

▶ Corriente continua: circuitos

Parte 2

Nota del autor: esta nota es la continuación de “Corriente continua: introducción”, publicada en *Ingeniería Eléctrica* número 309, de mayo de 2016, páginas 10 a 14. Entonces, se hizo una introducción al tema y comenzaron a desarrollarse los primeros conceptos. A continuación, se verán los efectos de la circulación de la corriente continua en determinados circuitos.

Efectos en los circuitos eléctricos

Luego de haber analizado la forma en que evoluciona la corriente eléctrica con el tiempo en un circuito R-L, veremos los efectos que produce en los circuitos eléctricos de tensión continua en general, que son los siguientes:

- » Térmico
- » Caída de tensión
- » Cortocircuito

El efecto térmico está relacionado con la capacidad térmica (absorber calor) de los elementos que componen el circuito eléctrico, o sea que el calor generado por las corrientes eléctricas que circulan por ellos no produzca elevaciones tales que superen a las admisibles de las diversas partes de los distintos componentes, como contactos o aislamientos.

La caída de tensión se produce como consecuencia de la circulación de la corriente eléctrica por las partes conductoras, pero debido a que estas ofrecen una resistencia eléctrica a su paso, no se debe superar el

porcentaje establecido por el consumo para su normal funcionamiento, o sea, puede continuar brindando las prestaciones nominales (potencia, velocidad, etc.).

El cortocircuito, en cambio, es un fenómeno extraordinario, derivado de alguna situación accidental y es muy preocupante, ya que cuando se produce se genera calor y esfuerzos electrodinámicos derivados de la corriente de cortocircuito, ambos proporcionales al cuadrado de esta última. Debe tenerse presente el hecho de que los arcos producidos por la corriente continua se mantienen en el tiempo, ya que no hay paso por cero como ocurre con la corriente alterna, que lo hace cien veces por segundo. La actuación prolongada implica una mayor cantidad de calor generado, el cual deteriora el material de los contactos y al circundante, lo cual puede hacer entrar en combustión a este último, provocando un incendio.

El efecto térmico está relacionado con la capacidad térmica (absorber calor) de los elementos que componen el circuito eléctrico

Efecto térmico

La circulación de la corriente eléctrica por los diversos elementos que componen los circuitos, y debido a



la resistencia que tienen estos, hace que se genere calor, que depende del valor de la intensidad de aquella y es proporcional a su cuadrado, lo cual hace que se destruyan o deterioren los aislamientos (dependiendo del valor), lo que disminuye la vida útil. Asimismo, en los contactos puede producir un efecto de soldadura o deteriorar sus superficies.

Cada tipo de elemento que compone una instalación (cables, interruptores, etc.) tiene una corriente eléctrica nominal o asignada que no debe ser sobrepasada por la circulante, de esta manera se asegura que el calor generado no lo deteriore.

La caída de tensión se produce como consecuencia de la resistencia específica de las partes conductoras a la circulación de la corriente eléctrica.

Caída de tensión

La determinación de la caída de tensión en los circuitos de corriente continua resulta de la aplicación directa de la ley de Ohm, es decir:

$$(12) \Delta U = r \cdot I$$

$$(13) (\Delta U / U_n) 100 = \Delta U$$

En donde "ΔU" es la caída de tensión a lo largo del cable, en volts; "r", la resistencia del conductor del circuito, en ohms; "I", la longitud del conductor, en milímetros o metros según se trate; "Un", la tensión nominal, en volts, y "ΔU", la caída de tensión expresada por ciento de la nominal.

Las secciones de los cables más utilizados en los circuitos de control que emplean tensión continua –220 o 110 V– son de 1,5 y 2,5 mm², en cambio, para los de

comunicaciones –24 o 48 V– es de 0,5 mm² (0,8 mm de diámetro).

Los cables fabricados según la Norma IRAM MN-247-3 (450-750 V) del tipo unipolar para estas secciones presentan los valores característicos siguientes:

- » S = 1,5 mm² > R = 13,30 ohm/km a 20 °C, medido en corriente continua
- » S = 2,5 mm² > R = 7,98 ohm/km a 20 °C, medido en corriente continua
- » S = 4 mm² > R = 4,95 ohm/km a 20 °C, medido en corriente continua

Se consideran estos valores para tres cables unipolares, dentro de un caño embutido en mampostería con una temperatura ambiente de 40 °C, y de 70 en el conductor.

