

Capacitores Clases “X” e “Y”

V.H. Kurtz ^{a,*}, J.A. Olsson ^b

^{a,b} *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

^{a,b} *Proyecto de Investigación: 16/1120-PI*

e-mails: ^a kurtzvh@fio.unam.edu.ar (kurtz.unam@gmail.com), ^b jorgealbertoolsson@fio.unam.edu.ar (jorgealbertoolsson@gmail.com)

Resumen

Se presenta en este trabajo, la clasificación actual adoptada para capacitores según su función, aplicación y forma de conexión. Estos componentes pasivos se clasifican en tipos o clases “X” e “Y”, y en subclases X_z e Y_z , donde “z” es un número que empieza con 1, por ej. X_1 .

Palabras Clave – Capacitores, Compatibilidad Electromagnética, Componentes pasivos, Filtros, Interferencias Electromagnética, Nomenclatura, Seguridad.

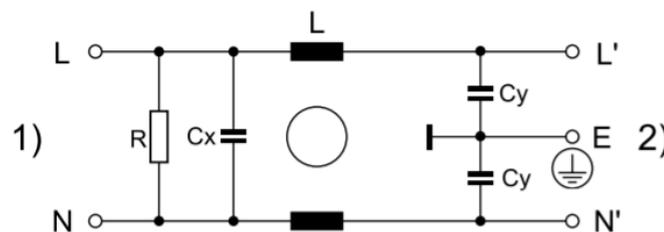
1. Introducción

Los capacitores (también conocidos en algunos países como, condensadores) son componentes electro-electrónicos pasivos [61], utilizados en distintas aplicaciones que van desde, filtros de corriente continua, memorias, osciladores, temporizadores, base de tiempo, entre otros.

Otra aplicación específica de los capacitores, se encuentran en los circuitos de filtro de líneas, concebidos para minimizar los efectos de las interferencias electromagnéticas **EMI** (*Electro Magnetic Interference*) [12].

Los filtros de **EMI** también son denominados filtros **EMC** (*Electromagnetic compatibility - Compatibilidad electromagnética*) [23].

Los filtros de EMC están conformados básicamente por capacitores e inductores. Los capacitores usados en estas aplicaciones no pueden ser de uso general. Constructivamente deben poseer características eléctricas especiales en función de su utilidad y seguridad del usuario.



L = Línea, N = Neutro, E = Tierra Física 1) = Entrada/Alimentación, 2) Salida/Carga

Fig. 1. Topología de un Filtro EMC SCHURTER FMW-41 - 1-Phase AC Filters / DC Filters



Fig. 2. Filtro EMC SCHURTER PG84

2. Sistema de Suministro de Energía Eléctrica

Para analizar el lugar de conexión de los capacitores X e Y. Es conveniente tener presente el esquema de distribución del suministro de energía eléctrica y la toma a tierra.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) [44] ha establecido disposiciones uniformes para los distintos sistemas de suministro de energía para proyectos de construcción es un sistema trifásico.

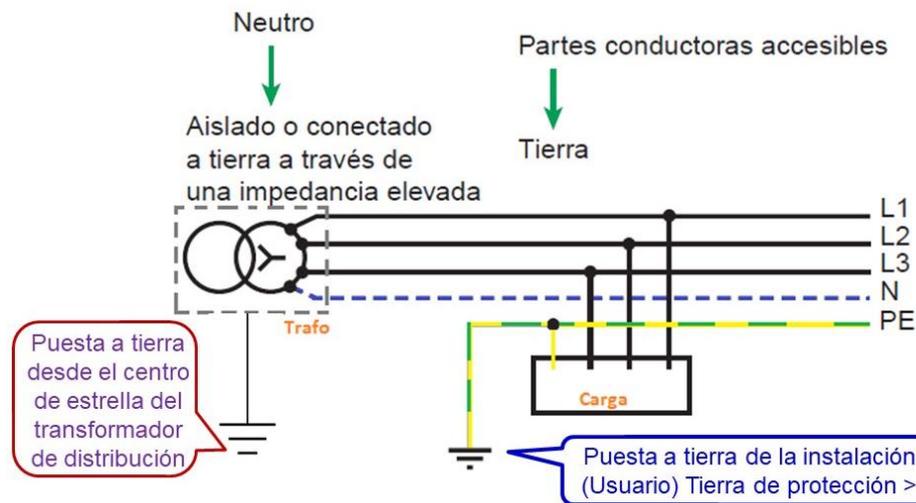


Fig. 3. Distribución Eléctrica - Esquema de conexión a tierra “TT” - según AEA 90364

Se presentará en esta oportunidad la configuración utilizada en Argentina, conocida como “TT” según AEA 90364 [55].

