

PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN LA INDUSTRIA

1. INTRODUCCIÓN

Como es de conocimiento, con el surgimiento de la industria ha sido necesario disponer de sistemas de protección para las personas, equipos e instalaciones. Dichos sistemas de protección, se encargan de mitigar o eliminar cualquier posible condición anormal de trabajo que puede ocasionar daños al sistema como a la propia instalación interna.

El principio básico que tiene las protecciones eléctricas es aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible a la red eléctrica, y de esa manera, se minimiza el daño del equipo fallido, la posibilidad de un incendio, el peligro para las personas y minimiza el riesgo de daños de equipos eléctricos adyacentes.

Es por ello que en el presente artículo daremos a conocer de manera inicial, los tipos de fallas que existen y que son la razón de existencia de las protecciones eléctricas y finalmente daremos un alcance general de las principales protecciones que encontramos a nivel industrial, así como su principio de funcionamiento.



Fig. 1. Protecciones eléctricas a nivel industrial / Fuente: <https://www.syscomblog.com/2019/09/tipos-de-proteccion-electrica-que-debe.html>

2. ANTECEDENTES

Anteriormente, el trabajo de control y operación de las instalaciones era realizado por personal humano presente en las instalaciones, al ir evolucionando las redes eléctricas, también incrementó su tamaño y complejidad, requiriendo mayor supervisión y gestión de las instalaciones.

Es por ello que en la actualidad las protecciones electromecánicas y contactores, han sido mejoradas debido al avance de la electrónica, mejorando sus tiempos de actuación y control. Dicha evolución se plasma hoy en día en relés electromecánicos, relés de estado sólido y relés digitales.

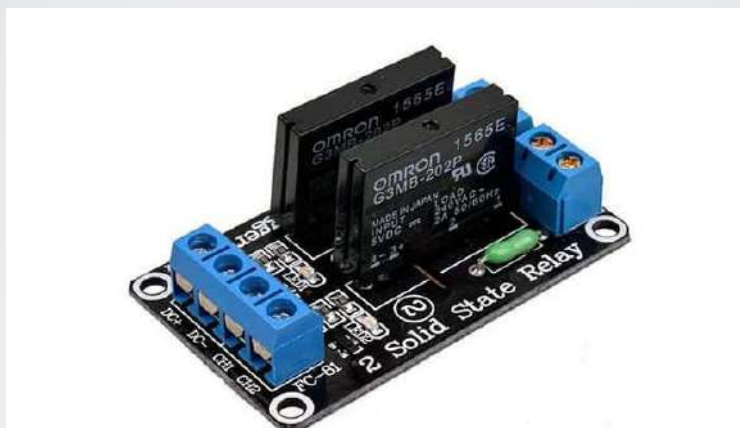


Fig. 2. Relé de estado sólido / Fuente: <https://electromundo.pro/rele-de-estado-solido-usos-tipos/>

3. DESARROLLO

3.1 Fallas en una instalación eléctrica

En una instalación eléctrica ya sea industrial o de vivienda, podemos encontrar los siguientes problemas o fallos:

- **Sobreconsumo:** Se produce cuando la instalación aumenta por encima de la intensidad máxima determinada para la instalación. Por ejemplo: Un cable de sección de 1,5 mm² puede soportar hasta 10 A de corriente, un consumo de 12 A sería un sobreconsumo.
- **Cortocircuito:** Intensidades muy grandes que se producen en el circuito debido a que tenemos una resistencia cero. Por ejemplo: Cuando juntamos los cables fase y neutro sin existir una resistencia entre ellos.
- **Contacto directo:** Accidente que se produce al tocar directamente un cable con tensión.
- **Contacto indirecto:** Accidente que se produce al tocar un punto que en condiciones normales de funcionamiento no debería tener tensión, pero debido a un fallo se encuentra bajo tensión. Por ejemplo: Una plancha, en la que se ha comunicado la resistencia con la base inferior. Al tocar la base nos dará la corriente.
- **Sobretensiones:** Tensiones mayores de las normales aparecen momentáneamente en la red de eléctrica, provocando daños en los equipos conectados.

3.2 Los sistemas de protección de un sistema de potencia se componen generalmente de los siguientes elementos

- **Elementos de medición**

Permiten saber en qué estado se encuentra el sistema. En esta categoría se clasifican los transformadores de corriente y de voltaje. Estos equipos son una interfaz entre el sistema de potencia y los relés de protección. Reducen las señales de intensidad de corriente y tensión, respectivamente, a valores adecuados que pueden ser conectados a las entradas de los relés de protección.

