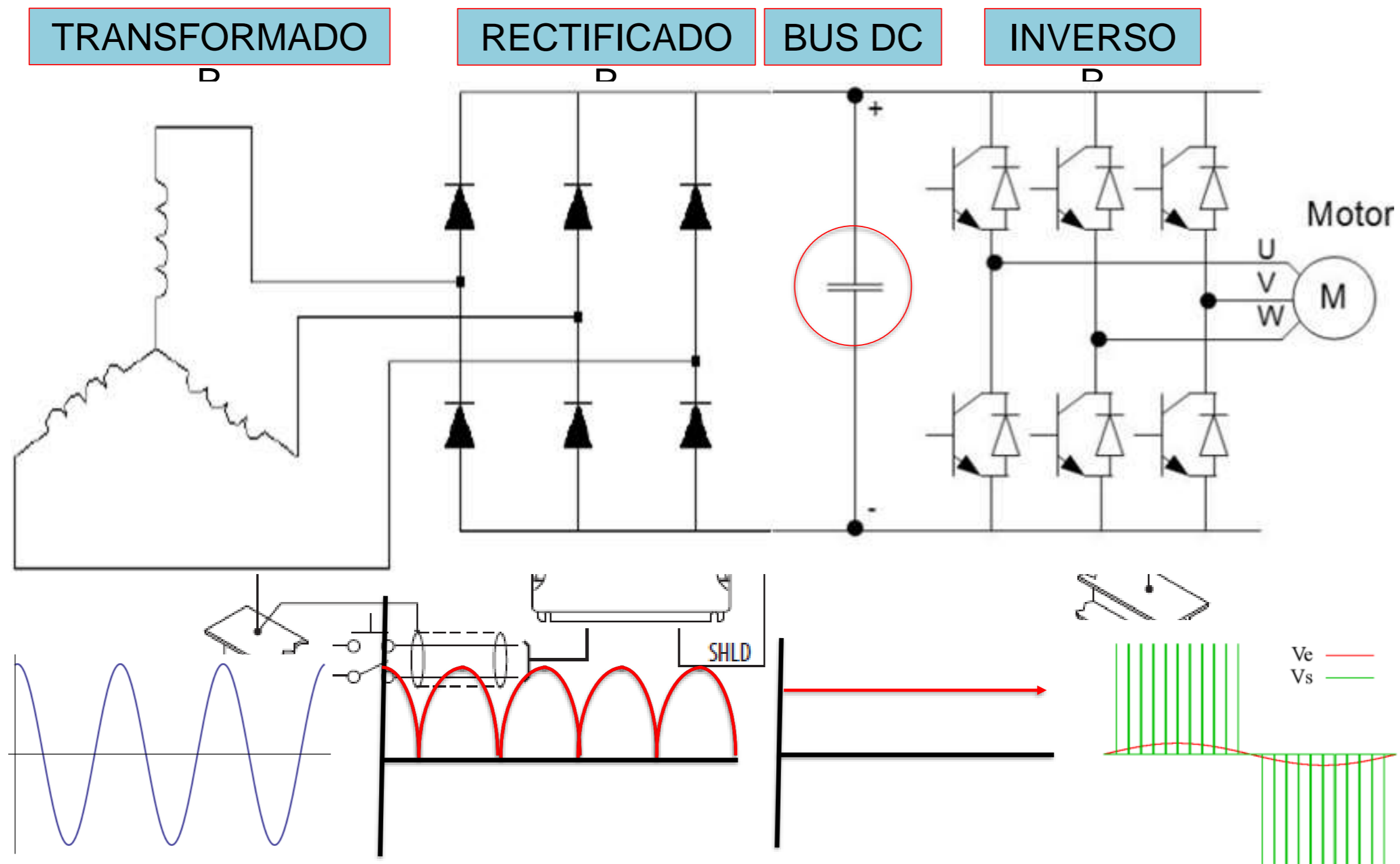


Consideraciones importantes para la buena instalación y funcionamiento del Variador de Frecuencia.



COMPORTAMIENTO DE LA ONDA SENOIDAL EN TODOS LOS VARIADORES DE FRECUENCIA DE 6 PULSOS.



Porque es importante controlar Voltaje y Frecuencia en Motor

Las variables mecánicas que necesito controlar en mi sistema es la velocidad y el torque aplicado a la carga

La Formula de la Velocidad y Torque en un motor están dadas por la siguientes ecuaciones

$$S = \frac{120 f}{\#Poles} \quad T = \frac{5252 HP}{S}$$

Para controlar la velocidad solo necesito modificar la frecuencia y ya con el ajuste de la velocidad y controlando la potencia producida por el motor puedo tener control de Torque, primero vamos a ver la formula de Potencia en un motor trifásico de Corriente Alterna

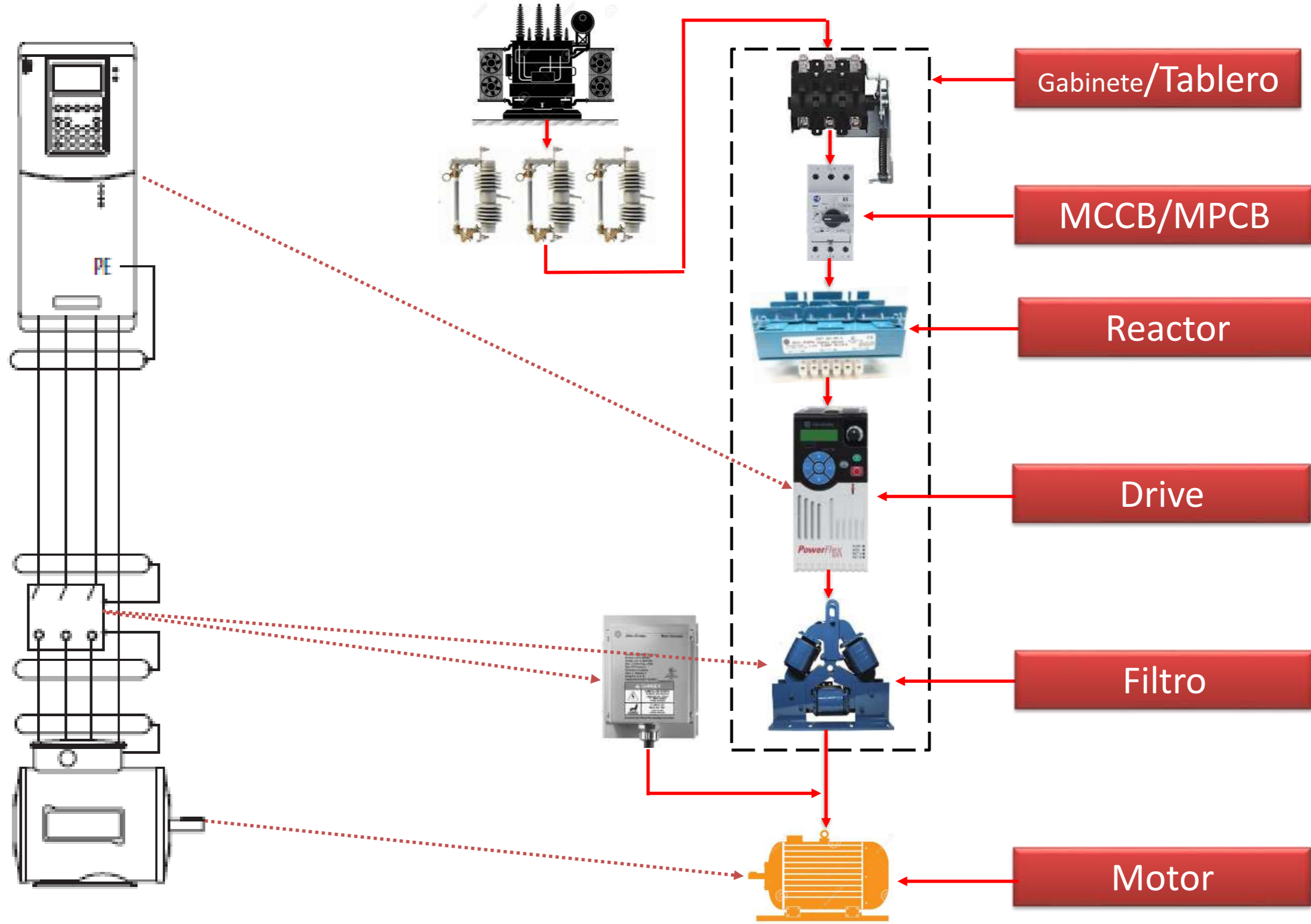
$$HP = \frac{\sqrt{3} V I Eff FP}{746}$$

Si en la ecuación de Torque despejamos el valor de HP y S nos queda la siguiente ecuación

$$T = \frac{5252 \cdot \sqrt{3} V I Eff FP \# Poles}{746 \cdot 120 \cdot f}$$

En esta ecuación tenemos varias constantes que podemos definir como una K además de que la eficiencia y el factor de potencia pudiéramos contenerlos en la misma K y siendo que la frecuencia se mide en Hz nos quedaría la siguiente ecuación

$$T = K \left(\frac{V}{Hz} \right) I$$





Tipos de Conexiones del Transformador

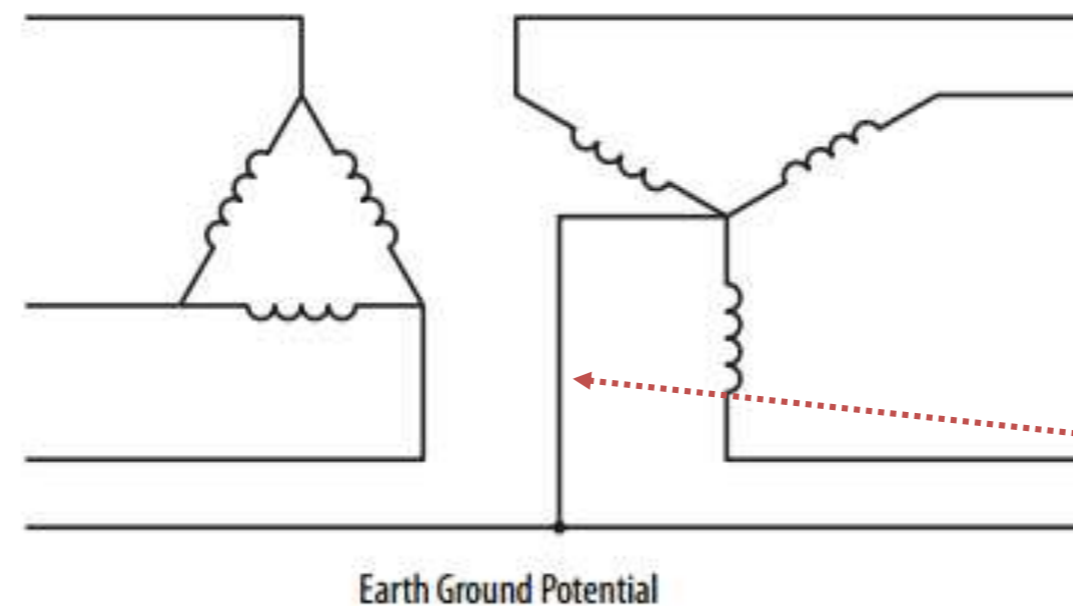
- **Sólidamente Aterrizado**
- **Tierra con Alta Resistencia**
 - **No Aterrizado**

Básicamente es conocer como esta conectado el neutro.

Delta-Estrella con Neutro

- ✓ **Neutro sólidamente aterrizado (El mas recomendado).**
- ✓ **Trayectoria controlada para corrientes de modo común generadas en la salida del drive que minimiza el estrés del aislamiento.**
- ✓ **Posibilidad de usar protección de transitorios o supresores de picos de voltaje.**
- ✓ **El único Sistema permitido para cumplimiento CE (Comunidad Europea).**

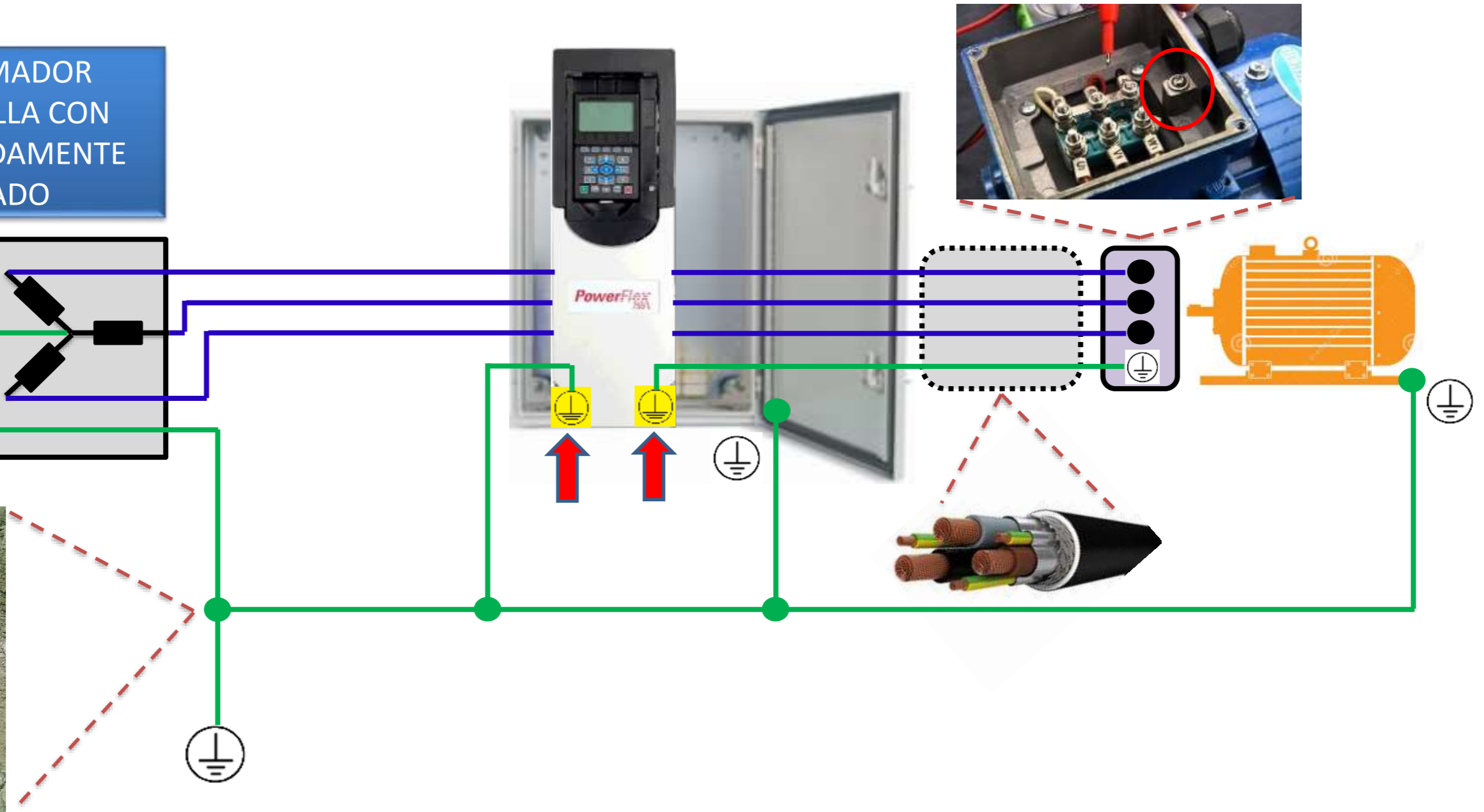
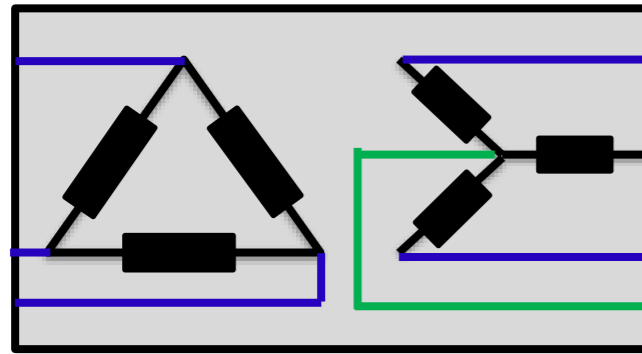
Figure 18 - Fully Grounded Scheme



