

Caída de Tensión

La selección de conductores eléctricos por caída de tensión es de mucha importancia, ya que como se sabe, con éste cálculo se puede determinar el porcentaje de tensión que se pierde a lo largo de los conductores que alimentan a las cargas. En las **Secciones 210-19(a) Nota 4 Caída de tensión global** y **215-2(b) Nota 1**, se mencionan los porcentajes de caída de tensión máxima que se permite en los circuitos derivados y alimentadores de un sistema eléctrico y que en ningún caso deberá ser mayor del 5% repartida entre ambos conductores, figura 1.

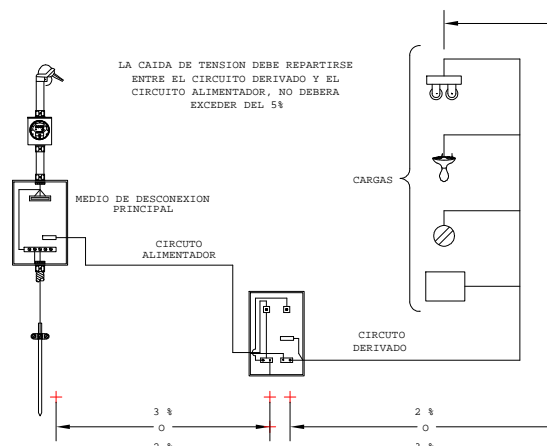


Fig. 1 Caída de tensión en el circuito eléctrico

El Ingeniero de diseño y proyecto de instalaciones eléctricas debe tomar en cuenta que el cálculo de la caída de tensión no únicamente sirve para reunir los requisitos de las Secciones de la NOM mencionadas, sino que también para asegurar que la tensión aplicada al equipo de utilización se mantiene dentro de los límites apropiados, lo cual también se refleja en un buen funcionamiento del sistema eléctrico reduciendo en consecuencia en un ahorro económico de la energía.

Para determinar la caída de tensión, se deben conocer los siguientes factores importantes:

1. Impedancia del conductor
2. Corriente en el conductor
3. Longitud del conductor

En la figura 2 se ilustra el diagrama del circuito para determinar la caída de tensión en un sistema eléctrico, en función de la impedancia de los conductores.

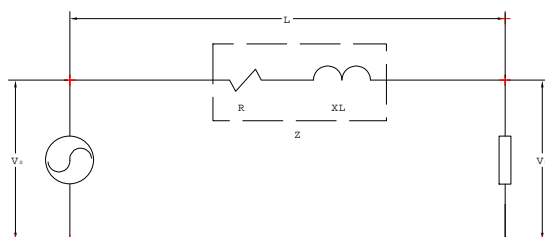


Fig. 2 Circuito eléctrico

Debido a las relaciones vectoriales entre la tensión, corriente, resistencia y reactancia, para los cálculos de caída de tensión, es necesario recordar algunos conceptos de trigonometría.

Afortunadamente algunos cálculos de caída de tensión se basan en las condiciones límite y las fórmulas aproximadas pueden aceptarse como las adecuadas.

Las relaciones vectoriales entre la tensión, al principio o lo más cercano de la fuente de energía, la caída de tensión en el circuito y la tensión al final del circuito, se representan en la figura 3.

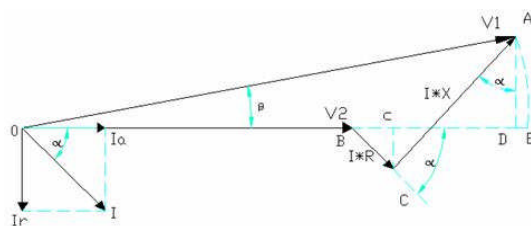


Fig. 3 Diagrama vectorial.

Donde: V_1 = Tensión en las terminales de la fuente
 V_2 = Tensión en la carga o receptora

Caída de Tensión

La fórmula para determinar la caída de tensión es:

$$e = Z I L$$

Donde:

- e = Caída de tensión expresada en Volts
- Z = Impedancia de los conductores
- I = Corriente que circula por los conductores
- L = Longitud de los conductores en metros

Al seleccionar conductores eléctricos por caída de tensión debe tenerse cuidado de asegurar que la sección transversal de estos sea lo suficientemente amplia para evitar una caída de tensión excesiva en la carga.

Existen cuatro sistemas de distribución de energía eléctrica y consecuentemente la fórmula de la caída de tensión para cada caso varia. Los sistemas comúnmente encontrados en la industria son:

1. Sistema monofásico a dos hilos (Fase y Neutro). Para este tipo de sistema, figura 4,

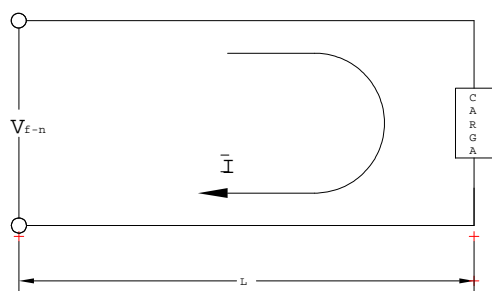


Fig. 4 Caída de tensión en un circuito monofásico a dos hilos.

