

Cálculo del requisito total de potencia para los centros de datos

Por Richard Sawyer

**Informe interno
N° 3**

APC
Legendary Reliability®

Resumen ejecutivo

Parte de la planificación y el diseño de los centros de datos consiste en alinear los requisitos de potencia y refrigeración de los equipos de IT con la capacidad de los equipos de infraestructura para satisfacer esos requisitos. Este informe presenta métodos para el cálculo de los requisitos de potencia y refrigeración, y brinda lineamientos para la determinación de la capacidad de potencia eléctrica total requerida para ofrecer soporte al centro de datos, que incluye los equipos de IT, equipos de refrigeración, iluminación y sistema de respaldo de energía.

Introducción

Con la adopción de arquitecturas de UPS escalables que permiten invertir en función del crecimiento del negocio, cada vez resulta más fácil instalar estos sistemas. Así, el administrador del centro de datos simplemente puede agregar módulos a medida que crecen las necesidades del centro de datos. Sin embargo, resulta fácil perder de vista las necesidades eléctricas futuras del centro de datos o la sala de datos en una infraestructura más grande.

El dimensionamiento del servicio eléctrico para un centro de datos o sala de datos exige conocer la cantidad de electricidad requerida por el sistema de refrigeración, el sistema UPS y las cargas de IT críticas. Los requisitos de potencia de estos elementos pueden variar sustancialmente de uno a otro, pero pueden estimarse con precisión utilizando reglas simples una vez que se determinan los requisitos de potencia de la carga de IT planificada. Además de permitir estimar el dimensionamiento del servicio eléctrico, estos elementos pueden ser utilizados para estimar la capacidad de salida de potencia de un sistema generador de reserva, de requerirse su uso para las cargas del centro de datos.

Evaluación de las necesidades

Toda iniciativa para mejorar la capacidad del entorno de un centro de datos, independientemente de la dimensión o escala, debe comenzar con una evaluación de las necesidades. Esencialmente, la evaluación de las necesidades establece las necesidades de disponibilidad de las aplicaciones comerciales que son procesadas por los equipos de IT. Un proceso comercial que no se ve afectado por la variable tiempo u opera por un proceso en lote puede exigir el acondicionamiento de energía y de aire para la carga en una configuración "N", sin redundancia interna para aumentar la disponibilidad. Las instalaciones respecto de las cuales el tiempo es una variable más importante pueden requerir cierto grado de redundancia en sistemas con componentes clave y tener configurada una topología "N+1". Cada elemento clave del sistema tendría una porción de equipos redundante, de forma tal que aunque fallara una unidad, el sistema podría seguir funcionando para ofrecer soporte a la carga crítica de IT. Las aplicaciones más críticas de los centros de datos que requieren disponibilidad total (7x24) tendrían una topología 2N, es decir que los sistemas críticos serían totalmente redundantes. Un sistema crítico podría fallar, pero otro mantendría las cargas operativas. Asimismo, esto brinda cierto grado de capacidad de mantenimiento concurrente por el cual podrían llevarse a cabo tareas de mantenimiento en un sistema al tiempo que el otro alimenta la carga. Para obtener mayor información sobre los diferentes tipos de configuraciones de sistemas, consulte el Informe interno N° 75 de APC: "Comparación de configuraciones para diseño de sistemas UPS".

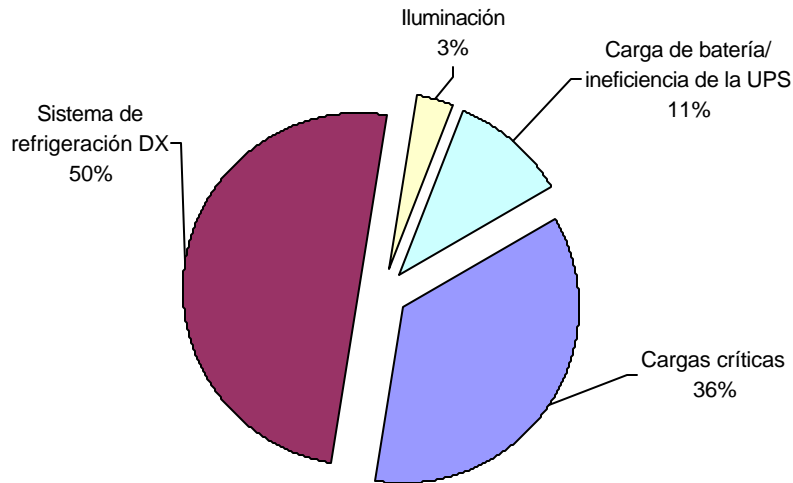
Independientemente de cuál sea la configuración real del diseño del sistema UPS (N, N+1, 2N), la cuestión central de suministrar suficiente potencia a la carga crítica y mantenerla refrigerada no cambia, y debe abordarse cuidadosamente. La subestimación de la capacidad requerida puede dar como resultado futuras interrupciones en el suministro de energía cuando se fuerza el aumento de la capacidad, y la sobrestimación genera costos iniciales excesivos de instalación y mayores gastos de mantenimiento corrientes.