Neutro
Sólidamente
Aterrizado

ATERRIZAMIENTO RECOMENDADO

TRANSFORMADOR
DELTA-ESTRELLA CON
NEUTRO SOLIDAMENTE
ATERRIZADO

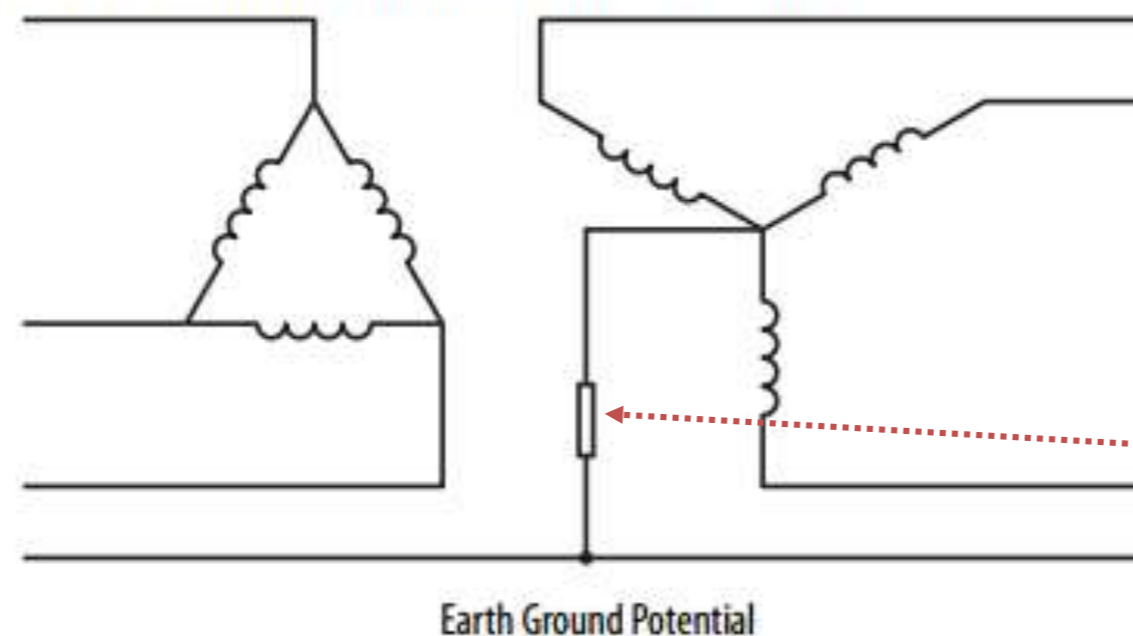


**MANTENER LOS PUENTES PE-A Y PE-B
CONECTADOS SEGÚN EL MODELO DEL DRIVE**

Delta-Estrella con Resistencia en Neutro

- ✓ **Neutro con Alta Impedancia al Neutro.**
- ✓ **Potenciales disparos por detección de falla a tierra causados por la operación del drive, aunque no sea veraz. Ante un pico de voltaje o corriente, la resistencia regulara y evitara que llegue al neutro del transformador provocando que tome el camino de menor resistencia.**
 - ✓ **Potencial daño en el equipo. Se recomienda remover los puentes en el Drive.**
- ✓ **Se recomienda utilizar un transformador de aislamiento para alimentar los Drives y poder obtener el neutro omitiendo la resistencia de alta impedancia.**

Figure 17 - Scheme with High Resistance Ground



Neutro con Resistencia

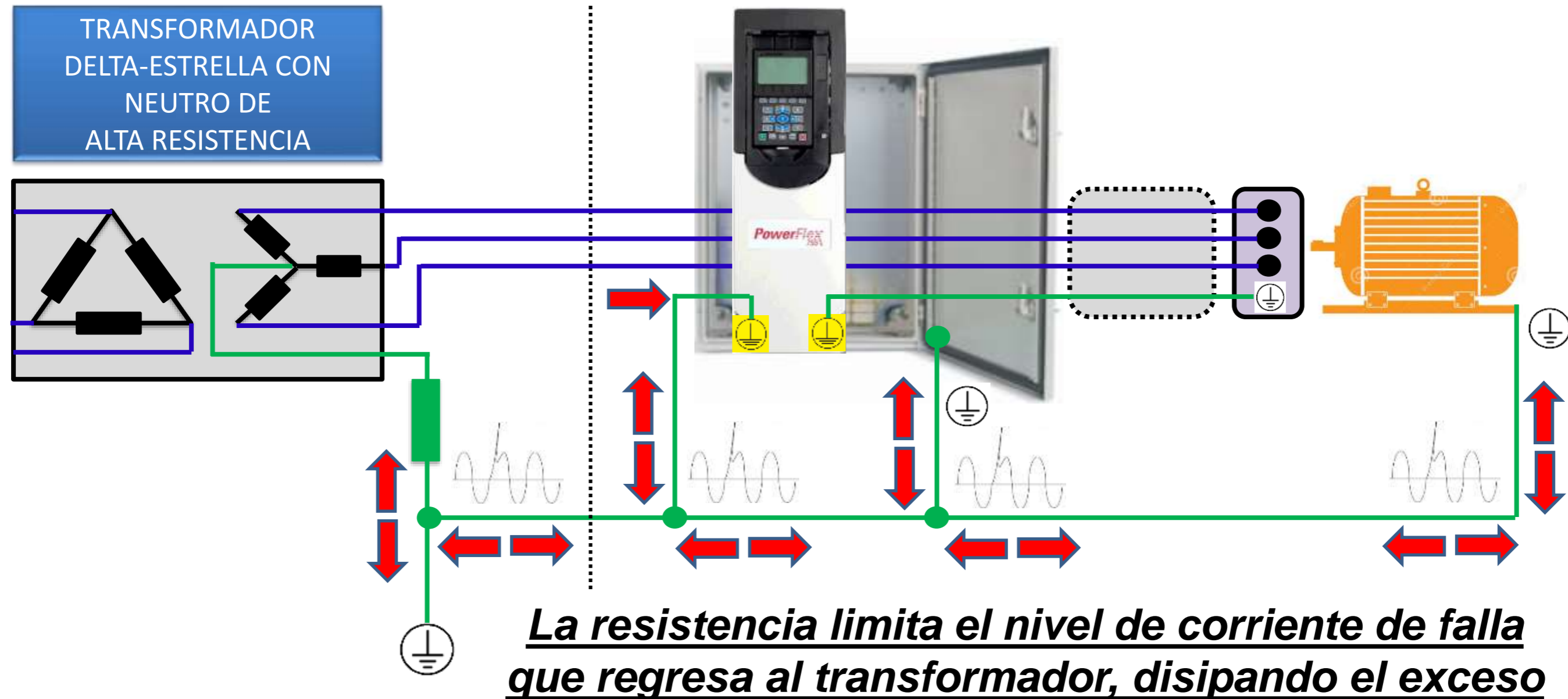
ATERRIZAMIENTO POCO RECOMENDADO



La resistencia limita el nivel de corriente de falla que regresa al transformador, disipando el exceso de energía en forma de calor.

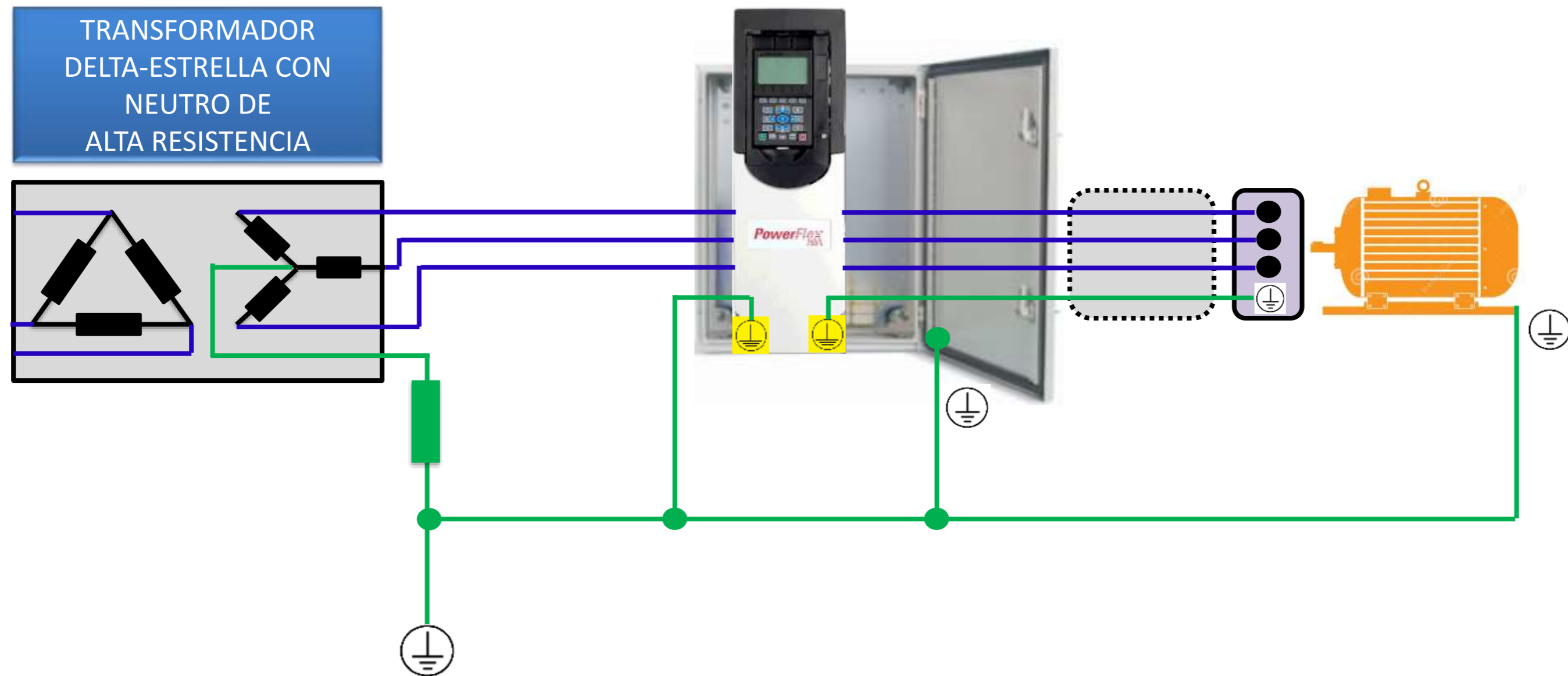
**MANTENER LOS PUENTES PE-A Y PE-B
DESCONECTADOS SEGÚN EL MODELO DEL DRIVE**

ATERRIZAMIENTO POCO RECOMENDADO



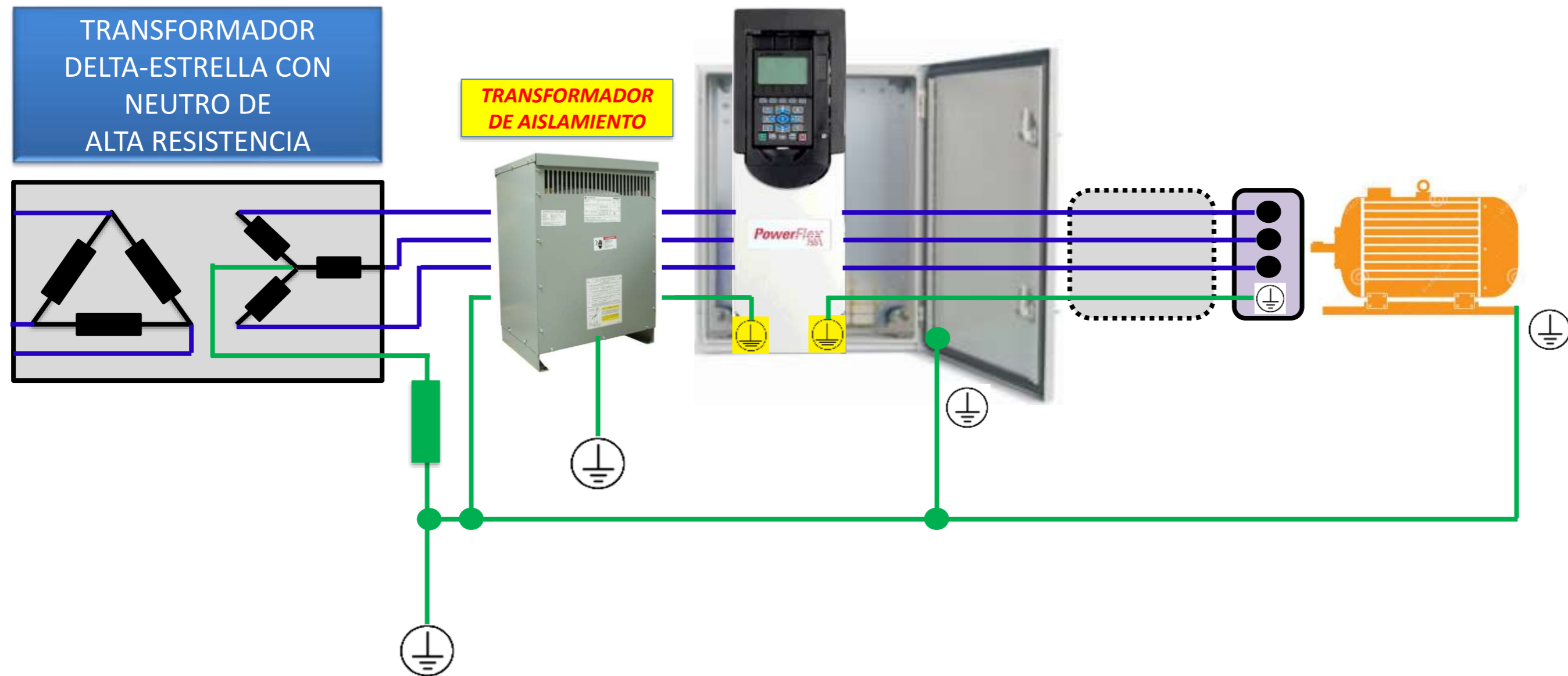
**MANTENER LOS PUENTES PE-A Y PE-B
DESCONECTADOS SEGÚN EL MODELO DEL DRIVE**

ATERRIZAMIENTO POCO RECOMENDADO



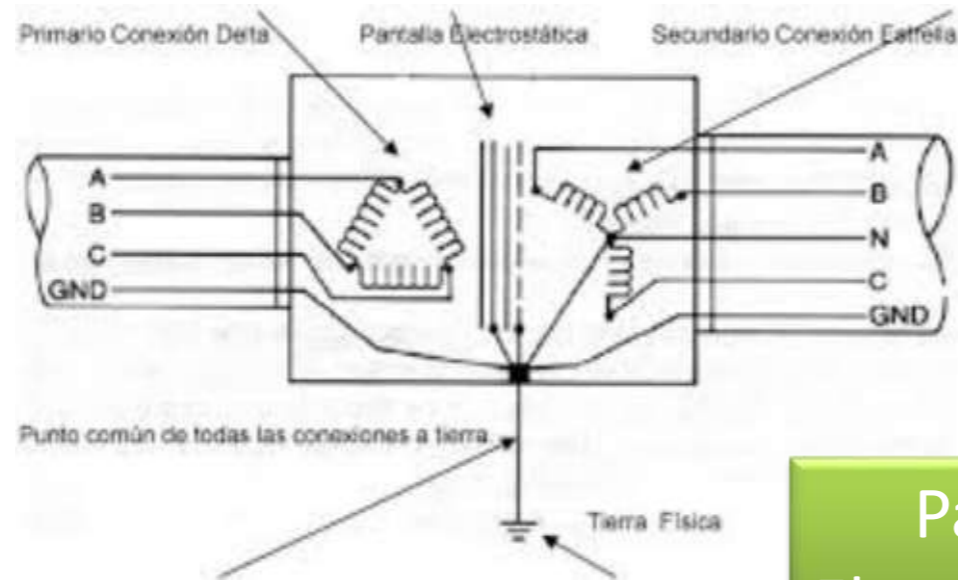
**MANTENER LOS PUENTES PE-A Y PE-B
DESCONECTADOS SEGÚN EL MODELO DEL DRIVE**

ATERRIZAMIENTO POCO RECOMENDADO

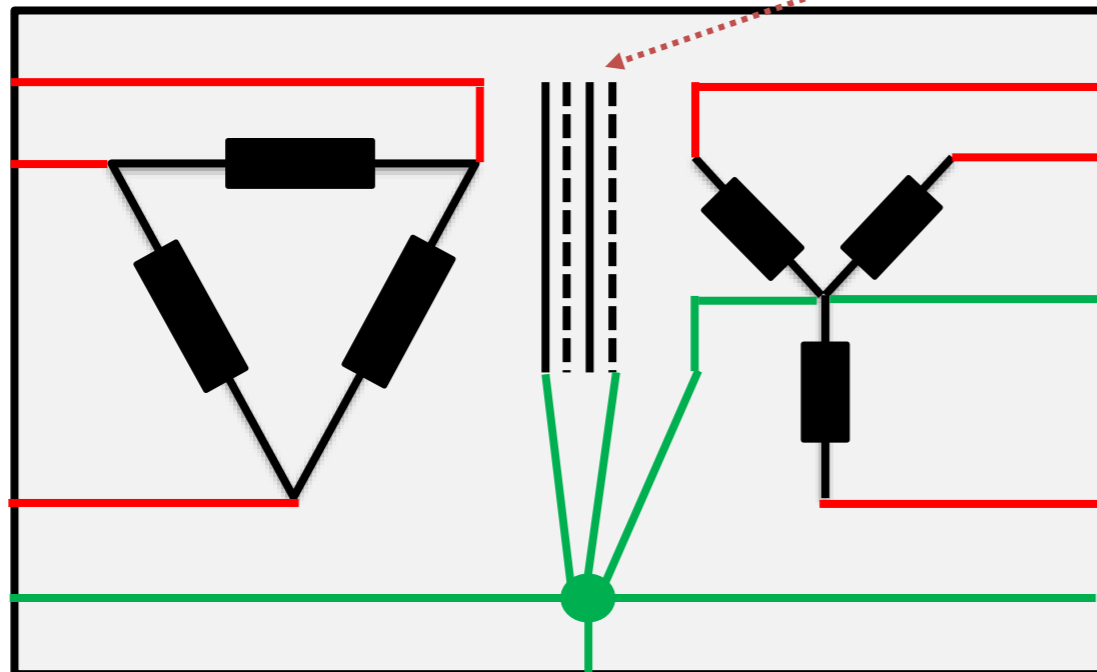


**MANTENER LOS PUENTES PE-A Y PE-B
CONECTADOS SEGÚN EL MODELO DEL DRIVE**

Interior del Transformador de Aislamiento



Pantalla Electroestática



Transformador de Aislamiento

Primary Voltage	Secondary Voltage
230	230
230	460
230	575
460	230
460	460
460	575
575	230
575	460
575	575
208	208

