

T.P.L.1: Elementos de Protección y Comando Errores en las Mediciones

Electrotecnia

2026

Objetivos:

- Considerar las características principales de los aparatos de comando y protección utilizados en las instalaciones eléctricas.-
- Tomar conciencia del Riesgo Eléctrico.-
- Realizar Informe Técnico.-

Consignas:

- El alumno debe presentar el trabajo impreso de la siguiente manera:
 - Carátula con los datos del alumno y del grupo.
 - Informe Técnico o del Ensayo.

Apellido y Nombre: _____

APROBACIÓN: _____

FIRMA: _____

FECHA: _____

**ELECTROTECNIA****Laboratorio Experimental 2026**

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

ASIGNATURA:		CURSO:		SEMESTRE:	
ELECTROTECNIA		3°		5°	
ALUMNO	FOTO	NOMBRE Y APELLIDO:			
		Legajo N°:	ESPECIALIDAD:	AÑO:	GRUPO N°:
			ING. de PETRÓLEOS	2026	
DOCENTES	Prof. Tit.	Ing. Alejandro. FARA			
	J.T.P.	Ing. José CORBACHO			
	J.T.P.	Ing. Orlando ROMERO			
	J.T.P.	Ing. David MOLINA			
	Ayte Ad Honorem				
TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N°		1	DENOMINACIÓN DEL PRÁCTICO:		
			Elementos de Protección y Comando Errores en las Mediciones		
			OBJETIVOS: Ver carátula		
FECHA DE ENTREGA		REVISIÓN N°	FECHA	FIRMA	
		1ª:	___/___/___		
___/___/___		2ª:	___/___/___		
		APROBACIÓN	___/___/___		
INTEGRANTES DE LA COMISIÓN					
1.-		6.-			
2.-		7.-			
3.-		8.-			
4.-		9.-			
5.-		10.-			
OBSERVACIONES				FIRMA DOCENTE	
.....					
.....				REVISIÓN N°	FECHA
.....				REV. 1	12/02/24
.....				REV. 2	12/02/25
.....				REV. 3	12/05/26
.....					
.....					



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

Objetivo: Considerar las características principales de los aparatos de comando y protección utilizados en las instalaciones eléctricas.-

GENERALIDADES:

Los aparatos de comando y protección utilizados en las instalaciones eléctricas, deben proporcionar condiciones garantizadas de funcionamiento y operación de las diferentes partes de aquellas. Atendiendo a sus características de mando, principios de accionamiento, función específica en la instalación, etc., se identifican con denominaciones particulares, de acuerdo a normas nacionales (I.R.A.M.) e internacionales.- (V.D.E.; IEC; etc.)

Las máquinas eléctricas son mecanismos destinados a transformar energía de una forma a otra, una de las cuales – al menos - , es eléctrica. En concordancia con esta definición, podemos clasificarlas en: generadores, motores y convertidores.-

Otro criterio de clasificación es:

1. Máquinas eléctricas estáticas (sin órganos en movimiento); y
2. Máquinas eléctricas rotativas (poseen un elemento rotor, que gira). En base a este criterio desarrollaremos el tema, en lo referente a máquinas.-

Aparatos de comando y protección

Todo aparato destinado a cerrar o interrumpir (abrir) un circuito eléctrico por el que se establece una corriente eléctrica debe permitir:

- que las secciones y superficies de las piezas en contacto sean suficientes para que la intensidad de corriente nominal, prevista en el circuito, no produzca excesivas elevaciones de temperatura (efecto Joule);
- que el *arco eléctrico* de ruptura dure un tiempo muy corto; es decir, se extinga rápidamente, sin formación de *arco permanente* en dichas piezas.-

En general, estos aparatos se fabrican unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Los primeros actúan sobre un solo conductor del circuito (normalmente la fase o polo activo) y se utilizan para el comando de pequeños receptores. Los restantes, o sea los multipolares, están constituidos por tantos unipolares como conductores posea el circuito, pero montados de modo que el accionamiento se realice simultáneamente en todos ellos.-

A los aparatos de comando y protección los clasificaremos en:

De comando: 1. Llaves eléctricas; 2. Interruptores; 3. Seccionadores; 4. Contactores

De protección: 5 Fusibles; 6. Relevadores; y 7. Elementos auxiliares varios.-

Al considerarlos, iremos elaborando criterios de selección, de ubicación y de dimensionamiento que serán de utilidad para la confección de proyectos de instalaciones eléctricas o bien para analizar las características de éstas.-

La información básica para el desarrollo de este tema, se ha extraído de Normas I.R.A.M.-

1.-Llaves eléctricas

Llave eléctrica es el dispositivo manual, protegido, destinado a interrumpir o a establecer uno o más circuitos eléctricos con intensidades aproximadamente iguales a la nominal, cuya tensión no exceda los 250 V entre conductores y cuya intensidad no exceda de los 40 A.-

