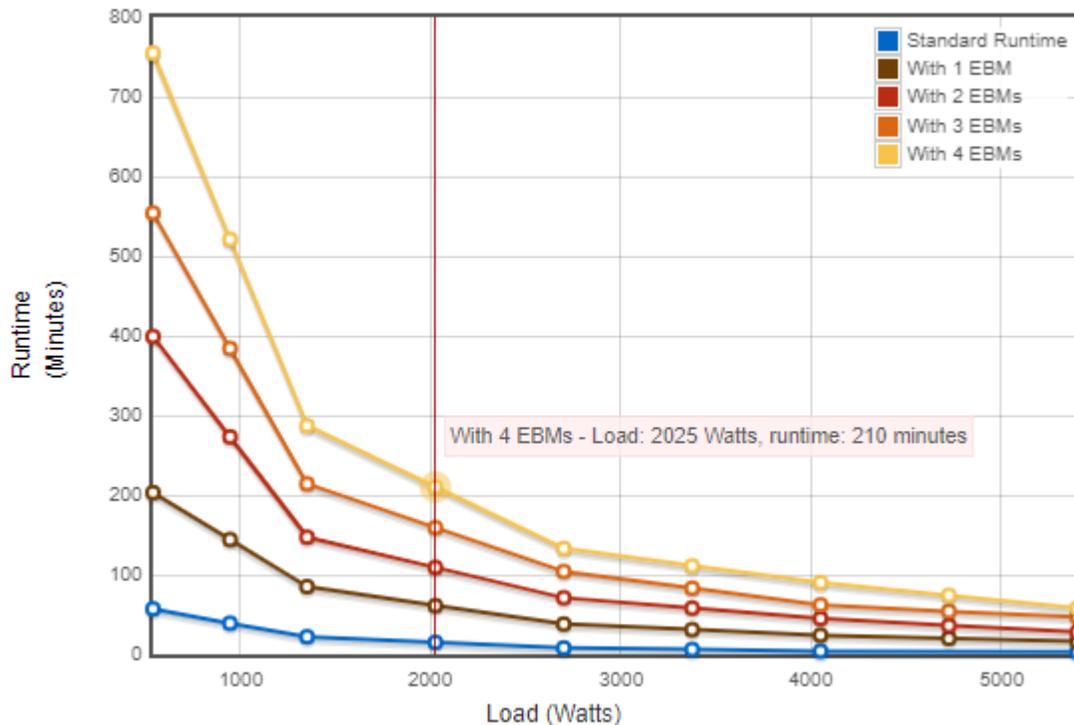


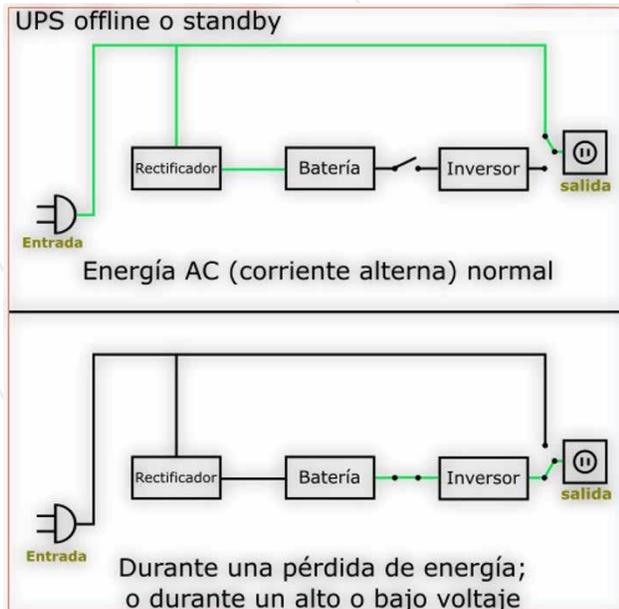
# Acumuladores de energía y dimensionamiento de autonomía para sistemas de respaldo



## 1. INTRODUCCIÓN

Los UPS dan energía eléctrica a cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad, debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos generados por picos o caídas por fallas de tensión.

