

## Libro blanco

# La importancia del factor de potencia en los motores para ventiladores ECR 2



## Resumen

---

Los motores para ventilador ECR® 2 de Wellington ofrecen un factor de potencia extremadamente alto de hasta 0,95, en comparación con el factor típico entre 0,6 y 0,65 de la mayoría de los motores de ventilador Conmutados Electrónicamente - EC. En este artículo se explica cómo se consigue esto y por qué un factor de potencia elevado es benéfico para los fabricantes de equipos de refrigeración y los usuarios finales.

## ¿Qué es el factor de potencia?

---

El factor de potencia - FP es una forma de expresar lo cerca que está la curva de onda de la corriente del motor de una forma “ideal”, utilizando un solo número. Matemáticamente, el FP es la relación entre la potencia real (normalmente medida en Wrms) y la potencia aparente (normalmente medida en VA). En términos sencillos, es la relación entre la “potencia que realmente entrega el dispositivo” y la “potencia total que se suministra al sistema”.

Cuando una carga resistiva como un calentador, está conectada a la red eléctrica, la corriente está sincronizada con la tensión, porque la ley de Ohm nos dice que  $V=IR$  (R es constante, por lo que V es proporcional a I). Por lo tanto, al igual que existe una onda senoidal de tensión de 50 o 60 Hz, existe una onda senoidal de corriente correspondiente que está exactamente en fase. No se desperdicia ninguna potencia, sino que se utiliza toda. Esta situación se describe como un FP = 1,0 (o 100%).

Sin embargo, muchas cargas no son resistencias ideales. He aquí algunos ejemplos.

- En los dispositivos con una gran inductancia (como un motor eléctrico de CA), la forma de onda de la corriente va por detrás de la forma de onda de la tensión. Esto se debe a que la inductancia almacena y libera energía al variar la tensión.
- En cualquier dispositivo electrónico alimentado por un “puente rectificador” (como la mayoría de los motores EC), la corriente es nula durante la mayor parte de la forma de onda, y la corriente sólo fluye cuando la tensión está muy cerca de su pico. Esto se debe a que el puente rectificador carga un gran capacitor o condensador (el “condensador del bus”), y el capacitor sólo acepta corriente cuando la tensión de entrada es mayor que la carga restante almacenada. Así, por ejemplo, en un sistema de 230V/50Hz, el pico de tensión de una media onda es de unos 160V ( $160=230/2*\sqrt{2}$ ). Si entre un pico de tensión y el siguiente, el dispositivo ha extraído suficiente carga del condensador para descargarlo en 10V, en el siguiente pico de tensión empezará a cargarse a 150V y se detendrá en el pico de la onda (a unos 160V). Así que durante los 10 milisegundos de duración de un medio ciclo de la red de 50Hz, el condensador sólo se carga durante unos pocos milisegundos.
- En cargas electrónicas más complicadas, hay distorsiones más complejas en el consumo de corriente.

Todos estos casos dan lugar a un FP inferior a 1,0. En el caso de un pequeño motor EC accionado por un puente rectificador, el FP suele ser de entre 0,6 y 0,65: este resultado se debe a las decisiones de diseño sobre el tamaño, y por tanto la vida útil del condensador del bus. Los pequeños motores de inducción o de polo sombreado, también suelen tener un FP de entre 0,6 y 0,65.

Nota: En electrónica, el FP se denomina a veces distorsión armónica total - THD. No son matemáticamente idénticos, pero son términos ampliamente intercambiables.

## ¿Por qué es importante el factor de potencia?

---

La razón por la que un FP bajo no es deseable, es porque la parte “no útil” del flujo de energía provoca pérdidas en el sistema de CA, hasta llegar a la central eléctrica.

En el caso del desfase (es decir, de los motores eléctricos de CA), esto se debe a que una parte de la corriente entra y sale de la inductancia (que es esencialmente un almacén de energía), y por tanto va y viene hacia la red eléctrica, sin hacer nada útil. En el caso de las cargas electrónicas, se debe a que las pérdidas son proporcionales a la corriente al cuadrado, ( $P=I^2 \cdot R$ ), entonces las pérdidas  $I^2$  de un consumo de corriente corto pero alto, son mayores que la de un consumo largo pero bajo.

Todo este exceso de pérdidas es la energía que la empresa energética tiene que generar, pero no le pagan, y todo el cableado, los disyuntores, etc. del sistema tienen que estar dimensionados para la corriente más alta (“aparente”) en lugar de la corriente “verdadera” (la que realmente utiliza el aparato). Además, la capacidad de los generadores para producir la energía de la red está limitada por la demanda de corriente instantánea. Si la suma de todas las cargas de la red alcanza un FP bajo, esto hace que las centrales eléctricas funcionen de forma ineficiente y que se utilice más capacidad de generación que en una situación ideal.

Debido a estos factores, en el caso de los emplazamientos industriales o comerciales, muchas compañías eléctricas cobran penalizaciones a los emplazamientos que tienen un FP bajo con respecto a su carga total. Además, el bajo FP de un edificio hace que el tamaño y el coste de su infraestructura eléctrica sean mayores de lo necesario.