Por dispositivo manual se entiende aquel cuyo accionamiento se obtiene mediante la energía proporcionada por el operador; y por protegido, cuando el dispositivo posee protección contra contactos accidentales.-



Además de ser unipolares, bipolares, etc.; existen los siguientes tipos: llave unipolar doble (Fig. 1); llave unipolar triple (Fig. 2); llave de dos posiciones (Fig. 3); llave de cambio simple (Fig. 4) y llave de cambio inversora (Fig. 5).-

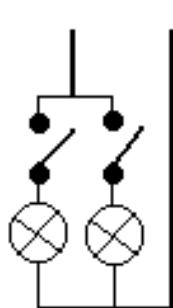


Fig. 1

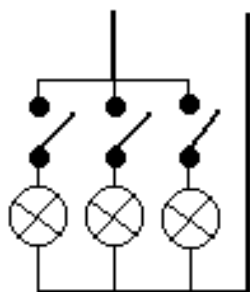


Figura 2

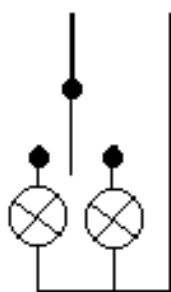


Fig. 3



Fig. 4

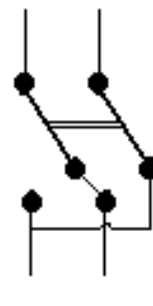


Fig. 5

Las características eléctricas principales de las llaves son:

- La tensión nominal [V]: mayor tensión que la de la red para la cual debe utilizarse la llave.
- La intensidad nominal [A]: intensidad de corriente, bajo tensión nominal, para la cual ha sido diseñada la llave.-

Interesan también la resistencia de aislación, los ensayos dieléctricos y la verificación de las aptitudes de interrupción. Respecto a éstas, el mecanismo de accionamiento debe ser tal que la velocidad de separación de los contactos resulte independiente del operador (sólo dependerá de la cadena cinemática interna del accionamiento mecánico) y que los contactos móviles no queden en posiciones intermedias a las de cierre y apertura previstas.-

2.-Interruptor

Es el aparato destinado a establecer, soportar e interrumpir corrientes en un circuito en condiciones normales y en condiciones anormales (por ejemplo en cortocircuito). Está caracterizado por dos posiciones: la de apertura y la de cierre del circuito.-

Pueden ser de operación manual o bien necesitar una fuente de energía no suministrada por el operador, como ser: energía eléctrica, neumática, acumulada previamente mediante resortes, etc.

Si la operación la realiza en forma automática, o sea, es consecuencia de circunstancias predeterminadas sin necesidad de que intervenga el operador, el aparato se denomina interruptor automático o disyuntor.-

De acuerdo al medio en el cual se realiza la apertura o el cierre de los contactos, encontramos interruptores en aire, en aceite aislante, en atmósfera gaseosa y los de más reciente aplicación, los de alto vacío.

En cuanto a la tensión nominal, se los agrupa en: interruptores para baja tensión (hasta 660 V) e interruptores para tensiones superiores a 1 kV.

2.1. Interruptores en aire para tensiones no mayores de 660 V

Se fabrican para intensidades nominales de 30; 60; 80; 100; 125; 160; 200; 400; 600; 800 y 1000A.-



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

2.1.1 Interruptores Termomagnéticos (I.T.M.)

Los interruptores termomagnéticos permiten establecer, conducir o interrumpir la corriente nominal para la cual han sido diseñados. Además, ante condiciones que no son las normales, como pueden ser las sobrecargas o los cortocircuitos, el interruptor deberá abrir por actuación del relé de protección dentro de los valores garantizados por el fabricante, protegiendo de este modo, los efectos destructivos que se ocasionarían en los conductores y equipos que comandan.-

Normas de aplicación

Los interruptores deben cumplir con la Norma I.R.A.M. 2169 que está concebida en la norma IEC 898 (para interruptores automáticos de uso domiciliario, comercial o similar).

Parámetros característicos

-**Tensión de servicio U_e [V]:** tensión a la cual estará sometido el **I.T.M.** durante su uso en la instalación.-

-**Cantidad de polos:** pueden ser de 1 polo (unipolar), 2 polos (bipolar), 3 polos (tripolar) o 4 polos (tetrapolar).-

-**Corriente nominal I_n [A]:** Es la corriente que soporta el interruptor en forma continua con una temperatura ambiente de 30 °C.