Centrándonos en la caída de tensión, ante este suceso el UPS recurre a la batería interna para proveer electricidad. Si el corte de energía se prolonga demasiado las baterías se descargan completamente, entonces el UPS se apaga al no tener ya manera de seguir alimentando la carga. Si antes de que se terminen las baterías, el voltaje de entrada del Rectificador vuelve a la normalidad, entonces el Rectificador se enciende y alimenta nuevamente el Inversor y a la vez comienza a recargar las baterías.



El tiempo de duración de una UPS en modo batería es muy relativo, no se puede decir un tiempo exacto porque siempre dependerá de varios factores, sin embargo, las variables que si son exactas están relacionadas con las especificaciones del equipo, número baterías que lleva internamente, strings, voltaje y amperaje de las baterías, entre otros que nos ayudaran a tener un tiempo aproximado al deseado.

## 2. ALCANCE Y OBJETIVO

Si el UPS no tiene la suficiente energía para proporcionar potencia a la carga crítica

desde el momento en que se corta la energía, corre el riesgo de dañar equipos médicos en hospitales, perder datos en el caso de un DataCenter, desechar los insumos que estaban siendo procesados en una Industria, etc.

Entonces, **¿cómo podemos calcular las necesidades de energía del sistema?**

El primer paso es examinar el sistema central y los sistemas secundarios que se desea dar respaldo en caso de un corte de energía.

El segundo paso es determinar la potencia máxima requerida de la carga, en su mayoría los equipos eléctricos tienen su mayor consumo en el arranque, que se manifiesta en un pico de corta duración. El UPS debe soportar el consumo máximo de toda la carga y considerar un posible crecimiento (por lo general un 30%).

El tercer paso viene a ser el tiempo de autonomía, como mínimo se necesita suficiente cantidad de potencia en el UPS para que la carga crítica tenga el tiempo adecuado para apagarse correctamente o hasta ser energizada por una alimentación secundaria de una fuente alterna, que podría ser un grupo generador. **Ese tiempo es el mínimo absoluto aceptable de autonomía que debe brindar el UPS.**

Se debe tener las siguientes consideraciones preliminares antes de realizar los cálculos de autonomía:

1. Tipos de acumuladores de energía
2. Comportamiento del banco de baterías en régimen de descarga, dentro del sistema UPS
3. Bus de baterías
4. Potencia activa nominal del UPS
5. Eficiencia del inversor

## 2.1. TIPOS DE ACUMULADORES DE ENERGÍA.

Existen muchas tecnologías en desarrollo que podrían revolucionar la forma en que almacenamos y utilizamos la energía, dentro de estas tecnologías podemos mencionar las más conocidas actualmente:

- ***Baterías de plomo-ácido CSB Battery.***

Estas baterías son conocidas por su alta capacidad de almacenamiento y su capacidad para suministrar altas corrientes de descarga. Son ampliamente utilizadas en sistemas de respaldo de energía, sistemas de seguridad y telecomunicaciones debido a su confiabilidad y bajo costo.

El uso de una estructura de malla de aleación de plomo calcio en vez de una estructura de malla convencional de aleación de plomo antimonio en la batería permite que la cantidad de auto descarga sea de  $1/3$  a  $1/4$  menor. Esto incrementa enormemente el período de almacenamiento aumentando el tiempo de vida de la batería.

Las baterías VRLA de CSB pueden ser usadas para 260 ó más ciclos de descarga al 100% en servicio cíclico y tres a cinco años en servicio de respaldo. La batería no necesita mantenimiento y tiene un bajo costo de operación. El ser compacto, de peso liviano y alto rendimiento contribuye a disminuir el costo global de una fuente de energía.

## Construcción de la batería:

### » Placas positivas y negativas

Las placas positivas y negativas se componen de una masa activa y una estructura de malla de aleación de plomo-calcio.

### » Retenedores, separadores

Tela de fibra de vidrio sin tejido, con alto grado de oxidación y alta resistencia, se usa para brindar una mejor absorción y facilidad de retener el electrolito y excelente conductividad iónica.

### » Válvula de seguridad

La válvula de seguridad se abre cuando ocurre un aumento anormal en la presión interna ocasionado por la sobrecarga ó manejo inadecuado. El gas se libera de la batería para retornar la presión a lo normal.

### » Recipiente y tapas

El recipiente y las tapas son de ABS ó resina PP con características de mayor fuerza y resistencia al ácido. El recipiente y las tapas están sellados para prevenir la fuga del electrolito y el gas.