Determinación de la capacidad de potencia eléctrica necesaria para ofrecer soporte a un centro de datos

La mayoría de los centros de datos son parte de un edificio más grande. Los pasos para determinar la capacidad eléctrica descritos a continuación lo ayudarán a estimar la capacidad requerida para la parte del edificio dedicada al centro de datos o sala de datos. La diferencia entre la potencia en estado estable y la potencia de cresta es importante cuando se calculan los requisitos de capacidad de potencia, por lo que se la indica a lo largo de este informe. Para obtener mayor información sobre la razón por la cual existen variaciones de potencia, consulte el Informe interno N° 43 de APC: “Variaciones dinámicas de la potencia en los centros de datos y salas de gestión de redes”. Para las instalaciones donde se comparten y utilizan componentes críticos tales como aire acondicionado, sistemas de enfriamiento o generadores de reserva para suministrar otras cargas más allá del centro de datos, el dimensionamiento del sistema requiere un análisis más completo y complejo por parte de un ingeniero consultor.

La Figura 1 ilustra un detalle típico de la forma en la que se divide la capacidad eléctrica entre las diferentes cargas de un centro de datos. Este detalle parte del supuesto de un centro de datos de 5000 pies cuadrados (465 metros cuadrados) con una carga crítica en estado estable inicial de 50 kW, más una carga en estado estable futura de 50kW. El detalle contempla un sistema de refrigeración de expansión directa (DX) y una tensión recibida del sistema eléctrico equivalente a 480 VCA.

Figura 1 – Detalle de los requisitos eléctricos del centro de datos



Cargas críticas

Un ejercicio adecuado de planificación en el desarrollo de un centro de datos, desde un entorno de un solo rack hasta un centro de datos de plena escala, comienza con la determinación del dimensionamiento de la carga crítica a la que debe ofrecerse servicio y protección. La carga crítica es la totalidad de los componentes de hardware de IT que conforman la arquitectura comercial de IT: servidores, routers, computadoras, dispositivos de almacenamiento, equipos de telecomunicaciones, etc., así como los sistemas de seguridad, contra incendios y de monitoreo que los protegen. Este proceso comienza con una lista de la totalidad de tales dispositivos, que debe incluir los correspondientes regímenes nominales de potencia indicados por el fabricante, requisitos de tensión y especificación de si se trata de dispositivos monofásicos o trifásicos. La información brindada por el fabricante debe ajustarse para reflejar la carga anticipada real. Los requisitos de potencia indicados por el fabricante son las cifras de consumo de energía en el peor de los casos según lo requerido por Underwriter's Laboratory y, casi siempre, se encuentran bien por encima del nivel de energía operativa esperado. Los estudios llevados a cabo por firmas consultoras en ingeniería de primera línea y fabricantes de fuentes de alimentación indican que los valores nominales indicados por los fabricantes de la mayoría de los dispositivos de IT exceden ampliamente la carga operativa real en un factor de al menos 33%. El Código Eléctrico Nacional (NEC) de los Estados Unidos y organismos reglamentarios internacionales similares también reconocen este hecho y permiten que los planificadores de sistemas eléctricos sumen los valores suministrados por el fabricante para las cargas anticipadas y los multipliquen por un factor de diversidad, anticipando que no todos los dispositivos operan a plena carga el 100% del tiempo. En forma alternativa, puede utilizarse un calculador para dimensionamiento avanzado como el que se encuentra en el sitio Web indicado a continuación. Los calculadores de este tipo recopilan datos de consumo de energía de una amplia gama de fabricantes y además especifican diferentes configuraciones de equipos.

