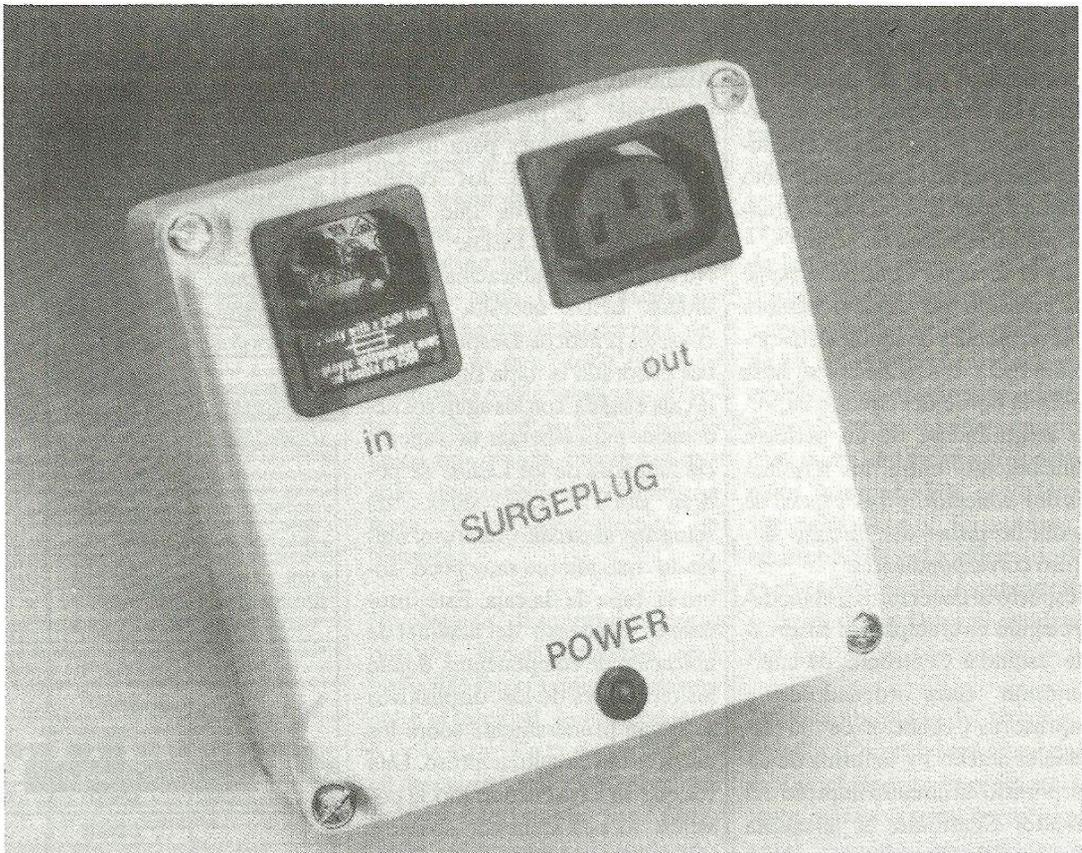


FILTRO BIFUNCIÓN PARA RED ELÉCTRICA

Los profesionales y los buenos aficionados a la electrónica podrían redactar interesantes informes sobre las desagradables experiencias sufridas a causa de las interferencias, picos de tensión y variaciones aleatorias de la red eléctrica. Es evidente que la persona que se dedica a trabajar en montajes electrónicos sofisticados y/o es usuario habitual de un ordenador personal, se habrá percatado, en más de una ocasión, de tales anomalías. Los fenómenos que se suelen producir pueden tener dos orígenes: las variaciones o interferencias que provienen del propio tendido eléctrico y las irregularidades que generan los dispositivos que el usuario tenga conectados a la alimentación de red.



Una cosa es la teoría pura y aséptica y otra muy diferente es la situación práctica en la que se puede uno encontrar en cualquier momento. En efecto, si se realiza un análisis continuo de la tensión que se obtiene de un enchufe común, se podría comprobar que no siem-

pre se dispone de 220 V corriente alterna a 50 Hz. Si los parámetros teóricos se cumplieran exactamente, el presente artículo no tendría sentido, pero por desgracia en alguna que otra ocasión es necesario un buen filtro de red. Bueno, pues aquí tienen nuestros lectores la

oportunidad de realizar ellos mismos el arma capaz de acabar con gran parte de los problemas antes citados.

