

# Fuente conmutada de alimentación

## Oportunidades de ahorro de costos de operación para diseñadores de sistemas en la alimentación de control

### Teoría de alimentación de control y dimensionamiento

Los paneles de control con frecuencia tienen transformadores que suministran alimentación a fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) que proporcionan alimentación de 24 VCC a controladores programables (PLC), tarjetas de E/S, solenoides, bobinas de relé, etc. El exceso de calor que se genera en el panel y el costo de operación global plantea retos a los diseñadores de sistemas al momento de elegir una solución sólida y eficiente de alimentación de circuitos de control de 24 VCC.

Este informe técnico se centra en las estrategias de ahorro de costos relacionadas con los transformadores de control industrial y las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS).

La estructura habitual de un transformador industrial con bobinados primario y secundario en un núcleo común (hierro laminado) permite el aislamiento y la reducción/aumento del voltaje primario. La clasificación de potencia depende considerablemente de si se utiliza para aplicaciones de circuitos de control o de bloques de distribución. Los transformadores suelen tener cuatro características relevantes: voltaje, corriente, potencia aparente y frecuencia. La potencia aparente (el producto de la corriente RMS y el voltaje RMS) establece el límite de pérdida de potencia máxima ( $I^2R$ ) en los bobinados del transformador que el transformador puede admitir, y se basa específicamente en el calentamiento de las bobinas del transformador, que pueden dañar el aislamiento o reducir drásticamente la vida útil del transformador.

$$P_{Cu} = I_{rms}^2 R_{Cu}$$

donde:

$P_{Cu}$  = pérdida de potencia de los bobinados de cobre, en watts

$I_{rms}^2$  = corriente de los bobinados de cobre, en amps

$R_{Cu}$  = resistencia de los bobinados de cobre, en ohms

El resultado neto de superar las capacidades nominales de corriente de cualquier transformador es la reducción de la vida útil a causa de daños prematuros. Los valores nominales de voltaje y frecuencia del transformador sirven para dos objetivos: limitar las pérdidas del núcleo y evitar la saturación del transformador. Los transformadores se dimensionan en función del consumo de VA al momento del arranque total y nominal —las cargas altas reactivas consumen más corriente durante el estado transitorio de sus operaciones.

### Termodinámica y dimensionamiento del panel

Es preciso dimensionar un panel industrial para admitir el calor (watts) generado en el panel. Por lo tanto, en caso de que la temperatura de operación ascienda por encima del valor nominal del panel, el panel debe tener un medio eficaz de convección. Por ejemplo, se puede utilizar un ventilador o aire acondicionado para reducir la temperatura hasta el rango de operación recomendado. La solución ideal consiste en utilizar una SMPS de alto rendimiento y eficiente que no exija elevadas corrientes de entrada al momento del arranque al transformador flujo arriba y, al mismo tiempo, ofrece funcionalidad de refuerzo de potencia líder de la industria. A continuación se incluye un breve resumen del primer costo equivalente (EFC), el método de costo total de propiedad (TCO) que suele utilizarse con mayor frecuencia:

**TCOEFC = precio + costo de la pérdida de núcleo + costo de la pérdida de carga**

**Costo de la pérdida de núcleo(EFC) = A(\$/watt) x watts de pérdida de núcleo**

**Costo de la pérdida de carga(EFC) = B(\$/watt) x watts de pérdida de carga**

donde:

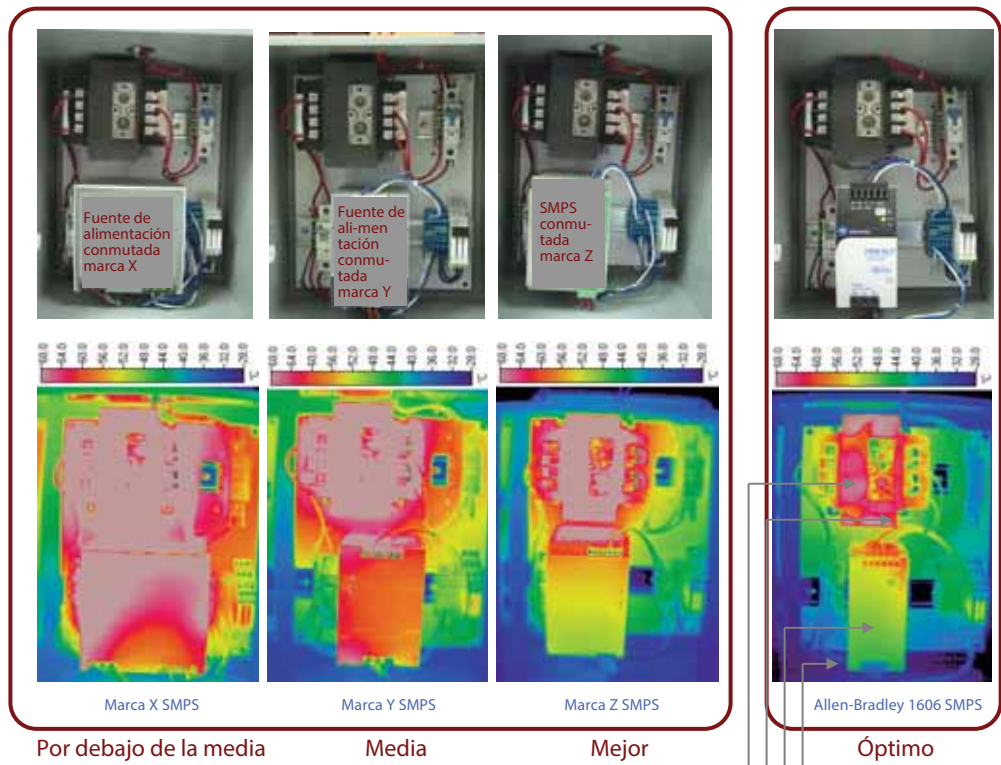
A = Primer costo equivalente si no hay pérdidas de carga

B = Primer costo equivalente de pérdidas de carga

Otra manera alternativa de hallar las pérdidas con y sin carga específicas de un transformador consiste en medir la eficiencia energética para la carga concreta que sea más representativa de cómo se utilizará. La expresión general de la eficiencia energética es:

$$\% \text{ de eficiencia} = 100 (\text{carga de salida}) / (\text{carga de salida} + \text{pérdidas})$$

Imágenes térmicas (por infrarrojos) que muestran los termogramas de un panel para una fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) de Allen-Bradley® 1606 y las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) de la competencia X, Y y Z. En las imágenes, los colores más próximos al rojo (blanco-rojo) corresponden a zonas de mayor pérdida térmica, y los colores más próximos al azul (azul-verde) corresponden a zonas de menor pérdida térmica.



La prueba se ha ejecutado con los siguientes componentes:

Allen-Bradley	10 A 24 VCC	Eficiencia del 93%
Marca Z	10 A 24 VCC	Eficiencia > 91%
Marca Y	10 A 24 VCC	Eficiencia > 88%
Marca X	10 A 24 VCC	Eficiencia del 84%

---

Transformador:	1497A-A8-M6-0-N	240...120 VCA, 350 VA
Protección de ramal:	1489-A1C100	10 A
Protección suplementaria:	1492-SP1C100	10 A
Carga: aprox. 225 watts	700-HLT1Z24	Salida de relé, SPDT, 24 VCC
	OHMITE	2.5 W

Área más caliente  
 Área caliente  
 Área fría  
 Área más fría

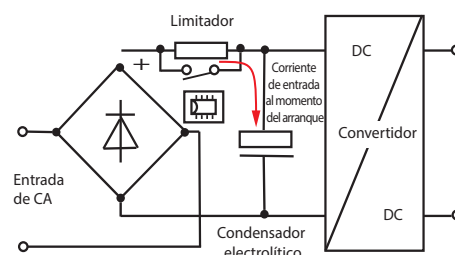
Las imágenes térmicas lo indican muy claramente: el 1606 es una SMPS muy eficiente, con resultados de mayor eficiencia con menor generación de calor y menor consumo energético.

La familia 1606-XLS minimiza las corrientes de entrada en régimen permanente, así como las corrientes de entrada al momento del arranque. Esto reduce los requisitos de corriente del transformador flujo arriba y permite emplear una solución de transformador más pequeña y más eficaz en cuanto a costos. La corrección de factor de potencia (PFC) incorporada le permite extraer corriente de un transformador flujo arriba sin someter al transformador a ninguna tensión, las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) 1606 pueden corregir automáticamente el voltaje de entrada de CA, el método con una sinergia óptima para máxima eficiencia general en un panel de control.

### Características al momento del arranque de la fuente conmutada de alimentación

Todas las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) modernas tienen condensadores (electrolíticos) en el lado de la alimentación de entrada, lo que ocasiona la corriente de entrada al momento del arranque cuando se enciende una SMPS. Una SMPS con elevada corriente de entrada al momento del arranque requiere un transformador mucho más expansivo. Las fuentes de alimentación 1606-XLS de Allen-Bradley tienen menor corriente de entrada al momento del arranque.