En una instalación típica de supermercado, utilizar motores ECR 2 en lugar de motores EC convencionales, puede aumentar el número de exhibidores conectados a un solo circuito hasta un 20%. Si se especifican motores ECR 2 en lugar de motores de polo sombreado, la mejora puede alcanzar al 40%.

En muchos países, existen requisitos reglamentarios que dictan el FP mínimo permitido para diferentes tipos de equipos eléctricos. Estos no cubren los equipos con niveles de potencia total tan bajos como el de un ventilador CE. Sin embargo, en las instalaciones en las que se utilizan muchos motores para ventilador en un mismo sitio (como en los supermercados), el impacto total de su FP en las facturas de servicios públicos y en los costes de infraestructura puede ser significativo.

Como ejemplo, si los motores representaran el 10% del uso total de energía de un supermercado, podría suponer una mejora del 3% en el FP del supermercado. Dependiendo de la estructura de tarifas de demanda de la empresa local, esto podría reducir el nivel de consumo del establecimiento, lo suficiente como para ahorrar hasta un 10% en el costo de energía.

## Cómo los motores ECR 2 consiguen un alto factor de potencia

---

Como ya se ha mencionado, la mayoría de los motores de ventilador EC utilizan un puente rectificador y un condensador de bus para convertir directamente la tensión de CA en una tensión de CC. A continuación, se transforma en una forma de onda adecuada para accionar el motor mediante una etapa de “inversor”, como se ve en el diagrama de bloques de la figura 1. Esto tiene la ventaja de ser barato y sencillo, pero presenta varios inconvenientes.

- La tensión que se introduce en el inversor es alta, por lo que los componentes electrónicos del inversor son caros. Esto hace que no sea práctico utilizar un inversor sofisticado para estos pequeños motores.

- La tensión introducida en el inversor es proporcional a la tensión de CA, por lo que no es práctico admitir una amplia gama de tensiones de CA con un motor SKU.
- El inversor tiene muy poca protección contra las perturbaciones de la red de CA, por lo que la confiabilidad puede ser un problema.
- La “corriente de entrada” cuando el motor se enciende por primera vez es alta, debido a la carga del condensador del bus. Esto pone a prueba los relés y otros circuitos del aparato que alimentan el motor.
- El FP es intrínsecamente pobre, como se ha descrito anteriormente.

En los motores ECR 2, la tensión de CA se convierte en una tensión de CC baja (unos 40 Vcc) mediante una fuente de alimentación “conmutada”, como se ve en el diagrama de bloques de la figura 2. Una fuente de alimentación conmutada es aquella que enciende y apaga la tensión de red muy rápidamente para crear una tensión de alta frecuencia, y luego pasa esta forma de onda “cortada” a través de un circuito electrónico y un pequeño transformador, convirtiéndola en una tensión continua que no necesita estar relacionada directamente con la tensión alterna. Este sistema tiene las siguientes ventajas.

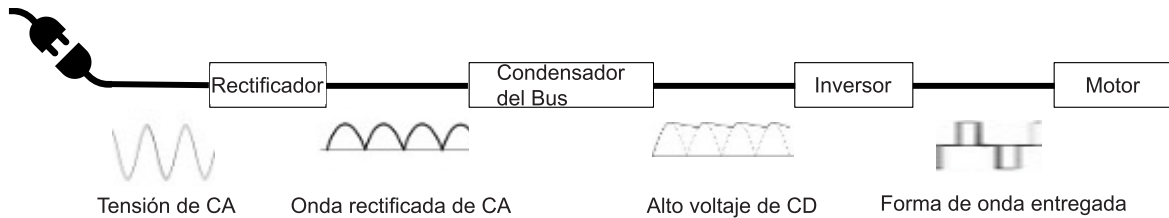


Figura 1: Diagrama de bloques del motor EC típico

- La tensión de CC es lo suficientemente baja como para poder utilizar componentes electrónicos de bajo costo en la etapa del inversor. Esto hace que el ECR 2 cuente con un sofisticado inversor de “control trifásico orientado al campo”, un estilo que normalmente sólo se utiliza en motores mucho más grandes y caros. Esto permite obtener el muy alto rendimiento y el bajo nivel de ruido que caracterizan al motor ECR 2.
- Como la tensión de CC es independiente de la tensión de CA, el motor se convierte en “tensión universal”, por lo que la misma SKU puede utilizarse en varias aplicaciones.
- El inversor está aislado de la red de CA por la fuente de alimentación, lo que lo protege de las perturbaciones y aumenta la confiabilidad.

