



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA  
ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO DEL ESTADO DE  
PUEBLA

---

---

# INGENIERÍA MECATRÓNICA

“INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE  
COMPONENTES CONTRA SOBRETENSIÓN.”

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA

**WENDY MARINA GARCÍA PÉREZ**

DIRECTOR DEL TRABAJO: ING. ISSAI VÁZQUEZ CID

ASESORES: DR. JOSÉ PEDRO SÁNCHEZ  
SANTANA

DR. RAFAEL ROJAS RODRÍGUEZ  
M.C. CARLOS MANUEL PÉREZ RODRÍGUEZ

Juan C. Bonilla, Puebla

**DIRECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA  
MECATRÓNICA**

**ACTA DE EXAMEN**

En el Municipio Juan C. Bonilla, Puebla a 16 de ABRIL del año 2019 siendo las 13:40 horas, se reunieron en el aula D3 209 de esta Universidad, los integrantes del jurado:

Presidente: DR. RAFAEL ROJAS RODRIGUEZ.

Secretario: M.C. CARLOS PÉREZ RODRIGUEZ

Vocal: DR. JOSÉ PEDRO SÁNCHEZ SANTANA.

Y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias en vigor se procedió a efectuar el examen que para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) presenta el/la C. GARCÍA PÉREZ WENDY MORENA con matrícula número 141403063.

Tomando en cuenta el contenido del trabajo cuyo título es: INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE COMPONENTES CONTRA SOBRETENSIÓN

que fue dirigido por DR. JOSÉ PEDRO SÁNCHEZ SANTANA y codirigido por DR. RAFAEL ROJAS RODRIGUEZ, una vez concluida la presentación oral se decidió que fuera: APROBADO.

El/La presidente del jurado hizo saber al sustentante el resultado obtenido, el código de ética y le tomó la protesta de ley, dándose por terminado el acto a las 16:35 horas y una vez leída y aprobada la presente fue firmada por las personas que en el acto intervinieron.


Vocal



**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

### Carta de Presentación/Aceptación para Realizar Estadía

Juan C. Bonilla, Puebla a 25 de enero de 2019

**Ing. Issai Vázquez Cid**  
**Director General**  
**ROBOTEK S.A. de C.V.**  
**Presente:**

Los estudiantes de la Universidad Politécnica de Puebla, como parte de su formación académica y profesional, deben realizar de manera obligatoria su Estancia/Estadía dentro de una empresa o institución relacionada con algún área de especialización de sus estudios respectivos, con la intención de adquirir pertinencia y experiencia laboral en cada ciclo formativo.

Estas actividades se desarrollarán durante un cuatrimestre, que comprende **600 horas** de trabajo, distribuidas de acuerdo al convenio al que se llegue con la empresa.

Es importante destacar que los estudiantes tienen la obligación de mantener la confidencialidad de la información derivada de la Estancia/Estadía, y además, durante el desarrollo de ésta, no generarán relación laboral alguna con la Unidad Productiva o Social, ya que ellos cuentan con seguro social facultativo que les cubre la atención médica.

Agradecemos las facilidades brindadas al estudiante:

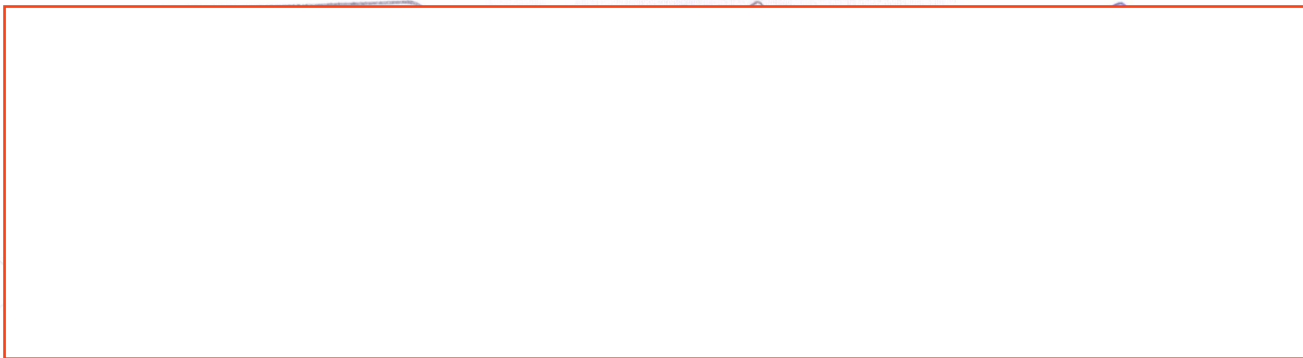
Nombre: **García Pérez Wendy Mariana**  
Número de matrícula: **141403063**  
Programa académico: **Ingeniería en Mecatrónica**  
Actividades a desarrollar: **Estadía**  
Duración: **600 Hrs.**  
Fecha de inicio: 28 de enero de 2019 Fecha de término: 5 de abril de 2019  
Asesor por parte de la Unidad Productiva o Social: Ing. Issai Vázquez Cid  
Asesor por parte de la Universidad: Dr. José Pedro Sánchez Santana

De conformidad, las partes se comprometen a cumplir con lo mencionado anteriormente.

Por la Universidad

Por la Unidad Productiva o

Estudiante



Generamos Ciencia y Tecnología  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46



Certificada en ISO 9001:2015 Evaluada en el Nivel 1 por CIEES  
Certificada en NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y no Discriminación

Puebla, Pue., 28 de Enero del 2019

**ASUNTO: CARTA DE ACEPTACIÓN PARA CURSAR  
RESIDENCIA PROFESIONAL**

Dr. Rita Marina Aceves Pérez  
Directora de Ingeniería en Mecatrónica  
Universidad Politécnica de Puebla

Por este medio le comunico que la C. **García Pérez Wendy Marina**, alumno con número de control **141403063** de la carrera de **Ingeniería en Mecatrónica** ha sido aceptado para realizar su residencia profesional en la empresa "**ROBOTEK, S.A. DE C.V.**" en el periodo que comprende del 28 de Enero del 2019 al 05 de Abril del 2019 realizando el proyecto "**INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE COMPONENTES CONTRA SOBRETENSIÓN**".

Sin más por el momento quedo de usted.



**ATENTAMENTE**



**Robotek, S.A. de C.V.**

Nombre de la Empresa:	ROBOTEK S.A. de C.V.				Fecha:	27/02/2019	
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)	X			
	Mediana (51-250)		Grande (Más de 251)				
Sector de la Empresa:	Público		Privado	X			
Nombre del Evaluador:	Ing. Issai Jefthe Vázquez Banda						
Teléfono del Evaluador:	2224660516		E-mail:	robotekuno@gmail.com			
Nombre del Estudiante:	Wendy Marina García Pérez						
Programa Académico:	Ing. En mecatrónica		Área asignada:		Tecnología		
	Estancia 1		Estancia 2		Estadia	X	
	Seguimiento	X	Evaluación				

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

**1 Insatisfecho = 0%,      2 Poco satisfecho 25%,    3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,      5 Muy satisfecho 100%**

- |    |   |           |
|----|---|-----------|
| 1  | ¿Aplica razonamiento lógico y analítico?                              | 5         |
| 2  | ¿Es puntual y asiste?   | 5         |
| 3  | ¿Asume responsabilidades?   | 5         |
| 4  | Domina alguna lengua extranjera?                                      | 5         |
| 5  | ¿Es hábil para relacionarse?  | 5         |
| 6  | ¿Su presentación personal es adecuada?                                | 5         |
| 7  | ¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?                        | 5         |
| 8  | ¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?                          | 5         |
| 9  | ¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada? | 5         |
| 10 | ¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?                 | 5         |
| 11 | ¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?                  | 5         |
|    | <b>Total</b>  | <b>55</b> |

¿Considera liberada la estancia/estadia del estudiante por su desempeño? Si  No

¿Qué aspectos sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

Evaluador: 1

Realizó la Estancia/Estadia: 2



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
Organismo Público Descentralizado del Estado de Puebla

**ENCUESTA DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN DEL EMPLEADOR Y LIBERACIÓN DE ESTANCIA/ESTADIA.**

Nombre de la Empresa:	ROBOTEK S.A. de C.V.			Fecha:	05/04/2019
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)	X	
	Mediana (51-250)		Grande (Más de 251)		
Sector de la Empresa:	Público		Privado	X	
Nombre del Evaluador:	Ing. Issai Jefthe Vázquez Banda				
Teléfono del Evaluador:	2224660516		E-mail:	robotekuno@gmail.com	
Nombre del Estudiante:	Wendy Marina García Pérez				
Programa Académico:	Ing. En mecatrónica		Área asignada:	Tecnología	
	Estancia 1		Estancia 2		Estadía X
	Seguimiento		Evaluación	X	

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

**1 Insatisfecho = 0%,                      2 Poco satisfecho 25%,   3 Regular satisfacción 50%,  
4 Buena satisfacción 75%,                      5 Muy satisfecho 100%**

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	5
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	5
4	Domina alguna lengua extranjera?	5
5	¿Es hábil para relacionarse?	5
6	¿Su presentación personal es adecuada?	5
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	5
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	5
	<b>Total</b>	<b>55</b>

¿Considera liberada la estancia/estadía del estudiante por su desempeño? Sí  No

¿Qué aspectos sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

**Evaluador:**

**Realizó la Estancia/Estadía:**

Firma del asesor de empresa

Firma del estudiante

Puebla, Pue., 05 de Abril del 2019

**ASUNTO: CARTA DE TERMINACION  
RESIDENCIA PROFESIONAL**

Dra. Rita Marina Aceves Pérez  
Directora de Ingeniería en Mecatrónica  
Universidad Politécnica de Puebla

Por este medio le comunico que la C. Wendy Marina García Pérez, alumna con número de control **141403063** de la carrera de **Ingeniería en Mecatrónica** ha concluido satisfactoriamente su residencia profesional en la empresa "**ROBOTEK, S.A. DE C.V.**" en el periodo que comprende del 28 de Enero del 2019 al 05 de Abril del 2019 realizando el proyecto "**Instalación y puesta en marcha de componentes contra sobretensión en planta Volkswagen de México**".

Sin más por el momento quedo de usted.

**ATENTAMENTE**

**Robotek, S.A. de C.V.**



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
GOBIERNO DE PROGRESO



SEP  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



## ACTA DE REVISIÓN DE DOCUMENTO DE ESTADÍA

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, a 5 de abril de 2019, se designó a los miembros de la Comisión Revisora de la Estadía por parte de la Academia de Profesores de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Puebla para examinar el documento del proyecto de Estadía intitulado:

*Instalación y puesta en marcha de componentes contra sobretensión*

Presentado por la alumna:

**Wendy Marina García Pérez**

con número de matrícula 141403063, aspirante al grado de

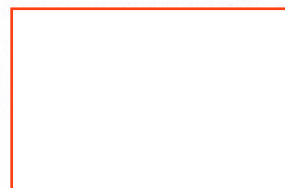
**Licenciado en Ingeniería en Mecatrónica**

Después de satisfacer los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** el documento del proyecto de Estadía.

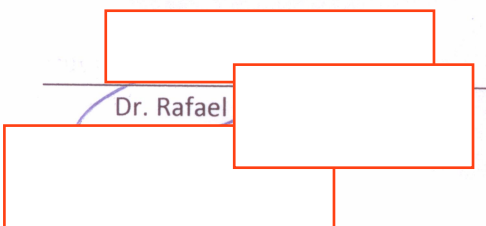
### LA COMISIÓN REVISORA



Mtro. Carlos Manuel Pérez Rodríguez  
Presidente



Dr. José Pedro Sánchez Santana  
Asesor de Estadía



Dr. Rafael



**UPPue**  
Universidad Politécnica de Puebla

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

**UTP**  
COORDINACIÓN GENERAL DE UNIVERSIDADES  
TECNOLÓGICAS y POLITÉCNICAS



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
GOBIERNO DE PUEBLA



SEP  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



## CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, el día 12 de abril del 2019, la que suscribe Wendy Marina García Pérez alumna del Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica con número de matrícula 141403063, manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo documental de Estadía bajo la dirección del Dr. José Pedro Sánchez Santana y cede los derechos del trabajo intitulado "Instalación y puesta en marcha de componentes contra sobretensión", a la Universidad Politécnica de Puebla para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [jose.sanchez@uppuebla.edu.mx](mailto:jose.sanchez@uppuebla.edu.mx) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Wendy Marina García Pérez

**UPPue**  
Universidad Politécnica de Puebla

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA**  
"Generamos Ciencia y Tecnología"  
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,  
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México.  
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

**UTP**  
COORDINACIÓN GENERAL DE UNIVERSIDADES  
TECNOLÓGICAS Y POLITÉCNICAS

# Dedicatoria

*Dedicado a  
mis padres quienes han hecho que sea la mujer que soy*

# Agradecimientos

Primeramente doy gracias a mis padres Benedicto García y Carmen Pérez por apoyarme en cada uno de mis sueños, a mi hermano Jesús por su complicidad en cada momento de mi vida, por enseñarme a valorar con todo el corazón esos pequeños y espontáneos momentos que da la vida, gracias a cada uno de los profesores de la ingeniería en mecatrónica por ayudarme a formarme como ingeniero mecatrónico lo cuál es lo que me apasiona, gracias Lic. Eva y Lic. Vero del departamento de difusión y extensión por enseñarme a desarrollar mis habilidades sociales y brindarme su apoyo en todo momento al igual gracias a Azael por mostrarme el verdadero significado de "No juzgues un libro por su portada", Bryan por ser paciente conmigo cada vez que no entendía algo, Alan por hacerme reír en los momentos más frustrantes y por siempre escucharme, Susana ser mi confidente en todo momento por ayudarme a ver lo que realmente es importante el amor propio, Alin por ser mi primera amiga en el inicio de este viaje lleno de experiencias interesantes al igual que tu apoyo incondicional, Richi, Arturo por su amistad y lealtad, en estos años de universidad, gracias Oscar Enrique Terreros Luna por ser mi amigo y mi novio, por impulsarme y cuidarme en los momentos que creí que no podía lograrlo.

# Resumen

El presente trabajo describe la implementación de componentes contra sobre-tensiones eléctricas en instalaciones industriales. La implementación se llevó a cabo en la Nave 82A de la planta de Volkswagen-México. Por motivos de privacidad y confidencialidad de la empresa no puedo proporcionar métodos y datos del proceso de selección de componentes, pero aún así se cumplieron los objetivos del proyecto.

Se explican los tipos de sobretensiones que existen a nivel industrial y sus causas, al igual que mencionaremos los componentes que forman el sistema de protección contra sobretensiones, dando a conocer sus principios de funcionamiento, selección y la ubicación estratégica en el circuito eléctrico para la protección de equipo en áreas o secciones específicas del sistema.

Es necesario tener la información acerca de las normas y reglamentos que rigen a las instalaciones eléctricas de este tipo, los materiales utilizados en la actualidad y la aplicación de los estándares que se permiten en nuestro país.

# Índice general

<b>Dedicatoria</b>	<b>I</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>II</b>
<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>V</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Plantamiento de problema . . . . .	2
1.2. Justificación . . . . .	2
1.3. Objetivo general . . . . .	3
1.4. Objetivos específicos . . . . .	3
<b>2. Marco teórico</b>	<b>4</b>
2.1. Tipos de sobretensiones . . . . .	4
2.2. Dispositivos de protección . . . . .	8
2.2.1. Características asignadas a los protectores de sobretensión . . . . .	12
<b>3. Desarrollo de aplicación de dispositivos de protección contra sobretensiones</b>	<b>15</b>
3.1. Elementos y circuitos de protección multinivel . . . . .	16
3.1.1. Descargadores de sobretensiones relleno de gas noble . . . . .	16
3.1.2. Varistores . . . . .	17
3.1.3. Diodos supresores . . . . .	18
3.1.4. Circuitos de protección combinados . . . . .	18
3.2. Elección de descargadores . . . . .	19
3.2.1. Protección contra sobretensiones . . . . .	19
3.2.2. Elección de descargadores . . . . .	20
3.2.3. División de las zonas de protección . . . . .	21
3.2.4. Instalación para módulos de protección contra sobretensiones . . . . .	22
3.2.5. Indicaciones de instalación para módulos de protección en instalaciones de medida . . . . .	23
3.2.6. Presentación de elementos y propuesta de montaje . . . . .	26
<b>Apéndice A</b>	<b>31</b>
<b>A. Dispositivos de protección contra sobretensiones</b>	<b>32</b>

# Índice de figuras

1.1. Logo oficial ROBOTEK S.A. de C.V. . . . . .	1
1.2. Localización de la empresa en Google maps . . . . .	2
2.1. Energización de una línea en vacío . . . . .	5
2.2. Energización de una línea con carga residual . . . . .	5
2.3. Circuito capacitivo . . . . .	5
2.4. Demostración de desfase . . . . .	6
2.5. Reinicio de arco entre los contactos del interruptor . . . . .	6
2.6. Reinicio de arco cuando existe una diferencia de potencial . . . . .	6
2.7. Reinicio del arco en su máximo positivo . . . . .	7
2.8. Tipos de sobretensiones según Tolcachier . . . . .	8
2.9. Instalación de un dispositivo de protección contra sobretensiones . . . . .	9
2.10. Representación del principio de un DPS . . . . .	9
2.11. Onda de rayo directo e inducido . . . . .	11
2.12. Tensión de impulso de onda completa normalizada $1,2/50 \mu s$ . . . . .	11
2.13. Onda normalizada de impulso de corriente de cortocircuito $8/20 \mu s$ . . . . .	11
2.14. Ejemplos de interruptores automáticos modulares . . . . .	12
2.15. Interruptores automáticos industriales de caja moldeada . . . . .	12
2.16. Tipos de regulación en disparadores de Interruptores automáticos . . . . .	13
2.17. Corrientes y tiempos convencionales de los disparadores . . . . .	13
2.18. Tipos de disparo magnético en interruptores automáticos modulares . . . . .	14
3.1. Longitudes de desacoplamiento . . . . .	16
3.2. Descargador de gas . . . . .	16
3.3. Curva característica de un descargador de gas . . . . .	17
3.4. Varistor . . . . .	17
3.5. Curva característica de un varistor . . . . .	17
3.6. Diodo supresor . . . . .	18
3.7. Curva característica de un diodo supresor . . . . .	18
3.8. Esquema de un descargador . . . . .	19
3.9. Círculo de protección . . . . .	20
3.10. Aislamiento según la Norma IEC 61312 . . . . .	21
3.11. Zonas de protección contra sobretensiones . . . . .	22
3.12. Puesta a tierra clásica . . . . .	22
3.13. Conexión correcta de PE/PAS . . . . .	23
3.14. Conexión incorrecta de PE/PAS . . . . .	24
3.15. Técnica de 2 hilos-protección del sensor . . . . .	24
3.16. Técnica de 2 hilos-protección del control . . . . .	24
3.17. Técnica de 3 hilos-protección del sensor . . . . .	25

3.18. Técnica de 3 hilos-protección del control . . . . .	25
3.19. Técnica de 4 hilos-protección del control . . . . .	25
3.20. Elementos y propuesta de montaje . . . . .	26
3.21. Diagrama de conexión de VAL-CP . . . . .	28
3.22. Conexión de fuente de alimentación de 24V y PLT . . . . .	29
3.23. Estimación de distancias . . . . .	30

# Capítulo 1

## Introducción

La materia de estadía tiene como objetivo que los alumnos de la ingeniería en mecatrónica realicen un proyecto implementando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en una empresa del sector industrial.