En este sitio, un profesional de IT puede configurar un rack de servidores representativo basándose en componentes de marca. Esta herramienta funciona tras bambalinas para sumar los requisitos de potencia conocidos de cada componente dentro de la configuración de determinado servidor. Por ejemplo, cuando un usuario especifica un servidor, también se le requerirá que ingrese la cantidad de CPU y otros detalles. A partir de los datos que ingrese el usuario, el Selector de UPS calculará la potencia total requerida para el rack. (La potencia se indicará en voltamperios o VA). Asimismo, la herramienta incluye datos importantes sobre la tensión de entrada y enchufes de alimentación previstos por los fabricantes.

Con la lista de componentes anticipados que conforman la carga crítica, puede establecerse la carga base utilizando un calculador de dimensionamiento. Para el caso de equipos de IT no contemplados por los calculadores, así como el requisito de potencia para los sistemas contra incendios, de seguridad y de monitoreo, debería utilizarse el siguiente proceso:

- A. Sumar las potencias indicadas por el fabricante de las cargas anticipadas. Si no se indican los vatios en el dispositivo, puede determinarse ese valor multiplicando la corriente (amperios) por la tensión del dispositivo para obtener los VA, que se aproximan a la cantidad de vatios que consumirá el dispositivo.
- B. Multiplicar la cifra de VA anticipada por 0,67 para estimar la potencia real, en vatios, que representará la carga crítica.
- C. Dividir el número obtenido por 1000 para establecer el nivel de carga en kilovatios (kW) de la carga crítica anticipada.

Cargas futuras

Las cargas de los centros de datos no son estáticas. Tras su construcción o establecimiento, los equipos de IT cambiarán casi continuamente durante la vida útil del centro de datos. Las actualizaciones de IT, como mínimo, tendrán un ciclo de 3 años, en el que se instalarán dispositivos nuevos, más potentes o eficientes junto con los dispositivos de la lista de planificación inicial, o se los reemplazará. Una evaluación realista del alcance y la oportunidad de los cambios y actualizaciones futuros debería ser desarrollada por la organización de IT a fin de permitir una adecuada planificación para la determinación inicial de los requisitos de potencia. Los elementos aguas abajo del sistema de potencia y distribución eléctricas pueden escalarse o ajustarse a fin de contemplar cargas conocidas y cargas futuras (véase el Informe interno N° 37 de APC: "Cómo evitar los costos que ocasiona el sobredimensionamiento de la

infraestructura de los centros de datos y las salas de gestión de redes”), pero el servicio de alimentación eléctrica que abastece a los componentes de la NCPI tiene que estar dimensionado adecuadamente para soportar la carga conocida en la puesta en marcha y cargas futuras, o deben hacerse previsiones para instalar capacidad adicional sin que ello implique un tiempo excesivo de inactividad que afectaría adversamente la disponibilidad esperada por el cliente de IT.

Una vez realizada una estimación de la cantidad de carga futura, se agrega el valor correspondiente a la información sobre la carga base desarrollada anteriormente para establecer la cifra de carga crítica eléctrica en kW.

Cargas de la UPS

Asumiendo que la determinación de la disponibilidad en la evaluación de las necesidades, explicada anteriormente, requiera la inclusión de la potencia de la UPS (en casi todos los casos esto es así), la potencia total de carga eléctrica debe incluir un factor para la ineficiencia del sistema UPS así como la potencia adicional requerida para la carga de baterías.

La eficiencia de la UPS varía, en general, entre los distintos modelos del producto y, muy notoriamente, en función de la carga de la UPS. Rara vez, las UPS funcionan en los puntos operativos donde se proporciona la eficiencia publicitada para esos equipos. Un valor realista y suficientemente preciso para la eficiencia de la UPS en una instalación típica es del 88%.

