Potencia Nominal Frigorífica es igual a 43528.8 Btu/h, una vez encontrada la potencia frigorífica que necesitamos para mantener nuestro local a una temperatura de confort hombre/máquina procedemos hacer la elección del Aire Acondicionado que vamos a utilizar.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y CLIMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS CNC ROMÍ D600 Y CNC ROMÍ C420.**

#### **4.1 Instalación del Sistema eléctrico.**

En las instalaciones eléctricas de las dos máquinas industriales CNC ROMÍ D600 y el torno CNC ROMÍ C420 se requiere tener siempre un tablero eléctrico para funcionar correctamente, los componentes colocados en el tablero será dependiendo el tipo de máquina que vamos a utilizar ya sean eléctricos o de control. En este caso se instalarán elementos para tableros de máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado).

##### **4.1.1 Acometida**

Para la acometida se utilizó 40mt de cableado #2/0 ideal para el amperaje o capacidad de corriente que requerimos para las dos máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) que vamos a instalar el cual posee 360 AMP de capacidad (véase en la tabla 3.1, pg. 50).

##### **4.1.2 Elementos que conformaran el Tablero Eléctrico**

- 2 metros de Platina de Cobre de 350A
- Breaker Principal de 250A trifásico.
- Breaker de 100A para máquina ROMÍ D600 trifásico.
- Breaker de 80A para máquina ROMÍ C420 trifásico.
- Breaker de 45A “Gemelo” para Aire Acondicionado.
- Breaker de 20A para líneas de 110V.

Adicionalmente en nuestra instalación eléctrica instalamos también terminales eléctricos, cables conductores de #10, #12, #2, #4 y #2/0 de diferentes capacidades ideales para nuestra instalación (véase en tabla 3.1, pg. 50).

**a. Conexión eléctrica de la máquina CNC ROMÍ D600**

Para la conexión eléctrica de la línea trifásica de la máquina ROMÍ D600 se utilizó 60mt de cable #2 TTU (cable para circuitos de fuerza) de capacidad de 230A (véase en la tabla 3.1, pg. 50), junto con un breaker de 100A trifásico, esta máquina posee un transformador interno que cambia su voltaje de 220V a 440V.

**b. Conexión eléctrica de la máquina CNC ROMÍ C420**

Para la máquina ROMÍ C420 se utilizaron 24mt de cable #4 TTU (cable para circuitos de fuerza) de 170A de capacidad (véase en la tabla 3.1, pg. 50), esto cubrió el recorrido de cableado necesario para las dos máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado), son cables de distribución y fuerza para instalación en ductos, tuberías o directamente enterradas en lugares secos o húmedos de cubierta exterior 2000 V y 90°C.

Adicionalmente se instalaron 4 tomacorrientes de 110V y 1 tomacorriente para 220V, para las 4 líneas tomacorrientes de 110V se utilizó 78mt de cable #12 flexible de capacidad de 45A y para la línea monofásica se instalaron 10mt de cable #10 flexible de capacidad de 45A necesaria para la conexión del Aire Acondicionado que hablaremos posteriormente.

**4.2 Instalación del sistema neumático de la máquina CNC ROMÍ D600.**

Una vez realizados los cálculos neumáticos del diámetro de la tubería y la selección del compresor para la máquina CNC ROMÍ D600 procedemos a instalar las secciones de tuberías principales utilizando 10mt de tubería con un diámetro de ½ pulgada.

Procedemos a realizar la instalación de un compresor de aire marca “Campbell hausfeld” de 135psi de presión máxima con un tanque de 60 galones y motor de 6.5Hp- 5Kw de potencia.

### **4.3 Instalación del sistema de climatización para las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado).**

Para llevar a cabo la instalación del sistema de climatizado tomamos en cuenta las siguientes variables de temperatura propias del local que vamos a refrigerar.

