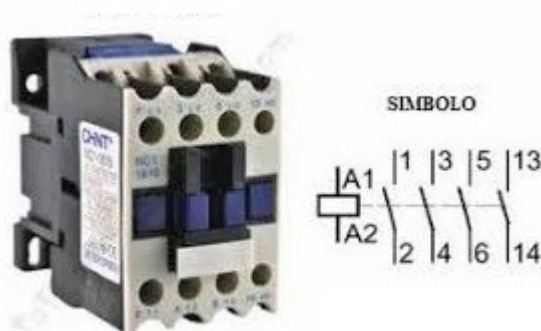


Prof. José Gabriele

Contadores



Consideración Previa

Me parece que se hace necesario crear un apartado especial de Contadores, ya que es un elemento clave para el accionamientos de cargar eléctricas de potencia, en sistemas no repetitivos en general y en los sistemas que son de accionamiento repetitivo, se debe analizar si conviene o no el uso de este elemento.

Este elemento es importante ya que conecta y desconecta la carga, es un elemento de maniobra clave y tiene una particularidad que lo hace especial, que sus trabajo fundamental está en el sistema de Potencia, pero su accionamiento, generalmente por una bobina, está en el sistema de mando.

Este elemento se debe conocer y elegir bien para su durabilidad y por lo tanto la del sistema de Potencia. Además es necesario conocerlo ya que en los sistemas con lógica programada como los PLC, son piezas importantes para el accionamiento de las cargas a través de las salidas digitales de dichos controladores.

Son aparatos de comando utilizados para el mando local o a distancia de máquinas de cualquier género.

Se utilizan fundamentalmente en los sistemas de mando en que la potencia y sobre' todo la frecuencia de maniobras plantean severas exigencias. '

El contactar se presenta como un elemento indispensable en la automatización para la ejecución de los ciclos de trabajo. ,

Al permitir el mando a distancia se pueden instalar en el lugar de trabajo y comandarlos desde un lugar adecuado para el mando.

CLASIFICACION

a) SEGUN EL TIPO DE ACCIONAMIENTO

1) Electromagnéticos:

El accionamiento se debe ala fuerza de atracción de un electroimán.

2) Electromecánicos:

El accionamiento se realiza por medios mecánicos.

3) Neumático:

Son accionados por la presión de un gas.

4) Hidráulicos:

Son accionados parla fuerza de un líquido.

b) MEDIO DE EXTINCIÓN DEL ARCO

1) Aire:

La ruptura se reduce en aire.

2) Aceite:

La ruptura tiene lugar en un baño de aceite.

3) Vacío:

La ruptura tiene lugar en una cámara al vacío.

4) SF6:

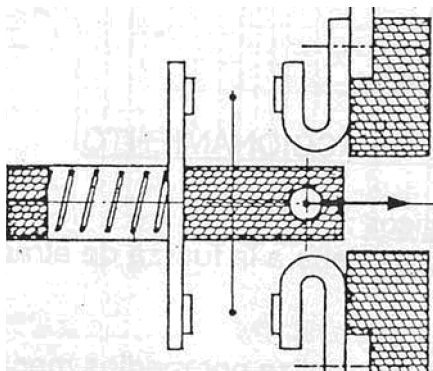
La ruptura tiene lugar en una cámara de SF6.

CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO

Es el más utilizado en baja, media y gran potencia. Es capaz de interrumpir o establecer corrientes elevadas. Su funcionamiento requiere una fuente de energía pero su consumo es reducido. El medio de extinción es en aire.

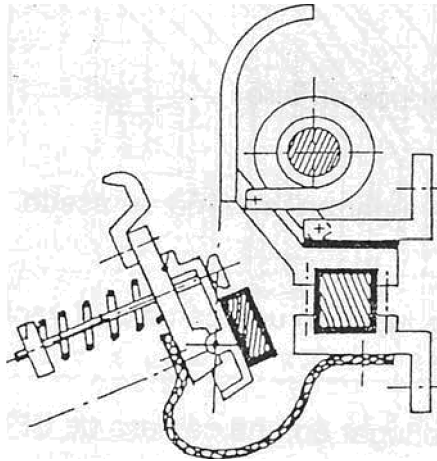
1) Contactar en bloque:

Los elementos estructurales del contactor constituyen un bloque compacto: contacto móvil se traslada en su carrera.



