

# Diferentes tipos de sistemas UPS

Por Neil Rasmussen

Informe interno  
N° 1

**APC**  
Legendary Reliability®

## Resumen ejecutivo

Existe mucha confusión en el mercado acerca de los diferentes tipos de sistemas UPS y sus características. En este informe, se define cada uno de los tipos de UPS, se analizan las aplicaciones prácticas en cada caso, y se indican las ventajas y desventajas correspondientes. Con esta información, puede tomarse una decisión informada sobre la topología UPS más apropiada para satisfacer una necesidad específica.

# Introducción

Los diferentes tipos de UPS y sus atributos generalmente causan confusión en la industria de los centros de datos. Por ejemplo, la creencia generalizada es que existen solamente dos tipos de sistemas UPS, fundamentalmente la UPS Standby y la UPS on line. Estos dos términos de uso común no describen correctamente muchos de los sistemas UPS disponibles. Muchos de los malentendidos con relación a los sistemas UPS desaparecen cuando se identifican correctamente los diferentes tipos de topologías UPS. La topología UPS indica la naturaleza básica del diseño de la UPS. Por lo general, diferentes proveedores producen modelos con diseños o topologías similares, pero con características de rendimiento muy diferentes.

Aquí se repasan los enfoques comunes de diseño, con breves explicaciones sobre la forma en la que funciona cada topología. Esto lo ayudará a identificar y comparar los sistemas en forma adecuada.

## Tipos de UPS

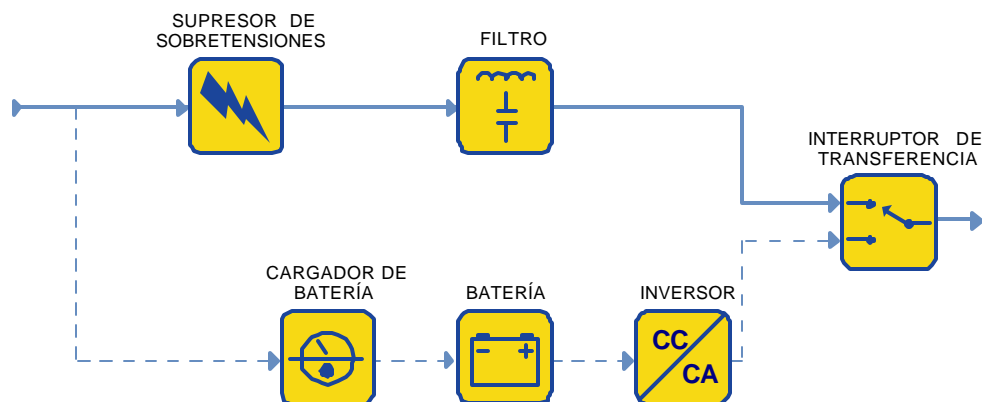
Se utiliza una variedad de enfoques de diseño para implementar sistemas UPS, cada uno de ellos con características de rendimiento diferenciadas. Los enfoques de diseño más comunes son los siguientes:

- Standby
- Línea interactiva
- Standby-Ferro
- On line de doble conversión
- On line de conversión delta

## La UPS Standby

La UPS Standby es la más común para usar con computadoras personales. En el diagrama en bloques ilustrado en la Figura 1, el interruptor de transferencia está programado para seleccionar la entrada de CA filtrada como fuente de energía primaria (circuito con línea entera), y conmutar al modo de batería/inversor como fuente de respaldo en caso de que falle la fuente primaria. Cuando esto sucede, el interruptor de transferencia debe conmutar la carga a la fuente de energía de respaldo de batería/inversor (circuito con línea de guiones). El inversor solo se enciende cuando falla la energía; de ahí el nombre "Standby" (de reserva). Los principales beneficios que ofrece este diseño son altos niveles de eficiencia, tamaño pequeño y bajo costo. Con un circuito filtro y de sobretensión adecuado, estos sistemas además pueden brindar funciones apropiadas de filtrado de ruido y supresión de sobretensiones.