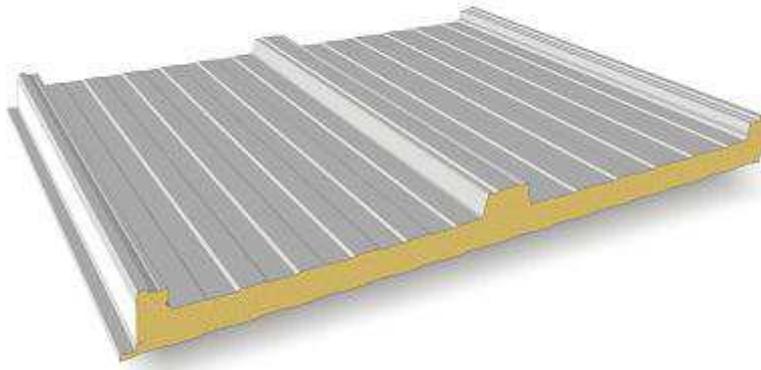
Temperatura Exterior

Temperatura Interior máquina/hombre

Como primera parte de la instalación se realizó un montaje de 20 planchas de panel aislante tipo sándwich con material especial de poliuretano (véase en Figura 4.1), para el techo del local a climatizar, cada plancha con una medida de 1mt de ancho por 7mt de largo para cubrir un área de 140m<sup>2</sup>.

La instalación del panel tipo sándwich se realiza por la necesidad de aislar nuestra área de trabajo y así no exista transferencia de calor desde la parte superior externa a la parte interna de nuestro local o viceversa.

Como el interior del local debe estar a una temperatura máquina/hombre de 22°C positivo según el manual fue necesario escoger un aislante de 10cm que es un espesor capaz de cumplir con nuestras necesidades, ahorro energético, y no permitirá que el calor de la parte externa del techo pase al área interna del local.



**Figura 4.1: Techo aislante tipo sándwich de poliuretano.**  
**Fuente: <http://www.panelsandwich.com/>**

Como segundo paso tenemos la instalación del climatizador para nuestro local. Para saber la unidad necesaria a instalar calculamos todo el calor que se generara dentro de nuestra área de trabajo junto con el de las dos máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado), una vez teniendo estos valores de la Potencia frigorífica total procedimos a escoger un Aire Acondicionado Piso techo marca Lennox de 60.000 BTU (véase en figura 4.2) el cual tiene una potencia capaz de extraer todo el calor que se producirá en el local, la unidad trabaja con refrigerante 404-A.



**Especificaciones de desempeño**

Evaporador Piso Techo						Condensadora						
	MODELO	CAPACIDAD (TONELADAS)	BTUH	CFM	DIMENSIONES (LARGO X ANCHO X ALTO) PULG.	PESO (LB)		MODELO	CAPACIDAD (TONELADAS)	BTUH	DIMENSIONES (LARGO X ANCHO X ALTO) PULG.	PESO (LB)
SOLID FRIGID	LXGUCMD024	2.0	24,000	800	50 X 8 X 26	77	SOLID FRIGID	13ACK-024-230	2.0	24,000	50 X 8 X 26	77
	LXGUCMD036	3.0	36,000	1,200	51 X 9 X 26	77		13ACK-036-230	3.0	36,000	51 X 9 X 26	77
	LXGUCMD048	4.0	48,000	1,600	66 X 9 X 29	114		13ACK-048-230	4.0	48,000	66 X 9 X 29	114
	LXGUCMD060	5.0	60,000	2,000	67 X 9 X 29	114		13ACK-060-230	5.0	60,000	67 X 9 X 29	114

**Figura 4.2: Aire Acondicionado tipo piso techo y especificaciones de desempeño**  
 Fuente: <http://www.lennoxtp.com/residencial-piso-techo.html>

El evaporador tipo piso techo fue instalado en una de las paredes laterales a la puerta principal del local parte superior, esto fue realizado con la finalidad que no exista choques de flujos de aire de calor desde el exterior que se producen al momento de abrir y cerrar la puerta y no choquen directamente con el evaporador.

