**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA**

**Repositorio Digital USM** **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Técnico Universitario de acceso ABIERTO

2020

# SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LABORATORIO AUTOMATISMO DOS TALLER DE ELECTRICIDAD Y AUTOMATIZACIÓN

ROJAS VERDUGO, AGUSTÍN ALEJANDRO

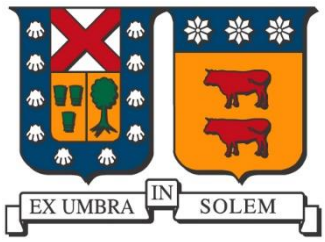
https://hdl.handle.net/11673/48833

*Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA*

# UNIVERSIDAD FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD

SEDE CONCEPCIÓN


Informe Final de Trabajo de Título

# Suministro de energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos

## Taller de Electricidad y Automatización


**Demian Arancibia Arriagada**

**Agustín Rojas Verdugo**

***Luis Muñoz Quezada***



Concepción, Febrero de 2020

# Resumen

En el presente trabajo de título se detallan los pasos necesarios para elaborar un proyecto eléctrico del laboratorio de automatización 2, se realizará una memoria explicativa separada por cinco capítulos. Este laboratorio se encuentra ubicado en el departamento de electricidad de la universidad técnica Federico santa María, nos guiaremos por la Norma chilena vigente y proyectaremos todos los requerimientos óptimos para tener un espacio seguro.

Se harán estudios de factibilidad de suministro de los transformadores del departamento para la alimentación del laboratorio, además se realizarán cálculos necesarios con fórmulas matemáticas para respaldar el dimensionamiento de conductores y protecciones.

Luego por medio de catálogos eléctricos y paginas online se escogerán todos los materiales necesarios para la instalación, se detallarán las características técnicas de cada elemento y artefacto considerado para la instalación, nos guiaremos de los resultados obtenidos en los cálculos para estimar correctamente los conductores y protecciones.

Con ayuda del software AutoCAD se levantarán planos de la distribución de los tomacorrientes del laboratorio y detalles de los tableros eléctricos, también el programa Dialux nos servirá para estimar una correcta distribución de luminarias y nos proporcionará valores de iluminación, que nos servirán para respaldar la iluminación y así cumplir con la Norma chilena.

# Agradecimientos

Queremos agradecer a todas las personas que han sido parte importante para el desarrollo de nuestra formación como profesional y como individuos íntegros, principalmente a la familia, Arancibia Arriagada y Rojas Verdugo, las cuales nos apoyaron y alentaron en todo momento, también a todos los docentes que nos acompañaron y retroalimentaron con su conocimiento y experiencia.

# Índice

**CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN ..... 1**

1.1 OBJETIVO GENERAL ..... 2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 2
1.3 ALCANCE Y LIMITACIONES ..... 3
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA ..... 3
1.5 ANTECEDENTES ..... 4
*Imágenes del laboratorio:* ..... 4
*1.5.1 Iluminación actual laboratorio* ..... 5
1.6 ESTIMACIÓN DE CARGAS ..... 6
*1.6.1 Circuito monofásico enchufes aislado* ..... 6
*1.6.2 Circuito Trifásico* ..... 6
*1.6.3 Circuito de Corriente Continua 110Vcc* ..... 8
*1.6.4 Circuito Alumbrado y servicios generales* ..... 9
1.7 DISPONIBILIDAD ENERGÍA ELÉCTRICA ..... 10
*1.7.1 Circuito monofásico enchufes aislado* ..... 10
*1.7.2 Circuito trifásico* ..... 11
*1.7.3 Circuito de Corriente Continua 110Vcc* ..... 12
*1.7.4 Circuito Alumbrado y servicios generales* ..... 13
*1.7.5 Puesta a Tierra* ..... 14

**CAPÍTULO 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ..... 15**

2.1 CIRCUITO MONOFÁSICO ENCHUFES AISLADO ..... 16
*2.1.1 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito* ..... 16
*2.1.2 Cálculo del conductor alimentador circuito monofásico* ..... 17
*2.1.3 Cálculo del conductor circuito monofásico* ..... 17
2.2 CIRCUITO TRIFÁSICO 3X220VAC ..... 18
*2.2.1 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito* ..... 18
*2.2.2 Cálculo del conductor alimentador circuito 3x320Vac* ..... 18
*2.2.3 Cálculo del conductor circuito 3x220Vac* ..... 19
2.3 CIRCUITO TRIFÁSICO 3X380VAC ..... 20
*2.3.1 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito* ..... 20
*2.3.2 Cálculo del conductor alimentador circuito 3x380Vac* ..... 21
*2.3.3 Cálculo del conductor circuito 3x380Vac* ..... 22
2.4 CIRCUITO DE CORRIENTE CONTINUA 110VCC ..... 22
*2.4.1Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito.* ..... 23
*2.4.2 Cálculo protección general del gabinete en este circuito.* ..... 23
*2.4.2 Cálculo del conductor alimentador circuito corriente continua* ..... 24
*2.4.3 Cálculo del conductor circuito corriente continua* ..... 24
2.5 CIRCUITO ALUMBRADO Y SERVICIOS GENERALES ..... 25
*2.5.1 Cálculo de la protección General del laboratorio en este circuito* ..... 25
*2.5.2 Cálculo del conductor alimentador circuito* ..... 25
*2.5.3 Cálculo del conductor circuito* ..... 26
2.6 ALUMBRADO DE EMERGENCIA ..... 26
*2.6.1 Cálculo de potencia de consumo* ..... 26
*2.6.2 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito* ..... 27
*2.6.3 Cálculo del conductor circuito* ..... 27
2.7 CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO ..... 27
*2.7.1 Icc para circuito 3x380Vac* ..... 28
*2.7.2 Icc para circuito 3x220Vac* ..... 31
*2.7.3 Icc para circuito corriente continua* ..... 33
*2.7.4 Icc para circuito 2x220Vac* ..... 34

**CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ..... 37**

3.1 ALIMENTACIÓN ..... 38

*3.1.1 Alimentación circuito monofásico enchufes aislado* ..... *39*
*3.1.2 Alimentación circuito 3x220 Vac* ..... *39*
*3.1.3 Alimentación circuito 3x380 Vac* ..... *40*
*3.1.4 Alimentación circuito de Corriente continua 110 Vcc* ..... *41*
*3.1.5 Alimentación Alumbrado y Servicios Generales* ..... *42*
3.2 TABLEROS ..... 42
*3.2.1 Gabinete N°1* ..... *43*
*3.2.2 Gabinete N°2* ..... *44*
*3.2.3 Tablero sobrepuesto 12 módulos* ..... *45*
3.3 PROTECCIONES ..... 45
*3.3.1 Protección circuito monofásico enchufes aislado* ..... *46*
*3.3.2 Protección circuito 3x220Vac* ..... *46*
*3.3.3 Protección circuito 3x380Vac* ..... *47*
*3.3.4 Protección circuito corriente continua 110 Vcc* ..... *50*
*3.3.5 Protección Alumbrado y Servicios Generales* ..... *50*
*3.3.6 Parada de emergencia* ..... *51*
3.4 CANALIZACIÓN ..... 51
*3.4.1 Canalización circuito monofásico enchufes aislado* ..... *52*
*3.3.2 Canalización circuito 3x220Vac* ..... *52*
*3.4.3 Canalización circuito 3x380Vac* ..... *52*
*3.4.4 Canalización circuito 110Vcc* ..... *52*
3.5 TOMACORRIENTES ..... 53
*3.5.1 Enchufes circuito monofásico enchufes aislado* ..... *53*
*3.5.2 Enchufes circuitos trifásicos* ..... *53*
*3.5.4 Enchufes circuito corriente continua 110Vcc* ..... *54*
*3.5.5 Enchufes circuito Alumbrado y Servicios Generales* ..... *54*
3.6 ALUMBRADO ..... 54
*3.6.1 Iluminación L.A.2* ..... *54*
*3.6.2 Artefactos de Iluminación* ..... *56*
*3.6.2 Alumbrado de emergencia* ..... *57*
3.7 PUENTE RECTIFICADOR ..... 58
*3.7.1 Funcionamiento de puente rectificador trifásico* ..... *58*
*3.7.2 Puente rectificador a instalar* ..... *60*

**CAPÍTULO 4. CUBICACIÓN DE MATERIALES ..... 66**

4.1INTRODUCCIÓN ..... 67
4.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ..... 67
*4.2.1 Alimentación* ..... *67*
*4.2.2 Protecciones* ..... *68*
*4.2.3 Canalización* ..... *69*
*4.2.4 Tomacorrientes* ..... *70*
*4.2.5 Tableros* ..... *70*
*4.2.6 Alumbrado* ..... *71*
*4.2.7 Otros elementos* ..... *71*
4.3 ANÁLISIS DE PRECIO DETALLADO ..... 72

**CAPÍTULO 5. PLANOS Y DIBUJOS ..... 73**

5.1INTRODUCCIÓN ..... 74
5.2 DISTRIBUCIÓN DE ENCHUFES ..... 74
5.2.1 DISTRIBUCIÓN ENCHUFES A. Y S.G ..... 75
*5.2.1.1 Conexión luminarias* ..... *76*
5.3 GABINETES ..... 77
*5.3.1 Tableros circuito 3x380Vac y 3x220Vac* ..... *77*
*5.3.1 Tableros circuito 2x220Vac y 110Vcc* ..... *78*
*5.3.2 Tableros circuito S.G y Alumbrado* ..... *79*
5.4 DIAGRAMAS UNILINEALES ..... 80
*5.4.1 Diagrama circuito Trifásico 3x380 y 3x220* ..... *80*

*5.4.2 Diagrama circuito 2x220Vac y 110Vcc*.....*81*
*5.4.3 Diagrama circuito Alumbrado y Servicios generales*.....*82*
5.5 DIAGRAMA DE CONTROL .....83

**CONCLUSIÓN**.....**84**

**ANEXOS**.....**85**

ANEXO 1, NORMA CHILENA 4/2003.....85
*Capítulo 1*.....*85*
*Capítulo 2*.....*86*
*Capítulo 3*.....*86*

**BIBLIOGRAFÍA**.....**88**

**LINKOGRAFÍA**.....**89**

EX UMBRA IN SOLEM

# Lista de Tablas

**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** ..... 6
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** ..... 7
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** ..... 7
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** ..... 8
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....10
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....67
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....68
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....69
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....70
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....70
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....71
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** elementos .....71
**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** .....72

# Lista de imágenes

Imagen 1 Enchufe trifásico. 4
Imagen 2 Conductores. 4
Imagen 3 Iluminación LA2. 5
Imagen 4 Medidas de lúmenes L.A.2 5
Imagen 5 Barra repartidora de tierra. 14
Imagen 6 Puntos Icc. 28
Imagen 7 Características alimentador 1. 39
Imagen 8 Información técnica alimentador 1. 39
Imagen 9 Características alimentador 2. 40
Imagen 10 Información técnica alimentador 2. 40
Imagen 11 Características alimentador 3. 40
Imagen 12 Información técnica alimentador 3. 40
Imagen 13 Características alimentador 4. 41
Imagen 14 Información técnica alimentador 4. 41
Imagen 15 Características alimentador 5. 42
Imagen 16 Información técnica alimentador 5. 42
Imagen 17 Vigilante isoNAV685-D. 48
Imagen 18 Esquema de control vigilante isoNAV685-D. 49
Imagen 19 Esquema de conexionado vigilante isoNAV685-D. 49
Imagen 20 Información técnica isoNAV685-D. 50
Imagen 21 Botonera de emergencia. 51
Imagen 22 Representación 3D de la distribución luminosa 55
Imagen 23 Isolíneas de la iluminación 56
Imagen 24 Dibujo Acad Tele ruptor 16AX 57
Imagen 25 Estructura física diodo. 59
Imagen 26 Esquema de conexión Rectificador B6U, PWS-A. 59
Imagen 27 Sinusoidal de rectificación de onda completa con conmutación de diodos 60
Imagen 28 Grafica de onda rectificada. 60
Imagen 29 Información técnica rectificador B6U, PWS-A. 62
Imagen 30 Información técnica rectificador B6U, PWS-A. 62
Imagen 31 Medidas físicas rectificador B6U, PWS-A. 64
Imagen 32 Medidas físicas rectificador B6U, PWS-A. 64
Imagen 33 Vista frontal Disipador de calor. 65
Imagen 34 Distribución de enchufes LA2. 74
Imagen 35 Distribución de enchufes Alumbrado y S.G. 75
Imagen 36 Conexión luminarias laboratorio automatización 2. 76
Imagen 37 Tableros circuito 3x380 y 3x220. 77
Imagen 38 Tableros 2x220V y 110Vcc. 78
Imagen 39 Tableros A y S.G. 79
Imagen 40 Diagrama unilineal trifásico. 80
Imagen 41 Diagrama unilineal 2x220V y 110Vcc. 81
Imagen 42 Diagrama unilineal A. y S.G. 82
Imagen 43 Diagrama de control. 83

# Siglas, simbologias y abreviaciones.

| Sigla, símbolo o abreviación | Definición | Unidad |
|---|---|---|
| V | Símbolo del potencial eléctrico, expresado en voltios. | Volt |
| kW | Símbolo de unidad de medida que equivale a la cantidad de energía expresada en orden de miles. | Watts |
| A | Símbolo de unidad de intensidad de corriente eléctrica. | Amper |
| W | Símbolo de unidad para la potencia. | Watts |
| △V | Símbolo que representa la caída de tensión. | Volt |
| °C | Símbolo de unidad de una escala de medición de temperatura. | Celsius |
| If | Símbolo que representa la corriente de fase. | Amper |
| Pf | Símbolo que representa la potencia de fase. | Watts |
| K | Símbolo que representa el factor de conductividad. | Kelvin |
| mA | Símbolo de unidad de medida que equivale a la cantidad de intensidad de corriente eléctrica. | Amper |
| Hz | Símbolo que representa la unidad de medida de frecuencia. | Hertz |
| K | Símbolo de unidad de una escala de medición de temperatura. | Kelvin |
| Lux | Unidad para la iluminancia o nivel de iluminación. | Lúmenes |
| kVA | Unidad Potencia Aparente expresada en orden de miles. | Volt-Amper |
| Z | Símbolo representa la impedancia. | ohm |
| Vac | Sigla que representa el potencial eléctrico alterno. | Volts |
| kA | Símbolo de unidad de intensidad de corriente eléctrica expresada en orden de miles. | Amper |
| AC | Sigla que representa Alternating current (corriente alterna). | - |
| Ah | Sigla que representa los Amper hora | Amper |
| EVA | Etil vinil acetato (libre de halógeno) | - |
| N° | Numero | - |
| Nch | Norma chilena electricidad | - |
| SEC | Superintendencia Electricidad y Combustible | - |
| L.A. | Laboratorio automatización | - |
| CC | Corriente continua | - |
| N | Neutro | - |
| F | Fases | - |
| Ø | Fases | - |
| T | Tierra de protección | - |
| mm | Milímetro | - |
| $mm^2$ | Milímetros cuadrados | - |
| $m^2$ | Metros cuadrados | - |
| NA | Normal abierto | - |
| NC | Normal cerrado | - |
| Hrs | Horas | - |
| TP | Tierra de protección | - |
| AWG | American Wire Gauge | - |
| c/u | Cada uno | - |

# Capítulo 1. Introducción

# Introducción

- En el Departamento de electricidad de la Universidad Técnico Federico Santa María se imparten múltiples ramos, ya sean de la especialidad o de ramas adyacentes a esta, para esto es necesario la implementación de laboratorios con instalaciones especializadas, en los cuales se pueda realizar ensayos con máquinas y elementos de la especialidad, y así lograr un correcto aprendizaje teórico/practico. Estos laboratorios tienen que ser ad hoc al contexto de la función que cumplirán, en nuestro caso será de automatización y al contexto de aula de clases; De eso se verá reflejado nuestro proyecto.

## 1.1 Objetivo General

Proyectar la instalación eléctrica para el laboratorio automatismo dos, solo hasta la etapa de diseño, esta instalación consta en proponer el suministro de energía eléctrica para las distintas tensiones requeridas, corriente continua para la tensión 110V, corriente alterna para tensiones monofásicas 220V y trifásicas 3x220V y 3x380V, dimensionando este recinto bajo los criterios de seguridad normados por la Nch 4/2003 y Nch 2/84.

EX UMBRA IN SOLEM

## 1.2 Objetivos Específicos

Objetivo 1: - Dimensionar requerimientos para todo trabajo que se ejecutará en este laboratorio.
Objetivo 2: -Dimensionar correctamente la selectividad de las protecciones eléctricas para cada circuito, todo esto bajo los criterios del código eléctrico vigente.
Objetivo 3: - Hacer estudio lumínico del laboratorio, apoyándose con el software DIALUX 4.16, esto con el fin de cumplir con requerimiento lumínicos que impone la normativa eléctrica vigente.
Objetivo 4: - Elaboración de planos de distribución de enchufes, luminarias y planos de detalle de los tableros eléctricos de acuerdo a el código eléctrico chileno.
Objetivo 5: - Plantear una distribución de la energía eléctrica segura, aplicando criterios como, separación de circuitos y uso de elementos ignífugos que no emitan gases tóxicos.

## 1.3 Alcance y limitaciones

- El presente proyecto estimara el cambio de la instalación ya dispuesta en el laboratorio de automatización 2, la cual no se presenta una instalación de acuerdo a norma chilena vigente Nch4/2003.
-Se enfocará solo hasta la etapa de diseño, dejando así excluida la ejecución de este.
- Se proyectará una instalación con 9 puestos de trabajo distribuidos alrededor del laboratorio de automatización 2.
- Todo lo especificado en esta memoria explicativa estará dispuesto según lo defina el propietario o representante legal del proyecto en el transcurso de la obra.
- Los materiales considerados serán nuevos y tendrán que contar con sus respectivos sellos certificados por SEC, Los cuales respaldan que son seguros y aptos para una instalación.

## 1.4 Descripción de la obra

La presente Memoria Explicativa corresponde al proyecto “suministro de energía eléctrica para sala de automatización dos”, ubicada en el departamento de Electricidad de la Universidad Técnica Federico Santa María, con dirección Arteaga Alemparte 943, Hualpén, Talcahuano, Región del Biobío.

La finalidad de esta instalación es poder proyectar un laboratorio de clases, el cual deberá tener disponible los sistemas eléctricos monofásico, trifásicos y de corriente continua aislados, además un circuito monofásico no aislado para servicios generales. Estos sistemas antes mencionados lo usarán los alumnos y docentes de la Universidad para poder realizar ensayos a distintas máquinas y artefactos eléctricos con fines netamente de aprendizaje.

El suministro de energía eléctrica para este salón de clases será de los gabinetes distribuidores N°1, N°2 y N°3, ubicado aproximadamente a 15 metros de la entrada del taller de electricidad, así mismo contemplar una buena selectividad de protecciones para los diferentes circuitos de este laboratorio.

## 1.5 Antecedentes

Se analiza la instalación ya implementada en el laboratorio y se determina que no se encuentra apta para la realización de ensayos a máquinas, motores y artefactos eléctricos por los siguientes motivos:

- No presenta alimentación trifásica 3x220V.
- La alimentación trifásica 3x380V y monofásica NO se encuentra instalada bajo los estándares óptimos según norma.
- Considerándose un recinto de reunión de personas, en este laboratorio se deben utilizar conductores con propiedades retardantes a la llama y que no emitan gases tóxicos, lo cual actualmente no se cumple en el circuito monofásico ya que tiene alambre NYA 1.5mm2 para los enchufes.
- La iluminación presente no es la adecuada para los requerimientos de un laboratorio y no cumple los estándares de la Norma Nch 4/2003 (tabla N°11.24) en cuanto a iluminación mínima.

**Imágenes del laboratorio:**

EX UMBRA IN SOLEM

**Imagen 1 Enchufe trifásico**

**Imagen 2 Conductores**

### 1.5.1 Iluminación actual laboratorio

- Se hizo un ensayo a la iluminación actual del laboratorio, esto para determinar si cumple con los requerimientos impuestos por la Norma Chilena y así diseñar una disposición nueva de luminarias.
- Se midieron los luxes en 6 puntos a lo largo del laboratorio mostrados gráficamente en la imagen 4, obteniendo los siguientes resultados mostrados en esta. Para esta medición se utilizó el luxómetro digital TES 1330 y se usó referencia de plano de trabajo de 80cm.
- Se concluyó que la iluminación actual no cumple con el mínimo de lúmenes para un laboratorio, por lo cual se implementara otro sistema de iluminación.