2.1 Esquema “TT”

La empresa distribuidora de energía eléctrica, alimenta su sistema de distribución mediante transformadores reductores, donde los bobinados primarios están conectados en triángulo al sistema de media tensión y mientras que los bobinados secundarios, generalmente en configuración estrella, alimentan el consumo en baja tensión.

La conexión del centro de estrella es el origen del conductor o cable que corresponde al neutro “N” de esa red y que también está conectado a la toma de tierra de servicio o funcional.

Las masas de la instalación eléctrica del consumidor se interconectan entre sí mediante un conductor de protección denominado “PE”. El cual a su vez se conecta a una toma de tierra, denominada “de protección”, que es independiente de la toma de tierra de servicio o funcional, como

V. H. Kurtz et al.: Jornadas de Investigación Desarrollo Tecnológico Extensión y Vinculación - Vol1-Año 2019-ISSN 2591-4219

se aprecia en la figura 3. Es decir, ambas tomas a tierra física están separadas a una determinada distancia.

Este esquema de conexión se utiliza para la alimentación de consumidores desde la red pública de distribución en baja tensión y es obligatoria su implementación en Argentina. Conforme a la Reglamentación AEA 90364.

Nota: La tierra de protección **PE** (*Protection Earth*), puede aparecer como **E** (*Earth* – tierra), **GND** (*Ground* – suelo).

3. Capacitores como Filtros de Línea

Los capacitores que son utilizados en filtros de línea EMC son especiales para esa aplicación y no pueden ser de uso general.

Estos capacitores están directamente conectados a la entrada de la red eléctrica, por esto son susceptibles a descargas atmosféricas, sobretensiones, picos y pulsos transitorios de tensión. Por lo tanto, sometidos a posibles fallas con mayor probabilidad que otros.

Constructivamente, estos componentes deben poseer características eléctricas especiales en función de su utilidad y la seguridad del usuario.

Este tipo de capacitores especiales, se clasifican como clase **X** e **Y**, conforme donde se encuentren conectados. Los capacitores tipo o clase **X** e **Y**, presentan características particulares.

- Los capacitores **Clase X** se conectados entre **Línea y Línea** (L1 y L2) o **Línea y Neutro** (L y N).
- Los capacitores **Clase Y** se conectados entre **Línea y Tierra** (L y PE), y **Neutro y Tierra** (N y PE).

3.1 Ubicación de los Capacitores X e Y.

Analicemos la ubicación de los capacitores clase **X** e **Y**, utilizados para minimizar las interferencias electromagnéticas EMI, provocada por un motor universal o a escobillas.

Es de practica ubicar el motor dentro de un recinto metálico. También denominado gabinete, chasis, masa o carcasa, el que es normalmente conectado a la línea de tierra de protección **PE**.

Los capacitores que se conectan entre la línea L (también denominada fase) y neutro N, son del tipo **X**, mientras que los capacitores que se conectan entre línea y tierra de protección L y PE, y neutro y chasis, son del tipo **Y**.

Por lo tanto, los capacitores que tienen un terminal conectado PE (tierra de protección) son de clase **Y**.