## CONCLUSIONES

- Es importante realizar mantenimiento preventivo a todas las instalaciones de las máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) cada cierto tiempo de uso según las horas de trabajo que indica el manual de funcionamiento de las máquinas.
- Mediante las prácticas de comprobación de funcionamiento de los componentes eléctricos se pueden llegar a tomar medidas oportunas en caso de que exista anomalía en el funcionamiento.
- Se debe emplear un buen direccionamiento para el uso de este tipo de máquinas CNC (Control, Numérico, Computarizado) que será de vital importancia para los resultados sobre la vida útil de las mismas.
- Por medio de la revisión de este proyecto se podrán adquirir nuevos conocimientos básicos de electricidad y climatización que es de útil importancia para la mejora de los jóvenes profesionales.

## RECOMENDACIONES

- Realizar inspecciones periódicas del estado de las instalaciones tanto eléctricas, neumáticas y de climatización así como su mantenimiento preventivo, esto garantiza la vida útil de las máquinas.
- Se recomienda utilizar equipos y herramientas adecuados para realizar cualquier mantenimiento o practica tales como: gafas, casco, mandil, guantes entre otros. Esto ayudará a evitar cualquier tipo de accidente.
- La carrera de mecánica naval debe implementar políticas de uso de las máquinas CNC (Control Numérico Computarizado) para promover una mejor actividad productiva y sirva de ejemplo para otras empresas.
- Se debe contratar una persona altamente capacitada para el uso de este tipo de máquinas de última generación como es la ROMÍ D600 y la ROMÍ C420 y así realizar todos los mantenimientos necesarios cada cierto tiempo de uso que indica el manual.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. M. (2002). *Técnicas de Mecanizado*. Madrid: ed.Paraninfo S.A.
- Figuerola, D. (2001). *interacción eléctrica*. Venezuela: ed.Equinoccio Universidad Simón Bolívar.
- Gómez Morales, T. (2008). *Mecanizado básico*. Madrid: ed.Paraninfo S.A.
- Miranda Barreras, Á. (2010). *Técnicas de climatización*. España: ed.Marcombo S.A.
- Molina Martínez, J. M., Cánovas, F., & Ruz, F. (2014). *Motores y máquinas eléctricas*. Madrid: ed.Marcombo S.A.
- Mora, J. F. (2003). *Máquinas Eléctricas*. Madrid: ed.Mcgraw-hill interamericana de España S.A.
- Nápoles Alberro, A., & Salueña Berna, X. (2000). *Tecnología Mecánica*. Cataluña: ed.UPC Universidad Politécnica de Cataluña.
- Raymond, D., & Kenneth, W. (1998). *Química General*. Madrid: ed.Mcgraw-hill.
- Roldan, J. (2012). *Tecnología y Circuitos de aplicación de neumática, hidráulica y electricidad*. España: ed.Paraninfo S.A.
- Sanmartín Sáez, V., León Blasco, A., & Belenguer Balaguer, E. (2013). *Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión*. Madrid: ed.Marcombo S.A .
- Smith, W., & Hashemi, J. (2004). *Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales*. México: ed.Mcgraw-hill Interamericana S. A.
- Industrias Romí S.A. (2014). *Manual de instalación y características técnicas de la línea Romí C*. Brasil: ed.Romí S.A.
- Industrias Romí S.A. (2014). *Manual de instalación y características técnicas de la línea Romí D*. Brasil: ed.Romí S.A.