Figura 1 – UPS Standby



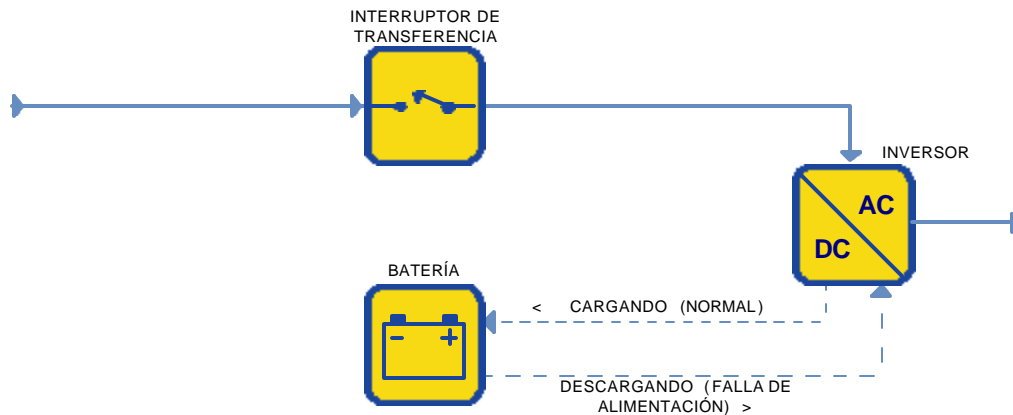
### UPS de línea interactiva

El sistema UPS de línea interactiva es el diseño más comúnmente utilizado por servidores de pequeñas empresas, Web y departamentales. En este tipo de diseño, el convertidor (inversor) de batería a alimentación CA siempre está conectado a la salida del sistema UPS. Al accionar el inversor en reversa en momentos en que la alimentación CA de entrada es normal, se carga la batería.

Cuando falla la alimentación de entrada, el interruptor de transferencia se abre y el flujo de energía se produce desde la batería hasta la salida del sistema UPS. Con el inversor siempre activo y conectado a la salida, este diseño ofrece un filtro adicional y produce transitorios de conmutación reducidos en comparación con la topología de la UPS Standby.

Además, el diseño de línea interactiva suele incorporar un transformador con cambio de tap. Esto agrega la función de regulación de tensión mediante el ajuste de los taps del transformador en la medida que varía la tensión de entrada. La regulación de la tensión es una característica importante cuando existen condiciones de baja tensión; sin ella, la UPS transferiría la carga a la batería y, con el tiempo, caería la carga. Este uso más frecuente de la batería puede causar la falla prematura de ese dispositivo. Sin embargo, el inversor también puede diseñarse de forma tal que, aunque falle, permita que la energía fluya desde la entrada de CA a la salida, lo que elimina la posibilidad de que existan puntos de falla únicos y establece de manera eficaz dos circuitos de energía independientes. Los altos niveles de eficiencia, el tamaño pequeño, el bajo costo y la alta confiabilidad, en combinación con la capacidad de corregir condiciones de tensión de línea alta o baja hacen que este tipo de UPS sea la más usada para el rango de potencia de 0,5-5 kVA.