**Imagen 3 Iluminación del laboratorio AUT2**

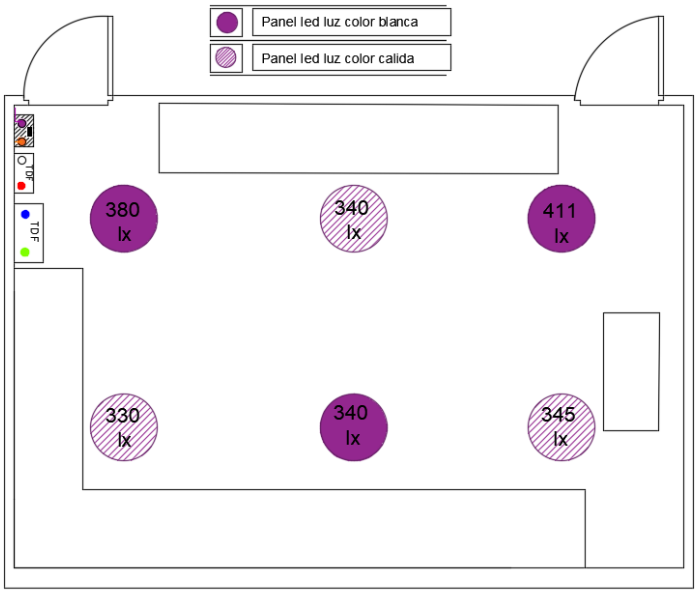



**Imagen 4 Medidas de lúmenes L.A.2**

## 1.6 Estimación de cargas

### 1.6.1 Circuito monofásico enchufes aislado

La potencia total declarada para el circuito monofásico se deduce de la cuantificación algebraica de los consumos presentes en el departamento más la suma de los 9 puestos de trabajo que tendrán una potencia fija disponible.

- Para los enchufes se considerará 250W fijo por cada puesto.
- Las presentes cargas se estimarán como cargas fijas en ensayos del laboratorio y se sumarán a la potencia total de los enchufes y así tener un aproximado de potencia máxima.

| **Cargas** | **Potencia unitaria** | **Potencia total** |
|---|---|---|
| 9 enchufes | 2.25kW | 2.25kW |
| Ensayo montado VDF con freno | 0.18kW | 0.18kW |
| Resistencia + motor (simulación planta térmica). | 0.12kW | 0.12kW |
| Fuentes variables alimentación | 0.10kW | 0.10kW |

**Tabla 1 cargas monofásicas**

**Potencia máxima estimada=2.65kW.**

### 1.6.2 Circuito Trifásico

La potencia total declarada para el circuito trifásico se deduce de la cuantificación algebraica de las potencias nominales de los artefactos eléctricos presentes en el departamento de Electricidad de la Universidad.

### *1.3.1 Red eléctrica 3x220volts*

- Las presentes cargas se estimarán como cargas fijas en ensayos de laboratorio

| **Cargas** | **Potencia unitaria** | **Potencia total** |
|---|---|---|
| Variador de Frecuencia | 4kW | 4kW |
| 3 Motores 3Ø | 3kW | 9kW |
| Fuente de alimentación | 5kW | 5kW |
| 2 Partidores Suaves | 0.55kW | 1.1kW |

**Tabla 2 cargas trifásicas 3x220**

**Potencia máxima estimada= 19.1kW.**

- A esta potencia se le aplicara un factor de simultaneidad ya que nunca estarán todos estos equipos conectados de manera simultánea durante un periodo de tiempo, el valor de este factor será de 0,6.

**Potencia total= 19.1x0.6=11.5kW.**

- ***1.3.2 Red eléctrica 3x380 volts***

EX UMBRA IN SOLEM

- Las presentes cargas se estimarán como cargas fijas en ensayos de laboratorio

| **Cargas** | **Potencia unitaria** | **Potencia total** |
|---|---|---|
| 2 Motores 3Ø | 3kW | 6kW |
| 4 Motores 3Ø | 1.5kW | 6kW |
| Variador de Frecuencia | 7.5kW | 7.5kW |

**Tabla 3 cargas trifásicas 3x380**

**Potencia máxima estimada 19.5kW.**

- A esta potencia se le aplicara un factor de simultaneidad ya que nunca estarán todos estos equipos conectados de manera simultánea durante un periodo de tiempo, el valor de este factor será de 0,6.

**Potencia total=19.5x0.6=11.7kW.**

### 1.6.3 Circuito de Corriente Continua 110Vcc

La potencia total instala para el circuito de corriente continua se deduce de la suma algebraica de las potencias de las cargas presentes en el Departamento de electricidad de la Universidad.

- Se estimarán las siguientes cargas para el circuito **Corriente Continua**

  En el pañol del taller de Electricidad se dispone de 4 resistencias, reóstatos y barras de calor, por lo cual para el cálculo de la potencia se contemplarán 4 equipos conectados de manera simultánea.

| **Cargas** | **Potencia unitaria** | **Potencia total** |
|---|---|---|
| 4 Resistencias | 0.1kW | 0.4 kW |
| 4 Reóstato | 0.18kW | 0.72 kW |
| 4 Barras de calor | 0.15kW | 0.4 kW |
| Freno de Foucault | 0.32kW | 0.32kW |
| Chopper | 2kW | 2kW |

**Tabla 4 Cargas corriente continua**

**Potencia máxima estimada 3.84kW.**

EX UMBRA IN SOLEM

### 1.6.4 Circuito Alumbrado y servicios generales

- ***Circuito de alumbrado laboratorio automatización dos***

En este circuito el consumo total será la suma de las potencias nominales dadas por el fabricante para cada luminaria.

- 12 equipos Led Iluminarias empotrables Philips

- ***Circuito de enchufes servicios generales***

El consumo de este circuito contemplara el uso de artefactos de aseo, teniendo en cuenta que no se ocupara más de uno simultáneamente se estimara el de mayor potencia.

- Maquina abrillantadora RS-18

- ***Circuito de control gabinetes***

- **Control circuito monofásico**

Este circuito dispondrá una luz de presencia de tensión de 24 watts.

EX UMBRA IN SOLEM

- **Control circuito trifásico 3x220**

Este circuito dispondrá tres luces de presencia de tensión de 24 watts, teniendo una potencia de consumo aproximada de 72W.

- **Control circuito trifásico 3x380**

Este circuito dispondrá tres luces de presencia de tensión de 24 watts, teniendo una potencia de consumo aproximada de 72W.

- **Control circuito corriente continua**

Este circuito dispondrá una luz de presencia de tensión de 24 watts.

| Cargas | Potencia unitaria | Potencia total |
|---|---|---|
| 12 equipos led | 36 W | 432Watts |
| Maquina abrillantadora RS-18 | 1.1kW | 1.1kW |
| Circuitos de control | 24W | 192Watts |

**Tabla 5 cargas alumbrado y servicios generales**

**Potencia Total= 1.724kW**

## 1.7 Disponibilidad energía eléctrica

- Para parametrizar la disponibilidad eléctrica del laboratorio de automatización 2 se considerará el estudio de cargas dispuesto en el punto 1.6 del capítulo uno.

### 1.7.1 Circuito monofásico enchufes aislado

- La factibilidad de este suministro dependerá de los circuitos instalados en el transformador monofásico tipo seco 5kVA, 380/220V ubicado en los gabinetes del taller de electricidad.

- Esta tensión proviene del gabinete N°2 la cual consta con:

a. Protección General de 40 A.
b. Disyuntor termomagnético 25 A (Laboratorio de Maquinas).
c. Disyuntor termomagnético 10 A (Laboratorio Electrometría).

- Se estimará una protección de 16A por medio del resultado de la estimación de cargas (punto **1.6.1),** obteniendo como conclusión que **existe disponibilidad** eléctrica para esta tensión ya que el consumo de estos subcircuitos rara vez estarán trabajando en condiciones nominales y funcionando ambos de manera simultánea.

### 1.7.2 Circuito trifásico

- ***Red eléctrica 3x380 Vac***

- Este circuito es el único instalado en el laboratorio de automatización dos conectado directamente con su transformador de aislación, por lo cual, se comparará la potencia instalada con la potencia a instalar para determinar si existe factibilidad.
- El laboratorio consta con un disyuntor termomagnético trifásico de 32 A, considerando este valor como corriente máxima, el laboratorio tendría una potencia estimada de:

  Potencia max= 32 A* 380* $\sqrt{3}$ = 21061,73W ≈ 21062 W

- Se comparó el resultado con la estimación de cargas de esta tensión, punto **1.6.2**, obteniendo como conclusión que **existe disponibilidad** eléctrica para esta tensión.

- ***Red eléctrica 3x220 Vac***

- La factibilidad de este suministro dependerá de los circuitos instalados en el transformador monofásico tipo seco 24kVA, 3x380/3x220V ubicado en los gabinetes del taller de electricidad.

- Esta tensión proviene del gabinete N°2 la cual consta con:

a. Protección General de 63 A 690 V.
b. Disyuntor termomagnético 40 A (Laboratorio de Maquinas eléctricas).
c. Disyuntor termomagnético 25 A (Laboratorio de Mantención).
d. Disyuntor termomagnético 10 A (Laboratorio de Electrometría).
e. Disyuntor termomagnético 16 A (Laboratorio de Control y accionamiento).
f. Disyuntor termomagnético 16 A (Laboratorio de Automatización).

- Este circuito no presenta un uso nominal de las corrientes de las protecciones, por lo cual, basándose en la estimación de cargas, punto 1.6.2, **existe disponibilidad** eléctrica para esta tensión.

### 1.7.3 Circuito de Corriente Continua 110 Vcc

- La factibilidad de este suministro dependerá de los circuitos instalados en el transformador monofásico tipo seco 15kVA, 3x380/3x86V ubicado en los gabinetes del taller de electricidad.

- Esta tensión proviene del gabinete N°3 la cual consta con:

a. Protección General de 100 A.

b. Disyuntor termomagnético 80 A (Laboratorio de Maquinas).

c. Disyuntor termomagnético 10 A (Laboratorio de Mediciones).

- Ahora, según el punto 1.6.3 del presente documento (estudio de cargas) nuestra potencia estimada es de 3.84 KW y el cálculo de nuestra corriente (punto 2.4.c) es de 24.43 A. Si esta corriente la aproximamos al valor superior más cercano de una protección, da 30 A.
- El departamento consta con un rectificador trifásico de 6 pulsos de 50A(aproximadamente), Su protección general es de 100A y esta es la encargada de suministrar energía dos laboratorios del taller, primero el laboratorio de máquinas que consta una protección general de 80A, segundo alimenta el laboratorio de mediciones que tiene una protección general de 10A, dándonos un total de 90A. Como consecuencia de estos consumos el rectificador ha dado evidencia de verse sobrecargado al estar ambos laboratorios trabajando, por ende, **no existe disponibilidad** de energía eléctrica.

EX UMBRA IN SOLEM

### 1.7.4 Circuito Alumbrado y servicios generales

- El laboratorio actualmente no consta con suministro de alumbrado y servicios generales, por lo cual no hay antecedente de un estudio de disponibilidad; Es por esto que se tuvieron que aplicar otros criterios para determinar si es factible.

- Esta tensión proviene del gabinete N°3 la cual consta con:

a. Protección General de 40 A.
b. Protección diferencial General 63A.
c. Disyuntor termomagnético 32 A (Laboratorio de Maquinas).
a. Disyuntor termomagnético 40 A (Nave central).
b. Disyuntor termomagnético 32 A (Laboratorio de Electrometría).
c. Disyuntor termomagnético 25 A (Laboratorio de Procesos).
d. Disyuntor termomagnético 20 A (Pañol eléctrico).
e. Disyuntor termomagnético 25 A (Laboratorio de Automatización).

- Este circuito es de alimentación directa y no tiene relación con los demás circuitos, ni tampoco depende de ellos, la protección que tendrá el laboratorio será de 16A, algunas de las protecciones mencionadas anteriormente no cuentan con cargas o consumos conectados, por ende, se determina que si **existe disponibilidad** eléctrica para alimentar nuestro sub circuito.

### 1.7.5 Puesta a Tierra

- El taller de electricidad cuenta con una puesta a tierra principal de alimentación la cual está habilitada con 15 pernos de conexión, esta barra repartidora está ubicada en el gabinete TOTEN N°1 y actualmente tiene disponible 4 pernos de conexión de la cual se hará uso de uno, el cual derivará la conexión a tierra hasta una sub barra repartidora para el laboratorio de automatización 2, esta barra se ubicará en el gabinete N°1 del laboratorio.
- Esta barra por antecedentes y términos expuestos por el mandante, esta apta para suministrar el L.A 2.
- Esta barra brindara un punto de referencia a tierra a los circuitos aislados 2x220V, 3x220V y 3x380V.
- El calibre de nuestro conductor será contemplando la mayor corriente calculada que consumirá cualquiera de los circuitos, en este caso será una corriente de 36 A proveniente del cto. 3x220V.
- Se utilizó un conductor de 4mm$^2$ para el gabinete de alimentación donde se ubica la barra principal de tierra, y para el L.A 2 el calibre del conductor será de 2,5mm$^2$.

EX UMBRA IN SOLEM

**Imagen 5 Barra repartidora de tierra**

# Capítulo 2. Cálculos Justificativos

# Introducción

En este capítulo se presentarán cálculos que serán usados como argumentos con fines de respaldar cualquier determinación en cuanto a criterios a aplicar y/o decisiones de materiales y elementos que se estimarán (protecciones, conductores y caídas de tensión); se presentara la justificación matemática de las soluciones de los cinco circuitos, indicándose los factores influyentes que se aplicaron.

## 2.1 Circuito monofásico enchufes aislado

-Potencia total máxima estimada= 2.65kW (Ver Cap1 1.6.1).
- Cada enchufe tendrá disponible una potencia máxima de 294Wc/u considerando el funcionamiento de todos los puestos.
-Se considerará la protección comercial superior más cercana al valor de corriente calculado.
-Se estimarán dos protecciones una general de gabinete y una general del laboratorio.

### 2.1.1 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito

**Imax=** $\frac{2650}{220}$ **= 12A**

EX UMBRA IN SOLEM

Para el cálculo de la protección General del Gabinete en este circuito se considerará un interruptor automático con un factor del 20% de sobrecarga de la corriente máxima.

**I1=12x1.2= 14.4A**

### 2.1.2 Cálculo del conductor alimentador circuito monofásico

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será I1(14.4A).

-La distancia desde el gabinete hasta el tablero del laboratorio es 15m aprox.

-Se considerará un cable de 12AWG (3.31mm$^2$), aislación XLPE y cubierta de PVC, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente (20°C) es de 36A.

-La caída de tensión, la cual debe ser inferior a 3% según Norma chilena (punto 7.1.1.3).

-Este conductor será el alimentador del circuito de enchufes monofásico aislado.

**Formula a utilizar**

$$\triangle V = \frac{2 * L * I * Cos\omega}{K * S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$$\triangle V = \frac{2 * 15 * 14.4 * 0.95}{58 * 3.31} = 2.13v \quad \% \frac{2.13 * 100}{220} = 0.96\%$$

IN EXCELSIS SOLEM

### 2.1.3 Cálculo del conductor circuito monofásico

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será Imax(12A).

-Se considerará un cable de 2.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 18A.

$$\triangle V = \frac{2 * L * I * Cos\omega}{K * S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$\triangle V = \frac{2*13*12*0.95}{58*2.5}$=2V $\%\frac{2*100}{220}$=0.9%

## 2.2 Circuito trifásico 3x220Vac

- Se estimó una potencia máxima de consumo 11.5KW por medio de la suma las potencias de los equipos con mayor consumo presentes en el Departamento de electricidad. (Ver Cap1 1.6.2).
- Cada enchufe tendrá disponible 1.3KWc/u considerando el funcionamiento de todos los enchufes simultáneamente.
- Se aplicará un factor de simultaneidad a la corriente de 0.6.
- Se considerará la protección comercial superior más cercana al valor de corriente calculado.
-Se estimarán dos protecciones una general de gabinete y una general del laboratorio.

### 2.2.1 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito

Imax= $\frac{19100}{\sqrt{3}*220}$= 61.80A

P2=19.10kwx0.6=11.46KW

**I2= $\frac{11460}{\sqrt{3}*220}$=30A**

EX UMBRA IN SOLEM

Para el cálculo de la protección General del Gabinete en este circuito se considerará un automático con un factor del 20% de sobrecarga de la corriente máxima.

**I2.2=30x1.2= 36A.**

### 2.2.2 Cálculo del conductor alimentador circuito 3x320Vac

-Para cálculo de conductor se considerarán las 3 fases equilibradas por ende la potencia máxima se factorizará por 3.

Pf=$\frac{19100}{3}$=6.36KW.

If=$\frac{6360}{\sqrt{3x220}}$=16.6A.

-Se calculará un factor de sobrecarga a la corriente que circula por el conductor de un 30%.

If.1=16.6x1.3=21.58A.

- La corriente máxima que circulara por el conductor es If.1
-La distancia desde el gabinete hasta el tablero del laboratorio es 15m aprox.
-Se considerará un cable multiconductor de 10AWG (5.26mm$^2$), cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 46 A.
-La caída de tensión, la cual debe ser inferior a 3% según Norma chilena (punto 7.1.1.3).

**Formula a utilizar**

$$\triangle V = \frac{2 * L * I * Cos\omega}{K * S}$$

L= largo del conductor en metros.
I= corriente máxima.
K= factor de conductividad (cobre=58).
△V= Caída de tensión del conductor.
$Cos\omega$= 0.95

EX UMBRA IN SOLEM

$$\triangle V = \frac{2 * 15 * 21.58 * 0.95}{58 * 5.26} = 2V \qquad \% \frac{2 * 100}{220} = 0.90\%$$

### 2.2.3 Cálculo del conductor circuito 3x220Vac

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será If(16.6A).
-Se considerará un cable de 2.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 18A.

**Formula a utilizar**

$$\triangle V = \frac{2 * L * I * Cos\omega}{K * S}$$

L= largo del conductor en metros.

I= corriente máxima.

K= factor de conductividad (cobre=58).

△V= Caída de tensión del conductor.

$Cos\omega$= 0.95.

$$\triangle V = \frac{2 * 13 * 16.6 * 0.95}{58 * 2.5} = 2.8V \qquad \% \frac{2.8 * 100}{220} = 1.2\%$$

## 2.3 Circuito trifásico 3x380Vac

- Se estimó una potencia máxima de consumo 9.2kW Sumando las potencias de los equipos con mayor consumo presentes en el Departamento de electricidad. (Ver Cap1 1.6.2).
- Cada enchufe tendrá disponible 1kW.
- Se aplicará un factor de simultaneidad a la corriente de 0.6.
- Se considerará la protección comercial superior más cercana al valor de corriente calculado.
-Se estimarán dos protecciones una general de gabinete y una general del laboratorio.

EX UMBRA IN SOLEM

### 2.3.1 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito

$$Imax = \frac{19500}{\sqrt{3} * 380} = 29.62A$$

P2=19.5KWx0.6= 11.7kW

$$\mathbf{I2} = \frac{\mathbf{11700}}{\sqrt{\mathbf{3}} * \mathbf{380}} = \mathbf{17.77A}$$

Para el cálculo de la protección General del Gabinete en este circuito se considerará un automático con un factor del 20% de sobrecarga de la corriente máxima.

**I2.2=17.77x1.2= 21.32A**

### 2.3.2 Cálculo del conductor alimentador circuito 3x380Vac

-Para cálculo de conductor se considerarán las 3 fases equilibradas por ende la potencia máxima se factorizará por 3.

-Se calculará un factor de sobrecarga a la corriente que circula por el conductor de un 30%.

$Pf=\frac{19500}{3}$=6.5kW

$If=\frac{6500}{\sqrt{3}x380}$= 9.87A

If.2=9.87x1.3= 12.83A

- La corriente máxima que circulara por el conductor es If.2.

-La distancia desde el gabinete hasta el tablero del laboratorio es 15m aprox.

-Se considerará un cable multiconductor de 10AWG (5.26mm$^2$), cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 46 A.

-La caída de tensión, la cual debe ser inferior a 3% según Norma chilena (punto 7.1.1.3).

**Formula a utilizar**

$$\triangle V = \frac{2*L*I*Cos\omega}{K*S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$$\triangle V = \frac{2 * 15 * 12.83 * 0.95}{58 * 5.26} = 1.19V \qquad \% \frac{1.19*100}{220} = 0.54\%$$

EX UMBRA IN SOLEM

### 2.3.3 Cálculo del conductor circuito 3x380Vac

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será If(9.87A).

-Se considerará un cable de 2.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 18A.

$$\triangle V = \frac{2*L*I*Cos\omega}{K*S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$$\triangle V = \frac{2*13*9.87*0.95}{58*2.5}=1.6V \qquad \% \frac{1.6*100}{220}=0.7\%$$

## 2.4 Circuito de Corriente continua 110Vcc

- Potencia máxima estimada= 3.84kW (Ver Cap1 1.7.3).
- La potencia a considerar para los cálculos se verá modificada por el factor de simultaneidad (0.7).
- Se considerará la protección comercial superior más cercana al valor de corriente calculado.
- Se estimarán tres protecciones de 110Vcc, primero la general de gabinete luego una general del laboratorio y por ultimo las protecciones de separación de circuitos.
- Se estimará una protección general del gabinete 3x86Vac que será la encargada de alimentar el rectificador.

