

INTERPRETACION Y APLICACIÓN DEL ESTANDAR IEEE-519

Antecedentes

En 1981, el Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) elaboró el estándar IEEE-519 titulado “Prácticas Recomendadas y Requerimientos para control de armónicas en sistemas de potencia”. El documento establece los niveles de distorsión de voltaje aceptables en sistemas de distribución al mismo tiempo que establece límites en la distorsión armónica de corriente que los usuarios pueden “inyectar” al sistema.

En este artículo se presenta una explicación simplificada sobre la aplicación de este estándar desde el punto de vista del usuario industrial.

Introducción

El uso de cargas no lineales, tales como convertidores estáticos, dispositivos magnéticos saturados y hornos de arco se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Los convertidores estáticos son las cargas no lineales más utilizadas en la industria en donde se utilizan para una gran variedad de aplicaciones, tales como fuentes de poder para procesos electroquímicos, variadores de velocidad y fuentes ininterumpibles de poder (UPS)

Las cargas no lineales demandan una corriente no senoidal, cuyo paso por la impedancia del sistema provoca una caída de voltaje no senoidal, lo cual se traduce en una distorsión de voltaje en terminales de la carga. Una alta distorsión de corriente provoca calentamiento excesivo en conductores y transformadores así como interferencia en equipo de comunicación mientras que la distorsión de voltaje provoca una operación incorrecta de equipo sensible (computadoras, microcontroladores)

Cuando se utiliza compensación de reactivos mediante bancos de capacitores en instalaciones con un gran contenido de cargas no lineales, se pueden presentar condiciones de resonancia las cuales pueden traducirse en niveles altos de distorsión en voltaje y corriente .

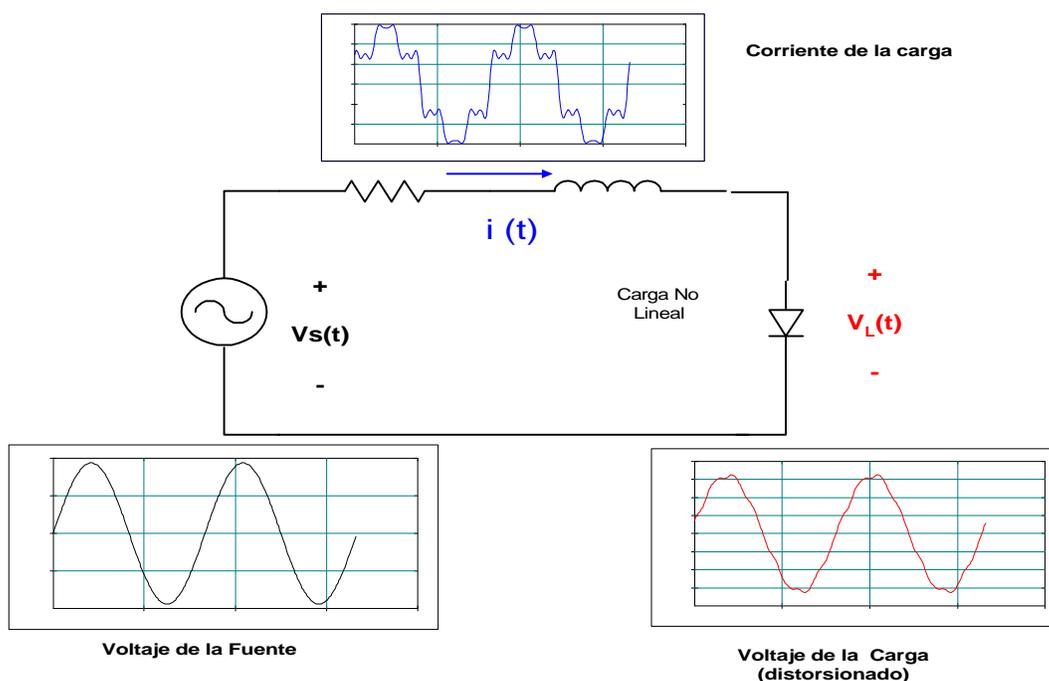


Figura 1. Distorsión de voltaje provocada por la carga no lineal

Máximos niveles de distorsión de acuerdo al estándar IEEE-519

El estándar IEEE-519 establece límites para los niveles de distorsión de voltaje para las compañías suministradoras de energía. Estos límites están en función del nivel de voltaje de suministro tal y como lo muestra la Tabla 1

Tabla 1. Niveles de distorsión de voltaje permisibles.

