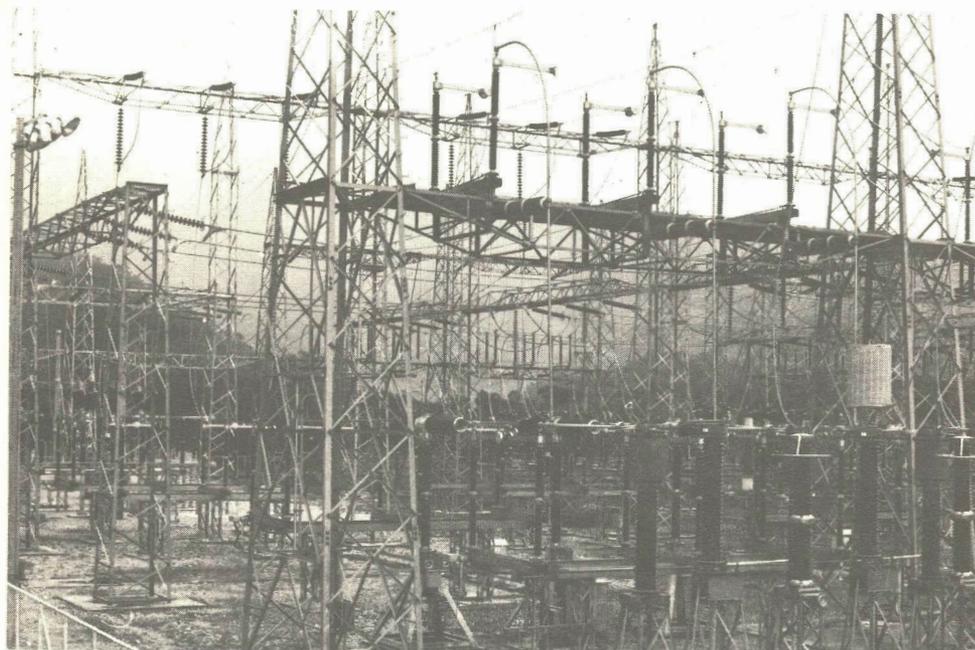


PROYECTO ELECTRICO

Operación de Subestaciones de energía



BLOQUE MODULAR:

2

OPERACION DE SUBESTACIONES DE ENERGIA

Módulo instruccional:

12

RELES DE PROTECCION



Empresas Públicas de Medellín

ELABORACION DEL MATERIAL: Ing. HUMBERTO JARAMILLO T. — Instructor SENA —
Regional Antioquia — Chocó.

COLABORACION TECNICA Ing. RAFAEL PEREZ C., Jefe Departamento Transmisión
y Transformación de Empresas Públicas de Medellín.

Ingos. Departamento Transmisión y Transformación de
E. P. M.

Dr. MARIO LOPEZ V., Jefe Departamento Capacitación y
Desarrollo E.P.M.

COORDINACION — SENA Ing. ALIRIA BARRERA P. — Asesor de Empresas
Regional Antioquia — Chocó

COORDINACION DISEÑO TECNICO Ing. HUMBERTO VENEGAS T. Asesor de Empresas
PEDAGOGICO SENA — Regional Bogotá.

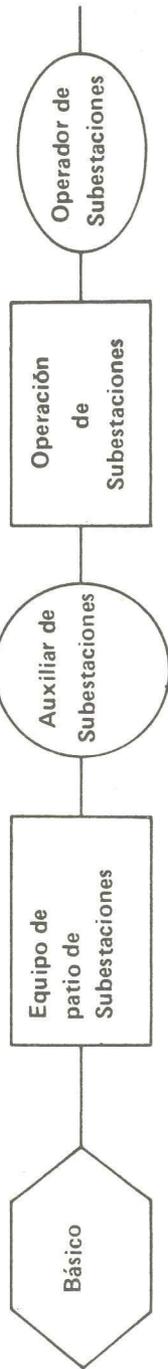
Derechos Reservados al

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE — SENA

Medellín, Colombia 1987

RELES DE PROTECCION
MODULO INSTRUCCIONAL 12
UNIDAD 1

OPERACION DE SUBESTACIONES DE ENERGIA



C O N T E N I D O

INTRODUCCION

OBJETIVO

I. GENERALIDADES

- A. Dispositivo de Protección contra las perturbaciones
- B. Características de los Relés

II CLASIFICACION DE LOS RELES DE PROTECCION

A. Por características constructivas

- 1. Relés electromagnéticos
- 2. Relés de inducción
- 3. Relés eletrodinámicos
- 4. Relés electrónicos
- 5. Relés térmicos