El cargado de baterías es un factor de consumo de energía significativo aunque intermitente. En condiciones de operación normal con una batería cargada, el cargado de baterías es insignificante. Sin embargo, cuando una batería se ha descargado parcial o completamente, la potencia de carga de la batería puede ser del orden del 20% de la carga nominal de la UPS. Aunque esta carga se registra rara vez, el generador y la entrada de servicio deben dimensionarse para contemplarla.

Cargas de iluminación

Las cargas de iluminación representan la totalidad de la iluminación en la parte del edificio que corresponde al centro de datos y guardan relación con el espacio ocupado por el centro de datos. Para calcular este tipo de carga, puede usarse como regla general la relación de 2 vatios por pie cuadrado o 21,5 vatios por metro cuadrado.

Cargas de refrigeración

Consulte el Informe interno N° 25 de APC: “Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos”, para acceder a un tratamiento detallado de las cargas térmicas en los entornos de centros de datos. El informe proporciona tablas que ayudan a calcular el nivel de refrigeración requerido para el

calor generado por los equipos de IT. Asimismo, permite que quien planifica establezca los niveles de refrigeración requeridos para ofrecer soporte para la carga crítica prevista. Los sistemas de refrigeración varían enormemente en cuanto a su eficiencia, pero pueden clasificarse en sistemas de agua enfriada y sistemas de expansión directa. Los sistemas de agua enfriada son en general más eficientes y, como regla general, para el consumo de energía puede considerarse el 70% de la carga de cresta total a la que se ofrece soporte. Los sistemas de expansión directa requieren aproximadamente el 100% de la carga de cresta total a la que se ofrece soporte. Nótese que las cargas de refrigeración tienen cargas de cresta iniciales que exceden los valores en estado estable que se contemplan en este cálculo. La Tabla 1 de este informe estima el requisito de potencia eléctrica del sistema de refrigeración mediante estas reglas. Así se ayuda a establecer el dimensionamiento del sistema de distribución eléctrica requerido para ofrecer soporte a todo el centro de datos.

Dimensionamiento del sistema de energía eléctrica

Se han determinado dos valores importantes que ayudarán en la estimación del dimensionamiento del sistema eléctrico que alimentará el entorno del centro de datos: la Carga Crítica Total y la Carga de Refrigeración Total. En general, el suministro eléctrico debe ser suficientemente grande para ofrecer soporte a la suma de estos dos valores, más las cargas de iluminación del centro de datos asociadas.

El consumo de energía en estado estable de las cargas dentro de un centro de datos establece el consumo de energía a los efectos de determinar los costos eléctricos. Sin embargo, las fuentes de energía del servicio eléctrico y del generador que suministran energía al centro de datos no pueden dimensionarse en función de valores en estado estable. Estas fuentes deben dimensionarse conforme al consumo de energía de cresta de las cargas, más todo margen de reducción respecto del valor nominal o sobredimensionado requerido por los códigos vigentes o la práctica de ingeniería normalizada. En la práctica, esto genera que el dimensionamiento del servicio eléctrico y del generador sea sustancialmente mayor de lo que podría esperarse, tal como se ilustrará en la sección siguiente.

Cómputo final de la capacidad eléctrica

Una vez estimada la capacidad eléctrica total en kilovatios a partir del proceso descrito anteriormente, pueden realizarse dos determinaciones clave: la primera es la estimación de la dimensión del servicio eléctrico necesario para abastecer el centro de datos, y la segunda es el dimensionamiento de toda capacidad del generador de potencia de reserva que pueda resultar necesaria para lograr la disponibilidad deseada.