Figura 2 – UPS de línea interactiva



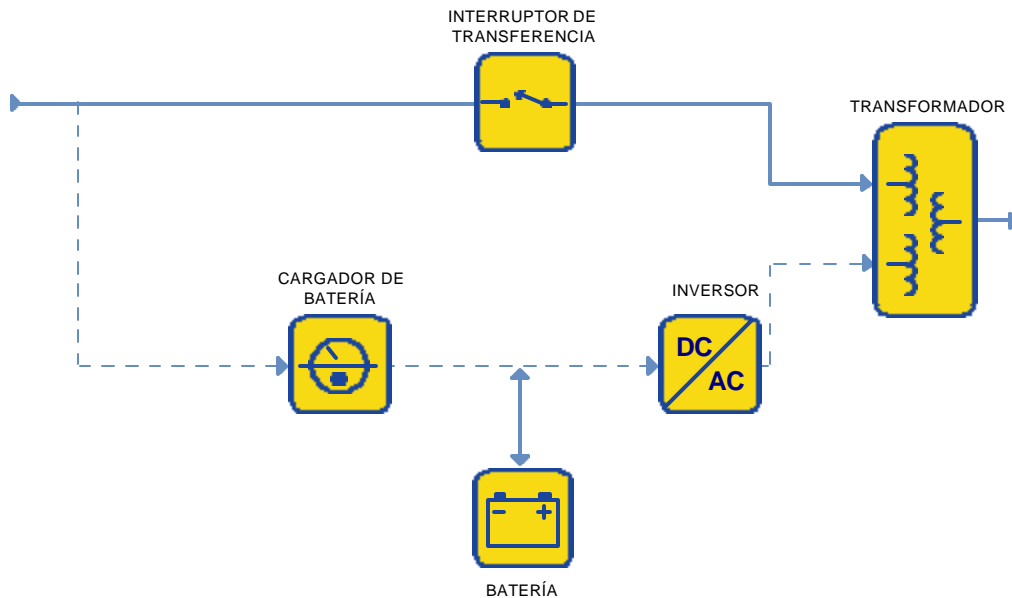
### UPS Standby-Ferro

En una época, la UPS Standby-Ferro era la que más se usaba para el rango de potencia de 3-15 kVA. Este diseño depende de un transformador especial de saturación que tiene tres devanados. El circuito de energía primaria va desde la entrada de CA, a través de un interruptor de transferencia, y del transformador, hasta la salida. En el caso de una falla de alimentación, se abre el interruptor de transferencia, y el inversor toma la carga de salida.

En el diseño de Standby-Ferro, el inversor se encuentra en el modo standby, y se energiza cuando falla la alimentación de entrada y se abre el interruptor de transferencia. El transformador posee una capacidad especial de ferro-resonancia, que suministra regulación de tensión limitada y corrección de la forma de onda de salida. El aislamiento de los transitorios de la alimentación de CA suministrado por el transformador Ferro es tan bueno o mejor que cualquier filtro disponible. Pero el transformador Ferro en sí mismo crea una severa distorsión y transitorios en la tensión de salida, lo que puede ser peor que una conexión de CA deficiente. Aun cuando se trata de una UPS Standby por diseño, la UPS Standby-Ferro genera una gran cantidad de calor debido a que el transformador ferro-resonante es inherentemente ineficiente. Estos transformadores son también grandes con relación a los transformadores de aislamiento habituales; por lo tanto, las UPS Standby-Ferro suelen ser bastante grandes y pesadas.

Los sistemas UPS Standby-Ferro suelen representarse como unidades on line, aunque poseen un interruptor de transferencia, el inversor opera en el modo standby, y registran una característica de transferencia durante la interrupción en el suministro de CA. La **Figura 3** ilustra la topología Standby-Ferro.

Figura 3 – UPS Standby-Ferro



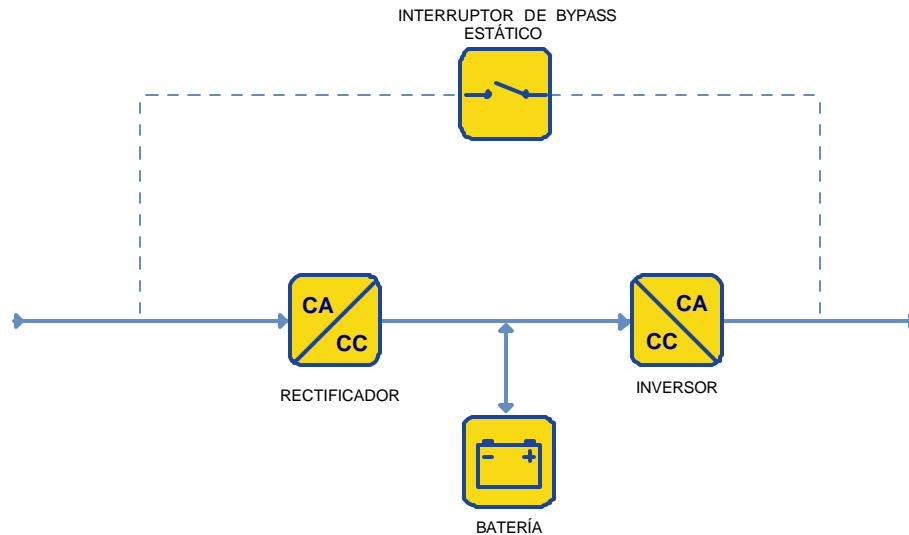
Los puntos fuertes de este diseño son su alta confiabilidad y excelente filtrado de línea. Sin embargo, el diseño posee un nivel de eficiencia muy bajo combinado con inestabilidad cuando se lo utiliza con algunos generadores y novedosas computadoras con corrección de factor de potencia; las variables mencionadas restan mucha popularidad a este diseño.