### • *Baterías de níquel-cadmio (NiCd) SAFT.*

Estas baterías son apreciadas por su capacidad para manejar altas corrientes de descarga y su larga vida útil. Se utilizan en aplicaciones que requieren alta confiabilidad y resistencia a condiciones extremas, como sistemas de emergencia y equipos médicos.

La robusta tecnología de Ni-Cd de Saft establece un nuevo patrón de referencia para baterías industriales que funcionan en condiciones difíciles y exigentes, así como de pro-



proporcionar una vida útil larga y totalmente predecible – sin riesgo de muerte súbita. Garantizando una vida útil de más de 20 años a +25 °C. Incluso a +35 °C, su vida útil se reduce solo un 20 %, en lugar del 50 %, como ocurre con las baterías de plomo-ácido.

### Construcción de la batería:

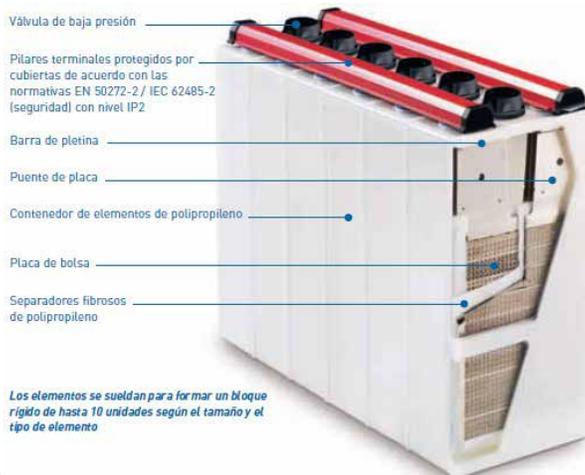
Las baterías solo se suministran llenas de electrolito y cargadas eléctricamente.

- » **Es posible el almacenamiento de hasta dos años en condiciones normales.**
- » **Su diseño permite montar las baterías en bloques de hasta 10 elementos conectados en serie.**
- » **La configuración flexible en bloques permite instalar la batería con facilidad y rapidez.**

- **Baterías gelicas FIAMM.**

Estas baterías utilizan electrolito en forma de gel, lo que las hace más seguras y menos propensas a fugas. Son ideales para aplicaciones en las que el rendimiento y las condiciones de funcionamiento son críticas, no necesitan mantenimiento y combinan las ventajas del electrolito gelificado (que prolonga la vida útil) y de un rango de temperatura de funcionamiento más amplio.

Están fabricadas para proporcionar un alto nivel de solidez para aplicaciones en las que los ciclos de carga y descarga deben funcionar con la máxima fiabilidad. Los separadores tienen una porosidad extremadamente alta: esta característica permite un uso cíclico intenso y una carcasa ignífuga de ABS, clasificada como UL94 V0 con LOI >28 %. Se trata de una gama de baterías que no requieren mantenimiento con bajo nivel de autodescarga, que las hace perfectas para periodos en los que las baterías están almacenadas o no se realiza ninguna carga de aplicación. La gama SMG 2V puede instalarse en horizontal en bancadas especiales para ahorrar espacio y es respetuosa con el medio ambiente, ya que todos los componentes son totalmente reciclables.



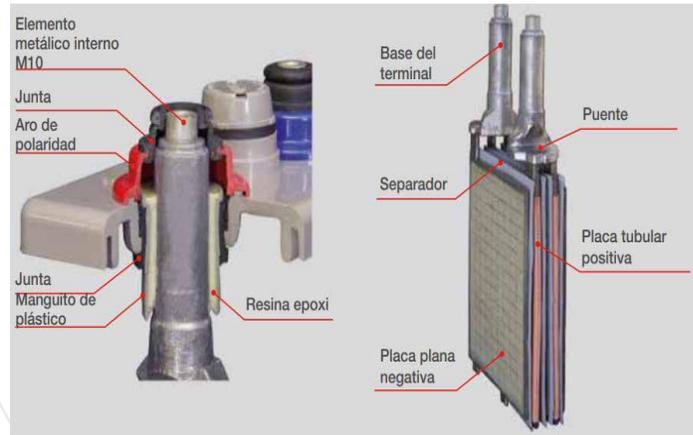
### Construcción de la batería:

- » En los terminales de los elementos de 2V, el diseño Fiamm exclusivo permite acomodar el crecimiento de las bases de terminal sin que se produzcan fugas.
- » Esta característica evita cualquier tensión mecánica en la tapa de la pila.
- » La estructura gelificada del electrolito ralentiza el secado de los elementos y garantiza una vida útil de 18 años en los elementos de 2V y de 15 años en las baterías de 12V.
- » El menor nivel de autodescarga garantiza hasta 6 meses de almacenamiento sin necesidad de recargar.