- **Los relés de protección**

Ordenan disparos automáticos en caso de falla. Son la parte principal del sistema de protección. Contienen la lógica que deben seguir los interruptores. Se comunican con el sistema de potencia por medio de los elementos de medida y ordenan operar a dispositivos tales como interruptores, reconectores u otros.

- **Los interruptores**

Hacen la conexión o desconexión de las redes eléctricas. Son gobernados por los relés y operan directamente el sistema de potencia.

- **Sistema de alimentación del sistema de protecciones**

Se acostumbra alimentar, tanto interruptores como relés con un sistema de alimentación de energía eléctrica independiente del sistema protegido, con el fin de garantizar autonomía en la operación. De esta forma, los relés e interruptores puedan efectuar su trabajo sin interferir. Es común que estos sistemas sean de tensión continua y estén alimentados por baterías o pilas.

- **Sistema de comunicación**

Es el que permite conocer el estado de interruptores y relés con el fin de poder realizar operaciones y analizar el estado del sistema eléctrico de potencia. Existen varios sistemas de comunicación. Algunos de estos son:

- Nivel 0. Sistema de comunicaciones para operación y control en sitio.
- Nivel 1. Sistema de comunicaciones para operación y control en cercanías del sitio.
- Nivel 2. Sistema de comunicaciones para operación y control desde el centro de control local.
- Nivel 3. Sistema de comunicaciones para operación y control desde centros de control nacional.

3.3 Principios de Funcionamiento

Veamos el principio de funcionamiento de algunos equipos utilizados en la protección eléctrica.

3.3.1. Magnetotérmico

Es un dispositivo eléctrico que consta de dos tipos de protecciones, la protección magnética contra cortocircuito y la protección térmica contra sobreconsumos.

- **Protección magnética:** Ante un cortocircuito, se producen corrientes muy elevadas. El magnetotérmico debe abrirse rápidamente. Actuará la protección magnética, formada por una bobina que actúa como electroimán, y que aumenta su fuerza al ser recorrida por una alta intensidad.
- **Protección térmica:** Dos láminas metálicas soldadas, con diferente coeficiente de dilatación, curvan al ser atravesadas por una corriente eléctrica y calentarse. El tiempo que tarda en abrir es proporcional a la intensidad que atraviesa el bimetálico. Es decir cuanto mayor es la intensidad antes abrirá.

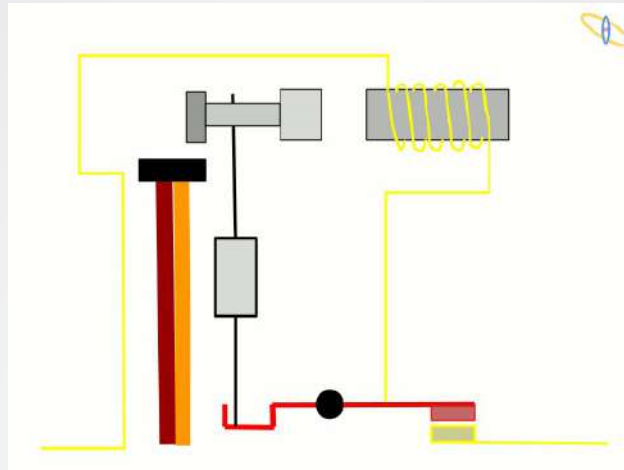


Fig. 3. Protección térmica / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>

- **Curvas de disparo:** Las curvas de disparo del magnetotérmico nos indican el tiempo en el que se tardará en abrir el magnetotérmico por cada nivel de intensidad.

Se divide en dos zonas:

- La zona de disparo térmico, donde actuará la apertura del bimetálico por sobrecarga o calentamiento, produciéndose una apertura lenta.
- La zona de disparo magnético, actúa el disparo por alta intensidad atravesando la bobina que actúa de electroimán. Se produce una apertura rápida.