## WEDGRAFÍA

Industria Romí S.A. (s.f.). *Torno CNC*. Obtenido de [http://www.romí.com.br/fileadmin/Editores/MF/Catálogos/Espanhol/romí\\_c420\\_c510\\_es\\_aa\\_5.pdf](http://www.romí.com.br/fileadmin/Editores/MF/Catálogos/Espanhol/romí_c420_c510_es_aa_5.pdf)

Industrias Romí S.A. (s.f.). *Centro de Mecanizado Vertical*. Obtenido de [http://www.romí.com.br/fileadmin/Editores/MF/Catálogos/Espanhol/romí\\_d600\\_d800\\_es\\_aa\\_4\\_01.pdf](http://www.romí.com.br/fileadmin/Editores/MF/Catálogos/Espanhol/romí_d600_d800_es_aa_4_01.pdf)

Martinez, V. (2012). *Técnicas para el diseño de sistemas eléctricos*. Obtenido de <http://programacasasegura.org/mx/para-usted/técnica-para-el-diseño-de-sistemas-eléctricos-primer-parte/>

Mecanitzats Marín. (2011). *Proceso de mecanización*. Obtenido de [http://www.mecmarin.com/proceso\\_mecanización.html](http://www.mecmarin.com/proceso_mecanización.html)

Mendieta, D. M. (2013). *Manual de prácticas básicas del Centro de Mecanizado Vertical CNC HASS VF2*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3887/1/670427M538.pdf>

Moreno, P., & Navarro, G. (20 de Abril de 2012). *Proceso de fabricación sin arranque de viruta*. Obtenido de <http://ladrimedutecno.blogspot.com/2012/04/proceso-de-fabricación-con-arranque-de.html>

*Reglamento Electrónico para baja tensión*. (s.f.). Obtenido de [http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/RBT/rbt\\_articulos.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/RBT/rbt_articulos.pdf)

Sánchez, R. (30 de Abril de 2013). *Fundamentos Teóricos del Control Numérico*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/138721578/I-FUNDAMENTOS-TEÓRICOS-DEL-CONTROL-NUMÉRICO-pptx>

*Sistemas Neumáticos*. (s.f.). Obtenido de <https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidráulicas%20y%20Neumáticos/PDF/Tema%202.pdf>

## Anexo 1

### Símbolos de los elementos de un circuito eléctrico.

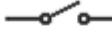
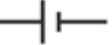
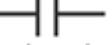
 Cable conductor	Es un conjunto de cables generalmente recubierto de un material aislante o protector.
 Termistor o resistencia térmica	Es una medida de la oposición que un material presenta a ser atravesado por un flujo de energía calórica o térmica
 Resistencia	Es un elemento que causa oposición al paso de la corriente, causando que en sus terminales aparezca una diferencia de tensión (un voltaje).
 Bombilla	Es un dispositivo eléctrico que produce luz mediante el calentamiento de un filamento metálico.
 Interruptor	Es un dispositivo para cambiar el curso de un circuito.
 Amperímetro	Es un instrumento que sirve para medir la potencia de amperios eléctricos que está circulando por un Circuito eléctrico.
 Pila	Es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica por un proceso químico transitorio. La pila contiene un polo positivo o ánodo y el otro es el polo negativo o cátodo.
 Voltímetro	Es un instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico cerrado pero a la vez abiertos en los polos.
 Resistencia variable	Es un dispositivo que tiene un contacto móvil que se mueve a lo largo de la superficie de una resistencia de valor total constante.
 Batería	Almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad.
 Condensador	Es un dispositivo que almacena energía eléctrica, es un componente pasivo.
 Inductancia	Es la relación entre el flujo magnético y la intensidad de corriente eléctrica.

Figura: Tabla de símbolos eléctricos.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-electrico/sistema-electrico2.shtml8>

## Anexo 2

Fotos de las instalaciones realizadas en el taller de trabajo.



