

Los Reguladores de Potencia y la Distorsión Armónica en las redes eléctricas. Como solucionarlo.

Desde el punto de vista de la aplicación en el control de temperatura.

Introducción.

A medida que la electrónica de potencia se ha introducido más en el campo industrial gracias a sus particulares ventajas, también se introducen nuevos y determinados problemas asociados que es imperioso resolver, dado que repercuten severamente en las redes, equipamientos y sistemas electrónicos que conviven en una instalación industrial, tales como lazos de control, sistemas computacionales, transmisión de datos analógicos y digitales, etc.

Desde hace años las compañías generadoras y de distribución de energía eléctrica se han preocupado por la sobrecarga de sus líneas con energías inútiles, provenientes de la proliferación de cargas inductivas (motores, transformadores, contactores, iluminación fluorescente y de yodo, etc.). Hoy por hoy ya prácticamente no hay industria que no tenga un factor de potencia cercano a la unidad o superior al 90%, lo cual garantiza para la Compañía una utilización óptima de su sistema de distribución. Cabe hacer notar que esta mejoría no significa necesariamente un beneficio más allá de evitar la sanción económica para el consumidor, puesto que muchas veces el banco de condensadores se instala en el tablero general de distribución o en la red de alta tensión.

Las fuentes de distorsión.

Junto con las ventajas que trae consigo la utilización de diversos equipos electrónicos modernos, aparece también un nuevo problema tanto o más grave que el ya comentado factor de potencia. Se trata de la distorsión armónica producida por las denominadas cargas no lineales, tal como los reguladores de potencia por ángulo de fase. Otras fuentes de este tipo son los variadores de frecuencia, rectificadores, reactancias saturables, soldadoras, cargadores de baterías, partidores suaves, entre otros. Los equipos tales como hornos microonda, televisores, computadoras, equipos robotizados, motores de inducción trabajando sobrecargados y otros, contribuyen también a acrecentar dicho fenómeno.

Otra fuente generadora de armónicas son curiosamente muchos filtros eléctricos y electrónicos contra disturbios eléctricos, puesto que sus componentes inductivos se comportan como impedancias variables en función de la frecuencia. Si son alimentados por tensiones sinusoidales filtran bien; pero en un ambiente industrial ello prácticamente no es posible, y por lo tanto existe el riesgo que pueden aumentar bajo determinadas circunstancias, el denominado TDH (total distortion harmonics) (Nota 1).

Dicho fenómeno, denominado de distorsión armónica, es tanto o más grave que un bajo factor de potencia. Un bajo coseno ϕ produce pérdidas en las líneas eléctricas, pero no quema a un motor o un transformador.

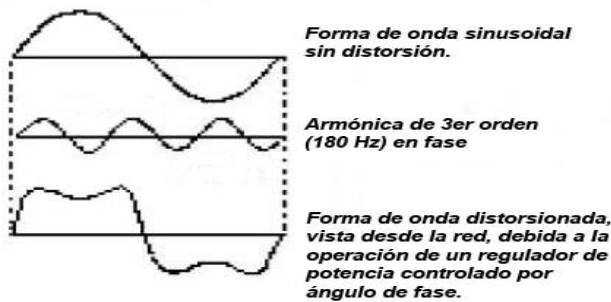
Cargas no lineales.

Una carga no lineal es aquella en la cual su impedancia es variable y depende del voltaje aplicado. A pesar de ser alimentadas con una tensión sinusoidal, absorben una corriente no sinusoidal y no proporcional a la tensión, y actúan como inyector de armónicas en la

red. Pueden generar disturbios en los contadores de energía de la compañía de electricidad y se puede aparecer consumiendo más potencia que la realmente usada.

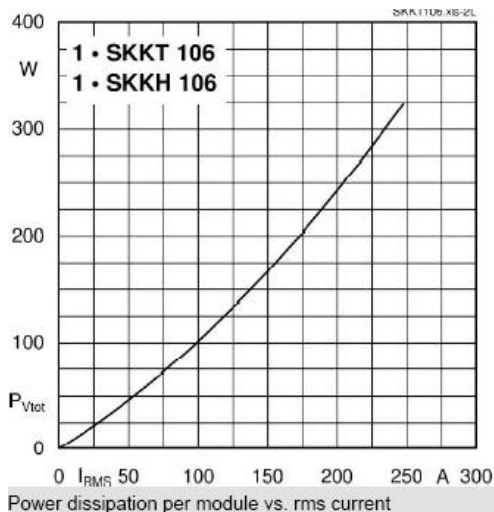
Las armónicas.

Son tensiones y corrientes cuya forma de onda no es sinusoidal como lo es una tensión normal de 50 o 60 ciclos. Una tensión de 50 ciclos que se encuentra deformada se descompone en diversas tensiones no sinusoidales cuya suma algebraica equivale a la de 50 ciclos o fundamental.



Los reguladores de potencia.

Antiguamente, cuando necesitábamos variar la velocidad de un motor de continua por ejemplo, insertábamos una resistencia variable o reóstato, entre el rectificador y la armadura del motor. La resistencia se calentaba naturalmente por efecto Joule generando pérdidas en forma de calor. Claro está que no producían distorsión en la red, pero se usaba energía sin ningún efecto motriz, pudiendo alcanzar dichas pérdidas potencias de varios miles de watts. Cuando aparecieron los rectificadores controlados de silicio (SCR's) o tiristores, simplemente la tensión que absorbían las resistencias pasó simplemente a eliminarse y las pérdidas se redujeron a unos pocas decenas o cientos de watts.



