



MODOS DE OPERACIÓN DE ALTA EFICIENCIA

La ruta hacia una mayor eficiencia energética sin sacrificar la disponibilidad de la carga

Valerio Zerillo, gerente de la gran oferta de potencia
Stephen Major, gerente de la gran oferta de potencia

Resumen

Uno de los temas más discutidos en todo el mundo es el rápido aumento de la demanda y del precio del suministro energético. De la mano de este se encuentra el aumento en la concienciación del impacto ambiental y el agotamiento de los combustibles fósiles, lo cual ha creado una tendencia natural hacia el ahorro, el uso de nuevas energías renovables, las buenas prácticas de conservación, así como el desarrollo y el adelanto de las tecnologías, los procesos y los estándares que mejoran el rendimiento energético. Debido a que el funcionamiento máximo es fundamental para muchas de estas organizaciones líderes en el mundo, la presencia de un UPS es un requisito previo indispensable para una infraestructura eléctrica confiable, que sea capaz de proteger y conservar al máximo la carga.

La topología más común de UPS que está siendo usada actualmente en la industria es la doble conversión; sin embargo, la mayoría de los proveedores de UPS han introducido los tipos de operación Eco-Mode para aumentar aún más los niveles de eficiencia de los UPS. En este documento, analizaremos los inconvenientes de los tipos de operación Eco-Mode y destacaremos cuáles elementos deberían considerarse a la hora de utilizar estos modos de operación.

Después, revisaremos los resultados de campo logrados por el UPS Liebert® Trinergy™ Cube y presentaremos las recientes mejoras en las tecnologías que han sido incorporadas en el Liebert Trinergy Cube y el Liebert EXL S1.

Los UPS Vertiv™ han introducido en el mercado nuevas formas de mejorar la eficiencia, las cuales han demostrado ser la solución prémium para los UPS en los centros de datos que buscan la reducir al máximo la efectividad del uso de la energía y mantener los niveles más altos de disponibilidad.

Introducción

Los sistemas de UPS ofrecen un suministro eléctrico limpio para los dispositivos electrónicos, tales como los servidores y las redes de computadoras, y los sistemas de seguridad y de gestión del edificio. Además, los UPS ofrecen protección contra los cortes eléctricos que potencialmente podrían ocasionar una interrupción de las operaciones, la pérdida de la información, de la productividad y de los beneficios empresariales. La eficiencia energética de un UPS es la relación entre la energía que ingresa al UPS y la energía que sale del UPS para alimentar la carga. Cada vez que la corriente pasa por los componentes internos de un UPS, cierta cantidad de energía se disipa como calor, lo cual da como resultado pérdidas de energía. También hay un consumo energético adicional cuando los sistemas de aire acondicionado operan para mantener la temperatura ambiente ideal de la instalación. Aunque la pérdida de cierta cantidad de energía es inevitable, es evidente que la reducción del consumo energético del UPS y el aumento consecuente de su eficiencia contribuirá considerablemente a reducir el gasto de energía excedente y a maximizar los ahorros de los costos operativos en la factura energética.

Evolución estática de las tecnologías de Vertiv en los pasados 40 años

1970	1980	1980	2000	2010	2015	2018
la eficiencia era del 80%	la eficiencia era del 85%	la eficiencia era del 88%	la eficiencia era del 90%	la eficiencia era del 93%	la eficiencia era del 97%	la eficiencia es del 99% (promedio en el mercado de 97%)

Figura 1: Evolución estática de las tecnologías de UPS Vertiv en los pasados 40 años

Los ahorros generados por el aumento en la eficiencia de UPS, extrapolada las 24 horas de días y los 365 días del año por un periodo de cinco años, no solo superaría el precio de compra de un UPS, sino que también contribuiría de forma activa a reducir las emisiones de CO₂ y las que provocan el calentamiento global, con el fin de garantizar el menor impacto ambiental de la solución elegida para la protección del suministro eléctrico.

En la actualidad, el modo de operación de UPS más común y usado para ofrecer un suministro eléctrico seguro para los centros de datos es el modo de doble conversión, el cual garantiza un tipo de operación con voltaje y frecuencia independiente (VFI) al proporcionar el mayor nivel de calidad eléctrica para la carga en todo momento. Al mismo tiempo, debido a que existen dos etapas de conversión de potencia, este es también el modo operativo que consume la mayor cantidad de energía.

Incluso a la hora de considerar un UPS de doble conversión, existen diferencias significativas en términos de la eficiencia de la doble conversión: los UPS existentes podrían operar

con una eficiencia del 93% al operar en un modo de doble conversión, mientras que el UPS de mayor eficiencia en la actualidad puede alcanzar niveles del 97%. Para aumentar aún más la eficiencia, la mayoría de los fabricantes de UPS han introducido modos de operación de alta eficiencia energética, como el Eco-Mode; sin embargo, la mayoría de estos modelos siguen siendo utilizados como estrategias de mercadeo en vez de ser una forma concreta de mejorar la eficiencia del centro de datos, ya que una mayor eficiencia con el Eco-Mode presenta inconvenientes para aumentar la disponibilidad.

Impactos de la eficiencia en los costos operativos

Una de las principales prioridades para los gerentes de las instalaciones y los centros de datos es optimizar el consumo energético de las instalaciones; sin embargo, esta tarea se ve continuamente desafiada por el aumento de los costos de la electricidad. A manera de ejemplo, la Tabla 1 muestra una comparación entre las diferentes tecnologías.