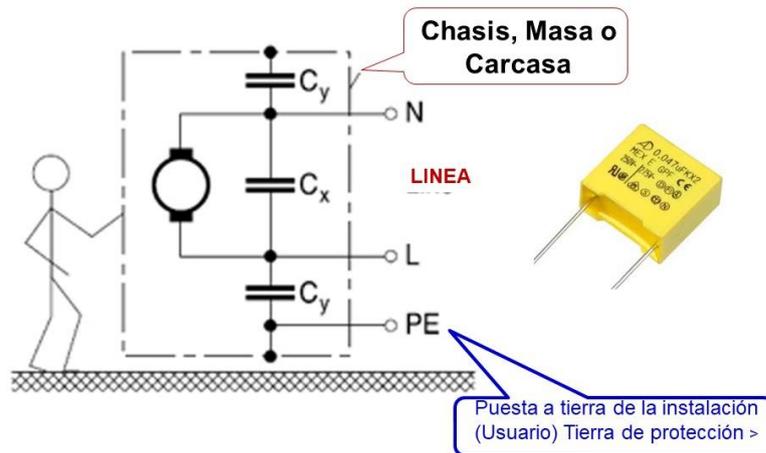


Fig. 4. Conexión de Capacitores clase X e Y, en un motor universal.

3.2 Caso de Falla de un capacitor “X”

Si el capacitor C_x (conectado entre neutro y línea), ver Fig. 4. se destruye por alguna razón (“se abre”) sería como si no estuviera. Esto no presenta peligro para la salud del usuario que opera el equipo, pero, claro, no cumpliría su función de filtro.

Ahora, en caso de que destruya el dieléctrico formando un puente. Se ponen en contacto las placas del capacitor, provocando un cortocircuito. Esto hará actuar la protección (fusible o disyuntor de protección), sin posible riesgo para el usuario.

Entonces los capacitores tipo X, tienen que estar contruidos y certificador por el fabricante, de modo que se comporten de la forma requerida.

3.3 Caso de Falla de un capacitor “Y”

Recordemos que los capacitores clase “Y” se conectan entre N y PE, y L y PE.

Si un capacitor C_y (ver Fig. 4) “Se abre”, no importando si se trata del que está conectado entre neutro y tierra o el que está entre línea y tierra o ambos. En este caso, no presentaría peligro para la salud del usuario que opera el equipo, pero claro, tampoco cumpliría su función de filtro.

Hasta acá no hay diferencia con una situación similar en un capacitor tipo X.

A continuación, analicemos que ocurre si un capacitor clase Y se pone en corto.

Si el capacitor C_y que se encuentra conectado entre línea y tierra (ver Fig. 5), se pone en cortocircuito. La línea (el vivo) queda directamente conectado al gabinete del equipo y si este no está rígidamente conectado a la tierra de protección (PE). Presenta un alto riesgo de vida para el usuario.

Y si la carcasa o gabinete estuviera correctamente conectado a la línea PE, habría una importante cantidad energía eléctrica derivando a tierra.

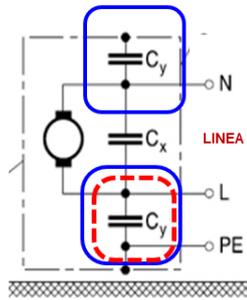


Fig. 5. Caso de Cortocircuito del Capacitor C_y entre L y PE (demarcado con líneas de trazos).

Imaginemos el caso donde la carcasa sea el gabinete de una heladera en el hogar. El usuario quedaría directamente expuesto a la tensión de fase o vivo.

Para situaciones como estas, se puede proteger al usuario con un disyuntor diferencia y una buena puesta a tierra.

Si el corto fuera en el capacitor C_y instalado entre neutro y tierra (C_y dibujado en parte superior de la Fig. 5), el riesgo estará presente, si falta una buena conexión a tierra, en el caso que exista diferencia de potencial entre el neutro y tierra (N y PE), ya sea por fallas en la instalación (retorno en el neutro, por corrimiento del centro de estrella en el transformador de distribución o importante distancia entre la toma a tierra física en el transformador y la toma a tierra física en consumidor (PE), entre otros.

Los capacitores tipo Y, deben ser ensayados con las normas aplicables a cada región/país para calificar su uso como Capacitores Clase Y.

Resumiendo: Los Capacitores Clase Y deben estar especialmente contruidos, para que no queden en cortocircuito ante una falla.

4. Capacitores como Filtros de Línea en Fuentes de Alimentación Conmutadas.

En la entrada de las fuentes de alimentación conmutadas (*switching*), conectadas a la red de corriente alterna comercial, se suelen instalar filtros EMI como parte integral de la fuente. Como es el caso de computadora de escritorio o la fuente exterior en computadoras portátiles.