Figura 1.1: Logo oficial ROBOTTEK S.A. de C.V.

La empresa que me dio la oportunidad de realizar un proyecto de nivel profesional es ROBOTTEK S.A. de C.V.(Fig. 1.1) con domicilio en la calle 37-A Norte 1404 colonia Villa Posadas,72060, Puebla, Pue.(Figura1.2). Es una empresa dedicada a la automatización de procesos productivos industriales generalmente para el sector automotriz, que requiere de proyectos que abarcan desde la ingeniería conceptual, básica y de detalle, hasta la gestión de compras, la construcción y la puesta en marcha de las instalaciones, relocalización de equipos, programaciones y puestas en marcha, así como el desarrollo de la ingeniería en planos eléctricos en EPLAN P8, o programación on-line de Placas, programación ON-LINE de robots, optimización de procesos productivos sea en las aplicaciones de soldadura, LASER, transportadores, pintura aplicación de pegamento, manipulación de piezas etc.

El área de tecnología de la empresa tiene como tarea la integración de la maquinaria completa, desde el PLC, robot, equipo de manipulación, equipos de fijación, de remachado o conrolado. Al igual la integración al diseño en el software EPLAN P8 para diagramas eléctricos sean las normas europea o americana.

Los alcances tecnológicos que tiene el área de tecnología es la integración desde lo más sencillo hasta lo más sofisticado y moderno, como lo son los equipos Láser, o sensores de tercera dimensión, o bien la implementación de componentes de distintos tipos ya sea para al automatización de procesos o protección de equipos de los procesos industriales, marcando el futuro de la industria para lograr alcanzar una respuesta en calidad, eficiencia y productividad. Hoy en día los procesos

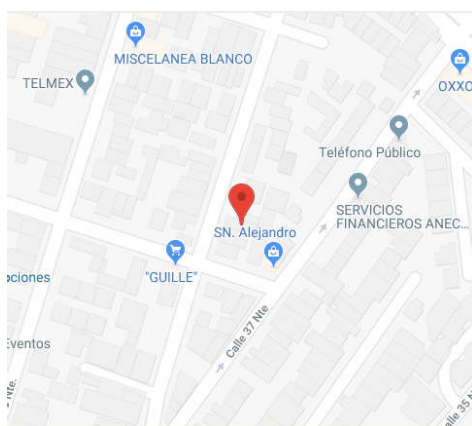


Figura 1.2: Localización de la empresa en Google maps

industriales conllevan un gran número de sistemas de control, con características eléctricas específicas que son manejadas con distintos rangos de operación de potencia, voltaje y corriente, cuando en estas sucede una alteración en los niveles de voltaje que sean mayor a los de operación todo el sistema es involucrado a una falla la cual puede parar la alimentación de energía y de esa forma poner en peligro al personal.

El origen de las sobretensiones son diferentes, por lo tanto es necesario tener un sistema de protección para evitar daños. Hay una gran tendencia que la sobretensiones sean transitorias y de una duración de microsegundos [1]. Existen dos tipos de causas: las externas tales como rayos o descargas atmosféricas e internas que pueden ser ocasionadas por los interruptores de potencia ó la unión de líneas de mayor potencia.

## 1.1. Plantamiento de problema

El equipo de mantenimiento general de la Nave 82 A de Volkswagen de México ha notado anomalías en la tensión de 19 armarios de los procesos de Falzen y Sistema de Transporte de Skids de hojalatería, estas altas y bajas de tensión se presentan aproximadamente 100 veces por jornada laboral de 8 horas lo que ha provocado daños a algunos de los componentes de los armarios y en ocasiones se para la línea de producción debido a que se deben cambiar componentes de los tableros. Se ha notado que el 80% de los cambios de tensión duran 0.2 s y son aproximadamente de 10 a 15 Volts.

## 1.2. Justificación

En la actualidad una de las problemáticas que llegan a sufrir las redes eléctricas son las sobretensiones, las cuales son elevaciones de voltaje sobre las líneas de distribución eléctrica, datos o comunicación, provocando que los componentes o equipos eléctricos conectados tengan un período de vida útil corto.

De los distintos tipos de sobretensiones las transitorias suelen ser producidas por descargas atmosféricas directas, indirectas, desconexión de cargas inductivas tales como bobinas, motores, conmutaciones

de redes o defectos en las mismas.

Por tal motivo es necesario tomar medidas preventivas para reducir el riesgo de daños en los equipos eléctricos que puedan provocar paros de producción, pérdidas de materia prima e incluso provocar muertes.

### **1.3. Objetivo general**

Integrar un sistema de seguridad contra sobretensiones que vigilará el correcto funcionamiento de los componentes de cada armario de control BMS (Building Management System) en un rango de operación de 259.6-447 Volts y de 15-20 Amperes de los procesos Falzen y Sistema de Transporte de Skids de hojalatería Nave 82A.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Identificar y analizar las características de los armarios de control BMS de la Nave 82A.
- Seleccionar e integrar los insumos eléctricos contra sobretensión bajo la norma NOM-001-SEDE-2012 y Normas IEC.
- Validar el sistema de seguridad contra sobretensión en los 19 armarios de control BMS.

# Capítulo 2

## Marco teórico

### 2.1. Tipos de sobretensiones

Como se ha mencionado se le conoce como sobretensión a los picos de tensión que se producen en los sistemas eléctricos, los cuales existen dos tipos: Externas e internas.[1]

#### **Sobretensiones externas**

La caída de rayos en las subestaciones provoca en la mayoría de ocasiones que las ondas con mayor magnitud causan picos de tensión mayor a la que soporta la línea lo cual conlleva daños a la continuidad de corrientes, voltaje, etc.

#### *Tipos de sobretensiones externas*

- Descarga directa sobre la línea.
- Descarga entre las nubes próximas a la línea.
- Descarga entre líneas y tierra.

#### **Sobretensiones internas**

Son aquellas que se presentan en los sistemas eléctricos en operación que se refiere a una anomalía en la tensión que existe entre fase a tierra o fase a fase, la cual provoca que se eleve el valor pico de tal forma que supera la tensión de operación óptima.

#### **Causas**

- Energización de una línea.  
Es causada por la diferencia de tensiones en los polos en el breaker, a lo que se refiere que el cierre de los contactos del sistemas no funcionan de manera correcta, lo que hace que la primera fase generen picos de tensión que son transmitidas a las otras fases. Estos picos viajan por las líneas hasta alcanzar el otro extremo, en donde se encuentra con la impedancia del circuito abierto que se sobrepone a los picos provocando las sobretensiones. (Fig. 2.1)

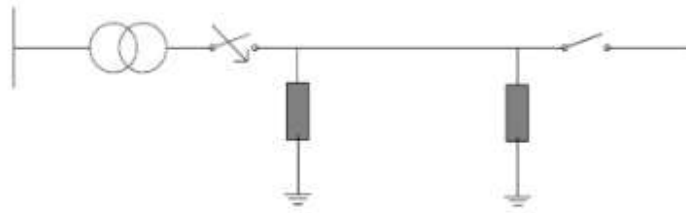


Figura 2.1: Energización de una línea en vacío [6]

- Recierre de un línea.

Sólo involucra a los interruptores del sistema, si se llegara a considerar que un breaker tenga que interrumpir una línea en vacío, lo cual provoca que la tensión pase por un valor máximo lo que hace que las otras fases tengan tensiones similares a la tensión de la fuente de alimentación el cual llamamos como "carga atrapada".(Fig. 2.2)

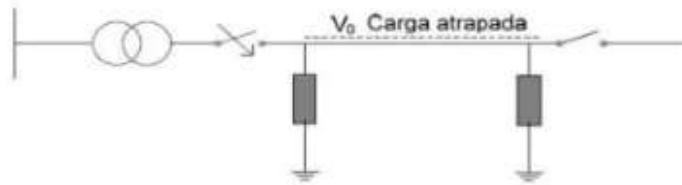


Figura 2.2: Energización de una línea con carga residual [6]

- Interrupción de una corriente capacitiva.

Para comprender este tipo de interrupción consideraremos un circuito con carga capacitiva que es alimentado a través de una fuente inductiva. La figura 2.3 se muestra dicho circuito.

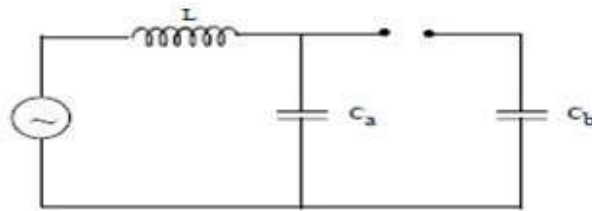
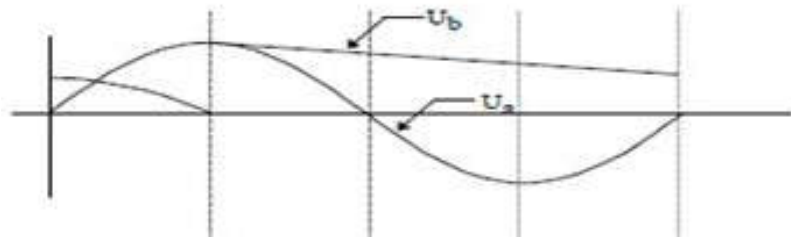


Figura 2.3: Circuito capacitivo [6]

Cuando ocurre una interupción provoca un desfase entre la tensión y la corriente de 90 grados.(Fig.2.4 )



[6]

Figura 2.4: Demostración de desfase

Como sabemos al interrumpir la corriente la tensión se eleva a su valor máximo por lo que hace que el capacitor sea cargado al potencial máximo de su fuente.

Si la elevación de la tensión del interruptor sea menor al proceso de reinicio de las propiedades aislantes de los interruptores, provoca a que el proceso de interrupción sea completado y la energía que se había almacenado en el capacitor sea disipada por lo que reestablece la corriente de la frecuencia de potencia.(Fig.2.5)

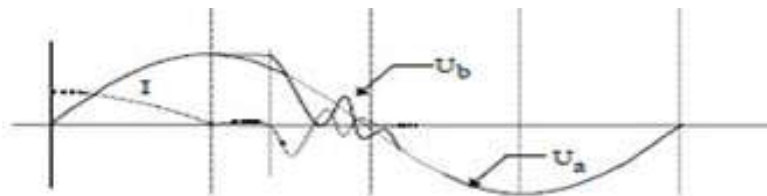


Figura 2.5: Reinicio de arco entre los contactos del interruptor [6]

El arco se reestablece cuando la diferencia de la potencia entre los contactos sea la máxima, esto hace que la tensión se encuentre en su valor negativo, la tensión entre los contactos es igual a  $2 U_{max}$  al momento de reiniciar, si se le proporciona una corriente el potencial de  $C_b$  tenderá a la tensión  $U_a$ .(Fig.2.6)

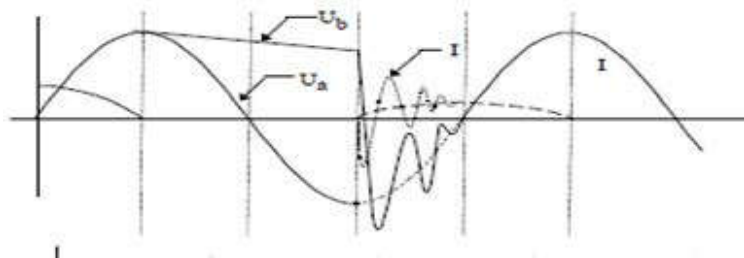


Figura 2.6: Reinicio de arco cuando existe una diferencia de potencial [6]

Uno de los casos más peligrosos es cuando se reinicia el arco entre los contactos invirtiendo su sentido provocando que se vuelva a su valor máximo positivo.(Fig.2.7)

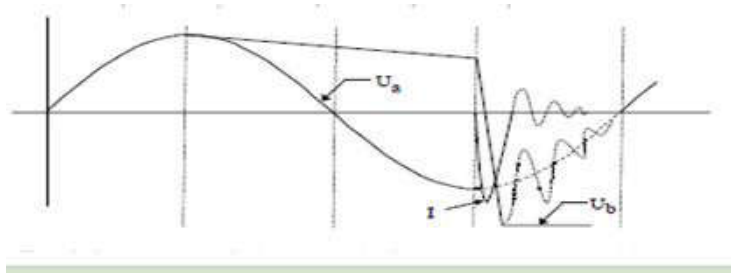


Figura 2.7: Reinicio del arco en su máximo positivo [6]

■ Interrupción de una corriente inductiva.

Cuando interrumpimos un circuito que contenga inductancia su corriente no deja de circular por la inductancia hasta que se haya disipado totalmente la energía almacenada.

Si se llega a interrumpir la corriente la energía total almacenada en el campo magnético se almacena en el capacitor, lo cual provoca que su tensión se eleve. La tensión está dada por la ecuación 2.1:

$$U = U_c + I \frac{L}{C} \quad (2.1)$$

Donde:

- U= Tensión
- $U_c$  = Tensión de funcionamiento continuo
- I= Corriente
- L= Inductancia
- C= Capacitancia

La sobretensión es proporcional a la corriente en el instante de la interrupción y de la relación de la inductancia y la capacitancia del sistema.

A su vez las sobretensiones internas se clasifican en transitorias y permanentes:[2]

### Sobretensiones transitorias

Son los cambios bruscos en el sistema eléctrico, su amplitud varía de acuerdo a la configuración del sistema, normalmente su duración es en milisegundos.[2]

### Sobretensiones permanentes

Son principalmente ocasionados en la red de distribución eléctrica, una mala conexión de componentes o la ruptura del conductor neutro el cual está conectado a tierra.

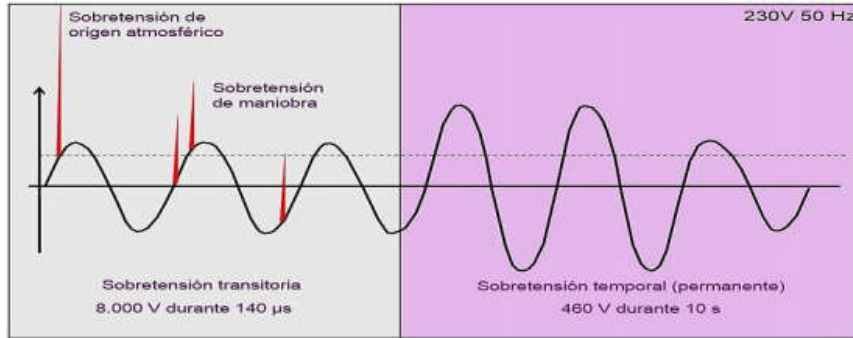


Figura 2.8: Tipos de sobretensiones según Tolcachier [2]

## 2.2. Dispositivos de protección

Los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) tienen como objetivo derivar corrientes transitorias en un corto tiempo, que a su vez limitan la cantidad de voltaje entre todas las terminales que a este pertenecen. Su uso principal es como un elemento que igual la potencia del sistema, en el momento que la tensión de los conductores aumenta o de los conductores activo y tierra, como ya sabemos las sobretensiones pueden superar de manera exponencial el voltaje nominal del sistema

Estos componentes también son llamados como supresores de transitorios, supresores de picos, supresores de transitorios de voltaje (Transient Voltage Surge Suppressors (TVSS)) o SSTT como lo menciona la Norma Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

De acuerdo a la Norma Mexicana NOM-001-SEDE-2012 artículo 285 "Los apartarrayos de menos de 1000 Volts también se conocen como supresores de sobretensiones transitorias Tipo 1"[3], al igual que existen de Tipo 2 y Tipo 3.