El tipo de alimentación utilizado en los motores ECR 2 se denomina “convertidor flyback”. En comparación

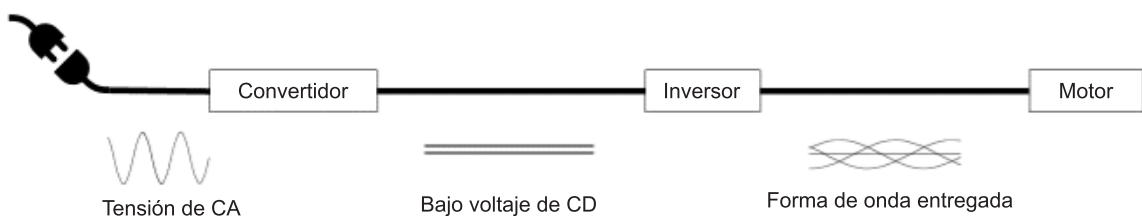


Figura 2: Diagrama de bloques del motor ECR 2

con el tipo de “convertidor buck” utilizado en otros motores de ventilador también de tensión universal, los convertidores flyback tienen un buen rendimiento en una gama más amplia de condiciones de operación. Además, son capaces de funcionar con un FP muy alto, ya que toman la corriente de todas las partes de la forma de onda de CA. El gráfico de la figura 3 muestra la potencia extraída de la forma de onda de CA de un ECR 2 comparada con la de un motor EC “convencional” típico. En comparación con el motor convencional, el consumo de corriente del ECR2 tiene una forma de onda mucho más sinuosa y menor corriente de pico.

Esta arquitectura electrónica permite que los motores para ventilador ECR 2 tengan un FP mucho mayor que la mayoría de los motores para ventilador EC de la competencia. Esto supone una importante ventaja para los usuarios finales que tienen un gran número de motores para ventilador en su instalación.

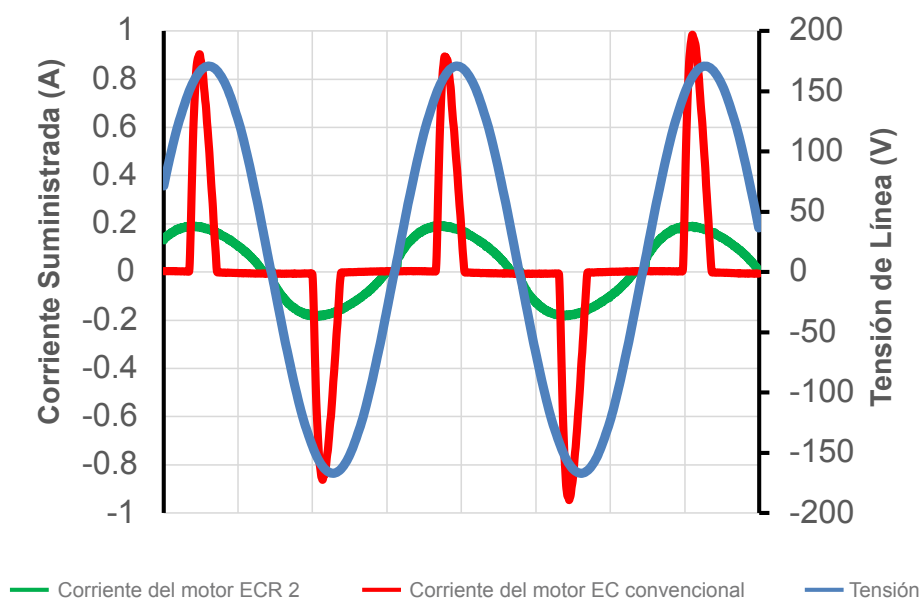


Figura 3: Consumo de corriente de un motor ECR frente a un motor EC típico

Autores:

David Howell, *Director Técnico*, Wellington Drive Technologies Ltd.

Michael Young, *Director Regional*, Wellington Drive Technologies US, Inc.

#### Acerca de Wellington Drive Technologies Limited:

Wellington es un proveedor líder de soluciones de IoT, plataformas de gestión de flotas basadas en la nube, motores electrónicos energéticamente eficientes y soluciones de control de refrigeración conectadas. Presta servicio a algunas de las principales marcas de alimentos y bebidas y fabricantes de frigoríficos del mundo y ofrece marketing de proximidad para ciudades inteligentes al mercado australiano. Los servicios y productos de Wellington mejoran las ventas, disminuyen los costes y reducen el consumo de energía. Con sede en Auckland y alcance mundial, Wellington cotiza en la bolsa de Nueva Zelanda con el símbolo NZ: WDT

©2021 Wellington Drive Technologies Limited.

Las marcas comerciales son (según corresponda) 'TM' y ® de Wellington Drive Technologies Limited. Si bien Wellington Drive Technologies Limited considera que toda la información contenida en este documento es precisa y fiable, Wellington Drive Technologies Limited y sus subsidiarias y filiales, así como sus directores, funcionarios y empleados, no son responsables de ningún error u omisión de ningún tipo y, en la medida máxima permitida por la ley, no tienen ninguna responsabilidad extracontractual, contractual o de otro tipo frente a ningún usuario y/o tercero.



La importancia del factor de potencia en  
los motores para ventiladores ECR 2

[www.wdtl.com](http://www.wdtl.com)

WT9503\_i3 05/21 Spanish LATAM