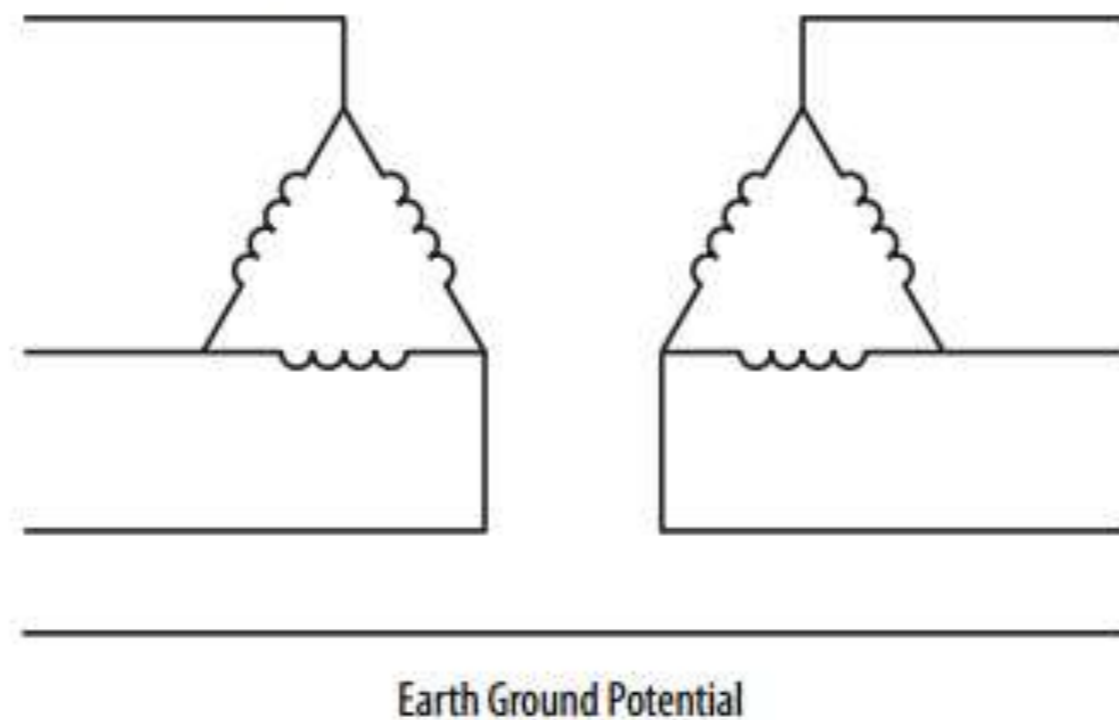


RELACION DE TRANSFORMACION 1:1

Delta-Delta sin Neutro

- ✓ **Neutro no aterrizado.**
- ✓ **Un Sistema de detección del nivel de falla a tierra o supresión puede ser requerido (uso de transformador zig-zag para detección de falla a tierra).**
- ✓ **Se pueden presentar Altos Voltajes entre el chasis del drive y los componentes de la estructura interna de potencia causando un excesivo estrés en el aislamiento.**
 - ✓ **Peligroso – fallas a tierra en el primario provocará potencial voltaje primario a tierra en el lado secundario.**

Figure 16 - Ungrounded Scheme



¿Qué generan los Drives de 6 pulsos?



GENERACION DE ARMONICOS DE CORRIENTE DEBIDO AL PUENTE RECTIFICADOR

LOS ARMONICOS DESTRUYEN EL ANGULO DE LA ONDA SINUSOIDAL DE

ESTO CONLLEVA A VARIACIONES Y/O PICOS TRANSITORIOS DE CORRIENTE

PROVOCANDO CALENTAMIENTO EN EL CABLEADO Y CALENTAMIENTO EN EL TRANSFORMADOR

**PUEDEN LLEVAR A FALLA LAS PROTECCIONES TERMOMAGNETICAS O EN SU DEFECTO
EL VARIADOR**

¿Qué generan los Drives de 6 pulsos?



**EFECTOS EN LA
LINEA DE SALIDA**

**INTERFERENCIA
ELECTROMAGNETICA (EMI)
RUIDO ELECTRICO**

VOLTAJE EN RUIDO DE MODO COMUN

ONDA REFLEJADA Y ACOPLAMIENTO CAPACITIVO

CALENTAMIENTO EN EL CABLEADO Y CALENTAMIENTO EN EL MOTOR

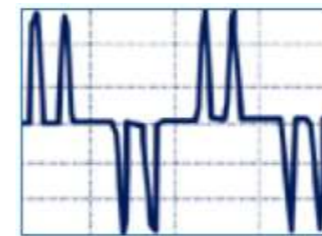
CORRIENTES CIRCULANTES POR EDM EN LOS RODAMIENTOS DEL MOTOR

¿Qué generan los Drives de 6 pulsos?

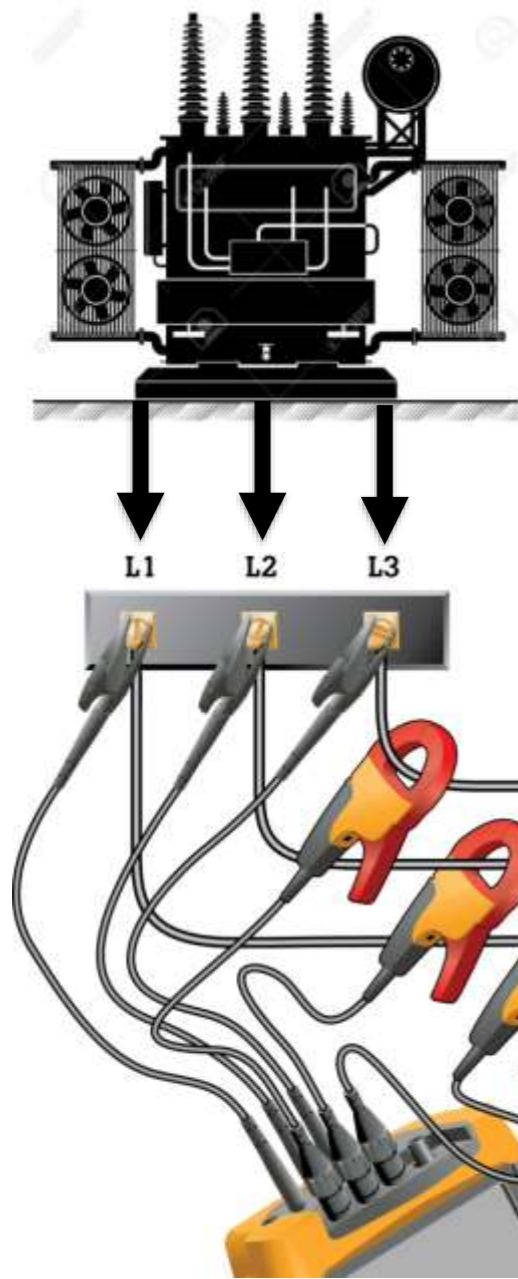


Riesgo latente de falla en el sistema.

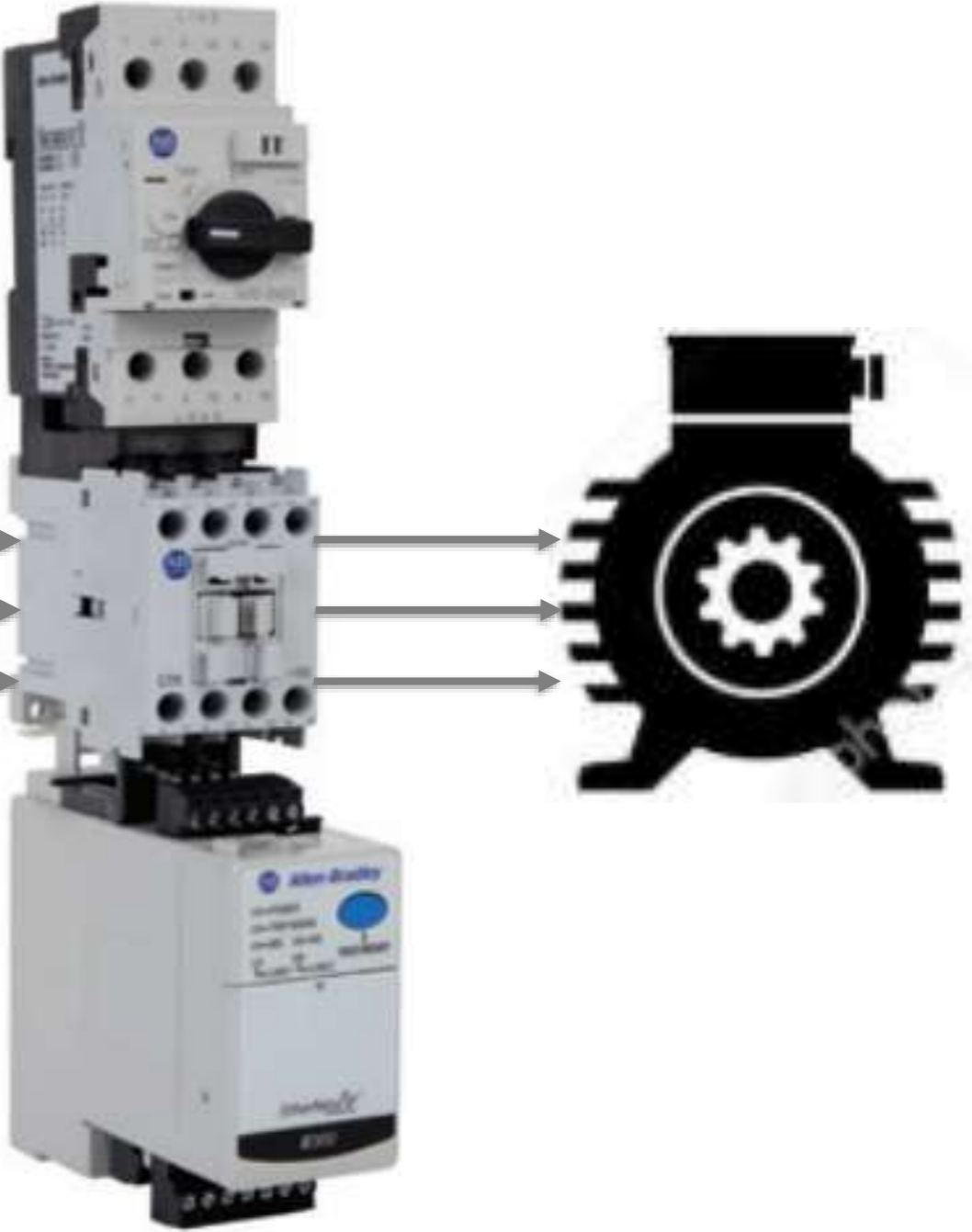
Mediciones en la línea de entrada



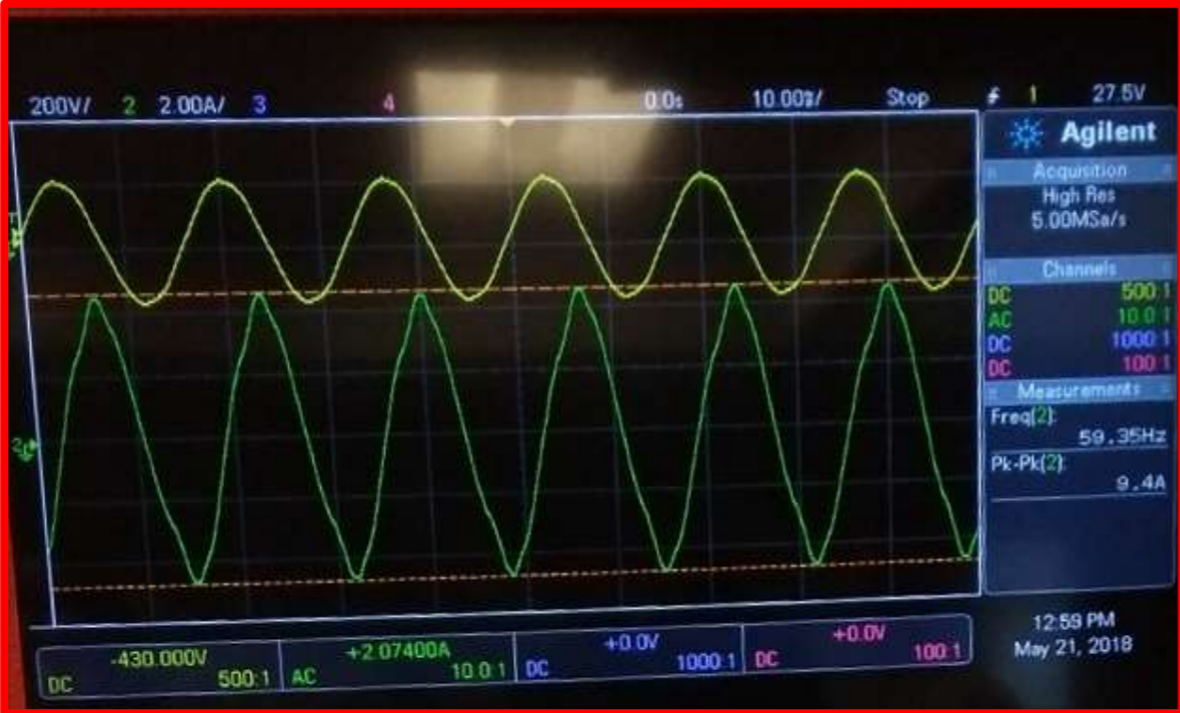
ARRANQUE EN CARGA LINEAL



LINEA DE ENTRADA



IEC Motor Starter w/E300



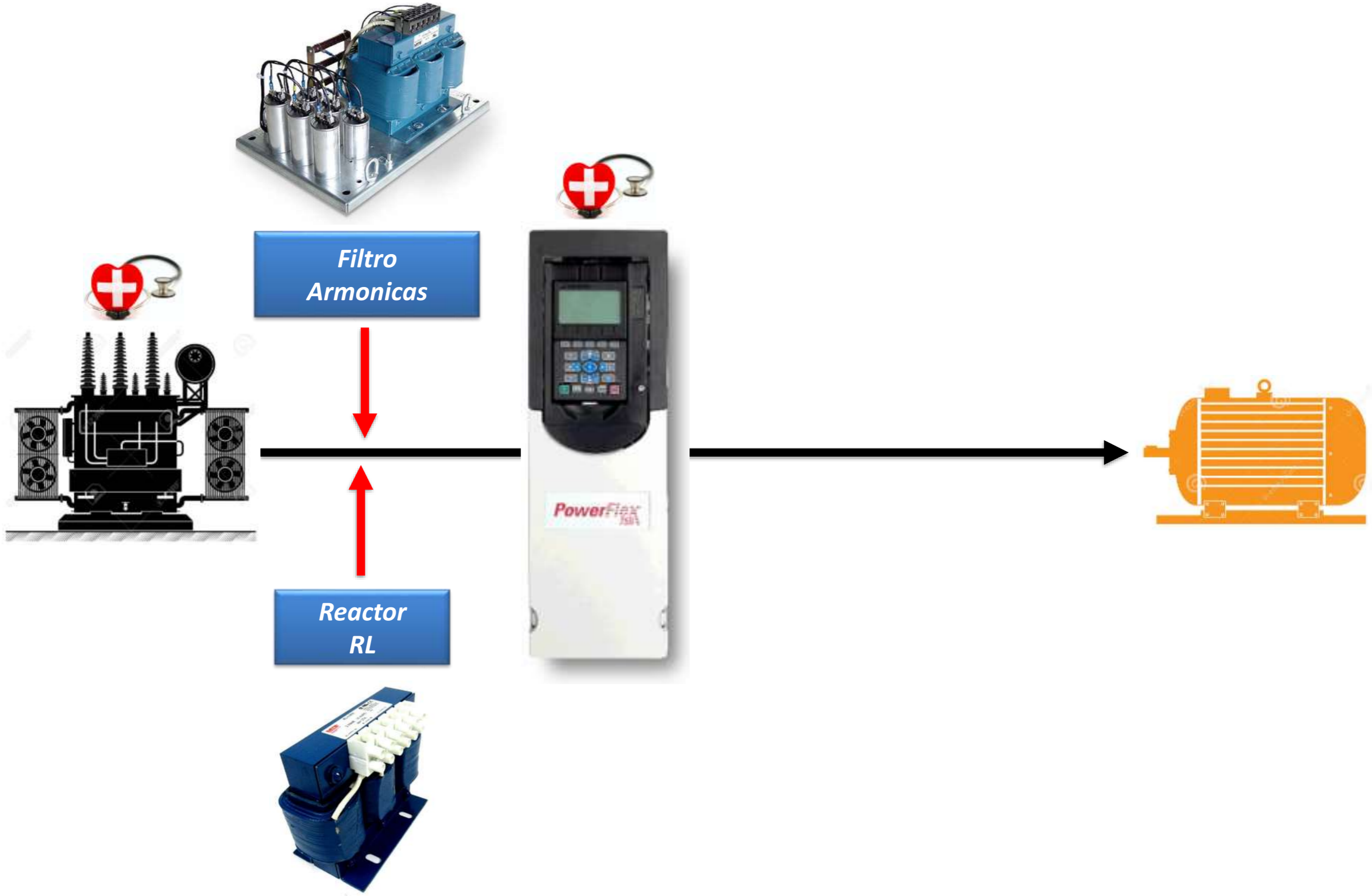
ARRANQUE EN CARGA NO LINEAL



LOS ARMONICOS DESTRUYEN EL ANGULO DE LA ONDA SINOIDAL DE CORRIENTE

La norma para el Código de Red CFE-L-000045 esta basada en la norma IEEE-519; que pide de un 5 a 8% de Armónicos de Corriente.