Para los cables fabricados según la Norma IRAM 2178 (0,6/1,1 kV) para todas las formaciones, los valores de resistencia de acuerdo a las secciones son:

- » S = 1,5 mm² > R = 15,90 ohm/km, a 70 °C medido a 50 Hz
- » S = 2,5 mm² > R = 9,55 ohm/km, a 70 °C medido a 50 Hz
- » S = 4 mm² > R = 5,92 ohm/km, a 70 °C medido a 50 Hz

Estos valores se dan para tres cables unipolares colocados sobre una bandeja portacables con una temperatura ambiente de 40 °C en una cañería embutida en mampostería

Los valores de resistencia anteriores han sido extraídos de un catálogo de cables y conductores producidos por un fabricante nacional, y acá se expusieron a modo de orientación.

La caída de tensión producida a lo largo de los cables del circuito tiene su incidencia directa en la carga conectada; dado que nuestra atención está en los circuitos de control, es importante conocer que las bobinas de los relés y contactores trabajan normalmente cuando se les

aplica tensiones comprendidas entre un 10% por encima y un 15% por debajo de la tensión nominal.

Como complemento, la tensión de una batería varía por cada elemento entre 2,35 y 1,8 V, o sea, entre un 17 y un -10%.

El cortocircuito es un fenómeno extraordinario, derivado de alguna situación accidental

Cortocircuito

En un ítem anterior se vio la mecánica o forma de evolución de las corrientes eléctricas en el tipo de circuito que estamos tratando y su forma de calcularla. Al respecto, hay que señalar que no se ha tenido en cuenta la resistencia interna de las fuentes de tensión, así como que la tensión de alimentación se mantiene constante mientras dura el fenómeno transitorio. Mediante ese mecanismo, se puede determinar la corriente de cortocircuito en los distintos puntos de la instalación eléctrica, por ejemplo, en las barras del tablero principal de tensión continua o en los bornes de una determinada carga.

En este caso, se ha supuesto que la fuente de la tensión es única, pero puede ocurrir que no sea así, que haya más de una. En tal situación, el tratamiento sería similar, o sea, se haría el cálculo en forma independiente de los sistemas de resistencia e inductancia para aplicar el método de superposición, para hacer luego una composición de los efectos.

Con estos valores calculados se debe seleccionar la protección y la regulación.

Otra consideración importante a tener en cuenta es que, al producirse un cortocircuito, es natural que se incremente la corriente eléctrica que estaba circulando normalmente (o sea, la corriente eléctrica nominal del circuito), y será esta la que debe hacer actuar el dispositivo

de protección por la sobreintensidad asociada a ese circuito. Como hemos visto, esta sobrecorriente dependerá de la resistencia del circuito de la falla. La mayor resistencia corresponderá al extremo más alejado del tablero en donde se encuentra la protección y, en consecuencia, será la menor corriente de falla que se pueda establecer. Esta corriente eléctrica debe ser tal que haga actuar al dispositivo de protección correspondiente.

Como regla general, se puede establecer que la intensidad mínima de disparo es igual a dos veces la corriente nominal del interruptor automático de protección de alimentación del circuito:

$$R_{tot} < U / (2 \cdot I_n)$$

donde "R_{tot}" es la resistencia del lazo de la falla, en ohms; "U", la tensión de control, en volts, e "I_n", la corriente nominal del interruptor automático de protección del circuito, en amperes. ■

Bibliografía

- [1] ABB, notas técnicas
- [2] Seip, Günter (1989), *Instalaciones eléctricas*, Munich, Siemens
- [3] Siskind, Charles (1965), *Circuitos eléctricos*, Buenos Aires, Hispano-Americana
- [4] Sobrevila, Marcelo (2008), *Electrotecnia*, Santa Fe, Librería y Editorial Alsina

Por Ing. Alberto Luis Farina

alberto@ingenierofarina.com.ar

www.ingenierofarina.com.ar

Nota del editor: Este artículo continuará en la edición de agosto de 2016 de Ingeniería Eléctrica, nro. 312.