No está permitido usar SSTT (Supresores de Sobretensiones transitorias) en lugares que operen a más de 1000 volts, no deben ser colocados en "sistemas no puestos a tierra, en sistemas puestos a tierra a través de una impedancia, en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que estén aprobados específicamente para el uso en estos sistemas". También menciona que no debe usarse supresores con un valor nominal menor a la máxima tensión continua de fase a tierra de operación del sistema.

La selección de los SSTT debe ser adecuado a la máxima tensión continua de operación, la magnitud y duración de las sobretensiones, por fallas de fase a tierra, técnicas de puesta a tierra del sistema y sobretensiones transitorias por desconexión. Los supresores de sobretensiones transitorias (SSTT) ó SPD (Surge Protection Dive) por sus siglas en inglés actúa como un conmutador controlado por tensión, se halla instalado entre los conductores activos y tierra, en paralelo a los equipos a proteger. Cuando la tensión de la red es inferior a su tensión de activación, el protector actúa como un elemento de alta impedancia, de forma que por él no circula intensidad. Por el contrario, cuando la tensión de red es superior a la tensión de activación el protector actúa como un elemento de impedancia próxima a cero, derivando la sobretensión a tierra y evitando que ésta afecte a los receptores, como se muestra en la figura 2.9 .

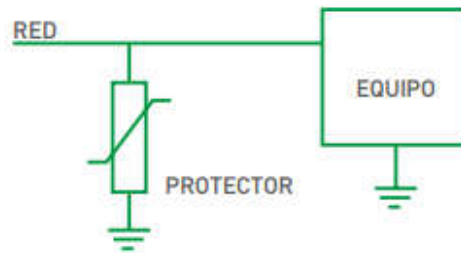


Figura 2.9: Instalación de un dispositivo de protección contra sobretensiones [6]

Los DPS son representados con interruptores, ( $S_1$  y  $S_2$ ) los cuales con conectados entre los conductores línea (L) y el neutro (N) y consecutivamente a tierra.(Figura 2.10 ).

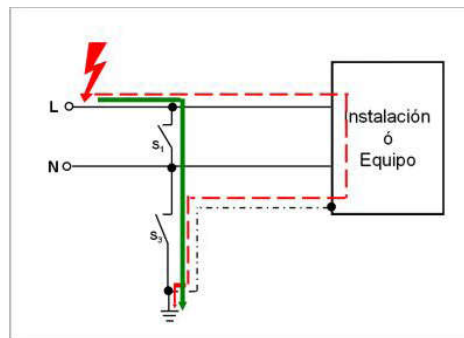


Figura 2.10: Representación del principio de un DPS [6]

Cuando llegamos implemetar una sobretensión en la fase, la diferencia de potencia entre los conductores hacen que el supresor se active. Haciendo que por microsegundos el dispositivo tenga una baja impedancia produciendo que la potencia sea igual en la alimentación, lo cual mantiene el voltaje en niveles dentro la tolerancia para el tipo de sistema integrado.

Para la selección de componentes contra sobretensión se tienen que considerar ciertos parámetros:

- Voltaje nominal de operación del equipo o sistema.
- Voltaje nominal y máximo de operación del DPS.
- Nivel de protección del DPS. ( $U_p$ )
- Capacidad de derivación del DPS en kA.
- Número de hilos o líneas de alimentación.

- Conductores de cobre que lleguen o salgan del equipo a proteger de acuerdo a los voltajes de alimentación, señales de control, interfaces de datos.

Existen varias normas para el uso de los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias, las más conocidas son las normas de la Comisión Internacional de Electrotecnia (IEC por sus siglas en inglés International Electrotechnical Commission) , IEC 62305-4:2006, IEC 61643-1:2005, IEC 6643-12:2008, IEC 61643-21, IEC 61643-22; IEC 60060. En cambio para estándares americanos se usan IEEE C62.41.1:2002, IEEE C62.41.2:2002, IEEE C62.45:2002.[6]

ia

## **Voltaje nominal**

Como ya antes mencionamos es necesario que conozcamos el voltaje nominal de operación del equipo o sistema ya que con esta información podremos especificar el nivel de protección ( $U_p$ ) del DPS.

En el mercado existen dispositivos ya diseñados para el uso de ciertos voltajes nominales para distintos sistemas de distribución de energía como alta, media y baja tensión , también es de mencionarse que si no existiera el DPS para ciertos sistemas es recomendable usar uno con voltaje nominal que no supere en 40% el valor de operación del sistema [6].

## **Voltaje máximo de operación del dispositivo de protección**

Es una de las principales características en las que debemos enfocarnos ya que es la capacidad de protección del dispositivo y su límites de tensión en sus terminales de conexión, estos valores son indicados por los fabricantes en cada hoja técnica.

## **Capacidad de derivación kA de acuerdo a IEC**

Se dividen de acuerdo a su capacidad de derivación de corriente transitoria y se asocian a las curvas normalizadas de prueba.

### **Tipo 1**

Tienen la capacidad de resistir ondas de rayo (10/350  $\mu$ s) corriente con tiempo de ascenso frontal de 10  $\mu$ s y tiempo de descenso al valor medio de 350  $\mu$ s, según IEC 2305-1 que simula el impacto de un rayo. Deben ser complementados por protectores de Tipo 2.(Figura 2.11)

### **Tipo 2**

Resiste a las ondas de sobretensión de (8/20  $\mu$ s) corriente con tiempo de ascenso frontal de 8  $\mu$ s y tiempo de descenso al valor medio de 20  $\mu$ s, según IEC 60060-1 que simula la corriente que se produce en caso de una conmutación o de un impacto de rayo sobre la línea de distribución o en sus proximidades.(Figura 2.11)

Las corrientes con ondas de 8/20  $\mu$ s son usadas para la evaluación del desempeño de dispositivos supresores de sobretensiones transitorias IEC Clase I e IEC Clase II. En cuanto a las ondas 10/350  $\mu$ s son usados para la valuación de dispositivos descargadores de corriente de rayo IEC Clase I. [5]

### **Tipo 3**

Resisten ondas combinadas 1,2/50  $\mu$ s - 8/20  $\mu$ s (Figura 2.12, 2.13), que simula la corriente y la tensión que pueden llegar a los equipos a proteger. Capacidad de derivar a tierra corrientes medias, ofreciendo un nivel de protección bajo.

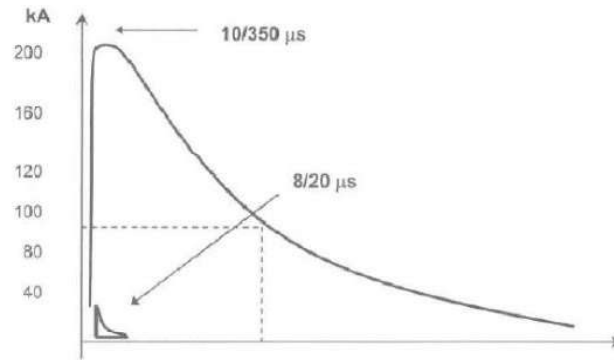


Figura 2.11: Onda de rayo directo e inducido [5]

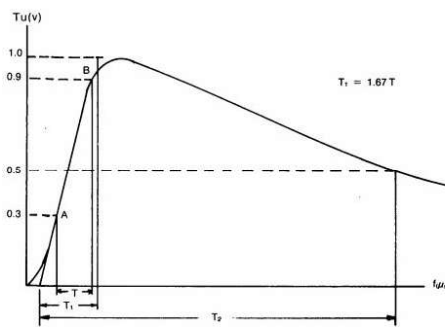


Figura 2.12: Tensión de impulso de onda completa normalizada 1,2/50 μs [5]

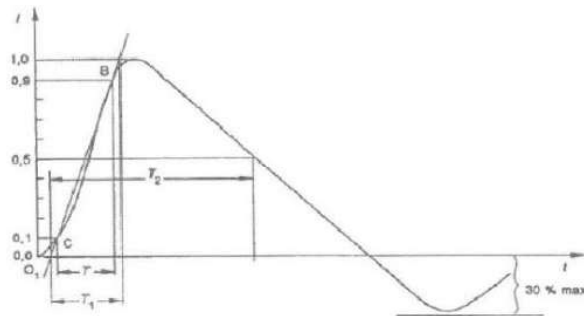


Figura 2.13: Onda normalizada de impulso de corriente de cortocircuito 8/20 μs [5]

Se determinan tres tipos de instalación:

- Instalaciones de edificios o estructuras que incorporan pararrayos de protección contra caída de rayos. También deben colocar protectores de Tipo 1 en la instalación principal y de Tipos 2y3, de acuerdo a los circuitos interiores.
- Instalaciones alimentadas por redes de distribución aéreas, donde es más probable que se

provoquen sobretensiones de cualquier tipo.

- Instalaciones que tengan equipos sensibles a las sobretensiones o cuyo fallo implique consecuencias importantes de seguridad o económicas. Normalmente se combinan protectores Tipo 1 y 2, si es necesario se usará Tipo 3 que se disponen en las instalaciones interiores o en los equipos.

### Número de hilos/líneas de alimentación

Se tiene que conocer el número de conductores activos y pasivos que son conectados a los bornes de alimentación del sistema; estos deben ser considerados como rutas de entrada de alguna sobretensión o de corriente transitoria y deben conectarse a un DPS.

Los dispositivos de protección se dividen en dos grupos: **automáticos modulares** (Figura 2.14) que son usados principalmente en instalaciones domésticas y **automáticos industriales** (figura 2.15 )



Figura 2.14: Ejemplos de interruptores automáticos modulares [4]



Figura 2.15: Interruptores automáticos industriales de caja moldeada [4]

#### 2.2.1. Características asignadas a los protectores de sobretensión

**Tensión asignada o nivel de protección ( $U_p$ ):** Cuando el valor eficaz máximo de tensión a frecuencia de red admisible en sus bornes, para el cual está previsto su funcionamiento en caso de sobretensión transitoria.

**Tensión de funcionamiento continuo ( $U_C$ ):** Es el valor eficaz máximo de tensión que permanentemente el dispositivo soporta sin actuar. Debe ser superior a la tensión nominal ( $U_n$ ) del circuito al que protege en un cierto factor ( 1,1 veces  $U_n$  en baja tensión, como mínimo).

**Corriente nominal de descarga ( $I_n$ ):** Es la corriente de pico máxima, con onda de  $8/20 \mu s$  que el dispositivo puede soportar. Es el parámetro que determina la capacidad de absorber energía del protector. [5]

**Corriente de regulación ( $I_r$ ):** Es el margen de variación del ajuste de regulación de los disparadores ajustables. Permite la regulación de la curva I-t en distintos valores y la regulación de la corriente de funcionamiento instantáneo del disparador magnético. La figura 2.17 ilustra ejemplos de algunas curvas de regulación de interruptores automáticos de distintos tipos de disparador. (figura 2.16)

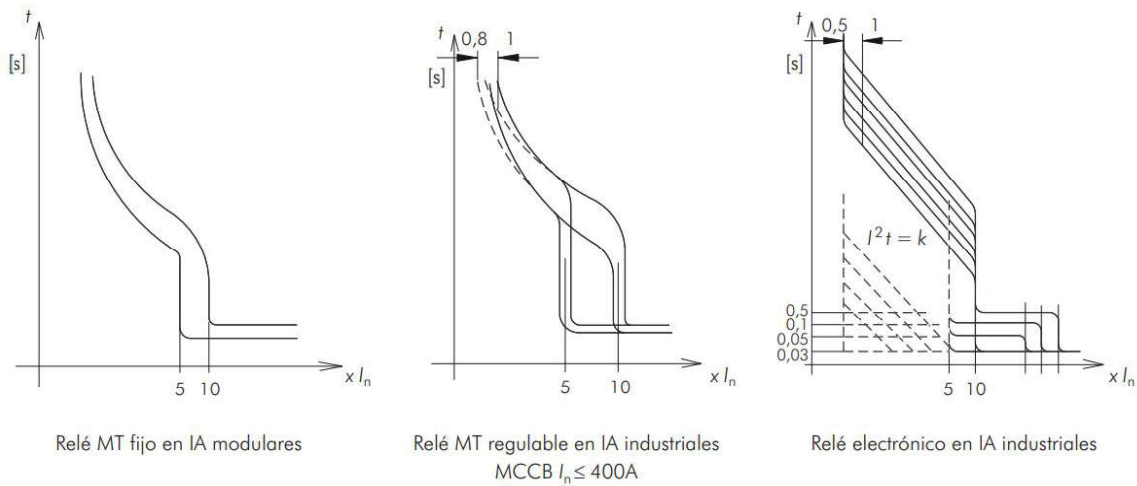


Figura 2.16: Tipos de regulación en disparadores de Interruptores automáticos [5]

**Corriente convencional de no intervención ( $I$ ) de los relés térmicos:** Es la corriente que no provoca la apertura en un tiempo asignado ( $t_c$  convencional). (Figura 2.17)

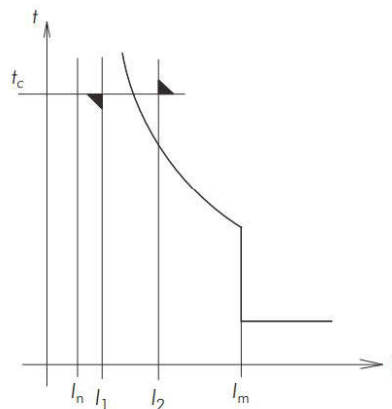


Figura 2.17: Corrientes y tiempos convencionales de los disparadores [5]

**Corriente convencional de intervención ( $I$ ) en el tiempo convencional:** Corriente que partiendo del interruptor cerrado en caliente, por el paso de ( $I$ ) durante ( $t_c$ ), provoca la apertura del interruptor automático dentro del tiempo convencional ( $t_c$ ). (Figura 2.17)

**Corriente de funcionamiento instantáneo ( $I_m$ ) del disparador magnético:** Es la corriente que crea una atracción en la armadura móvil del disparador provocando la apertura de manera prácticamente instantánea. Se distinguen tres tipos de disparadores según la corriente de actuación magnética sea múltiplo mayor o menor de la corriente asignada  $I_n$  y cuyos valores son: (Figura 2.18)

- En curva B,  $I_m$  entre 3 y 5 veces  $I_n$ .
- En curva C,  $I_m$  entre 5 y 10 veces  $I_n$ .
- En curva D,  $I_m$  entre 10 y 20 veces  $I_n$ .

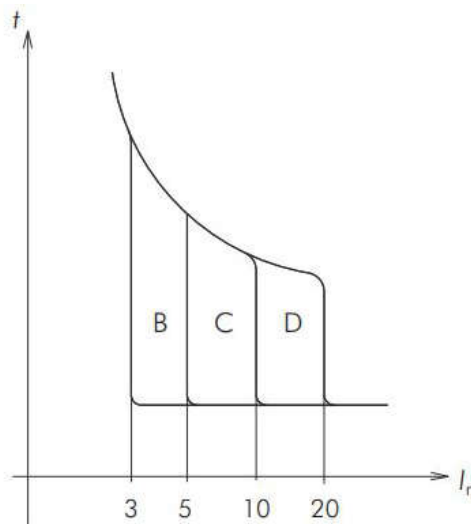


Figura 2.18: Tipos de disparo magnético en interruptores automáticos modulares [5]

La curva B tiene su aplicación en la protección de circuitos en los que no se producen transitorios, mientras que la curva D se utiliza cuando se prevén transitorios importantes. La curva C se utiliza para protección de circuitos con carga mixta y habitualmente en las instalaciones de usos domésticos. [5]

**Corriente de impulso ( $I_{imp}$ ):** Corriente de cresta en onda 10/350  $\mu s$  que el dispositivo de protección puede soportar sin llegar a final de vida.

**Intensidad máxima de descarga ( $I_{max}$ ):** Corriente de cresta en onda 8/20  $\mu s$  que el dispositivo de protección puede soportar sin llegar a final de vida.

**Corriente nominal ( $I_n$ ):** Corriente de cresta en onda 8/20  $\mu s$  que el dispositivo de protección puede soportar en 20 ocasiones sin llegar a final de vida. [6]

## Capítulo 3

# Desarrollo de aplicación de dispositivos de protección contra sobretensiones

Para empezar debemos definir el concepto de TRABTECH:

TRA:	Transient	Transitorio
AB:	Absorption	Absorción
TECH:	Technology	Tecnología

Para una correcta protección nuestros dispositivos deben absorber tanto los impulsos de larga duración con amplitudes altas de descargas de rayos, como conseguir un nivel de tensión residual bajo. Descargadores FLASHTRAB como primer nivel de protección. Este tipo de descargadores se derivan corrientes de rayo de hasta 100 kA (10/350  $\mu$ s).

El segundo nivel de protección para reducir la tensión es VALVETRAB, que tiene un poder de derivación de 40 kA (8/20  $\mu$ s) y reduce la tensión a un valor de 230 V según Norma DIN VDE 0110 ó IEC 60364-4-443.

Para el tercer nivel de protección son utilizados módulos para carril con circuitos de protección integrados MAINS-PLUGTRAB, adaptadores para tomas de tierra MAINTRAB u otros descargadores para la protección de aparatos, directamente delante del aparato a proteger.

Un equipo de protección contra sobretensiones es conformado por uno a tres tipos de elementos tales como : distancia interelectródica de aire, descargador de sobretensiones relleno de gas, varistor y diodo supresor.