PROTECCION MODULAR



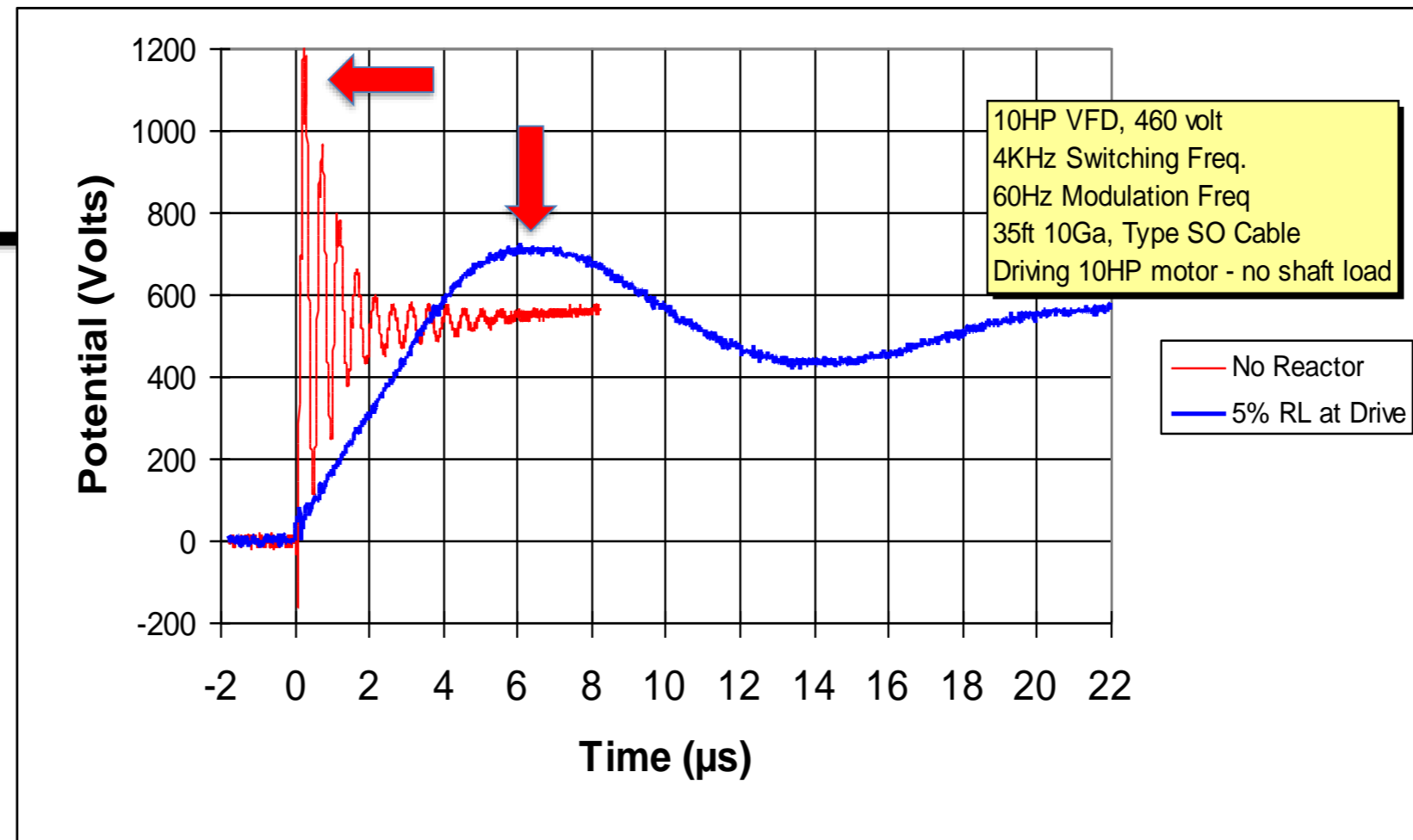
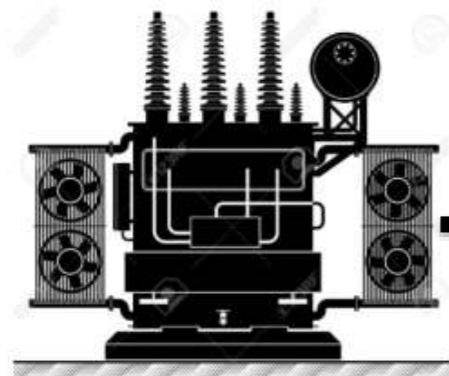
Protección Básica con Reactor de Entrada



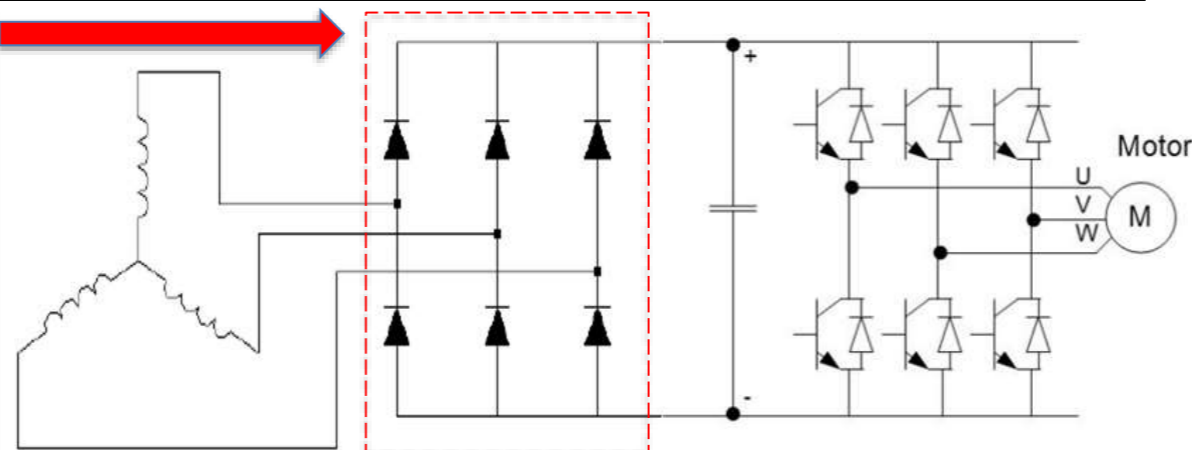
Reactor de Línea

- Baja impedancia en la línea y/o gran diferencia de potencial.*
- KVAs del transformador 10 veces mas grande que el Drive sin DC Link Choke o Filtro para Bus DC .*
- La línea tiene capacitores para corrección del factor de potencia.*
- La línea tiene interrupciones, parpadeos o apagones frecuentes.*
- La línea tiene picos intermitentes energía de más de 6kV.*
- Desbalance de voltaje de entrada mayor que 2% (Esto causa grandes corrientes desiguales en un Drive).*

Protección Básica con Reactor de Entrada



EL REACTOR DE ENTRADA PROTEGE EL PUENTE RECTIFICADOR



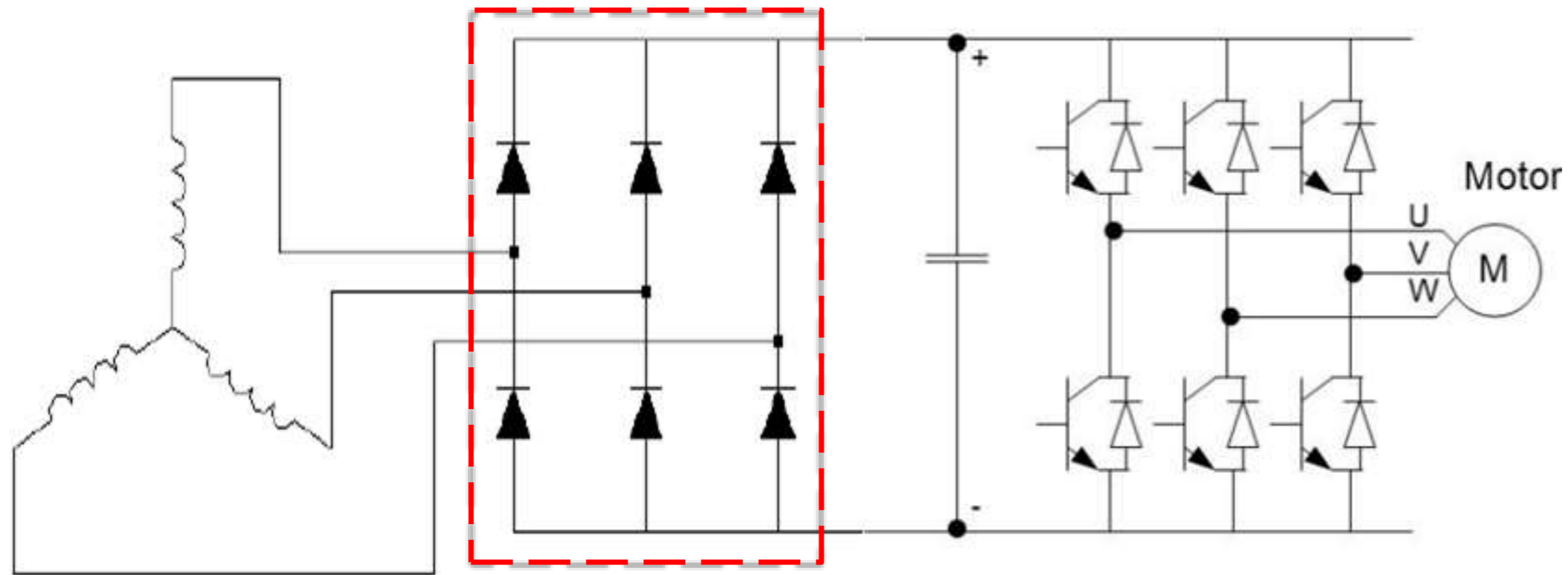
DRIVE ENERGIZADO



LOS REACTORES RL, AYUDAN A PROTEGER EL PUENTE RECTIFICADOR DEL DRIVE Y REDUCEN LA AMPLITUD DE LOS ARMONICOS.

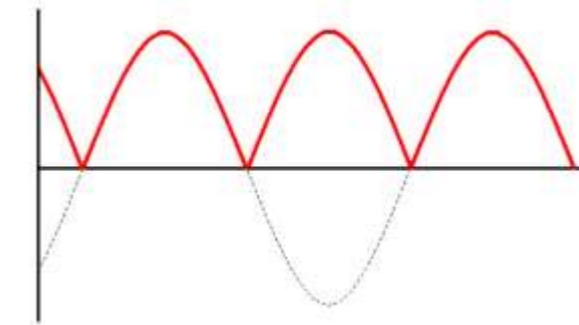
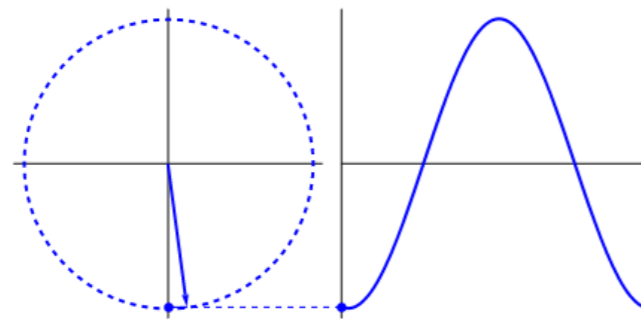


¿Dónde y como se generan los Armonicos?

