

## ► Cables para accionamiento de motores con frecuencia variable

Marlew  
www.marlew.com.ar

En los últimos años, se ha ido incrementando el uso de motores por variación de velocidad con variación de frecuencia, tanto en las nuevas industrias que se crean como en las ya instaladas, donde paulatinamente van reemplazando a los sistemas con motores tradicionales.

Pero así como esta nueva tecnología presenta grandes ventajas, trae aparejados algunos inconvenientes; los cuales, sin embargo, son posibles de atenuar o subsanar.

Con el uso de estos equipos (motores y variadores) se producen tres tipos de perturbaciones:

- » emisión de corrientes de frecuencias armónicas a la red;
- » daños al motor y al accionamiento asociado como consecuencia de corrientes inducidas de alta frecuencia;
- » emisión de ondas electromagnéticas de alta frecuencia.

La primera se evita siguiendo las recomendaciones del fabricante del equipo. En función del tamaño del equipo, algunos de los fabricantes recomiendan poner filtros de armónicos en la línea de alimentación, para no provocar perturbaciones de alta frecuencia a la red. A partir del filtro de armónicos, se debe lograr que el variador, los cables y el motor sean una gran jaula de Faraday.

La segunda se evita cumpliendo todas las reglas del arte de la instalación. Los daños al motor y accionamientos asociados son la consecuencia de las corrientes de alta frecuencia dentro del motor. La causa de la circulación de las corrientes de alta

frecuencia dentro del motor es el desbalance de capacidad de las espiras del bobinado del motor respecto al estator; estos desbalances permiten que las corrientes de alta frecuencia se cierren por el hierro del estator y no sigan dentro del bobinado de cobre.

Esta corriente vagabunda de alta frecuencia no retorna al variador por el cable de motor sino por el blindaje o la puesta a tierra.

El efecto es una tensión inducida en el rotor que genera una corriente que realiza alguno de los siguientes caminos: 1) rotor, rodamiento, estator, rodamiento, rotor; 2) rotor, engranajes acoplados, masa, rodamiento, rotor.

Recién con un diez por ciento (10%) de la velocidad del motor, el aceite lubricante produce una película aislante sobre las bolillas del rodamiento; pero, cuando hay perforación dieléctrica en dicha película aislante, se produce el efecto de electroerosión, destruyéndose la pista y la superficie de los rodamientos. Lo mismo sucede con la superficie de trabajo de los engranajes, bujes y otros equipos acoplados.

La literatura disponible en los manuales de los fabricantes nos indica las reglas de arte durante el montaje y el conexionado para el correcto funcionamiento del sistema.

La tercera se evita eligiendo los cables con blindaje apropiado, prensacables apropiados y el blindaje adecuado de los tableros y motores.

La fuga de ondas electromagnéticas en altas frecuencias se produce cuando quedan aunque sea pequeños huecos en la pantalla.

Los fabricantes de los equipos realizan sobre los

cables de potencia las siguientes sugerencias:

- » Los cables de alimentación deben ser de sección geométrica simétrica.
- » La sección geométrica del blindaje debe ser, como mínimo, diez por ciento (10%) de la sección nominal de la fase para lograr inmunidad de emisión.
- » La sección del conductor de protección debe ser, como mínimo, el cincuenta por ciento (50%) de la sección nominal de las fases.
- » Se recomienda incorporar el conductor de protección al blindaje o repartirlo en forma uniforme en los intersticios del cable.
- » La propiedad que mejor mide la calidad del blindaje a la fuga de ondas electromagnéticas es el ensayo de impedancia de transferencia. El máximo valor admitido es de cien miliohms por metro a cien megahertz (100 mΩ/m a 100 MHz).
- » El blindaje general se recomienda en función creciente de la calidad del blindaje de alta frecuencia: malla trenzada de alambres de cobre, conductor concéntrico de cobre con cintas antidesenrollantes de cobre, cinta de cobre corrugado y longitudinalmente sobrelapada, caño de cobre o aluminio soldado longitudinalmente.
- » Los blindajes generales se deben poner a tierra en ambos extremos con prensacables adecuados a la entrada de los armarios o cajas de conexión, y deben llevarse íntegros lo más cerca posible de los bornes de conexión y conectarlos al borne de tierra en ese punto.
- » En el tendido, los cables de alimentación al variador y los cables del motor desde el variador a la carga deben estar separados.
- » No se deben utilizar cables unipolares tendidos en un plano.

Algunos fabricantes admiten, según la potencia del equipo y el largo del tendido, cables tetrapolares blindados o no, con secciones máximas de diez milímetros cuadrados (10 mm<sup>2</sup>).

Los cables de comando e instrumentación

deben ser de a pares, preferentemente con blindajes individuales y blindaje general:

- » Los blindajes individuales se permite que sean del tipo cinta de aluminio-poliéster longitudinal en contacto con un conductor de drenaje.
- » El blindaje general se recomienda en función creciente de la calidad del blindaje en alta frecuencia: malla trenzada de alambres de cobre, conductor concéntrico de cobre con cintas antidesenrollantes de cobre, cinta de cobre corrugado y longitudinalmente sobrelapada, caño de cobre o aluminio soldado longitudinalmente.
- » Los blindajes generales se deben poner a tierra en ambos extremos con prensacables adecuados a la entrada de los armarios y cajas de conexión.
- » Los blindajes individuales se llevan lo más cerca posible del borne de conexión del par. La conexión a tierra de los blindajes individuales en uno o dos de los extremos depende de cada fabricante y del tipo de señal transmitida.
- » Los cables de control se tienden paralelos a los cables de alimentación o de motor con una separación mínima de cincuenta centímetros (50 cm). Los cruces entre cables de potencia y comando son siempre a noventa grados (90°).