-**Capacidad de ruptura I_{cn} [A]:** Es el valor de corriente de apertura en estado de cortocircuito definida por el fabricante. Dichos valores se obtienen de una secuencia de ensayos compuestos de cierres y aperturas con el valor de la corriente de cortocircuito a la tensión y frecuencia nominal.-



-Para seleccionar un **I.T.M.** se debe verificar que: $I_{cn} \neq I_{cc}$

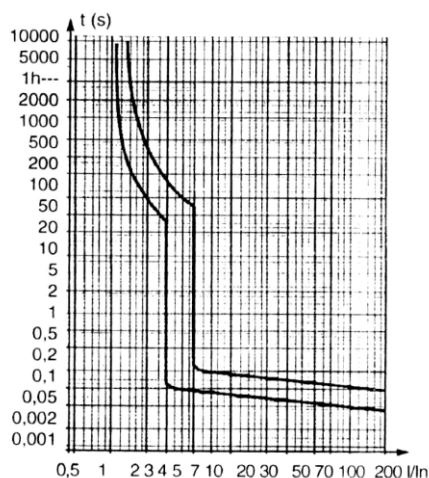
-Curvas características de desconexión (Ver gráficas a continuación): estas curvas muestran las características de sobrecarga y cortocircuito de los **I.T.M.**

Las Curvas Características de los **I.T.M.** se clasifican de acuerdo al siguiente criterio:

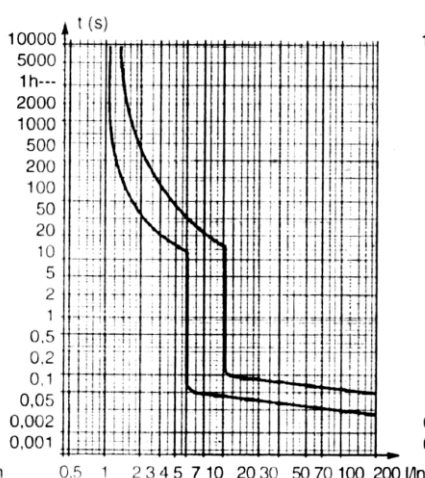
-Curvas **B**: Para los **I.T.M.** que se usarán en circuitos de grandes longitudes y pequeñas secciones, con cargas con corrientes de conexión de $\geq 3 I_n$.

-Curvas **C**: Son las más utilizadas ya que se utiliza en la mayoría de las cargas standard, y son las ideales para usar en edificios importantes, grandes circuitos de iluminación, etc.

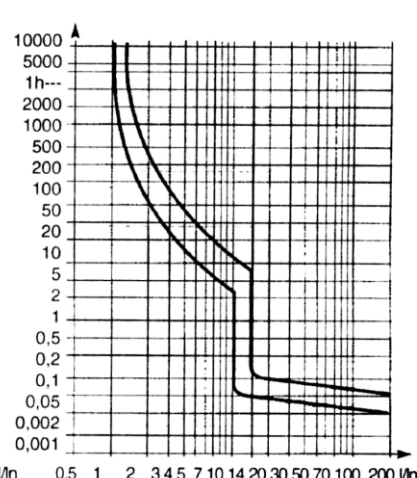
-Curvas **D**: Se utilizan cuando las cargas conectadas poseen elevadas corrientes de desconexión, por ejemplo motores, transformadores, etc.



Curva "B"



Curva "C"

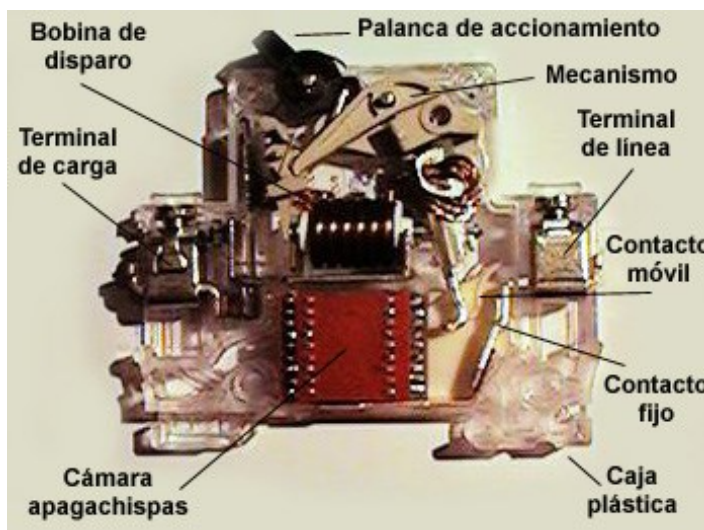


Curva "D"

Partes y funcionamiento

Las partes más importantes que se pueden nombrar son:

- Los *contactos principales* para la conexión y desconexión.
- La *bobina del disparador magnético* para actuar en caso de cortocircuito en forma instantánea.
- Bimetal* para disparo térmico para actuar en función de la sobrecarga y el tiempo que esta dure.
- Cámara apaga chispas* en cuyo interior se encuentran los contactos principales y cuya misión es la de permitir la extinción del arco eléctrico al producirse la separación de los contactos.