Las sobretensiones son fenómenos transitorios a lo que nos referimos que es la derivación de corrientes de alta frecuencia, por lo tanto que es más importante la inductancia que la resistencia óhmica. En la derivación de corrientes transitorias al potencial de tierra se generan de nuevo sobretensiones según la ley de inducción.

$$u / L \bullet \frac{di}{dt} \tag{3.1}$$

$u$  = tensión inducida en V

$L$  = Inductancia en H

$\frac{di}{dt}$  = pendiente de la corriente

En cuanto a la inductancia se ejerce una influencia mediante la longitud de la línea o mediante la conexión en paralelo de líneas. Por lo cual la solución para mantener baja la impedancia total de distancia de derivación y como consecuencia la tensión residual, es una conexión equipotencial en

forma de malla lo más estrecha posible.

La conexión de descargadores de corrientes de rayos y descargadores de sobretensiones se realizan en paralelo las líneas de alimentación de corriente, es decir, entre las fases y tierra. La distancia entre un descargador de corrientes de rayo con una tensión de reacción de 4 kV y un descargador de sobretensiones con una tensión de 275V no debe superar 10m y entre el descargador de sobretensiones y la protección de aparatos debe ser de 5m. (Figura 3.1 )

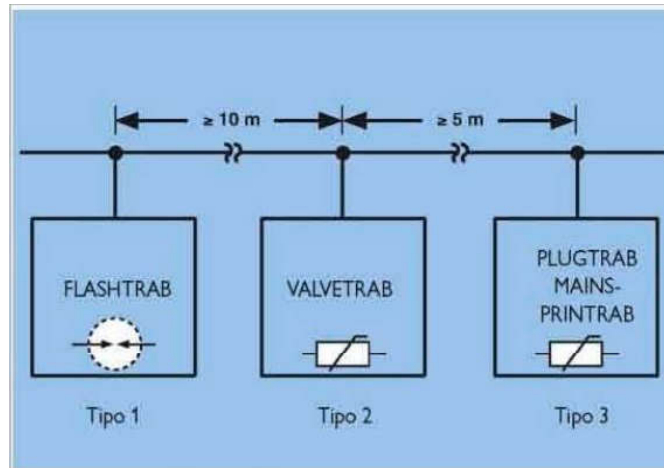


Figura 3.1: Longitudes de desacoplamiento [8]

### 3.1. Elementos y circuitos de protección multinivel

#### 3.1.1. Descargadores de sobretensiones relleno de gas noble

Es uno de los más antiguos y utilizados en las telefonías , estos derivan corrientes transitorias de hasta 10 kA ( 8/20  $\mu$ s).(Figura 3.2 )

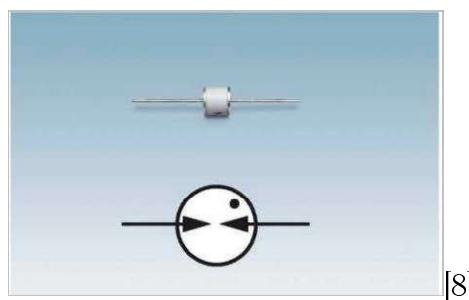


Figura 3.2: Descargador de gas [8]

Su desventaja es su comportamiento de operación en función del tiempo (Figura 3.3 ).Los transitorios que lleguen a tener un tiempo de ascenso largo cortarían la línea característica de operación donde el paso de la curva es casi paralelo al eje del tiempo.Sin mencionar que los transitorios muy veloces cortan la línea característica tal que puede elevar hasta diez veces la tensión nominal del

descargador de gas.

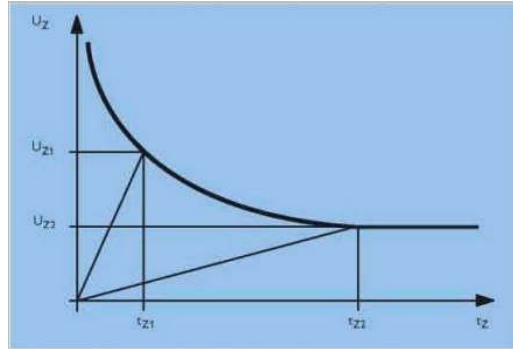


Figura 3.3: Curva característica de un descargador de gas [8]

### 3.1.2. Varistores

Usando los varistores se puede reducir aún más las tensiones residuales.(Figura 3.4 )

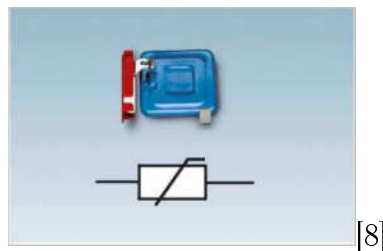


Figura 3.4: Varistor [8]

Los varistores no tienen la capacidad de derivar corriente tan altas, pero su margen de reacción es más rápida y no tiene el problema de corriente repetitiva en la red.(Figura 3.5 )

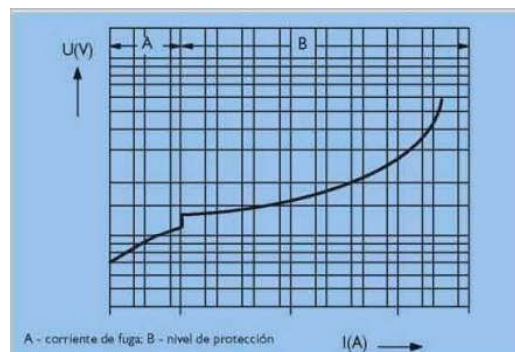


Figura 3.5: Curva característica de un varistor [8]

En circuitos de protección para circuitos de medida se utilizan varistores con corrientes de derivación de 2.5 kA hasta 5 kA.

### 3.1.3. Diodos supresores

Los diodos supresores (Figura 3.6 ) son utilizados como elementos de protección fina los cuales reaccionan de forma muy rápida, tienen un margen de picosegundos.(Figura 3.7). Una ventaja de estos es la limitación de tensión, que asciende a un valor 1.8 veces al de la tensión nominal.

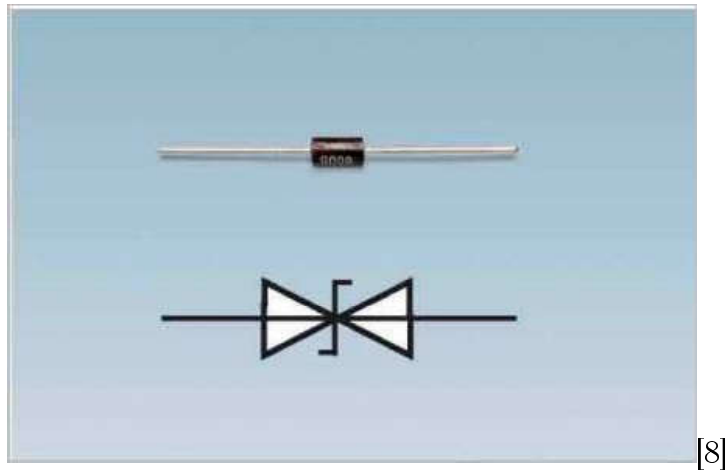


Figura 3.6: Diodo supresor

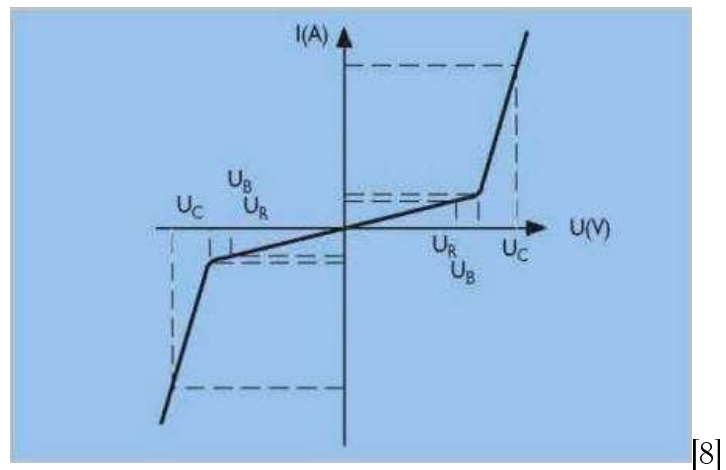


Figura 3.7: Curva característica de un diodo supresor

### 3.1.4. Circuitos de protección combinados

Este tipo de circuitos se aprovechan las características de los elementos ya mencionados, se trabaja con circuitos paralelos indirectos usando sus inductancias de desacoplamiento.(Figura 3.8)

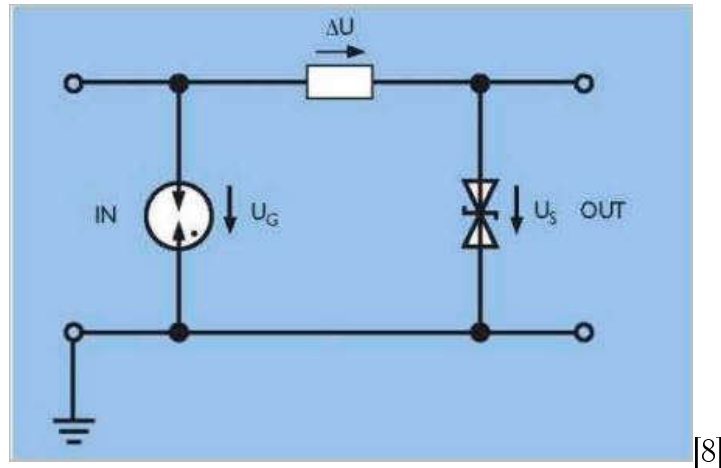


Figura 3.8: Esquema de un descargador

La sobretensión reacciona en el elemento más rápido o sea en el diodo supresor, al aumentar la amplitud de la corriente de derivación va al varistor antes de que destruya al diodo supresor.

$$u_S + \Delta_u \geq u \quad (3.2)$$

$u_S$  Tensión sobre el diodo supresor.

$\Delta_u$  Tensión diferencial sobre la inductancia de desacoplamiento.

$u$  Tensión de reacción del descargador de gas.

Si la corriente no llegará a detenerse y la corriente de derivación disminuye, el descargador de gas no reacciona. (Ecuación 3.2).

## 3.2. Elección de descargadores

### 3.2.1. Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones sólo se puede conseguir cuando todos los circuitos eléctricos que entran a una zona de protección contra sobretensiones que se conectan con descargadores que cumplan con las necesidades del sistema con el fin de integrarlos a una conexión equipotencial. Estos circuitos son:

- Líneas de alimentación de corriente.
- Líneas para la técnica de medición, mando y regulación.
- Líneas de red/datos
- Líneas de transmisión para telecomunicaciones.
- Líneas de antenas de instalaciones de emisión y recepción.

Se usa un círculo imaginario para representar la protección del sistema. (Figura 3.9)

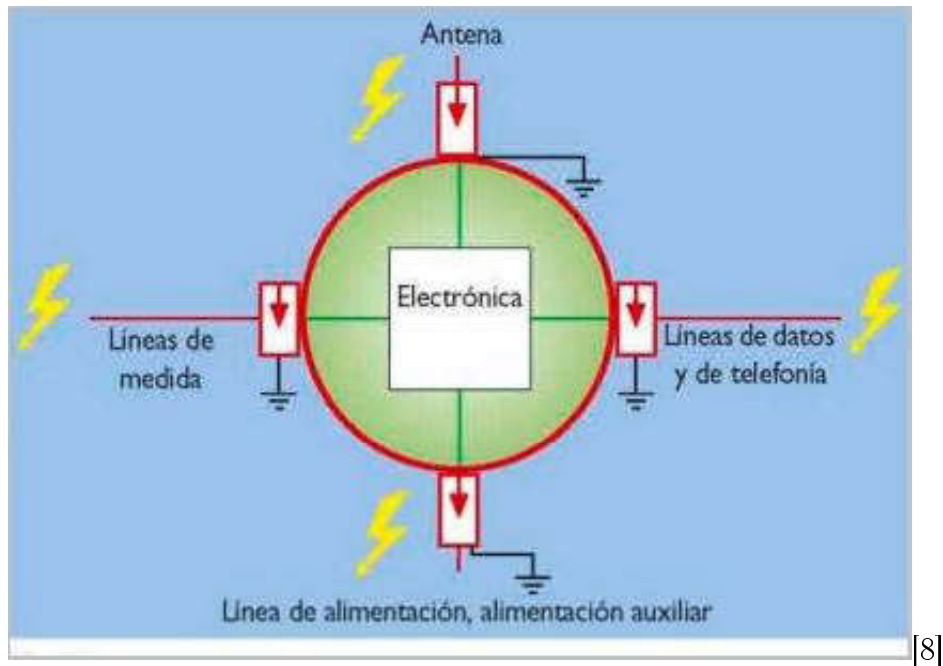


Figura 3.9: Círculo de protección

El fin de definir un círculo de protección es que no existan sobretensiones desde el exterior ni que en los circuitos eléctricos tengan interferencias.

### 3.2.2. Elección de descargadores

Para instalaciones de alimentación de corriente se indican valores de resistencia a la tensión transitoria tolerable del aislamiento en la DIN VDE 0110.(Tabla 3.1).

Tensiones cond.-tierra en V	Tens. transitorias dimensionam. en V(1,2/50)			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

Tabla 3.1: Tensión transitoria soportable según DIN VDE 0110

Se han hecho clasificaciones del I a V las cuales se le han asignado una resistencia de aislamiento. Por ejemplo para redes de corriente trifásica de 230/400 V significa, recurrir a la tensión condutor/tierra de 300 V para asignar los valores de tensión transitoria de dimensionamiento. Se comprende que entre el aparato terminal y la distribución secundaria debe existir una resistencia de 2500  $\Omega$  al igual que entre la alimentación principal y la distribución secundaria sólo puede existir una tensión residual de 4000V.

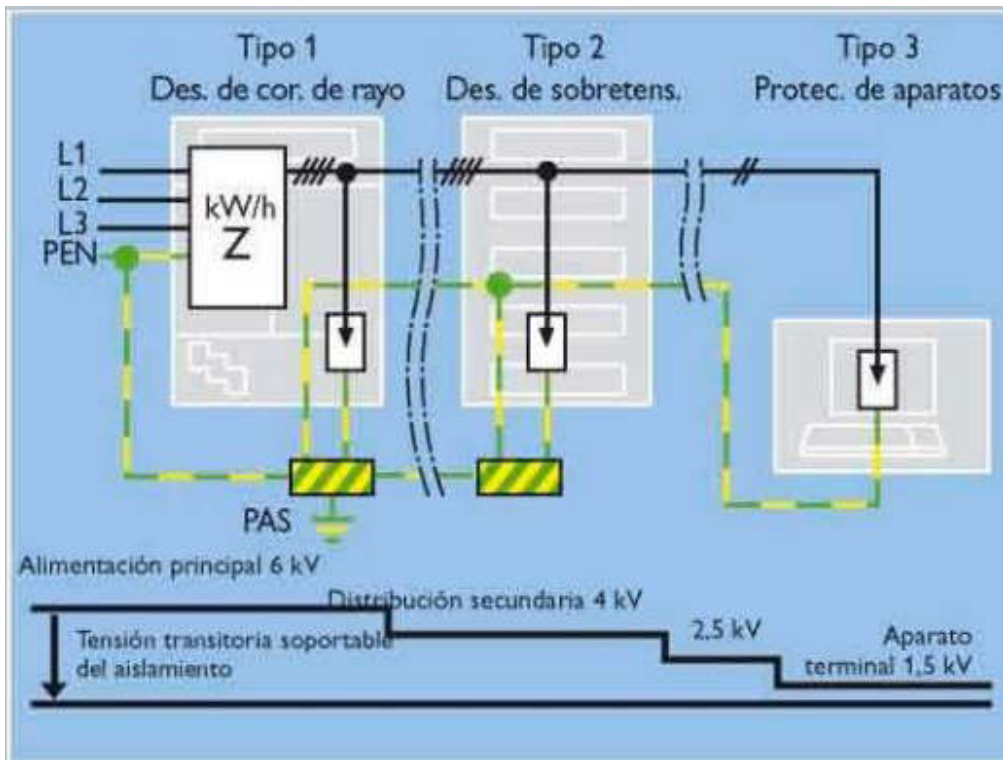


Figura 3.10: Aislamiento según la Norma IEC 61312 [8]

En la figura 3.10 se puede observar las resistencias a tensiones eléctricas de alimentación de un edificio al aparato terminal.

### 3.2.3. División de las zonas de protección

Para comodidad y seguridad se divide el sistema a proteger en 4 zonas de protección: (Figura 3.11)

Zona 0:

Se encuentra fuera del edificio lo cual actúa directamente con los rayos, no tiene interacción contra LEMP (zona de protección contra rayos).

Zona 1:

Transitorios de gran valor de energía a través de : maniobras de conmutación (SEMP), corriente parcial de rayos( sobretensiones tipo 1)

Zona 2:

Transitorios de energía baja a través de maniobras de conmutación, descargas electrostáticas (ESD).

Zona 3:

Es una de las zonas que no tiene corrientes y tensiones transitorias fuera del límite de destrucción de aparatos y equipos delicados.