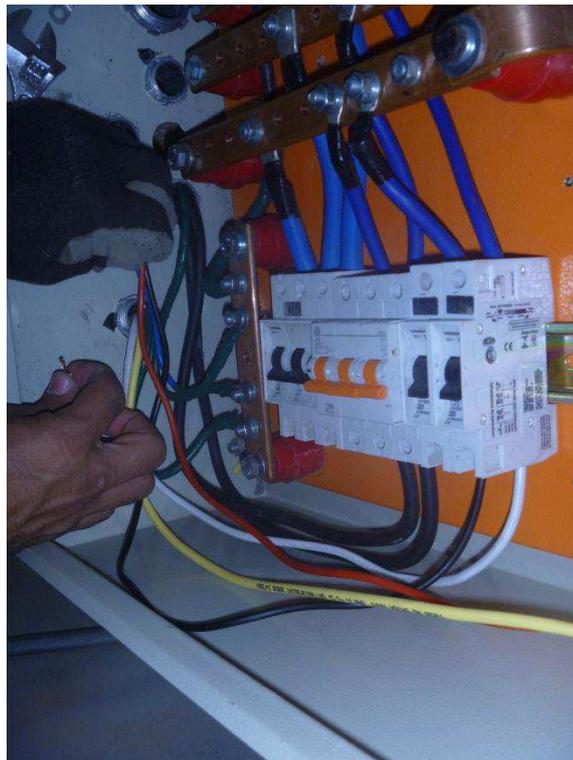
Ilustración 1. Instalación inicial del breaker principal de 250Amp y barras conductoras véase en la página 62.



Ilustración 2. Instalación de breaker principal trifásico de 250Amp junto con breker de 100Amp y 80Amp con cables conductores para máquinas CNC véase en la página 62.



**Ilustración 3. Tablero eléctrico junto a toda la conexión eléctrica instalada véase en la página 62.**



**Ilustración 4. Instalación de cables conductores y breakers véase en la página 62.**



**Ilustración 5. Tablero eléctrico instalado con todos sus componentes eléctricos breakers, cables conductores, barras conductoras y terminales véase en la página 62.**



**Ilustración 6. Panel aislante tipo sándwich de poliuretano instalado véase en la página 65.**



**Ilustración 7. Evaporador tipo piso techo instalado para la climatización del taller donde se encuentran las dos máquinas CNC véase en la página 66.**



**Ilustración 8. Vista del Área donde fueron instaladas las máquinas CNC completamente climatizada en el taller de la carrera de Mecánica Naval véase en la página 66.**



**Ilustración 9. Ubicación donde está instalada la máquina CNC ROMÍ C420 en el taller de la carrera de Mecánica Naval.**



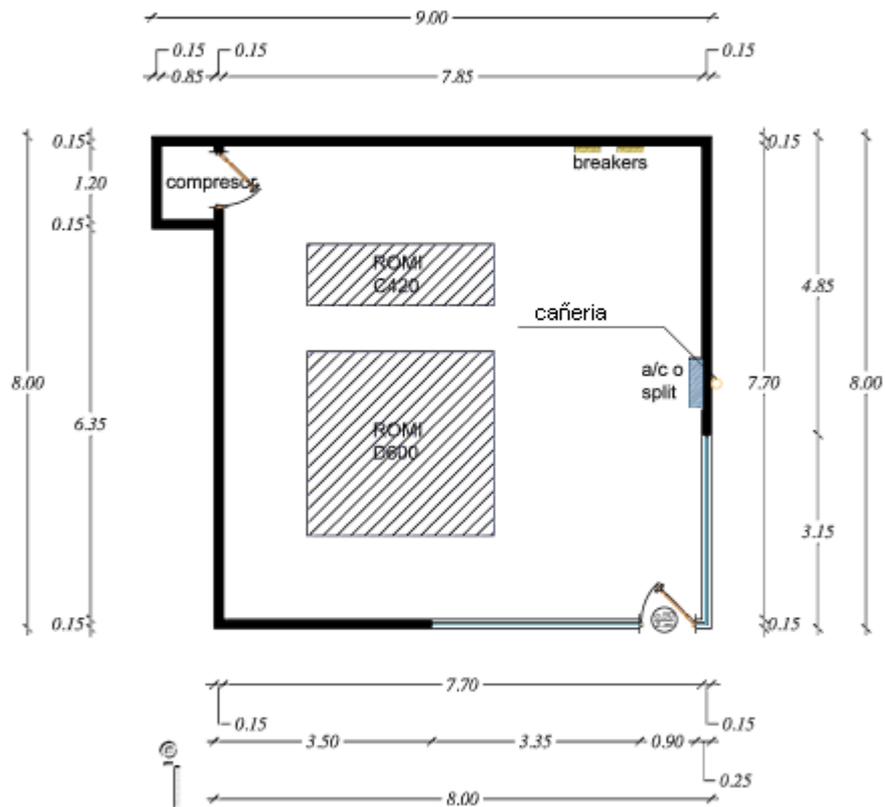
**Ilustración 10. Ubicación donde está instalada la máquina CNC ROMÍ D600 en el taller de la carrera de Mecánica Naval.**