2.2.-Interruptores para tensiones mayores de 1 kV

De acuerdo a Normas I.R.A.M. se agrupan bajo esta denominación interruptores para tensiones nominales: 3,3; 6,6; 13,2; 33; 66; 132 y 220 kV.

Las corrientes nominales, en servicio continuo, que se recomiendan son: 400; 600; 800; 1250; ... ; 5000 A.

El poder de interrupción nominal: 50; 100; 150; ... ; 25000 A.



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

Por tratarse de aparatos de media y alta tensión adquiere mayor importancia el problema de extinguir el arco de apertura. Por ello son de cierre y apertura independiente, y poseen dispositivos de “soplado o extinción” del arco.-

2.3.-Interruptores automáticos para interior

Responden al principio de auto compresión, consistente en generar el aire comprimido necesario para la extinción del arco durante la carrera de apertura. En ésta, al desplazarse el tubo móvil de contacto, el aire comprimido entre éste y un pistón convenientemente dispuesto, fluye a través de una tobera, produciéndose un enérgico soplado.-

Durante la maniobra de conexión, se tensa un resorte (manualmente o por medio de un pequeño electromotor) hasta que pasa cierto punto; en ese momento se descarga parcialmente el resorte provocando la conexión brusca del interruptor. El resorte conserva energía potencial suficiente para la maniobra de desconexión del aparato, la que puede realizarse por la acción de un operador o bien con un sistema automático comandado por relés.-

2.4. Interruptores de pequeño volumen de aceite

Se construyen tipo interior y tipo intemperie. Son de accionamiento independiente. La denominación proviene porque la apertura del interruptor (separación de los contactos) se realiza en una cámara de corte con soplado de aceite. El arco que se establece al iniciarse la apertura provoca una descomposición del aceite y engendra una presión en la cámara de extinción; esto origina una circulación de aceite que refrigera intensamente el arco y regenera rápidamente el espacio de ruptura.-

3. Contactores

Es un aparato de maniobra que cumple la función de interruptor, no es de accionamiento manual, y posee una sola posición de descanso. Es para baja tensión y es muy utilizado en la industria y en las instalaciones eléctricas de edificios.-

En la instalación de un contactor encontramos siempre:

- Un circuito principal: las partes conductoras, que son abiertas o cerradas consecuencia de la función específica del contactor.-
- Un circuito de mando: destinado a la alimentación del electroimán de accionamiento.-

Es un aparato que permite el arranque directo de los motores trifásicos, es decir que admite una corriente de arranque 6 a 8 veces mayor que la nominal. Pero lo que hace interesante al contactor es su modo de funcionar.-

Partes constitutivas y funcionamiento

Está formado por un electroimán y un porta contactos que es accionado por este último.

El electroimán es un dispositivo formado por dos partes: el paquete magnético (parte móvil y parte fija) o núcleo y la bobina.-

La bobina se conecta a la tensión de accionamiento del contactor, conformando el circuito de comando o auxiliar. Este circuito de mando es comandado a distancia o localmente, dando lugar a múltiples aplicaciones (mando manual mediante pulsadores; mandos con contactos de fin de carrera, relevadores, contactos de flotantes, termostatos, etc.); en él también se incluyen señales luminosas, de alarmas sonoras, etc.-



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

La tensión de la bobina se debe elegir de acuerdo con la tensión disponible en el lugar del montaje. Los contactos de maniobra del contactor realizan las tareas de cierre o no del circuito y están incluidos en el porta contactos, que es movido por la parte móvil de la bobina cuando se produce el campo magnético de excitación.

Los contactos están contruidos con una aleación de plata para asegurar una buena conducción con larga vida útil. A propósito de estos contactos, diremos que estos trabajan en el interior de una cámara que se denomina *cámara apaga chispas*, que sólo aparecen en los contactores con $I_n > 22A$.

Por último hablaremos de los *contactos auxiliares* que también están conectados en la caja porta contactos, moviéndose cuando la bobina del contactor se excita. Estos contactos auxiliares pueden ser del tipo **NC** (normalmente cerrado) o también **NA** (normalmente abiertos).

Como se dijo, a estos *contactos auxiliares* se conectan los pulsadores de marcha y parada que pueden servir para comandar a distancia, y para señales luminosas que indiquen el estado de funcionamiento de las máquinas que gobiernan los contactores, como así también señales sonoras alarmas en caso de una salida de la máquina de su estado de marcha ya sea por parada de algún proceso o por algún problema de sobrecarga en la máquina, etc.