La razón principal por la cual los sistemas UPS Standby-Ferro ya no se utilizan comúnmente es que pueden ser muy inestables cuando operan con la carga de la fuente de alimentación de una computadora moderna. Todos los servidores y routers grandes utilizan fuentes de alimentación con “corrección del factor de potencia” que toman solamente corriente sinusoidal de la red eléctrica, en forma muy similar a una lámpara incandescente. El consumo continuo de corriente se logra utilizando capacitores, dispositivos que “conducen” la tensión aplicada. El sistema UPS Ferro-resonante utiliza transformadores centrales pesados que poseen una característica inductiva, lo que significa que la corriente “retarda” la tensión. La combinación de estos dos elementos forma lo que se conoce como circuito “tanque”. La resonancia en un circuito tanque puede causar altas corrientes, lo que pone en peligro la carga conectada.

### UPS on line de doble conversión

Este es el tipo más común de UPS para rangos superiores a 10 kVA. El diagrama de bloques de la UPS on line de doble conversión, que se ilustra en la Figura 4, es el mismo que para la UPS Standby, excepto que el circuito de energía primaria es el inversor en lugar de la red de CA.

Figura 4 – UPS on line de doble conversión



En el diseño on line de doble conversión, la interrupción del suministro de CA de entrada no provoca la activación del interruptor de transferencia, dado que la alimentación de CA de entrada está cargando la batería de respaldo que suministra alimentación al inversor de salida. Por lo tanto, durante una interrupción en el suministro de entrada de CA, la operación on line no registra tiempo de transferencia.

Tanto el cargador de la batería como el inversor convierten todo el flujo de alimentación de la carga de este diseño, lo que da como resultado una eficiencia reducida y la mayor generación de calor asociada.

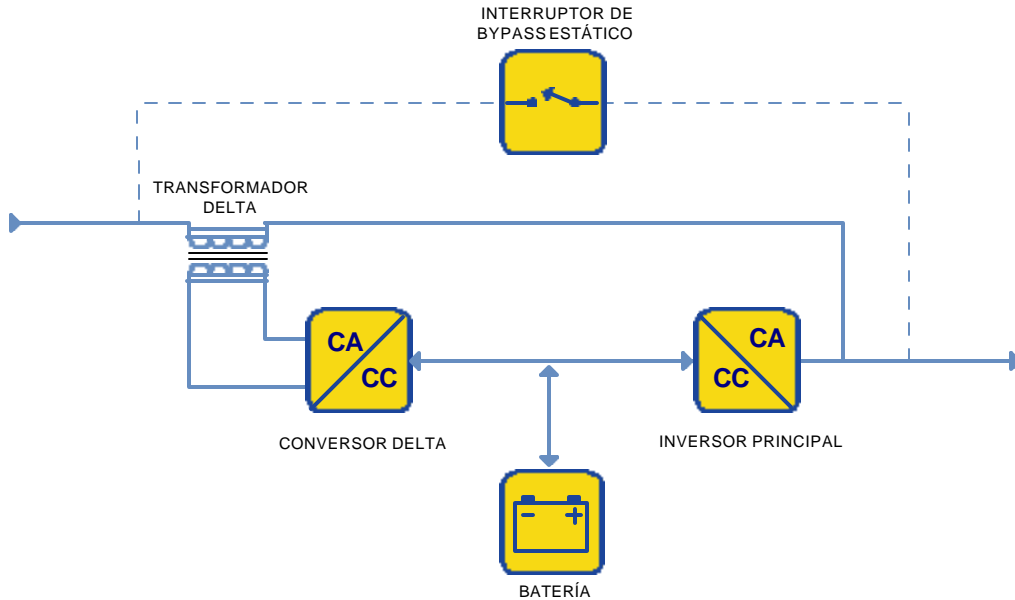
Esta UPS ofrece un desempeño casi ideal en cuanto a la salida eléctrica. Pero el desgaste constante de los componentes de potencia reduce la confiabilidad respecto de otros diseños, y la energía consumida por la ineficiencia de la alimentación eléctrica es una parte significativa del costo de operación de la UPS a lo largo de su vida útil. Asimismo, la potencia de entrada tomada por el gran cargador de baterías suele ser no lineal y puede interferir con el cableado de alimentación del edificio o causar problemas con los generadores de emergencia.