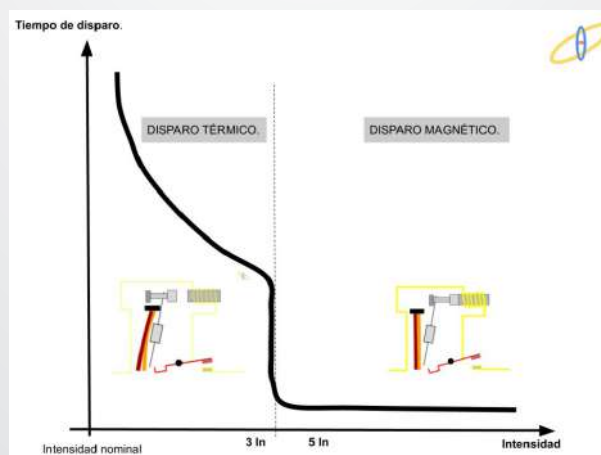


Fig. 4. Curva de disparo / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>

3.3.2. Diferencial

El funcionamiento se basa en un anillo sobre el que se enrollan el cable de fase (amarillo) y el cable de neutro (azul).

Si la intensidad que atraviesa ambos cables es la misma, producirán el mismo campo magnético pero de signo contrario, con lo cual se anulará.

Si se produce una fuga a tierra, tendremos una diferencia de intensidad y el campo magnético total ya no será cero.

Si la fuga es superior a la sensibilidad de la diferencia, se creará un campo magnético suficiente para excitar la bobina auxiliar que activará el relé de corte.

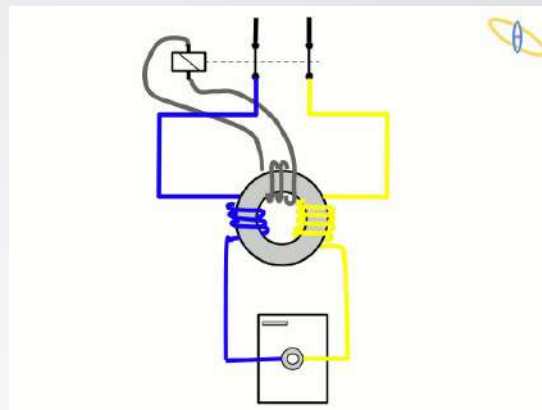


Fig. 5. Diferencial / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>

3.3.3. Dispositivo de tensión de contacto

La tensión de contacto es la que puede aparecer en una parte de la instalación al producirse una derivación o contacto indirecto. El reglamento electrotécnico de baja tensión, limita esta tensión a 50 voltios para evitar descargas peligrosas.



Fig. 6. Diferencial / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>

• **Contacto sin toma a tierra:** Si en un aparato eléctrico se produce una derivación, y partes conductoras con tensión se comunican con partes metálicas que no deberían tener tensión, como las carcasas de motores y electrodomésticos, éstas quedarán sometidas a la misma tensión que las partes conductoras. Resultando un contacto muy peligroso para las personas y mascotas.

- **Contacto con toma a tierra:** Si las partes metálicas aisladas de las partes conductoras (carcasas), están conectadas a la toma a tierra, la tensión máxima que puede aparecer será mucho menor. Aplicando la ley de ohm, esta tensión será igual a la Intensidad diferencial x Resistencia toma a tierra. El diferencial será igual a 30 o 300 mA, y la resistencia de tierra suele ser muy pequeña, de unos 10 ohmios. Con lo cual la tensión de contacto, será una tensión muy pequeña que no representa peligro para las personas.

3.3.4. Guardamotor

Es similar al magnetotérmico, dispone de protección térmica y magnética, pero además, permite regular la intensidad de disparo para ajustarla a la intensidad nominal del motor. En caso de disparo debe rearmarse manualmente. Se le puede acoplar un cuerpo auxiliar con dos contactos, que se utilizarán en el esquema eléctrico para protección de la maniobra y señalización del salto del guardamotor.

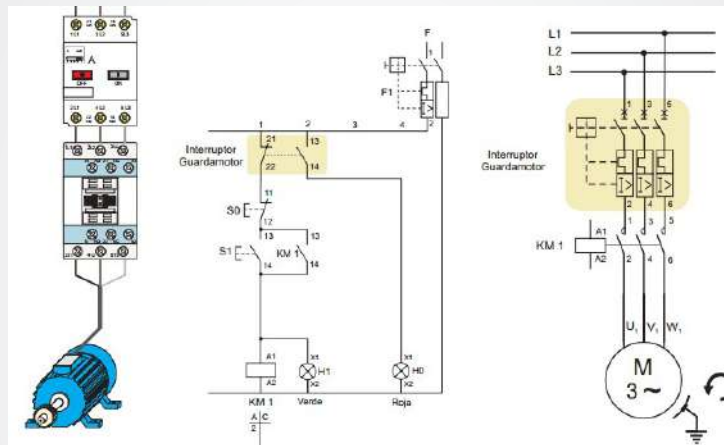


Fig. 7. Guardamotor / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>

3.3.5. Protector de sobretensiones

Instalado al principio del cuadro eléctrico. Deriva a tierra las sobretensiones peligrosas que lleguen al circuito. En funcionamiento normal tiene una resistencia muy elevada para no influir en el circuito. Ante una sobretensión su resistencia se hace cero y deriva la sobretensión a tierra.