De acuerdo al medio en que se realiza la separación de los contactos principales, los contactores se clasifican: en aire y en aceite aislante.

De acuerdo a las clases de servicio: servicio continuo (permanecen cerrados por períodos largos) y servicio intermitente. Estos, conforme a la cantidad de operaciones que deben soportar por hora, se subdividen en clases (Ejemplo: clase 1: hasta 120 ciclos de operación por hora; clase 0,1 hasta 12 ciclos de operación por hora).-

Los electroimanes y, en general, los circuitos de mando, se construyen para corriente continua y para corriente alterna, para diferentes tensiones normalizadas (desde 24 V hasta 220 V; excepcionalmente para C.A. 380 V)

Tenemos de esta manera un aparato de maniobras que se comporta como un relé, con el cual se pueden realizar tareas de automatización, mando a distancia y protección.-

Por las características del accionamiento del electroimán el contactor es un aparato ágil, de larga vida útil y con una alta capacidad de maniobras operativas en condiciones normales de funcionamiento.

4.- Fusibles

4.1 Función: proteger circuitos eléctricos; se basan en la fusión por efecto de Joule de un hilo o lámina intercalada en la línea como punto débil.

4.2 Condiciones de funcionamiento: normales (corrientes de diseño) y anormales; se destruyen frente a sobrecargas (respuesta lenta) y cortocircuitos (respuesta rápida).

4.3 Accionamiento: automático.

4.4 Sección: circular (corriente pequeña) o laminada (corrientes grandes).

4.5 Material: metal o aleación de bajo punto de fusión, a base de estaño, plomo, zinc, etc.

4.6 Parámetros:

4.6.1 Intensidad nominal: de diseño, funcionamiento normal.



ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

4.6.2 Poder de corte: intensidad máxima de cortocircuito que puede interrumpir.

4.7 Tipos

gl (fusible de empleo general): protección de líneas. Respuesta lenta en sobrecargas y rápida en cortocircuitos.

aM (fusible de acompañamiento de motor): protección de motores, respuesta extremadamente lenta ante sobrecargas, y rápida frente a cortocircuitos.

