

# motor tico

BOLETÍN MENSUAL PREPARADO POR [WWW.MOTORTICO.COM](http://WWW.MOTORTICO.COM), COSTA RICA

ABRIL 2013

## Cuidados con Caída de Tensión en Cables

En este boletín se tratan recomendaciones generales a considerar cuando se dimensiona el cable conductor que energice motores eléctricos de CA. Cabe destacar que en el mundo hay diversos estándares que direccionan esta labor (*IEC, NEC, otros*), los cuales pueden diferir en ciertos aspectos, como la implementación, por ejemplo: la sección transversal es medida de manera distinta. Sin embargo, los temas tratados en este boletín son utilizados de forma general en cualquier normativa.

### Importancia del dimensionamiento

El correcto dimensionamiento del conductor que alimenta un motor eléctrico es importante para asegurar lo siguiente:

- Operar continuamente en condiciones diversas de carga, sin que se produzcan daños.
- Soportar la corriente de cortocircuito, en caso de un evento de este tipo.
- Energizar al motor con un adecuado nivel de tensión, sin que se produzcan caídas excesivas.

### Información requerida

Para cumplir con esta labor se requiere la siguiente información:

- Nivel de tensión.
- Sistema de tensión: Monofásico o trifásico.
- Corriente nominal (también llamada Corriente de Placa o FLA por sus siglas en inglés).
- Factor de potencia nominal.
- Corriente de arranque (también llamada de Rotor Bloqueado).
- Factor de potencia de arranque (normalmente se usa 0.2 atraso).
- Distancia entre el punto de alimentación y el motor (lo más aproximada posible).
- Tipo de conductor por utilizar: Material (Cobre o Aluminio), forma, tipo, aislamiento (PVC, XLPE, EPR), multiconductor, otros.
- Tipo de instalación: Aereo, subterráneo, en ducto, temperatura ambiente, agrupamiento, otro.

### Efecto de la corriente

La corriente que fluye a través de un conductor genera calor por: Las pérdidas resistivas (Efecto Joule), las pérdidas dieléctricas en los aislantes, y las pérdidas resistivas por corrientes que fluyan en pantallas o armadura (si las tienen). Específicamente, el Efecto Joule es producido por la corriente que circula por el conductor, y parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El nombre es en honor a su descubridor, el físico británico James Prescott Joule.

Todos los componentes del cable debe ser capaz de soportar este aumento de temperatura, y disipar el calor en el medio circundante.

## Dimensionamiento por corriente

Los estándares internacionales y fabricantes definen tablas con las capacidades de **corriente base** de las distintas clases de cables. Esta corriente base dependerá del tipo de construcción y de las condiciones de instalación. Cuando se realice una instalación diferente a estas condiciones base, se deberá aplicar un factor de corrección que actualice la capacidad de corriente a las nuevas circunstancias. La nueva capacidad de corriente del cable se calcula así:  $I_c = I_b * k_d$ .

Donde  $I_c$  es la capacidad corregida (A),  $I_b$  es la corriente base (A) y  $k_d$  son los factores de corrección. Por ejemplo: Si un cable tiene un factor de corrección por distinta temperatura ambiente de  $k_{amb} = 0.94$ , y un factor de corrección por agrupamiento de  $k_g = 0.85$ , entonces el factor de corrección total será  $k_d = 0.94 \times 0.85 = 0.799$ . Para un cable de corriente base de  $42A$ , la capacidad de corriente corregida será  $I_c = 0.799 \times 42 = 33.6A$ .

## Selección del conductor para un motor eléctrico

Los motores deben protegerse por medio de 2 elementos, a saber: Para el Corto Circuito, y otro para la Sobrecarga Térmica. Por lo tanto, los cables necesitan ser dimensionados según la corriente nominal del motor, esto es:  **$I_l$  mayor a  $I_c$** .

Donde  $I_l$  es la corriente nominal del motor (A) (Corriente de Placa), e  $I_c$  es la capacidad corregida del cable (A).

Según el NEC (Código Eléctrico de EE.UU), el cable conductor no debe ser menor al: **125% de la Corriente Nominal del Motor**. Sin embargo, es necesario considerar la caída de tensión, en vista que la impedancia del cable es función del *Area de Sección* del cable y de la *Longitud*. La mayoría de fabricantes entregan tablas de resistencia y reactancia en  $\Omega/km$ . Por medio de las siguientes fórmulas se calcula la caída de tensión, según sea un motor trifásico o monofásico:

Caída Tensión - Motor Trifásico CA	Caída Tensión - Motor Monofásico CA
$V_{3\phi} = \frac{\sqrt{3}I(R_c \cos \phi + X_c \sin \phi)L}{1000}$	$V_{1\phi} = \frac{2I(R_c \cos \phi + X_c \sin \phi)L}{1000}$
<p>Donde <math>V_{3\phi}</math> es la caída de tensión en V.</p> <p><math>I</math> es la corriente nominal (De placa), o la corriente de arranque, en A.</p> <p><math>R_c</math> es la resistencia CA del cable en <math>\Omega/km</math>.</p> <p><math>X_c</math> es la reactancia CA del cable en <math>\Omega/km</math>.</p> <p><math>\cos \phi</math> es el factor de potencia nominal o de arranque (en decimales, no en porcentaje). Valor típico para arranque: 0.2.</p> <p><math>L</math> la longitud del cable en metros.</p>	<p>Donde <math>V_{1\phi}</math> es la caída de tensión en V.</p> <p><math>I</math> es la corriente nominal o de arranque, en A.</p> <p><math>R_c</math> es la resistencia CA de cable en <math>\Omega/km</math>.</p> <p><math>X_c</math> es la reactancia CA de cable en <math>\Omega/km</math>.</p> <p><math>\cos \phi</math> es el factor de potencia nominal o de arranque (en decimales, no en porcentaje). Valor típico para arranque: 0.2.</p> <p><math>L</math> la longitud del cable en metros.</p>

## Máxima caída de tensión permitida

Es común que las normas especifiquen máximos permisibles de caídas de tensión, que es la caída más alta que se permite a través en un cable. Si el cable seleccionado excede esta caída, entonces se debe usar un tamaño de mayor sección transversal. En el caso de los motores eléctricos, la máxima caída de tensión depende de la norma de fabricación, a saber:

- **Motores NEMA: 10%.**
- **Motores IEC: 5%.**

En condiciones de **Arranque**, se recomienda que la caída de tensión no supere el **15%**. Esta condición es transitoria.

## Efecto en el torque producido

El torque  $T$  producido por el motor se relaciona con la tensión  $V$  en un factor a la 2, es decir:  $T \approx V^2$ . Esto significa que cualquier caída de tensión afectará el torque, reduciendo su capacidad. De ahí la importancia que tiene el control de la caída de tensión, por medio de una correcta selección del cable del motor.