Voltaje	Armónicas Individuales (%)	THD(%)
$V < 69 \text{ kV}$	3.0	5.0
$69 < V < 161 \text{ kV}$	1.5	2.5
$V > 161 \text{ kV}$	1.0	1.5

El estándar también establece límites para los niveles de distorsión de corriente que puede ser "inyectada" por parte de los usuarios. Estos límites se establecen para cada una de las armónicas individuales así como para la distorsión de demanda total (TDD) y están en función del nivel de corto circuito (MVA_{cc}) en el punto de suministro (punto de acoplamiento común) y del valor RMS de la corriente fundamental correspondiente a la demanda máxima promedio de los últimos doce meses (I_L)

Los límites de distorsión para la corriente se presentan en la Tabla 2

Tabla 2. Límites para los niveles de distorsión de corriente

I_{cc}/I_L	TDD _h (%) ($h < 11$)	TDD _h (%) ($11 \leq h < 17$)	TDD _h (%) ($17 \leq h < 23$)	TDD _h (%) ($23 \leq h < 35$)	TDD _h (%) ($35 \leq h$)	TDD(%)
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20 a 50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50 a 100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100 a 1000	12	5.5	5	2	1	15
> 1000	15	7	6	2.5	1.4	20

Donde:

$$I_{cc}(kA) = \frac{MVA_{cc}}{\sqrt{3}[kV_{LL}]}$$

$$TDD_h(\%) = 100 \left[\frac{I_h}{I_L} \right] \quad TDD(\%) = 100 \left[\frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h=h_{max}} I_h^2}}{I_L} \right]$$

Caso de Estudio

La figura 3 muestra el diagrama unifilar de una planta industrial alimentada por una línea de distribución. El nivel de corto circuito reportado por la compañía suministradora es de 200 MVA en 13.8 kV

Mediante un equipo analizador de armónicas conectado en el lado de baja tensión se detectaron 100 A de quinta armónica y 50 A de séptima armónica, los cuales al ser reflejados al lado de alta tensión equivalen a 3.5 y 1.7 A respectivamente.

A partir de información histórica se determinó el valor de la corriente correspondiente a la demanda máxima de los últimos doce meses ($I_L = 1000$ A), lo cual equivale a 34.8 A en el lado de media tensión

Para la revisión del estándar es importante definir de manera correcta el punto de acoplamiento común (PCC). Este punto debe ser en este caso el marcado en el diagrama unifilar como PCC-1, que es donde la compañía suministradora alimenta a otros usuarios.

Análisis en media tensión (PCC-1)

El nivel de corto circuito reportado (200 MVA) equivale a una corriente de corto circuito de 8.4 kA, lo cual resulta en una relación ($I_{CC}/I_L = 241.5$). De acuerdo al estándar, para las armónicas 5 y 7 el valor máximo permisible es de 4.18 A, por lo que si se cumple con el estándar.

Análisis en baja tensión (PCC-2)

El nivel de corto circuito en el lado de baja tensión es igual a 15.4 MVA, lo cual equivale a una corriente de corto circuito de 18.5 kA, lo cual resulta en una relación ($I_{CC}/I_L = 18.5$). De acuerdo al estándar, para las armónicas 5 y 7 el valor máximo permisible es de 4 A, por lo que si se considera PCC-2 como el punto de acoplamiento común se excedería el límite

Notése como la elección incorrecta de el punto de acoplamiento común (PCC-2) da como resultado límites más reducidos para las armónicas, lo cual en ocasiones provoca que estos estén fuera del rango marcado por el estándar IEEE-519.

Conclusiones

El Estándar IEEE-519 proporciona recomendaciones para mantener los niveles de distorsión dentro de límites aceptables en sistemas eléctricos de potencia.

El mantener los niveles de distorsión de voltaje dentro de ciertos límites es responsabilidad tanto de la compañía suministradora de energía eléctrica como de los usuarios.

Es muy importante el definir de manera correcta el punto de acoplamiento común. Este punto debe ser donde los demás usuarios se conectan al sistema de distribución de la compañía suministradora de energía eléctrica.

lcc/IL	<11	11<=h<17	17<=h<23	23<=h<35	35<=h	TDD
<20	4	2	1.5	0.6	0.3	5
20 a 50	7	3.5	2.5	1	0.5	8
50 a 100	10	4.5	4	1.5	0.7	12
100 a 1000	12	5.5	5	2	1	15
> 1000	15	7	6	2.5	1.4	20