Configuración del UPS	kW	Eficiencia máxima	Pérdidas de kW	Precio Medio por kWh	Precio promedio por kWh	Costo de electricidad por 5 años	Ahorros por 5 años
Existente	1000	94%	63.8	\$ 0.10	\$ 55.910	\$ 279.550	-
Moderno	1000	97%	30.9		\$ 27.090	\$ 135.450	\$ 144.100
Moderno con modo Dinámico en línea	1000	99%	10.1		\$ 8850	\$ 44.250	\$ 235.300

Tabla 1. Ahorros promedio en costos energéticos por 5 años en comparación con las diferentes configuraciones de UPS

Inconvenientes de los modos históricos de alta eficiencia

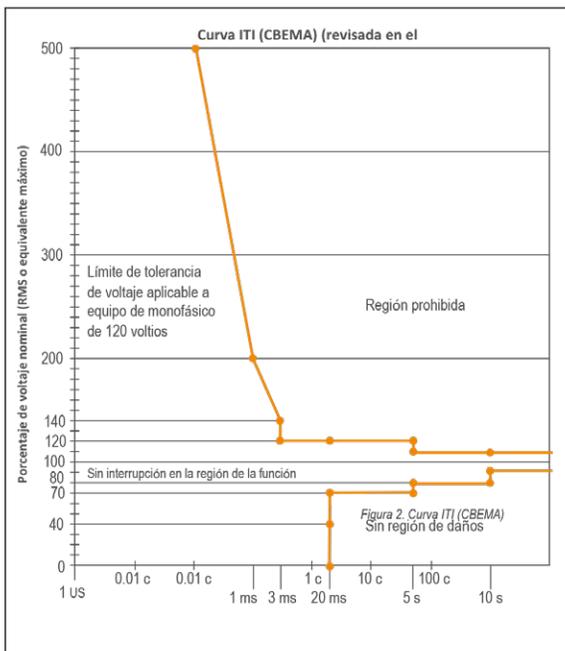
El Eco-Mode y su efectividad

Cada dispositivo electrónico tiene una especificación única, así que resulta útil tener un punto de referencia para comparar el rendimiento de estos dispositivos.

Desde un punto de vista holístico, el rendimiento de los equipos de TI puede analizarse mediante la curva ITI (CBEMA) (Figura 2). La curva ITI (CBEMA) describe un límite del voltaje de entrada de CA que normalmente puede ser tolerado (sin interrumpir las funciones) por la mayoría de las partes del equipo de tecnología de la información (ETI).

Los dispositivos electrónicos deberían ser capaces de operar normalmente bajo las condiciones mostradas en la curva. El rango de estado estacionario describe un voltaje de valor cuadrático medio (RMS) que varía lentamente o es constante. El rango es +/-10% del voltaje nominal. Se pueden presentar varios voltajes dentro de este rango por un periodo indefinido y son una función de cargas y pérdidas normales en el sistema de distribución. Además, los dispositivos electrónicos deberían ser capaces de operar temporalmente sin voltaje por un tiempo no mayor a 20 ms.

Debido a que estos tipos de equipos electrónicos no necesitan una calidad perfecta de la energía, el Eco-Mode aprovecha la red cuando hay una buena calidad de energía al transferir el UPS a bypass y alimentar la carga directamente a través de la red por medio de la línea de bypass.



Duración en ciclos (c) y segundos (s)

Quando la calidad del suministro eléctrico se encuentra dentro del margen de tolerancia, el UPS puede maximizar la eficiencia al alimentar la carga mediante el Interruptor del bypass estático en lugar de la sección de conversión de potencia del UPS donde las pérdidas energéticas son mayores.

Las avanzadas técnicas de control y seguimiento de potencia permiten que un UPS pueda transferirse a un modo de doble conversión tan pronto como se presente un fallo en el suministro eléctrico o esté fuera del margen de tolerancia. Como referencia, en la Figura 3 que aparece a continuación, se muestran tres modos diferentes de operación según la norma internacional para UPS IEC 62040-3.

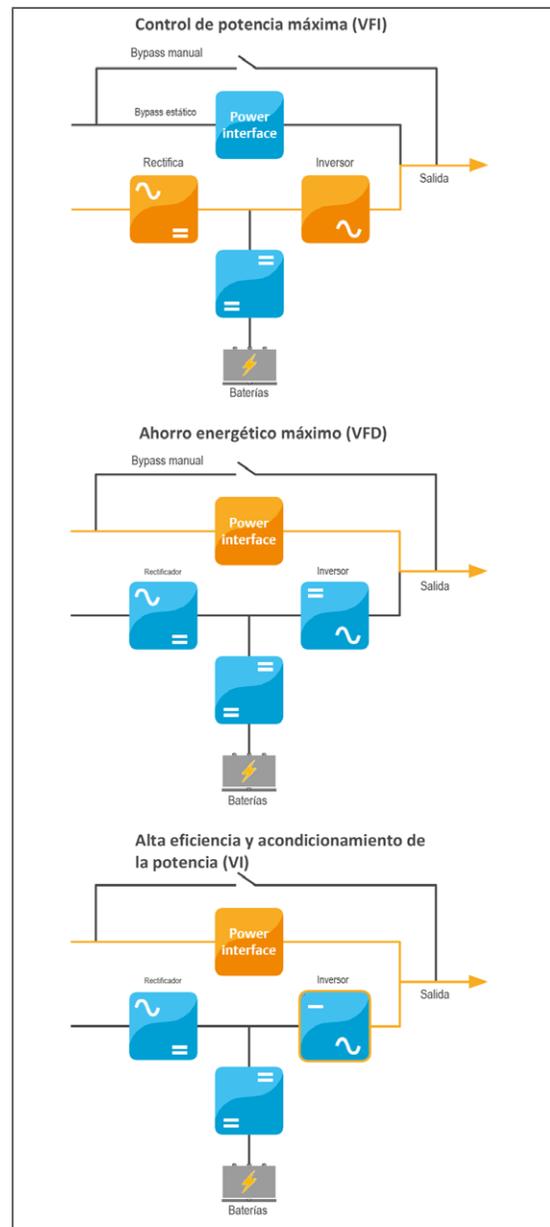


Figura 3: Modos de operación del Liebert Trinergy Cube y Liebert EXL S1 según Estándar para UPS 62040-3

Uno no esperaría que la confiabilidad de un UPS se vea afectada mientras opera en Eco-Mode. De hecho, en Eco-Mode, algunos de los componentes internos dentro del inversor y el rectificador sufren menos estrés, así que la confiabilidad de un UPS en realidad podría aumentar. No obstante, debido a que ningún acondicionamiento de la energía es realizado por el UPS durante este modo de operación, podría existir una disminución en la calidad de la energía suministrada a la carga, lo cual afecta la disponibilidad de la potencia de la carga.