Dimensionamiento del servicio eléctrico

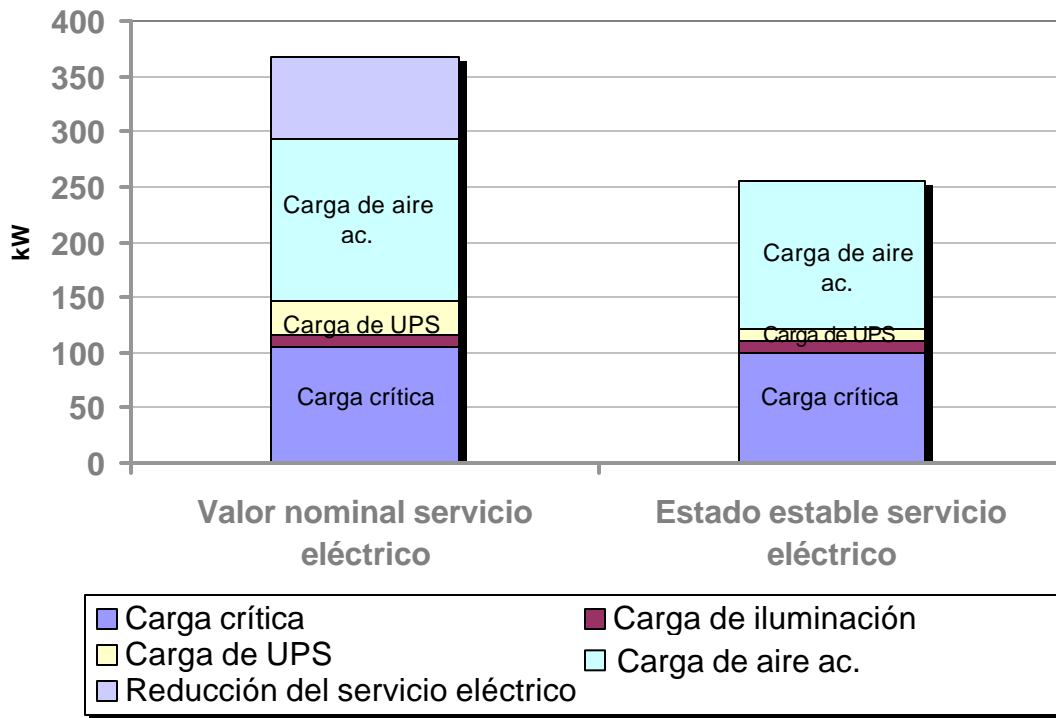
La dimensión del servicio eléctrico puede calcularse de la siguiente forma:

1. Tomar la capacidad eléctrica total requerida en kilovatios y multiplicarla por 125% para cumplir con los requisitos del Código Eléctrico Nacional y entidades reglamentarias similares.
2. Determinar la tensión de CA trifásica de la entrada del servicio que suministrará la compañía eléctrica. Este valor suele ser 480 VCA en los Estados Unidos y 230 VCA en gran parte del resto del mundo.
3. Utilizar la siguiente fórmula a fin de determinar el dimensionamiento del servicio eléctrico para abastecer el centro de datos, en amperios (A):

$$A = (kW \times 1000) / (\text{voltios} \times 1,73)$$

Así se obtiene una estimación de la capacidad del servicio eléctrico requerida para ofrecer soporte a la carga crítica, el sistema de refrigeración y las funciones del edificio para un centro de datos. Partiendo de los supuestos de la Figura 1, la Figura 2 hace hincapié en la importante distinción entre potencia nominal (de cresta) y potencia en estado estable, comparando los requisitos del servicio eléctrico para ambas. Debe tenerse en cuenta que esta es solo una estimación, y que la determinación final del dimensionamiento del servicio depende en gran medida de la información específica y precisa de la instalación. Se recomienda enfáticamente que se contraten los servicios de un ingeniero consultor calificado para verificar la estimación inicial y desarrollar el diseño del suministro eléctrico definitivo para el centro de datos. La Tabla 1, que aparece al final de este informe, puede utilizarse como hoja de trabajo que ayudará a sintetizar todo lo desarrollado anteriormente.