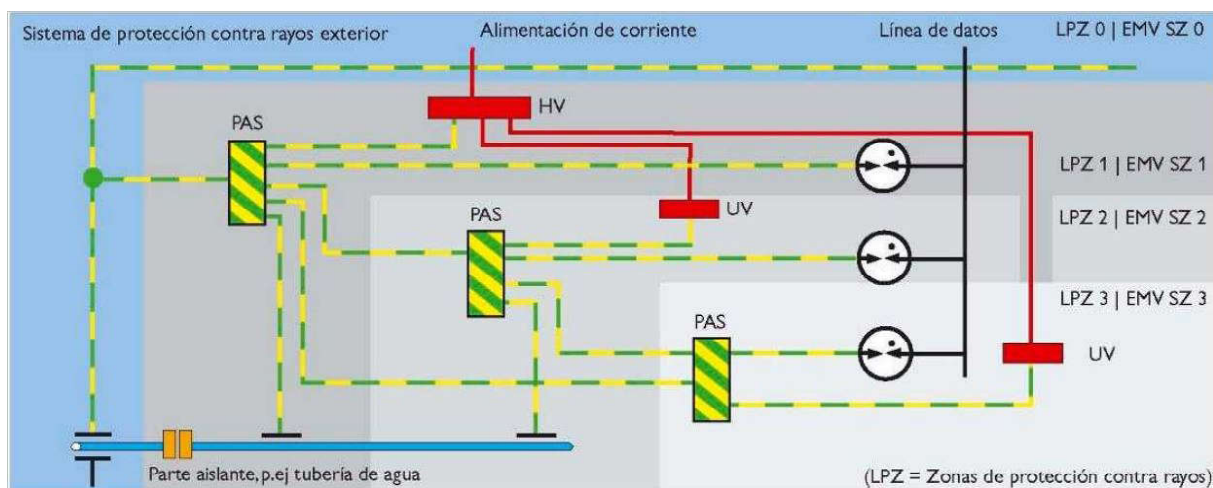


Figura 3.11: Zonas de protección contra sobretensiones [8]

Como se ve en la figura 3.11 las conexiones eléctricas y todas las conexiones eléctricamente conductivas se llevan a un potencial conectándose en la barra equipotencial (PAS). Los conductores activos de las alimentaciones de corriente, de las instalaciones de transmisión de datos y de los equipos de medida se llevan a través de descargadores de arco o descargadores de sobretensiones de gas y conexiones conductivas pasivas (tierra (PE), tubería de agua, etc.) directamente a la barra equipotencial (PAS).

### 3.2.4. Instalación para módulos de protección contra sobretensiones

Para corrientes de rayo tipo 1 son usados los FLASHTRAB los cuales se instalan en paralelo en la red de alimentación, lo que provoca que no pase corriente de servicio por el FLASHTRAB (Figura 3.12).

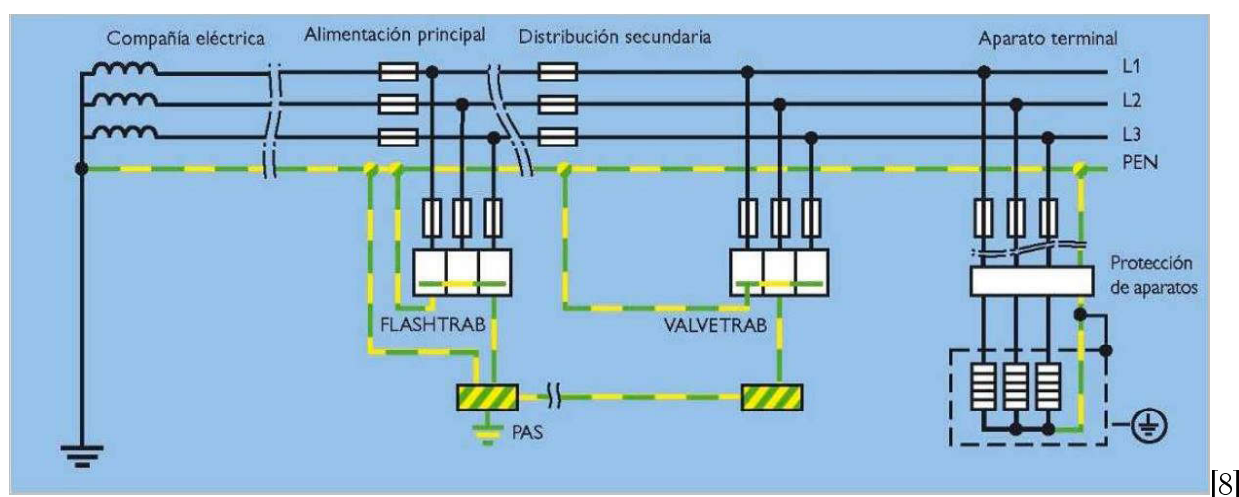


Figura 3.12: Puesta a tierra clásica [8]

La mayoría de los FLASHTRAB pueden utilizarse en redes de corriente trifásica y de corriente

alterna de 50 Hz y 60 Hz debido a que la tensión máxima es de 440 V entre las fases y la tierra. En cuanto a los descargadores de sobretensiones tipo 2 los VALVETRAB son instalados en paralelo en el sistema de alimentación (Figura 3.12).

Si se llegaran a utilizar fusibles superiores a 125 A en la alimentación debe colocarse un fusible adicional  $F2 \leq 125$  A delante de VALVETRAB lo que provoca que este se desconecte por lo cual es importante usar dispositivos de indicación para la vigilancia de F2.

### 3.2.5. Indicaciones de instalación para módulos de protección en instalaciones de medida

La tensión real del descargador se presenta en función de la resistencia total del circuito de corriente. Esta resistencia se denomina como carga  $R_B$ ". La tensión para elegir el descargador se obtiene de la ecuación 3.3 :

$$U / R * Amp \tag{3.3}$$

De no obtener un valor que tensión nominal de los descargadores, se selecciona al que tenga un valor superior. En cuanto a las indicaciones para la tensión nominal AC y DC se diferencian únicamente mediante el factor de conversión:

$$U_{nom} / \sqrt{2} * U_{efectiva} \tag{3.4}$$

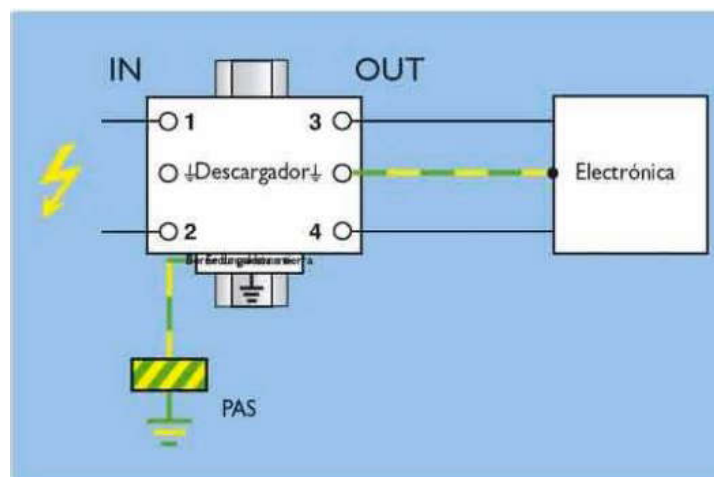


Figura 3.13: Conexión correcta de PE/PAS [8]

Cuando se conecta de manera incorrecta como se muestra en la figura 3.14 se obtiene una sobretensión como tensión longitudinal debido al camino que recorre la corriente de derivación a PAS según la fórmula 3.5:

$$u / L * \frac{di}{dt} \tag{3.5}$$

Ya que la conexión a tierra está separada lo cual provocaría que la tensión sea conducida al equipo electrónico.

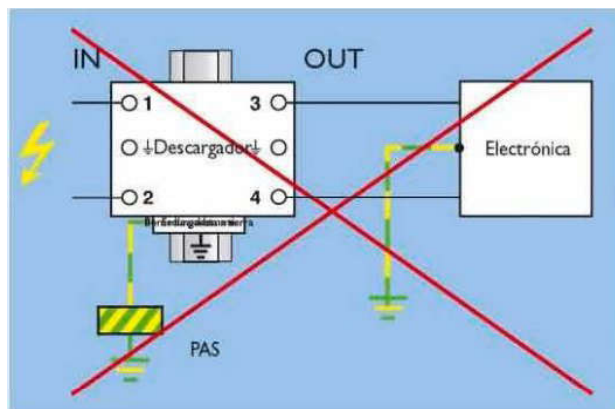


Figura 3.14: Conexión incorrecta de PE/PAS [8]

### Ejemplos de instalación de descargadores de sobretensiones

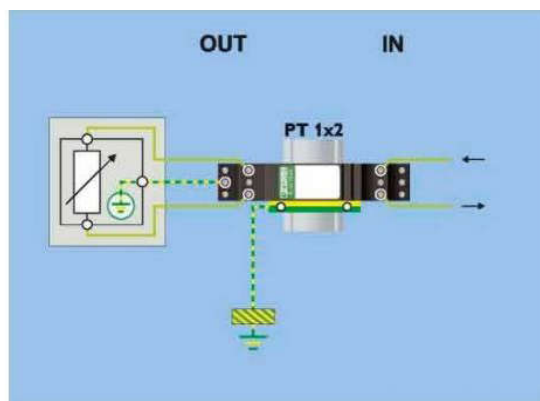


Figura 3.15: Técnica de 2 hilos-protección del sensor [8]

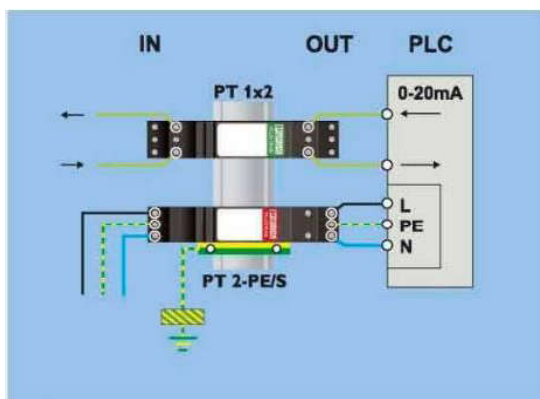


Figura 3.16: Técnica de 2 hilos-protección del control [8]

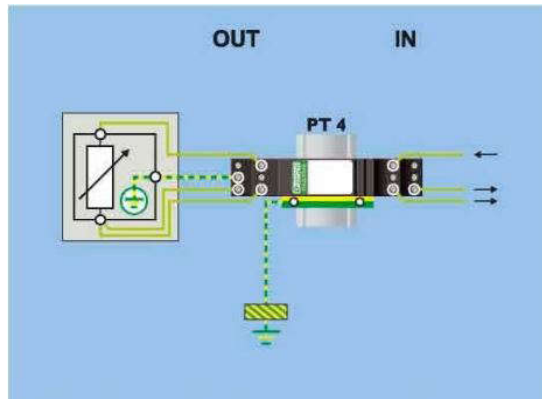


Figura 3.17: Técnica de 3 hilos-protección del sensor [8]

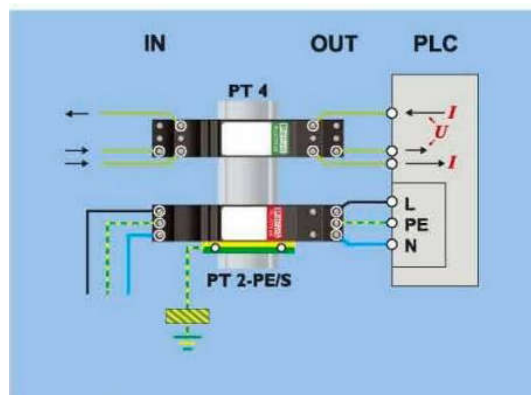


Figura 3.18: Técnica de 3 hilos-protección del control [8]

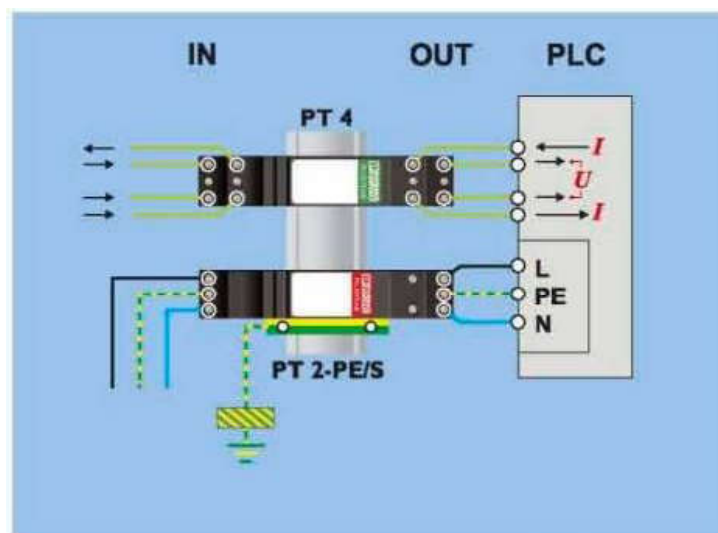


Figura 3.19: Técnica de 4 hilos-protección del control [8]

### 3.2.6. Presentación de elementos y propuesta de montaje

De acuerdo a la medidas que tienen los armarios de Volkswagen de México se propuso la siguiente distribución:

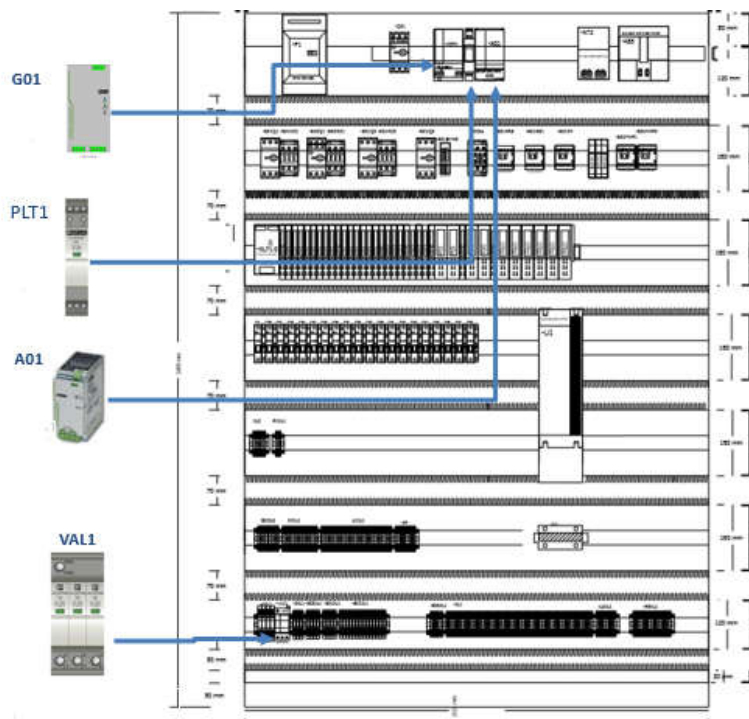


Figura 3.20: Elementos y propuesta de montaje

#### Módulo buffer (A01)

Proporciona seis veces la corriente nominal de salida en pulsos de 12 ms, lo cual permite la protección de sobre corriente de circuito individual reaccione ante una condición de falla y evite un colpaso. Ya que tiene una reserva de corriente Power Boost se dispare permanentemente de una corriente 1.5 veces nominal para iniciar un arranque. (Ref. A).

#### PTL-SEC-T3-24-FM-UT (PLT 1)

Protección de equipos enchufable, según el tipo 3/clase III, para redes de fuentes de alimentación monofásicas con N y PE separados (sistema de 3 conductores: L1, N, PE), con fusible resistente a las sobrecorrientes momentáneas y contacto de indicación remota. También apta para aplicaciones DC.

Rangos de operación:

Tensión nominal 24V AC

Frecuencia nominal 50 Hz (60 Hz)

Tensión constante máxima 34V AC - 34V DC (Ref A).

#### VAL-SEC-T2-3S-350-FM (VAL 1)

Descargador de sobretensiones enchufable según el tipo 2/clase II, para redes de alimentación de corriente trifásicas con N y PE separados (sistema de 5 conductores: L1, L2, L3, N, PE), con contacto de indicación remota.

Rangos de operación:

Tensión nominal: 240/415 V AC

Tensión constante máxima (L-N) 350V AC

Tensión constante máxima (L-PE) 350V AC

Tensión constante máxima (N-PE) 264V AC (Ref A).

Alimentación de corriente (G01)

El arranque fiable de cargas difíciles se realiza mediante la reserva de potencia estática POWER BOOST. Gracias a la tensión ajustable, se cubren todos los rangos de 5 V DC a 56 V DC.

Rangos de operación:

Margen de tensión nominal de entrada 3x 400 V AC ... 500 V AC

Potencia nominal absorbida 783 VA

Tensión nominal de salida 24 V DC  $\pm 1\%$

Rango de ajuste de la tensión de salida ( $U_{set}$ ) 18 V DC ... 29,5 V DC ( $>24$  V DC, limitado por constante de potencia)

Corriente nominal de salida ( $I$ ) 20 A ( $-25^\circ\text{C} \dots 60^\circ\text{C}$ ,  $U_U = 24$  V DC)(Ref. A).

Cuando establecimos los componentes que utilizaríamos basándonos en el tipo de protección y su ubicación, tomamos en cuenta el voltaje nominal y el número de hilos del sistema de distribución según la tabla 3.2. Con dicha información sabremos el número de polos y como se conecta los componentes al igual que conoceremos el voltaje de operación del sistema.