Es necesario tomar en consideración algunos aspectos antes de activar un modo de operación de alta eficiencia. El primer aspecto es el tiempo de transferencia: la

cantidad de tiempo que tarda en transferirse de un modo de operación a otro.

Los UPS existentes necesitan 10 ms para transferirse en las peores condiciones posibles y podrían presentar inestabilidad de voltaje en su salida durante algunos ciclos. Como resultado, la carga no estará protegida contra perturbaciones por un periodo de algunos microsegundos hasta algunos milisegundos. Aunque las cargas son compatibles con los cortes eléctricos de esta duración, como se muestra en la curva CBEMA, se deberá tomar en cuenta la protección contra sobretensiones para las perturbaciones de 0.1 ms o más. Por consiguiente, con el fin de garantizar la protección de la carga contra estos tipos de perturbaciones, se debería considerar una filtración pasiva adicional en la línea de bypass. El Liebert® Trinergy™ Cube está equipado con una interfaz de potencia en la ruta del bypass para proporcionar la filtración pasiva necesaria para la protección contra estas perturbaciones temporales de sobretensión. El Liebert EXL S1 ofrece una interfaz de potencia opcional.

Se debe tomar en consideración un aspecto adicional con respecto a los armónicos y el bajo factor de potencia (FP) normalmente presentes en la red o desde la carga.

A la hora de instalar un UPS o cualquier parte del equipo, especialmente para las grandes instalaciones de energía, es importante garantizar que los armónicos y el factor de

potencia del dispositivo se encuentren dentro de los límites definidos por el proveedor de la red. El factor de potencia de entrada de un UPS moderno que usa un rectificador de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) es de hasta 0.99 para una carga del 20%, mientras que los niveles de armónicos pueden ser menores del 5%. Cuando un UPS opera en modo de doble conversión, el factor de potencia y la distorsión armónica total generados por el rectificador del UPS serán inyectados de vuelta en la red y agregados al factor de potencia y distorsión armónica total generados por otras partes del equipo conectadas directamente a la red, como los compresores y las plantas de enfriamiento. Al mismo tiempo, si el UPS se encuentra conectado a la red con un alto nivel de distorsión de voltaje, no afectaría la carga de ninguna forma ya que, a la hora de operar en el modo de doble conversión, el UPS proporciona aislamiento entre la carga y la red.

Ahora bien, asumiendo que el UPS está operando en Eco-Mode, existe una relación directa entre la carga y la red por medio de la ruta a través del interruptor del bypass estático; por consiguiente, el factor de potencia y los niveles armónicos (distorsión armónica total) que necesitan verificarse ya no son únicamente los del UPS, sino también los de la carga conectada circuitos abajo del UPS. Tomando en cuenta que la mayoría de los servidores tienen un suministro eléctrico doble, la carga en las unidades de suministro de energía (PSU) generalmente no supera el 50% durante una operación normal. Además, los servidores normalmente no operan al 100% de su capacidad. Generalmente, las PSU operan entre un 10 y 40% de su capacidad. Como se muestra en la Tabla 2 que aparece a continuación, la red puede estar expuesta a niveles de factor de potencia de carga entre el rango de 0.77 hasta 0.98, y armónicos entre un rango de 20% a 7%. Este escenario es mucho peor de lo que sucede en la entrada del rectificador, donde el UPS mantiene niveles de factor de potencia de 0.98 y distorsión armónica total menor al 8% hasta una carga del 10%.

'RMS A	PF	'THD (%)	Carga (%)	Fracción de carga	Vatios de entrada	Ventilador externo (W)	Voltaje de terminal de CD (V) 12 V	Corriente de carga de CD (A) 12 Vsb	Vatios de salida	Eficiencia %
0.68	0.86	20.31	10%	Bajo	134	1.32	12.22/9.92	1.9/0.1	122	91.50%
1.21	0.93	13.42	20%	Luz	259	2.04	12.21/19.83	11.89/0.2	244	94.26%
2.82	0.98	7.72	50%	Típico	635	9.96	12.21/49.57	11.86/0.5	611	96.24%
5.59	0.99	5.27	100%	Completo	1274	9.96	12.19/99.13	11.84/0.99	1220	95.79%

'RMS A	PF	'THD (%)	Carga (%)	Fracción de entrada	Vatios Watts	Ventilador externo (W)	Voltaje de terminal de CD (V) 12 V	Corriente de carga de CD (A) 12 Vsb	3,3 V	Vatios de salida	Eficiencia %
0.76	0.77	13.83	10%	Bajo	135	23.40	12/9.28	0/0	3.3/0.5	113	83.88%
1.21	0.90	12.78	20%	Luz	249	23.40	12/18.51	0/0	3.3/0.99	225	90.52%
2.71	0.96	8.00	50%	Típico	597	23.40	11.99/46.22	0/0	3.29/2.5	562	94.28%
5.27	0.99	4.38	100%	Completo	1196	23.40	11.98/90.51	0/0	3.27/4.98	1101	92.01%

Tabla 2. Algunos ejemplos de las cargas más comunes de servidores no lineales con valores bajos de factor de potencia y rechazo elevado de armónicos de hasta 20% de distorsión armónica total.

(Fuente: <http://www.plugloadolutions.com/80PlusPowerSupplies.aspx>)

Por consiguiente, a la hora de operar mediante la línea de bypass, uno debería asegurarse de tener un equipo adicional para reducir los armónicos y compensar el factor de potencia de las PSU. Lo mismo es válido si uno considera alimentar cargas mecánicas por medio de la línea de bypass. Esto se puede lograr mediante la instalación de un filtro activo o bancos de reordenamiento de fases. Los largos tiempos de transferencia y la ausencia de filtración pasiva y activa a la hora de operar en Eco-Mode son las principales razones por las cuales el Eco-Mode ha continuado como una estrategia de mercadeo en lugar de ser una forma concreta de mejorar la eficiencia del UPS.