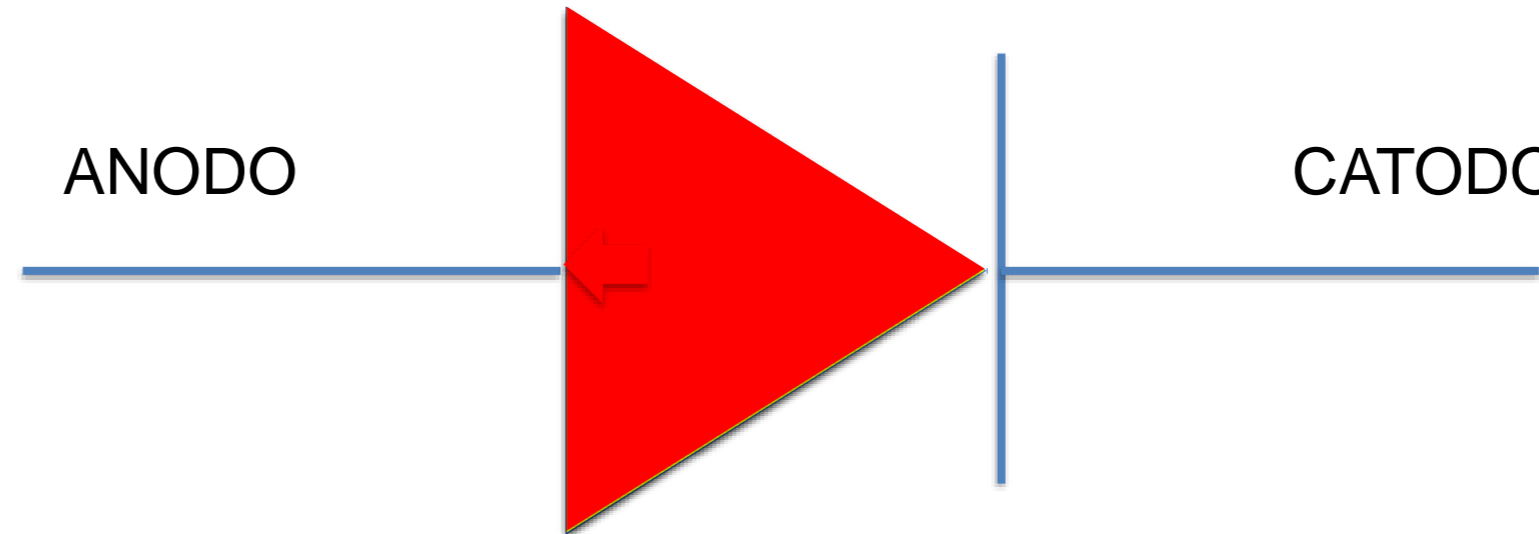


LOS ARMONICOS SE GENERAN DEBIDO A LOS
DIODOS DEL PUENTE RECTIFICADOR

PRINCIPIO BASICO DE GENERACION DE ARMONICOS



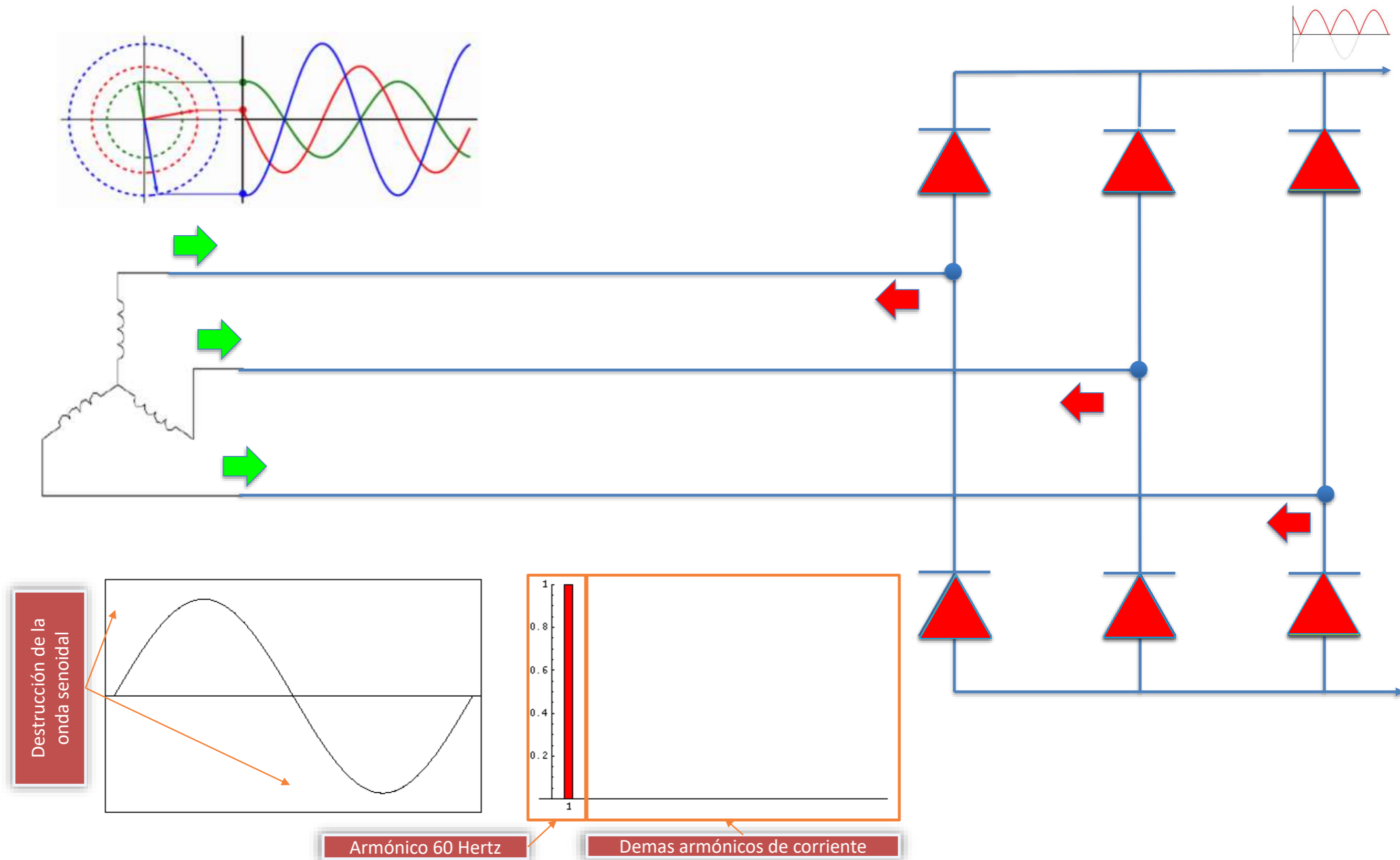
ANODO



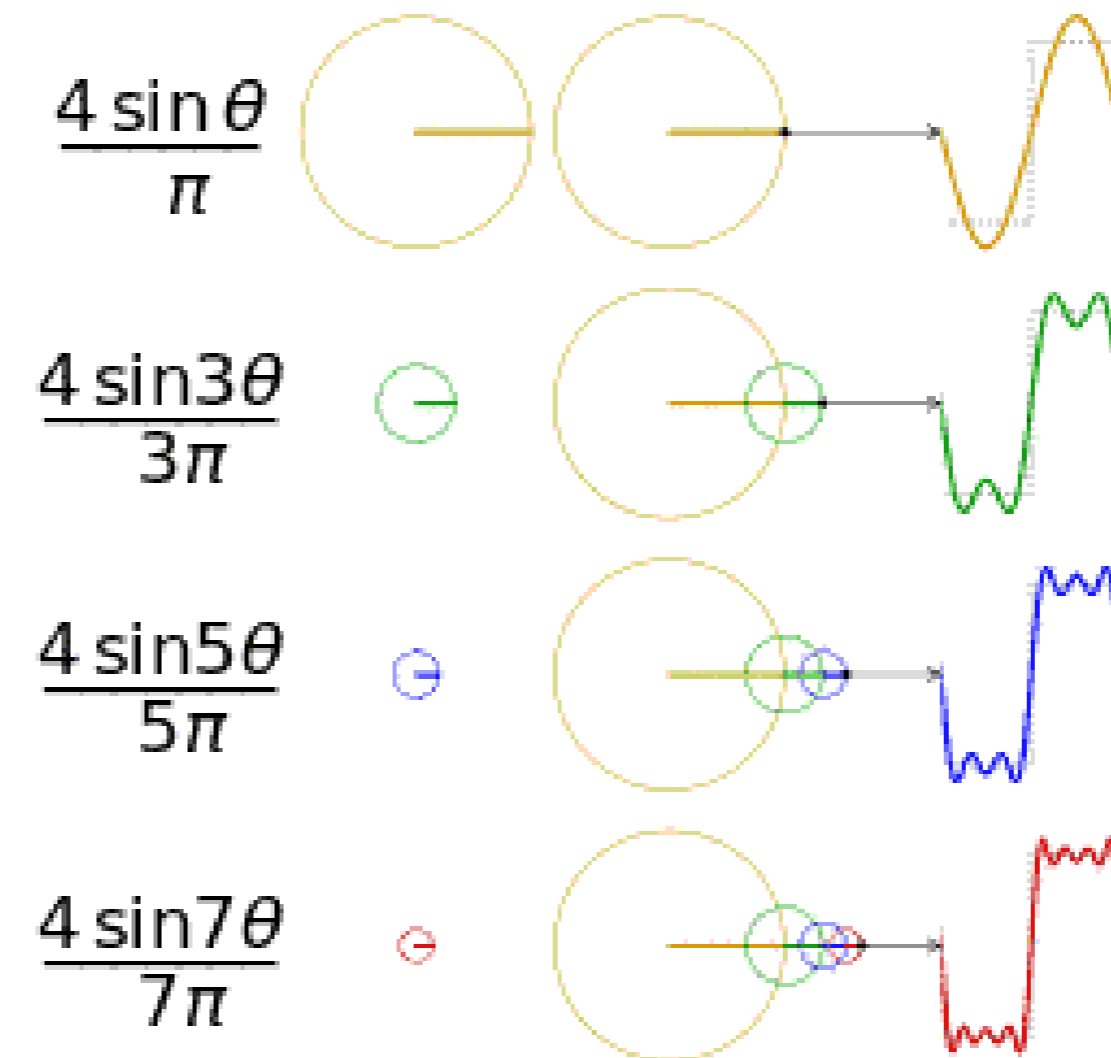
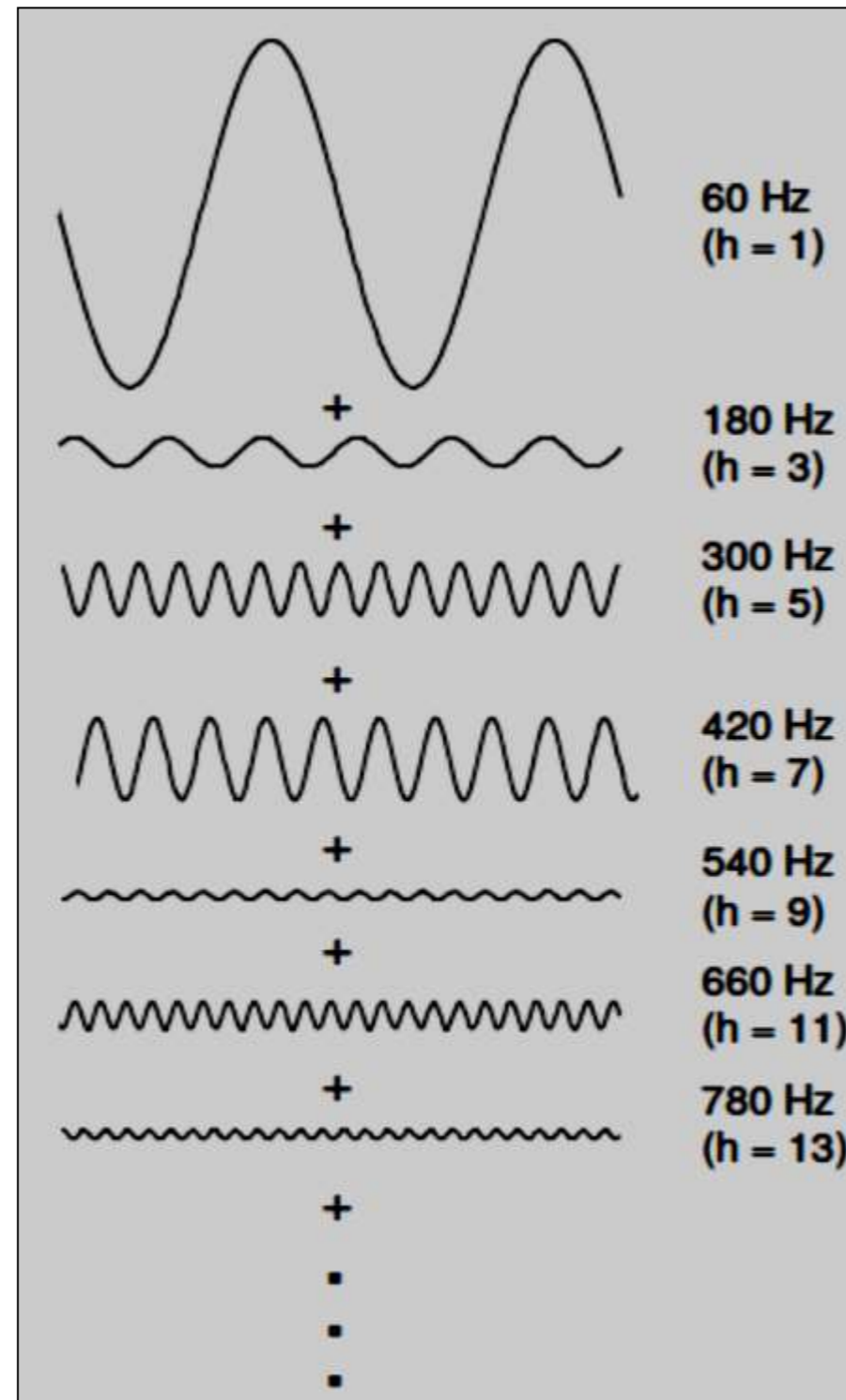
CATODO

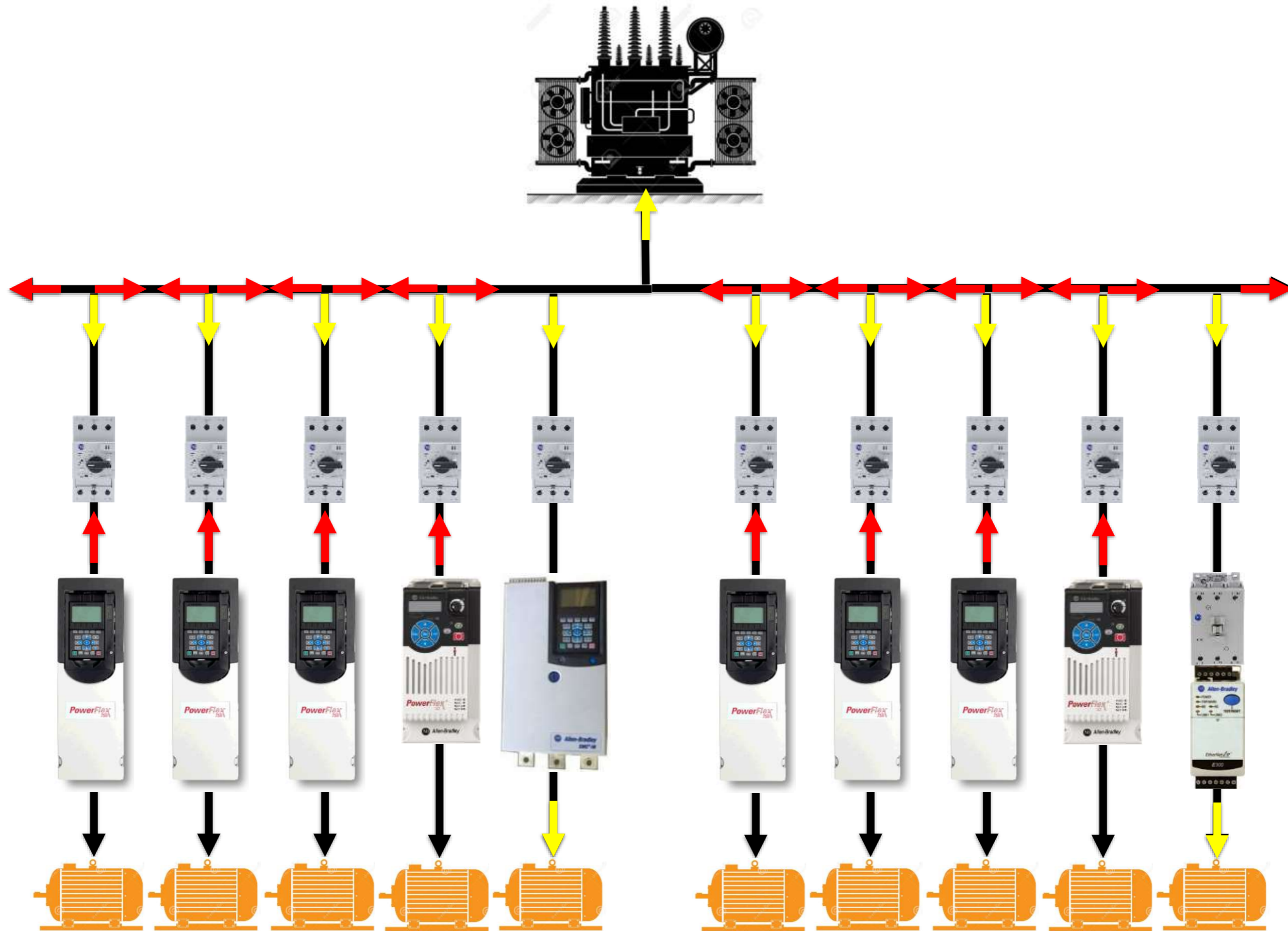
HAY UN MOMENTO O INSTANTE EN EL TIEMPO EN QUE EL DIODO SE SATURA Y DEJA DE RECTIFICAR O CONducir ENERGIA, INTEGRANDO CORRIENTES DE REGRESO.

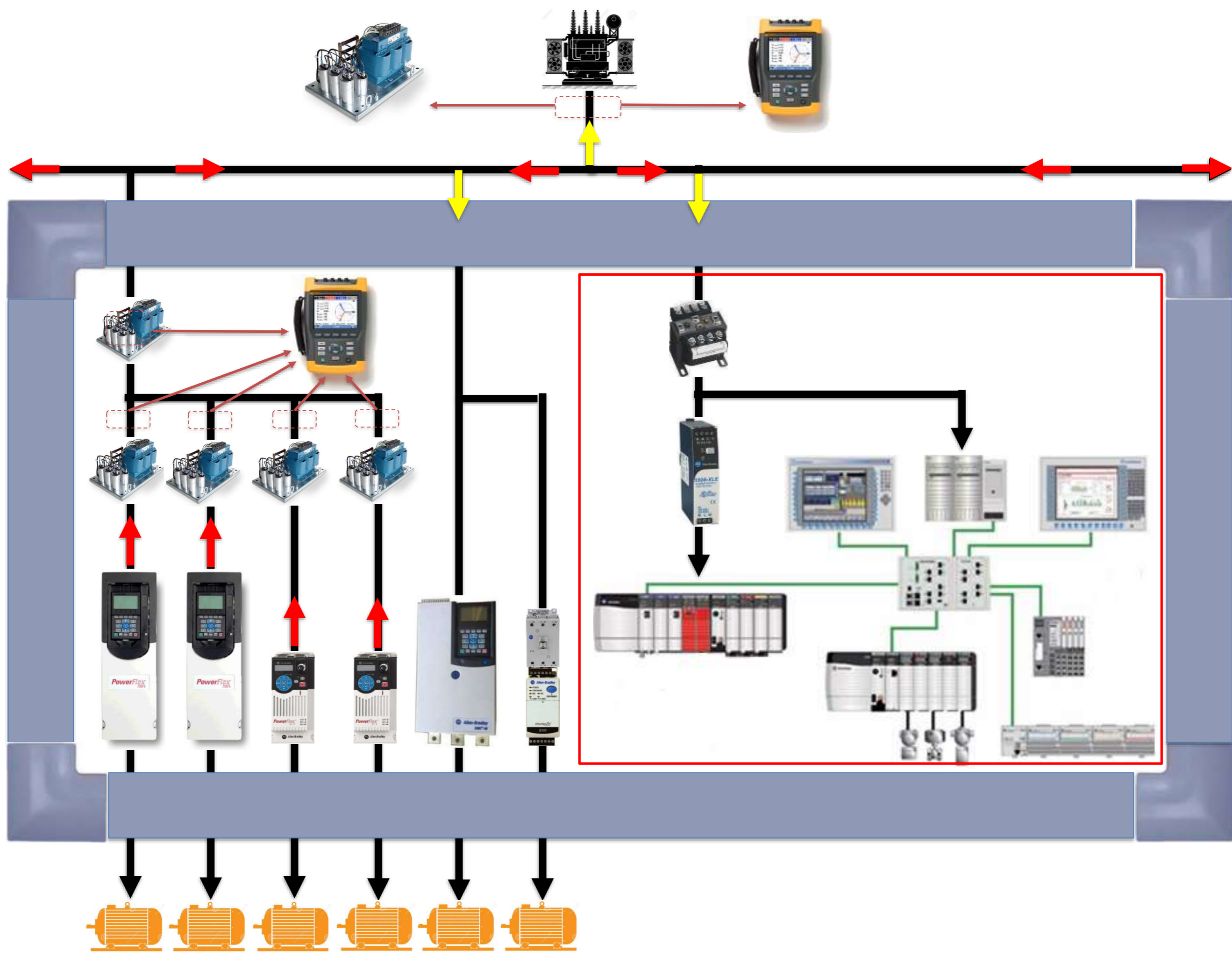
ES UN HECHO QUE LOS ARMONICOS DE CORRIENTE ESTAN PRESENTES EN TODOS LOS EQUIPOS ELECTRONICOS QUE TENGAN PUENTE RECTIFICADOR. NO SOLO EN LOS VARIADORES DE FRECUENCIA.