### UPS on line de conversión delta

Este diseño de UPS, ilustrado en la Figura 5, es una tecnología novedosa con una antigüedad de 10 años, desarrollada para eliminar las desventajas del diseño on line de doble conversión, y se encuentra disponible para rangos de potencia de entre 5 kVA y 1,6 MW. Similar al diseño on line de doble conversión, la UPS on line de conversión delta siempre posee un inversor que suministra tensión a la carga. Sin embargo, el convertidor delta adicional también aporta alimentación a la salida del inversor. Durante una falla o perturbaciones en la alimentación de CA, este diseño exhibe un comportamiento

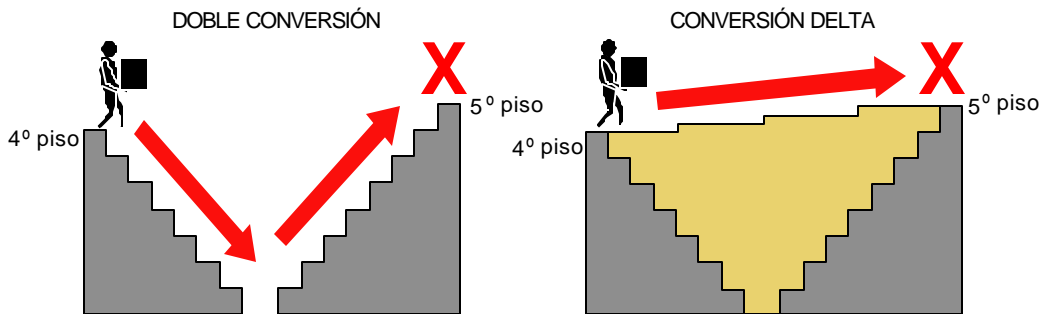
idéntico al de la UPS on line de doble conversión.

*Figura 5 – UPS on line de conversión delta*



Una forma simple para comprender la eficiencia de la energía de la topología de conversión delta es considerar la energía requerida para llevar un paquete del cuarto piso al quinto piso de un edificio, tal como se ilustra en la Figura 6. La tecnología de conversión delta ahorra energía recorriendo con el paquete solamente la diferencia (delta) de distancia entre los puntos de partida y de llegada. La UPS on line de doble conversión pasa la alimentación a la batería y de regreso, mientras que el convertor delta lleva los componentes de la alimentación de la entrada a la salida.

*Figura 6 – Analogía para UPS de doble conversión vs. UPS de conversión delta*



En el diseño on line de conversión delta, el convertor delta tiene un doble propósito. Primero, debe controlar las características de la alimentación de entrada. Esta unidad de entrada activa toma potencia en forma senoidal, lo que minimiza las armónicas reflejadas en la red eléctrica. Así se garantiza una

óptima compatibilidad entre la red eléctrica y el sistema generador, lo que reduce el calentamiento y el desgaste del sistema en la solución de distribución de energía. La segunda función del convertor delta es controlar la corriente de entrada para regular la carga del sistema de baterías.

La UPS on line de conversión delta brinda las mismas características de salida que el diseño on line de doble conversión. Sin embargo, las características de entrada frecuentemente son distintas. Los diseños on line de conversión delta brindan una entrada con corrección del factor de potencia y control dinámico sin el uso ineficiente de bancos de filtros asociados con las soluciones tradicionales. El beneficio más importante es una reducción significativa en las pérdidas de energía. El control de la alimentación de entrada también hace que la UPS sea compatible con todos los grupos electrógenos y reduce la necesidad de sobredimensionamiento del cableado y generador. La tecnología on line de conversión delta es la única tecnología UPS básica que en la actualidad se encuentra protegida por patentes y, por lo tanto, es poco probable que la gama de proveedores que la ofrezcan sea amplia.

Durante condiciones de estado estable, el convertor delta permite a la UPS suministrar potencia a la carga con una eficiencia mucho mayor que el diseño de doble conversión.

## Resumen de los tipos de UPS

La siguiente tabla ilustra algunas de las características de los diferentes tipos de UPS. Ciertos atributos de una UPS, tal como la eficiencia, se ven determinados por la elección del tipo de UPS. Dado que la implementación y la calidad de fabricación tienen un impacto más fuerte en características tales como la confiabilidad, esos factores deben ser evaluados además de los atributos de diseño.