Para superar los inconvenientes que pueden ocurrir a la hora de operar en Eco-Mode, existen varias medidas que se pueden adoptar para garantizar una protección adecuada de la carga (Figura 4), las cuales se enumeran a continuación:

- **Filtración pasiva (Interfaz de potencia)** cuando se opera en la línea de bypass
- **Filtración activa** para proporcionar un acondicionamiento de la energía para la carga y la red con el fin de garantizar un suministro de buena calidad en todo momento
- Eliminar el tiempo de transferencia entre los diferentes modos de operación

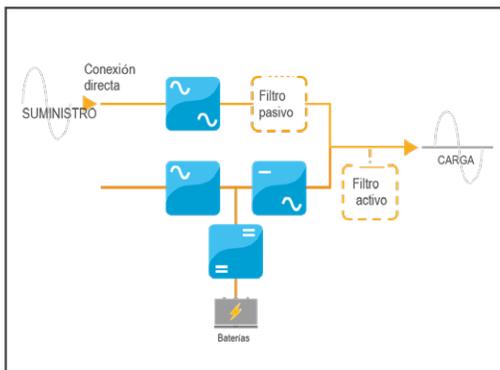


Figura 4: El Liebert Trinergy Cube con compensación pasiva y activa integradas a la hora de operar en modos VFD y VI.

Modos de operación

Los siguientes modos de operación se encuentran disponibles en el Liebert® Trinergy™ Cube y el Liebert EXL S1.

Control de potencia máxima (modo VFI)

El control de potencia máxima permite que se suministre la mejor energía a la carga siempre que el sistema detecte que el entorno eléctrico requiere acondicionamiento.

En caso de que ocurra un deterioro de las condiciones de la red y los parámetros monitoreados estén fuera de los márgenes de tolerancia, el modo de Control de potencia máxima permite un acondicionamiento y suministro completos para la carga mediante el modo de doble conversión con una eficiencia de más del 96.5%.

Filtración activa (modo VI)

El modo de Filtración activa permite que el sistema acondicione el suministro eléctrico de forma adecuada sin tener que transferirse a la configuración de Control de potencia máxima. Cuando una carga reactiva o una carga no lineal se encuentra conectada al UPS, y los armónicos o la corriente reactiva están presentes, el UPS es capaz de compensarse mediante operar como un filtro activo y consumir solo la energía necesaria para compensar las perturbaciones en la línea, y alcanzar así la mayor eficiencia posible, lo cual resulta en una variación de la eficiencia del 98% hasta el 99%. El uso del modo VI permite retirar parte del problema de conectar directamente el suministro a la carga mediante la línea de bypass.

Ahorro energético máximo (modo VFD)

El Ahorro energético máximo detecta cuando el suministro eléctrico que alimenta la unidad es de una calidad ideal y la necesidad de acondicionamiento es limitada. Cuando las condiciones de la red son estables, se elige el modo de Ahorro energético máximo para permitir que la energía pase por la línea de interfaz de potencia y alcanzar una eficiencia del hasta un 99.5%. Cuando se encuentra presente, la línea de interfaz de potencia proporciona una filtración pasiva para la carga con el fin de garantizar la protección de la misma incluso cuando es alimentada por la línea de bypass.

Control de Trinergy (solo Liebert Trinergy Cube)

La activación del modo de operación de alta eficiencia para el Trinergy Cube está basada en el seguimiento en tiempo real de los parámetros relacionados con las condiciones de la red de entrada y la calidad de carga de salida (Figura 5).

Las condiciones eléctricas relacionadas con la carga y la red son monitoreadas constantemente para permitir que se suministre la mejor protección de la potencia para la carga en todo momento y con el mayor nivel de eficiencia. Al mismo tiempo, se garantiza un acondicionamiento óptimo de la potencia de carga con un factor de potencia de entrada de 0.99 tanto en el suministro como en la línea de bypass, y una distorsión armónica total menor al 3%.

Si las variables observadas se encuentran fuera de los rangos específicos, el UPS activará un modo de operación diferente de acuerdo con la configuración de los algoritmos. Esta configuración puede ser personalizada por los ingenieros de servicio si se requiere.

La Tabla 3 muestra un resumen de las diferencias más importantes entre el Liebert™ Trinergy™ Cube, el Liebert EXL S1 y cualquier otro UPS que use Eco-Mode o un modo similar.

Modo de alta eficiencia de Vertiv	Eco-Mode	Ventajas del modo de Alta eficiencia de Vertiv
Filtración pasiva	Solo bypass estático en VFD	Protección de carga también en VFD
Filtración activa en modo VI	Sin filtración activa	Compensa los armónicos y el factor de potencia al reducir la corriente reactiva hacia la red circuitos arriba
Red y carga	Monitoreo de red	Opera de acuerdo con la variación de la carga y el monitoreo de varios tipos de carga
Rectificador apagado en el modo VI	Rectificador encendido en VFD sin carga	No absorbe kVAr del rectificador como el Eco-Mode
Factor de potencia y armónicos controlados tanto en la entrada del rectificador como del bypass	Factor de potencia y armónicos controlados únicamente en la entrada del rectificador al operar en VFI	El algoritmo del Trinerigy y del Trinerigy Cube permite una mayor eficiencia al ofrecer un acondicionamiento de la energía al mismo tiempo
Exposición de la carga a fallo del suministro en menos de 2 ms en modo VI	Exposición de la carga a fallos hasta 10 ms	Tiempo de transferencia rápido para máxima disponibilidad de carga

Tabla 3. Diferencias más importantes entre el Liebert Trinerigy Cube, el Liebert EXL S1 y cualquier otro UPS que use Eco-Mode o un modo similar