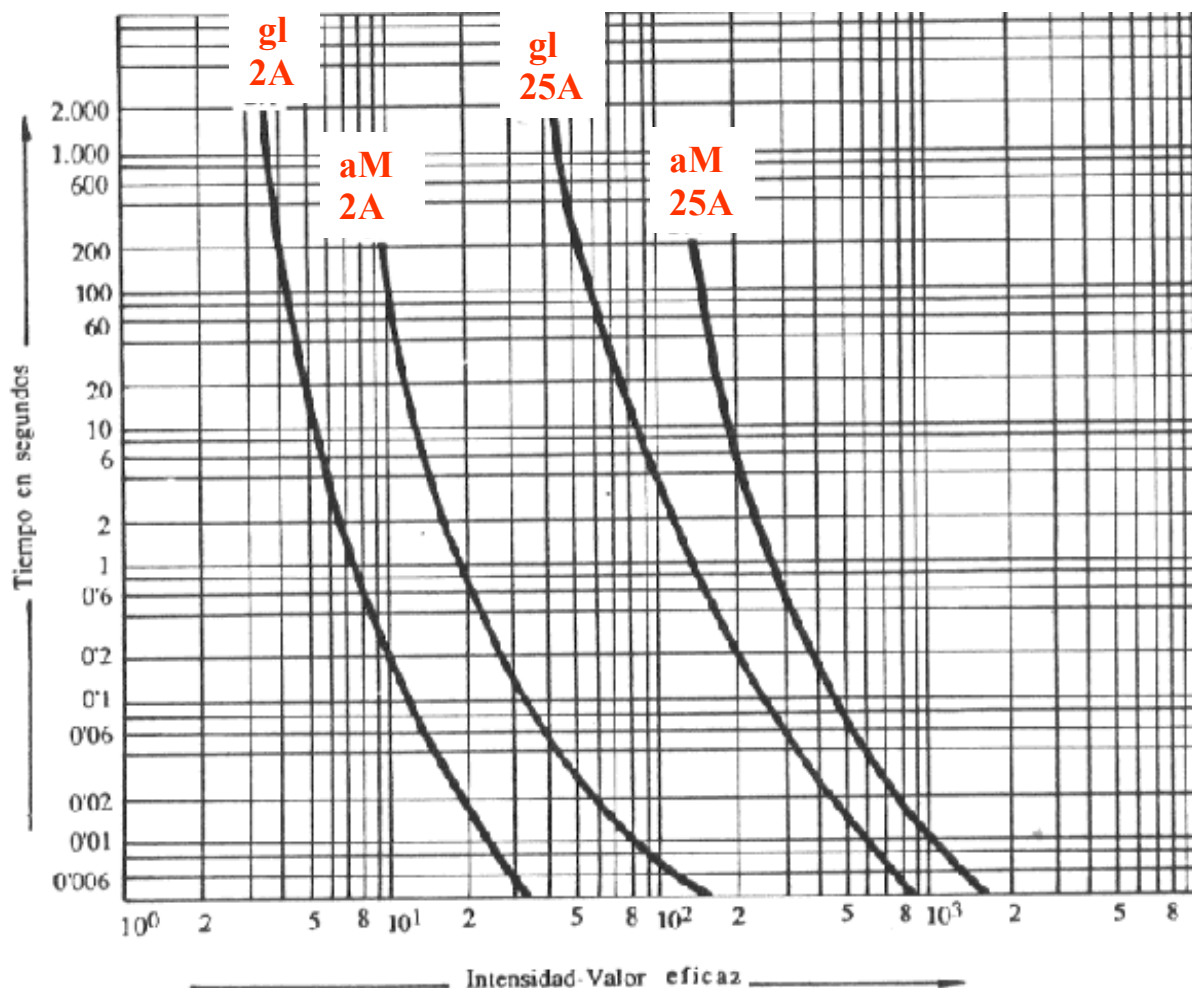
4.8 Inconvenientes

Imprecisión, comparado por ej. con I.A. Mayor banda de dispersión.

Independencia de actuación en redes polifásicas.

Normas: VDE 0636, CEI 269-2.

4.9 Curvas de fusión intensidad-tiempo (curva media de los fusibles)





ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

5.-Relevo Térmico

Así como el contactor es el encargado de maniobrar un motor, el **Relevo térmico** es el encargado de protegerlo.-

El relevo térmico constituye un método indirecto de protección ya que se encarga de censar la corriente que el motor está tomando de la red. De esta forma en caso de haber una sobrecarga en el motor, el relé estaría controlando el calentamiento excesivo de las bobinas del motor, que podría ocasionar, de persistir en el tiempo, que las bobinas del motor se quemen.-

5.1 Partes constitutivas y funcionamiento:

El funcionamiento del relé se basa en la propiedad que tienen los bimetálicos, de estar formado por metales de distinto coeficiente de dilatación térmica y que frente a la acción del calor, provocado en este caso por el paso de una corriente eléctrica, incrementa su temperatura, haciendo que el de mayor coeficiente se dilate más, y al ser ambos solidarios obliga a curvarse al conjunto. Y de esta manera desconecta el circuito para proteger al motor.

El relé térmico es un buen dispositivo para la protección de los motores, pero tiene el inconveniente de no proteger al motor cuando el calentamiento se produce por causas externas al producido por el paso de la corriente que toma de la red. Como puede ser la falta de refrigeración en ambientes de altas temperaturas, como por ejemplo la sala de calderas, la falta de agua en las bombas sumergidas, o tuberías tapadas en la ventilación forzada.

Para los casos donde las exigencias por temperatura son muy rigurosas se aconseja emplear sensores P.T.C. (Resistencias de Coeficiente de Temperatura Positivo) en los bobinados del motor, capaces de sensar exactamente la temperatura del mismo.

- Sin embargo, además de lo expresado más arriba, un caso muy particular es el que se produce cuando hay **falta de fase**. En este caso, el motor se calienta debido a las pérdidas en el Fe y no debido al calentamiento de las bobinas. Pero como se produce un aumento de la corriente en las otras fases, el relé térmico actúa protegiendo al motor.