Por una parte, se pueden encontrar anomalías que penetran en una instalación eléctrica domésti-

ca procedentes del propio tendido de distribución, pero también se da el caso de que circuitos eléctricos o electrónicos que un particular conecte a su red privada, generen un alto nivel de parásitos, sobre todo si los circuitos en cuestión incluyen tiristores o triacs (estos últimos componentes pueden llegar a sumar a la tensión nominal de la red picos hasta un centenar de voltios).

La utilización de los electrodomésticos está tan arraigada que no se puede prescindir de estos maravillosos generadores de interferencias. Entre ellos se pueden citar como ejemplo los interfonos que utilizan como portadora la frecuencia de la red, elevándola en algunas ocasiones hasta 100 Hz, los reguladores de carga (los reguladores de luz, de velocidad de motores eléctricos, etc.), la alimentación conmutada de los PCs, la lavadora, el frigorífico y toda una larga lista de aparatos de uso cotidiano.

Por otra parte, las mismas compañías eléctricas hacen uso de su red para transmitir información superpuesta; pueden ser frecuencias del orden de los 177 Hz que se suelen destinar a misiones como, por ejemplo, la conmutación de régimen de contadores para la aplicación de la tarifa nocturna. Lo mismo ocurre en el caso de las líneas

de alta tensión, por las cuales las compañías eléctricas envían información de una a otra de sus centrales.

Para proteger correctamente al usuario de la red de todas las interferencias o anomalías reflejadas, hay que disponer de un buen filtro de tensión que cumpla dos funciones: en primer lugar, el dispositivo deberá proteger al equipo que se le conecte de los transitorios provocados por la red eléctrica exterior, y por otra parte, el filtro deberá evitar que el propio aparato, enchufado a la red, genere por sí mismo parásitos eléctricos.

Un filtro de red

En su mayor parte, la estructura de un filtro de red se asemeja bastante a la de un filtro utilizado en baja frecuencia (BF). Un caso práctico puede representarlo un filtro cuya frecuencia de corte alta sea de 50 Hz, que supondrá el corte eficaz de todas las interferencias.

Los componentes que se requieren para este montaje deben cumplir severas y precisas especificaciones para que, de esta forma, puedan responder a los mejores criterios de seguridad. La misma capacidad admisible de los condensadores, tomados entre la Fase (P), el Neutro (N) y la Tierra (T), tendrá un valor máximo que no de-

berá sobrepasarse en ningún caso. La capacidad máxima autorizada en un aparato móvil es de $2 \times 2,2$ nF, mientras que en un aparato fijo no debería pasar de 2×22 nF. La principal razón de estas limitaciones es reducir al mínimo las corrientes de conmutación en el instante de apagado del aparato en cuestión.

Un segundo aspecto, quizá más importante, es el de la limitación a niveles totalmente inofensivos de las corrientes que pueden atravesar un cuerpo humano, ya que es posible encontrarse con este tipo de situaciones cuando se entre en contacto con un aparato cuya toma de Tierra no responda a los criterios de seguridad oficiales.

Tal como ocurre en las aplicaciones de audio, la utilización de condensadores solos, únicamente permite producir flancos de relativamente poca pendiente. Se puede esperar cierta mejora en el caso de colocar bobinas de choque o bloqueo. Estas bobinas existen, al menos bajo tres formas o modalidades, pero todas estas bobinas ("selfs") tienen, sin embargo, una característica común: un aumento de la inductancia genera un mejor rendimiento. Sin embargo, como el incremento de la inductancia de la bobina produce una caída de tensión progresivamente más importante en sus bornes o termi-