EX UMBRA IN SOLEM

**2.4.1Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito.**

Imax= $\frac{3840}{110}$= 34.9A

***a)*** P2= 3840x0.7= **2688W**

I2=$\frac{2688}{110}$= **24.43A**

Para la separación del circuito se dividirá la corriente I2 (Protección general del laboratorio), en relación a la cantidad de circuitos y así tener un valor aproximado de estas, obteniendo I3 (Protección de separación de circuitos).

- Se separarán en dos circuitos

**I3=$\frac{24.43}{2}$=12.2A**

**2.4.2 Cálculo protección general del gabinete en este circuito.**

- Para el cálculo de la Corriente de la protección General del Gabinete en este circuito se calculará en base a la potencia máxima del rectificador.
- La protección trifásica se calculará en base a la tensión de salida del transformador.
- Se considerará un factor de simultaneidad de 0.8 para este circuito, dándonos como resultado una corriente IF la cual definirá nuestra protección.
- - Se considerará la protección comercial superior más cercana al valor de corriente calculado.

IMax=$\frac{5000}{\sqrt{3}*86}$=33.5A

**IF=33.5x0.8= 26.8A**

EX UMBRA SOLEM

### 2.4.2 Cálculo del conductor alimentador circuito corriente continua

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será IF (26.8).
Se considerará un cable multiconductor de 10AWG (5.26mm$^2$), cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 46 A.
- El largo del conductor será de 15m aproximadamente.

**Formula a utilizar**

$$\triangle V = \frac{2*L*I*Cos\omega}{K*S}$$

L= largo del conductor en metros
I= corriente máxima
K= factor de conductividad (cobre=58)
△V= Caída de tensión del conductor
$Cos\omega$= 0.95

$$\triangle V = \frac{2*15*26.8*0.95}{58*5.26} = 2.5V \qquad \%= \frac{2.5*100}{86} = 2.9\%$$

EX UMBRA IN SOLEM

### 2.4.3 Cálculo del conductor circuito corriente continua

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será I3(12.3A).
-Se considerará un cable de 2.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 18A.

$$\triangle V = 2 * R * I = 2 * I * p * L/S$$

L= longitud del cable (m)
S= sección del cable (mm$^2$)
I= intensidad (A)
p= resistividad del cable

$\triangle V = 2 * 12.3 * \frac{0.0643 * 13}{2.5}$=8.2V  %=$\frac{8.2*100}{110}$=7.4%

## 2.5 Circuito Alumbrado y Servicios generales

### 2.5.1 Cálculo de la protección General del laboratorio en este circuito

- La potencia estimada para los subcircuito a, b y c se especificará en la tabla 5 del capítulo uno, punto 1.6.4 de estimación de cargas.

a-Potencia estimada 432Watts

b-Potencia estimada control 192Watts

c-Potencia estimada para 1.1kWatts

Ia=$\frac{432}{220}$=1.96A

Ib=$\frac{192}{220}$=0.87A

Ic=$\frac{1100}{220}$=5A

EX UMBRA IN SOLEM

**IT=1.96+0.87+5= 7.83A**

Para el cálculo de la protección General del Laboratorio se hará a la suma de las corrientes de los 3 consumos anteriormente mencionados y tendremos una corriente IT la cual definirá el valor de corriente de la protección, se estimará una protección cuyo valor superior sea más cercano al disponible en el mercado.

### 2.5.2 Cálculo del conductor alimentador circuito

-Se considerará un cable de 2.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 18A y así estimar la caída de tensión, la cual debe ser inferior a 3% según Norma chilena (punto 7.1.1.3).

**Formula a utilizar**

$$\triangle V = \frac{2 * L * I * Cos\omega}{K * S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$\triangle V = \frac{2*15*13*0.95}{58*2.5}$= 2.55V $\% = \frac{2.55*100}{220}$= 1.15V

### 2.5.3 Cálculo del conductor circuito

- La Corriente máxima que circulará por este conductor será IT 7.83A.
- Se considerará un cable de 2.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 18A.

$$\triangle V = \frac{2 * L * I * Cos\omega}{K * S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$\triangle V = \frac{2*13*7.83*0.95}{58*2.5}$=1.33V $\% = \frac{2*100}{220}$=0.9%

## 2.6 Alumbrado de Emergencia

### 2.6.1 Cálculo de potencia de consumo

- Se contemplará dos luces LED nicelux Pro la cual posee una batería NI-Cad recargable 3,6V-1,8Ah con un tiempo de carga completo de 24Hrs.
- El consumo de carga de la batería se estimará en un 10% de los Amper/hora del equipo.

- Características batería

Tiempo de carga 24 Hrs

1.8Ah

I carga= 1.8*0.1= 0.18A

V carga= 220V

**Pcarga= 0.18*220= 39,6W c/u**

### 2.6.2 Cálculo de la protección General del Laboratorio en este circuito.

Potencia=39.6*2=79.2Watts

$I=\frac{79.2}{220}=0.36A$

### 2.6.3 Cálculo del conductor circuito

-La Corriente máxima que circulará por este conductor será I (0.36A).

-Se considerará un cable de 1.5mm$^2$ EVA, cuya capacidad de corriente a temperatura ambiente(20°C) es de 13A.

$$\triangle V = \frac{2*L*I*Cos\omega}{K*S}$$

L= largo del conductor en metros

I= corriente máxima

K= factor de conductividad (cobre=58)

△V= Caída de tensión del conductor

$Cos\omega$= 0.95

$\triangle V=\frac{2*13*0.36*0.95}{58*1.5}=0.10V$ $\%=\frac{0.10x100}{220}=0.045\%$

## 2.7 Corrientes de cortocircuito

- Estas corrientes de calcularán para una buena selectividad de protecciones, serán las responsables de estimar la corriente de ruptura de la protección eléctrica.

- Se considerará este cálculo para tres puntos a lo largo de toda la distribución eléctrica.

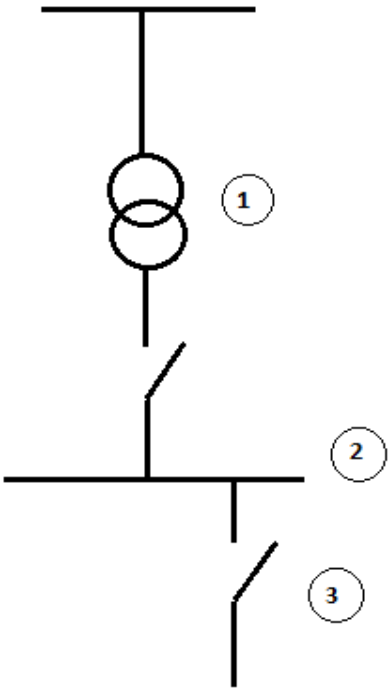



**Imagen 6 Puntos Icc**

- Punto 1: Icc en el trasformador; Esta es la corriente máxima que ocurriría en caso de falla en los transformadores, ubicados en los gabinetes de alimentación del departamento. Esta protección ya está dispuesta en los diferentes tableros, calculándose igualmente en cada circuito para tener un respaldo.
- Punto 2: Icc en el alimentador; se tomará en cuenta la resistencia del multi conductor utilizado según tabla entregada por el fabricante.
- Punto 3: Icc en el punto de consumo más lejano ubicado en el laboratorio, siendo este un enchufe, designado como número 9 en el plano de distribución eléctrica. Ubicado a una distancia aproximada de 11 metros desde los tableros de distribución del lab A.2.

### 2.7.1 Icc para circuito 3x380Vac

- *1.- Icc en el trasformador*

Transformador: 30000 kVA, 380/380V, Z:4%

- Como primer cálculo se tendrá la impedancia interna del transformador, para esto se utilizará la siguiente ecuación

**$Z_1$= Z% * $V_{BT}^2$ / kVA *(formula a)*;** siendo:

Z1 = impedancia interna trasformador.
Z% = porcentaje de impedancia interna.
$V_{BT}$ = Voltaje del secundario del transformador al cuadrado.
kVA= potencia del transformador en kilo Volt-Amper.

Desarrollo:

Z1= 0,04 * $380^2$ / 30000 = 0,19 Ω

- Luego se calculará la Icc en el punto N°1, considerando a la siguiente ecuación:

EX UMBRA IN SOLEM

**Icc1= 1,1 * $V_{BT}$ / $Z_1$** ***(formula b)****;* siendo:

1,1= Constante C tabla 1 IEC 60909
$V_{BT}$ = Voltaje secundario del transformador
$Z_1$ = Impedancia interna del transformador

Desarrollo:

Icc1= 1,1 * 380V / 0,19 Ω= **2200 A**

- *2.- Icc en alimentador*

- Especificaciones necesarias de alimentador utilizado:

*Multi conductor 5 conductores (3F+N+TP) SUPERFLEX 10 AWG, 3.41 Ω/km*

- Siguiendo la misma metodología del cálculo anterior, primeramente, se calculará la impedancia, en este caso del alimentador, con la siguiente ecuación:

$Z_{ALIMENTADOR}$= Ω/km * d **(*formula c*)**; siendo:

Ω/km= ohm por kilómetro del conductor (lo especifica fabricante)
d= distancia del alimentador en km

Desarrollo:

$Z_{ALIMENTADOR}$: 3.41 * 0.015= 0.0511 Ω, el alimentador es un multiconductor de 5 conductores por lo cual la resistencia total de este será:

**Z multiconductor: 0.0511 * 5 = 0,255 Ω**

- Se calcula la Icc en el punto N°2, esto utilizando la formula b expuesta anteriormente, solo que ahora se considerará la impedancia del transformador y alimentador:

**Icc2= 1,1* 380 / ($Z_1$+$Z_2$) = 939,32 A**

3) *Icc en el punto más lejano*

- Especificaciones necesarias conductor utilizado en este punto

*Conductor EVA 2,5mm$^2$; 7,98 Ω/km; distancia de 13 m tablero a punto más lejano.*

- Se procede a calcular la resistencia de este conductor, con formula c, expuesta anteriormente:

$Z_3$= Ω/*km* * d; siendo:

$Z_3$= resistencia del conductor a el punto más lejano

Ω/*km* = ohm por kilómetro del conductor (lo especifica fabricante)

d= distancia del conductor desde el tablero del laboratorio en km

Desarrollo:

Z3= 7,98* (0.013) = 0,10 Ω

- Se calcula la Icc en el punto N°3, esto utilizando la formula **b** expuesta anteriormente, solo que ahora se considerará la impedancia del transformador, alimentador y conductor.

**Icc3= 1,1* 380 / ($Z_1$+$Z_{2+}$$Z_3$) =**

**Icc3= 1,1* 380 / (0,19+0,255+0,10) = 766.97**

### 2.7.2 Icc para circuito 3x220Vac

*1) Icc en el transformador*

Transformador: 24 kVA, 3x 380/3x220V, Z:4%

- Siguiendo los mismos cálculos hechos para la tensión anterior, lo primero en calcular es la impedancia interna del transformador, esto con la **formula a** expuesta antes.

**$Z_1$= Z% * $V_{BT}^2$ / kVA *(formula a)***

- Desarrollo:

**Z1= (0,04) * $(220)^2$/ 24000= 0,080 Ω**

- Luego se calculará la Icc en el punto N°1, considerando la formula b

**Icc1= 1,1 * $V_{BT}$ / $Z_1$; *(formula b)***

- Desarrollo:

  Icc1= 1,1 * 220/ 0,080= 3025 A

*2) Icc en el alimentador*

- Especificaciones necesarias de alimentador utilizado:

  *Multi conductor de 3 conductores (3Fases) SUPERFLEX 10 AWG, 1,91 Ω/km*
- Se calcula la impedancia del alimentador, esto con la **formula c**, expresada anteriormente

  $Z_{ALIMENTADOR}$= 1,91* 0,015= 0,0286 Ω*;* Este valor es la impedancia de un conductor, y el alimentador son 3 conductores, por lo cual el valor final será de:

- Se calcula la Icc en el punto N°2, esto utilizando la formula b expuesta anteriormente, solo que ahora se considerará la impedancia del transformador y alimentador:

  **Icc2= 1,1* 220 / (0,080+0,0286) = 2228,36A**

EX UMBRA IN SOLEM

*3) Icc en el punto más lejano*

- Especificaciones necesarias conductor utilizado en este punto

  *Conductor EVA 2,5mm$^2$; 7,98 Ω/km; distancia de 13 m tablero a punto más lejano.*

- Se procede a calcular la resistencia de este conductor, con **formula c**, expuesta anteriormente:

  $Z_3$= *7,98** 0,013= 0,10 Ω

- Se calcula la Icc en el punto N°3, esto utilizando la formula **b** expuesta anteriormente, considerando ahora, la impedancia del transformador, alimentador y conductor en el punto de consumo)

**Icc3= 1,1* 220 / (0,08+0,0858+0,10) = 910,45 A**

### 2.7.3 Icc para circuito corriente continua

1) *Icc en el transformador*

Transformador: 15 kVA, 3x380/86V, Z:4%

- Siguiendo los mismos cálculos hechos para la tensión anterior, lo primero en calcular es la impedancia interna del transformador, esto con la **formula a** expuesta antes:

**Z1= (0,04) * (86)$^2$/ 15000= 0,01 Ω**

- Luego se calculará la Icc en el punto N°1, esto con la formula b:

EX UMBRA IN SOLEM

- Desarrollo:

**Icc1= 1,1 * 86/ 0,01= 9460 A**

2) *Icc en el alimentador*

- Especificaciones necesarias de alimentador utilizado:

*Multi conductor de 2 conductores (1fase y 1 neutro) SUPERFLEX 10 AWG, 3,41 Ω/km*

- Se calcula la impedancia del alimentador, esto con la **formula c**, expresada anteriormente.

**$Z_{ALIMENTADOR}$= 3,41* 0,015= 0,051 Ω**; Este valor se multiplica por 2, ya que son dos conductores.

- Se calcula la Icc en el punto N°2, esto utilizando la formula b expuesta anteriormente, solo que ahora se considerará la impedancia del transformador y alimentador:

  **Icc2= 1,1* 86V / (0,03+0,051) Ω = 1167,9A**

3) *Icc en el punto más lejano*

- Especificaciones necesarias conductor utilizado en este punto

  *Conductor EVA 2,5mm$^2$; 7,98 Ω/km; distancia de 13 m tablero a punto más lejano.*

- Se procede a calcular la resistencia de este conductor, con **formula c**, expuesta anteriormente:

  **$Z_3$= *7,98**  0,013= 0,10 Ω**

EX UMBRA IN SOLEM

- Se calcula la Icc en el punto N°3, esto utilizando la formula **b** expuesta anteriormente, considerando ahora, la impedancia del transformador, alimentador y conductor en el punto de consumo)

  **Icc3= 1,1* 86 / (0,03+0,051+0,10) Ω = 522,65A**

### 2.7.4 Icc para circuito 2x220Vac

*1) Icc en el transformador*

Transformador tipo seco 5 KVA, 380/220V, Z:4%

- La impedancia en el trasformador será:
  **Z1= (0,04) * $(220)^2$/ 5000= 0,387Ω**

- Luego se calculará la Icc en el punto N°1, esto con la formula b:
  Desarrollo:
  **Icc1= 1,1 * 220/ 0,387= 625,32A**

*2) Icc en el alimentador*

- Especificaciones necesarias de alimentador utilizado:

*Multi conductor de 3 conductores (1fase, 1 neutro y 1 TP) SUPERFLEX 12 AWG, 5,41 Ω/km*

- Se calcula la impedancia del alimentador, esto con la **formula c**, expresada anteriormente:
  **$Z_{ALIMENTADOR}$= 5,41* 0,015= 0,081 Ω**; Este valor se multiplica por 3, ya que son dos conductores.
  **$Z_{ALIMENTADOR}$= 0,081*3= 0,243 Ω**

- Se calcula la Icc en el punto N°2, esto utilizando la formula b expuesta anteriormente, solo que ahora se considerará la impedancia del transformador y alimentador:

  **Icc2= 1,1* 220V / (0,387+0,243) Ω = 384,12A**

EX UMBRA IN SOLEM

*3) Icc en el punto más lejano*

- Especificaciones necesarias conductor utilizado en este punto

  *Conductor EVA 2,5mm$^2$; 7,98 Ω/km; distancia de 13 m tablero a punto más lejano*

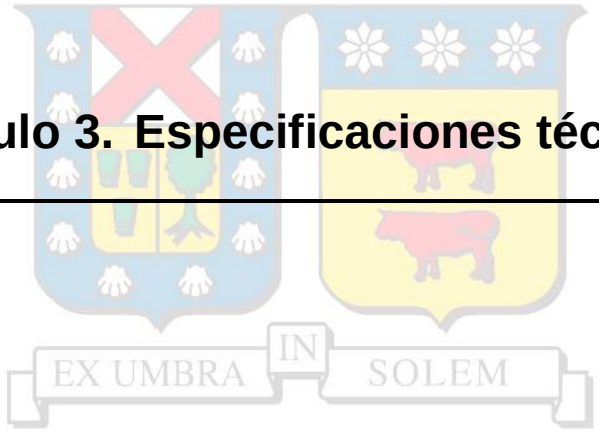
- Se procede a calcular la resistencia de este conductor, con **formula c**, expuesta anteriormente:

  **$Z_3$= *7,98** 0,013= 0,10 Ω**

- Se calcula la Icc en el punto N°3, esto utilizando la formula b expuesta anteriormente, considerando ahora, la impedancia del transformador, alimentador y conductor en el punto de consumo)

  **Icc3= 1,1* 220 / / (0,387+0,243+0,10) Ω = 526,2A**

EX UMBRA IN SOLEM




# Capítulo 3. Especificaciones técnicas

## Introducción

En este capítulo se detallará el material a utilizar en el proyecto con sus respectivas características de funcionamiento y de instalación, además de propuestas de implementación respecto a la norma chilena vigente NCH4/2003.

Cualquier cita de alguna marca comercial no obligará al instalador a implementar dicho equipo, pero si deberá tomar como referencia el material propuesto.

## 3.1 Alimentación

- La alimentación del laboratorio A.T.2 provendrá de los gabinetes generales N°1, N°2 y N°3 que dispone el taller de Electricidad y Automatización, derivando así la tensión necesaria que se requiera.

- Cualquier alimentador deberá ser de orden multiconductor al tener canalización de escalerilla porta conductores, todo esto tomando como referencia el punto 7.1.1.6 de la norma chilena Nch 4/2003.

EX UMBRA IN SOLEM

- Las tensiones a utilizar de los gabinetes serán: 3x380Vac +N aislada, 3x220Vac aislada, 110Vcc aislada y 2x220Vac aislado y no aislado.

- Todo conductor que se utilice para esta instalación, incluyendo el alimentador, tiene que ser con propiedades retardantes a la llama, al ser una instalación bajo el criterio reunión de personas y recinto educacional.

### 3.1.1 Alimentación circuito monofásico enchufes aislado

- Esta tensión proviene del transformador monofásico tipo seco 5 KVA 380V/220V; Z 4%, la cual es una tensión aislada ya que se encuentra después del transformador.
- Llega desde gabinete de alimentación Toten N°2, con distancia de 15m hacia el tablero de distribución del laboratorio de A.T.2
- El calibre del conductor alimentador será de 12 AWG, aislación TPE contemplando 2 conductores R-Neutro.

**Imagen 7 características alimentador 1**

SE 2 CONDUCTORES

| Calibre conductor AWG/kcmil | Sección nominal mm² | Diámetro del conductor aprox. mm | Espesor aislación mm | Espesor cubierta mm | Diámetro total aprox. mm | Peso total aprox. kg/km | Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km | Capacidad de corriente A | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | A | B |
| 12 | 3,31 | 2,4 | 1,14 | 2,41 | 15,1 | 244 | 5,41 | - | 25 |

**Imagen 8 información técnica alimentador 1**

EX UMBRA IN SOLEM

### 3.1.2 Alimentación circuito 3x220 Vac

- Esta tensión proviene del transformador trifásico tipo seco 24 kVA 380v/220v; triangulo-estrella; Z 4%, la cual es una tensión aislada ya que estas después del transformador.
- Llega al gabinete de alimentación Toten N°2, con distancia de 15m hacia el tablero de distribución del laboratorio A.T.2.
- El calibre del conductor alimentador será de 10 AWG, aislación XLPE SUPERFLEX contemplando 3 conductores, R-S-T.