El caso de fuentes de computadoras de escritorio tipo PC, donde el gabinete de la fuente y de la computadora son metálicos, se suelen presentar fenómenos similares a los descritos en el párrafo anterior.

Para este caso no necesariamente el capacitor C_y (conectado entre línea y tierra) tiene que entrar en corto, sino que basta que tenga pérdidas, para que el usuario sienta un cierto cosquilleo al tocar las partes metálicas de la PC.

En la figura 6, se presenta el esquema de un filtro EMC, conformado por dos tipos de capacitores clase X y otros dos de clase Y.

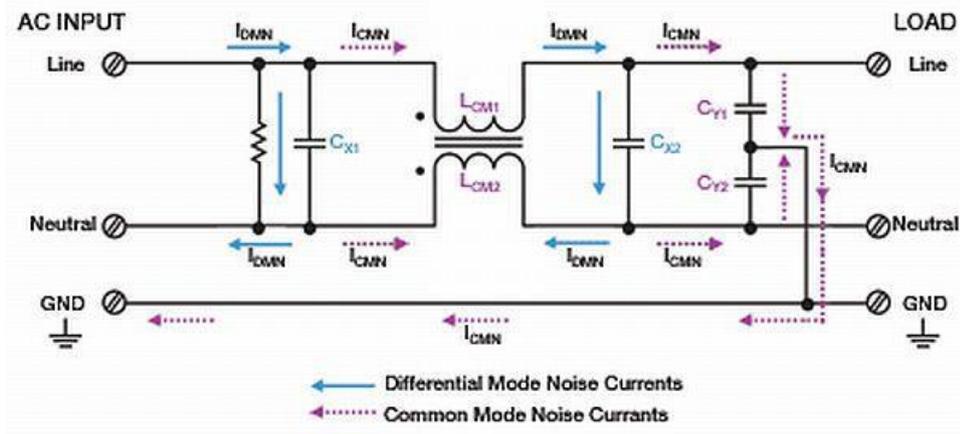


Fig. 6. Esquema de un Filtro EMI, con dos niveles de protección.

Observando el esquema de la Fig. 6, se puede percibir que existe un capacitor en la entrada, antes de la inductancia, que se indica como C_{X1} . Mientras que a la salida de la inductancia diferencial hay otro capacitor indicado como C_{X2} .

Los capacitores C_{X1} son los que se encuentran conectados directamente a la línea. Mientras que los C_{X2} , se conectan después de algún filtro inductivo.

Lo mismo para los capacitores C_{Y1} y C_{Y2} .

Esta nueva denominación sugiere otros tipos de ensayos y esto va relacionado con los costos.

Intuitivamente un capacitor que se encuentra después de una inductancia estará menos sometido a picos y transitorios de tensión, que otro que va conectado directamente a la línea comercial de corriente alterna. Por lo que tendrá menor costo, que su par conectado a la entrada.

Con el mismo razonamiento, un capacitor que esté conectado entre línea y tierra estará más sometido a transitorios que uno conectado entre neutro y tierra.

4.1 Clasificación de los Capacitores Conforme a la Tensión de Ensayo

Los capacitores clase:

- ❖ **X1:** Soportan picos de tensiones de hasta 4 kV
- ❖ **X2:** Soportan picos de tensiones de hasta 2,5 kV
- ❖ **Y1:** Soportan picos de tensiones de hasta 8 kV
- ❖ **Y2:** Soportan picos de tensiones de hasta 5 kV

4.2 Capacitores de Doble Aplicación

Algunos fabricantes ofrecen capacitores de doble aplicación o clase dual. En la fig. 9, se ilustra un capacitor de marca WIMA, que puede ser aplicado como tipo X o Y, pero para cada caso con distinta tensión de trabajo. Así tipo Y2: 275 Vac y tipo X1: 300 Vac.

Este tipo de componente no siempre viene marcado como Vac al referirse a la tensión de trabajo, se suele utilizar el símbolo de una onda alterna “~” (ascii 126). Así; 275 Vac, suele indicar como (275 ~).