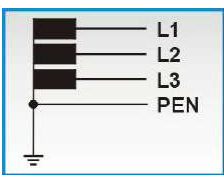
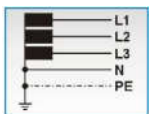
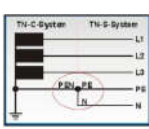
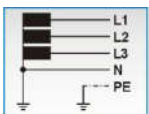
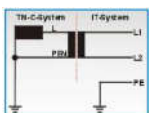
Diagrama	Configuración	Descripción
	Sistema TN-C	Sistema de 4 hilos. La puesta a tierra del transformador se hace a la salida del lado secundario. Se distribuye un conductor aguas arriba.
	Sistema TN-S	Sistema de 5 hilos. La puesta a tierra la salida del transformador, pero se separan conductores de N y tierra.
	Sistema TN-S	Sistema de 4 hilos. Como el sistema TN-C, pero se separan los conductores de N, PE, en el tablero principal.
	Sistema TT	Sistema de 5 hilos. Es el más común en las instalaciones.
	Sistema IT	Sistema de 3 hilos. Hay un transformador de aislamiento, solo el primario lleva conexión de puesta a tierra.

Tabla 3.2: Sistemas de suministro

Como tenemos entendido los dispositivos VALVETRAB son conectados en paralelo como vemos en la figura 3.21 las líneas de alimentación son conectadas al VAL-CP.

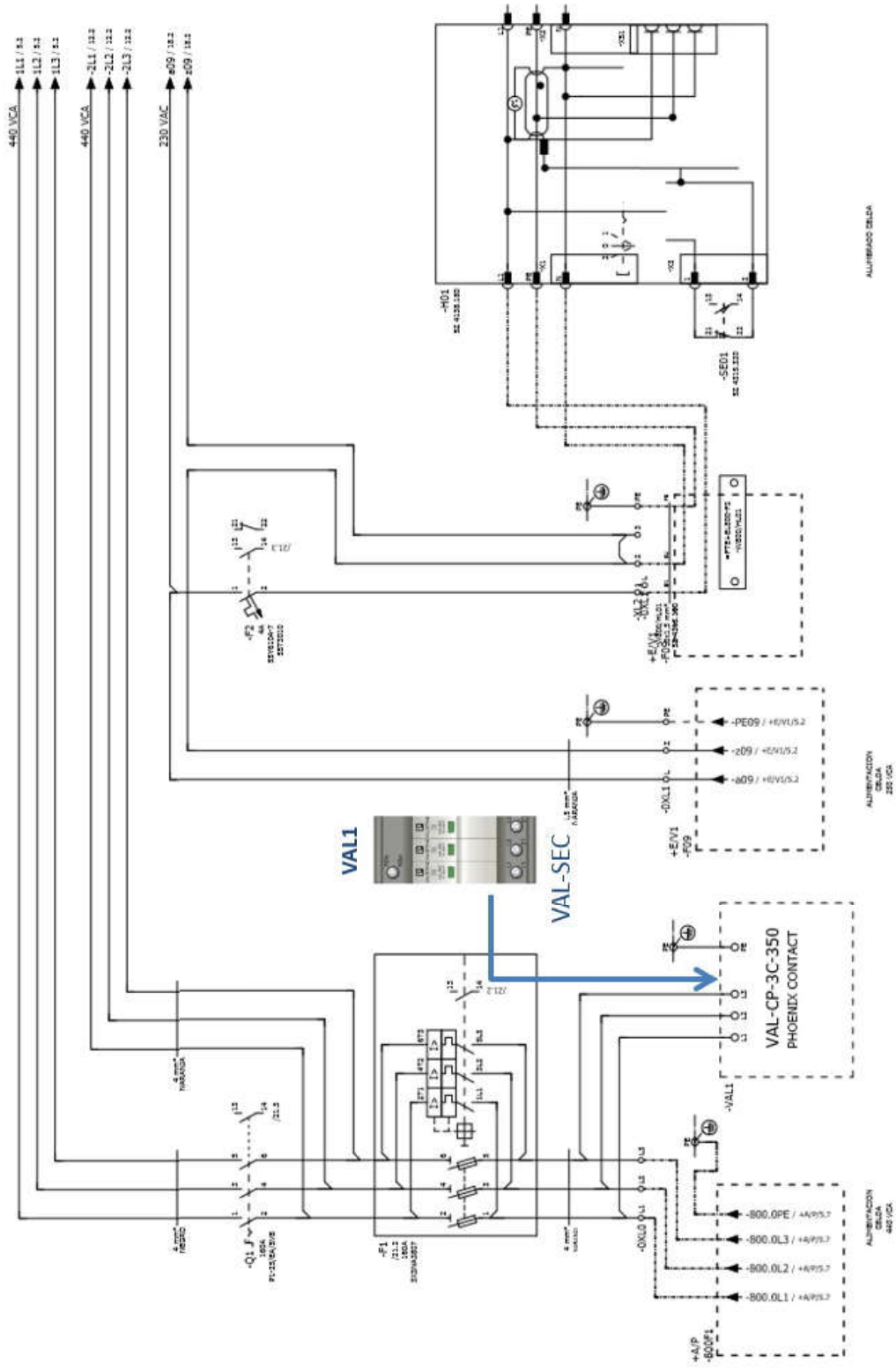


Figura 3.21: Diagrama de conexión de VAL-CP

En cuanto a la conexión del buffer, la fuente de alimentación y el PLT-SEC son conectados en forma seriada debido a que el PLT protege de las sobretensiones a la fuente y el buffer hace que reduzca el rango de errores. (Fig.3.22)

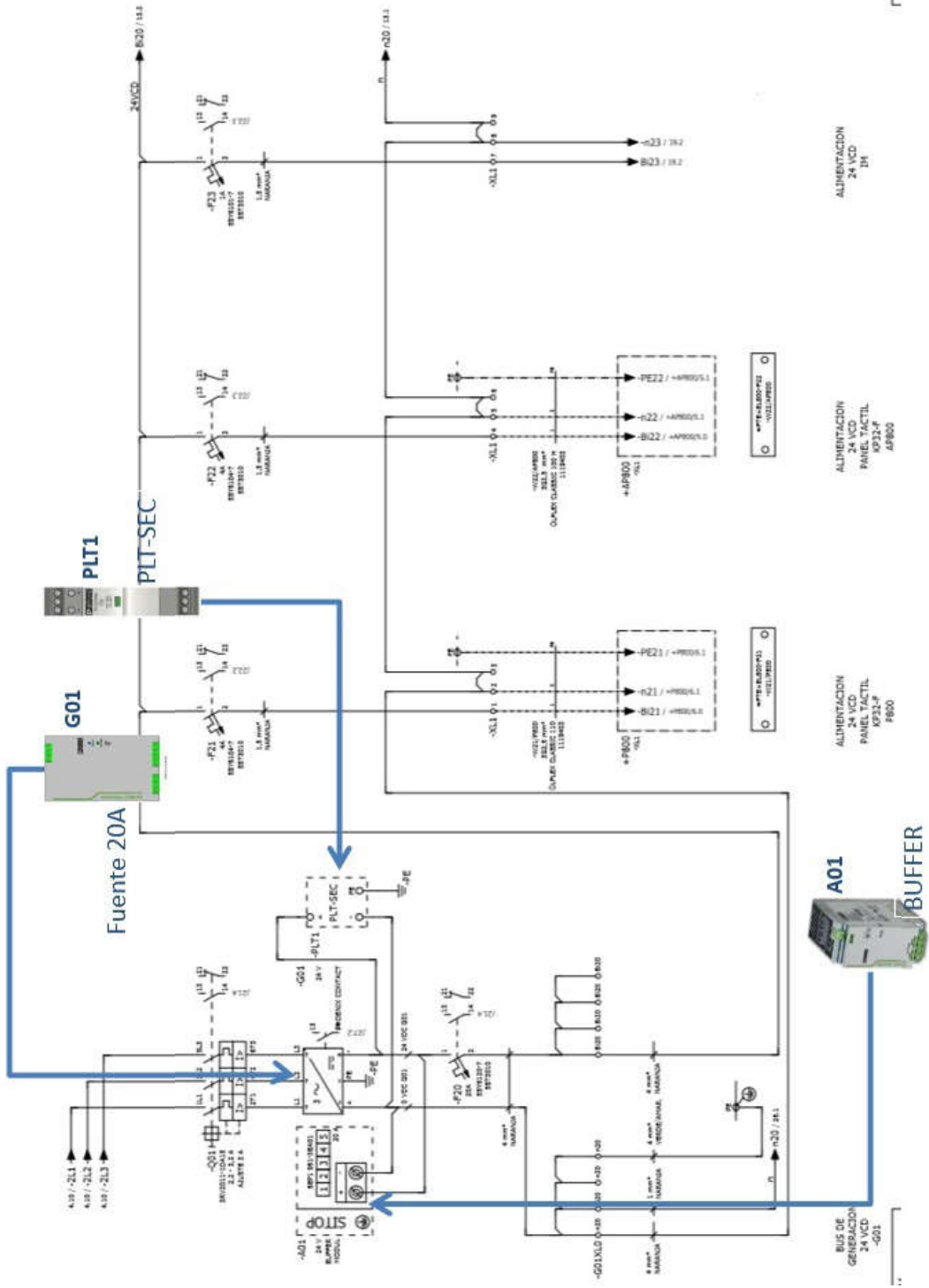


Figura 3.22: Conexión de fuente de alimentación de 24V y PLT

De acuerdo a la Norma IEC 61312 los componentes de protección deben cumplir ciertas distancias de conexión, en la figura 3.23 mostramos las longitudes aproximadas de como están conectados los dispositivos.

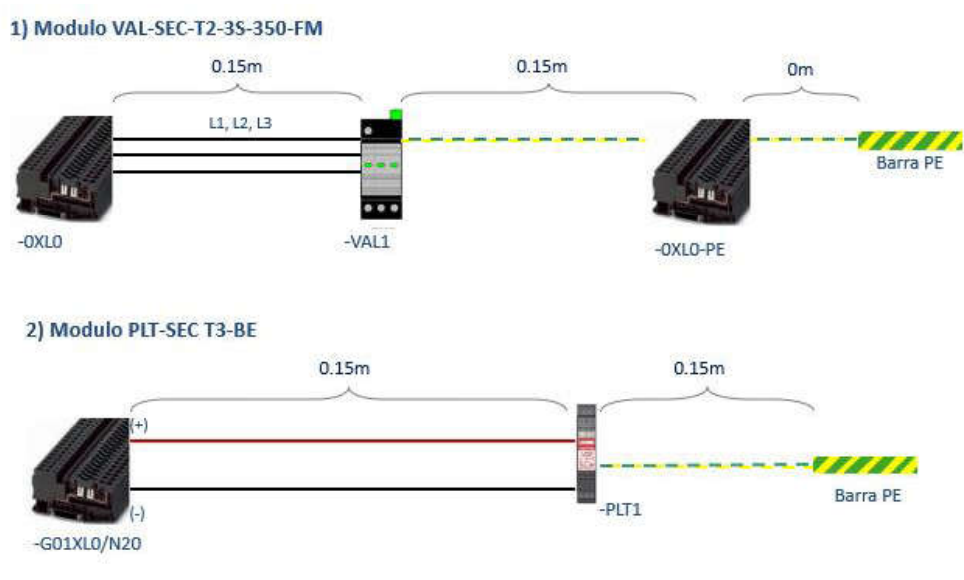


Figura 3.23: Estimación de distancias

# Conclusiones

En este trabajo se presentó una implementación de equipos contra sobretensiones eléctricas en instalaciones industriales. La instalación se llevo a cabo en armarios de control eléctrico dentro de la planta de Volkswagen. En el proceso se realizó un análisis para determinar las características que deben cumplir los equipos de protección.

En el análisis desarrollado se consideró los valores máximos y mínimos de operación de cada tablero y componente, al igual que ciertos aspectos tales como una correcta conexión a tierra, una buena capacidad de derivación de corriente y conexiones estables para una reducción considerable de inductancia.

Después de analizar todos los parámetros y requerimientos de las instalaciones se llegó a la conclusión que los equipos de protección necesarios deben ser del tipo II y III según las normas IEC.

La realización del presente trabajo me afianzó los conocimientos de los componentes de protección contra sobretensiones transitorias, donde son parte esencial de cada sistemas a nivel industrial y doméstico, lo que hace que los analicemos de manera más compleja para desarrollar mejores instalaciones.

## Apéndice A

### Dispositivos de protección contra sobretensiones

## Descargador de sobretensiones modelo 2 - VAL-SEC-T2-3S-350-FM - 2905340

Tenga en cuenta que los datos indicados aquí proceden del catálogo en línea. Los datos completos se encuentran en la documentación del usuario. Son válidas las condiciones generales de uso de las descargas por Internet. (<http://phoenixcontact.es/download>)




Descargador de sobretensiones enchufable según el tipo 2/clase II, para redes de alimentación de corriente trifásicas con N y PE separados (sistema de 5 conductores: L1, L2, L3, N, PE), con contacto de indicación remota.

### Sus ventajas

- ✓ Descargador con varistor con baja corriente de fuga
- ✓ Descargador de gas de alta potencia para la protección N/PE
- ✓ Construcción extremadamente estrecha, solo 12 mm por polo
- ✓ Alta tensión constante de 350 V AC para redes de 230/400 V AC con fuertes oscilaciones de tensión
- ✓ Enchufable
- ✓ Nivel de protección bajo de 1,5 kV
- ✓ Indicación de estado mecánica óptima
- ✓ Contacto de indicación remota libre de potencial
- ✓ Conector que se puede probar con CHECKMASTER 2



### Datos mercantiles

Unidad de embalaje	1 pcs
EAN	 4 046356 948173
EAN	4046356948173
Peso por unidad (sin incluir el embalaje)	390,000 g
Número de tarifa arancelaria	85363030
País de origen	Alemania

### Datos técnicos

#### Medidas

Altura	97,9 mm
Anchura	49,2 mm

## Descargador de sobretensiones modelo 2 - VAL-SEC-T2-3S-350-FM - 2905340

### Datos técnicos

#### Medidas

Profundidad	74,5 mm (Con carril de 7,5 mm)
Unidad	2,7 UD

#### Condiciones ambientales

Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-40 °C ... 80 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 80 °C
Altitud	≤ 2000 m (amsl (del inglés, above mean sea level, es decir, sobre el nivel del mar))
Humedad de aire admisible (servicio)	5 % ... 95 %
Choques (en servicio)	30g (Semisinusoide / 11ms / 3x #X, #Y, #Z)
Vibración (en servicio)	5g (10...500 Hz/2,5 h/X, Y, Z)

#### Generalidades

Clase de ensayo IEC	II
	T2
Tipo EN	T2
Sistema de alimentación de corriente IEC	TN-S
	TT
Pistas de protección	L-N
	L-PE
	N-PE
Tipo de montaje	Carril simétrico: 35 mm
Color	gris luminoso RAL 7035
	gris tráfico A RAL 7042
Material carcasa	PA 6.6-FR 20 % GF
	PBT-FR
Grado de polución	2
Clase de combustibilidad según UL 94	V-0
Construcción	Módulo para carril de dos piezas enchufable
Número de polos	4
Mensaje Protección contra sobretensiones defectuosa	indicación óptica, contacto de indicación remota

#### Circuito de protección

Tensión nominal $U_N$	240/415 V AC (TN-S)
	240/415 V AC (TT)
Frecuencia nominal $f_N$	50 Hz (60 Hz)
Tensión constante máxima $U_C$ (L-N)	350 V AC
Tensión constante máxima $U_C$ (L-PE)	350 V AC
Tensión constante máxima $U_C$ (N-PE)	264 V AC
Corriente de carga nominal $I_L$	40 A (Biconnect M4 terminal de horquilla 6 mm <sup>2</sup> )

## Descargador de sobretensiones modelo 2 - VAL-SEC-T2-3S-350-FM - 2905340

### Datos técnicos

#### Circuito de protección

	63 A (Puntera terminal TWIN 2 x 10 mm <sup>2</sup> )
Corriente de conductor de protección I <sub>PE</sub>	≤ 1 μA
Corriente transitoria nominal I <sub>n</sub> (8/20) μs	20 kA
Corriente transitoria máxima I <sub>máx</sub> (8/20) μs	40 kA
Capacidad de extinción de corriente repetitiva de la red I <sub>fi</sub> (N-PE)	100 A (264 V AC)
Resistencia al cortocircuito I <sub>SCCR</sub>	25 kA (en caso de fusible previo 315 A gG)
	50 kA (en caso de fusible previo 200 A gG)
Nivel de protección U <sub>p</sub> (L-N)	≤ 1,5 kV
Nivel de protección U <sub>p</sub> (L-PE)	≤ 1,9 kV
Nivel de protección U <sub>p</sub> (N-PE)	≤ 1,5 kV
Tensión residual U <sub>res</sub> (L-N)	≤ 1,5 kV (en I <sub>n</sub> )
	≤ 1,3 kV (con 10 kA)
	≤ 1,2 kV (con 5 kA)
	≤ 1,1 kV (con 4 kA)
	≤ 1 kV (para 2 kA)
Tensión residual U <sub>res</sub> (N-PE)	≤ 0,5 kV (en I <sub>n</sub> )
	≤ 0,5 kV (con 10 kA)
	≤ 0,5 kV (con 5 kA)
	≤ 0,5 kV (con 4 kA)
	≤ 0,5 kV (para 2 kA)
Comportamiento TOV en U <sub>T</sub> (L-N)	415 V AC (5 s / modo estacionario)
	457 V AC (120 min / modo de error seguro)
Comportamiento TOV en U <sub>T</sub> (N-PE)	1200 V AC (200 ms / modo estacionario)
Tiempo de reacción t <sub>A</sub> (L-N)	≤ 25 ns
Tiempo de reacción t <sub>A</sub> (L-PE)	≤ 100 ns
Tiempo de reacción t <sub>A</sub> (N-PE)	≤ 100 ns
Fusible general máximo en caso de cableado continuo V (mismo nivel)	40 A (gG / terminal de horquilla Biconnect M4, 6 mm <sup>2</sup> )
	63 A (gG / puntera terminal TWIN 2x 10 mm <sup>2</sup> )
Fusible general máximo en caso de cableado de derivación (otro nivel)	315 A (gG)