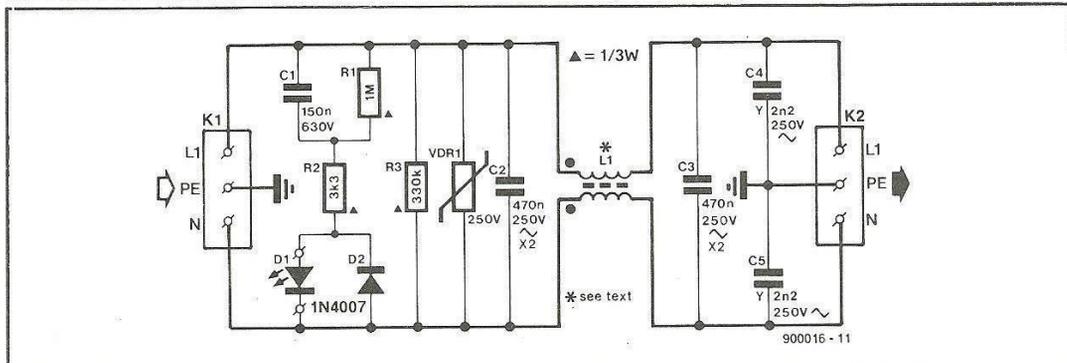
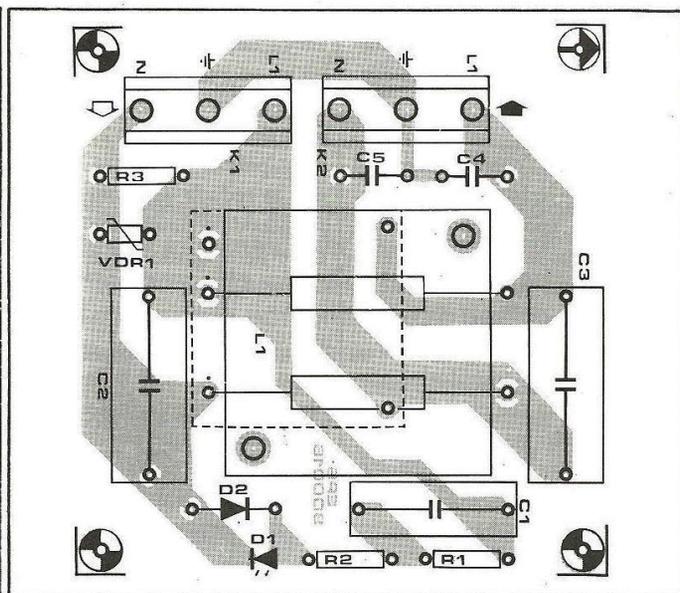


Fig 1: Esquema electrónico del filtro antiparásitos.

Fig 2: Representación de la serigrafía de implantación de componentes en el circuito impreso. Las líneas punteadas indican la ubicación prevista para la bobina RD 62 - 3



Lista de componentes

Resistencias:

R1 = 1M Ω /0,33 W
 R2 = 3K Ω /0,33 W
 R3 = 330K Ω /0,33 W
 VDR1 = varistor 250V
 (Tal que Siemens S10V S10K250 por ejemplo)

Condensadores:

C1 = 150nF/630V
 C2, C3 = 470nF/ 250V AC, clase X2

C4 y C5 = 2nF/250V AC Clase Y

Bobinas:

L1 = 2 x 10 mH ϕ 2 x 4 mH

Semiconductores:

D1 = LED 5mm Rojo
 D2 = 1N4007

Diversos:

F1 = fusible 2,5A retardado (por RD 62 - 3), o 5A retardado (por RD 62 - 6)

K1, K2 = Clema para C.I., 3 contactos al paso de 10mm, caja plastica, dimensiones externas 110 x 110 x 65 mm
 Toma de corriente macho con fusible integrado
 toma de corriente hembra.
 PCB 8900016

nales (cargas complejas), el par formado por el dispositivo de anti-parasitaje del usuario es algo muy delicado y depende en gran parte del tipo de interferencias que crea uno que se vaya a encontrar. La versión más simple de un "choque" sería una inductancia saturada. En el momento de la puesta en marcha del aparato en el que esté incluida (valor de corriente = 0), el choque presenta una inductancia muy elevada. Durante el funcionamiento del mismo aparato, la bobina (o choque) experimentará una notable disminución del valor de su inductancia, en función de la saturación de su núcleo metálico (de ferrita). Este tipo de bobina sólo es efectivo como antiparásito cuando se enfrenta a interferencias simétricas, es decir, tensiones parásitas generadas entre la Fase y el Neutro.