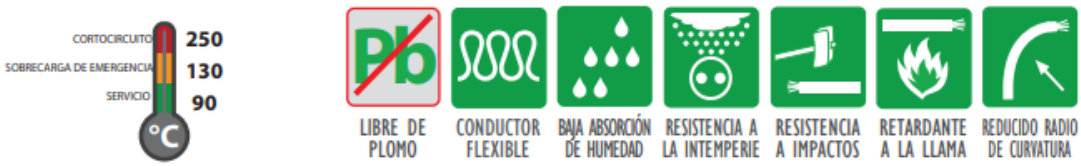



**Imagen 9 Características alimentador 2**

SUPERFLEX MULTICONDUCTOR - 3 FASES

| Calibre AWG/kcmil | Sección nominal mm² | Diámetro del conductor aprox. mm | Espesor aislación mm | Diámetro exterior aprox. mm | Peso total aprox. kg/km | Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km | Capacidad de corriente A | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C | Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C | Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C |
| 10 | 5,26 | 3,0 | 0,7 | 13,9 | 328 | 3,41 | 46 | 56 | 45 |

**Imagen 10 Información técnica alimentador 2**

### 3.1.3 Alimentación circuito 3x380 Vac

- Esta tensión proviene del transformador trifásico tipo seco 30 kVA 380Vac /380Vac; triangulo-estrella; Z 4%, la cual es una tensión aislada ya que esta después del transformador.
- Llega al gabinete de alimentación Toten N°1 del departamento, con distancia de 15m hacia el tablero de distribución del laboratorio A.T 2.
- El calibre del conductor alimentador será de 10 AWG, XLPE SUPERFLEX contemplando 4 conductores que serán R-S-T-N.

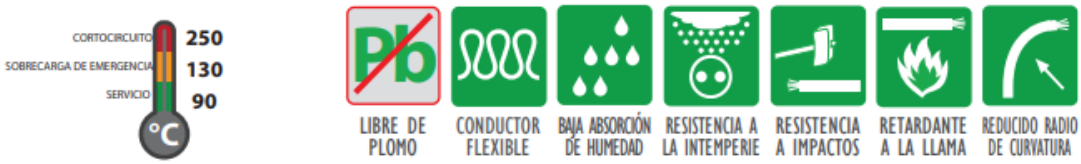



**Imagen 11 Características alimentador 3**

SUPERFLEX MULTICONDUCTOR - 3 FASES + 1 NEUTRO AL 100%

| Calibre AWG/kcmil | Sección nominal mm² | Diámetro del conductor aprox. mm | Espesor aislación mm | Diámetro exterior aprox. mm | Peso total aprox. kg/km | Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km | Capacidad de corriente A | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C | Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C | Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C |
| 10 | 5,26 | 3,0 | 0,7 | 15,0 | 400 | 3,41 | 46 | 56 | 45 |

**Imagen 12 Información técnica alimentador 3**

### 3.1.4 Alimentación circuito de Corriente continua 110 Vcc

- Esta tensión proviene del secundario del transformador trifásico tipo seco 15 kVA 3x380v/110 v; Z 4%, la cual es una tensión aislada, ya que se encuentra después del transformador.
- Llega del gabinete de alimentación Toten N°3, con distancia de 15m hacia el tablero de distribución del laboratorio de A.T.2
- El calibre del conductor alimentador será de 10 AWG SUPERFLEX contemplando 3 conductores R-S-T.
- La alimentación para este circuito será en tensión alterna, omitiendo el paso por el rectificador ya presenté en este gabinete, Se alimentará un rectificador independiente para el L.A 2, ubicándolo en el gabinete N°2, disminuyendo las pérdidas en la distribución de energía.
-

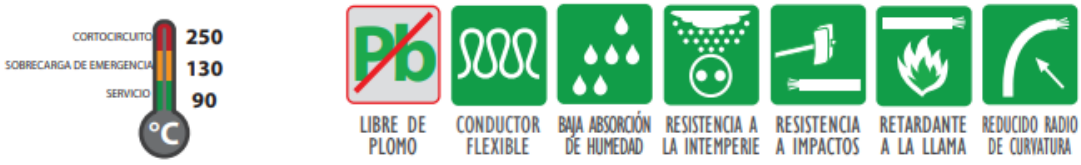



**Imagen 13 Características alimentador 4**

SUPERFLEX MULTICONDUCTOR - 3 FASES

| Calibre | Sección nominal | Diámetro del conductor aprox. | Espesor aislación | Diámetro exterior aprox. | Peso total aprox. | Resistencia máx. a 20 °C CC | Capacidad de corriente A | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C | Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C | Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C |
| AWG/kcmil | mm² | mm | mm | mm | kg/km | Ω/km | | | |
| 10 | 5,26 | 3,0 | 0,7 | 13,9 | 328 | 3,41 | 46 | 56 | 45 |

**Imagen 14 Información técnica alimentador 4**

### 3.1.5 Alimentación Alumbrado y Servicios Generales

- Esta tensión proviene del transformador general de la UTFSM, llega a una protección general del Departamento sin pasar por ningún transformador extra, por lo cual la potencia solo se ve limitada por la capacidad nominal del disyuntor termo magnético principal del taller, llega a gabinete N°3 Toten para su distribución, esta tensión se denomina como **no aislada**.
- El calibre del conductor alimentador será de 10 AWG SUPERFLEX contemplando 3 conductores, Fase-Neutro-TP (tierra protección).

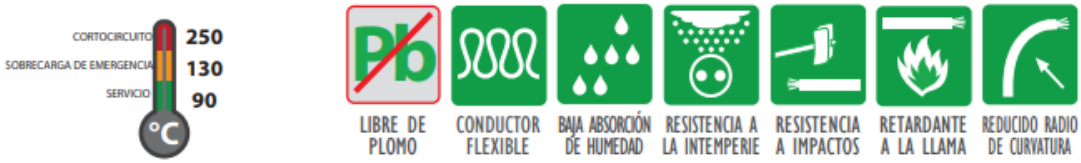



**Imagen 15 Características alimentador 5**

SUPERFLEX MULTICONDUCTOR -3 FASES

| Calibre | Sección nominal | Diámetro del conductor aprox. | Espesor aislación | Diámetro exterior aprox. | Peso total aprox. | Resistencia máx. a 20 °C CC | Capacidad de corriente A | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C | Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C | Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C |
| AWG/kcmil | mm² | mm | mm | mm | kg/km | Ω/km | | | |
| 10 | 5,26 | 3,0 | 0,7 | 13,9 | 328 | 3,41 | 46 | 56 | 45 |

**Imagen 16 Información técnica alimentador 5**

## 3.2 Tableros

- Se proyectarán 4 tableros eléctricos diferentes para el laboratorio de automatización, de las distintas tensiones alimentar, estos tableros estarán subdivididos en 2 gabinetes.
- Los gabinetes serán metálicos marca LEGRAND con dimensiones proporcionales a los distintos elementos eléctricos que cada uno contenga.
- Todos deberán tener cerradura con accionamiento tipo mariposa, la mariposa puede quedar fija o removible.
- Los gabinetes son para aplicaciones en instalaciones eléctricas domiciliarias e industriales, de control y distribución, con un grado de protección IP54 que permite su uso en ambientes interiores y exteriores.

### 3.2.1 Gabinete N°1

- Este gabinete será utilizado para las tensiones trifásicas, 3x220Vac y 3x380Vac, por lo cual serán dos tableros dentro de una misma caja.
- La separación de estos tableros será por medio de una franja negra dentro del gabinete.
- Se considerará una caja metálica con dimensiones 500x400x200mm, con índice de protección IP65 y con placa de montaje.

- Este gabinete constara con los siguientes elementos eléctricos:

**Circuito 3x380Vac**

a) Disyuntor trifásico termo magnético 32A curva C, 6kA, marca LEGRAND
b) Disyuntor trifásico termo magnético 25A curva C, 6kA, marca LEGRAND
c) 2 Disyuntores trifásico termo magnéticos 16 A curva C, 6kA, marca LEGRAND
d) Contactor trifásico Mitsubishi S-N35
e) Pulsador doble equipado con block luminoso led, IP66, 230V, NA y NC
f) RIEL DIN tipo omega 7x35x1000mm- BM electric, ranurado pre galvanizado
g) 3 Luz piloto verde led 22mm 220Vac, 24watts económica, BM Electric.

EX UMBRA IN SOLEM

**Circuito 3x220**

a) Disyuntor trifásico termo magnético 40A curva C, 6kA, marca LEGRAND
b) Disyuntor trifásico termo magnético 32A curva C, 6kA, marca LEGRAND
c) 2 Disyuntores trifásicos termo magnéticos 16 A curva C, 6kA, marca LEGRAND
d) Contactor trifásico Mitsubishi S-N50
e) Pulsador doble equipado con block luminoso led, IP66, 230V, NA y NC
f) RIEL DIN tipo omega 7x35x1000mm- BM Electric, ranurado pre galvanizado
g) 3 Luz piloto verde led 22mm 220Vac, 24watts económica, BM Electric.

### 3.2.2 Gabinete N°2

- Este gabinete será utilizado para la tensión de corriente continua 110Vcc y circuito 2x220Vac, por lo cual serán dos tableros dentro de una misma caja del mismo modo que el gabinete N°1.
- Se considerará una caja metálica con dimensiones 700x500x200mm, con índice de protección IP65 y con placa de montaje.

- Este gabinete constara con los siguientes elementos eléctricos:

**Circuito 220Vac**

a) Disyuntor termo magnético 20A curva C, 6kA, marca LEGRAND
b) Disyuntor termo magnético 16A curva C, 6kA, marca LEGRAND
c) 2 Disyuntores termo magnéticos 10A, curva C, 6kA, marca LEGRAND
d) Contactor Mitsubishi SN-20
e) Pulsador doble equipado con block luminoso led, IP66, 230V, NA y NC
f) RIEL DIN tipo omega 7x35x1000mm- BM electric, ranurado pre galvanizado
   Luz piloto verde led 22mm, 220Vac, 24watts económica, BM Electric

EX UMBRA IN SOLEM

**Circuito 110VCC**

a) Disyuntor termo magnético 25A curva C, 6kA, marca LEGRAND
b) Rectificador trifásico B6U
c) 2 Disyuntores termo magnéticos 16A, curva C, 6kA, marca LEGRAND
d) Contactor Mitsubishi SN-95
e) Pulsador doble equipado con block luminoso led, IP66, 230V, NA y NC
f) RIEL DIN tipo omega 7x35x1000mm- BM electric, ranurado pre galvanizado
g) Luz piloto verde led 22mm, 220Vac, 24watts económica, BM Electric

### 3.2.3 Tablero sobrepuesto 12 módulos

Tablero sobrepuesto plástico marca SAIME con puerta transparente y con capacidad de 12 módulos

- Este gabinete constara con los siguientes elementos eléctricos:

Circuito 220Vac

a) Disyuntor termo magnético 16A curva C, 6kA, marca LEGRAND
b) Diferencial 16A, 10mA marca LEGRAND
c) Disyuntor termo magnético 10A curva C. 6kA, Marca LEGRAND
d) 2 Disyuntores termo magnéticos 6A, curva C, 6kA, marca LEGRAND
e) Telerruptor unipolar 16AX, Marca LEGRAND
f) Pulsador doble equipado con block luminoso led, IP66, 230V, NA y NC
g) RIEL DIN tipo omega 7x35x1000mm- BM electric, ranurado pre galvanizado
h) Luz piloto verde led 22mm, 220Vac, 24watts económica, BM Electric

## 3.3 Protecciones

- Desde las barras repartidoras conectadas a los transformadores de aislación se alimentarán las entradas de las protecciones generales del gabinete descritas para cada circuito

- La seguridad para los circuitos del laboratorio A.T.2 contemplará protecciones generales que se ubicarán en los gabinetes de alimentación N°1, N°2 y N°3, presentes en el taller de Electricidad y Automatización, estas protecciones generales derivarán la energía hacia los tableros proyectados dentro del laboratorio, en los cuales se dispondrán también de distintas protecciones y separación de circuitos.
- Se considerará dos gabinetes dentro del laboratorio separando las tensiones trifásicas (gabinete1) y tensión monofásica más corriente continua (gabinete2).

### 3.3.1 Protección circuito monofásico enchufes aislado

- Como protección general contemplará un Disyuntor automático marca LEGRAND de 230/400Volts con capacidad máxima de corriente 20 Amper y corriente de ruptura de 6kA, esta protección ira instalada en el gabinete número dos y estará conectada a las barras repartidoras provenientes del transformador monofásico tipo seco de 5kVA, 380/220V, Z 4%.

-La salida de esta protección general alimentará a el laboratorio que dispondrá un automático marca LEGRAND de iguales características que el anterior solo que su capacidad máxima de corriente será 16 Amper.

-La salida de esta protección ira conectada a dos disyuntores más los cuales se encargarán de separar el circuito de la instalación, estos serán de las mismas características que el anterior solo que su capacidad de corriente será de 10Amper c/u.

Todas las protecciones se encontrarán sujetas a un riel din ubicado al interior del tablero número uno y se conectarán a los enchufes monofásicos del laboratorio.

### 3.3.2 Protección circuito 3x220Vac

-Como protección general contemplará un Disyuntor automático marca LEGRAND de 3x220/400Volts con capacidad máxima de corriente 40 Amper y corriente de ruptura 6kA, esta protección ira instalada en el gabinete número dos y estará conectada a las barras repartidoras provenientes del transformador trifásico tipo seco de 24kVA, 3x380/3x220V, Triangulo-Estrella, Z 4%.

-La salida de esta protección general alimentará a el laboratorio que dispondrá un automático marca LEGRAND de iguales características que el anterior solo que su capacidad máxima de corriente será 32 Amper.

-La salida de esta protección ira conectada a dos disyuntores trifásicos más los cuales se encargarán de separar el circuito de la instalación, estos serán de las mismas características que el anterior solo que su capacidad e corriente será de 16Amper, Las protecciones irán ancladas en un riel din ubicado en el tablero número dos y se conectarán a los enchufes trifásicos azules del laboratorio.

EX UMBRA IN SOLEM

### 3.3.3 Protección circuito 3x380Vac

Como protección general contemplará un interruptor automático general de 32Amper y corriente de ruptura 6kA, tetra polar 3x220/400V este será de marca LEGRAND y estará ubicado dentro del gabinete número uno y estará conectada a las barras repartidoras provenientes del transformador trifásico tipo seco de 30kVA, 3x380/3x380V, Triangulo-Estrella, 4%.

-La salida de esta protección general alimentará a el laboratorio que dispondrá un automático marca LEGRAND de iguales características que el anterior solo que su capacidad máxima de corriente será 25 Amper.

-La salida de esta protección ira conectada a dos disyuntores trifásicos más los cuales se encargarán de separar el circuito de la instalación estos serán de las mismas características que el anterior solo que su capacidad de corriente será de 16Amper.

- Las protecciones irán ancladas en un riel din ubicado en el tablero número dos y se conectarán a los enchufes trifásicos rojos del laboratorio.

- ***3.3.3.1 Vigilante de aislación***

Los sistemas aislados son una medida de protección que presentan varias ventajas, Este sistema tiene como fin aislar componentes activos de tierra, lo que te produce que en caso de contacto no circule una corriente con respecto al sistema de alimentación general (primario del transformador).

Ventajas de un sistema aislado

- Localización de fallos durante el servicio: En caso de falla de aislamiento, este puede ser localizado mientras la instalación está en servicio.
- Sin desconexión: Incluso en caso de falla de aislamiento, la instalación puede seguir funcionando sin problemas
- Mayor protección a las personas: Al reducirse las corrientes de falla, se evita el riesgo de descargas eléctricas
- Mayor protección contra incendios: La vigilancia permanente del aislamiento, reduce el peligro de incendio y puede reducir costos del seguro.

Para poseer un correcto control de este sistema, se recomienda instalar vigilantes de aislación que indiquen cualquier falla o fuga de corriente, esto como señalización de un correcto funcionamiento. En el departamento se encuentras 4 circuitos aislados, 3x380Vac, 3x220Vac, 2x220Vac y 110Vcc, de los cuales 3 de estos tienen instalados vigilantes de aislación independientes, menos el circuito 3x380Vac, este es el único que no presenta vigilante por lo cual para dejar un sistema más seguro se sugiere la instalación de uno.

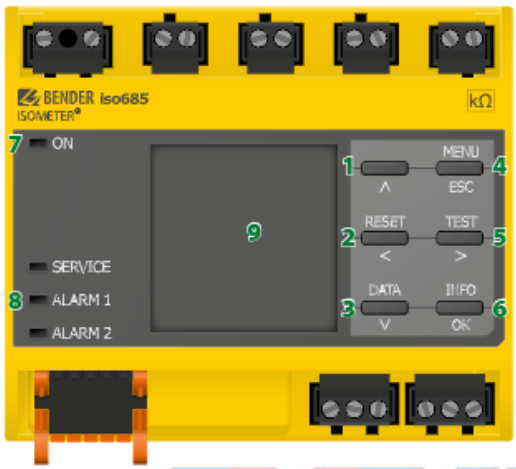
- Se proyectará la instalación de un Vigilante de aislación ISOMETER isoNAV685-D

**Imagen 5 Vigilante IsoNAV685**

EX UMBRA IN SOLEM

- Esquema de control

En la presente imagen se detalla el uso de cada boton y detalle de las luces presentes en el vigilante de aislamiento.

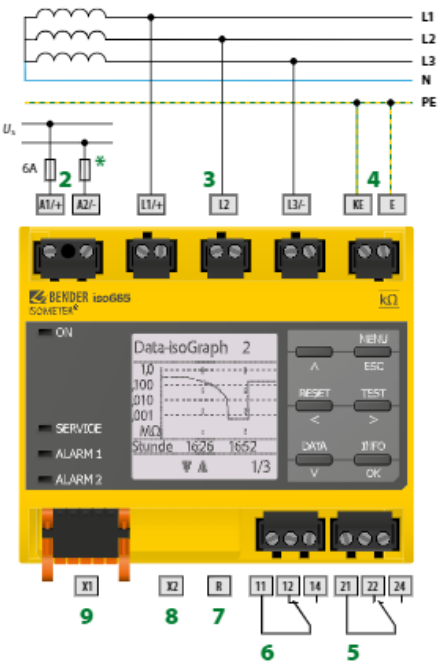



1 - Botón "^": Arriba, incrementar valor
2 - Botón "RESET": Resetear avisos
Botón "<": Atrás, seleccionar parámetro
3 - Botón "DATA": Mostrar valores de datos
Botón "v": Abajo, reducir valor
4 - Botón "MENU": Arrancar menú del equipo
Botón "ESC": Interrumpir, volver un nivel
5 - Botón "TEST": Ejecutar autotest
Botón ">": Adelante, seleccionar parámetro
6 - Botón "INFO": Mostrar información
Botón "OK": OK, confirmar
7 - Indicación de LED "ON": Servicio
8 - Indicación de LED "SERVICE, ALARM 1, ALARM 2"
9 - Pantalla LCD

**Imagen 18 Esquema de control Vigilante isoNAV685-D**

- Esquema de conexionado

Este esquema de conexionado del vigilante dado por el fabricante para un circuito trifasico + neutro.




1 - Conexión a una red 3(N)AC
2 - Tensión de alimentación $U_S$ (véase placa de características) a través de fusible de 6 A
3 - Conexión al sistema IT a ser vigilado (L1/+, L2, L3/-)
4 - Conexión separada KE, E a PE
5 - (K1) Relé de alarma 1, contactos conmutados disponibles
6 - (K2) Relé de alarma 2, contactos conmutados disponibles
7 - Resistencia R conectable para el cierre del bus RS-485
8 - Interface Ethernet
9 - Interface digital
* - F 6 A en sistemas > 690 V

**Imagen 19 Esquema de conexionado Vigilante isoNAV685-D**

| Margen de tensión nominal de red $U_n$ | Tensión de alimentación $U_S$ | | Tipo | | Artículo |
|---|---|---|---|---|---|
| AC | AC | DC | | | |
| 0…690 V; 60 Hz | 100…240 V; 47…460 Hz | 24 V, 100…240 V | isoNAV685-D | | B 9106 7014 |

**Imagen 20 Información técnica Vigilante isoNAV685-D**

### 3.3.4 Protección circuito corriente continua 110 Vcc

Como protección general se contemplará un Braker MITSUBISHI de 30A con capacidad de ruptura 25kA estará instalada en el gabinete número tres ancladas y su alimentación vendrá desde dos barras repartidoras ubicadas al extremo superior derecho del gabinete

-La salida de esta protección general alimentará a el laboratorio que dispondrá de una protección bipolar termo magnético medular DX3 25A marca LEGRAND, estará anclada a un RIEL DIN en el tablero número tres.
-La salida de esta protección se conectará a dos disyuntores más que se encargarán de separar en dos circuitos la instalación, estas protecciones bipolares tendrán las mismas características que la anterior, solo que su capacidad de corriente será de 16A c/u.

EX UMBRA IN SOLEM

### 3.3.5 Protección Alumbrado y Servicios Generales

Para el circuito general se contemplará un Disyuntor automático marca LEGRAND de 230/400Volts con capacidad máxima de corriente 20Amper, esta protección ira instalada en el gabinete número tres y estará conectada a las barras repartidoras provenientes del alimentador general del departamento de electricidad.
-La salida de esta protección general alimentará a otra protección marca LEGRAND de iguales características que el anterior solo que su capacidad máxima de corriente será 16 Amper, se encontrarán anclados en un riel din ubicado en el tablero número uno.
-De la protección anterior se tomarán tres circuitos, primero el de alumbrado, que dispondrá de una protección automática de 6Amper marca LEGRAND 6kA , segundo el circuito de servicios generales con una protección automático de 10Amper junto a un disyuntor diferencial automático

16A/10mA unipolar más neutro tipo AC marca LEGRAND 6kA y por ultimo una protección de 6Amper marca LEGRAND 6kA, Se encontrarán anclados en un riel din ubicado en el tablero número uno y se conectarán a los enchufes generales del laboratorio.