Las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) 1606 tienen requisitos de corriente de entrada al momento del arranque significativamente menores gracias a resistencias que limitan estas corrientes. En el lado de la entrada de CA de las fuentes conmutadas de alimentación, esto permite utilizar un transformador 1497 de menor tamaño, ya que el VA total es significativamente menor que las fuentes conmutadas de alimentación de la marca de la competencia X. Esto también significa que no es necesario que los disyuntores miniatura tengan una capacidad nominal adecuada para las corrientes de entrada al momento del arranque, ya que pueden dimensionarse en función de las corrientes de operación reales.



Limitación de corriente de entrada al momento del arranque mediante resistencias fijas que será omitidas tras un determinado periodo de tiempo

### Menor corriente de entrada al momento del arranque permite un transformador flujo arriba de menores dimensiones

La corriente de entrada al momento del arranque pico solo es ligeramente mayor que la corriente máxima de operación, lo que permite emplear un transformador VA de menor tamaño en el lado de entrada de CA de las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS).

Por ejemplo, una SMPS 1606-XLS de 10 amperes, 24 VCC solo tiene 4 amperes de corriente de entrada al momento del arranque mientras que la SMPS de la marca de la competencia Y tiene una corriente de 30 amperes. Esto obligaría a dimensionar al transformador flujo arriba en consecuencia, tal como se ha descrito en la primera parte de este documento (Teoría de alimentación de control y dimensionamiento).

Cuando mayor sea la corriente de entrada al momento del arranque, mayor tendrá que ser el transformador VA. Dado que el precio del transformador depende del tamaño de VA, los clientes pueden aprovechar las ventajas de utilizar una SMPS 1606 y un transformador VA más pequeño.

- Las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) 1606 tienen características de alta eficiencia y menor corriente de entrada al momento del arranque que reducen notablemente la potencia necesaria para utilizar la SMPS.

### Dimensionamiento de la SMPS y del transformador VA como factores limitantes en el dimensionamiento del panel (envolvente)

Los fabricantes de paneles dimensionan el envolvente una vez que han diseñado la solución funcional y, en ese momento, se realizan los cálculos termodinámicos para determinar el tamaño del envolvente:

- Se utiliza un envolvente de tamaño predeterminado y se calcula si se requiere refrigeración (ventilador/aire acondicionado) para mantener la temperatura de operación nominal para funcionamiento óptimo
- Se dimensiona el panel (envolvente) en función del calor total generado por los componentes situados en el interior del envolvente

La combinación de SMPS 1606 y el transformador 1497 ahorra dinero a los fabricantes de paneles al reducir el tamaño del transformador y, por lo tanto, reducir también el tamaño total del panel.

La combinación de SMPS 1606 y el transformador 1497 ahorra dinero a los fabricantes de paneles, ya que la disipación de calor (watts) es baja. Al ser menor el calor que es necesario disipar, tal vez pueda utilizarse un ventilador o un acondicionador de aire más pequeño.

El ahorro de energía es pequeño si solo se tiene una unidad, pero puede ser considerable en una instalación muy automatizada. Por ejemplo, las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) de aplicaciones de E/S dependen del sistema y de los requisitos totales de carga.

## La fuente de alimentación ecológica ofrece la mejor eficiencia de la industria

La gama ecológica de productos de SMPS 1606 fomenta activamente el compromiso de Rockwell Automation con el medio ambiente al evitar el consumo energético innecesario y al utilizar los recursos de manera responsable. Los resultados son las fuentes de alimentación más eficientes de la industria. Esto significa que la disipación de calor se reduce considerablemente y, por lo tanto, es menos necesario recurrir a la convección forzada para mantener la temperatura general del panel por debajo de los límites de operación. La línea 1606 también tiene dimensiones menores, lo que permite más espacio para la convección natural. Gracias a la disipación térmica muy baja, es posible dimensionar un panel menor. Una solución ecológica es también más eficiente en cuanto a costos, ya que al ser menos necesario utilizar un ventilador o un acondicionador de aire, el cliente puede ahorrar en energía. Las fuentes de alimentación 1606 logran una eficiencia de hasta el 96% y la pérdida de calor/watts es mínima en comparación con las fuentes de alimentación de la marca de la competencia X.