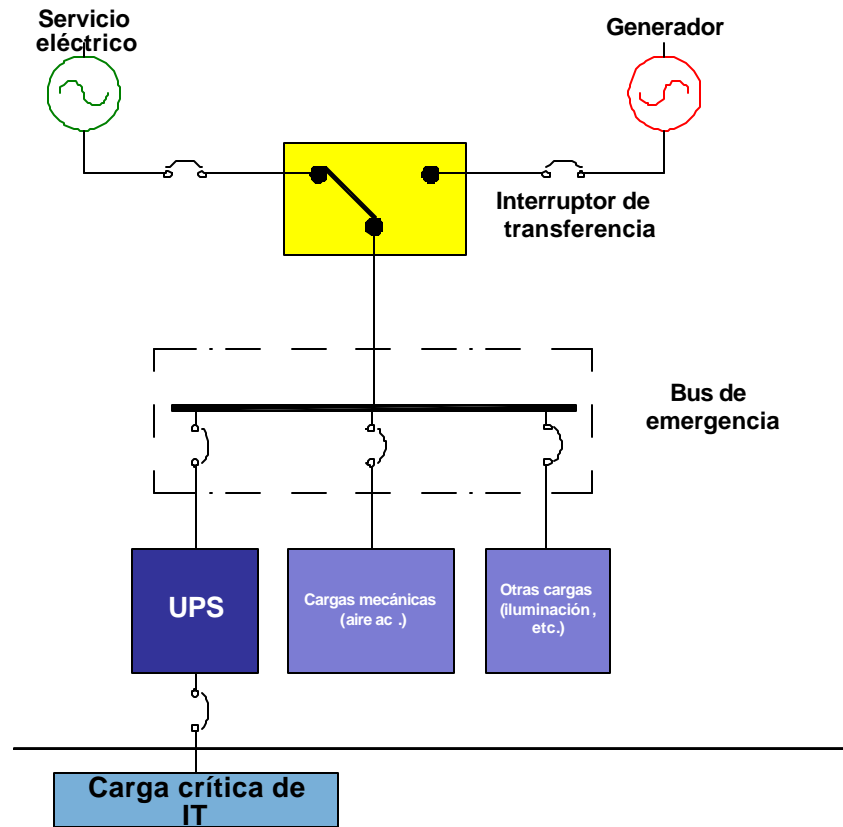
Figura 2 – Suministro del servicio eléctrico nominal vs. suministro en estado estable para una carga crítica típica de 100 kW. El valor nominal del servicio eléctrico es casi 4 veces el valor de carga crítica en estado estable



Dimensionamiento de generadores de emergencia en reserva

Una vez que se ha determinado el dimensionamiento del servicio eléctrico, es posible considerar el dimensionamiento de un generador de emergencia en reserva apropiado, que ofrecerá suministro en el caso de una interrupción en el servicio eléctrico y aumentará la disponibilidad del centro de datos. La Figura 3 que se incluye a continuación ilustra la instalación típica de un generador:

Figura 3 – Sistema generador típico



Lo primero que debe notarse respecto del diagrama anterior es que allí se parte del supuesto de que el centro de datos es la única carga, y que debe protegérselo por completo mediante potencia de reserva. El suministro de la compañía eléctrica puede ser solo una parte del sistema de distribución eléctrica comercial habitual, de forma tal que este diagrama sería parte de un subconjunto de un sistema eléctrico mucho mayor. El subconjunto es la parte del centro de datos que abastece las cargas críticas de IT.

Para estimar el dimensionamiento del generador requerido para las cargas críticas, debe utilizarse el cálculo que se incluye en la parte inferior de la Tabla 1. Sin embargo, deben considerarse las características eléctricas de las cargas que se conectarán al generador a través del interruptor de transferencia. Las cargas mecánicas, a modo de ejemplo, requieren altas corrientes iniciales y generan corrientes armónicas que presentan problemas respecto de la capacidad de un generador de abastecer la potencia necesaria. La propia UPS puede agravar este problema si no opera con un factor de potencia de entrada alto, y causar anomalías en el generador si impone al generador un factor de potencia en adelanto.

La selección de un sistema UPS con características operativas favorables para la operación confiable de un generador requiere de un análisis exhaustivo, que excede el alcance de este informe. Es suficiente mencionar que la UPS debe seleccionarse con cuidado para lograr una confiabilidad integral. Deben evitarse los sistemas UPS que muestren características altamente capacitivas en condiciones de baja carga. Ciertas topologías de UPS, tales como la conversión delta, resultan ideales para los sistemas abastecidos por generador y no producirán las características operativas problemáticas de los sistemas tradicionales de doble conversión que incluyen capacitores filtro de entrada. Esta sola elección al seleccionar un UPS puede influir enormemente en el dimensionamiento del generador requerido, a menudo en un factor de 3 (el generador debería ser desde 1,75 a 3 veces más grande para una UPS típica de doble conversión que para una UPS con conversión delta). Como en el caso de la potencia del servicio eléctrico, la Figura 4 hace hincapié en la importante distinción entre potencia nominal (de cresta) y potencia en estado estable, comparando los requisitos eléctricos del generador para ambas.