Tal como se observa en la figura, las pérdidas que se producen en un módulo o par de tiristores en antiparalelo, van desde unos 50 hasta unos 325 watts, para corrientes de entre 50 y 250 amperes eficaces.

Para un regulador de potencia trifásico, con un módulo por fase, representa una pérdida total de hasta 975 watts, fácilmente disipables mediante un disipador y un pequeño ventilador axial.

Las ventajas de los tiristores y dispositivos de estado sólido de potencia en general son notables, sin embargo, traen también asociado problemas de distorsión armónica, porque sus aplicaciones generalmente constituyen cargas no lineales y pueden producir disturbios de corriente tan altas como un 80%. Es el caso que nos importa en esta ocasión, cual es la regulación de potencia.

¿Qué hacer entonces?

Afortunadamente existe una forma, que en la mayoría de los casos es válida. La distorsión armónica producida por un equipo a tiristores proviene del control del voltaje aplicado a una carga mediante el recorte de la tensión senoidal de la línea de alimentación, cuando la senoide deja de serlo convirtiéndose en un segmento o un trozo de la misma.

Puesto que la distorsión armónica es cero cuando el control de potencia tiristorizado conduce el ciclo completo de la onda de alterna de 50 ciclos (sin recortes), se colige que podemos evitar la distorsión mediante la aplicación del 100% de los ciclos de voltaje. Pero, ¿cómo conseguir variar la potencia aplicada a una carga si le entregamos todo el voltaje disponible en la red? La respuesta es simple: cambiando la forma de regular la potencia mediante recortes de la forma de onda por un método de potencia media con trenes de pulsos de ondas sinusoidales de voltaje. Una gracia de este método es que muchas veces se puede reutilizar la etapa de potencia (tiristores), que operaba por ángulo de fase, pues solo se cambia el modo de control sobre ellos, o más concretamente, cambiando solo la tarjeta de comando o disparo de los SCR's.

El regulador de potencia por trenes de pulsos.

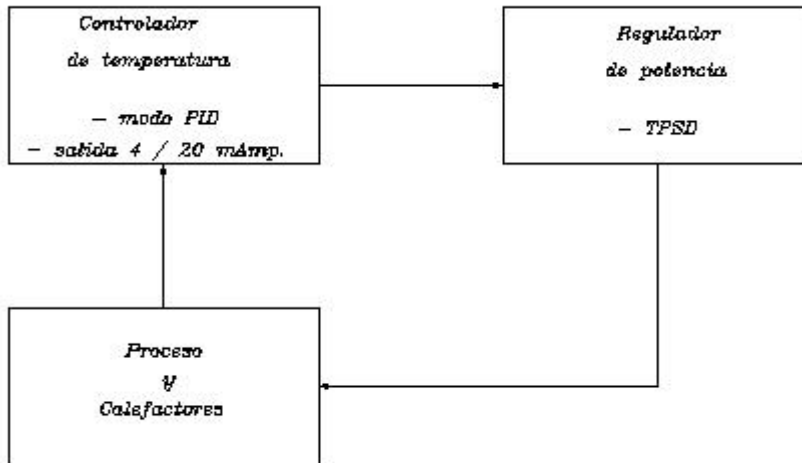
Hay tres variantes en este capítulo. Control en modo on – off , en modo proporcional y según demanda. En cualquiera de ellos se le entrega al conjunto calefactor que representa la carga, ciclos completos de tensión sinusoidal, de acuerdo a la señal de control de entrada, sea que provenga de un contacto de relé, de un potenciómetro o de una señal de 4 – 20 miliamperes, 0 – 5 volts u otra.

En el modo on – off como es sabido, tendremos fuertes oscilaciones de la temperatura en nuestro proceso debidas a la inercia térmica del sistema que estemos controlando, pues la conmutación se efectúa por comparación entre los valores de temperatura deseada y real. En el modo proporcional los scr's son conmutados según una base de tiempo fija y de acuerdo al error del lazo de control (diferencia entre el set point y el valor de proceso). Si la base de tiempo es de 1 segundo y la salida requerida es de un 40%, los tiristores conducirán por 400 milisegundos (20 ciclos para la red de 50 Hz) y permanecerán bloqueados por 600 milisegundos (30 ciclos).

En el modo de transferencia de potencia según a la demanda (TPSD), la base de tiempo es variable y se ajusta automáticamente en función del error, lográndose con esto un control mucho más preciso. Por ejemplo, en el caso anterior en el que la demanda de potencia era del 40%, la base de tiempo será de 8 ciclos conduciendo y 12 ciclos no conduciendo. Mientras más corto sea el período de conexión desconexión, mayor será la precisión de la variable controlada. Otra ventaja notable del sistema TPSD, es que alarga la vida de los calefactores puesto que no los somete a estrés por largos períodos de conexión como en el caso de los modos on – off y proporcional.

Finalmente, para no llevar a confusión entre la terminología utilizada para el control de potencia, es oportuno mencionar que la unidad encargada de monitorear la evolución del proceso y determinar si este debe calentar o enfriar, es el controlador de

temperatura. Este instrumento, generalmente programado en modo PID, cuenta con una salida de control por contacto de relé, por corriente (0-20 o 4-20 mA) o por voltaje (0-5, 0-10 volt), entre otras; dicha señal es conectada a la tarjeta de control del regulador de potencia, y esta última es la que comanda a los tiristores siguiendo la pauta definida en el diseño de su tarjeta de disparo.



Ing. Jorge Herrera Druvi
Hornos Industriales / www.hornosindustriales.cl

(Nota 1) Para una completa información a cerca de las armónicas, recomiendo leer el trabajo del Ing. Ernesto Noriega Stefanova: <http://www.monografias.com/trabajos21/armonicos/armonicos.shtml>