	Rango de potencia para aplicación práctica (KVA)	Acondicionamiento de la tensión	Costo por VA	Eficiencia	Inversor con funcionamiento constante
<b>Standby</b>	0 - 0,5	Bajo	Bajo	Muy alta - { } -	No
<b>Línea interactiva</b>	0,5 - 5	Según diseño	Medio	Muy alta	Según diseño
<b>Standby-Ferro</b>	3 - 15	Alto	Alto	Baja - Media	No
<b>On line de doble conversión</b>	5 - 5000	Alto	Medio	Baja - Media	Sí
<b>On line de conversión delta</b>	5 - 5000	Alto	Medio	Alta	Sí

## Uso de tipos de UPS en la industria

La oferta actual de productos en la industria de sistemas UPS ha evolucionado a lo largo del tiempo y ahora contempla muchos de los diseños descritos. Los diferentes tipos de UPS poseen atributos que los vuelven más o menos adecuados para diferentes aplicaciones y la línea de productos de APC refleja esta diversidad, tal como se ilustra en la siguiente tabla:

	Productos comerciales	Beneficios	Limitaciones	Descubrimientos de APC
<b>Standby</b>	APC Back-UPS Tripp-Lite Internet Office	Bajo costo, alta eficiencia, compacta	Funciona a batería durante bajadas de tensión, impráctica para más de 2 kVA	El mejor valor para estaciones de trabajo personales
<b>Línea interactiva</b>	APC Smart-UPS Powerware 5125	Alta confiabilidad, alta eficiencia, buen acondicionamiento de tensión	Impráctica para más de 5 kVA.	El tipo de UPS más popular en existencia debido a su alta confiabilidad, ideal para servidores en rack o distribuidos y/o entornos de energía hostiles
<b>Standby-Ferro</b>	BEST Ferrups	Excelente acondicionamiento de la tensión, alta confiabilidad	Baja eficiencia, inestable en combinación con algunas cargas y generadores	Aplicación limitada debido a que la baja eficiencia e inestabilidad son un problema, y el diseño N+1 on line ofrece aun mayor confiabilidad
<b>On line de doble conversión</b>	APC Symmetra Powerware 9170	Excelente acondicionamiento de tensión, facilidad de conexión en paralelo	Baja eficiencia, costosa por debajo de 5 kVA	Adecuada para diseños N+1
<b>On line de conversión delta</b>	APC Silcon	Excelente acondicionamiento de la tensión, alta eficiencia	Impráctica por debajo de 5 kVA	La alta eficiencia reduce el costo de energía esencial durante el ciclo de vida en grandes instalaciones

## Conclusiones

Varios tipos de UPS son apropiados para diferentes usos, y ninguno de ellos es ideal para todas las aplicaciones. La intención de este informe es contrastar las ventajas y desventajas de las diferentes topologías UPS que se encuentran en el mercado en la actualidad.

Las importantes diferencias entre los diseños de las UPS ofrecen ventajas teóricas y prácticas para propósitos diversos. No obstante, la cualidad básica de la implementación y la calidad de fabricación suelen ser clave para determinar el rendimiento que en última instancia se logrará en la aplicación del cliente.

### Acerca del autor:

**Neil Rasmussen** es uno de los fundadores y Director de Tecnología de American Power Conversion. En APC, Neil dirige el mayor presupuesto mundial de Investigación y Desarrollo que se destina al campo de la infraestructura de energía, refrigeración y racks para redes críticas; los centros de desarrollo de productos principales están ubicados en Massachusetts, Missouri, Dinamarca, Rhode Island, Taiwán e Irlanda. En la actualidad, Neil conduce las iniciativas de APC orientadas al desarrollo de soluciones modulares escalables para centros de datos.

Antes de fundar APC en el año 1981, Neil recibió los títulos de *Bachelor* y *Master* en Ingeniería Eléctrica del MIT, donde realizó su tesis sobre el análisis de una fuente de potencia de 200 mW para un reactor de fusión Tokamak. Desde 1979 hasta 1981 trabajó para MIT Lincoln Laboratories en sistemas de almacenamiento energético de volante y sistemas de energía eléctrica solar.