### 3.3.6 Parada de emergencia

- Se contemplarán una parada de emergencia por cada puesto de trabajo, estas irán distribuidas a lo largo del laboratorio, se encargarán de desconectar todos los circuitos disponibles para ensayos del laboratorio (2x220Vac, 3x380Vac, 3x220Vac y 110Vcc)
- Caja parada emergencia 40mm plástico con desenclavamiento por giro.

**Imagen 21 Botonera de emergencia**

EX UMBRA IN SOLEM

## 3.4 Canalización

- Los alimentadores se canalizarán a través de una bandeja metálica perforada 50x100mm, ya instalada en el departamento de electricidad, estas provienen desde los gabinetes principales con destino al laboratorio de automatización 2
- Para el laboratorio A.T.2 los sistemas de canalización estarán constituidos de una bandeja plástica DLP auto extinguibles con propiedades retardantes al fuego de 150x65mm, color blanco, marca LEGRAND.
- La bandeja DLP propuesta tiene 4 módulos los cuales se encargarán de separar las distintas alimentaciones del laboratorio dejando el primer módulo para el circuito monofásico,

segundo módulo circuito 3x220V, tercer módulo circuito 3x380V y cuarto modulo circuito de corriente continua.

- Los mono conductores a utilizar para los circuitos independientes serán EVAFLEX (H07Z1-K), y su sección estará limitada a la corriente total de los consumos a alimentar (capitulo2).
- Los cálculos de corriente admisible para todos los conductores se llevaron a la tabla N°8.7 (Intensidad de Corriente Admisible para Conductores Aislados) de la norma Nch.4/2003, en el cual fue catalogado en el grupo 3 (Conductores monopolares tendidos libremente al aire con un espacio mínimo entre ellos igual al diámetro del conductor).

### 3.4.1 Canalización circuito monofásico enchufes aislado

En el primer módulo de la bandeja se encontrará el conductor fase, neutro y tierra de protección, los cuales se considerarán conductores de calibre 2.5mm$^2$ EVA FLEX, estos irán a lo largo de la bandeja sujetos con amarra cables plásticos para mantener un orden de los cables.

### 3.3.2 Canalización circuito 3x220Vac

En el segundo módulo se considerarán conductores de línea R (azul), línea S (negro) y línea T (rojo) los cuales serán conductores de calibre 2.5mm$^2$ EVA FLEX, estos irán a lo largo de la bandeja sujetos con amarra cables plásticos para mantener un orden de los conductores.

### 3.4.3 Canalización circuito 3x380Vac

En el tercer módulo se considerarán conductores de línea R (azul), línea S (negro), línea T (rojo), neutro (blanco) y tierra (verde) los cuales serán conductores de calibre 2.5mm$^2$ EVA FLEX, estos irán a lo largo de la bandeja sujetos con amarra cables plásticos para mantener un orden de los conductores.

### 3.4.4 Canalización circuito 110Vcc

En el cuarto módulo se considerarán conductores de positivo (rojo) y negativo (negro) los cuales serán conductores de calibre 2.5mm$^2$ EVA FLEX.

## 3.5 Tomacorrientes

### 3.5.1 Enchufes circuito monofásico enchufes aislado

- Se Estimarán enchufes bipolares en cada puesto de trabajo de marca LEGRAND (10/16Amper 2P+T) color blanco, con alveolos de protección (según se especifica en la norma en el punto 11.2.12), deberán estar certificados por SEC para asegurar el correcto funcionamiento y calidad del material, además de ser de carácter nuevo. Serán utilizados por los alumnos para realizar pruebas y ensayos por lo cual es muy importante su correcto funcionamiento.
- El enchufe para el circuito monofásico aislado tendrá como punto de sujeción la canaleta portaconductores DLP (punto 8.2.19.32).

### 3.5.2 Enchufes circuitos trifásicos

- Para los circuitos trifásicos los enchufen tendrán una base de plástico la cual se sujeta de 4 tornillos en sus extremos, se ubicarán debajo de la bandeja porta conductores.

- ***3.5.2 Enchufes circuito 3x220Vac aislado***

EX UMBRA IN SOLEM

- Se considerará un enchufe industrial hembra trifásico marca LEGRAND color azul de 32A, 200/250V, 50/60Hz embutido IP44, 3F+N+T, de material auto extinguibles y se encontrarán instalados a la altura de 80cm aproximadamente, serán utilizados por los alumnos de la universidad para realizar pruebas y ensayos en máquinas, motores y artefactos eléctricos.

- ***3.5.3 Enchufes circuito 3x380Vac aislado***

- Se considerará un enchufe industrial hembra trifásico marca LEGRAND color rojo de 32A, 380/415V, 50-60Hz embutido IP44, 3F+N+T, serán de material auto extinguibles y se encontrarán instalados a la altura de 80cm aproximadamente, serán utilizados por los

alumnos de la universidad para realizar pruebas y ensayos en máquinas, motores y artefactos eléctricos.

### 3.5.4 Enchufes circuito corriente continua 110Vcc

- Se estimará como enchufe para este circuito dos terminales hembra banana 4mm, con capacidad máxima de corriente 30A a tensión 220V, considerando el color rojo como conductor positivo y el negro como negativo, el terminal es reforzado con fibra de vidrio y contiene partes metálicas de latón.

### 3.5.5 Enchufes circuito Alumbrado y Servicios Generales

- Se considerará enchufes simples de marca LEGRAND (10/16Amper 2P+T) color blanco, con alveolos de protección (según se especifica en la norma en el punto 11.2.12), deberán estar certificados por SEC para asegurar el correcto funcionamiento y calidad del material, además de ser de carácter nuevo.
- Estos enchufes serán utilizados para servicios comunes y de limpieza, los cuales no dependen de la alimentación del tablero general del laboratorio por ende no interfieren con los demás circuitos.

EX UMBRA IN SOLEM

## 3.6 Alumbrado

### 3.6.1 Iluminación L.A.2

- Para la iluminación del laboratorio se tomó como referencia la norma chilena Nch 4/2003 tabla **N° 11.24** (Iluminancias Mínimas para locales Comerciales e Industriales), el cual fue catalogado como “laboratorio de instrumentación”, para el cual son requeridos 700 lux.
- Para solventar estos requerimientos lumínicos del laboratorio se hizo un estudio con el software DIALUX 4.13, el cual entrega una distribución y valores de lumen para distintos sectores de la sala.

- El alumbrado del salón de clases será con equipos led de alta eficiencia, brindando una correcta iluminación a la altura de trabajo (80cm), los paneles a utilizar serán embutidos y de forma cuadrada
  - Especificaciones de luminaria a utilizar:

    Philips Lighting 595 x 595 mm.

    Tensión de entrada: 220-240V.

    50 a 60 Hz.

    Flujo lumínico inicial: 4000Lm.

    Potencia de entrada: 36 W.

    Factor de potencia: 0.9.

    Índice inicial de temperatura de color: 4000 Kelvin.

  - Se utilizaron 12 luminarias Panel Led distribuidas en los 35m$^2$ del laboratorio de la siguiente manera:

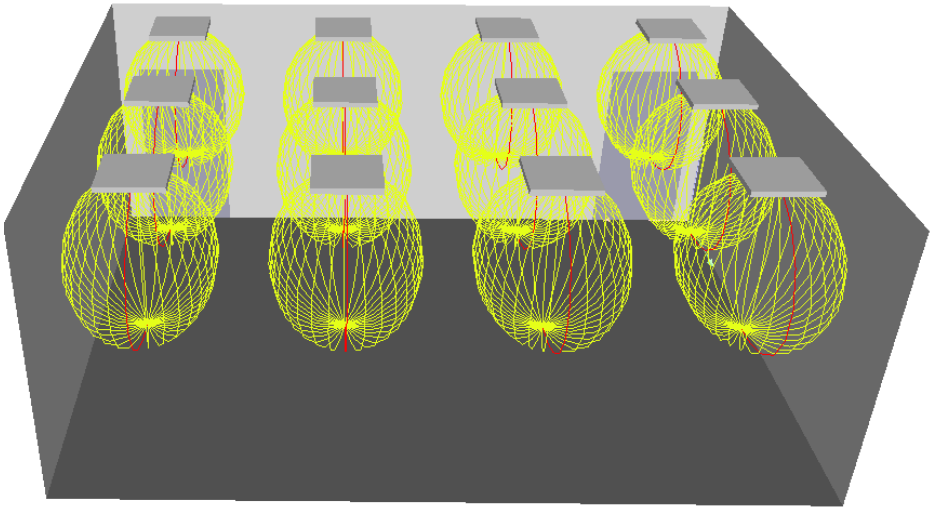


**Imagen 22 Representación 3D de la distribución luminosa**

- Los valores de lumen para cada sector del laboratorio fueron los siguientes:

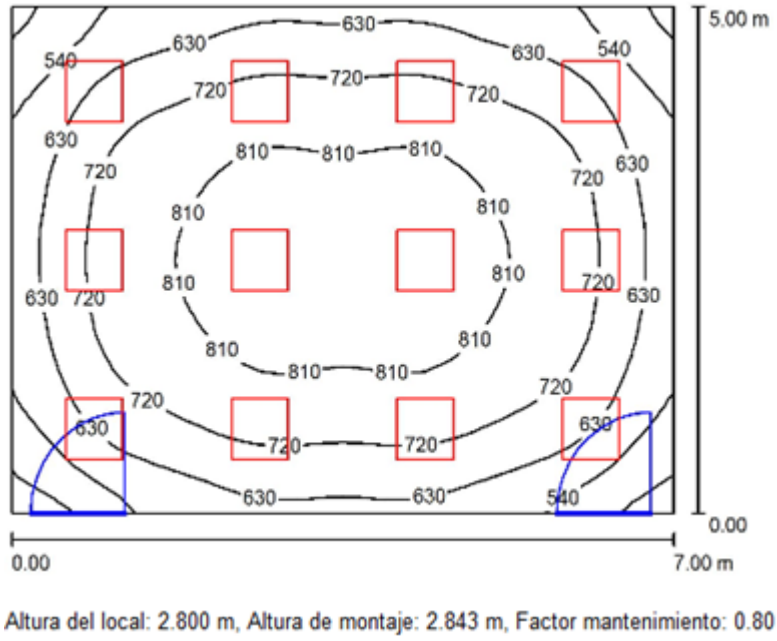



**Imagen 63 Isolíneas de la iluminación**

EX UMBRA IN SOLEM

- Existen irregularidades en la iluminación, pero es netamente por el grado de incandescencia que se posee en aquella posición, en el plano de trabajo existirán 720 lúmenes.

### 3.6.2 Artefactos de Iluminación

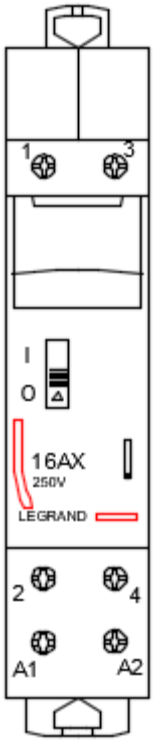
- ***3.6.2.1 Pulsadores***

- Los pulsadores serán de la marca Bticino de color blanco para conservar una correcta simetría de la instalación, se instalarán a las dos entradas del laboratorio a una altura de

140cm desde en el nivel del piso, estarán montados sobrepuestos a la muralla del laboratorio, tendrán una capacidad de 10 Amperes y 250Volts.

- ***3.6.2.2 Telerruptores***

- Se implementará un telerruptor unipolar de 16AX/250V Marca LEGRAND con la finalidad de tener dos puntos de control para el encendido de las luminarias del laboratorio.
- Estos controles estarán ubicados en ambas entradas del laboratorio.




EX UMBRA IN SOLEM

**Imagen 24 Dibujo Acad Telerruptor legrand 16AX**

### 3.6.2 Alumbrado de emergencia

- La iluminación de emergencia será en base a la tabla N°11.26 de la Norma chilena NCH4/2003

- La finalidad de estas será alumbrar las dos únicas salidas de la sala de L.A.2 que serán las de evacuación, las cuales deberán presentar una iluminancia mínima a nivel de suelo de 1Lux.
- Se proyectará una luz de emergencia LED NICELUX PRO de 3W, 220/240V, 50/60Hz con un índice de protección IP42, su Angulo de apertura es de 180° y su temperatura de color es 6000Kelvin. Es capaz de brindar 180 minutos de autonomía, posee un led de color verde el cual indica estado POWER-ON y un led rojo indicador del modo de carga, el tipo de batería es Ni-Cad recargable 3.6V, 1.8Ah, y su tiempo de carga es de 24hrs.

## 3.7 Puente Rectificador

- Se requerirá de un puente rectificador trifásico para el laboratorio de automatización, esto por la tensión de 110V corriente continua, que necesita ser transformada de alterna a continua.
- Actualmente el taller de Electricidad cuenta con un puente rectificador trifásico onda completa no controlado de 6 pulsos, construido de manera independiente, pero este constaba con un problema de abastecimiento energético, si bien disponía de potencia para suministrar al laboratorio, se suprimían criterios de simultaneidad y sobrecarga, es por esto que se decidió instalar un rectificador de uso exclusivo para el lab A.T.2.
- Se estudió la potencia disponible en el transformador para instalar este nuevo puente rectificador aparte del ya instalado y se concluyó que si era factible.
- A diferencia del rectificador ya instalado en el taller, este será encapsulado, los detalles de este rectificador se enunciarán más adelante.

### 3.7.1 Funcionamiento de puente rectificador trifásico

- El elemento básico de los puentes rectificadores es el diodo. Este es un elemento de estado sólido compuesto por dos semiconductores, que por sus características propias conforman un dispositivo que logra la rectificación de señales alternas. Este posee dos terminales, ánodo (positivo y terminal P) y cátodo (negativo y terminal N) y permite el paso de corriente en un solo sentido.

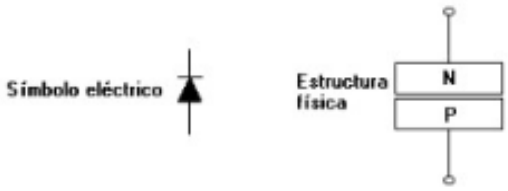
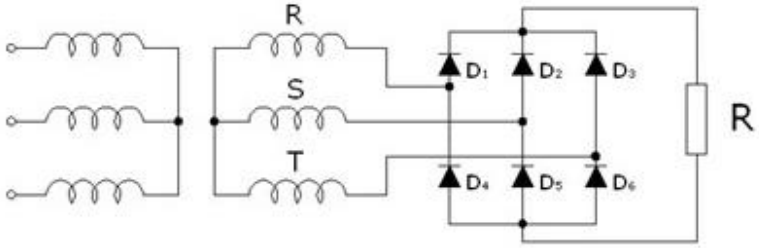



**Imagen 25 Estructura física diodo**

- El puente rectificador está conformado por 6 diodos conectados de manera estratégica para lograr una buena conducción y conmutación.




Siendo:

-R-S-T= Secundario del transformador de alimentación

-D= Diodos con su respectiva numeración

-R= Cargas de corriente continua a alimentar

**Imagen 26 Esquema de conexión puente rectificador B6U, PWS-A**

EX UMBRA IN SOLEM

- La conmutación de los diodos será distinta para cada valor de tensión o para cada instante del ciclo.
- Imaginemos que la producción de corriente comienza en la bobina R-S, siendo el semiperiodo positivo el que se produce a la salida de R. La corriente por tanto circulará hasta D1 que, por ser positiva, lo atravesará hasta la carga R y retornará por D5 hasta la bobina S. 180º después, se producirá el semiperiodo negativo, por lo que, al haber cambiado el sentido de la corriente, el positivo estará a la salida de la bobina S, atravesará el diodo D2 en dirección a la carga, retornando por D4 hasta la bobina R.

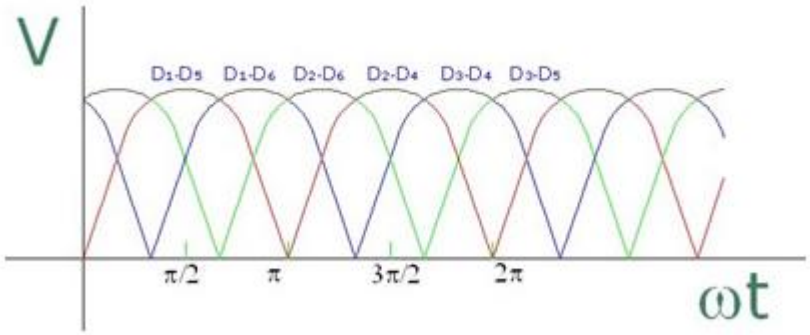



**Imagen 27 Sinusoidal de rectificación de onda completa con conmutación de diodos**

- Así mismo sucede con los conjuntos R-T y S-T, eliminando la el semiciclo negativo propia de la corriente alterna, y obteniendo una señal con mucho menos rizado.

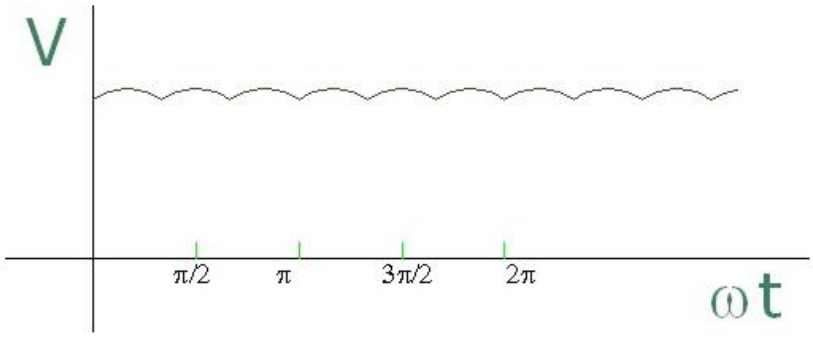



**Imagen 28 Grafica de onda rectificada**

- Esta señal con un minimo rizado para la carga es casi imperceptible, lo que quiere decir que es como si llegara una onda completamente continua.

### 3.7.2 Puente rectificador a instalar

- El puente rectificador a instalar es el B6U, es en puente trifásico tipo puente, encapsulado PWS-A, 38A 1600V, 5pines (3 para alimentarlo con corriente alterna y 2 de salida, donde tendremos la onda rectificada para consumo de corriente continua).

- Este rectificador consta con 6 diodos, es de onda completa y cumple con los requerimientos óptimos para los consumos a alimentar en el L.A.2.
- No es controlado ya que los voltajes promedio de salida, voltajes de pico o voltajes RMS serán mínimos, ya que estos dependen de la tensión de alimentación y esta última será de 110V.
- El puente se instalará en el gabinete N°2 del laboratorio, en la tensión 3x86V.