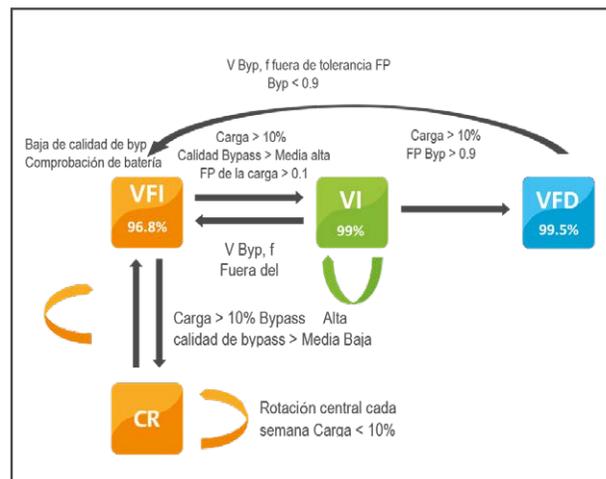


Figura 5: Configuraciones y umbrales principales de los algoritmos internos del Liebert Trinerigy Cube

El Control de Trinerigy ofrece excelentes ahorros energéticos para un menor costo total de propiedad. Vea la Tabla 4 para más detalles sobre los ahorros potenciales para las diferentes potencias nominales del UPS. El cálculo toma en cuenta el aumento de la eficiencia obtenido al operar en el modo de alta eficiencia.

La Figura 6 ilustra como el Control de Trinerigy maneja un cortocircuito circuitos arriba con un modo de alta eficiencia (VI) activado. Mientras opera en modo VI, el cortocircuito fuerza el voltaje de entrada del bypass a cero. Tan pronto como la entrada de bypass está fuera del margen de tolerancia, los conmutadores de control del UPS se transfieren al modo VFI a la vez que se envía una señal para apagar los rectificadores controlados por silicio (SCR) del bypass. El tiempo de transferencia resultante no supera los 2 milisegundos, considerablemente menor que el tiempo de transferencia de la generación previa de productos, el cual era de hasta 10 milisegundos.

Esto permitió que muchos clientes empezaran a usar este modo de operación de forma efectiva ya que este reduce considerablemente el tiempo de transferencia entre los modos de operación. Con base en los 10 años de experiencia del Control de Trinerigy en el mercado, **Vertiv ha mejorado aún más los controles para alcanzar una transferencia de 0 milisegundos mediante el modo Dinámico en línea.**

Capacidad del UPS	kW @ 70% de carga	Aumento de eficiencia (98.5% - 96.8%)	Aumento de kW ahorrados	Ahorros anuales de kWh (70% carga)	Precio promedio por kWh	Ahorros anuales en facturas de electricidad
400 kVA	280	1.7%	4.8	41,698	\$0.10	\$4170
800 kVA	560	1.7%	9.5	83,395	\$0.10	\$8340
1200 kVA	840	1.7%	14.3	125,093	\$0.10	\$12,510
1600 kVA	1120	1.7%	19.0	166,790	\$0.10	\$16,680
2000 kVA	1400	1.7%	23.8	208,488	\$0.10	\$20,850
2400 kVA	1680	1.7%	28.6	250,186	\$0.10	\$25,020
2800 kVA	1960	1.7%	33.3	291,883	\$0.10	\$29,190
3200 kVA	2240	1.7%	38.1	333,581	\$0.10	\$33,360

Nota: 98.5% de eficiencia promedio calculada tomando en cuenta 25% del tiempo de operación en modo VFI, 60% en modo VI y 15% en modo VFD.

Tabla 4. Ahorro promedio en costos energéticos para las diferentes potencias nominales con base en la eficiencia energética del modo VI en comparación con el modo de doble conversión.

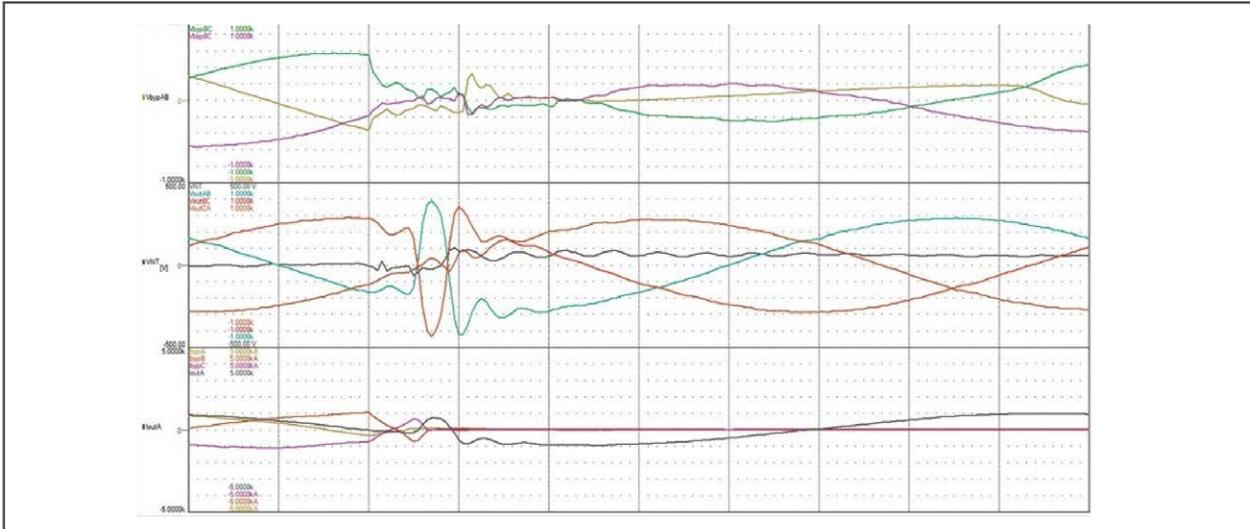


Figura 6: Corto circuitos arriba en modo VI. De arriba abajo: voltaje de entrada de bypass, voltajes de salida del inversor, corrientes de salida y bypass. Tiempo 2 ms/div.