LOS ARMONICOS SON CORRIENTES PARASITAS QUE SE VAN SUMANDO A LA FUNDAMENTAL







ARRANQUE EN CARGA NO LINEAL

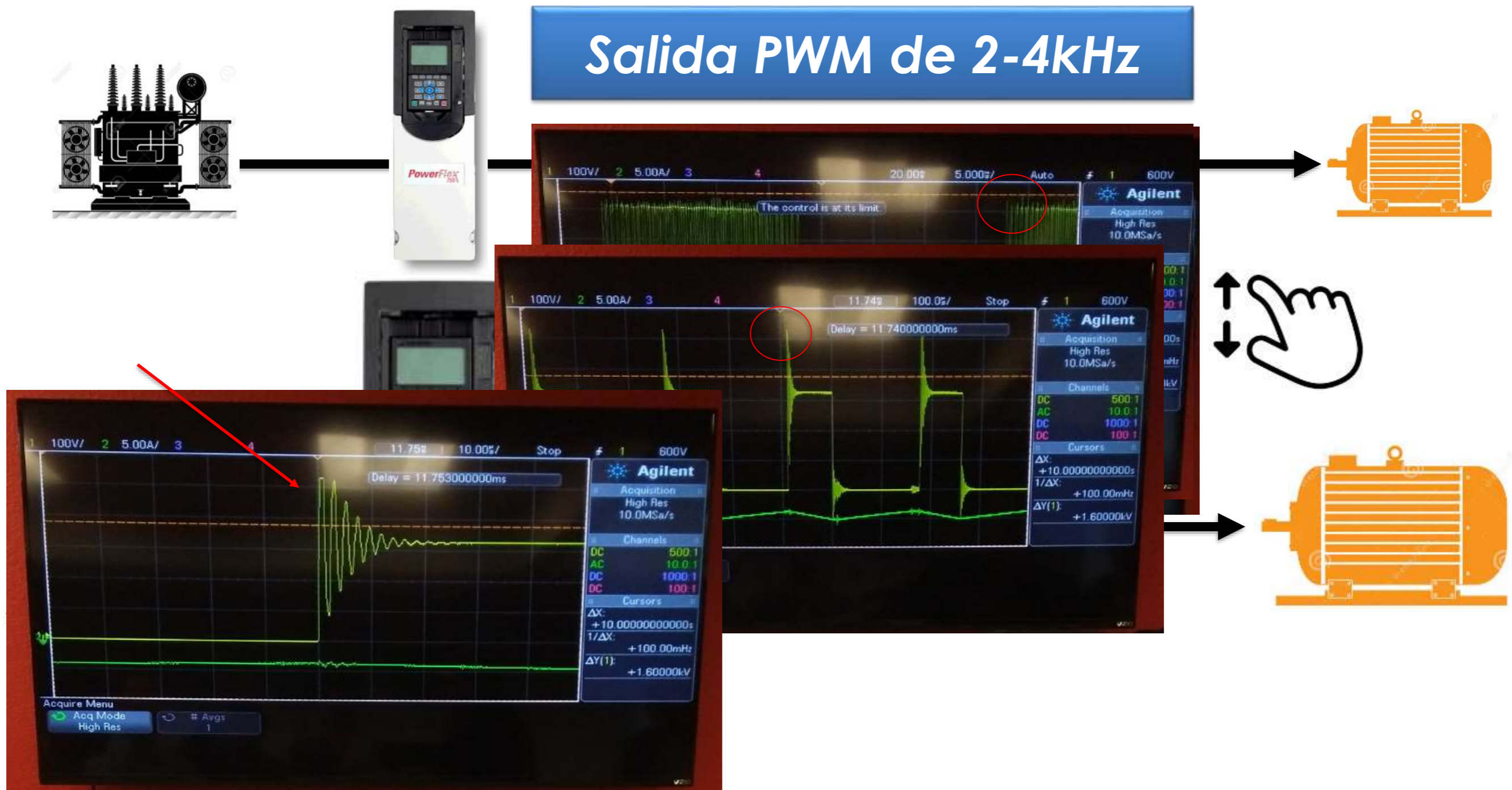


DRIVE CORRIENDO



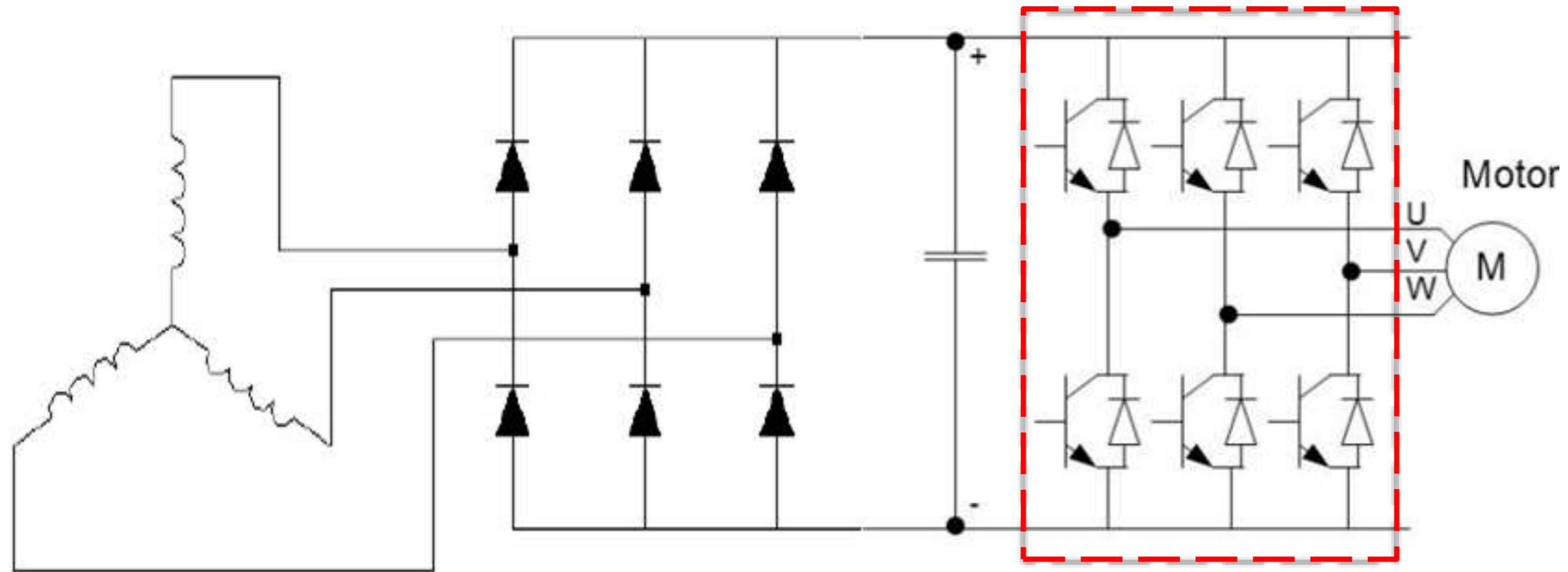
Mediciones en la línea de salida





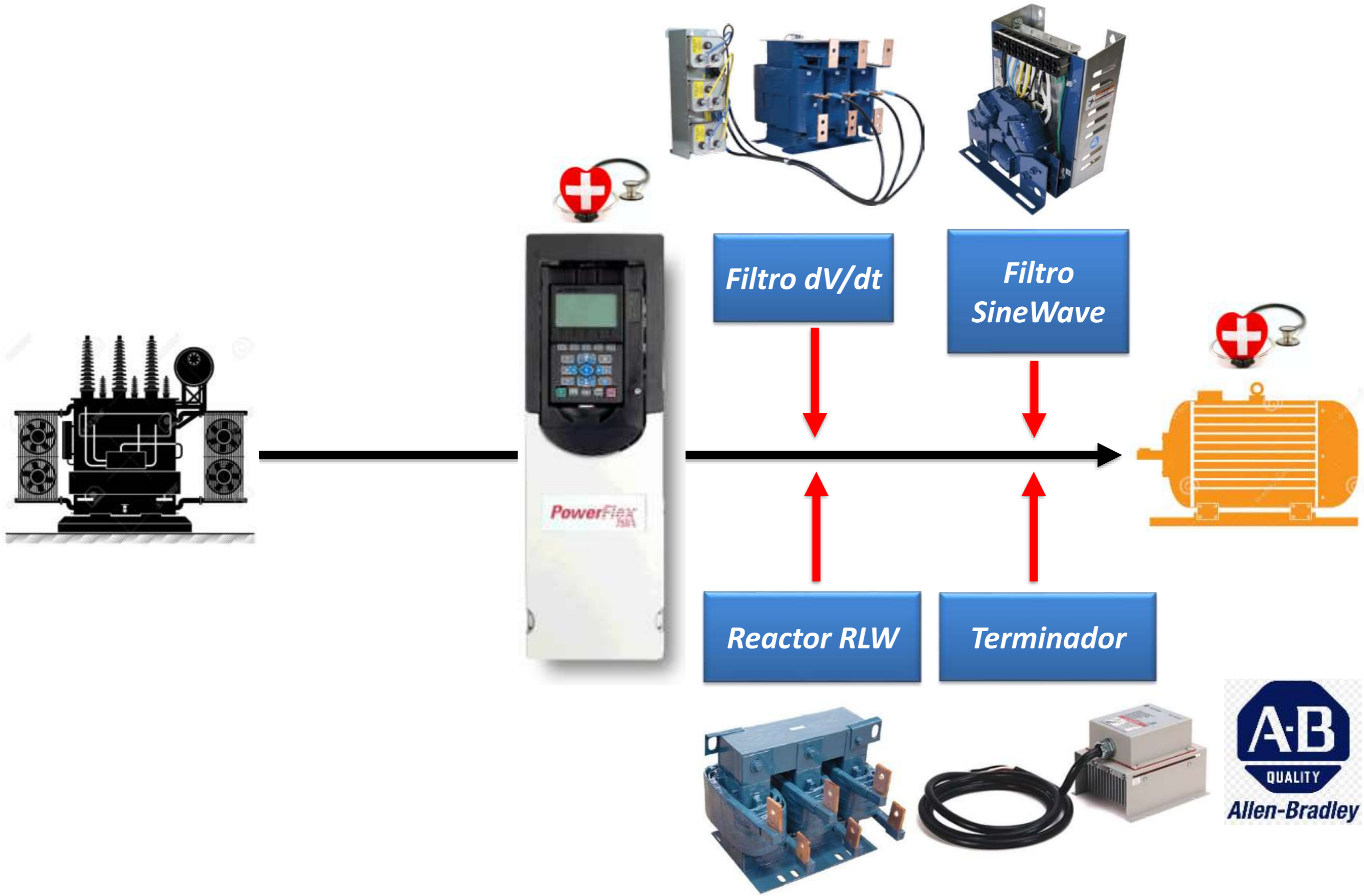
EL VARIADOR DE FRECUENCIA GENERA UN TREN DE PULSOS U ONDA CUADRADA ENVUELTA EN UNA ONDA SENOIDAL. ESTE TREN DE PULSOS GENERA UN EFECTO LLAMADO RUIDO DE MODO COMUN. ESTE EFECTO GENERA PICOS DE VOLTAJE DEBIDO A LA ALTA FRECUENCIA. ESTOS PICOS DE VOLTAJE DISMINUYEN LA VIDA UTIL DEL CABLE Y REDUCEN EL AISLAMIENTO DEL MOTOR. ESTE EFECTO SE CONVIERTE EN ONDA REFLEJADA O EFECTO CAPACITIVO, ESTO POR IMPEDANCIA DEBIDO A LA DISTANCIA DEL CONDUCTOR HACIA EL MOTOR.

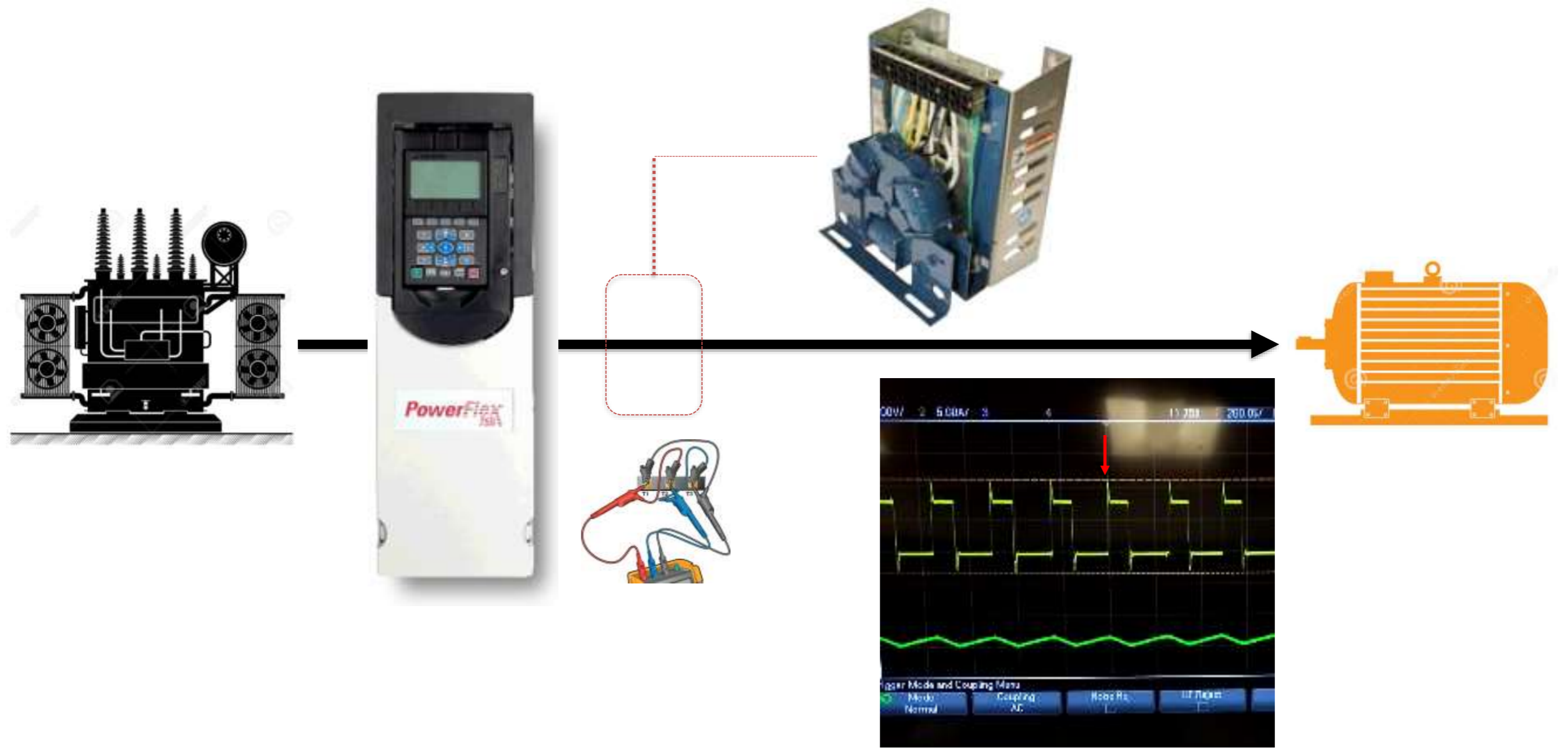
¿Armónicos, de voltaje?