Las bobinas toroidales de bobinados múltiples y característica de compensación de corriente son mucho más eficaces que las anteriores, sin embargo, tienen el gran inconveniente de ser bastante más costosas. En el caso en que haya un

acoplamiento capacitivo importante entre el circuito y su chasis existirá una corriente parásita asimétrica entre la Fase, el Neutro y la Tierra; esta corriente se derivará, por una parte hacia el propio dispositivo que la genera (a través de la línea de Tierra) y por otra, hacia el tendido de la red (a través de los conductores de Fase y Neutro). La bobina toroidal es capaz de atenuar las componentes de la corriente parásita; sus devanados se conectan a la fase y a la tierra de tal forma que los campos magnéticos generados en la propia bobina se neutralizan. La influencia que pueda ejercer la capacidad sobre la corriente eficaz es realmente muy débil y, por consiguiente, no aparecerán caídas de tensión indeseables en los devanados de la bobina.

Las cargas que puedan consumir más de 100 A y que sean capaces de generar interferencias simétricas (es decir, entre la Fase y el Neutro), se conectarán a la red, preferentemente mediante uno o varios choques de núcleo de ferrita. Al contrario de lo que ocurre en

las bobinas de saturación, el tipo de choque descrito mantiene una inductancia constante.

Las bobinas antiparasitarias que se insertan en serie en la línea de tierra amortiguan las interferencias asimétricas transportadas por el conductor correspondiente; estos elementos están disponibles en dos versiones: alta y baja frecuencia.

Un primer criterio de seguridad que se debe tener en cuenta es utilizar en todos los montajes un conductor de idéntica sección al de la línea de Tierra. El segundo criterio de seguridad postula que la caída de tensión medida para una corriente igual al cuádruplo de la corriente nominal debe ser inferior a 4V.

La circuitería

Es evidente que la circuitería del filtro antiparasitario es más sofisticada que un simple filtro de desparasitado de gama baja que puede comprarse en cualquier tienda de aparatos electrodomésticos.

Si se analiza el circuito impreso de este montaje se puede observar que, a continuación de la regleta de tres contactos K1, el condensador C1 y la resistencia R2 cumplen la misión de divisor de tensión alterna, de manera que el diodo Led D1 puede dar la señal de "dispositivo en marcha". En ausencia de la tensión de red, la resistencia R1 permite descargar el condensador C1. La función del diodo D2 consiste en evitar una sobrecarga del Led en sentido contrario. El varistor VDR1 bloqueará todo pico de tensión que sea superior a 250 V.

Es fundamental que se utilicen condensadores del tipo X2 en los

casos de C_2 y C_3 ; y condensadores del tipo Y para C_4 y C_5 . Se trata de condensadores especiales destinados al desparasitado y que trabajan a una tensión de servicio de 250 V en alterna. Por lo general son condensadores de película de poliéster metalizada, que presentan unas características excelentes de recuperación después de un chispazo en el interior del dieléctrico, o como también se denomina poder de cicatrización. La utilización de condensadores del tipo X2 sólo se da en instalaciones en las que un mal funcionamiento del componente no entraña un riesgo para la "salud" del usuario. Por esta misma razón, los condensadores C_2 y C_3 del presente montaje se insertan en paralelo entre la Fase y el Neutro de la tensión de red. En tal caso, la única consecuencia de un cortocircuito de alguno de estos condensadores no tendría mayor consecuencia, que la destrucción de un fusible o el tener que rearmar un contactor diferencial; por otra parte, un corte de los mismos condensadores tampoco conllevaría graves consecuencias, simplemente el efecto de desparasitado no tendría lugar. En resumidas cuentas, estas dos últimas circunstancias accidentales no supondrán nunca el más mínimo peligro personal.

En cuanto a los condensadores de tipo Y, C_4 y C_5 , es preciso ser mucho más exigentes. Un corte interno de su estructura no traerá mayor consecuencia que un anti-parasitado deficiente; pero sin embargo un cortocircuito de los mismos produciría un acoplamiento directo de la Fase o del Neutro al conductor de Tierra.