Modo Dinámico en línea: sin sacrificar más la disponibilidad por la eficiencia

El modo Dinámico en línea es el último modo de operación de alta eficiencia ofrecido por Vertiv con el Liebert® Trinegy™ Cube y el Liebert EXL S1. Ha sido desarrollado con la comprensión de que muchos de nuestros clientes no desean sacrificar ningún nivel de confiabilidad por un aumento en la eficiencia. **Un UPS con modo Dinámico en línea ofrece una eficiencia operativa de hasta 99% sin sacrificar la confiabilidad.** De hecho, mientras se encuentra en este modo, el inversor puede asumir la carga de forma instantánea y mantener el voltaje de salida dentro de lo establecido por la especificación IEC 62040 Clase 1.

Analicemos un ejemplo: La Figura 7 ilustra cómo el UPS maneja un cortocircuito en modo Dinámico en línea. Mientras opera en modo VI, el cortocircuito fuerza el voltaje de entrada del bypass a cero. Tan pronto como la entrada de bypass está fuera del margen de tolerancia, los conmutadores de control del UPS se transfieren al modo VFI a la vez que se envía una señal para apagar los rectificadores controlados por silicón (SCR) del bypass. Los sistemas equipados con el modo Dinámico en línea se pueden transferir de forma segura de un modo de alta eficiencia al modo de inversor con una transferencia de 0 milisegundos, y así proporcionar una protección total de la potencia de la carga prácticamente bajo cualquier condición de corte eléctrico.

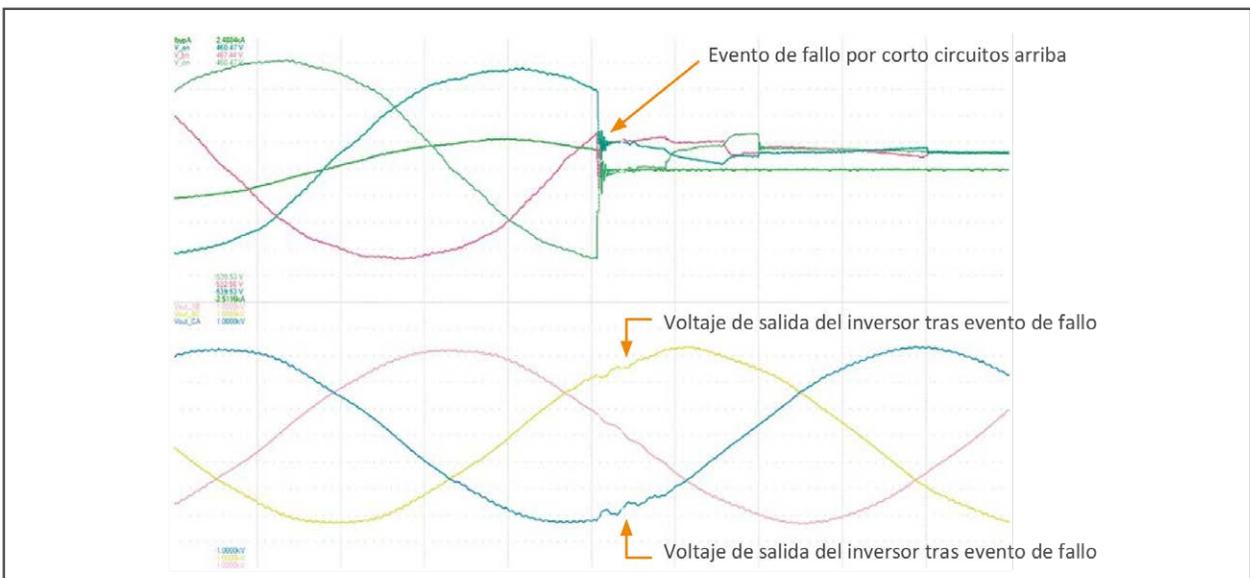


Figura 7: Corto circuitos arriba en modo dinámico en línea: De arriba abajo: voltajes de entrada de bypass y voltajes de salida de corriente e inversor. Tiempo 2 ms/div.

La Figura 8 ilustra el rendimiento del modo Dinámico en línea de acuerdo con las curvas ITI (CBEMA) de IEC 62040-3 Clase 1. Cuando el modo dinámico en línea está activado, el transiente del UPS, al transferirse del modo VI al VFI, está dentro de los límites de respuesta Clase 1 e ITI (CBEMA).

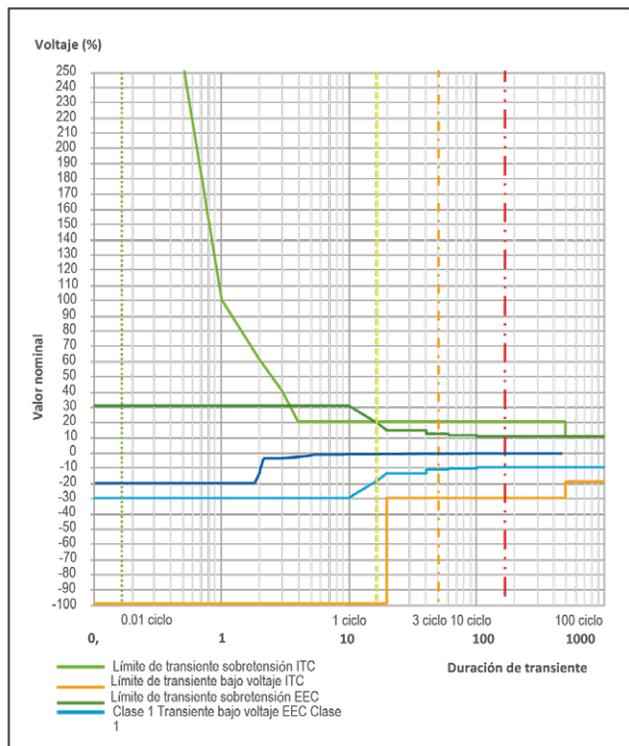


Figura 8: Rendimiento dinámico de salida en modo Dinámico en línea frente a IEC/EN 62040-3 Clase 1 e ITIC.