Para lograr un mínimo de corriente en los rodamientos del motor se recomienda:

- » Utilizar cables blindados con conductor concéntrico o blindado con distribución simétrica del conductor de protección (PE) en los intersticios del cable.
- » Construir caminos de baja impedancia para el retorno al variador de las corrientes de alta frecuencia. La mejor manera de lograr esto es utilizar cables apantallados; el blindaje debe ser continuo y de alta conductividad. Las conexiones en ambos extremos deben ser terminales que cubran trescientos sesenta grados (360°).
- » Todas las conexiones equipotenciales entre masas se deben realizar con cables planos de cincuenta o cien milímetros (50 o 100 mm) de

ancho porque tienen menor inductancia en alta frecuencia que los redondos. La conexión se debe realizar en todos aquellos lugares donde se sospeche que se pierde la referencia de tierra del variador y del motor. Además, se deben conectar a la tierra del motor las masas de todos los accionamientos asociados al motor para evitar la circulación de corrientes por los rodamientos de los accionamientos asociados.

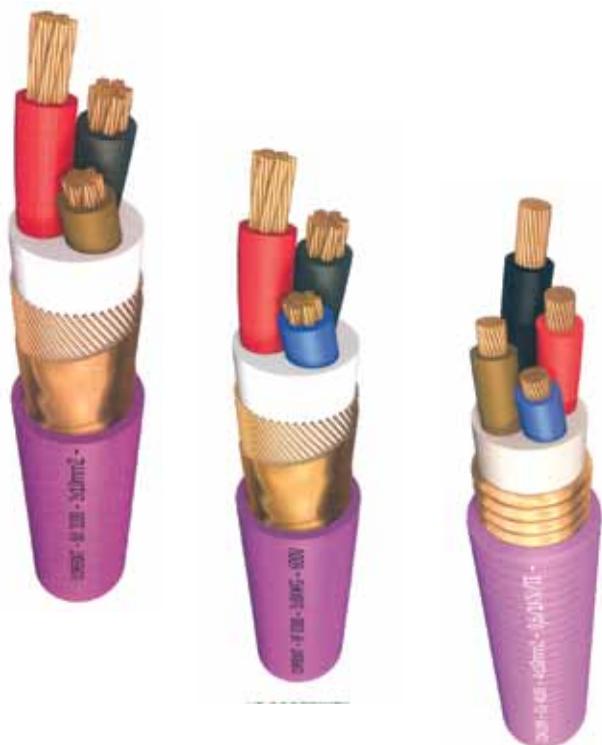
Los cables estándares de *Marlew* que satisfacen los requisitos solicitados para el cumplimiento de la compatibilidad electromagnética son los siguientes:

- » Cables de alimentación y motor:
  - *BX-Coperint*, con blindaje de conductor concéntrico de cobre: cable de cobre con aislación XLPE (*cross-linked polyethylene*, 'polietileno reticulado'), blindaje de conductor concéntrico de cobre y cubierta externa de PVC (*Polyvinyl Chloride*, 'policloruro de vinilo'). Secciones de 1,5 hasta noventa y cinco milímetros cuadrados (1,5 a 95 mm<sup>2</sup>).
  - *VF Coperint*, con blindaje de conductor

concéntrico de cobre: cable de cobre con aislación XLPE, blindaje de conductor concéntrico de cobre y cubierta externa de PVC. Calibres de dieciséis a 4/0 AWG (*American Wire Gauge*, 'calibre de alambre estadounidense').

- *GV/GN-Corcom*, con blindaje de cinta de cobre corrugado: cables de cobre con aislación de PVC, blindaje de cinta de cobre corrugado longitudinal y cubierta externa de PVC. Secciones de 1,5 hasta diez milímetros cuadrados (1,5 a 10 mm<sup>2</sup>).

- » Cables de señales:
  - *PC-Arcor*, con blindaje de malla de cobre estañado: cables de cobre estañado con aislación de PVC, retorcido a pares, blindaje de cinta de aluminio poliéster y malla de cobre estañado, cubierta externa de PVC. Secciones de 0,12 a 0,35 milímetros cuadrados (0,12 a 0,35 mm<sup>2</sup>), dos a doscientos cincuenta y cuatro (2 a 254) pares.
  - *AR-Miliar*, con blindaje de malla de cobre: cables de cobre de aislación PVC, retorcido a pares con blindaje individual de aluminio-poliéster y drenaje, blindaje de cinta de aluminio-poliéster y malla de cobre estañado, cubierta externa de PVC. Secciones de veinte a catorce AWG, dos a treinta y seis (2 a 36) pares. ■



Nota del editor: la nota técnica aquí reproducida fue originalmente publicada en el catálogo de *Marlew*, edición 2015.