#### Visualización/indicación remota

Función de conmutación	Contacto conmutado
Tensión de servicio	5 V AC ... 250 V AC
	125 V DC (200 mA DC)
Corriente de servicio	5 mA AC ... 1 A AC
	1 A DC (30 V DC)
Tipo de conexión	Conexión enchufable/por tornillo a través de COMBICON
Rosca de tornillo	M2
Par de apriete	0,25 Nm

## Descargador de sobretensiones modelo 2 - VAL-SEC-T2-3S-350-FM - 2905340

### Datos técnicos

#### Visualización/indicación remota

Longitud a desaislar	7 mm
Sección de conductor flexible	0,14 mm <sup>2</sup> ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido	0,14 mm <sup>2</sup> ... 1,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor AWG	28 ... 16

#### Datos de conexión

Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Rosca de tornillo	M5
Par de apriete	4,5 Nm
Longitud a desaislar	16 mm
Sección de conductor flexible	2,5 mm <sup>2</sup> ... 16 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido	2,5 mm <sup>2</sup> ... 25 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor AWG	12 ... 4
Tipo de conexión	Terminal de horquilla
Sección de conductor flexible	1,5 mm <sup>2</sup> ... 6 mm <sup>2</sup>

#### Especificaciones UL

Tipo SPD	4CA
Tensión máxima constante MCOV (L-L)	700 V AC
Tensión máxima constante MCOV (L-N)	350 V AC
Tensión constante máxima MCOV (L-G)	350 V AC
Tensión constante máxima MCOV (N-G)	264 V AC
Tensión nominal	240/415 V AC
Pistas de protección	L-L
	L-N
	L-G
	N-G
Sistema de distribución de energía	Wye
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Tensión de limitación medida MLV (L-L)	3280 V
Tensión de limitación medida MLV (L-N)	2000 V
Tensión de limitación medida MLV (L-G)	2080 V
Tensión de limitación medida MLV (N-G)	950 V
Corriente transitoria nominal I <sub>n</sub> (L-L)	20 kA
Corriente transitoria nominal I <sub>n</sub> (L-N)	20 kA
Corriente transitoria nominal I <sub>n</sub> (L-G)	20 kA
Corriente transitoria nominal I <sub>n</sub> (N-G)	20 kA

#### Indicación UL/Señalización remota

Tensión de servicio	125 V AC
Corriente de servicio	1 A AC

# Descargador de sobretensiones modelo 2 - VAL-SEC-T2-3S-350-FM - 2905340

## Datos técnicos

### Indicación UL/Señalización remota

Par de apriete	2 lb <sub>F</sub> -in. ... 4 lb <sub>F</sub> -in.
Sección de conductor AWG	30 ... 14

### UL datos de conexión

Sección de conductor AWG	14 ... 2 (rígido)
	14 ... 4 (flexible)
Par de apriete	40 lb <sub>F</sub> -in. ... 50 lb <sub>F</sub> -in.

### Normas y especificaciones

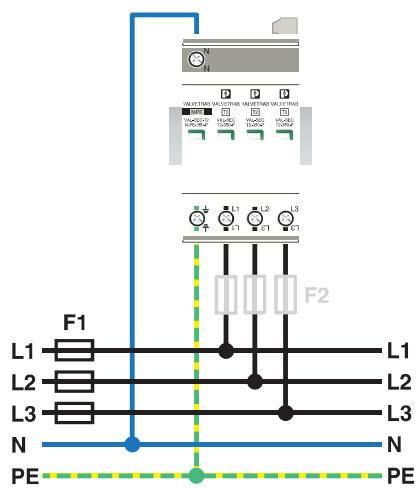
Normas/especificaciones	IEC 61643-11 2011
	EN 61643-11 2012

### Environmental Product Compliance

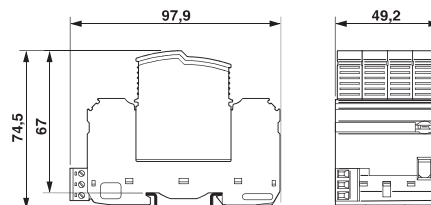
China RoHS	Espacio de tiempo para el uso previsto (EFUP): 50 años
	Encontrará información sobre las sustancias peligrosas en la declaración del fabricante en la pestaña "Descargas"

## Dibujos

Dibujo de aplicación



Esquema de dimensiones



# Descargador de sobretensiones modelo 2 - VAL-SEC-T2-3S-350-FM - 2905340

Dibujo del producto

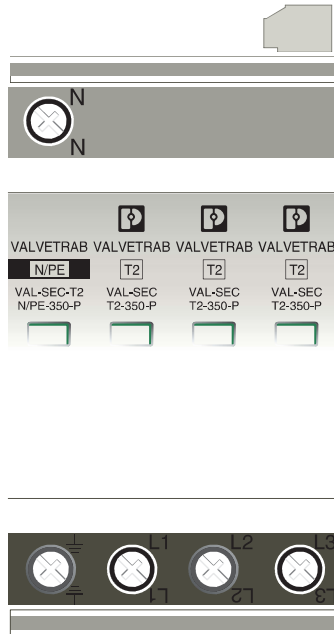
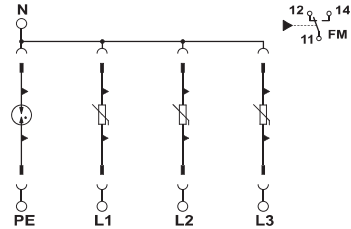


Diagrama eléctrico



## Clasificaciones

### eCl@ss

eCl@ss 5.1	27130800
eCl@ss 6.0	27130800
eCl@ss 7.0	27130805
eCl@ss 8.0	27130805
eCl@ss 9.0	27130805

### ETIM

ETIM 5.0	EC000941
ETIM 6.0	EC000941

### UNSPSC

UNSPSC 13.2	39121620
-------------	----------

## Homologaciones

### Homologaciones

### Homologaciones

DNV GL / CCA / UL Recognized / KEMA-KEUR / cUL Recognized / IECCE CB Scheme / EAC / cULus Recognized

## Alimentación de corriente - QUINT-PS/3AC/24DC/20 - 2866792

Tenga en cuenta que los datos indicados aquí proceden del catálogo en línea. Los datos completos se encuentran en la documentación del usuario. Son válidas las condiciones generales de uso de las descargas por Internet.  
(<http://phoenixcontact.es/download>)



Fuente de alimentación QUINT POWER conmutada en primario para montaje sobre carril con tecnología SFB (Selective Fuse Breaking), entrada: trifásica, salida: 24 V DC/20 A

### Descripción del artículo

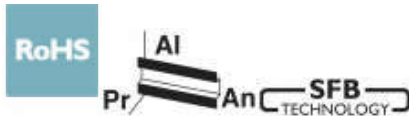
Fuentes de alimentación QUINT POWER con la máxima funcionalidad

Para la protección por fusible selectiva y con ello rentable de instalaciones, QUINT POWER activa interruptores automáticos con corriente nominal séxtupla de forma magnética y con ello rápidamente. Además, la elevada disponibilidad de la instalación se garantiza mediante el control funcional preventivo, que notifica estados de funcionamiento críticos antes de que se produzcan los fallos.


El arranque fiable de cargas difíciles se realiza mediante la reserva de potencia estática POWER BOOST. Gracias a la tensión ajustable, se cubren todos los rangos de 5 V DC a 56 V DC.

### Sus ventajas

- Arranque fiable de cargas pesadas
- Alta disponibilidad instalación incluso con fallo permanente de una fase
- Control funcional preventivo



### Datos mercantiles

Unidad de embalaje	1 pcs
EAN	 4 046356 152907
EAN	4046356152907
Peso por unidad (sin incluir el embalaje)	1.500,000 g
Número de tarifa arancelaria	85044030
País de origen	Tailandia

### Datos técnicos

#### Medidas

Anchura	69 mm
Altura	130 mm
Profundidad	122 mm
Anchura en montaje alternativo	122 mm
Altura en montaje alternativo	130 mm

## Alimentación de corriente - QUINT-PS/3AC/24DC/20 - 2866792

### Datos técnicos

#### Medidas

Profundidad en montaje alternativo	72 mm
------------------------------------	-------

#### Condiciones ambientales

Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-25 °C ... 70 °C (> 60 °C Derating: 2,5 %/K)
Temperatura ambiente (modelo testado Start-Up)	-40 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C
Humedad del aire máx. admisible (servicio)	95 % (a 25 °C, sin condensación)
Clase de clima	3K3 (según EN 60721)
Grado de polución	2
Altura de montaje	5000 m

#### Datos de entrada

Margen de tensión nominal de entrada	3x 400 V AC ... 500 V AC
Rango de tensión de entrada	3x 320 V AC ... 575 V AC
	2x 360 V AC ... 575 V AC
	450 V DC ... 800 V DC
Gama de frecuencias AC	45 Hz ... 65 Hz
Gama de frecuencias DC	0 Hz
Corriente de derivación a tierra (PE)	< 3,5 mA
Absorción de corriente	3x 1,6 A (400 V AC)
	3x 1,3 A (500 V AC)
	0,9 A (600 V CC)
Potencia nominal absorbida	783 VA
Extracorrente de cierre	< 20 A (típico)
Punteo en fallo de red	> 20 ms (400 V AC)
	> 30 ms (500 V AC)
Selección de fusibles apropiados	6 A ... 16 A (AC: Característica B, C, D, K)
Denominación de la protección	Protección contra sobretensiones transitorias
Circuito de protección/componente de protección	Varistor, descargador de gas

#### Datos de salida

Tensión nominal de salida	24 V DC $\pm$ 1 %
Rango de ajuste de la tensión de salida ( $U_{set}$ )	18 V DC ... 29,5 V DC (> 24 V DC, limitado por constante de potencia)
Corriente nominal de salida ( $I_N$ )	20 A (-25 °C ... 60 °C, $U_{OUT}$ = 24 V DC)
POWER BOOST ( $I_{Boost}$ )	26 A (-25 °C ... 40 °C permanentemente, $U_{OUT}$ = 24 V DC)
Selective Fuse Breaking ( $I_{SFB}$ )	120 A (12 ms)
Derating	60 °C ... 70 °C (2,5 % / K)
Posibilidad de conexión en paralelo	Sí, para redundancia y aumento de potencia
Posibilidad de conexión en serie	Sí
Resistencia de recirculación	máx. 35 V DC
Protección contra sobretensión a la salida	< 35 V DC

## Alimentación de corriente - QUINT-PS/3AC/24DC/20 - 2866792

### Datos técnicos

#### Datos de salida

Desviación de regulación	< 1 % (cambio de carga estático 10 % ... 90 %)
	< 3 % (cambio de carga dinámico 10 % ... 90 %)
	< 0,1 % (cambio de tensión de entrada $\pm 10$ %)
Ondulación residual	< 40 mV <sub>PP</sub> (con valores nominales)
Potencia de salida	480 W
Tiempo de conexión típico	< 0,16 s
Puntas de conexión Carga nominal	< 40 mV <sub>PP</sub> (con valores nominales, 20 MHz)
Disipación máxima de circuito abierto	11 W
Disipación de carga nominal máxima	40 W

#### Generalidades

Peso neto	1,5 kg
Indicación de la tensión de servicio	LED verde
Rendimiento	> 93 % (con 400 V AC y valores nominales)
Tensión de aislamiento entrada/salida	4 kV AC (ensayo de tipo)
	2 kV AC (Ensayo individual)
Tensión de aislamiento entrada/PE	3,5 kV AC (ensayo de tipo)
	2 kV AC (Ensayo individual)
Tensión de aislamiento salida/PE	500 V DC (Ensayo individual)
Clase de protección	I
Índice de protección	IP20
MTBF (IEC 61709, SN 29500)	> 900000 h (25 °C)
	> 534000 h (40 °C)
Posición para el montaje	Carril horizontal NS 35, EN 60715
Indicaciones de montaje	alineable: P <sub>N</sub> $\geq 50$ %, horizontal 5 mm, al lado de las partes activas 15 mm, vertical 50 mm alineable: P <sub>N</sub> $\geq 50$ %, horizontal 0 mm, arriba vertical 40 mm, abajo vertical 20 mm

#### Datos de conexión Entrada

Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido máx.	6 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible máx.	4 mm <sup>2</sup>
Sección de cable AWG mín.	18
Sección de cable AWG máx.	10
Longitud a desaislar	7 mm
Rosca de tornillo	M4

#### Datos de conexión Salida

Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm <sup>2</sup>

## Alimentación de corriente - QUINT-PS/3AC/24DC/20 - 2866792

### Datos técnicos

#### Datos de conexión Salida

Sección de conductor rígido máx.	6 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible máx.	4 mm <sup>2</sup>
Sección de cable AWG mín.	12
Sección de cable AWG máx.	10
Longitud a desaislar	7 mm
Rosca de tornillo	M4

#### Datos de conexión para señalización

Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido máx.	6 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible máx.	4 mm <sup>2</sup>
Sección de cable AWG mín.	18
Sección de cable AWG máx.	10
Rosca de tornillo	M4

#### Normas y especificaciones

Compatibilidad electromagnética	Conformidad con la directiva EMC 2014/30/UE
Resistencia a interferencias	EN 61000-6-2:2005
Conexión según norma	CSA
Normas/especificaciones	EN 61000-4-2
Descarga en contacto	4 kV (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-3
Gama de frecuencias	80 MHz ... 1 GHz
Intensidad del campo de prueba	10 V/m (Severidad del ensayo 3)
Gama de frecuencias	1,4 GHz ... 2 GHz
Intensidad del campo de prueba	3 V/m (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-4
Observación	Criterio B
Normas/especificaciones	EN 61000-6-3
	EN 61000-4-6
Gama de frecuencias	0,15 MHz ... 80 MHz
Tensión	10 V (Severidad del ensayo 3)
Directiva de baja tensión	De conformidad con la directriz NSR 2006/95/CE
Norma - Seguridad eléctrica	IEC 60950-1/VDE 0805 (SELV)
Norma - Equipamiento de instalaciones de alta intensidad con aparatos eléctricos	EN 50178/VDE 0160 (PELV)
Norma - Tensión baja de protección	IEC 60950-1 (SELV) y EN 60204-1 (PELV)
Norma - Separación segura	DIN VDE 0100-410
Norma - Protección contra corrientes corpóreas peligrosas, exigencias básicas para la separación segura de aparatos eléctricos	EN 50178

## Alimentación de corriente - QUINT-PS/3AC/24DC/20 - 2866792

### Datos técnicos

#### Normas y especificaciones

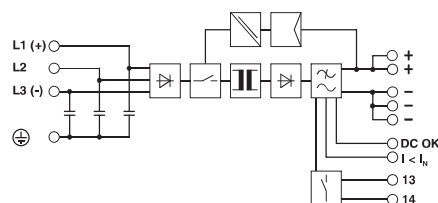
Norma - Limitación de corrientes armónicas de la red	EN 61000-3-2
Norma - Seguridad de los aparatos	GS (Seguridad Verificada)
Norma - admisión médica	IEC 60601-1, 2 x MOOP
Homologación para la construcción naval	DNV GL (EMC B), ABS, LR, RINA, NK, BV
Homologaciones UL	UL Listed UL 508
	UL/C-UL Recognized UL 60950-1 (3-wire + PE, star net)
	UL ANSI/ISA-12.12.01 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D (Hazardous Location)
Choque	18 ms, 30g, por dirección en espacio (según IEC 60068-2-27)
Vibración (servicio)	< 15 Hz, amplitud $\pm 2,5$ mm (según IEC 60068-2-6)
	15 Hz ... 150 Hz, 2,3g, 90 min.
Homologación: requisito de la industria de semiconductores con respecto a interrupciones de tensión de red.	SEMI F47-0706 Certificado de cumplimiento
Dispositivos de tecnología de información - Seguridad (CB Scheme)	CB-Scheme
Aplicaciones para trenes	EN 50121-4
Categoría de polución (EN 62477-1)	III

#### Environmental Product Compliance

China RoHS	Espacio de tiempo para el uso previsto (EFUP): 25 años;
	Encontrará información sobre las sustancias peligrosas en la declaración del fabricante en la pestaña "Descargas"

### Dibujos

Esquema de conjunto



### Clasificaciones

eCl@ss

eCl@ss 4.0	27040702
eCl@ss 4.1	27040702
eCl@ss 5.0	27049002
eCl@ss 5.1	27049000
eCl@ss 6.0	27049000
eCl@ss 7.0	27049002
eCl@ss 8.0	27049002
eCl@ss 9.0	27040701

## Disp. de protec. contra sobretensiones tipo 3 - PLT-SEC-T3-24-FM-UT - 2907916

Tenga en cuenta que los datos indicados aquí proceden del catálogo en línea. Los datos completos se encuentran en la documentación del usuario. Son válidas las condiciones generales de uso de las descargas por Internet. (<http://phoenixcontact.es/download>)




Protección contra sobretensiones de tipo 3, formada por protección enchufable y elemento de base, con indicador de estado e indicación remota integrados para redes de fuente de alimentación monofásicas. Tensión nominal: 24 V AC/DC.