Fig. 7. Capacitor marca WIMA, tipo Y2: 250 Vac



Fig. 8. Capacitor marca WIMA, tipo X2: 275 Vac



Fig. 9. Capacitor marca WIMA, tipo Y2: 275 Vac y tipo X1: 300 Vac



Fig. 10. Capacitor marca RIFA, tipo Y2: 270 Vac

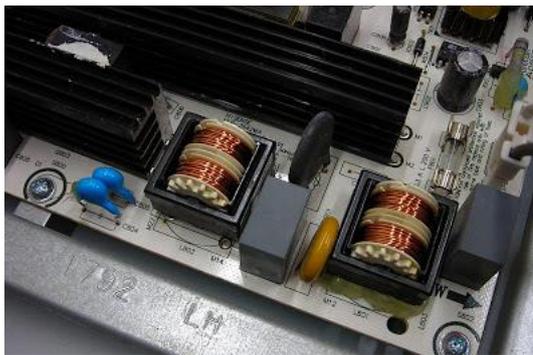


Fig. 11. Capacitores tipo X e Y en un filtro (EMI-EMC) diferencial de doble cascada, montados en una placa de circuitos impreso de una fuente de alimentación alta performance.



Fig. 12. Otra vista de capacitores tipo X en un filtro (EMI-EMC) diferencial de simple paso, montados en una placa de circuitos impreso de una fuente de alimentación.

5. Conclusiones:

En los albores de la electrónica, uno o dos tipos de capacitores cumplían satisfactoriamente los requerimientos de los circuitos de la época. Con la evolución de las tecnologías, particularmente las técnicas de control por sistemas conmutados (*switching*), se hizo cada vez más necesario capacitores especiales y diferentes: Prácticamente se necesita un tipo de capacitor específico para cada aplicación.

Cuando estos tipos de capacitores especiales se utilizan como filtros de interferencias electromagnéticas (EMI). La fiabilidad y buena calidad de estos capacitores son críticas para la seguridad de los usuarios y del equipo.

Para asegurar esa fiabilidad y seguridad, se empezaron a construir capacitores tipo “X” e “Y”.

Hoy se puede decir que es más difícil seleccionar un capacitor que un semiconductor.

6. Referencias:

- [1] What is EMI: Electro Magnetic Interference - Electronics Notes. www.electronics-notes.com Consultado el 06/04/21
- [2] IEC TR 61000-1-1 a 6: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1: General - Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms.
- [36] <https://www.schurter.com/PG84>, Consultado 26/05/21
- [47] IEC 60364, <https://webstore.iec.ch/searchform&q=IEC%2060364>, Consultado 26/5/21
- [58] Esquema TT AEA 90364 (RAEA) parte 3, sección 771, parte 7
- [69] Kurtz, V. H. Dispositivos Electrónicos, Apuntes de Cátedra 2020 -U.Na.M. (Universidad Nacional de Misiones) Facultad de Ingeniería.
- [710] Kurtz, V. H. Dispositivos Electrónicos. CAPACITORES tipo “X” e “Y”. EL CAPACITOR COMO COMPONENTE ELECTRÓNICO, 5 de 5. https://www.youtube.com/watch?v=jCePIC2gYII&ab_channel=VictorHugoKurtz. 09oct2020.

Referencias Complementarias

- [811] Olsson, J.A. et al. (2019). Estudio de Fallas en Fuentes de Alimentación Conmutadas Debido al Estrés de los Capacitores Electrolíticos. Ingenio, Revista de Ciencia Tecnología e Innovación Vol. 1 Núm. 1. <https://revistas.fio.unam.edu.ar/index.php/masingenio/article/view/136>
- [912] <https://www.wima.de/en/>
- [1013] <https://www.wima.de/en/our-product-range/rfi-capacitors/mp3-x1/> 15
- [1116] <http://www.kemet.com>
- [1217] <https://www.tdk-electronics.tdk.com/de>
- [1318] <https://www.hificollective.co.uk/components/evox-rifa-pme271m.html>
- [1419] <https://www.schurter.com>
- [1520] <https://www.vishay.com/capacitors/>