Cuando se selecciona un generador, debe basarse la elección en el régimen en kW del generador por cuestiones de simplicidad, pero deberá tenerse en cuenta que los generadores están diseñados para funcionar con cargas a un factor de potencia inferior a 1,0, que suele ser de 0,8. Esto significa que la corriente y la tensión estarán ligeramente fuera de fase y que el generador deberá soportar esa diferencia. Un generador de 1000 kW diseñado para funcionar con cargas que posean un factor de potencia de 0,8 tendrá un valor nominal de 1200 kVA. No debe confundirse el valor nominal en kVA con la verdadera capacidad de potencia del generador, que siempre se indica en kW. Para mayor información sobre el factor de potencia, consulte el Informe interno N° 15 de APC: "Vatios y voltamperios: Una confusión en potencia".

Figura 4 – Potencia nominal vs potencia en estado estable de un generador eléctrico para una carga crítica típica de 100 kW. El valor nominal del generador es casi 4 veces el valor de carga crítica en estado estable

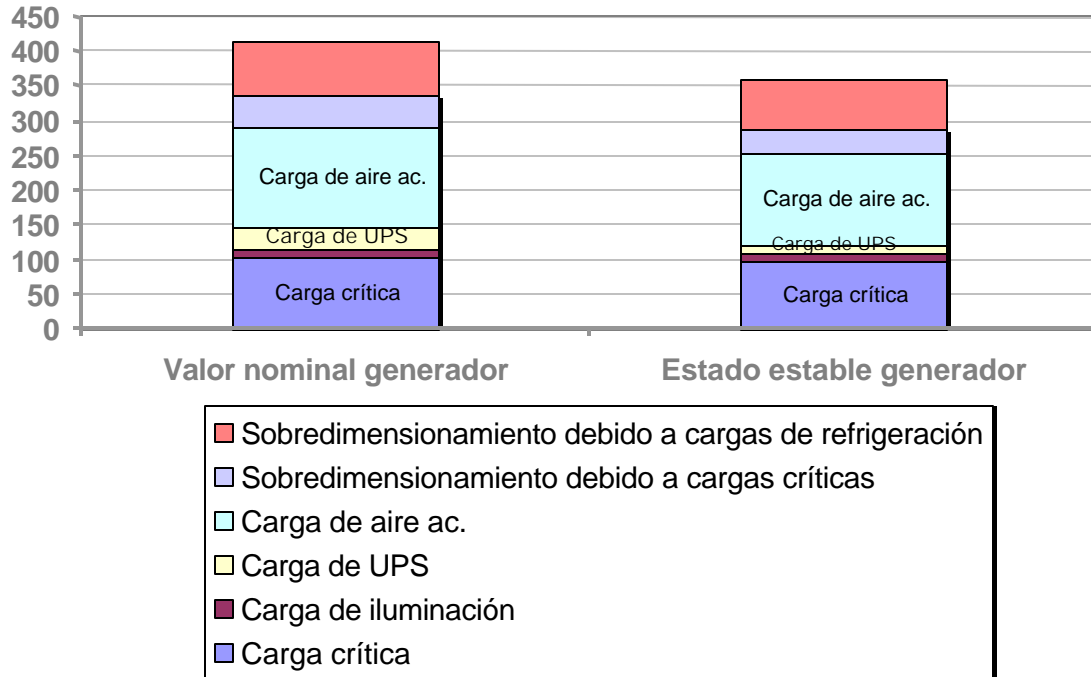


Tabla 1 – Hoja de trabajo para el cálculo estimativo del requisito de potencia de un centro de datos

Ítem	Datos requeridos	Cálculo	Subtotal de kW
Requisito de potencia - Electricidad			
Carga crítica – valor obtenido con el calculador de dimensionamiento del sitio Web de APC	Valor nominal de cada dispositivo de IT	$(\text{Total del calculador en VA} \times 0,67) / 1000$	N° 1 _____kW
Para equipos no incluidos en el calculador de dimensionamiento, carga crítica – valor indicado por el fabricante	Subtotal de VA (incluir sistemas contra incendios, de seguridad y de monitoreo)	$(\text{Subtotal de VA} \times 0,67) / 1000$	N° 2 _____kW
Cargas futuras	VA indicado por el fabricante de cada dispositivo de IT anticipado	$[(\text{Agregar valor nominal de VA para los dispositivos futuros}) \times 0,67] / 1000$	N° 3 _____kW
Consumo de potencia de cresta debido a la variación de las cargas críticas	Consumo total de potencia de la carga crítica en estado estable	$(\text{N° 1} + \text{N° 2} + \text{N° 3}) \times 1,05$	N° 4 _____kW