La Figura 9 ilustra el algoritmo de alto nivel para el modo Dinámico en línea. El algoritmo es muy similar al de Control de Trinergy™; sin embargo, en el caso del modo Dinámico en línea, el VFD ha sido retirado de la ecuación. En el modo VFD, el UPS no puede garantizar una respuesta Clase 1. Con el VFD retirado, el UPS puede garantizar la máxima confiabilidad con solo una pequeña disminución en la eficiencia operativa promedio.

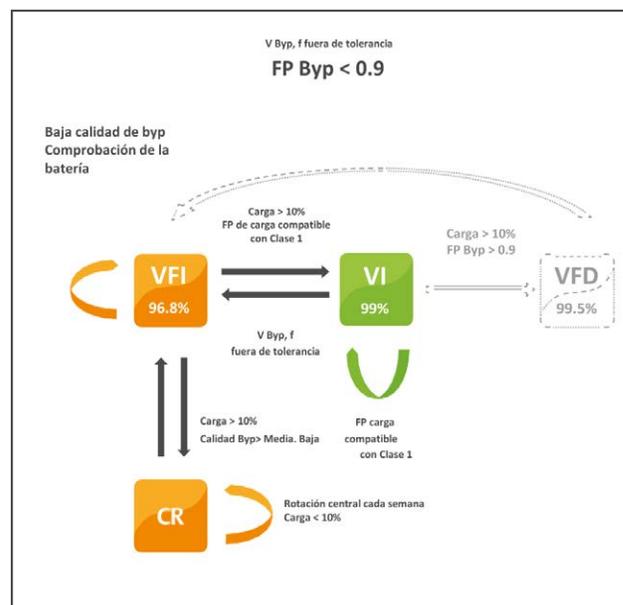


Figura 9. Configuración y límites principales del algoritmo interno en modo Dinámico en línea.

El modo Dinámico en línea ofrece excelentes ahorros energéticos para un menor costo total de propiedad. A continuación, encontrará más detalles sobre los ahorros potenciales para las diferentes potencias nominales del UPS. El cálculo toma en cuenta el aumento de eficiencia al operar en modo Dinámico en línea en comparación con la eficiencia prémium de doble conversión.

Capacidad del UPS	kW @ 70% carga	Aumento de eficiencia (98.3% - 96.8%)	Aumento de kW ahorrados	Ahorros anuales de kWh (70% carga)	Precio promedio por kWh	Ahorros anuales en facturas de electricidad
400 kVA	280	1.5%	4.2	36.792	\$0.10	\$3680
800 kVA	560	1.5%	8.4	73.584	\$0.10	\$7360
1200 kVA	840	1.5%	12.6	110.376	\$0.10	\$11.040
1600 kVA	1120	1.5%	16.8	147.168	\$0.10	\$14.720
2000 kVA	1400	1.5%	21.0	183.960	\$0.10	\$18.400
2400 kVA	1680	1.5%	25.2	220.752	\$0.10	\$22.080
2800 kVA	1960	1.5%	29.4	257.544	\$0.10	\$25.750
3200 kVA	2240	1.5%	33.6	294.336	\$0.10	\$29.430

Nota: 98.3% de eficiencia promedio calculada tomando en cuenta 30% del tiempo de operación en modo en VFI y un 70% restante en modo VI con modo Dinámico en línea activado.

Tabla 5. Ahorro promedio en costos energéticos para las diferentes potencias nominales con base en la eficiencia en modo Dinámico en línea en comparación con el de doble conversión.

Resultados de campo del Liebert® Trinergy™

Gracias a los Servicios LIFE™ de Vertiv™, nuestro sistema de monitoreo preventivo y de diagnóstico remoto, hemos sido capaces de monitorear de forma constante una gran cantidad de unidades de Trinergy y Liebert Trinergy Cube instaladas en Europa, Medio Oriente y África. La Figure 10 ilustra el tiempo promedio dedicado en los diferentes modos operativos con base en los datos recopilados a partir de una muestra de sitios bajo tensión (note que el modo VFD está desactivado para este grupo de muestras de UPS). La primera sección muestra la cantidad de tiempo dedicado a cada modo de operación y la segunda sección muestra la calidad de la red de acuerdo con cuatro categorías diferentes. Resulta interesante observar la relación directa entre el tiempo dedicado en el modo VI y la calidad de la red —una red estable se correlaciona con un mayor porcentaje de tiempo de operación en el modo VI—. **El modo Dinámico en línea ahora ofrece una solución para aumentar la eficiencia del sistema sin comprometer la disponibilidad de la carga, con el fin de proporcionar una manera nueva y segura de reducir el costo total de propiedad del sistema.**

