

## CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN EN BAJA TENSIÓN

Roberto Ruelas-Gómez, IEEE Senior Member

### RESUMEN

En este escrito se presentan los cálculos de caída de tensión en los circuitos eléctricos de baja tensión desde el punto de vista normativo.

### INTRODUCCIÓN

En la NOM-001-SEDE-2005 el cálculo de caída de tensión solamente es obligatorio para calcular los alimentadores de las bombas contra incendio - Referencia: Sección 695-8 [1] –, pero es bueno tenerlo en cuenta para suministrar al menos la tensión mínima de operación de los equipos.

Un caso crítico lo tenemos en los circuitos de sistemas fotovoltaicos en la noche, cuando las baterías ya están descargadas, y cualquier caída de tensión es importante.

### CÁLCULOS EN CORRIENTE CONTINUA Y MONOFÁSICOS EN CORRIENTE ALTERNA

Los cálculos de la caída de tensión en corriente continua y en los circuitos monofásicos en corriente alterna usan los datos de los conductores de la tabla 10-8 de la NOM-001-SEDE-2005 [1], y las ecuaciones

(1)

$$CT = \frac{2L * R_l * I}{1000}$$

(2)

$$\%CT = \frac{100 * CT}{V}$$

Donde:

**CT** = Caída de Tensión. Volts

**L** = Largo del Conductor. Metros

**R<sub>l</sub>** = Resistencia en CC a 75 C – Tabla 10-8 [1]. Ohm /km

**I** = Corriente en el conductor. Amperes

**V** = Tensión del suministro. Volts

**%CT** = Porcentaje de caída de tensión.

Ejemplo 1: Un inversor de un equipo interactivo con la compañía suministradora se encuentra a 6 metros de las baterías, y está tomando 100 amperes en 24 V<sub>CC</sub>. Se desea saber la caída de tensión si se usa un conductor de cobre de 6 AWG.

Usando la ecuación (1) y posteriormente la (2) obtenemos.

$$CT = \frac{2(6) * 1.61 * (100)}{1000}$$

$$CT = 1.93 V_{CC}$$

Si el inversor puede operar a (24 - 1.93) = 22.07 V<sub>CC</sub> sin problemas, entonces se dejará ese tamaño de conductor; sino, se tendrá que cambiar por un conductor más grueso. Nota: La mayoría de los inversores se desconectan cuando baja la tensión de 22 V<sub>CC</sub>.

Ejemplo 2: Un circuito de alumbrado de 120 V, 20 A tiene un largo de 40 m. Si la carga es de 13 A y el circuito está alambreado con cable de tamaño 12 AWG de cobre sin estañar. Calcular la caída de tensión y su porcentaje de caída de tensión.

Usando la ecuación (1) y posteriormente la (2) obtenemos.

$$CT = \frac{2(40) * 6.50 * (13)}{1000}$$

$$CT = 6.76 V$$

$$\%CT = \frac{100 * 6.76}{120}$$

$$\%CT = 5.63$$

Si los equipos de iluminación están hechos para operar a (120-6.76) = 113.2 V sin problemas, entonces se dejará ese tamaño de conductor; sino, se tendrá que cambiar por un conductor más grueso.

#### CÁLCULOS DE CIRCUITOS TRIFÁSICOS EN CORRIENTE ALTERNA

Los cálculos de la caída de tensión de tres conductores monopolares en una canalización usan los datos de resistencia, reactancia e impedancia de la tabla 9 del NEC [2], y las ecuaciones

(2)

$$\%CT = \frac{100 * CT}{V}$$

(3)

$$CT = \frac{2L * Ze * I}{1000} * \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Donde:

**Ze** = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga, de acuerdo al material del conductor y de la canalización – Tabla 9 [2]. Ohm /km, y está definida como

(4)

$$Ze = Rl * \cos(\phi) + Xl * \sin(\phi)$$

Donde

**R<sub>L</sub>** y **X<sub>L</sub>** es la resistencia y reactancia del cable de acuerdo a su material y al tipo de canalización - Tabla 9 [2]. Ohm /km

**φ** es el ángulo del factor de potencia de la carga de ese circuito.

Ejemplo 3: Un motor de una bomba contra incendios es de 100 hp y está conectado a un sistema a 480 V. Calcular la caída de tensión en operación al 115% de su corriente nominal (f.p. 0.85), y en su arranque (f.p. 0.35), considerando una letra de código G, y un alimentador de 60 m de largo de conductor de tamaño 2/0 AWG de cobre en tubería de PVC exterior al edificio.

- a) Factor de potencia 85%. Obteniendo la **Ze** de la Tabla 9 [2] para el conductor 2/0 de cobre (0.36), y, la corriente nominal en la tabla 430-150 de la NOM-001-SEDE-2005 [1] (124 A). Usaremos la ecuación (3).

$$CT = \frac{2(60) * 0.36 * (124 * 1.15)}{1000} * \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$CT = 5.33 \text{ V}$$

- b) Factor de potencia 35%. Obteniendo la **R<sub>L</sub>** y **X<sub>L</sub>** de la Tabla 9 [2] para el conductor 2/0 de cobre (0.33 y 0.141, respectivamente), y, la corriente nominal en la tabla 430-150 de la NOM-001-SEDE-2005 [1] (124 A), y su factor por la letra de código de la tabla 430-7b de la misma NOM (6). Usaremos la ecuación (4) y posteriormente la (3).

$$Ze = 0.33 * 0.35 + 0.141 * \sin(\arccos(0.35))$$

$$Ze = 0.25$$

$$CT = \frac{2(60) * 0.25 * (124 * 6)}{1000} * \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$CT = 19.33 \text{ V}$$

Si consideramos que ese motor debe cumplir con los requisitos de la sección 695-8e de la NOM-001-SEDE-2005, que piden una caída de tensión máxima del 5% para una corriente del 115% de la corriente nominal, y una caída de tensión del 15% al momento del arranque (corriente de rotor bloqueado), de la tensión del controlador, con la ecuación (2) tenemos

a) Factor de potencia 85%.

$$\%CT = \frac{100 * 5.33}{460}$$

$$\%CT = 1.15$$

b) Factor de potencia 35%.

$$\%CT = \frac{100 * 19.33}{460}$$

$$\%CT = 4.20$$

Con los cálculos obtenidos, se concluye que los conductores y canalización cumplen con ese requisito obligatorio de la NOM-001-SEDE-2005.

### CÁLCULOS EXACTOS EN CORRIENTE ALTERNA

Para los casos donde se requiera más exactitud en la caída de tensión, en el Libro Rojo del IEEE [3] se presenta la ecuación y sus comentarios correspondientes.

### CONCLUSIONES

Se han presentado las fórmulas de cálculo de caída de tensión de circuitos en corriente continua y en corriente alterna, y con ello ejemplos de aplicación.

### REFERENCIAS

[1] NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (Utilización). Diario Oficial de la Federación. México, D. F. 13 de Marzo 2006.

[2] National Fire Protection Association. National Electrical Code, NFPA 70, 2011.

[3] IEEE Std 141-1993, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (The IEEE Red Book)



**Roberto Ruelas Gómez** recibió el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en 1983, y el Master of Engineering en Ingeniería Eléctrica en 1986 de la Universidad McGill de Montreal, Canadá.

Es Gerente Técnico de Ruel SA, en León, México, y Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas. Es autor de artículos técnicos y, de textos sobre Sistemas de Puesta a Tierra y sobre Cálculo de Cortocircuito.

Ha sido Presidente del Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas y Profesionales Afines de León, y, ha ocupado cargos directivos en la Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos Electricistas (FECIME).