Ineficiencia de la UPS y cargado de baterías	Carga real + cargas futuras (en kW)	$(N^{\circ} 1 + N^{\circ} 2 + N^{\circ} 3) \times 0,32$	N° 5 _____ kW
Iluminación	Espacio ocupado total asociado al centro de datos	0,002 x espacio ocupado (pies cuadrados), o 0,0215 x espacio ocupado (metros cuadrados)	N° 6 _____ kW
Potencia total para satisfacer los requisitos eléctricos	Total resultante de sumar los Nos. 4, 5 y 6 anteriores	N° 4 + N° 5 + N° 6	N° 7 _____ kW
Requisito de potencia - Refrigeración			
Potencia total para satisfacer los requisitos de refrigeración	Total de N° 7 anterior	Para sistemas de enfriamiento N° 7 x 0,7 Para sistemas DX N° 7 x 1,0	N° 8 _____ kW
Requisito total de potencia			
Potencia total para satisfacer los requisitos eléctricos y de refrigeración	Total resultante de sumar los Nos. 7 y 8 anteriores	N° 7 + N° 8	N° 9 _____ kW
Estimación del dimensionamiento del servicio eléctrico			
Requisitos para cumplir con el NEC y otras reglamentaciones	Total de N° 9 anterior	N° 9 x 1,25	N° 10 _____ kW
Tensión CA trifásica suministrada en la entrada del servicio	Tensión CA		N° 11 _____ VCA
Servicio eléctrico requerido de la compañía eléctrica en amperios	Total de N° 10 y tensión CA de N° 11	$(N^{\circ} 10 \times 1000) / (N^{\circ} 11 \times 1,73)$	_____ A
Estimación del dimensionamiento del generador de reserva (de corresponder)			
Cargas críticas que requieren respaldo por generador	Total de N° 7 anterior	N° 7 x 1,3*	N° 12 _____ kW
Cargas de refrigeración que requieren respaldo por generador	Total de N° 8 anterior	N° 8 x 1,5	N° 13 _____ kW
Dimensionamiento del generador necesario	Total resultante de sumar los Nos. 12 y 13 anteriores	N° 12 + N° 13	_____ kW

*ADVERTENCIA: La variable 1,3 se aplica a una UPS con corrección de factor de potencia total. Cuando se utilizan sistemas UPS tradicionales de doble conversión con filtros de armónicas en la entrada, debe utilizarse como multiplicador 3,0.

Conclusiones

La evaluación de la potencia eléctrica requerida para ofrecer soporte a la carga crítica de un centro de datos y mantenerla refrigerada resulta esencial al planificar el desarrollo de una infraestructura que cumpla las expectativas de disponibilidad del usuario final. Mediante el proceso descrito anteriormente, puede realizarse una estimación razonable de los requisitos de potencia. Así será más fácil determinar el dimensionamiento de los componentes de la Infraestructura física de redes críticas que permitirá alcanzar los niveles de disponibilidad determinados por la evaluación de las necesidades. Una vez realizada la determinación del dimensionamiento, la planificación conceptual y detallada puede continuar con la asistencia de un proveedor competente de sistemas de NCPI o, en el caso de centros de datos de mayor escala, de un ingeniero consultor. La estimación de costos puede realizarse entonces sobre la base de la configuración de la disponibilidad y el dimensionamiento determinados a partir del proceso de evaluación de las necesidades de potencia descrito anteriormente.

Acerca del autor:

Richard L. Sawyer es Ingeniero Senior en Aplicaciones de Sistemas para APC. Posee 25 años de experiencia en la construcción y operaciones de centros de datos de gran escala para empresas que integran el ranking *Fortune 100*. Pertenece al Directorio de AFCOM.