B. Por la magnitud eléctrica que controlan

- 1. Relés de Intensidad
- 2. Relés de tensión
- 3. Relés de producto
- 4. Relés de cociente
- 5. Relés diferenciales

C. Por tiempo de funcionamiento

- 1. Relés de Acción Instantánea
- 2. Relés de Acción Diferida

D. Por la Forma de Funcionamiento

- 1. Relés Directos
- 2. Relés Indirectos

E. Por la forma de Desconexión

- 1. Relés de desconexión mecánica
- 2. Relés de desconexión eléctrica

F. Por la forma de Reconexión

- 1. Relés de Reenganche automático
- 2. Relés de Bloqueo

G. Otros Relés (Auxiliares)

- 1. Relés intermedios
- 2. Relés de señalización

RESUMEN

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

Los sistemas eléctricos están sometidos a innumerables perturbaciones como fluctuaciones bruscas de carga, errores de operación, perturbaciones atmosféricas, etc., que ponen en peligro no sólo el equipo sino la integridad física de las personas que intervienen en su operación.

Para evitar los efectos que pueden causar las perturbaciones se hace necesario que el sistema posea un elemento para aislar la porción afectada del sistema, es decir, la sección donde se presenta la falla, garantizando una buena seguridad y continuidad parcial del servicio.

El corazón o nervio esencial de una protección es el relé, por tal razón es necesario su conocimiento (funcionamiento y operación).

La unidad se dedica principalmente a explicar el principio de funcionamiento de los principales relés. Es de suma importancia el conocimiento de los elementos y equipos que se van a proteger, esto hace que ésta unidad secuencialmente esté ubicada después del bloque modular "Equipo de Patio de Subestaciones".

O B J E T I V O

Al terminar esta unidad, usted estará en capacidad de Identificar los diferentes tipos de relés, según sus características de construcción, la magnitud eléctrica que controlan, el tiempo de operación y las formas de funcionamiento y desconexión.

RELES DE PROTECCION

I. GENERALIDADES

Los relés de protección son una parte del sistema para detectar señales de corriente, voltaje, etc., producidas por las perturbaciones que se pueden presentar en los generadores, transformadores, barrajes y líneas.

Los tipos más comunes de perturbaciones son:

- Perforaciones en el aislamiento de las máquinas y cables, debido al envejecimiento, corrosión y calentamiento.
- Descargas atmosféricas y sobretensiones.
- Influencia de animales (roedores que corroen cables, gatos que producen corto circuito entre barras).
- Errores humanos como apertura de seccionador bajo carga, falsas maniobras en las máquinas.
- Sobrecargas conectadas a las líneas.

A. DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA LAS PERTURBACIONES

Para evitar las perturbaciones, al menos para disminuir los efectos, son necesarios dispositivos de protección adecuados. Cualquier dispositivo de protección consta de los elementos indicados en la figura 1, cuyas funciones son:

El órgano de entrada detecta las señales de falla (corriente, voltajes, etc) y las convierte en señales aptas para ser dadas al relé. Por lo general el órgano de entrada está constituido por los transformadores de corriente y potencial. El órgano de medida, de acuerdo al valor medido, decide si existe o no una falla y en consecuencia da la orden respectiva operando sus contactos o enviando otra señal.

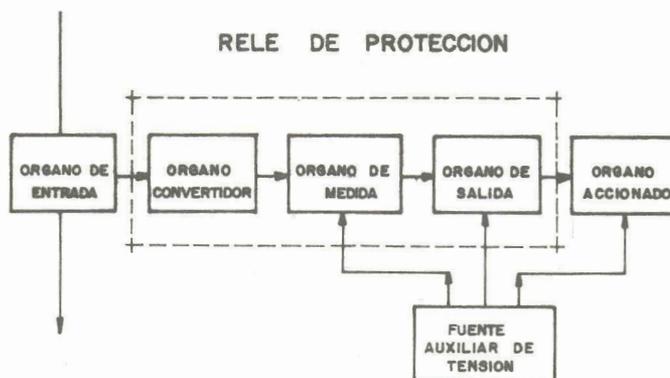


Figura 1 — Elementos constitutivos de un Relé de Protección.

El órgano de conversión convierte las señales procedentes del órgano de entrada de tal forma que pueden medirse por el órgano que sigue, algunas veces no existe este órgano de conversión y las señales pasan directamente desde el órgano de medida.

El órgano de salida amplifica las señales de los órganos de medida. Los órganos de salida son los contadores de mando y modernamente, los elementos lógicos con sus correspondientes dispositivos de amplificación.

Órgano accionado es generalmente una bobina de disparo de los interruptores, los cuales producen la desconexión de la línea, barraje, transformador o generador.