2) Contactar en barra:

Los elementos estructurales están montados en un eje aislado. El contacto móvil rota en su carrera.



PARTES CONSTITUTIVAS DEL CONTACTOR ELECTROMAGNETICO

a. ELECTROIMAN

Es el elemento motor del contactor. Se compone de un circuito magnético (parte fija y parte móvil) y una bobina.

Su forma varía según el tipo de contactor y puede también depender de la naturaleza de la corriente de control (CA ó CC).

Se provee un pequeño entrehierro en la posición de cierre, para evitar que el contactor quede pegado por remanencia. Esto también se realiza colocando topes de material amagnético.

En un circuito magnético se distinguen "cota de llamada" que es la distancia que separa la parte fija de la parte móvil cuando el contactor está en reposo y "cota de presión" que es la distancia que separa las dos partes cuando los polos entran en contacto. Los resortes que aseguran la presión sobre los polos se comprimen hasta el final de la cota de presión.

La fuerza de atracción del electroimán es proporcional al cuadrado de la inducción en el entrehierro.

a.1. CIRCUITO MAGNETICO TIPO CORRIENTE ALTERNA

CARACTERISTICAS

Chapas de acero-silicio ensambladas con remaches

Circuito formado por chapas apiladas (reducción de pérdidas por corrientes de Foucault)

r

Rectificación exacta de las partes fijas y móvil, para asegurar un funcionamiento silencioso

Espiras de sombra o desfase para evitar la anulación periódica del flujo total y por lo tanto la fuerza de atracción.

Espira de sombra o desfase :

La fuerza de atracción del electroimán producida por una corriente alterna, es pulsante y varía continuamente desde *cero* a un valor máximo. La pulsación es de 100 Hz, lo cual significa que la fuerza de atracción de la armadura sobre el núcleo se anula 100 veces por segundo. Este fenómeno origina un repiqueteo, que además de resultar desagradable, remacha la superficie de contacto del núcleo.

Para evitar estos inconvenientes se montan sobre las superficies de contacto de los núcleos unas espiras en cortocircuito, denominadas espiras de sombra,

Esta espira al ser atravesada por el flujo principal genera en ella una *Fern.* y por lo tanto una corriente al estar cerrado el circuito. La corriente produce un flujo que se suma al que atraviesa la espira.

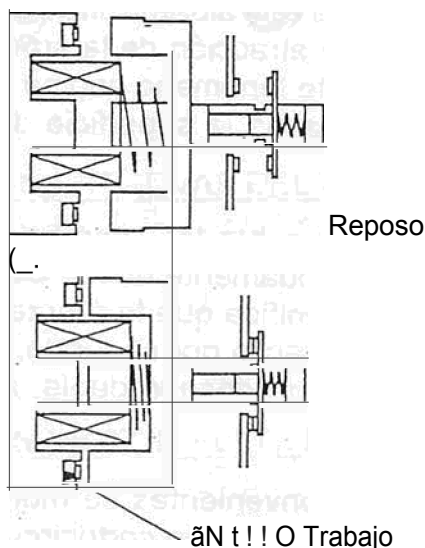
La atracción del núcleo será la resultante de las atracciones de 3 flujos.

La fuerza resultante en este caso también es pulsatoria, pero no se anula en ningún momento e incluso resulta superior a la fuerza de atracción sin espira de sombra.

UTILIZACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

Este circuito magnético se puede usar sin inconvenientes en CC, En este caso la bobina empleada difiere de la bobina normalmente prevista para una tensión alterna del mismo valor,

Además debe insertarse una resistencia de reducción de consumo en el circuito de mando de la bobina después del cierre (más adelante veremos el comportamiento de un circuito magnético según el tipo de alimentación).



a.2. CIRCUITO MAGNETICO TIPO CORRIENTE CONTINUA

En el circuito magnético no hay formación de las corrientes de Foucault. En determinados casos es preferible, en lugar de usar un circuito magnético caminado, elegir un circuito

magnético según el tipo de alimentación).

a.3. BOBINA

La bobina produce el flujo magnético necesario para la atracción de la armadura móvil del electroimán. Según el modelo de contactar se monta sobre una o dos partes del circuito magnético. Se diseñan para resistir los esfuerzos electromagnéticos debidos' al paso de la corriente entre sus espiras.

Para reducir los esfuerzos mecánicos, la bobina o el circuito magnético o ambos, se montan sobre amortiguadores.

Las bobinas son resistentes a las sobretensiones y atmósferas agresivas, se realizan con alambre de cobre esmaltado, siendo algunos de ellos modelos sobre moldeados.

a.4. COMPORTAMIENTO DE UN CIRCUITO MAGNETICO EN CORRIENTE ALTERNA Y CONTINUA

Tomando un circuito magnético simple:

Cuando el contactar esta en reposo, el flujo magnético recorre la distancia en el aire y la reluctancia del circuito magnético R_{ma} es muy elevada. Este implica que se necesita una corriente de llamada lo suficientemente elevada como para crear una fuerza superior al del resorte de retorno y permitir e cierre. Por la ley de Hopkinson :

$$F_{i a} = \frac{N I_a}{R_{ma}}$$

N = nº de espiras de la bobina

I_a = corriente de llamada

$F_{i a}$ = flujo magnético necesario para atracción R_{ma} = reluctancia del circuito magnético en reposo.

Cuando el contactar esta en posición trabajo, el circuito magnético presenta una reluctancia pequeña (disminuyendo el entrehierro e) R_{mc} . Si bien el. esfuerzo de atracción debe ser mayor para equilibrar el esfuerzo de los resortes, de presión de los polos, el flujo que corresponde, puede obtenerse con una corriente menor a la de llamada.

$$F_{i c} = \frac{N I_e}{R_{mc}}$$

I_e = corriente de mantenimiento

$F_{i c}$ = flujo magnético necesario para mantenimiento

R_{mc} = reluctancia del circuito magnético en posición cerrado.

En conclusión, es suficiente una corriente I_e bastante menor a la corriente de llamada

necesaria para el cierre.

a.4.1. CIRCUITO MAGNETICO TIPO CORRIENTE

ALTERNA ALIMENTACIÓN CON CORRIENTE ALTERNA

Para una tensión determinada el valor de corriente en la bobina está determinada por su impedancia.

A la llamada, con el gran entrehierro, la reluctancia del circuito magnético es grande y la impedancia de la bobina aumenta y la corriente le disminuye a un valor bastante inferior que la (por ejemplo 6 a 10 veces) suficiente como para mantener al contactar cerrado.

ALIMENTACIÓN CON CORRIENTE CONTINUA

El valor de corriente está solamente fijada por la resistencia de la bobina. Esta resistencia es la que fija el valor de corriente necesaria para el cierre del contactar, siendo la corriente necesaria para el mantenimiento menor.

Salvo un diseño especial del electroimán, la potencia de paso permanente a la llamada no puede ser soportada por la bobina mucho tiempo sin tener un calentamiento excesivo.

Se hace necesario reducir el consumo, introduciendo una resistencia R de valor adecuado en serie con la bobina. Esta entra en servicio al abrirse un contacto auxiliar normalmente cerrado al final del cierre del contactor.

a.4, 2. CIRCUITO MAGNETICO TIPO CORRIENTE CONTINUA

Cuando el electroimán se diseña para usarse exclusivamente en corriente continua no es necesaria la conexión de la resistencia de reducción de consumo. El circuito magnético y la bobina son más robustos, a fin de aumentar la superficie de refrigeración y favorecer la evacuación del calor.

El núcleo tiene forma biselada, con esta forma se logra reducir el entrehierro, manteniendo el mismo recorrido (para intercambiabilidad de accesorios), comparado con el electroimán de CA.