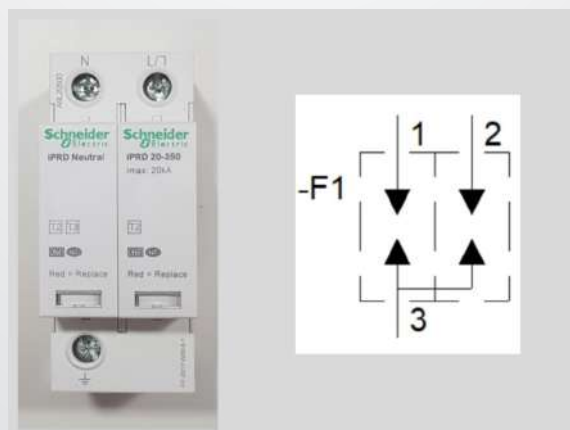


Fig. 8. Protector de sobretensiones / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>

3.3.6. Fusible

El fusible es el aparato de conexión que provoca la apertura del circuito por fusión, producida por el calor que desprende al ser atravesado por una corriente eléctrica, cortando la corriente cuando ésta sobrepasa un determinado valor durante un tiempo.

Podemos comprobar si el fusible está fundido, desmontando este del circuito y midiendo continuidad. También podremos medir su estado sin sacarlo del circuito, comprobando que si hay diferencia de tensión entre sus extremos. Si la tensión es la misma, el fusible está funcionando correctamente.

3.3.7. Relé Electromecánico

El principio de funcionamiento de los relés electromecánicos está basado en los fenómenos de atracción e inducción electromagnética. Algunos de estos relés electromecánicos consisten en un disco de inducción, un núcleo electromecánico, un muelle en forma de espiral, una bobina secundaria o de sombra y de una unidad de sello indicadora.

3.3.8. Relé de estado sólido

Es el paso siguiente a los relés electromecánicos, Básicamente se trata de la sustitución de componentes mecánicos, como son los muelles y contactos, por transistores y componentes sólidos, pero con base de funcionamiento de componentes analógicos.

3.3.8. Relé digital

El objetivo de los relés digitales es igualar o superar el desempeño de los relés de estado sólido y electromecánicos. Un relé digital convierte señales analógicas de tensión e intensidad en cantidades binarias por medio de un convertidor analógico digital. Luego estas cantidades son procesadas numéricamente por los algoritmos o programas de cómputo del relé. Los algoritmos se encargan de la detección de fallas y del control de las señales de disparo.



Fig. 9. Diferencial / Fuente: <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>



Fig. 10. Protector de sobretensiones
Fuente: <https://www.infootec.net/rele-electromecanico/>



Fig. 11. Relé de estado sólido
Fuente: <https://tienda.bricogeek.com/interruptores/1377-rele-de-estado-solido-100a-ssr.html>



Fig. 12. Relé de estado sólido
Fuente: <https://tienda.bricogeek.com/interruptores/1377-rele-de-estado-solido-100a-ssr.html>

4. CONCLUSIONES

Se puede concluir del presente artículo, que las protecciones eléctricas a nivel industrial se han vuelto indispensables para menguar fallas eléctricas, proteger a las personas y equipos. Por lo cual, en los últimos años, los equipos que mayor desarrollo han tenido en su ingeniería se han transformado debido al avance de la electrónica, abriendo las puertas a lo que actualmente se conoce como la industria 4.0.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caicedo, G. C. (Octubre del 2007). Protecciones Electricas. New York: Universidad industrial de Santander.
- Eléctricas, P. (s.f.). <https://automatismoindustrial.com/curso-electricidad-basica-industrial/protecciones/>. Obtenido de FORMACIÓN PARA LA INDUSTRIA 4.0.
- Lovato, M. B. (s.f.). <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70641/fichero/2.+Introducci%C3%B3n.pdf>. Obtenido de Implementacion del protocolo IEC61850.

Autor: Ing. Víctor Gonzales Zamora, Analista de Ingeniería