B. CARACTERÍSTICAS DE LOS RELES

– Fiabilidad:

Por lo general estos relés protegen máquinas y equipos, cuyo valor es mucho más elevado del relé, lo que hace que su fiabilidad (es decir su seguridad de funcionamiento) ha de ser también mucho mayor que la del aparato o parte de la instalación protegida.

– Sensibilidad:

Los relés de protección han de ser sensibles, es decir, su funcionamiento debe ser correcto para el valor mínimo de la perturbación que pueda aparecer en el lugar del defecto.

– Rápidez:

Las perturbaciones por lo general se caracterizan por la presencia de un arco eléctrico que calienta y destruye los aislantes y conductores en el lugar del defecto, pero estas destrucciones son proporcionales a la duración del arco por lo que, para una protección eficiente, el correspondiente relé ha de actuar rápidamente para el envío de la señal de operación.

– Selectividad:

Las características y los valores de funcionamiento de los relés han de elegirse de tal forma, que aún para las condiciones más desfavorables, solamente queda desconectada la parte del sistema que esté afectada por el defecto.

En general las magnitudes a las que los relés de protección han de ser sensibles para que puedan revelar la presencia de un defecto en el sistema que protege son:

- Aumento de la intensidad de la corriente (relé de sobre – corriente)
- Disminución de la tensión (relé de bajo voltaje)
- Aumento de tensión (relé de sobre-voltaje)
- Disminución de la impedancia aparente (relé de impedancia)
- Comparación de la fase o de la magnitud de las corrientes de entrada y salida (relé diferencial).
- Inversión del sentido de la potencia entre la entrada y la salida (relé direccional)
- Variación de frecuencia.

En los relés de protección, éstos criterios se utilizan individualmente o, en otros casos, asociados con objeto de reforzar la seguridad del sistema de protección.

A continuación, se expresan las definiciones de las características de funcionamiento más im-

portantes, de los relés de protección:

– **Corriente nominal:**

Corriente para la que ha sido calibrado el relé.

– **Corriente de funcionamiento:**

Denominada también corriente de desbloqueo, es el límite inferior del valor de la corriente que provoca el funcionamiento del relé.

– **Corriente permanente admisible:**

Llamada algunas veces, corriente de calentamiento, es el valor máximo de intensidad que puede soportar permanentemente la bobina del relé, o los contactos del mismo.

– **Corriente máxima admisible: (Corriente de Corto Circuito)**

Llamada también valor de sobre-intensidad, es el valor máximo de la intensidad que puede soportar la bobina del relé o los contactos del mismo durante un tiempo específico (Ejemplo $I_{\text{máx. adm.}} = 100 I_n$ durante 2 segundos).

– **Corriente a la apertura:**

Es el valor máximo de la intensidad que puede cortar los contactos del relé, en el momento de la apertura de los mismos. Se llama también corriente de corte.

– **Corriente de Cierre:**

Es el valor máximo de la intensidad que puede atravesar los contactos del relé en el momento del cierre de los mismos.

– **Corriente de retorno:**

Es el valor de la corriente, necesaria para que el relé vuelva a su posición de reposo. (original).

– **Tensión de servicio:**

Es la tensión para la que ha sido calibrado el relé.

– **Tensión de Funcionamiento:**

Llamada también tensión de desbloqueo. Es el límite inferior del valor de la tensión que provoca el funcionamiento del relé.

– **Tensión permanente admisible:**

Es el valor máximo de la tensión que puede soportar permanentemente la bobina, o los contactos del relé.

– **Tensión máxima admisible:**

También llamada valor de sobretensión, es el valor máximo de tensión que puede soportar la bobina, o los contactos del relé en un tiempo determinado.

– **Tensión de retorno:**

Es el valor de tensión para que el relé vuelva a su posición de reposo.

– **Potencia de consumo:**

Es la potencia absorbida por los circuitos del relé para la tensión de servicio y la intensidad nominal.

– **Potencia de funcionamiento:**

Llamada también potencia de desbloqueo, es el límite inferior del valor de la potencia, que provoca el funcionamiento del relé.

– **Potencia permanente admisible:**

Llamada también, impropriamente, capacidad del relé, es el valor máximo de la potencia que pueden soportar los circuitos del relé.

– **Potencia a la apertura:**

Es el valor máximo de la potencia que pueden cortar los contactos del relé, en el momento de la apertura de los mismos. Se llama también capacidad de corte.

– **Potencia al cierre:**

Potencia máxima que pueden soportar los contactos de relé en el momento del cierre. Se llama también capacidad de cierre.