### Sus ventajas

- ✓ Aumenta la vida útil y disponibilidad de la instalación gracias a la protección óptima de su fuente de alimentación industrial
- ✓ 5 años de garantía en su fuente de alimentación QUINT 4 en toda la instalación con PLT-SEC; véase el documento en la sección de descargas
- ✓ Fácil mantenimiento y comprobación de los módulos de protección gracias a que son enchufables



### Datos mercantiles

Unidad de embalaje	5 pcs
EAN	 4 055626 257419
EAN	4055626257419
Peso por unidad (sin incluir el embalaje)	81,160 g
Número de tarifa arancelaria	85363030
País de origen	Alemania

### Datos técnicos

#### Dimensiones

Altura	93,4 mm
Anchura	17,7 mm
Profundidad	74,5 mm (Con carril de 7,5 mm)
Unidad	1 UD

#### Condiciones ambientales

Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-40 °C ... 80 °C

## Disp. de protec. contra sobretensiones tipo 3 - PLT-SEC-T3-24-FM-UT - 2907916

### Datos técnicos

#### Condiciones ambientales

Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 80 °C
Altitud	≤ 2000 m (Tensión de servicio de contacto de indicación remota ≤ 250 V)
	≤ 6000 m (Tensión de servicio de contacto de indicación remota ≤ 150 V)
Humedad de aire admisible (servicio)	5 % ... 95 %
Choques (en servicio)	30g (Semisinusoide / 11ms / 3x #X, #Y, #Z)
Vibración (en servicio)	5g (5 ... 500 Hz / 2,5 h / X, Y, Z)

#### Generalidades

Tipo EN	T3
Sistema de alimentación de corriente IEC	TN-S
Número de puertos	One
Pistas de protección	L-N
	L-PE
	N-PE
Tipo de montaje	Carril simétrico: 35 mm
Color	gris claro RAL 7035
	gris tráfico A RAL 7042
Material carcasa	PA 6.6-FR 20 % GF
	PA 6.6-FR
Grado de polución	2
Clase de combustibilidad según UL 94	V-0
Construcción	Módulo para carril de dos piezas enchufable
Número de polos	2
Mensaje Protección contra sobretensiones defectuosa	indicación óptica, contacto de indicación remota

#### Circuito de protección

Tensión nominal $U_N$	24 V AC (TN-S)
Frecuencia nominal $f_N$	50 Hz (60 Hz)
Tensión constante máxima $U_C$	34 V AC
Corriente de carga nominal $I_L$	26 A (a 30 °C)
Corriente de conductor de protección $I_{PE}$	≤ 5 $\mu$ A
Corriente transitoria nominal $I_n$ (8/20) $\mu$ s	1 kA
Absorción de potencia standby $P_C$	≤ 2,7 mVA (para $U_{REF}$ )
	≤ 4,8 mVA (con $U_C$ )
Tensión de prueba de referencia $U_{REF}$	27 V AC
Choque combinado $U_{OC}$	2 kV
Nivel de protección $U_p$ (L-N)	≤ 0,2 kV
Nivel de protección $U_p$ (L-PE)	≤ 0,6 kV

## Disp. de protec. contra sobretensiones tipo 3 - PLT-SEC-T3-24-FM-UT - 2907916

### Datos técnicos

#### Circuito de protección

Nivel de protección $U_p$ (N-PE)	$\leq 0,6$ kV
Comportamiento TOV en $U_T$ (L-N)	50 V AC (120 min / modo estacionario)
Comportamiento TOV en $U_T$ (L-PE)	50 V AC (120 min / modo estacionario)
Tiempo de reacción $t_A$ (L-N)	$\leq 25$ ns
Tiempo de reacción $t_A$ (L-PE)	$\leq 100$ ns
Tiempo de reacción $t_A$ (N-PE)	$\leq 100$ ns
Resistencia al cortocircuito $I_{SCCR}$	10 kA AC
Fusible general máximo en caso de cableado de derivación (otro nivel)	32 A (gG / B / C)
Fusible previo máximo en caso de cableado de paso	25 A (gG / B / C)

#### Datos técnicos adicionales

Resistencia al cortocircuito $I_{SCCR}$	0,25 kA DC (sin fusible previo adicional)
	5 kA DC (para fusible previo 20 A gG/B)
Corriente transitoria máxima $I_{m\acute{a}x}$ (8/20) $\mu$ s	4 kA
Corriente transitoria nominal $I_n$ (8/20) $\mu$ s	3 kA
Tensión constante máxima $U_c$	44 V DC
Pistas de protección	(DC+) - (DC-)
	(DC+/DC-) - PE

#### Visualización/indicación remota

Función de conmutación	Contacto conmutado
Tensión de servicio	250 V AC
	125 V DC (200 mA DC)
Corriente de servicio	0,5 A AC
	0,5 A DC (75 V DC)
Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor flexible	0,2 mm <sup>2</sup> ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido	0,2 mm <sup>2</sup> ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor AWG	30 ... 12
Rosca de tornillo	M3
Par de apriete	0,5 Nm
Longitud a desaislar	10 mm

#### Datos de conexión

Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor flexible	0,2 mm <sup>2</sup> ... 2,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido	0,2 mm <sup>2</sup> ... 4 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor AWG	24 ... 12
Rosca de tornillo	M3
Par de apriete	0,5 Nm

## Disp. de protec. contra sobretensiones tipo 3 - PLT-SEC-T3-24-FM-UT - 2907916

### Datos técnicos

#### Datos de conexión

Longitud a desaislar	10 mm
----------------------	-------

#### Especificaciones UL

Tipo SPD	4CA
Tensión constante máxima MCOV	34 V AC
	34 V DC
Tensión nominal	34 V DC
Corriente de carga nominal $I_L$	20 A
Pistas de protección	L-N
	L-G
	N-G
	(DC+) - (DC-)
	(DC+) - G
	(DC-) - G
Sistema de distribución de energía	Single phase
	DC
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Tensión de limitación medida MLV (L-N)	200 V
Tensión de limitación medida MLV (L-G)	510 V
Tensión de limitación medida MLV (N-G)	510 V
Corriente transitoria nominal $I_n$	1 kA

#### Indicación UL/Señalización remota

Tensión de servicio	250 V AC (0,5 A)
	12 V DC (4 A)
	24 V DC (2 A)
	48 V DC (1 A)
Par de apriete	5 lb <sub>r</sub> -in. ... 7 lb <sub>r</sub> -in.
Sección de conductor AWG	30 ... 12

#### UL datos de conexión

Sección de conductor AWG	16 ... 12
Par de apriete	4,4 lb <sub>r</sub> -in.

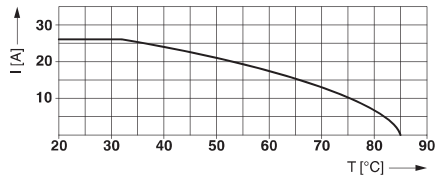
#### Normas y especificaciones

Normas/disposiciones	IEC 61643-11 2011
	EN 61643-11 2012

### Dibujos

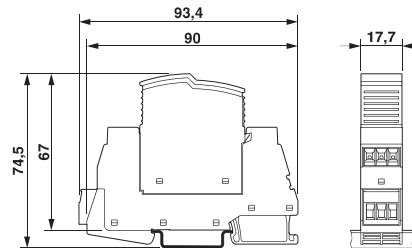
# Disp. de protec. contra sobretensiones tipo 3 - PLT-SEC-T3-24-FM-UT - 2907916

Diagrama



Corriente nominal en función de la temperatura ambiente

Esquema de dimensiones



Dibujo del producto

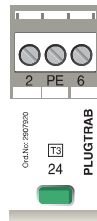
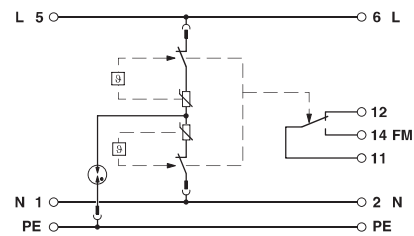


Diagrama eléctrico



## Clasificaciones

eCl@ss

eCl@ss 6.0	27130800
eCl@ss 7.0	27130806
eCl@ss 8.0	27130806
eCl@ss 9.0	27130806

ETIM

ETIM 5.0	EC000942
ETIM 6.0	EC000942

## Homologaciones

Homologaciones

## Módulo buffer - QUINT-BUFFER/24DC/24DC/40 - 2320393

Tenga en cuenta que los datos indicados aquí proceden del catálogo en línea. Los datos completos se encuentran en la documentación del usuario. Son válidas las condiciones generales de uso de las descargas por Internet. (<http://phoenixcontact.es/download>)



Módulo buffer QUINT con acumulador de energía libre de mantenimiento sobre condensador para montaje sobre carril, entrada: 24 V DC, salida: 24 V DC/40 A, con con tecnología SFB integrada (Selective Fuse Breaking Technology), incl. adaptador universal para carril UTA 107 montado

### Descripción del artículo


Sobre la base de condensadores con tecnología SFB (Selective Fuse Breaking Technology), el módulo buffer QUINT BUFFER sin mantenimiento puentea breves interrupciones de red. De esta manera, los sistemas trabajan también en redes inestables o, en caso de fallos de mayor duración, se apagarán de manera controlada una vez guardados todos los datos de proceso importantes. Además, el módulo buffer dispone de un acumulador de energía para puntas de carga y para activar los fusibles. Una salida de conmutación activa y un piloto de control supervisan el funcionamiento. El diodo integrado permite dividir a los consumidores en cargas con y sin buffer. De este modo se prolonga el tiempo buffer y los consumidores con buffer están protegidos contra fallos de la red interna.

### Sus ventajas

- ✓ Mayor tiempo buffer mediante la función integrada de desacoplado
- ✓ Robusto gracias a una alimentación fiable a temperaturas de -25 °C a +80 °C
- ✓ Ahorro de espacio: unidad de conmutación electrónica y acumulador de energía en la misma carcasa
- ✓ Flexibilidad: puede utilizarse en modo automático o manual



### Datos mercantiles

Unidad de embalaje	1 pcs
EAN	 4 046356 554114
EAN	4046356554114
Peso por unidad (sin incluir el embalaje)	1.100,000 g
Número de tarifa arancelaria	85049091
País de origen	China

### Datos técnicos

#### Medidas

Anchura	64 mm
Altura	130 mm
Profundidad	125 mm
Anchura en montaje alternativo	122 mm

## Módulo buffer - QUINT-BUFFER/24DC/24DC/40 - 2320393

### Datos técnicos

#### Medidas

Altura en montaje alternativo	130 mm
Profundidad en montaje alternativo	67 mm

#### Condiciones ambientales

Índice de protección	IP20
Temperatura ambiente (servicio)	-25 °C ... 80 °C
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C
Humedad del aire máx. admisible (servicio)	≤ 95 % (a 25 °C, sin condensación)
Clase de clima	3K3 (según EN 60721)
Grado de polución	2
Altura de montaje	2000 m

#### Datos de entrada

Tensión de entrada	24 V DC
Rango de tensión de entrada	18 V DC ... 30 V DC
Absorción de corriente (máxima)	45 A (Corriente de tránsito)
Absorción de corriente (circuito abierto)	0,1 A (circuito abierto)
Absorción de corriente (proceso de carga)	0,7 A (proceso de carga)
Umbral de activación fijo	< 20 V DC (< 22 V; < 24 V; < 26 V)
Umbral de activación variable	$(U_{IN} - 1 V) / 0,1 s$

#### Datos de salida (funcionamiento en red 24 V DC)

Tensión nominal de salida	24 V DC
Margen de tensión de salida (dependiente de la tensión de entrada)	18 V DC ... 30,5 V DC
Corriente nominal de salida ( $I_N$ )	40 A

#### Datos de salida (funcionamiento a batería 24 V DC)

Tensión nominal de salida	24 V DC
Margen de tensión de salida (dependiente de la tensión de entrada)	19,2 V DC ... 27,6 V DC
Corriente nominal de salida ( $I_N$ )	40 A

#### Datos de salida generales

Rendimiento	> 99 % (Funcionamiento en red con acumulador de energía cargado)
-------------	--

#### Generalidades

Tecnología IQ	No
Peso neto	1,1 kg
Medio de almacenamiento	Condensador electrolítico
Clase de protección	III
MTBF (IEC 61709, SN 29500)	> 902000 h (40 °C)
Posición para el montaje	Carril horizontal NS 35, EN 60715
Indicaciones de montaje	alineable: horizontal 0 mm, vertical 50 mm

#### Datos de conexión Entrada

Tipo de conexión	Conexión por tornillo
------------------	-----------------------

## Módulo buffer - QUINT-BUFFER/24DC/24DC/40 - 2320393

### Datos técnicos

#### Datos de conexión Entrada

Sección de conductor rígido mín.	0,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido máx.	16 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible mín.	0,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible máx.	16 mm <sup>2</sup>
Sección de cable AWG mín.	8
Sección de cable AWG máx.	6
Longitud a desaislar	10 mm
Rosca de tornillo	M4

#### Datos de conexión Salida

Tipo de conexión	Conexión por tornillo
Sección de conductor rígido mín.	0,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido máx.	16 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible mín.	0,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible máx.	16 mm <sup>2</sup>
Sección de cable AWG mín.	8
Sección de cable AWG máx.	6
Longitud a desaislar	10 mm
Rosca de tornillo	M4

#### Señalización

Denominación Salida	Salida de señal Power Good activa (alta = el módulo buffer está cargado)
Descripción de la salida	Power Good
Tensión de salida	+ 24 V
Corriente de carga constante	20 mA
Indicación de estado	LED "Power Good" verde
Observación acerca de la indicación de estado	Módulo buffer está cargado: LED encendido
Sección de conductor rígido mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor rígido máx.	4 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor flexible máx.	2,5 mm <sup>2</sup>
Sección de conductor AWG mín.	24
Sección de conductor AWG máx.	12
Par de apriete mín.	0,5 Nm
Par de apriete máx.	0,6 Nm
Rosca de tornillo	M4

#### Normas y especificaciones

Compatibilidad electromagnética	Conformidad con la directiva EMC 2014/30/UE
Resistencia a interferencias	EN 61000-6-2:2005
Conexión según norma	CUL
Normas/especificaciones	EN 61000-4-2

## Módulo buffer - QUINT-BUFFER/24DC/24DC/40 - 2320393

### Datos técnicos

#### Normas y especificaciones

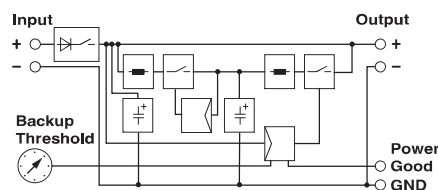
Descarga en contacto	4 kV (Severidad del ensayo 2)
Normas/especificaciones	EN 61000-4-3
Gama de frecuencias	80 MHz ... 1 GHz
Intensidad del campo de prueba	10 V/m
Gama de frecuencias	1,4 GHz ... 2 GHz
Intensidad del campo de prueba	3 V/m
Normas/especificaciones	EN 61000-4-4
Observación	Criterio B
Normas/especificaciones	EN 61000-6-3
	EN 61000-4-6
Gama de frecuencias	0,15 MHz ... 80 MHz
Tensión	10 V (Severidad del ensayo 3)
Directiva de baja tensión	De conformidad con la directriz NSR 2006/95/CE
Norma de seguridad de transformadores	EN 61558-2-17
Norma - Seguridad eléctrica	EN 60950-1/VDE 0805 (SELV)
Norma - Equipamiento de instalaciones de alta intensidad con aparatos eléctricos	EN 50178/VDE 0160 (PELV)
Norma - Tensión baja de protección	EN 60950-1 (SELV) y EN 60204 (PELV)
Norma - Separación segura	DIN VDE 0106-101
Homologaciones UL	UL/C-UL Recognized UL 60950-1
	UL Listed UL 508
	UL ANSI/ISA-12.12.01 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D (Hazardous Location)
Choque	18 ms, 30g, por dirección en espacio (según IEC 60068-2-27)
Vibración (servicio)	< 15 Hz, amplitud $\pm 2,5$ mm (según IEC 60068-2-6)
	15 Hz ... 150 Hz, 2,3g, 90 mín.

#### Environmental Product Compliance

China RoHS	Espacio de tiempo para el uso previsto (EFUP): 25 años;
	Encontrará información sobre las sustancias peligrosas en la declaración del fabricante en la pestaña "Descargas"

### Dibujos

Esquema de conjunto



# Bibliografía

- [1] TORA GALVAN JOSÉ LUIS,1997 *Transporte de la energía eléctrica*, España, Madrid, **IBERSAF INDUSTRIAL, S.L.**
- [2] TOLCACHIER, AUGUSTO *Protección contra sobretensiones*, Bolivia, 2013.
- [3] NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012 *INSTALACIONES ELÉCTRICAS(UTILIZACIÓN)*, México, 2012
- [4] AENOR *APLICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DE BAJA TENSION*, 2014
- [5] GUIRADO RAFAEL.ASENSI RAFEL, JURADO FRANCISCO,CARPIO JOSÉ,2006 *Tecnología eléctrica*, Aravaca, Madrid, **Mc Graw Hill**
- [6] CIRPROTEC *DPS, Dispositivos de Protección Contra Sobretensiones Transitorias*
- [7] PHOENIX CONTACT *Trabtech Basics- Nociones fundamentales de la protección contra sobretensiones*

## Referencias de internet

- [8] [https . //www.phoenixcontact.com/](https://www.phoenixcontact.com/)
- [9] [https . //es.scribd.com/sobretensiones – internas](https://es.scribd.com/sobretensiones – internas)
- [10] [http . //www.tecnologiaycontrol.com/productos/bms](http://www.tecnologiaycontrol.com/productos/bms)