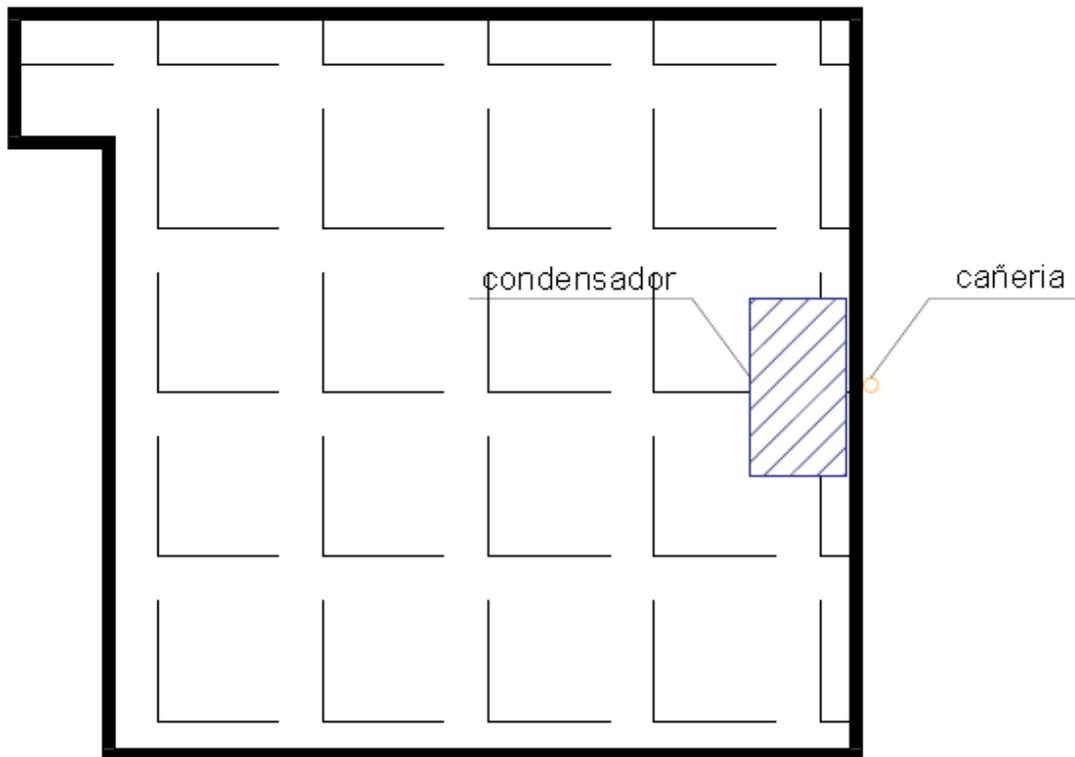
**Ilustración 11. Compresor de aire “Campbell hausfeld” de 350 psi de presión máxima y 6.5 hp de potencia para la instalación neumática de la máquina CNC ROMÍ D600 véase en la página 63.**

### Anexo 3

### Plano de la instalación.



PLANTA



## CUBIERTA

Capacidad del condensador: 5.0 toneladas

Diámetro de las cañerías:

$\varnothing_1 = 7/8''$

$\varnothing_2 = 3/8''$