– **Instante de excitación:**

Instante en que la magnitud eléctrica (corriente, voltaje, potencia) alcanza su valor correspondiente.

– **Tiempo de funcionamiento:**

Es el intervalo de tiempo comprendido entre el instante de excitación y el accionamiento de los contactos del relé.

II CLASIFICACION DE LOS RELES DE PROTECCION

Se clasifican con base en:

A. POR CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

1. Relés Electromagnéticos:

Están basados en la fuerza de atracción ejercida entre piezas de material magnético. Veamos en la figura 2 y 3, dos ejemplos típicos de relés electromagnéticos; en la figura 2, el circuito magnético está constituido por un electroimán y una armadura móvil, en la figura 3, dicho circuito está formado por un electroimán con núcleo de succión.

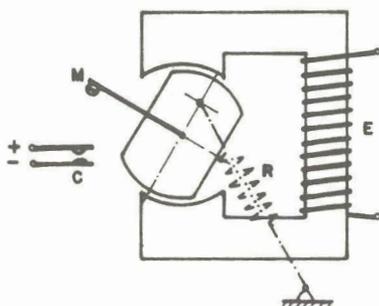


Figura 2 — Relé de Inducción

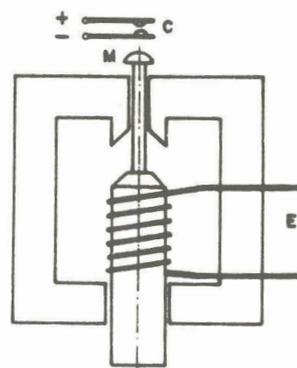


Figura 3 — Relé de inducción con núcleo de succión

En ambos casos, el circuito magnético del relé, sobre el que están bobinados uno o varios arrollamientos E, alimentados por las tensiones o corrientes, que se han de medir, comprenden un elemento móvil M, que lleva un contacto C y que se mantiene en su posición de equilibrio por un esfuerzo antagonista, generalmente debido a un resorte R. Cuando la corriente que circula por las bobinas alcanza un valor suficiente, el elemento móvil se desvía de forma que cierre el circuito magnético, lo que provoca el cierre de los contactos.

En la figura 2, el circuito magnético dispone de un entrehierro constante, de un núcleo fijo y de una armadura móvil, mientras que en la figura 3 el núcleo P es móvil, la armadura móvil y el entrehierro variable, el núcleo móvil se mantiene en su posición de equilibrio por la acción de un resorte o de su propio peso.

Ventajas: Son muy simples, muy poco robustos y muy económicos.

Se utilizan como relés de tensión, corriente, etc.

2. Relés de Inducción:

Están basados en el mismo principio de los contadores de inducción.

Un disco D, figura 4, móvil alrededor de un eje H, que supondremos horizontal, gira en el entrehierro E de un sistema electromagnético análogo al de un contador.

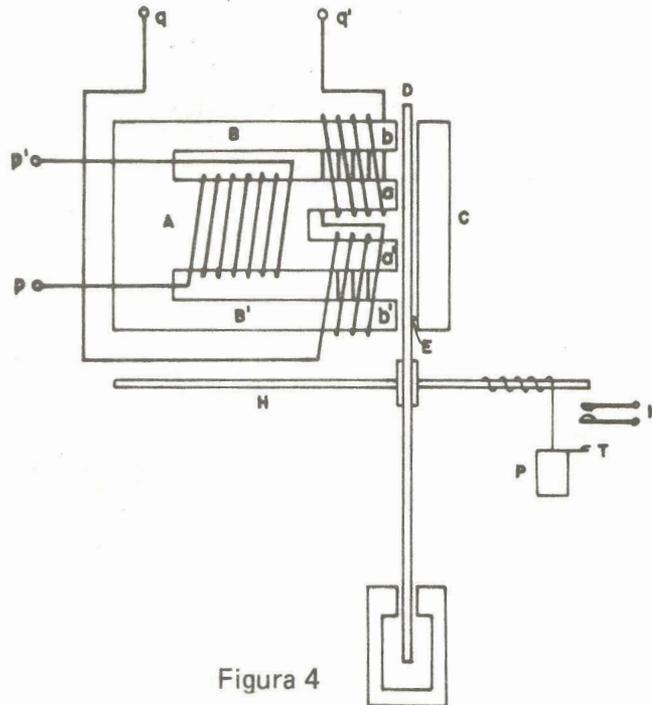


Figura 4

En el tipo de electroimán de inducción, figura 4, el núcleo central A dividido en su extremo en dos piezas polares a y a', lleva un arrollamiento p p'. El retorno del flujo magnético que atraviesa el núcleo, se realiza por dos culatas B y B' que tienen sus extremidades polares b y b' frente a una armadura C, la cual puede desplazarse paralelamente así misma haciendo variar el entrehierro.