EX UMBRA IN SOLEM

- ***3.7.2.1 Datasheet***

| Rectifier | | | | Ratings | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Symbol | Definition | Conditions | | min. | typ. | max. | Unit |
| $V_{RSM}$ | *max. non-repetitive reverse blocking voltage* | | $T_{VJ}$ = 25°C | | | 1700 | V |
| $V_{RRM}$ | *max. repetitive reverse blocking voltage* | | $T_{VJ}$ = 25°C | | | 1600 | V |
| $I_R$ | *reverse current* | $V_R$ = 1600 V | $T_{VJ}$ = 25°C | | | 40 | µA |
| | | $V_R$ = 1600 V | $T_{VJ}$ = 150°C | | | 1.5 | mA |
| $V_F$ | *forward voltage drop* | $I_F$ = 15 A | $T_{VJ}$ = 25°C | | | 1.10 | V |
| | | $I_F$ = 45 A | | | | 1.38 | V |
| | | $I_F$ = 15 A | $T_{VJ}$ = 125 °C | | | 1.01 | V |
| | | $I_F$ = 45 A | | | | 1.38 | V |
| $I_{DAV}$ | *bridge output current* | $T_C$ = 85°C | $T_{VJ}$ = 150°C | | | 35 | A |
| | | rectangular d = ⅓ | | | | | |
| $V_{F0}$ | *threshold voltage* } *for power loss calculation only* | | $T_{VJ}$ = 150°C | | | 0.80 | V |
| $r_F$ | *slope resistance* } | | | | | 12.9 | mΩ |
| $R_{thJC}$ | *thermal resistance junction to case* | | | | | 4.2 | K/W |
| $R_{thCH}$ | *thermal resistance case to heatsink* | | | | 0.6 | | K/W |
| $P_{tot}$ | *total power dissipation* | | $T_C$ = 25°C | | | 29 | W |
| $I_{FSM}$ | *max. forward surge current* | t = 10 ms; (50 Hz), sine | $T_{VJ}$ = 45°C | | | 400 | A |
| | | t = 8,3 ms; (60 Hz), sine | $V_R$ = 0 V | | | 430 | A |
| | | t = 10 ms; (50 Hz), sine | $T_{VJ}$ = 150°C | | | 340 | A |
| | | t = 8,3 ms; (60 Hz), sine | $V_R$ = 0 V | | | 365 | A |
| $I^2t$ | *value for fusing* | t = 10 ms; (50 Hz), sine | $T_{VJ}$ = 45°C | | | 800 | $A^2s$ |
| | | t = 8,3 ms; (60 Hz), sine | $V_R$ = 0 V | | | 770 | $A^2s$ |
| | | t = 10 ms; (50 Hz), sine | $T_{VJ}$ = 150°C | | | 580 | $A^2s$ |
| | | t = 8,3 ms; (60 Hz), sine | $V_R$ = 0 V | | | 555 | $A^2s$ |
| $C_J$ | *junction capacitance* | $V_R$ = 400 V; f = 1 MHz | $T_{VJ}$ = 25°C | | 10 | | pF |

**Imagen 29 Información técnica rectificador B6U, PWS-A**

| Package | PWS-A | | | Ratings | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Symbol | Definition | Conditions | | min. | typ. | max. | Unit |
| $I_{RMS}$ | *RMS current* | per terminal | | | | 100 | A |
| $T_{stg}$ | *storage temperature* | | | -40 | | 125 | °C |
| $T_{VJ}$ | *virtual junction temperature* | | | -40 | | 150 | °C |
| Weight | | | | | 100 | | g |
| $M_D$ | *mounting torque* | | | 1.25 | | 1.75 | Nm |
| $M_T$ | *terminal torque* | | | 1.25 | | 1.75 | Nm |
| $d_{Spp/App}$ | *creepage distance on surface \| striking distance through air* | | *terminal to terminal* | 6.5 | | | mm |
| $d_{Spb/Apb}$ | | | *terminal to backside* | 8.5 | | | mm |
| $V_{ISOL}$ | *isolation voltage* | t = 1 second | 50/60 Hz, RMS; $I_{ISOL} \leq 1$ mA | 3000 | | | V |
| | | t = 1 minute | | 2500 | | | V |

**Imagen 30 Información técnica rectificador B6U, PWS-A**

- ***3.7.2.4 Cálculos Puente Rectificador***

- Para este puente rectificador se harán los cálculos de: Voltaje peak, Voltaje RMS de salida y Voltaje promedio de salida, siendo estos dos últimos con mayor trascendencia ya que serán los voltajes que recibirá la carga.

- Voltaje peak

  **$V_{PEAK}$= $V_{LINEA}$ * √2; siendo:**

  $V_{LINEA}$= Voltaje línea de alimentación del puente.
  √2= Constante

  **$V_{PEAK}$= 86V* √2= 121,62V**

- Voltaje RMS salida

  **$V_{RMS}$= $V_{PEAK}$* 0,956= 121,62V*0,956= 116,26V**

- Voltaje promedio

  **$V_{PROMEDIO}$= $V_{LINEA}$* ((3*√2) /π) = 86V* 1,35= 116,1**

- El voltaje de salida del rectificador, el cual ira destinado a alimentar las cargas dispuestas será de 116V

EX UMBRA IN SOLEM

- ***3.7.2.3 Dimensiones***

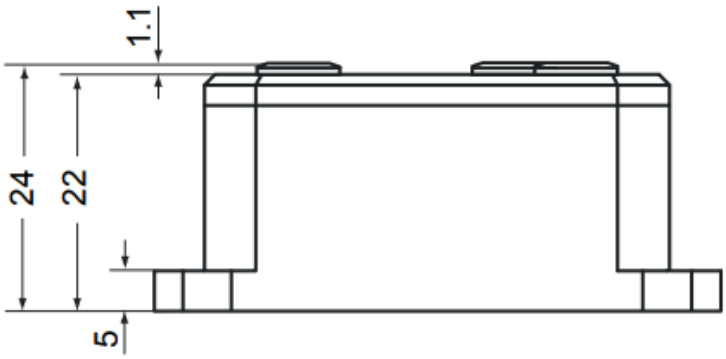



**Imagen 31 Medidas físicas del rectificador B6U, PWS-A**

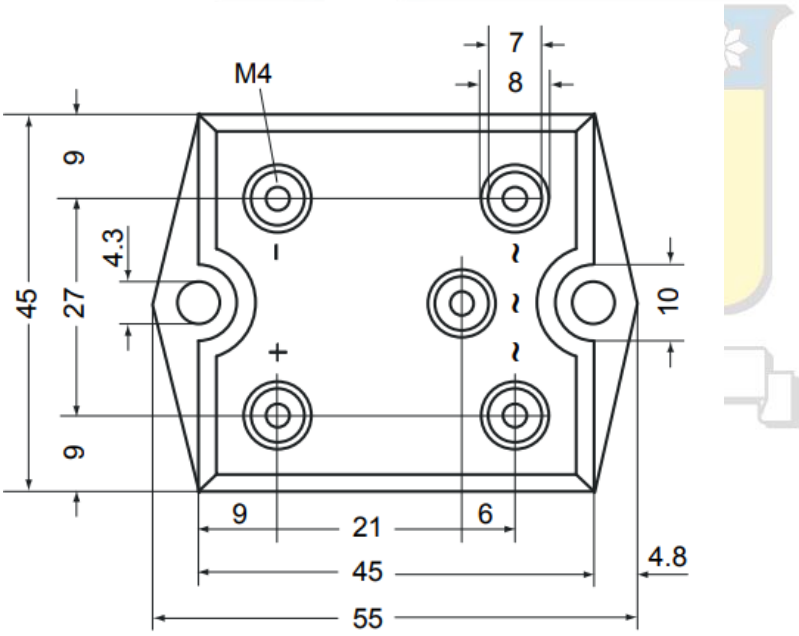



**Imagen 32 Medidas físicas del rectificador B6U, PWS-A**

- ***3.7.2.4 Disipador de calor***

- Para una óptima gestión térmica se instalará un disipador de calor junto al rectificador trifásico, este disipador será el PW-RG11087/120NM-KIT001. Este disipador se ajusta ergonómicamente a nuestro puente rectificador y optimizará su funcionamiento.

### *3.7.2.4.1 Características técnicas*

Acabado del disipador: Aluminio anodizado NEGRO
Material: Aluminio 6063 T5 Anodizado en negro
Referencia del perfil: RG11087
Resistencia térmica ºC/W: 0.78
Serie del Fabricante: RG11000
Longitud (mm): 120
Altura (mm): 120
Anchura (mm): 120
Status: ACTIVO

EX UMBRA IN SOLEM

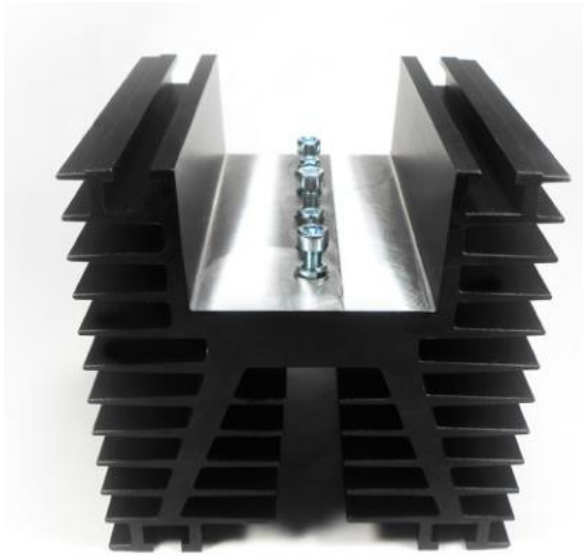


**Imagen 33 Vista frontal Disipador de calor**

# Capítulo 4. Cubicación de Materiales

## 4.1Introducción

En este capítulo, se hará un dimensionamiento de todos los elementos a utilizar, se hará un análisis de precios unitarios de estos, tomando como referencia su coste tanto en catálogos como en páginas webs de la especialidad, esto apoyado en planillas del software Microsoft Excel.
Teniendo como resultado el impacto económico aproximado en CLP, de nuestro proyecto y las soluciones propuestas.

## 4.2 Análisis de precios Unitarios

- En este punto se tendrán valores aproximados de los materiales y artefactos, dándonos como resultado un Subtotal de precios.

### 4.2.1 Alimentación

- Se entenderá como alimentación a los conductores encargados de transportar la energía eléctrica a el laboratorio de automatización dos considerando un multiconductor por cada circuito.

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Alimentación | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Materiales | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Multiconductor 3X12 AWG superflex color rojo, blanco y verde | mts | 2x220 | $ 1.523 | 15 | $ 22.845 |
| 2 | Multiconductor 4X10 AWG superflex color azul, negro y rojo | mts | 3x220 | $ 2.260 | 15 | $ 33.900 |
| 3 | Multiconductor 5X10 AWG superflex color azul, negro, rojo,blanco y verde | mts | 3x380 | $ 3.605 | 15 | $ 54.075 |
| 4 | Multiconductor 2X10 AWG superflex color rojo y negro | mts | CC | $ 2.150 | 15 | $ 32.250 |
| 5 | Multiconductor 3X10 AWG superflex color rojo, blanco y verde | mts | A.y S.G. | $ 2.197 | 15 | $ 32.955 |
| | | Subtotal materiales sin IVA | | | | $ 176.025 |

**Tabla 6 Cubicación alimentación**

### 4.2.2 Protecciones

- Se contemplarán todas las protecciones estimadas para esta instalación, separándolas según circuito

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Protecciones | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Materiales | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 20A 6KA | Unidad | 2x220 | $ 4.990 | 1 | $ 4.990 |
| 2 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 16A 6KA | Unidad | 2x220 | $ 4.990 | 1 | $ 4.990 |
| 3 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 10A 6KA | Unidad | 2x220 | $ 4.990 | 2 | $ 9.980 |
| 4 | Disyuntor automatico LEGRAND 3x220/400v 40A 6KA | Unidad | 3x220 | $ 28.590 | 1 | $ 28.590 |
| 5 | Disyuntor automatico LEGRAND 3x220/400v 32A 6KA | Unidad | 3x220 | $ 28.590 | 1 | $ 28.590 |
| 6 | Disyuntor automatico LEGRAND 3x220/400v 16A 6KA | Unidad | 3x220 | $ 28.590 | 2 | $ 57.180 |
| 7 | Disyuntor automatico LEGRAND 3x220/400v 32A 6KA | Unidad | 3x380 | $ 28.590 | 1 | $ 28.590 |
| 8 | Disyuntor automatico LEGRAND 3x220/400v 25A 6KA | Unidad | 3x380 | $ 28.590 | 1 | $ 28.590 |
| 9 | Disyuntor automatico LEGRAND 3x220/400v 16A 6KA | Unidad | 3x380 | $ 28.590 | 2 | $ 57.180 |
| 10 | Disyuntor bipolar termomagnetico LEGRAND DX3 25A 6 | Unidad | CC | $ 6.026 | 1 | $ 6.026 |
| 11 | Disyuntor 3Ø termomagnetico LEGRAND DX3 32A 6KA | Unidad | CC | $ 28.590 | 1 | $ 28.590 |
| 12 | Disyuntor bipolar termomagnetico LEGRAND DX3 16A 6I | Unidad | CC | $ 5.757 | 2 | $ 11.514 |
| 13 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 20A 6KA | Unidad | A.y S.G. | $ 3.590 | 1 | $ 3.590 |
| 14 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 16A 6KA | Unidad | A.y S.G. | $ 3.590 | 1 | $ 3.590 |
| 15 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 10A 6KA | Unidad | A.y S.G. | $ 3.590 | 1 | $ 3.590 |
| 16 | Disyuntor automatico LEGRAND 230/400v 6A 6KA | Unidad | A.y S.G. | $ 3.590 | 1 | $ 3.590 |
| 17 | Parada de emergencia NC | Unidad | - | $ 6.714 | 5 | $ 33.570 |
| | | Subtotal materiales con IVA | | | | $ 342.740 |

**Tabla 7 Cubicación protecciones**

### 4.2.3 Canalización

- En este punto se considerará la canalización interna del laboratorio de automatización dos, además de los conductores a estimados para cada circuito.

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Canalización | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Materiales | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Bandeja plástica DLP 150x65mmx2m de 5 lineas | Unidad | todos exepto A. y S.C | $ 24.990 | 7 | $ 174.930 |
| 2 | Bandeja plástica DLP 20x10x2100mm | Unidad | A. y S.G. | $ 990 | 4 | $ 3.960 |
| 3 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color rojo H07Z1K 100mts | mts | 2x220 | $ 26.545 | 2 | $ 53.090 |
| 4 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color rojo H07Z1K 100mts | mts | 3x220 | $ 26.545 | | |
| 5 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color rojo H07Z1K 100mts | mts | 3x380 | $ 26.545 | | |
| 6 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color rojo H07Z1K 100mts | mts | CC | $ 26.545 | | |
| 7 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color negro H07Z1K 100m | mts | 3x220 | $ 26.545 | 1 | $ 26.545 |
| 8 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color negro H07Z1K 100m | mts | 3x380 | $ 26.545 | | |
| 9 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color negro H07Z1K 100m | mts | CC | $ 26.545 | | |
| 10 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color blanco H07Z1K 100 | mts | 3x380 | $ 26.545 | 2 | $ 53.090 |
| 11 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color blanco H07Z1K 100 | mts | A. y S.G. | $ 26.545 | | |
| 12 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color blanco H07Z1K 100 | mts | 2x220 | $ 26.545 | | |
| 13 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color verde H07Z1K 100m | mts | 2x220 | $ 26.545 | 1 | $ 26.545 |
| 14 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color verde H07Z1K 100m | mts | 3x380 | $ 26.545 | | |
| 15 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color azul H07Z1K 100mts | mts | 3x380 | $ 26.545 | 1 | $ 26.545 |
| 16 | Cable eco-revi libre de halogenos 2.5mm2 color azul H07Z1K 100mts | mts | 3x220 | $ 26.545 | | |
| 17 | Moldura blanca 20x12mmx2000mm | mts | A. y S.G. | $ 3.290 | 4 | $ 13.160 |
| | | Subtotal materiales sin IVA | | | | $ 377.865 |

**Tabla 8 Cubicación canalización**

### 4.2.4 Tomacorrientes

- Se contemplarán todos los enchufes para cada circuito y se separarán según corresponda su designación.

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Tomacorrientes | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Materiales | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Enchufe bipolar LEGRAND 10/16A 2P+T | Unidad | 2x220 | $ 3.290 | 8 | $ 26.320 |
| 2 | Enchufe hembra sobrepuesta 32A 3P+T azul | Unidad | 3x220 | $ 6.450 | 8 | $ 51.600 |
| 3 | Enchufe industrial hembra 32A 3P+N+T IP44 rojo | Unidad | 3x380 | $ 6.890 | 8 | $ 55.120 |
| 4 | Terminal hembra 4mm 32A 220V rojo | Unidad | CC | $ 2.300 | 8 | $ 18.400 |
| 5 | Terminal hembra 4mm 32A 220V negro | Unidad | CC | $ 2.300 | 8 | $ 18.400 |
| 6 | Enchufe simple LEGRAND 10/16A 2P+T sobrepuesto | Unidad | A. y S.G. | $ 2.690 | 2 | $ 5.380 |
| | | Subtotal materiales sin IVA | | | | $ 175.220 |

**Tabla 9 Cubicación tomacorrientes**

### 4.2.5 Tableros

- Los tableros eléctricos se encontrarán dentro de 3 gabinetes
- Se especificará en que gabinete ira cada circuito.

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Tableros | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Materiales | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Caja metalica 500x400x200mm | Unidad | 2x220 y CC | $ 24.990 | 1 | $ 24.990 |
| 2 | Caja metalica 700x500x200mm | Unidad | 3x220 y 3x380 | $ 24.990 | 1 | $ 24.990 |
| 3 | Tablero sobrepuesto 12 modulos | Unidad | A. y S.G. | $ 18.090 | 1 | $ 18.090 |
| | | Subtotal materiales sin IVA | | | | $ 49.980 |

**Tabla 10 Cubicación tableros**

### 4.2.6 Alumbrado

- Se estimarán todas las luces a instalar, más los interruptores y el teleruptor.

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Alumbrado | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Materiales | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Equipo Philips 595x595mm 36W | Unidad | A. y S.G. | $ 11.700 | 12 | $ 140.400 |
| 2 | Pulsador doble Bticino blanco 10A/250V | Unidad | A. y S.G. | $ 3.490 | 2 | $ 6.980 |
| 3 | Luz de emergencia LED NICELUX PRO de 3W 240V | Unidad | A. y S.G. | $ 14.713 | 1 | $ 14.713 |
| 4 | Telerruptor unipolar 16A/230V | Unidad | A. y S.G. | $ 22.800 | 1 | $ 22.800 |
| | | Subtotal materiales sin IVA | | | | $ 184.893 |

**Tabla 11 Cubicación alumbrado**

### 4.2.7 Otros elementos

- Se entenderá como otros elementos a los artefactos a instalar en este proyecto.

| Analisis de precios unitarios | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Suministro de Energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos, Taller de Electricidad | | | | | |
| Ubicación | Universidad Tecnica Federico Santa María | | | | | |
| Item | Otros elementos | | | | | |
| Fecha | 27-09-2019 | | | | | |
| | | | | | | |
| A | Descripcion | Unidad | Circuito | P. Unitario | Cantidad | P. Total |
| 1 | Puente Rectificador Trifasico 6 pulsos no controlado de onda completa | Unidad | CC | $ 17.600 | 1 | $ 17.600 |
| 2 | Vigilante de aislamiento isometer IsoNAV685-D | Unidad | 3x380 | $ 238.000 | 1 | $ 238.000 |
| 3 | Disipador PW-RG11087 | Unidad | CC | $ 39.600 | 1 | $ 39.600 |
| | | Subtotal materiales sin IVA | | | | $ 295.200 |

**Tabla 12 Cubicación otros elementos**

## 4.3 Análisis de precio detallado

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre: | Suministro de energía eléctrica para laboratorio de automatismo dos. | | | | |
| Ubicación: | Arteaga Alemparte 943, Hualpén, Talcahuano, Región del Biobío. | | | | |
| Contratista: | - | | | | |
| Fecha: | 01-12-2019 | | | | |
| Valor presupuesto: | Dos millones cuatrosientos setenta y ocho mil ciento setenta y cinco pesos | | | | |
| IT. | | UN. | CANT. | P.UNITARIO | P.TOTAL |
| 1 | Alimentación | 1 | 1 | $ 176.025 | $ 176.025 |
| 2 | Protecciones | 1 | 1 | $ 342.740 | $ 342.740 |
| 3 | Canalización | 1 | 1 | $ 377.865 | $ 377.865 |
| 4 | Tomacorientes | 1 | 1 | $ 175.220 | $ 175.220 |
| 5 | Tableros | 1 | 1 | $ 49.980 | $ 49.980 |
| 6 | Alumbrado | 1 | 1 | $ 184.893 | $ 184.893 |
| 7 | Otros elementos | 1 | 1 | $ 295.200 | $ 295.200 |
| | | | | | |
| | | | TOTAL COSTO DIRECTO | | $ 1.601.923 |
| | | | GASTOS GENERALES | | $ 160.192 |
| | | | UTILIDADES | | $ 320.385 |
| | | | SUB-TOTAL NETO | | $ 2.082.500 |
| | | | IVA 19% | | $ 395.675 |
| | | | TOTAL | | $ 2.478.175 |

**Tabla 13 Cubicación Precio detallado**

EX UMBRA IN SOLEM

# Capítulo 5. Planos y Dibujos

## 5.1Introducción

En este capítulo, se adjuntarán imágenes de los planos y diagramas realizados en el software AutoCAD que detallara más a fondo detalles de la instalación

## 5.2 Distribución de enchufes

- Aquí se muestran la distribución de enchufes en diferentes colores, Verde para el circuito 3x380, color azul para el circuito 3x220, color rojo para 2x220 y el color burdeo para el circuito CC.