Además se logra una disminución de la potencia de llamada (se reduce un 30% de los Amper-vuelta, con respecto a la corriente alterna).

A igual calibre, el contactor equipado con un circuito de este tipo es mayor que el correspondiente a corriente alterna alimentado con corriente continua con reducción de consumo, y su vida mecánica es más elevada.

La corriente de llamada es igual a la de mantenimiento.

b. POLOS PRINCIPALES

Son los encargados de establecer o interrumpir la corriente del circuito de potencia. Por consiguiente se dimensionan para permitir el paso de la corriente nominal del contactar en

servicio continuo sin calentamiento anormal.

Se componen de una parte fija y otra móvil, ésta última provista de resortes que transmiten una fuerte presión a los contactos, sean de simple o doble corte. .

Están formados con unas pastillas de plata-óxido de cadmio (90/10) soldadas a un puente de cobre. La aleación trae como consecuencia una gran resistencia mecánica (que la plata sola no posee), es un material inoxidable y tiene una gran resistencia al arco eléctrico. La ventaja de usar plata y no cobre, radica en que además de ser un mejor conductor el óxido de plata (que se forma en una superficie) es conductor, en cambio el óxido de cobre no lo es.

La superficie de los contactos es ligeramente esférica y el punto de contacto es función de la fuerza de presión y la dureza del material. Cuanto mayor es la cantidad de puntos de contactos, mayor es la cantidad de corriente que puede conducir.

La superficie de contacto es erosionada por el efecto del arco eléctrico, estas rugosidades presentan asperezas de metal fundido que origina algunos puntos de pasajes suplementarios.

$$U_{arc} = A + (B \times l)$$

para corrientes superiores a algunas decenas de amperios.

Donde:

U_{arc} = tensión de arco

A = corriente de orden de 15V, producida alrededor del ánodo y cátodo.

$B \times l$ = caída de tensión aproximadamente proporcional a la longitud del arco.

Si medimos la caída de tensión en los diferentes puntos comprendidos entre el contacto móvil y fijo, podemos trazar una curva característica.

Para producir la extinción del arco se recurre a los siguientes procedimientos:

- 1- Subdividir el arco en otros más pequeños, multiplicando la caída de tensión anódica y catódica.
- 2- Alargamiento del arco (aumentar la resistencia del arco)
- 3- Enfriamiento del arco (aumento de la tensión necesaria para mantener el arco).

2.2.4. UTILIZACIÓN DE LOS CONTACTORES

CARACTERISTICAS TECNICAS

1- TENSION DE EMPLEO U_e :

Es el valor de tensión que combinado con el valor de la corriente de operación determina la aplicación del contactor. A este valor están referidos el poder de apertura y cierre, el tipo de servicio, la categoría de utilización y los ensayos.

2- TENSION NOMINAL DE AISLACION U_i :

Valor de tensión al cual se refieren las pruebas dieléctricas, distancias en aire y longitudes de contorno, siempre debe cumplirse que:

$$U_i > U_e$$

3- TENSION DE RESTABLECIMIENTO. .

Valor de tensión que aparece entre los bornes de un contactor después de la interrupción de la corriente.

4. CORRIENTE CONVENCIONAL TERMICA EN AIRE I_{th} :

Es el máximo valor de corriente a ser utilizado para el ensayo de la elevación de temperatura de equipos ubicados al aire libre.

El valor debe ser por lo menos igual al máximo valor de la corriente de operación del equipamiento, ubicado al aire libre en un servicio de 8 horas. Cuando el polo de un contactor conduce corriente se produce un calentamiento por efecto Joule, este calentamiento no debe ser muy elevado.

5- CORRIENTE CONVENCIONAL TERMICA EN TABLERO I_{the}

Es un valor de corriente establecido por el fabricante, a ser utilizado en los ensayos de elevación de temperatura cuando está montado en el interior de un determinado tablero. .

El valor debe ser por lo menos igual al valor de corriente de operación del equipamiento, ubicado en el interior de un tablero en un servicio de 8 horas.