Sobre los dos grupos de piezas polares ab y a'b' se montan en serie las dos bobinas de un segundo arrollamiento q q', de forma que se produzcan en estos dos grupos, dos polos de nombres opuestos.

Los flujos de las dos bobinas p p' y q q' deben quedar desfasados 90° y actúan sobre el disco atravesándolo por lugares recíprocamente desfasados e induciendo en él tensiones que producen unas corrientes en el disco. La corriente en el disco generada por el flujo de tensión actúa justamente con el flujo de corriente, produciendo un par de giro y lo mismo sucede con la corriente del disco producida por el flujo de corriente, conjuntamente con el flujo de tensión. Ambos pares de giro provocan la rotación del disco.

En la figura 5, se representa otro sistema de electroimán de inducción; ahora el arrollamiento q q' está montado en la armadura del electroimán C C', aunque, por lo demás, el funcionamiento es análogo al anterior.

En ambos casos, el arrollamiento p p' tiene una inductancia bastante mayor que la de los arrollamientos q q'. Esta inductancia puede modificarse a voluntad eligiendo convenientemente la separación entre los polos a-b y a'-b'; figura 4, o bien variando la longitud de la

pieza polar C C'. Figura 5

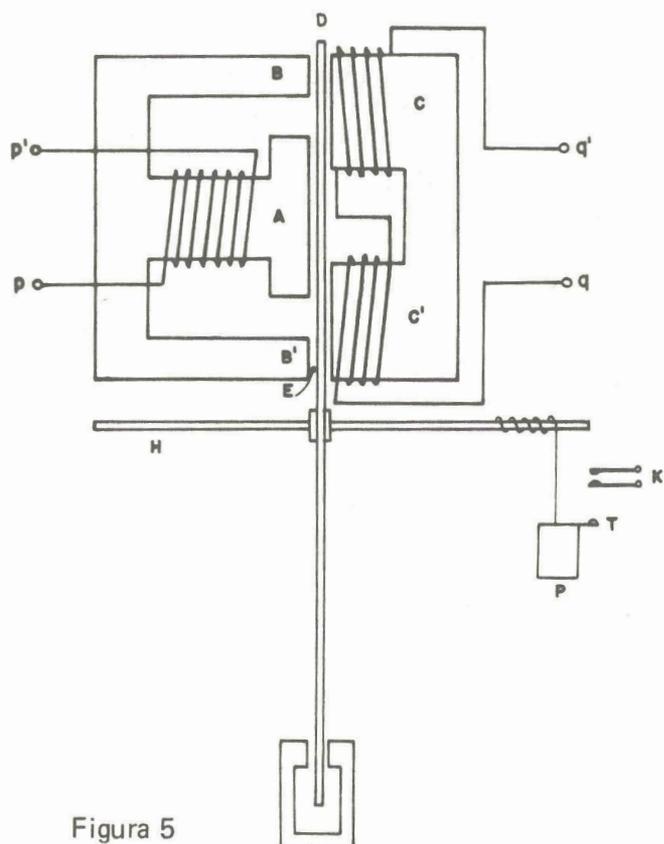


Figura 5

A partir del dispositivo descrito, para obtener un relé de protección, basta oponer al par del disco, un par resistente de valor fijo conveniente y previamente calibrado. En los relés esquematizados en las figuras 4 y 5, éste par resistente viene dado por un contrapeso P, arrollado sobre el eje o sobre una polea. Se puede regular el valor de funcionamiento del relé, actuando sobre la posición de la armadura C y, eventualmente, sobre el valor del contrapeso P y, en su caso, la temporización del relé por la longitud de la cadeneta o cuerda de suspensión del contrapeso.

3. Relés Eletrodinámicos:

Estos están basados en la acción de una bobina fija sobre una bobina móvil, lo mismo que en los aparatos eletrodinámicos de medida. Se denominan también ferromagnéticos, porque por lo general incluyen un circuito magnético de hierro.

La figura 6, representa un relé de este tipo; la tensión del circuito se aplica a la bobina móvil a través de una resistencia en serie. Para evitar que a causa de la auto-inducción de la bobina móvil, las corrientes inducidas en ésta por el campo inductor, originan un par parásito antagonista, que es particularmente perjudicial cuando la corriente es elevada y la tensión es pequeña, esto es lo que sucede cuando hay falla; la auto-inducción del cuadro se compensa, conectando una fracción de la resistencia en serie, en paralelo con un conductor de capacidad adecuada.