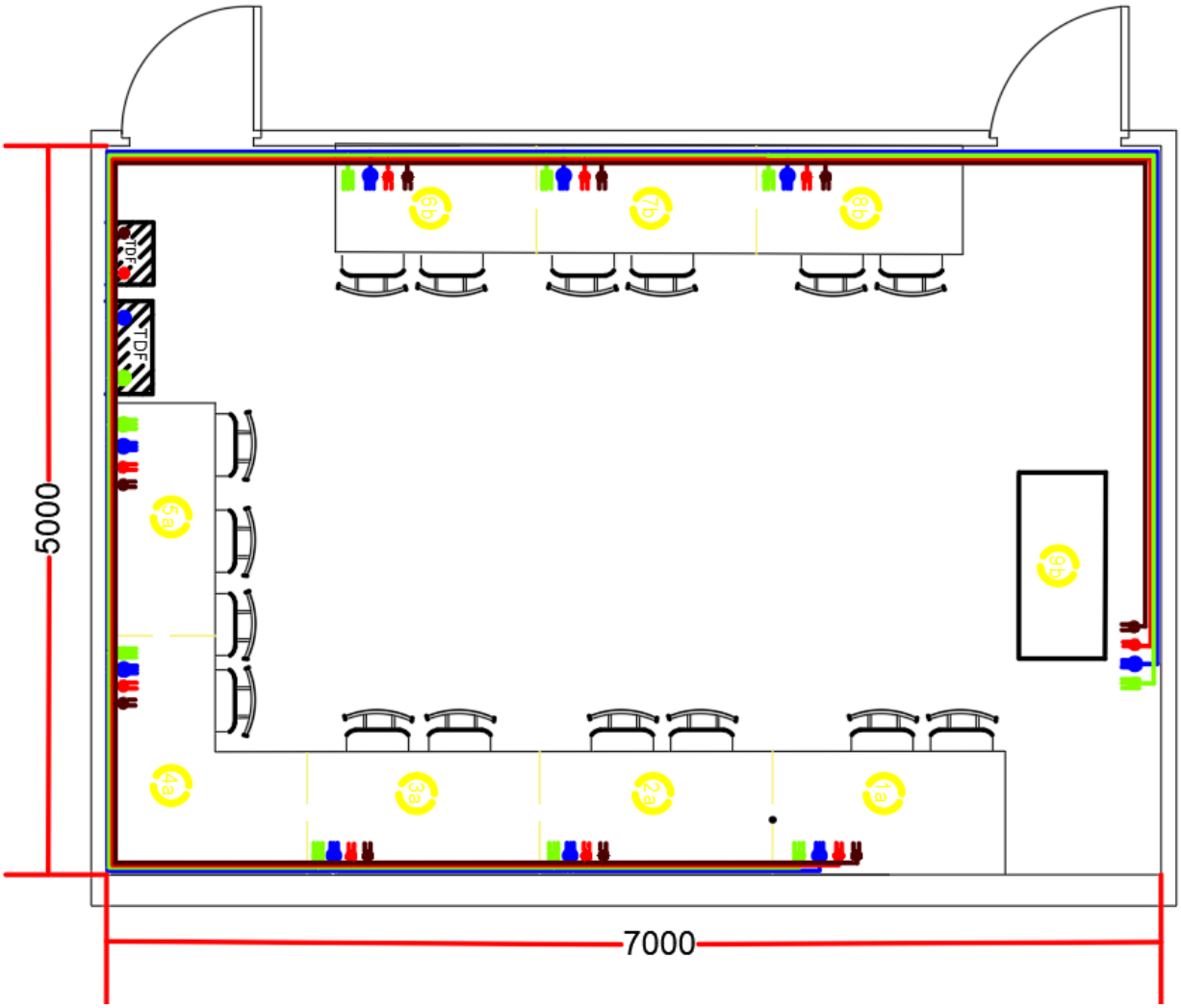



**Imagen 34 Distribución enchufes LAB2**

### 5.2.1 Distribución enchufes A. y S.G

- En este plano se muestra la distribución de las luminarias y distribución de los enchufes para servicios generales

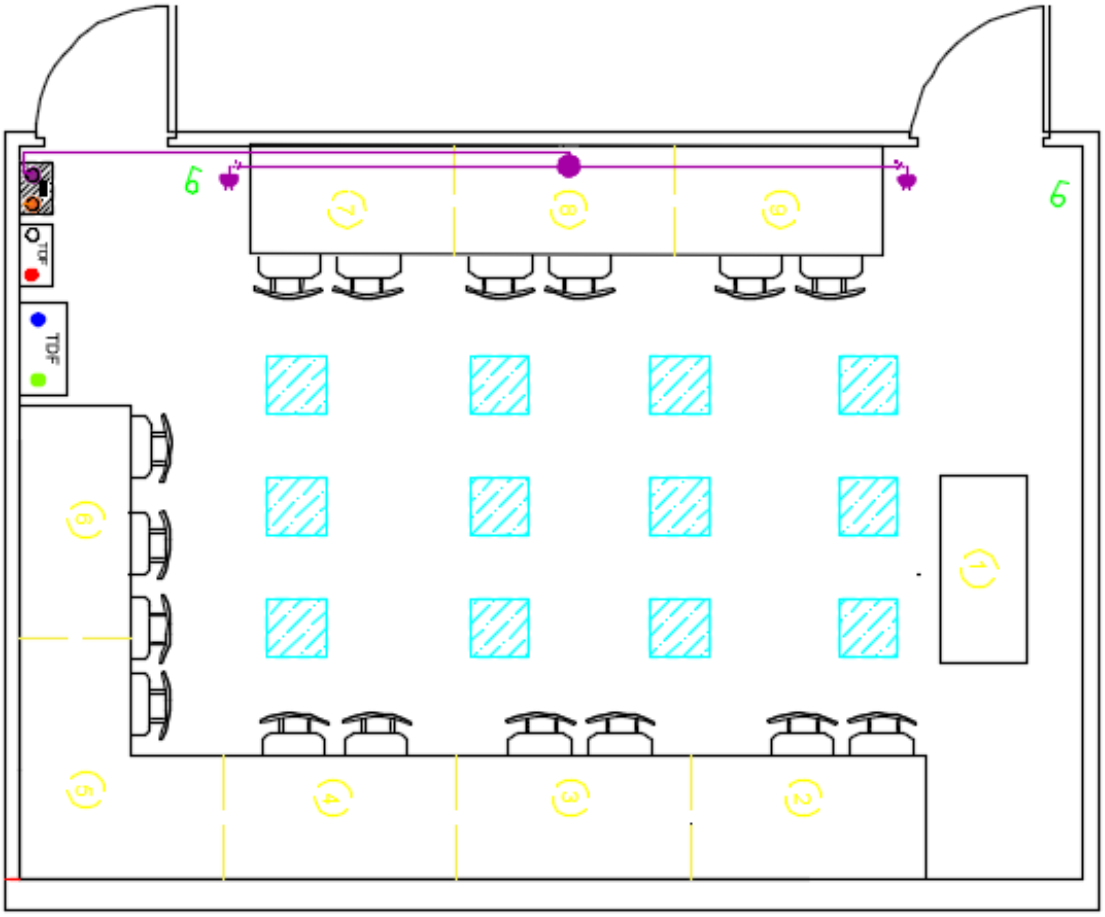



**Imagen 7 Distribución de enchufes Alumbrado y S.G**

### 5.2.1.1 Conexión luminarias

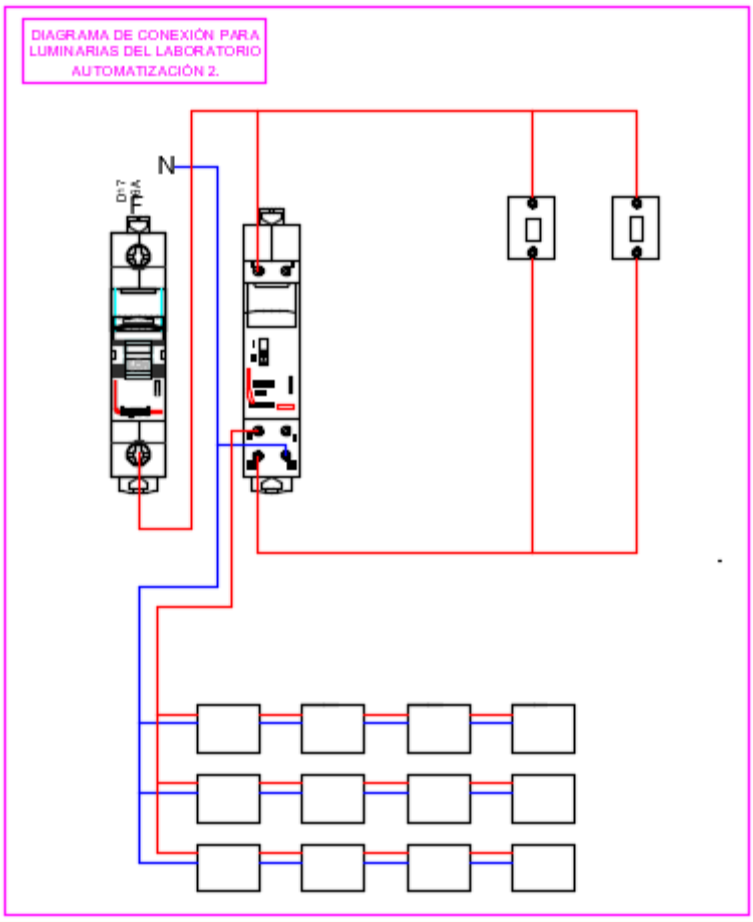



**Imagen 8 conexión luminarias laboratorio automatización 2**

EX UMBRA IN SOLEM

## 5.3 Gabinetes

- En este punto se detallará la instalación de las protecciones para cada tablero.