6- CORRIENTE DE EMPLEO I_e O POTENCIA DE OPERACION

Es un valor asignado por el fabricante y tiene en cuenta la tensión de operación, la corriente convencional térmica (aire o de tablero), corriente del relé de sobre carga, frecuencia, tipos de servicios y categorías de utilización. Si el equipamiento es utilizado para maniobra de motores el valor de esta corriente puede reemplazarse por la potencia máxima de salida, a la tensión considerada, del motor.

7- CORRIENTE ININTERRUMPIDA I_u

Es un valor de corriente establecido por el fabricante, que el equipamiento puede conducir en servicio ininterrumpido.

8- FRECUENCIA

Valor de frecuencia para la que el equipamiento fue diseñado y es referencia de otros valores característicos

9- PODER DE CIERRE PC_i :

Es un valor de corriente que el contactor puede establecer de forma satisfactoria, sin riesgo de soldadura de contactos. El PC_i se expresa en valor eficaz de corriente. Este valor sin embargo, tiene en cuenta la simetría de corriente que depende del factor de potencia del circuito y del instante de cierre.

Cada categoría de utilización requiere un determinado valor de PC_i . Este valor es independiente de la tensión.

El valor de PC_i es importante en circuitos que presenten un gran pico de conexión al ponerlos bajo tensión (transformadores, condensadores, etc.).

9- PODER DE CORTE PC_o :

Es el valor de corriente que el contactor puede interrumpir en forma satisfactoria; es decir, sin riesgo de destrucción de los contactos y de los aislantes de las cámaras de corte. El PC_o se expresa en valor eficaz de corriente, y disminuye a medida que aumenta la tensión.

9- VIDA MECANICA :

Es el número de ciclos de maniobras (cierre-apertura) que el contactor puede efectuar, sin corriente en los polos, estando la bobina alimentada a la tensión nominal, antes de sustituirlo.

10- VIDA ELECTRICA

Es el número de ciclos de maniobras (cierre-apertura) que el contactor puede efectuar, con corriente en los polos, estando la bobina alimentada a la tensión nominal, antes que sea necesario la reparación o reemplazo de sus contactos. . Es función de la corriente cortada.

11- CLASE DE SERVICIO;

a) Servicio de ocho horas:

Los contactos principales permanecen cerrados conduciendo una corriente constante, de duración tal que el contactor alcance el equilibrio térmico, pero no más de 8 horas sin interrupción.

b) Servicio continuo:

Los contactos principales permanecen cerrados conduciendo una corriente constante por

mas de 8 horas (semanas, meses o años). En este servicio pueden acumularse óxido y suciedad produciendo calentamientos adicionales. .

c) Servicio intermitente:

Los contactos principales permanecen cerrados por períodos. de carga relacionados con los períodos sin carga y suficientemente cortos como para permitir alcanzar el equilibrio térmico. Se caracteriza por la intensidad de corriente, lapso de circulación y factor de marcha (relación entre el tiempo de circulación de corriente y duración total del periodo, frecuentemente expresada en porciento).

Los factores normalizados son: '15%, 25%, 40% Y 60%.

En función de la cantidad de ciclos de operaciones que es capaz de soportar por hora (cadencia de funcionamiento), se dividen en las siguientes clases:

CLASE	CICLOS POR HORA
1	1
3	3
12	12
30	30
120	120
300	300
1200	1200

d) SERVICIO TEMPORARIO :

Los contactos principales permanecen cerrados por tiempos. insuficientes como para alcanzar el equilibrio térmico, siendo los períodos sin corriente entre los de carga suficientemente largos como para restaurar la igualdad con la temperatura ambiente. Los valores normalizados de servicio son' min., 10 min., 30 min., 60 min y 90 min., con los contactos cerrados.

11. Categorías de empleo

11.1 Corriente de empleo le para las principales categorías

$$AC1 \text{ } I_e = P_{ci}/11$$

$$AC3 \quad \begin{aligned} I_e &= P_{ci}/20 \\ I_e &= P_{co}/16 \end{aligned}$$

AC4 $I_e = P_{ci}/12$
 $I_e = P_{co}/1$