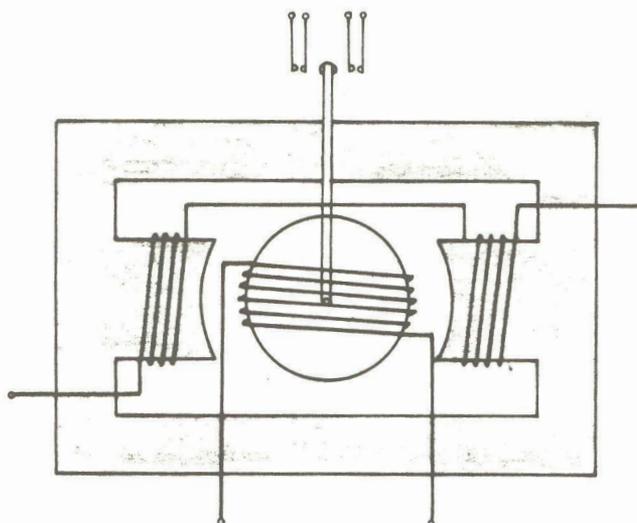


Figura 6 — Relé electrodinámico

Estos relés tienen muy buena sensibilidad, aunque no permiten obtener una temporización larga en su funcionamiento; debido al débil desplazamiento angular de la bobina móvil.

4. Relés Electrónicos:

Actualmente muchos diseños de relé emplean tecnología electrónica. Este tipo de relé se emplea particularmente en ciertas condiciones ambientales severas, o donde se requiera mayor seguridad, rapidez y confiabilidad en su operación.

5. Relés Térmicos:

Se emplean sobre todo, contra sobrecargas. Constan de una imagen térmica del objeto que han de proteger, es decir, de un dispositivo cuyo calentamiento análogo a la red del objeto protegido.

B. LA MAGNITUD ELECTRICA QUE CONTROLAN

1. Relés de Intensidad:

Actúan por la acción de la intensidad de corriente que atraviesa el relé. Estos dispositivos pueden ser de:

- Máxima intensidad, cuando entran en funcionamiento si la intensidad del órgano protegido sobrepasa un cierto valor.
- Mínima intensidad, si el funcionamiento tiene lugar cuando la intensidad disminuye por debajo de un valor previamente fijado.

2. Relés de Tensión:

Actúan por las variaciones de tensión a que está sometido el relé; pueden ser:

- De máxima tensión si actúan cuando la tensión sobrepasa un valor previamente fijado.
- De mínima tensión, si actúan cuando la tensión baja de valor fijado.
- De tensión nula, actúan cuando la tensión ha llegado a su valor cero.

3. Relés de Producto:

Actúan por la acción del producto entre dos magnitudes eléctricas. Los más conocidos son los relés de potencia, los cuales entran en funcionamiento por la acción del producto de la corriente que atraviesan el relé por la tensión a que están sometidos los bornes del mismo relé.

4. Relé de Cociente:

Entran en funcionamiento cuando el cociente de dos magnitudes eléctricas llega a cierto valor fijado. Los más conocidos son los relé de mínima impedancia, que actúan cuando la impedancia del relé, es decir, la relación:

$$Z = \frac{V}{I}$$

disminuye por debajo del valor prefijado.

5. Relés Diferenciales:

Entran en funcionamiento cuando la diferencia de dos magnitudes eléctricas del mismo tipo (dos o más intensidades, dos o más tensiones, etc) sobrepasa un valor fijado de antemano.

C. EL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO

1. Relés de Acción Instantánea:

Entran en funcionamiento en el mismo instante en que la magnitud eléctrica controlada (corriente, tensión, etc.) sobrepasa el valor previamente determinado. Se les llama relés instantáneos.

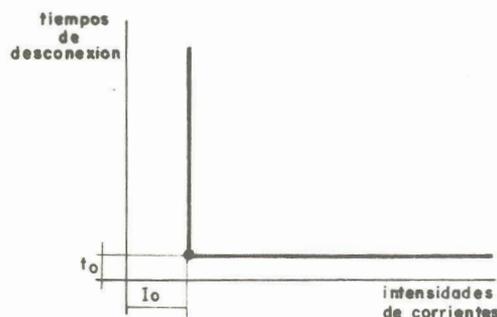


Figura 7

La figura 7 muestra la característica de funcionamiento de un relé instantáneo de máxima intensidad: Mientras el circuito protegido por el relé está atravesado por una corriente inferior o igual a la nominal I_0 el relé no funciona.

Si se presenta una sobreintensidad, el relé funciona después de transcurrido un tiempo T_0 .