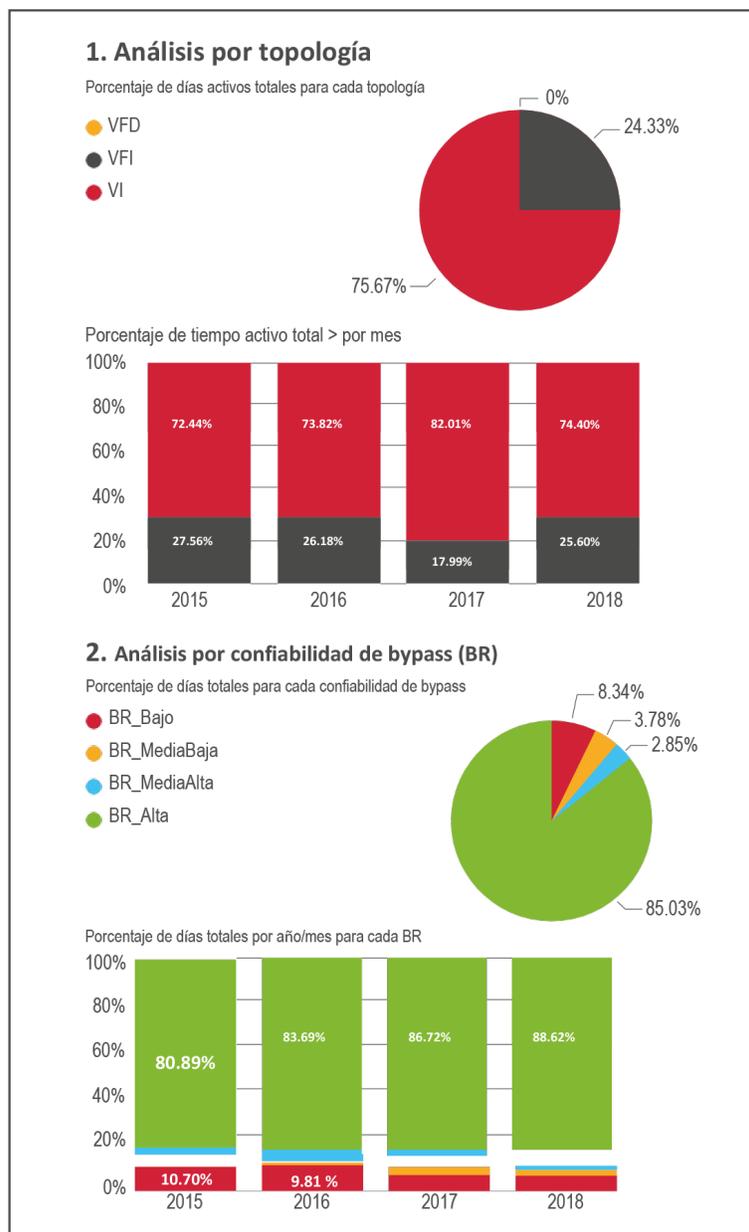


Figura 10. Resultados no campo do Trinergy e do Trinergy Cube. De cima para baixo: tempo médio no modo de operação, resumo da confiabilidade do bypass.

Conclusión

El uso del Eco-Mode debería limitarse a cargas resistivas debido a que este modo de operación normalmente no incluye ninguna compensación de FP ni armónicos. Para garantizar una protección adecuada, siempre debe haber presente una filtración activa, y posiblemente pasiva, en un UPS que ofrezca Eco-Mode. Al elegir un UPS con Eco-Mode, es importante asegurarse de que el tiempo de transferencia relacionado es compatible con las cargas circuitos abajo, los conmutadores de transferencia estática, los transformadores y los servidores, los cuales deberán estar totalmente coordinados. Esta es una de las razones por las cuales el Eco-Mode, como tal, es muy poco utilizado.

Las últimas tecnologías, como el modo Dinámico en línea incorporado en el Liebert® Trinergy™ Cube y el Liebert EXL S1, garantizan el nivel más alto de protección de la carga sin sacrificar la eficiencia por la disponibilidad.

Los sistemas eléctricos equipados con el modo dinámico en línea se pueden transferir de un modo de alta eficiencia al modo de inversor con una transferencia de 0 y ofrecen una protección completa de la carga prácticamente bajo cualquier condición de corte eléctrico. Esto hace que sean la solución ideal para proteger los centros de datos al contribuir a reducir la efectividad del uso de la energía a los niveles mínimos. Las instalaciones de campo del Trinergy Cube han demostrado un aumento significativo en la eficiencia operativa promedio. El uso de esta tecnología para el reemplazo de las unidades existentes puede proporcionar un rendimiento de la inversión en unos cuantos años. Tan solo considere que, para una carga de 1 MW, elegir un UPS con una mayor eficiencia podría ahorrar unos \$14.000 por cada 1% de diferencia en eficiencia. El Liebert Trinergy Cube y el EXL S1 pueden ofrecer fácilmente seis puntos más de eficiencia en comparación con las unidades existentes. No nos olvidemos de la disipación del calor, la cual puede ser reducida en más del 60%.

Como se puede ver en los resultados de campo incluidos en la Figura 10, el UPS opera en modo VI durante una cantidad considerable de tiempo y ofrece una mayor eficiencia que el modo de doble conversión (VFI). Esto ilustra el beneficio de un UPS que es capaz de elegir automáticamente entre los tres posibles modos de operación según el estándar internacional para UPS IEC 62040-3. Además de mejorar la eficiencia operativa del UPS y reducir el costo total de propiedad, ofrece tranquilidad y mantiene los niveles más altos de disponibilidad y protección de la potencia para las modernas cargas de TI.

De hecho, como puede verse en los resultados de la Tabla 5, un UPS en modo dinámico en línea ofrece una forma de mejorar la eficiencia operativa del UPS y reducir el costo total de propiedad, a la vez que mantiene los niveles más altos de disponibilidad y protección de la potencia para las modernas cargas de TI (como lo definen las operaciones IEC/EN 62040-3 Clase 1).

En conclusión, los sistemas equipados con modo dinámico en línea se pueden transferir de forma segura de un modo de alta eficiencia al modo de inversor con un tiempo de transferencia de 0 milisegundos, y así proporcionar una protección total de la potencia de la carga prácticamente bajo cualquier condición de corte eléctrico.

Glosario

UPS - Unidad de suministro ininterrumpido de energía

VFI - Voltaje y frecuencia independiente (según el estándar para UPS 62040-3)

VI - Voltaje independiente (según el estándar para UPS 62040-3)

VFD - Voltaje y frecuencia dependiente (según el estándar para UPS 62040-3)

FP - Factor de potencia

THDi - Distorsión armónica total para la corriente

PSU - Unidad de suministro de energía

PDU - Unidad de distribución de energía

ROI - Rendimiento de la inversión

TCO - Costo total de propiedad

RMS - Valor cuadrático medio

SCR - Rectificador controlado por silicón