Por su propia seguridad instamos a nuestros lectores a que renuncien a la utilización de condensa-

dores normales de película. Les rogamos tengan la prudencia de utilizar sólo y exclusivamente el tipo de componente que para cada aplicación se indica en el texto y en la lista correspondiente.

La única inductancia que figura en nuestro circuito es una bobina de compensación de corriente denominada L_1 . El circuito impreso está concebido de tal forma que una de las dos bobinas Schaffner, mencionadas en la lista de componentes, puede caber en su alojamiento. La corriente máxima admisible por estas últimas y el valor de la inductancia constituyen las dos características que diferencian a estas bobinas del resto. La bobina RD 62-3 de 2×10 mH soportará una corriente máxima de 3 A, mientras que la RD 62-6 (2×4 mH) podrá utilizarse con una corriente máxima de 6 A.

El montaje práctico

Este montaje no requiere una habilidad excepcional en cuanto a la soldadura de los diferentes componentes, solamente la colocación de la bobina L_1 supone una operación algo especial, ya que su fijación está en función del tipo de bobina utilizada. La implantación de la bobina RD 62-3, de 3 A, no conllevará ningún problema, ya que se

soldará en su ubicación de forma "clásica". El modelo más fastidioso (y también el más caro), capaz de soportar hasta un máximo de 6 A, deberá atornillarse en la otra cara del circuito impreso. De la parte inferior visible, una vez fijada la bobina, saldrán cuatro hilos aislados, con fundas de diferentes colores. Los dos hilos de colores más oscuros constituyen la salida del filtro, mientras que los dos de color más claro son las entradas. En la fotografía del prototipo puede verse claramente la forma en que se han llevado a cabo todas las conexiones.

Antes de someter el montaje a una primera prueba es muy recomendable reforzar la pista del conductor de tierra mediante un hilo de cobre de una sección de $2,5 \text{ mm}^2$. Se da por hecho que una vez se hayan realizado las primeras pruebas concluyentes, el circuito, o bien se incorporará en la caja metálica del aparato al que vaya a ir destinado, o bien se montará en su propio chasis de material plástico. Se ha dotado al prototipo descrito con una entrada de red macho, por clavija de fusible integrado, mientras que la salida de tensión vendrá facilitada por una clavija hembra tripolar. La ventaja de montar el circuito en una caja independiente es que se podrá utilizar para varios

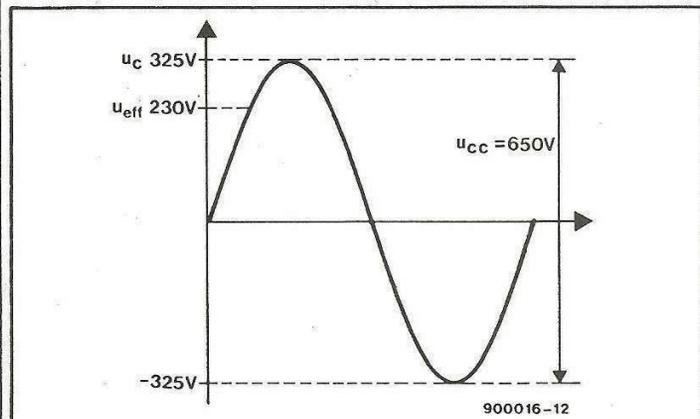


Fig 3: Onda senoidal perfecta, de la que distan mucho las que se obtienen de enchufe de red.

Fig 4: Diagrama de acoplo para la medición de la amortiguación en el caso de interferencias simétricas.

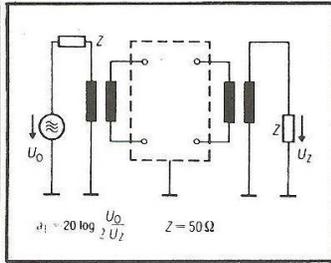


Fig 5: Diagrama de acoplo para la medición de la amortiguación.