2. Relé de Acción Diferida o Temporizados:

Estos relés tienen un dispositivo de temporización de tal forma que el relé entra en funcionamiento después de cierto tiempo de haber alcanzado la magnitud eléctrica controlado su valor de funcionamiento.

Pueden ser:

a. Con retardo independiente:

En éstos la temporización es siempre la misma, cualquiera que sea el valor de la magnitud eléctrica que provoca su funcionamiento. La figura 8, muestra la característica de funcionamiento de un relé de retardo independiente de máxima intensidad. La corriente nominal del relé es I_0 y su tiempo propio de funcionamiento T_0 ; si se presenta una sobreintensidad de cualquier valor (I_1 , I_2 , etc.), el relé entra en funcionamiento después de un tiempo $t_0 + t_1$, siendo t , la temporización del relé.

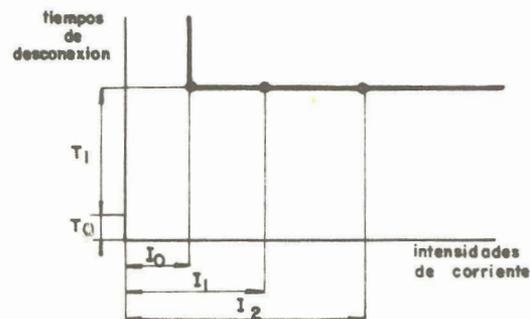


Figura 8

b. Relé de retardo dependiente:

Estos no tienen una temporización fija, sino que varía con el valor de la magnitud eléctrica que controla el relé. Casi siempre son de tiempo inverso, es decir la temporización es inversamente proporcional al valor de la magnitud controlada.

La figura 9 representa la característica de funcionamiento de un relé de retardo dependiente de máxima intensidad con tiempo inverso.

Como anteriormente, llamaremos I_0 a la corriente nominal del relé y t_0 al tiempo propio de funcionamiento; a I_0 le corresponde una temporización t_1 , siendo el tiempo total de funcionamiento $t_0 + t_1$. A un valor I_1 , mayor que el anterior, le corresponde una temporización t_2 menos que la anterior; y así sucesivamente.

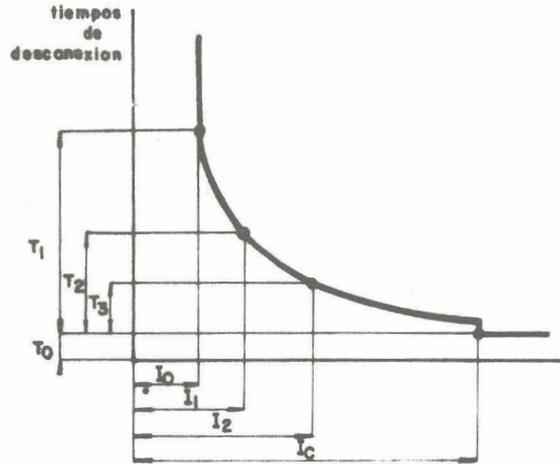


Figura 9

Para una sobreintensidad muchas veces mayor I_C , considerada como corriente de corto circuito, el relé actúa como si se tratará de un relé instantáneo, es decir su tiempo total de funcionamiento se reduce a t_0 .

D. POR LA FORMA DE FUNCIONAMIENTO

1. Relés directos:

Llamados también primarios. Son los relés que actúan directamente sobre el dispositivo de disparo del interruptor principal.

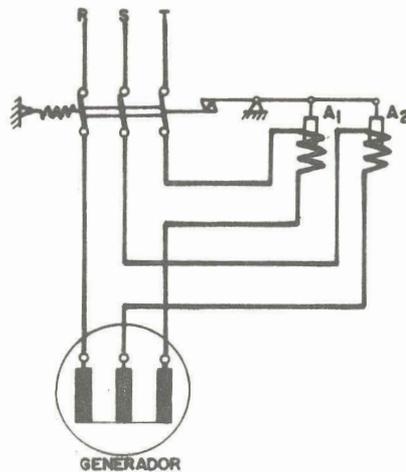


Figura 10

La figura 10, respresenta el funcionamiento de estos relés. Dos fases del generador se lle- van a través de dos relés A1 y A2 que, con este caso, son de máxima intensidad. Cuando por el circuito circula una corriente demasiado elevada, uno o los dos relés entran en fun- cionamiento al atraer la armadura, ésta suelta el gatillo del interruptor, al que está mecá- nicamente unido, y dicho interruptor se dispara por la acción del muelle antagonista, abriéndose el circuito. Este dispositivo se utiliza solamente para pequeñas potencias y tensiones.