habrá que multiplicar por 2 la fórmula anterior como sigue:

$$e = 2 Z I L$$

la caída de tensión expresada en porciento es:

$$e \% = \frac{e}{V_{f-n}} \times 100$$

sustituyendo valores:

$$e \% = \frac{2 Z I L}{V_{f-n}} \times 100$$

$$e \% = \frac{200 Z I L}{V_{f-n}}$$

si la impedancia es: $Z = R \cos j + X \sin j$ por lo tanto la fórmula para determinar la caída de tensión en este sistema es:

$$e \% = \frac{200 I L (R \cos j + X \sin j)}{V_{f-n}}$$

2. Sistema monofásico a tres hilos (2 Fases y Neutro). En este caso, la caída de tensión para el circuito mostrado en la figura 5:

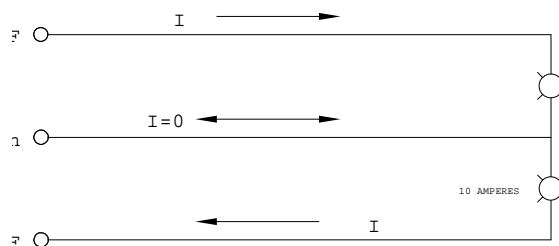


Fig. 5 Caída de tensión en un circuito monofásico a tres hilos.

Caída de Tensión

$$e = Z I L$$

siguiendo el procedimiento anterior, llegamos a obtener la siguiente fórmula:

$$e \% = \frac{100 I L (R \cos j + X \sin j)}{V_{f-n}}$$

2. Sistema trifásico a tres hilos (3 Fases). La caída de tensión para este circuito, figura 6:

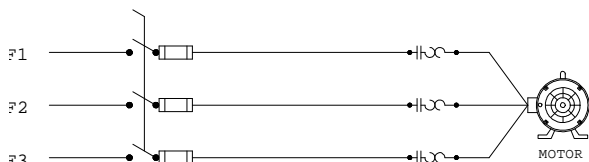


Fig. 6 Caída de tensión en un circuito trifásico a tres hilos.

$$e = \sqrt{3} Z I L$$

como sabemos que $\sqrt{3} = 1.732$ y continuando con el procedimiento anterior encontramos que la caída de tensión para este sistema se determina por:

$$e \% = \frac{173 I L (R \cos j + X \sin j)}{V_{f-f}}$$

4. Sistema trifásico a cuatro hilos (3 Fases y Neutro). Este tipo de sistemas, figura 7, generalmente lo encontraremos en alimentadores de circuitos de distribución así como para tableros de alumbrado. La caída de tensión en este caso es determinada como:

$$e = Z I L$$

El procedimiento para determinar la caída de tensión es similar al sistema monofásico a tres hilos, por lo que la fórmula a aplicar en este caso es:

$$e \% = \frac{100 I L (R \cos j + X \sin j)}{V_{f-n}}$$

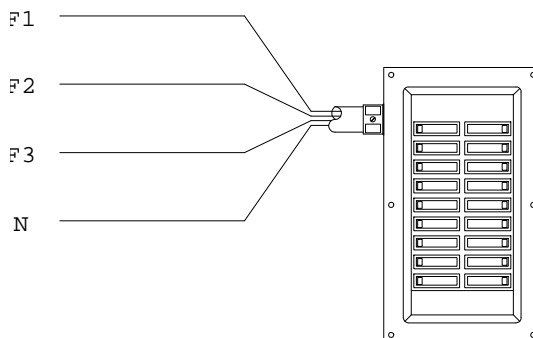


Fig. 7 Caída de tensión en un sistema trifásico a cuatro hilos.

Donde:

- e = Caída de tensión expresada en Volts
- e % = Caída de tensión expresada en porciento
- Z = Impedancia del conductor en ohms
- I = Corriente que circula por el conductor expresada en Amperes
- L = Longitud del conductor en metros
- V_{f-n} = Tensión entre fase y neutro
- V_{f-f} = Tensión entre fases
- R = Resistencia del conductor en ohms
- X = Reactancia inductiva del conductor en ohms
- Cos j = Factor de potencia en la carga, en decimales
- Sen j = Factor reactivo, en decimales.



COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS DE QUINTANA ROO, A.C.

Boletín Técnico

Boletín Técnico 1: Volumen 1 – No. 1

Caída de Tensión

Los valores de impedancia, resistencia y reactancia inductiva de los conductores eléctricos, se obtienen de los datos proporcionados por los fabricantes, o en su caso por la tabla 9 del NEC.

Notas a la tabla 9 de la NOM:

1. Estos valores de resistencia son validos únicamente para 75° C y para los parámetros dados, pero son representativos para conductores de 600 Volts operando a 60 c.p.s.

2. La impedancia efectiva Z se define como $R \cos j + X \sin j$, donde j es el ángulo del factor de potencia del circuito. Multiplicando la corriente por la impedancia efectiva proporciona una buena aproximación para la caída de tensión de fase a neutro. Los valores de impedancia mostrados en esta tabla son validos únicamente para un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia, la impedancia efectiva (Ze) puede calcularse de los valores dados de R y X en esta tabla como sigue:

$$Z_e = R \cos j + X \sin j$$