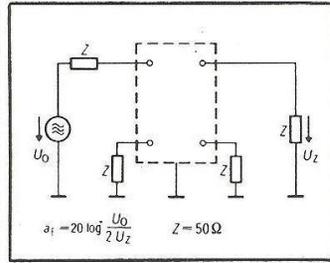
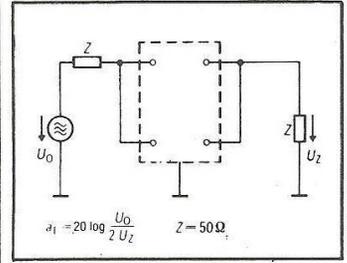


Fig 6: Diagrama de acoplo para la medición de la amortiguación en el caso de interferencias asimétricas.



aparatos diferentes, según las necesidades y siempre y cuando no se sobrepasen los límites de consumo de 3 ó 6 A, en función del modelo por el que se haya optado.

El funcionamiento

Para estar convencido del buen funcionamiento de nuestro filtro, bastará con intercalarlo entre un enchufe de toma de red y la entra-

da de alimentación de una cadena de alta fidelidad. Si antes se apreciaban parásitos y ahora todo ruido de este tipo ha desaparecido, nuestro trabajo habrá sido exitoso. Por supuesto, será mucho más preciso un estudio realizado mediante un buen instrumento de medida que determine la curva de amortiguación en frecuencia. Sin embargo, este último tipo de prueba está

muy lejos de dar una visión práctica de los resultados. En definitiva, es mucho más fiable realizar pruebas reales.

De cualquier forma, se puede asegurar que las pruebas realizadas en nuestros laboratorios han resultado del todo satisfactorias, más si comparamos el montaje descrito con los filtros estándar que pueden encontrarse en el mercado. ■

Nociones básicas

● Tensión alterna de la red:

La indicación clásica de 220 V, tomado como valor de la onda senoidal obtenida a partir de la red eléctrica, es en realidad un valor eficaz. La tensión de pico simple toma el siguiente valor:

$$U_p = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$$

$$U_p = 220 \text{ V} \cdot 1,414 = 311 \text{ V}$$

Para conseguir la tensión de servicio en continua de los condensadores conectados a la tensión de red, se recomienda basarse en la tensión pico a pico, lo cual dará un buen margen de seguridad en caso de sobretensión: $U_{pp} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} \cdot 2$
 $U_{pp} = 220 \text{ V} \cdot 1,414 \cdot 2 = 622 \text{ V}$

● Medición de la amortiguación:

Con el fin de obtener condiciones idénticas para poder realizar mediciones comparativas, se debe conectar una resistencia de 50 Ω , tanto en la entrada como en la sa-

lida del filtro. De todas formas, siendo las impedancias de entrada y salida variables, en las prácticas se suelen utilizar tres métodos bastante eficaces de medición:

● Amortiguación de interferencias simétricas : (Figura 4)

Las tensiones de interferencias y la eficaz se propagan entre las líneas de fase y neutro con un desfase de 180 grados. El filtro se conecta, mediante dos transformadores de relación 1:1, a una salida a la que se le conecta una resistencia de 50 Ω que, por otra parte, tiene una impedancia de carga del mismo valor (50 Ω). Las interferencias simétricas son las que predominan en el espectro de frecuencias inferior a 1 MHz.

● Amortiguación de interferencias no simétricas: (Figura 5)

Los valores de frecuencia superiores a 1 MHz son los que generan interferencias de tipo no-simétrico. Las corrientes parásitas llegan a través de las líneas de fase y neu-

tro y vuelven a través de la línea de tierra. No se excluye que el sentido de esta corriente parásita sea, en alguna ocasión, inverso. La medición se realizará una vez para cada ramal del filtro mediante la conexión de una resistencia de 50 Ω en la salida y la entrada del ramal yuxtapuesto.

● Amortiguación de interferencias asimétricas: (Figura 6)

En algunos países, como por ejemplo EEUU y el Reino Unido, se suelen realizar mediciones de la amortiguación asimétrica. En tales casos, se trata de cortocircuitar la entrada y la salida del filtro, anulando de esta forma toda capacidad existente entre los contactos. La interferencia asimétrica es en realidad un caso excepcional dentro del fenómeno de la interferencia no-simétrica: las tensiones parásitas presentes en los conductores de la tensión de red están perfectamente en fase.