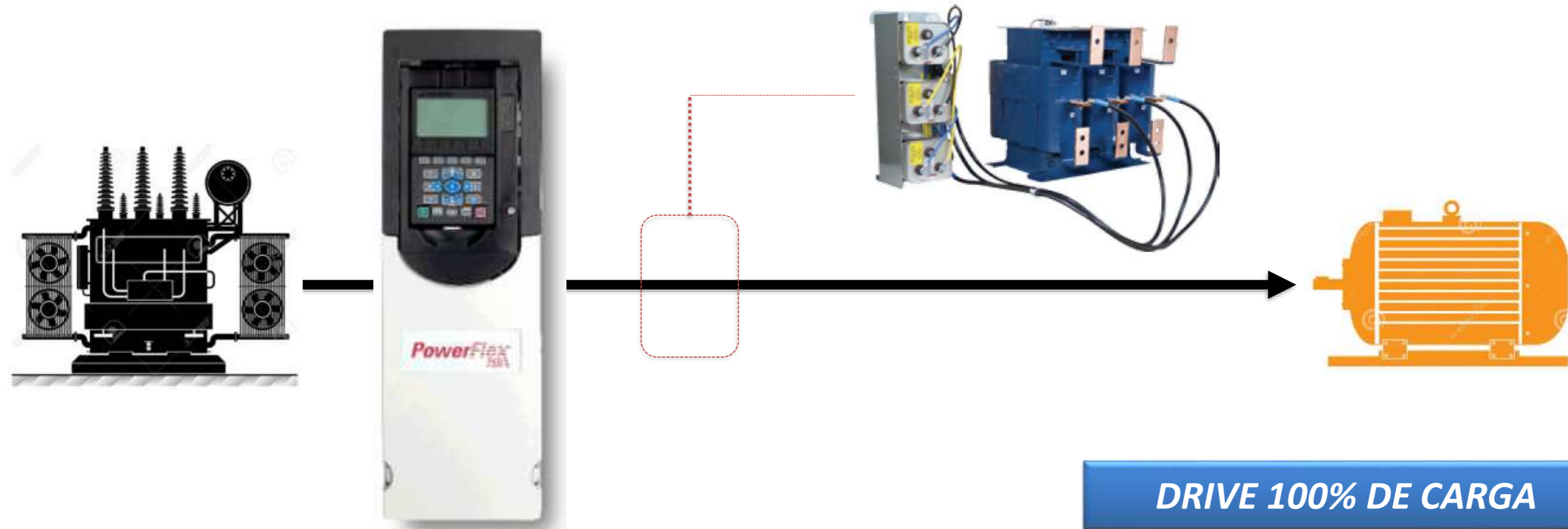


Los IGBTs participan en el Ruido de Modo Común

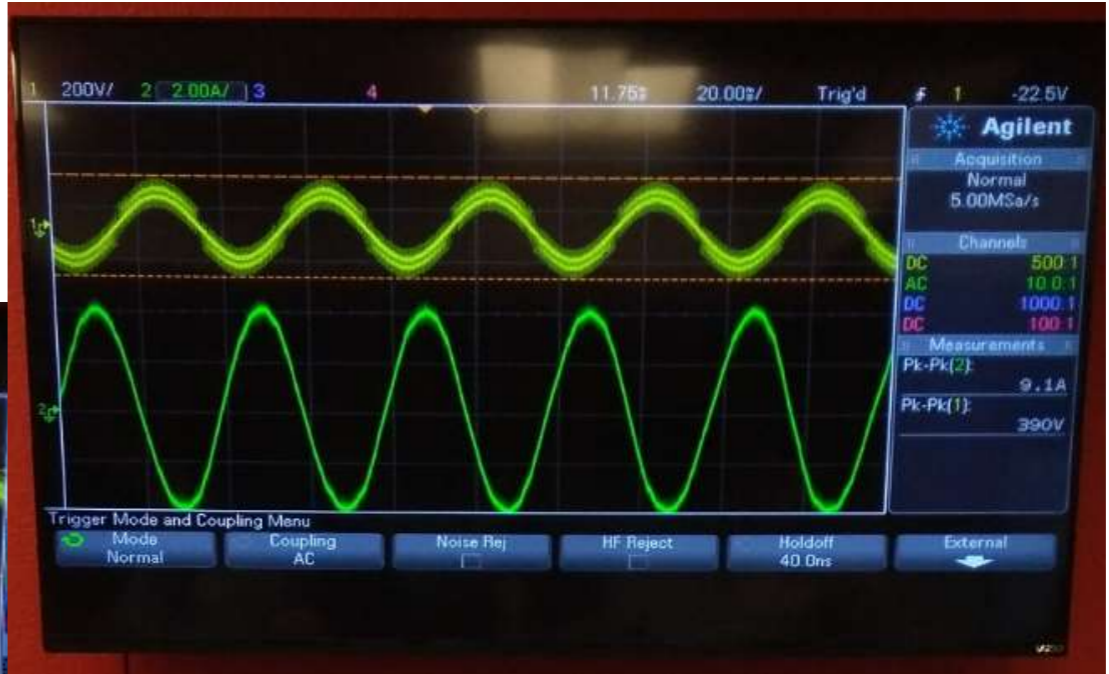
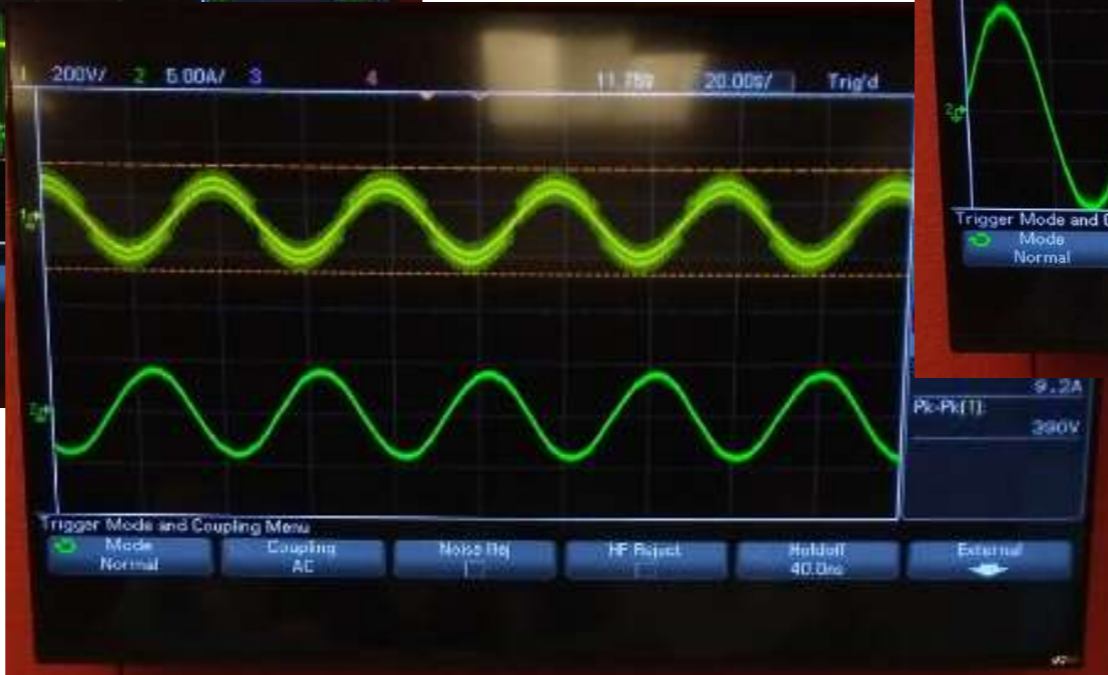
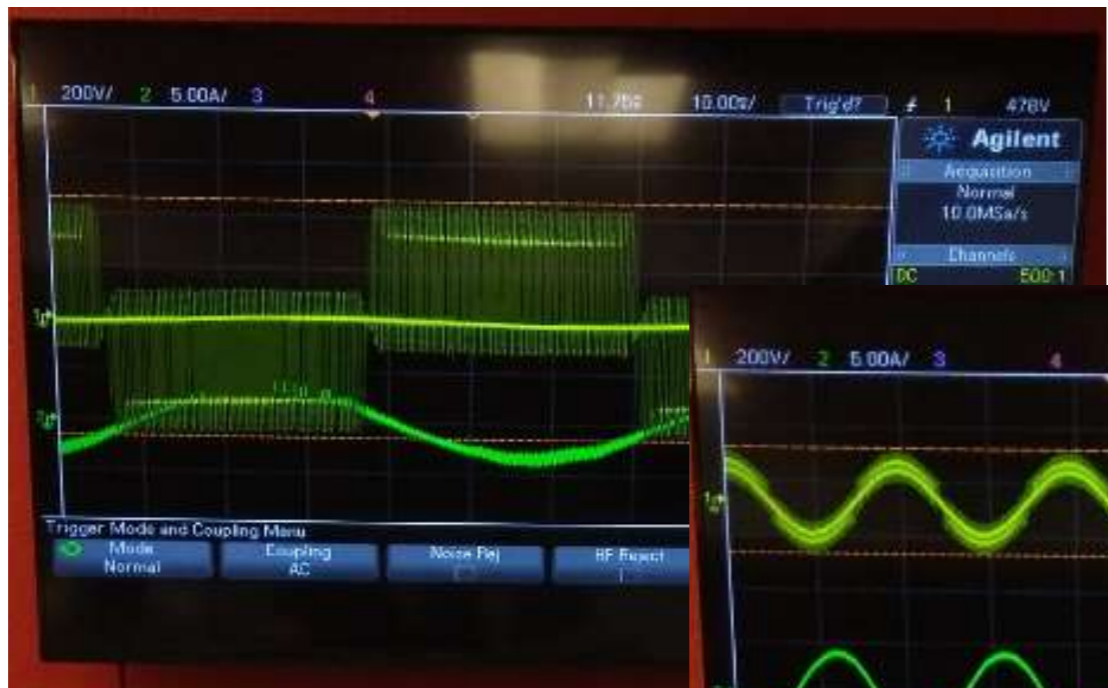
PROTECCION MODULAR





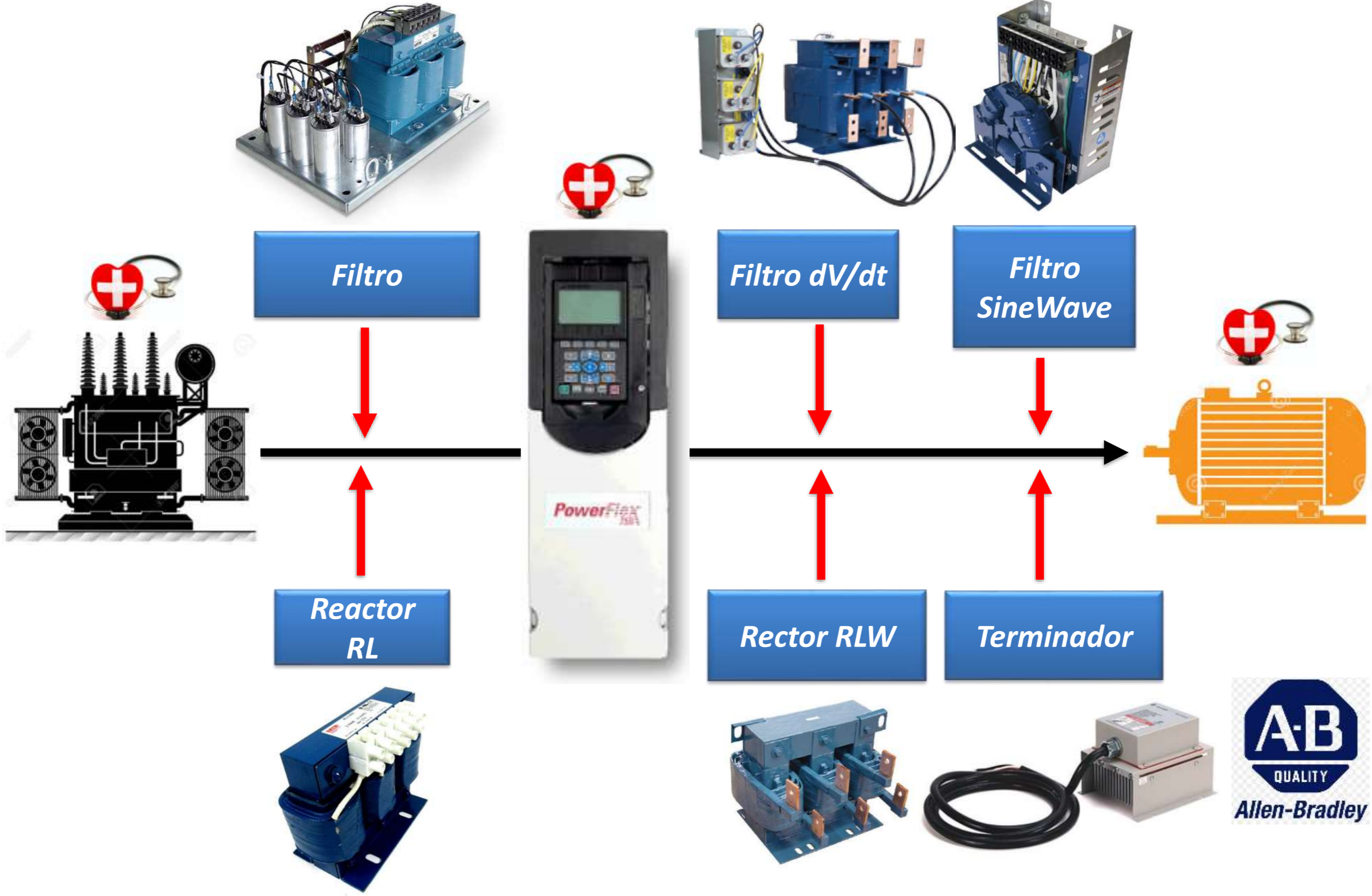


DRIVE 100% DE CARGA



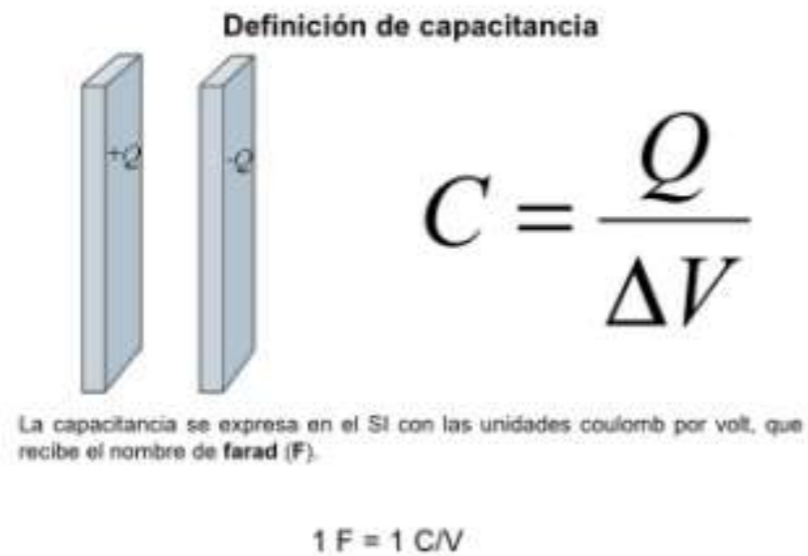
MODO DE CONTROL V/Hz

PROTECCION MODULAR



Capacitancia

La capacitancia es un elemento pasivo de dos terminales que almacena cargas eléctricas entre un par de placas separadas por un dieléctrico creando una diferencia de potencial entre las dos placas. Esa diferencia de potencial creada por la acumulación de las cargas tiene una relación directa con la energía almacenada por la capacitancia.



donde:

C = capacitancia, medida en farad=coulomb/volt . El farad o faradio es la unidad del S. I. para la capacitancia, y su símbolo es: F.

Q = carga eléctrica del conductor, medida en coulomb (C).

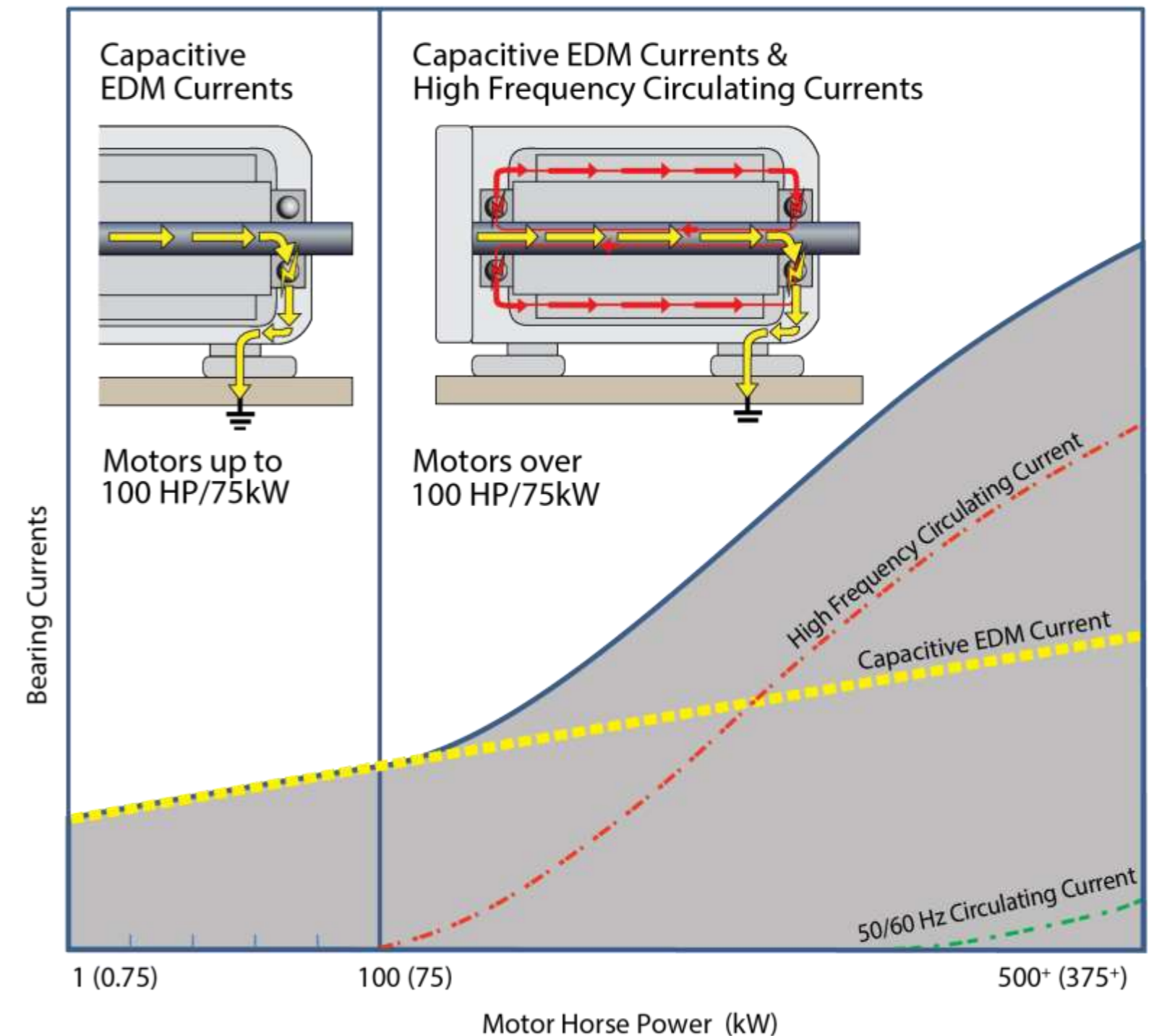
V = potencial eléctrico al que se encuentra el conductor, medido en volt (V).