## El refuerzo de potencia permite la funcionalidad óptima

La línea 1606-XLS incorpora un refuerzo de potencia del 150% durante un intervalo típico de 4 segundos. La línea 1606-XLE permite un refuerzo de potencia del 120%. La funcionalidad de refuerzo de potencia de la 1606 permite a los clientes dimensionar las fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) en función de las cargas normales en vez de los requisitos de corriente de entrada al momento del arranque de las cargas de 24 VCC. En la mayoría de los casos, si no se dispone de refuerzo de potencia, el cliente se verá obligado a sobredimensionar la fuente de alimentación.

La estrategia de ahorro de costos de operación considera el uso de una SMPS eficiente para reducir el exceso de calor generado, lo que ayuda al cliente a ahorrar dinero:

- Los clientes deben pagar por el exceso de calor generado en el panel; el uso poco eficiente de recursos que tiene como consecuencia facturas de energía más elevadas
- Reducción de la necesidad de refrigeración en el panel (envolvente)
- Las menores dimensiones permiten emplear un envolvente más pequeño, lo que reduce el costo total para el cliente
- La función de refuerzo de potencia permite utilizar fuentes conmutadas de alimentación (SMPS) de menores dimensiones, y menores especificaciones de watts ahorran dinero a los clientes
- Menos corriente de entrada al momento del arranque permite usar un transformador VA más pequeño

Rockwell Automation mantiene información medioambiental actualizada sobre sus productos en su sitio web en <http://www.rockwellautomation.com/rockwellautomation/about-us/sustainability-ethics/product-environmental-compliance-page>.

Allen-Bradley, Rockwell Software, Rockwell Automation y LISTEN. THINK. SOLVE son marcas comerciales de Rockwell Automation, Inc.

Las marcas comerciales que no pertenecen a Rockwell Automation son propiedad de sus respectivas empresas.

**[www.rockwellautomation.com](http://www.rockwellautomation.com)**

### Oficinas corporativas de soluciones de potencia, control e información

Américas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel.: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

Europa/Medio Oriente/África: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Bélgica, Tel.: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Asia-Pacífico: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel.: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Argentina: Rockwell Automation S.A., Alem 1050, 5° Piso, CP 1001AAS, Capital Federal, Buenos Aires, Tel.: (54) 11.5554.4000, Fax: (54) 11.5554.4040, [www.rockwellautomation.com.ar](http://www.rockwellautomation.com.ar)

Chile: Rockwell Automation Chile S.A., Luis Thayer Ojeda 166, Piso 6, Providencia, Santiago, Tel.: (56) 2.290.0700, Fax: (56) 2.290.0707, [www.rockwellautomation.cl](http://www.rockwellautomation.cl)

Colombia: Rockwell Automation S.A., Edif. North Point, Carrera 7 N° 156 – 78 Piso 18, PBX: (57) 1.649.96.00 Fax: (57) 649.96.15, [www.rockwellautomation.com.co](http://www.rockwellautomation.com.co)

España: Rockwell Automation S.A., C/ Josep Pla, 101-105, 08019 Barcelona, Tel.: (34) 932.959.000, Fax: (34) 932.959.001, [www.rockwellautomation.es](http://www.rockwellautomation.es)

México: Rockwell Automation S.A. de C.V., Bosques de Cierulos N° 160, Col. Bosques de Las Lomas, C.P. 11700 México, D.F., Tel.: (52) 55.5246.2000, Fax: (52) 55.5251.1169, [www.rockwellautomation.com.mx](http://www.rockwellautomation.com.mx)

Perú: Rockwell Automation S.A., Av Victor Andrés Belaunde N°147, Torre 12, Of. 102 – San Isidro Lima, Perú, Tel.: (511) 441.59.00, Fax: (511) 222.29.87, [www.rockwellautomation.com.pe](http://www.rockwellautomation.com.pe)

Puerto Rico: Rockwell Automation Inc., Calle 1, Metro Office # 6, Suite 304, Metro Office Park, Guaynabo, Puerto Rico 00968, Tel.: (1) 787.300.6200, Fax: (1) 787.706.3939, [www.rockwellautomation.com.pr](http://www.rockwellautomation.com.pr)

Venezuela: Rockwell Automation S.A., Edif. Allen-Bradley, Av. González Rincones, Zona Industrial La Trinidad, Caracas 1080, Tel.: (58) 212.949.0611, Fax: (58) 212.943.3955, [www.rockwellautomation.com.ve](http://www.rockwellautomation.com.ve)