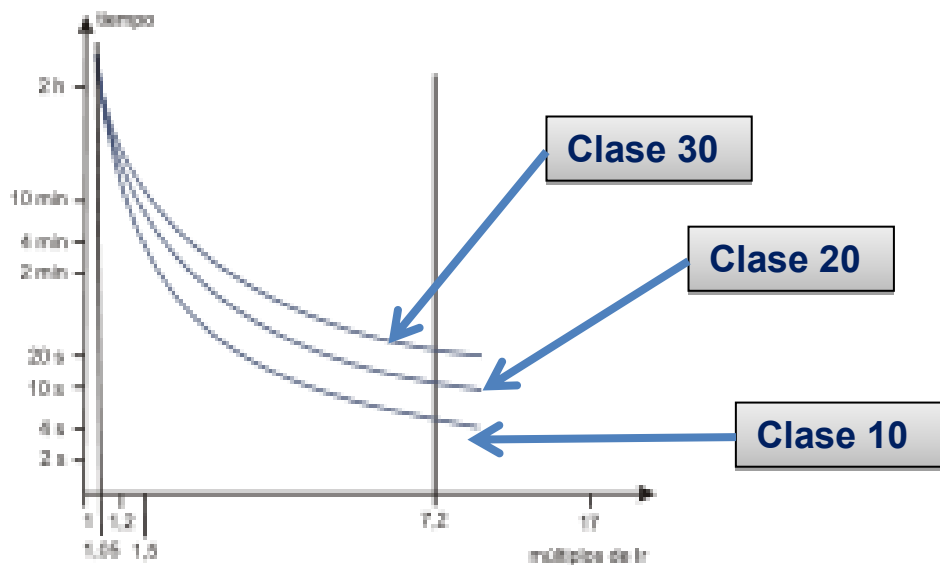
5.2 Regulación del relevo térmico

El relé térmico **siempre debe** estar regulado al valor de servicio del motor (corresponde al valor que se lee durante el funcionamiento del motor y que se obtiene mediante el uso de la pinza amperométrica) **sólo** si el motor se encuentra a plena carga se regulará al valor que se indica en la chapa característica del motor y **nunca** a un valor que sea superior al nominal.-

Por lo tanto, si la corriente del consumidor (Motor) sobrepasa los valores admitidos, el conjunto de bimetálicos del térmico acciona a un contacto auxiliar, y éste a su vez desconecta al contactor que pone fuera de servicio al consumidor que se ha sobrecargado.

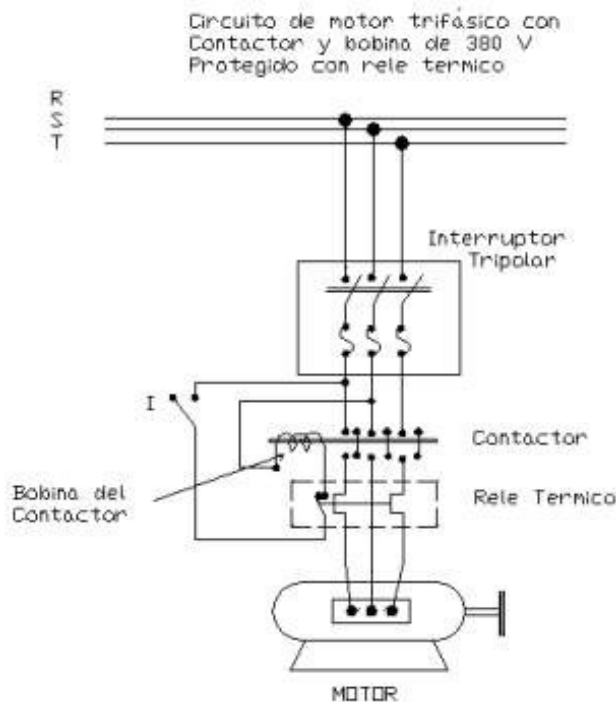
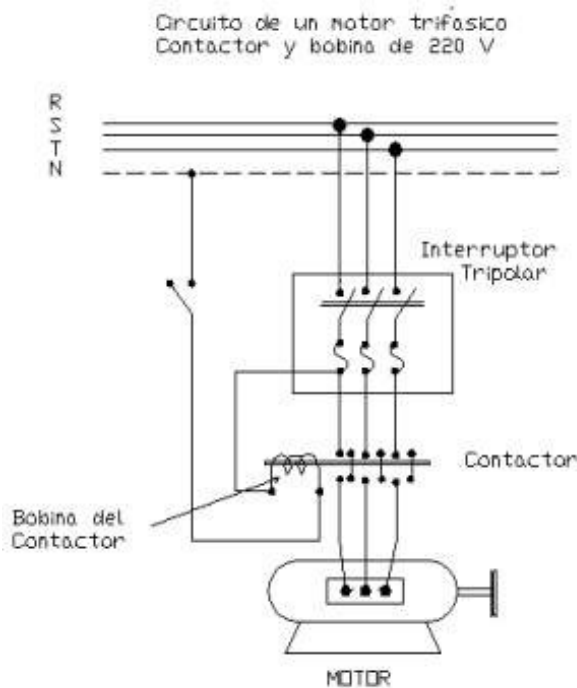
5.3 Tipos:

- 5.3.1 de CC y CA;
- 5.3.2 según la **clase de disparo** (durante el arranque deben permitir que pase la sobrecarga temporal que provoca el pico de corriente, y activarse únicamente si la duración del arranque resulta excesivamente larga)
- 5.3.3 **Relés de clase 10**: válidos para todas las aplicaciones, corrientes con una duración de arranque inferior a 10 segundos.
- 5.3.4 **Relés de clase 20**: admiten arranques de hasta 20 segundos de duración.
- 5.3.5 **Relés de clase 30**: para arranques con un máximo de 30 segundos de duración.



(Curvas de disparo intensidad-tiempo)

4.1 Esquemas eléctricos de aplicación





ELECTROTECNIA

Laboratorio Experimental 2026

Trabajo Práctico N° 1:

Elementos de Protección y Comando. Errores en las Mediciones

Alumno:.....