Cuando se trabaja en altas tensiones o existe el peligro de elevadas corrientes de corto-cir- cuito, se utiliza el dispositivo empleado en la figura 11, que difiere de la anterior en que los relés están alimentados a través de transformadores de intensidad.

2. Relés indirectos o secundarios:

Estos relés no actúan directamente sobre el dispositivo de desenganche del interruptor, sino a través de contactos de aire o de apertura, según los casos.

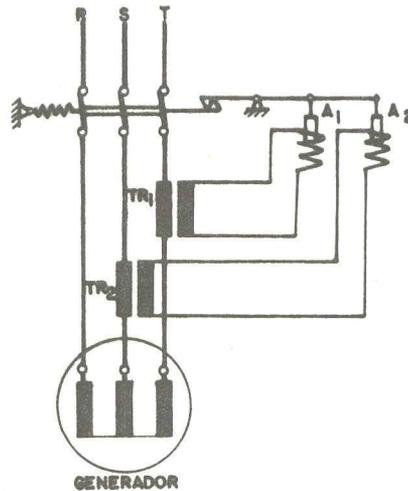


Figura 11

E. POR LA FORMA DE DESCONEXION

1. Relés de desconexión mecánica:

Son siempre relés directos y desconectan el interruptor empleando medios mecánicos tales como excéntricas, resortes, juegos de palancas, levas, etc.

2. Relés de desconexión eléctrica:

Son casi siempre relés indirectos. Al funcionar el relé, cierra o abre, según los casos, un circuito auxiliar en el que se encuentra la bobina de desenganche del interruptor. Estos relés se pueden clasificar en:

- Relés de contacto de cierre
- Relés de contacto de apertura
- Relés de contacto de conmutación.

2. Relés de señalización:

Estos relés constan de un circuito electromagnético el cual, al ser excitada su bobina deja libre un disco, que cae, haciendo que se cierren uno o dos contactos conmutables produciendo, por un lado, la alarma mediante una bocina y, por otro, aviso óptico mediante indicadores, o luminoso mediante una lámpara de señalización.

Algunos de estos relés tienen en el disco indicador dos placas de aviso, una negra que es la de reposo, y otra roja, que aparece cuando el relé ha actuado y que es, precisamente, cuando pone en funcionamiento el dispositivo de alarma y señalización. En estos relés, la alarma persiste mientras dura la anomalía y están provistos de un pulsador para volver a la posición de reposo, cuando ha cesado la causa que ha provocado la avería.

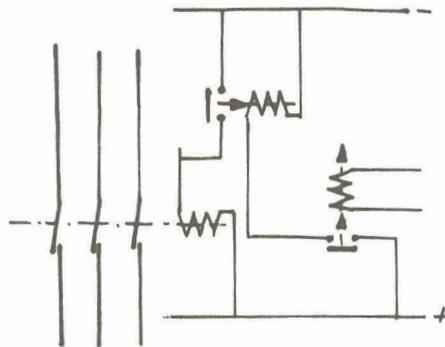


Figura 13

R E S U M E N

Finalizado el estudio de la unidad se puede concluir :

– La clasificación de los relés en forma de cuadro sinoptico es:

	– Características	– Electromagnéticos
	– Constructivas	– De inducción
		– Electro dinámicos
		– Electrónicos
		– Térmicos
Clasificación	– Magnitud Eléctrica que Controlan	– De intensidad
		– De tensión
		– De producto
		– De cociente
		– Diferenciales
De Los Relés	– Al tiempo	– Instantáneos Independiente
De Protección	de Funcionamiento	– Temporizados Dependientes
De Acuerdo A:	– A la Forma de Funcionamiento	– Directos
		– Indirectos o secundarios
	– A la forma de Desconexión	– Mecánica
		– Eléctrica
	– A la forma de Conexión	– Reenganche automático
		– Relés de bloqueo
	– Otros Relés Relés Auxiliares	– Relés intermedios
		– Relés de señalización.

– El objetivo que se pretende con las características de los relés es el de entender e interpretar cada una de ellas y que sirva como de consulta o guía.

BIBLIOGRAFIA

CASTELFRANCHI, GUISEPPE. Instalaciones Eléctricas. Barcelona Editorial Gustavo Gili S.A. -

DONAL G. FINK; H. WAYBE BEATY; JHON M. CARROLL. Manual Práctico de electricidad para Ingenieros (I - II - III). 1a. ed. Barcelona, Editorial Reverté.

RAMIREZ, JOSE. Estaciones de Transformación y Distribución. Protección de Sistemas Eléctricos Enciclopedia CEAC de Electricidad. 1a. ed., Barcelona, octubre 1972.

ZOPPETTI, GAUDENCIO