### 5.3.1 Tableros circuito 3x380Vac y 3x220Vac

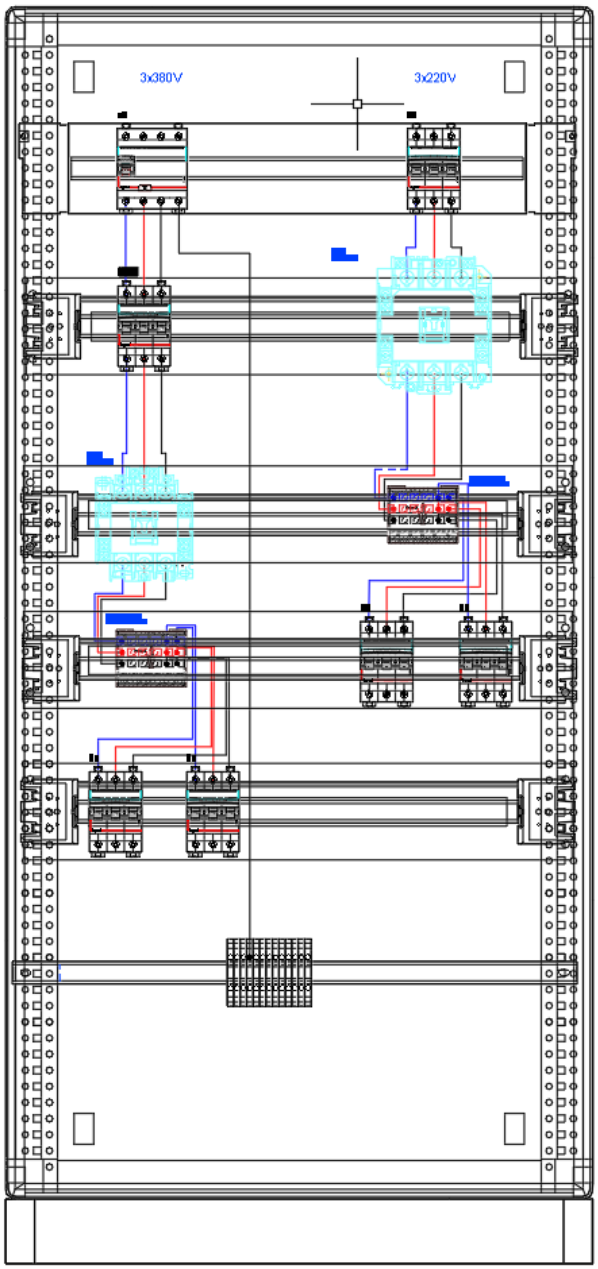



**Imagen 37 Tableros circuito3x380 y 3x220**

### 5.3.1 Tableros circuito 2x220Vac y 110Vcc

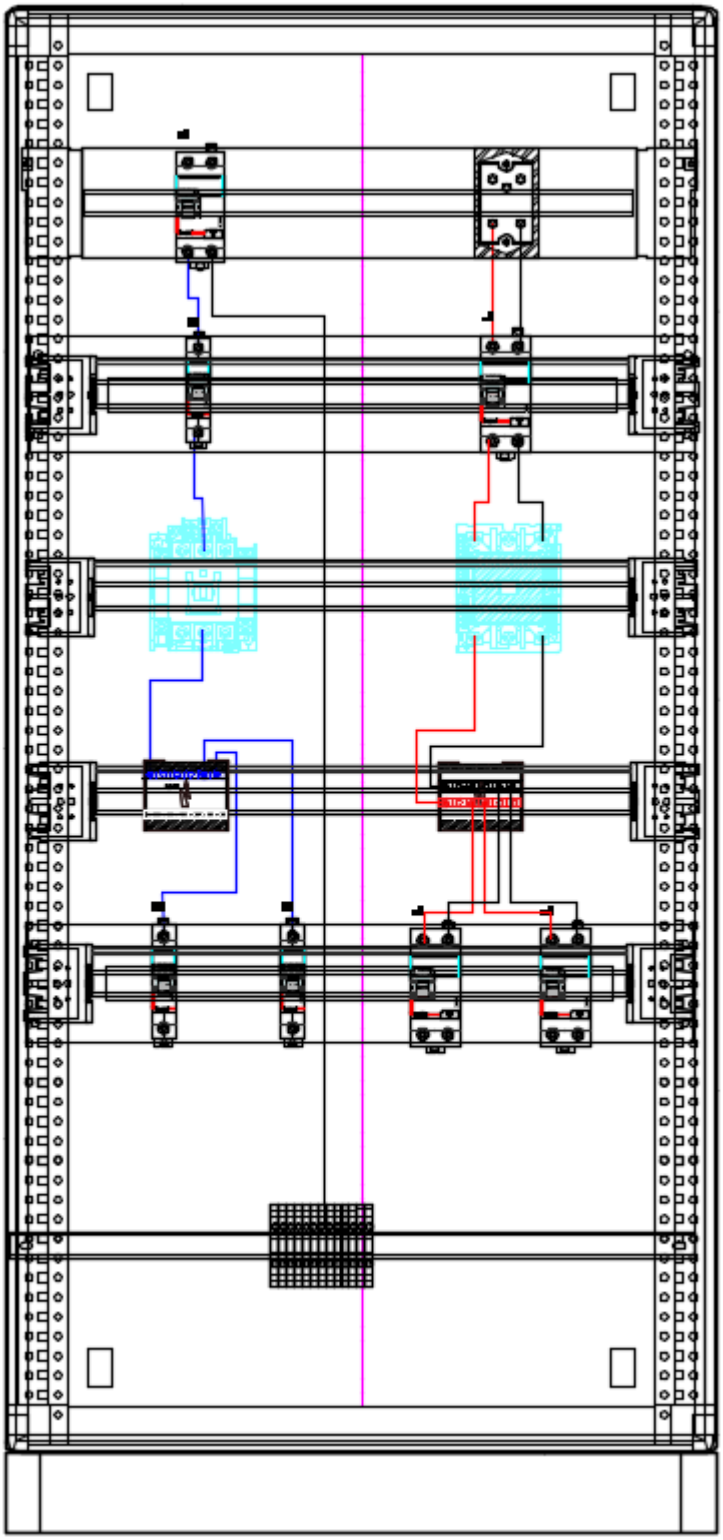


**Imagen 38 Tableros 2x220 y 110Vcc**

### 5.3.2 Tableros circuito S.G y Alumbrado

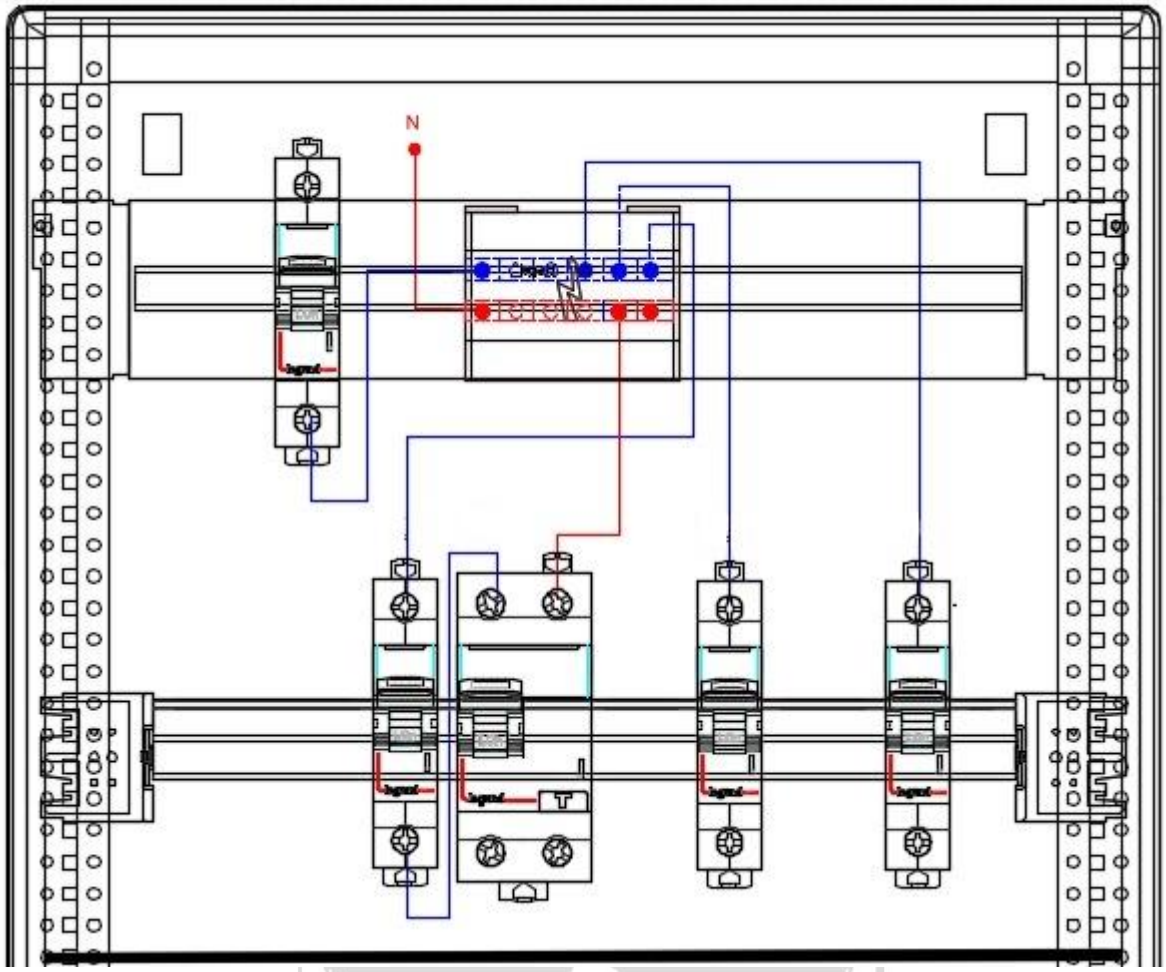



**Imagen 39 tablero AyS.G.**

## 5.4 Diagramas Unilineales

### 5.4.1 Diagrama circuito Trifásico 3x380 y 3x220

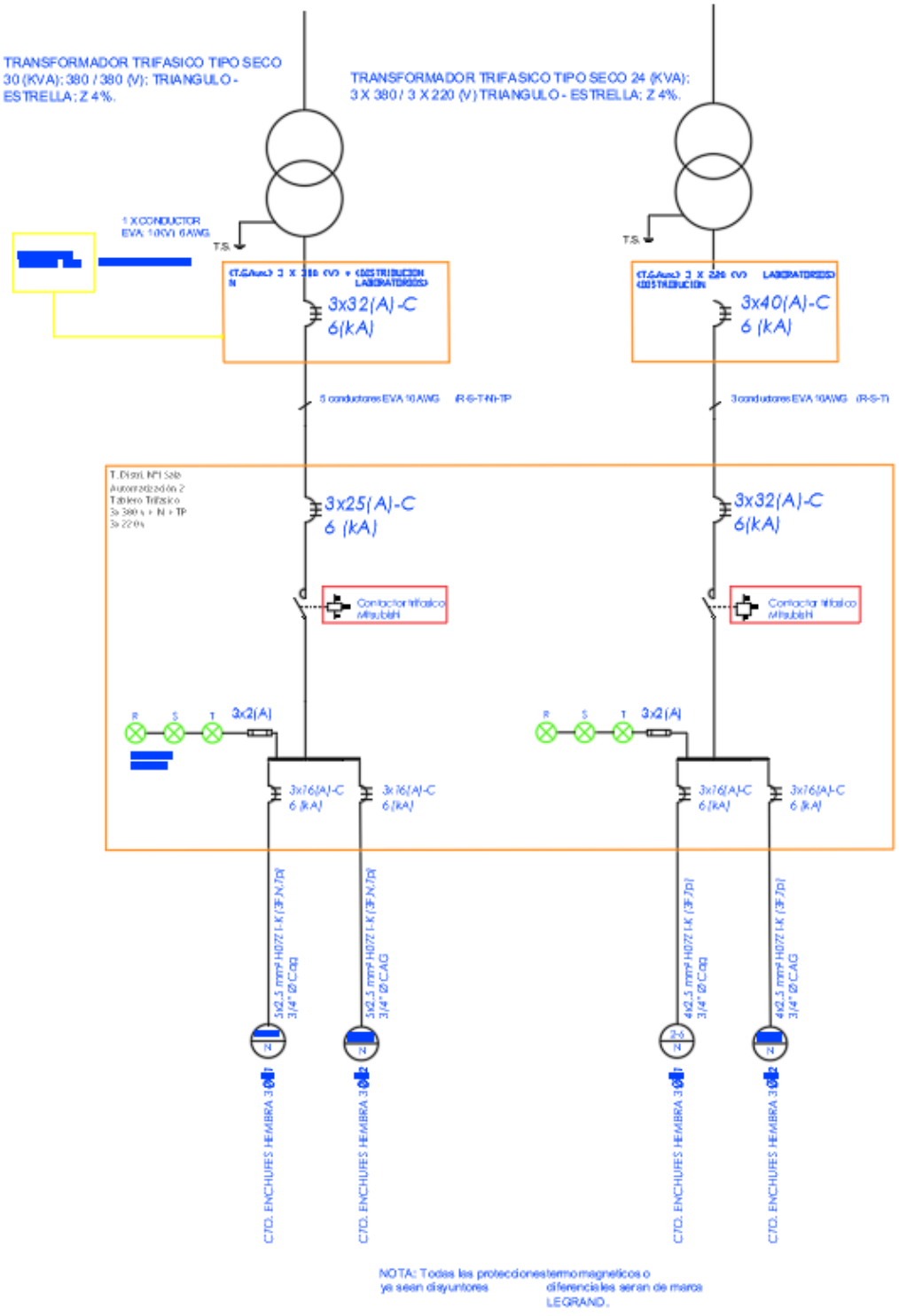



**Imagen 40 Diagrama unilineal trifásico**

### 5.4.2 Diagrama circuito 2x220Vac y 110Vcc

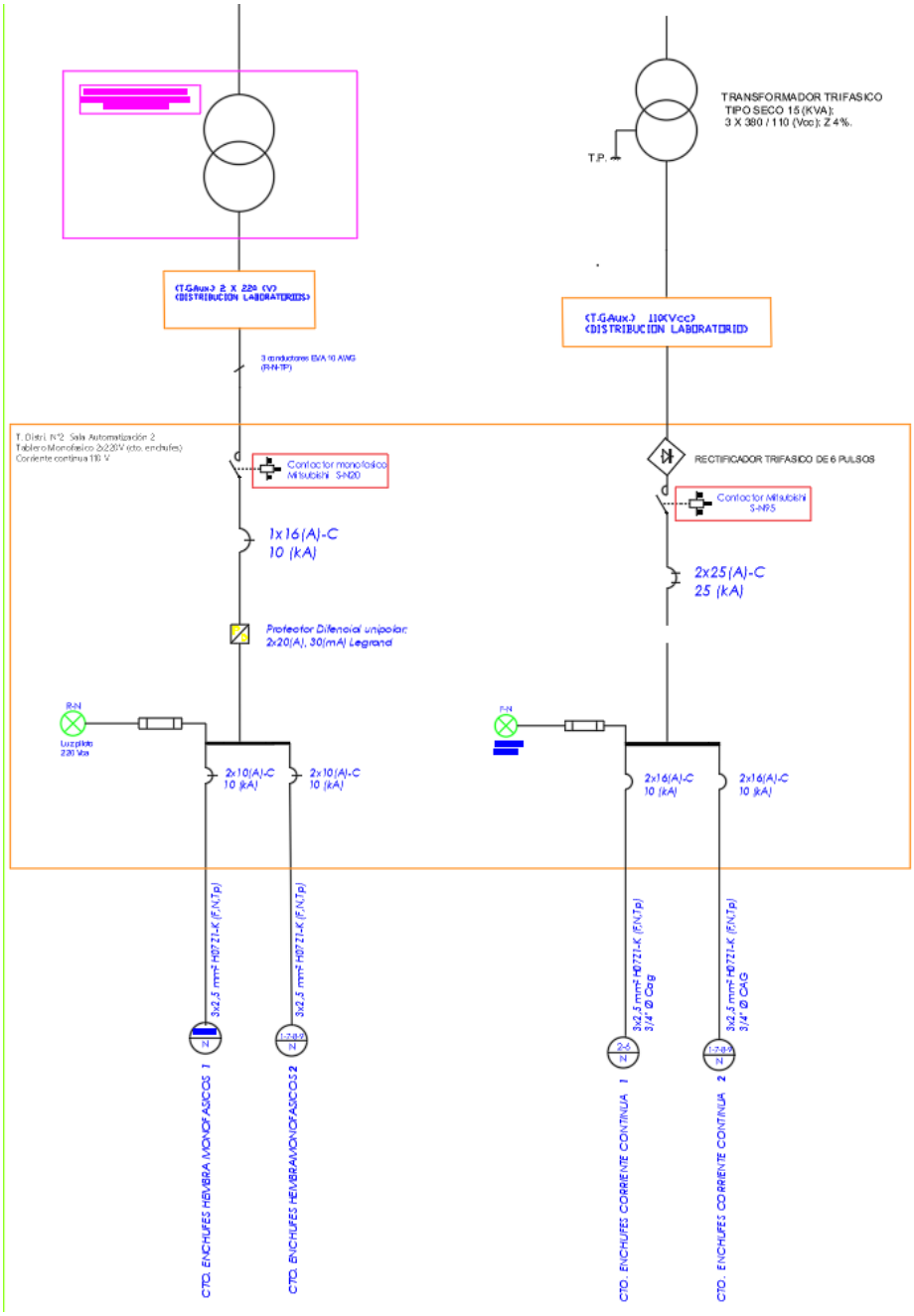



**Imagen 41 Diagrama unilineal 2x220V y 110Vcc**

### 5.4.3 Diagrama circuito Alumbrado y Servicios generales

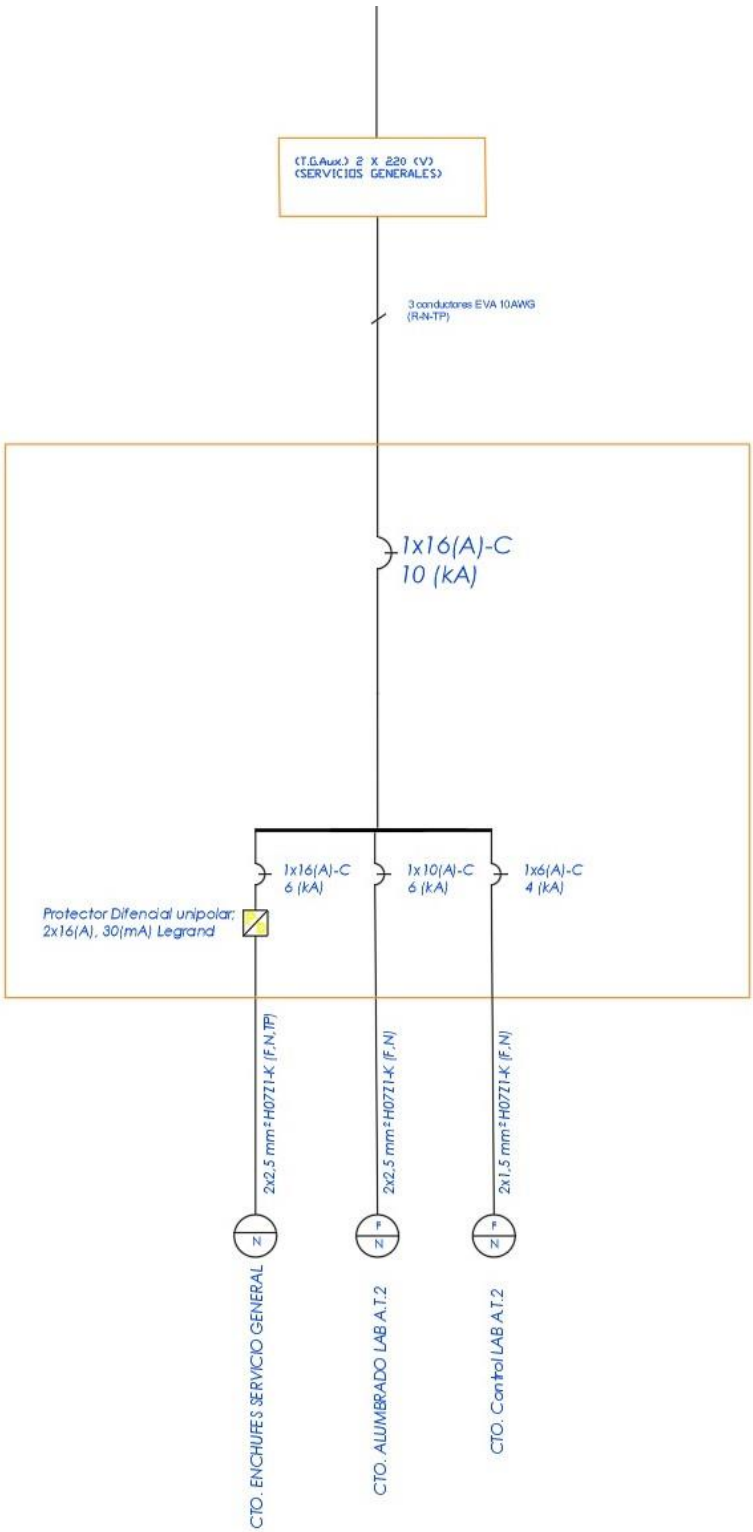



**Imagen 42 Diagrama unilineal A. y S.G**

## 5.5 Diagrama de control

- En este diagrama se mostrará el control de todos los tableros del laboratorio.

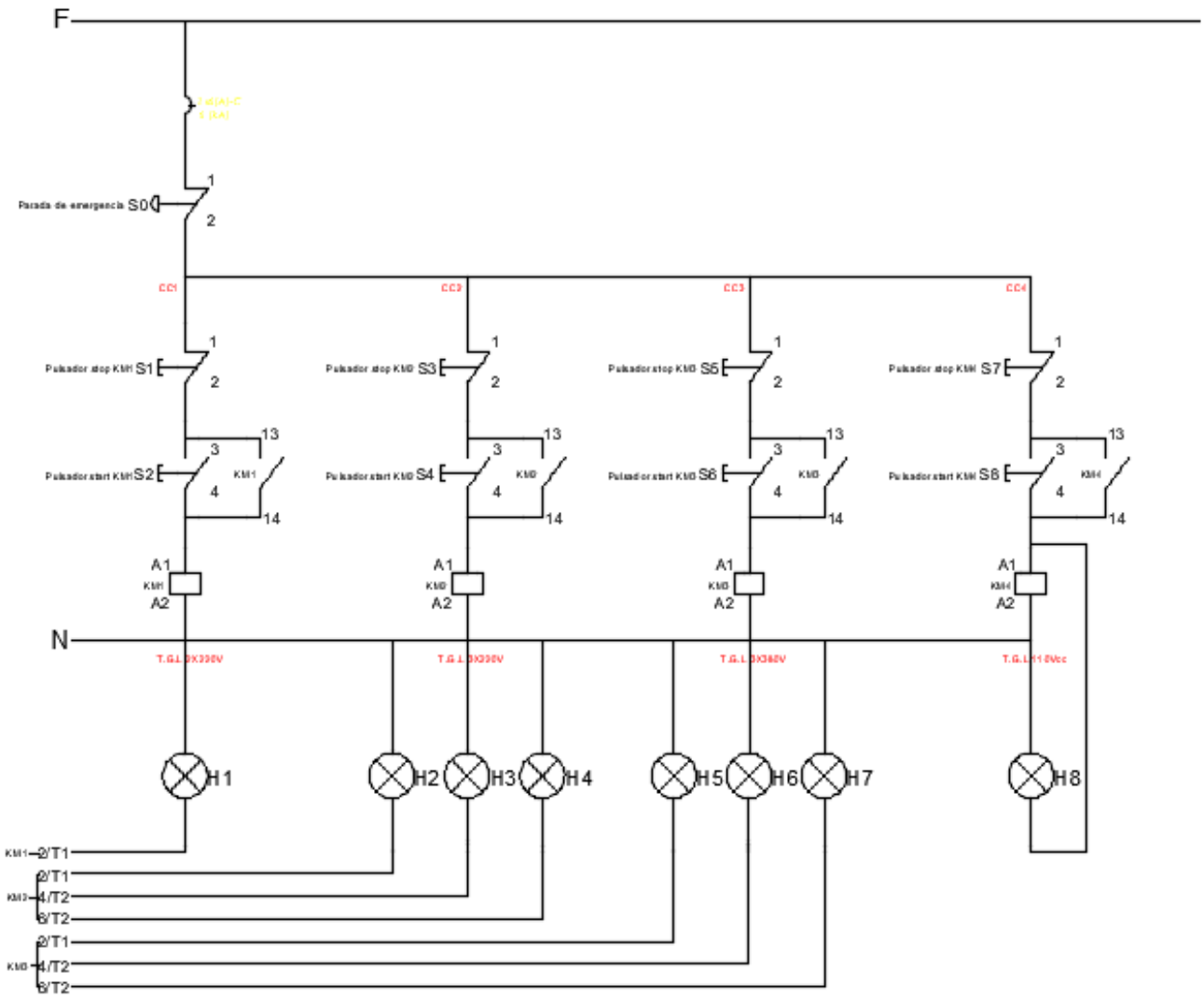



**Imagen 43 Diagrama de control**

# Conclusión

Tal como esta memoria explicativa lo ha demostrado un proyecto eléctrico se compone de varios aspectos fundamentales, primeramente, se realiza una investigación profunda de los requerimientos del mandante y la instalación, se determina factibilidad eléctrica y los detalles trascendentales para el proyecto.

A lo largo de todo el documento se aprecia que para desarrollar un proyecto eléctrico de manera correcta se tiene que cumplir con un reglamento y exigencias técnicas que nos impone la Norma Chilena Nch 4/2003, la cual es la encargada de regir las características de la instalación. los detalles que nos entrega, logran que una instalación sea optima, funcional, estética, y por, sobre todo, segura.

A la hora de diseñar un proyecto eléctrico no solo se enfoca en el objetivo de este, sino en las tareas específicas que se van desarrollando, que juntas logran llevar a cabo el objetivo principal de la instalación y cumplir con los requerimientos impuestos por el mandante. Para esto se tiene que llevar un orden y ser muy claro a la hora de mencionar que elementos se utilizarán y como se utilizarán. Con este orden se facilita poder aterrizar en términos económicos el diseño y solución del proyecto que es parte fundamental en la industria de la especialidad.

# Anexos

## Anexo 1, Norma Chilena 4/2003

Introducción

La finalidad de este anexo es citar textualmente los puntos y tablas de la norma mencionados en este trabajo de título, dando un respaldo y un fácil acceso a la información del proyecto.
Los puntos serán citador de acuerdo a él orden en que fueron mencionados.

### Capítulo 1

- **Punto 1.6 Estimación de cargas**

**Tabla N° 11.24**
**Iluminancias Mínimas para locales Comerciales e Industriales**

| Tipo de Local | Iluminancia [Lux] |
|---|---|
| Auditorios | 300 |
| Bancos | 500 |
| Bodegas | 150 |
| Bibliotecas públicas | 400 |
| Casinos, Restoranes, Cocina | 300 |
| Comedores | 150 |
| Fábricas en general | 300 |
| Imprentas | 500 |
| Laboratorios | 500 |
| Laboratorios de instrumentación | 700 |
| Naves de máquinas herramientas | 300 |
| Oficinas en general | 400 |
| Pasillos | 50 |
| Salas de trabajo con iluminación suplementaria en cada punto | 150 |
| Salas de dibujo profesional | 500 |
| Salas de tableros eléctricos | 300 |
| Subestaciones | 300 |
| Salas de venta | 300 |
| Talleres de servicio, reparaciones | 200 |
| Vestuarios industriales | 100 |

**Capítulo 2**

- **Cálculo de conductores alimentadores 2.1.2-2.2.2-2.3.2-2.4.2-2.5.2**

7.1.1.3.- La sección de los conductores de los alimentadores o subalimentadores será tal que la caída de tensión provocada por la corriente máxima que circula por ellos determinada de acuerdo a 7.2.1.1, no exceda del 3% de la tensión nominal de la alimentación, siempre que la caída de tensión total en el punto más desfavorable de la instalación no exceda del 5% de dicha tensión.

**Capítulo 3**

- **Punto 3.1 Alimentación**

7.1.1.6.- La canalización de estos alimentadores será preferentemente a través de ductos cerrados individuales, pero en caso de usar escalerillas portaconductores se deberá cumplir las siguientes condiciones:

• Sólo podrán utilizarse cables multiconductores y estos deberán tener chaquetas y aislaciones del tipo de emisión no tóxica.

• Los cables serán en un solo tramo; no se permitirán uniones en estos alimentadores.

• Se tenderán estos cables ordenadamente manteniendo su posición relativa dentro de las escalerillas a lo largo de todo su recorrido. Para mantener este ordenamiento los cables serán peinados y amarrados a los travesaños de la escalerilla en tramos no superiores a 2,0 m.

• Sólo se podrán disponer los alimentadores en una capa y existirá una separación de a lo menos 1 cm entre cable y cable.

• Los alimentadores se marcarán piso a piso mediante identificadores tipo collarín plástico de modo de permitir su fácil identificación para facilitar trabajos de mantenimiento o reemplazo.

## Capítulo 3

- **Punto 3.4 Canalización**

**Tabla Nº 8.7**
**Intensidad de Corriente Admisible para Conductores Aislados Fabricados según Normas Europeas. Secciones Milimétricas. Temperatura de Servicio: 70º C; Temperatura Ambiente: 30º C.**

| Sección nominal [mm²] | Corriente admisible Amperes [A] | | |
|---|---|---|---|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
| 0,75 | - | 12 | 15 |
| 1 | 11 | 15 | 19 |
| 1,5 | 15 | 19 | 23 |
| 2,5 | 20 | 25 | 32 |
| 4 | 25 | 34 | 42 |
| 6 | 33 | 44 | 54 |
| 10 | 45 | 61 | 73 |
| 16 | 61 | 82 | 98 |
| 25 | 83 | 108 | 129 |
| 35 | 103 | 134 | 158 |
| 50 | 132 | 167 | 197 |
| 70 | 164 | 207 | 244 |
| 95 | 197 | 249 | 291 |
| 120 | 235 | 291 | 343 |
| 150 | - | 327 | 382 |
| 185 | - | 374 | 436 |
| 240 | - | 442 | 516 |
| 300 | - | 510 | 595 |
| 400 | - | - | 708 |
| 500 | - | - | 809 |

*Grupo 1:* *Conductores monopolares en tuberías.*

*Grupo 2:* *Conductores multipolares con cubierta común; cables planos, cables móviles, portátiles y similares.*

*Grupo 3:* *Conductores monopolares tendidos libremente al aire con un espacio mínimo entre ellos igual al diámetro del conductor.*

# Bibliografía

1) SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE**,** *CODIGO ELECTRICO, NORMA Nch Elec 4/2003 Instalaciones de Consumo en Baja Tensión.* Primera Edición. Chile: Ediciones Galas, 05/02/2007.

2) SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLE**,** *CODIGO ELECTRICO, NORMA Nch Elec 2/84 Elaboración y presentación de proyectos relacionados con instalaciones eléctricas.* Primera Edición. Chile: Ediciones Galas, 05/02/2007.

EX UMBRA IN SOLEM

# Linkografía


- https://docplayer.es/76678411-Isometer-isonav685-d-vigilante-de-aislamiento-para-sistemas-de-----tension-alterna-it-con-rectificadores-y-convertidores-conectados-galvanicamente.html
- https://www.bender-latinamerica.com/informacion-tecnica/tecnologia/sistema-it
- https://www.eecol.cl
- https://www.easy.cl
- https://www.rhona.cl/
- https://www.sodimac.cl
- https://www.dartel.cl/
- https://www.poweralia.com/pw-rg11087-120n-kit001
- https://docplayer.es/76678411-Isometer-isonav685-d-vigilante-de-aislamiento-para-sistemas-de-tension-alterna-it-con-rectificadores-y-convertidores-conectados-galvanicamente.html
- https://www.gobantes.cl/control-y-potencia/tableros
- https://www.ledbox.es/luces-emergencia-led/luz-de-emergencia-led-nicelux-pro
- https://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_normastecnicas/Norma4_2003.pdf
- https://cdn.generalcable.com/assets/images/latam/Ecuador/EVAFLEX-(H07Z1-K).pdf?ext=.pdf
- https://www.vitel.cl/cable-eco-revi-libre-de-halogenos-2-5-mm2-h07z1-k-rollo-100mts/
- https://www.eecol.cl/ferreteria/491-dlp3-cuerpo-bandeja-150x65-mm-bl-legrand.html?gclid=EAIaIQobChMI45LfrraK5QIVCQmRCh2JzgvIEAYYAiABEgJz1PD_BwE
- https://conelectric.cl/Enchufe-hembra-volante