Corrientes circulantes en baleros



- EDM capacitivo (Mecanizado de descarga eléctrica) Corriente (de VFD): Voltaje inducido capacitivo a partir de la forma de onda de conmutación de ancho de pulso producida por la unidad de frecuencia variable (VFD). Todos los motores
- Corriente circulante de alta frecuencia (de VFD): Las corrientes circulantes de alta frecuencia pueden fluir debido a un flujo de alta frecuencia producido por corrientes de modo común. Motores de más de 100 HP/75 kW

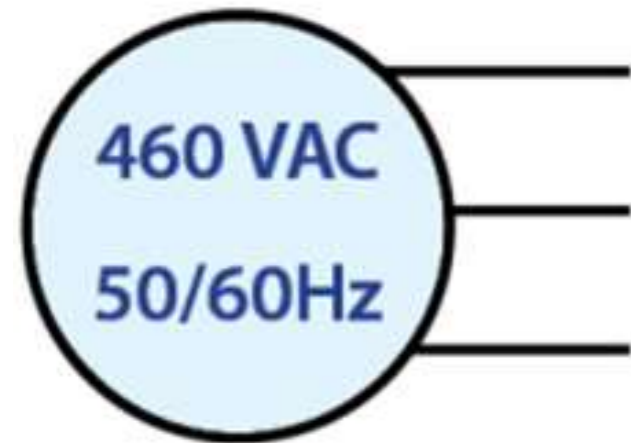
Total Qualitative Bearing Currents



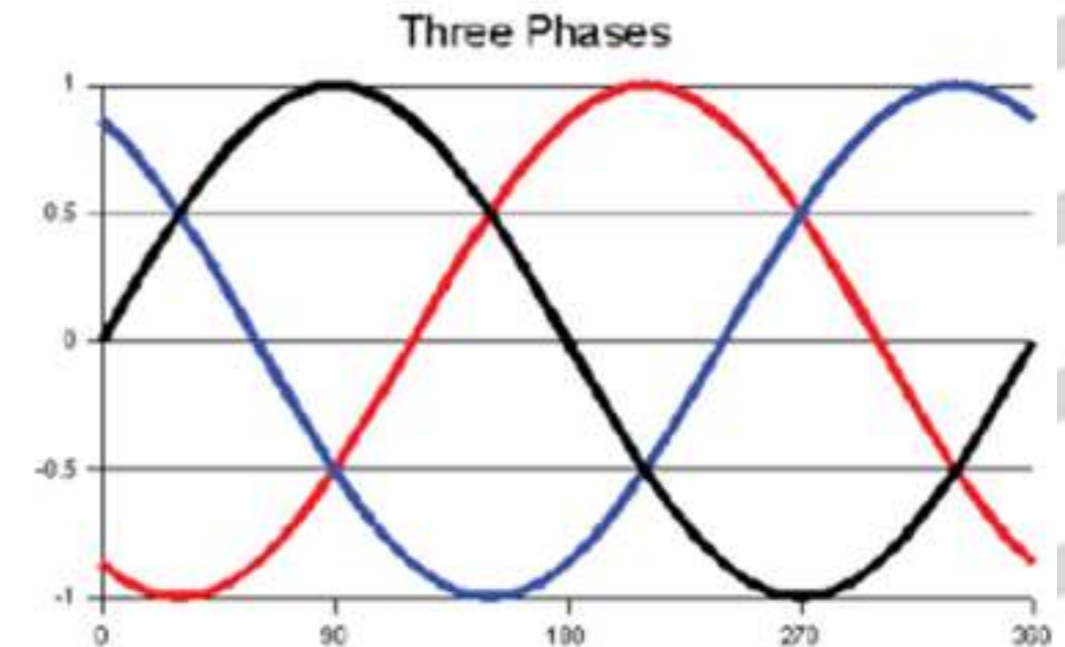
Tensión de línea – Voltaje de entrada equilibrado



Condición de voltaje equilibrado



=



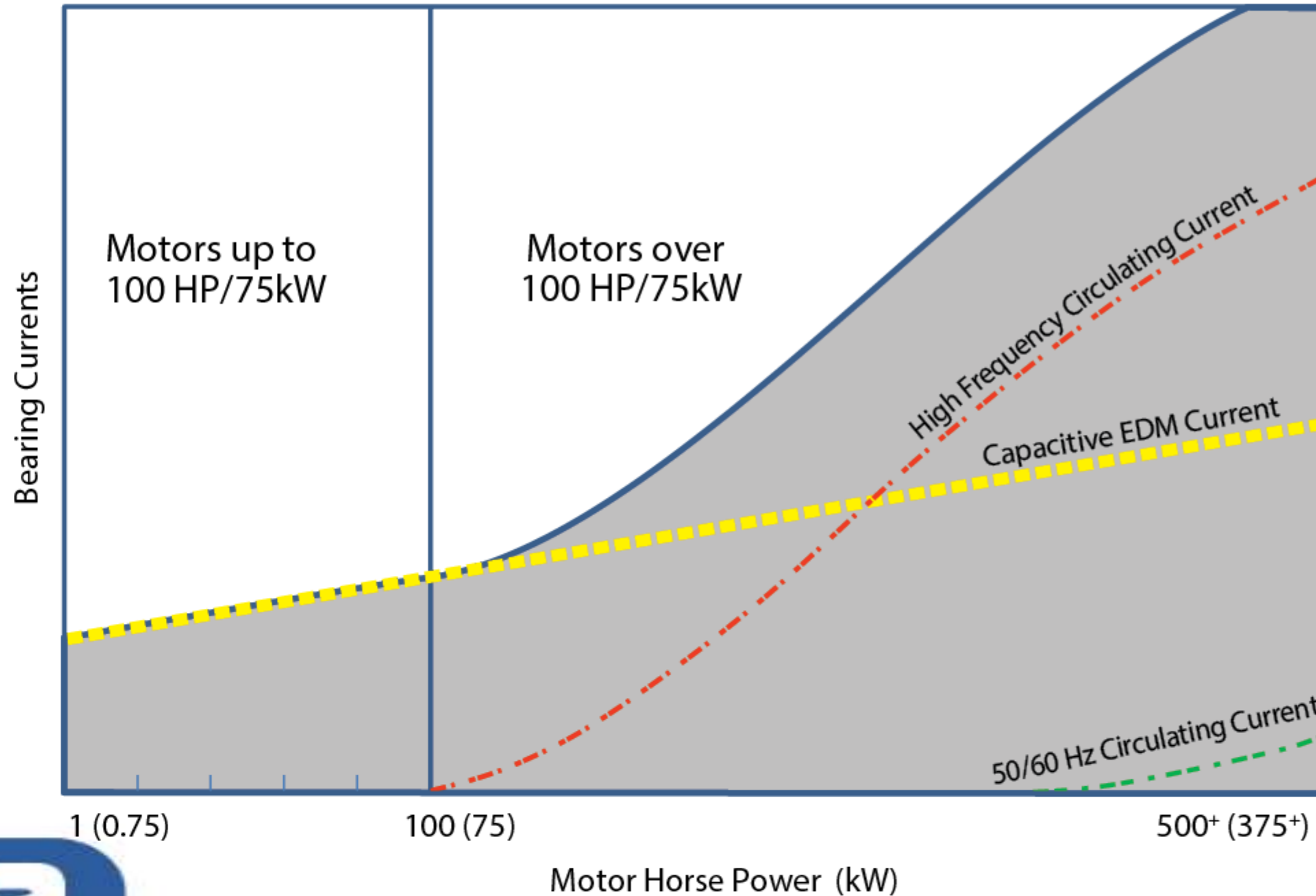
- Los motores de inducción eléctrica están diseñados para funcionar en potencia de onda sinusoidal de 3 fases, ya sea a 50Hz o 60Hz.
- La potencia de entrada se equilibra en frecuencia, fase (cambio de fase de 120 grados) y en amplitud.
- Voltaje de modo común - la suma de las 3 fases siempre es igual a cero voltios cuando se equilibra correctamente.
- Nota: La protección del rodamiento generalmente no es necesaria excepto para motores de bastidor grandes.



Corrientes capacitivas



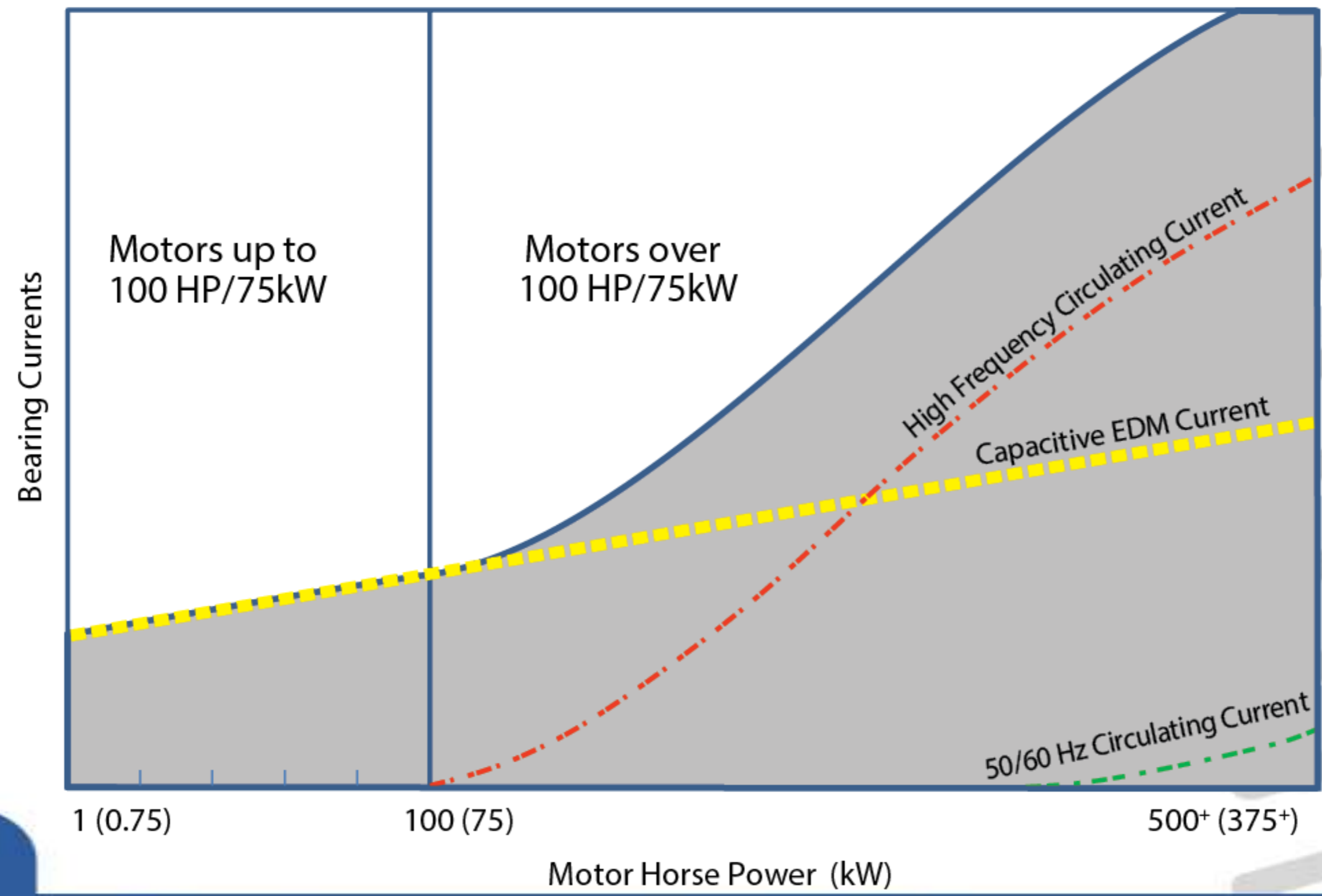
Total Qualitative Bearing Currents



Corrientes inductivas de alta frecuencia



Total Qualitative Bearing Currents



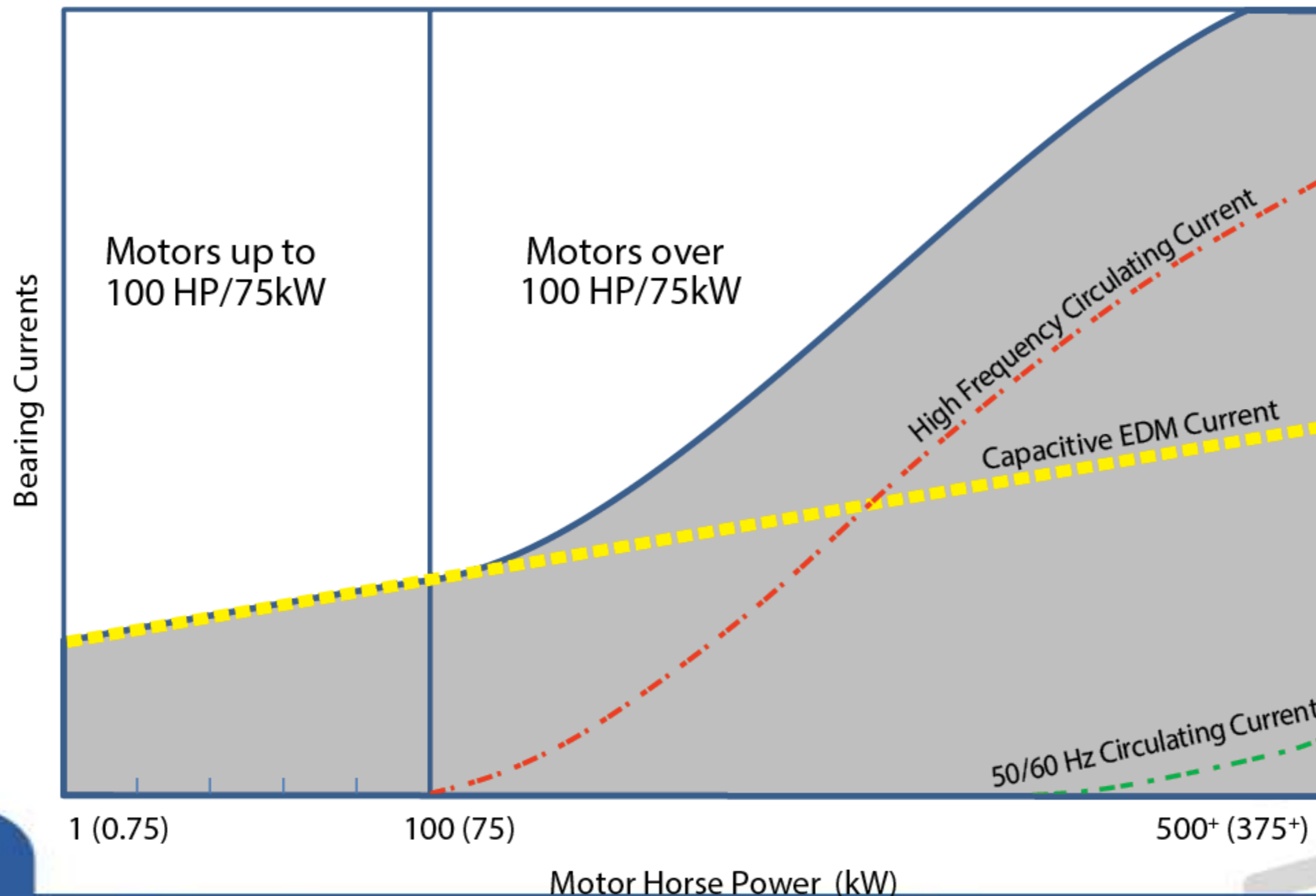
← HF Inductiva



Corrientes inductivas de baja frecuencia



Total Qualitative Bearing Currents



← LF Inductiva



Fallo en el rodamiento : un problema que vale la pena resolver

- Independientemente del tipo de daño por rodamiento o carrera que se produzca, la falla motora resultante a menudo cuesta muchos miles o incluso decenas de miles de dólares en tiempo de inactividad y pérdida de producción.
- Las tasas de error varían ampliamente dependiendo de muchos factores, pero la evidencia sugiere que una porción significativa de fallas ocurren sólo 3 a 12 meses después del inicio del sistema.
- Debido a que muchos de los motores de CA actuales tienen rodamientos sellados para mantener fuera la suciedad y otros contaminantes, los daños eléctricos se han convertido en la causa más común de fallo de rodamientos en motores de CA con VFD.



Resumen de mejores prácticas ® AEGIS



Motor Size	Up to 100HP		between 100HP and 500HP		Over 500HP	
Voltage	Low Voltage	Medium Voltage	Low Voltage	Medium Voltage	Low Voltage	Medium Voltage
AEGIS Ring	SGR	PRO	SGR	PRO	PRO	PRO
Bering Insulation	No	NDE	NDE	NDE	NDE	NDE
Collodial Silver	Recommended	Required	Required	Required	Required	Required
HF Grounding Straps	Required	Required	Required	Required	Required	Required



Anillos de puesta a tierra de ejes ® AEGIS



Cómo instalar anillos de puesta a tierra de ejes [®] AEGIS



- Anillos uKIT sólidos o divididos retrofit en motores existentes y de repuesto.
- Pida a sus talleres de reparación de motores que instalen anillos [®] AEGIS interna o externamente.
- Compre motores nuevos con AEGIS[®] ya instalado en fábrica.



Opciones de montaje en anillos ® AEGIS



Sujeción



A través de Tornillo



Epoxi conductora



Ajuste de prensa



Accionamientos de frecuencia variable y daños en los rodamientos eléctricos



- Las corrientes de rodamientos en motores operados por variadores de frecuencia (VFD) pueden causar fallas prematuras o catastróficas.
- Pulsos de alta energía con tiempos de subida extremadamente rápidos (dv/dt) de descarga en los rodamientos del motor.
- Causar daños en el mecanizado de descarga eléctrica (EDM) en la carrera y los elementos rodantes.
- Los motores necesitan protección de rodamientos - anillos de puesta a tierra de eje AEGIS[®] - instalados en el motor.
- Los equipos conectados y las cajas de cambios necesitan protección



Gracias