Comisión:.....

Grupo:.....

5.-Guardamotor

El guarda motor es un aparato que reúne todas las necesidades de un arranque directo en un sólo aparato.-

Se trata de un interruptor cuya característica de disparo es igual a la del térmico y además incluye el disparo sensible a la falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y un disparador magnético ajustado para proteger al térmico.-

Es por eso que decimos que el guarda motor reemplaza dentro de ciertos límites al conjunto formado por: ***Contactor - Térmico - Protección contra falta de fase.***

Se dice “dentro de ciertos límites” porque posee una limitada **capacidad de ruptura** lo que lo hace limitado para ser usado en cualquier punto de la industria.-

Otras de las desventajas es que no puede ser empleado en forma automatizada sino es con la combinación con un contactor.

6.-Interruptores Diferenciales (I.D.)

Hasta ahora nos hemos referido sólo a las protecciones y comandos de las instalaciones eléctricas, pero ahora nos referiremos a los elementos de protección de las personas como lo son los Interruptores Diferenciales.

6.1 Partes y funcionamiento

Los disyuntores automáticos diferenciales contra corrientes de fallo, controlan la intensidad de la corriente de fallo que circula por el conductor de protección hacia la toma de tierra en caso de defecto de la aislación y si existe el electrodo de protección correspondiente (jabalina, cable enterrado, etc.). Los **I.D.** actúan cuando existe una diferencia entre los flujos magnéticos, uno producido por la corriente que ingresa al circuito y el otro producido por la intensidad de corriente que regresa del circuito.

De esta manera se evita que aparezcan y/o permanezcan tensiones de contacto que puedan ser elevadas en las partes conductoras de la instalación que no estén vinculadas directamente al servicio.

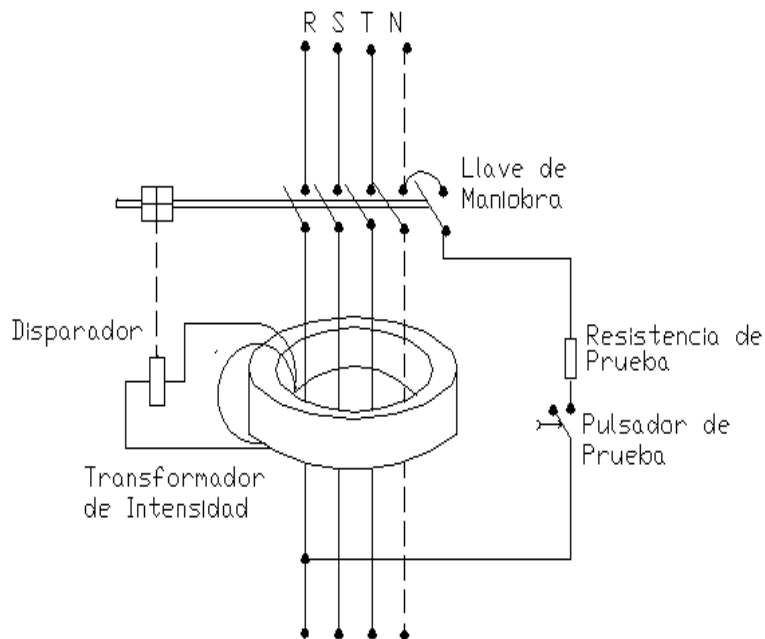
Los **I.D.** controlan mediante un transformador de intensidad, la intensidad de la corriente de fallo que se deriva hacia la tierra. En condiciones normales de funcionamiento, la suma de las corrientes que van hacia los aparatos eléctricos conectados en el circuito es igual a la suma de las corrientes que regresan a la red de alimentación o retorno; de modo que los campos magnéticos se anularán entre sí dando lugar a un campo resultante nulo en el transformador de intensidad.



Por el contrario en caso de un fallo una parte de la corriente de fallo circulará desde el chasis metálico del aparato defectuoso a través de la toma de tierra hasta el transformador de alimentación. Por lo tanto los campos magnéticos ahora no se anularán entre sí y entonces se inducirá una f.e.m. en la bobina del **I.D.** y por esta circulará una corriente que desbloqueará el dispositivo de enclavamiento del **I.D.** con lo que quedará desconectada la instalación.-

Además, para la prueba del aparato para comprobar su correcto funcionamiento, cuenta con un contacto auxiliar que conecta un conductor que no pasa por el interior del núcleo toroidal y que cierra el circuito después de este núcleo produciendo de esta manera el campo diferencial necesario para inducir la F.e.m. en la bobina y desconectar el **I.D.**

Figura del esquema de un **I.D.**



Interruptor Diferencial