- **Baterías de LiFePo4 ATP.**

La serie ATP-HV es un sistema de batería de fosfato de hierro y litio diseñado para aplicaciones de sistemas de almacenamiento de energía y UPS de alto voltaje, adecuado para sistemas de 100 V a 1000 V CC cuyo tiempo de respaldo es superior a 10 minutos. Este sistema de baterías consta de bastidores de baterías y CBMS, GBMS; cada bastidor de baterías se integra con una BMU inteligente en su interior. Y este sistema tiene grandes ventajas en cuanto a seguridad, ciclo de vida, densidad de energía, carga rápida, rango de temperatura y protección ambiental.

Las baterías de LiFePo4 ATP están compuestas por celdas de iones de litio que utilizan un cátodo de fosfato de hierro y un ánodo de carbono. Esta combinación química proporciona una mayor estabilidad y seguridad en comparación con otras tecnologías de iones de litio. Además, el uso de fosfato de hierro como material del cátodo reduce el riesgo de incendio y explosiones, lo que las hace más seguras de usar en diversas aplicaciones.



### Construcción de la batería:

- » Equipado con una sola celda LFP de alto rendimiento, larga vida útil, seguridad y amplio rango de temperaturas
- » Alta densidad energética, tamaño pequeño, peso ligero, sin contaminación.
- » Utiliza el diseño CBMS-BMU, protege el voltaje, la corriente y la temperatura en todo el proceso.
- » Interfaz de comunicación integrada, CAN2.0 y RS485 se comunican con UPS o PC.
- » Indicador LED integrado, muestra el SOC y el estado de funcionamiento
- » Equilibrio entre celdas, equilibrio entre racks.
- » Pantalla LCD con información del sistema de batería (personalizada).
- » 15 años de vida útil, rendimiento estable y sin mantenimiento.



### 2.2. COMPORTAMIENTO DEL BANCO DE BATERÍAS.

El comportamiento del banco de baterías en régimen de descarga, es del tipo a potencia constante, ya que el UPS es un convertidor de energía que a la salida del inversor suministra también potencia constante (dentro de los límites nominales de diseño) independiente de lo que pase a la entrada de este.

Por lo tanto, a la hora de realizar los cálculos cuando se disponga de la hoja de especificación técnica de la batería, se debe escoger la tabla de descarga a potencia constante.

### 2.3. BUS DE BATERÍAS.

El bus de baterías, es el número exacto de baterías conectadas en serie que el UPS requiere para su funcionamiento (este número depende del modelo de UPS). Luego de establecer ese número de baterías en serie, en ocasiones es posible agregar ese mismo número en paralelo, con el objetivo de aumentar el tiempo de respaldo. Ejemplo si el número de baterías en serie es de 20, tengo la posibilidad de agregar bancos en paralelo que contengan 20 baterías en serie cada uno.

#### 2.4. POTENCIA ACTIVA NOMINAL DEL UPS.

Este dato viene explícito en la especificación técnica del UPS. Es la potencia nominal activa (Watts) que puede entregar el UPS a la salida. Este dato depende del factor de potencia que el UPS pueda manejar a la salida. Ejemplo, para el caso de una UPS marca Atlantic Power modelo ATP-One 10K(L) RT de 10 KVA, la potencia máxima activa que puede manejar son 10 KW, debido a que cuenta con un F.P. = 1.

#### 2.5. EFICIENCIA DEL INVERSOR.

Este dato también viene en las especificaciones técnicas, y hace referencia directamente como la eficiencia del UPS. Se entiende por esto a cuanto energía pierdo en los procesos de conversión de la misma. Ejemplo si el UPS alimenta una carga (salida del UPS) que demanda unos 1000 W de potencia, de la red de suministro eléctrico (entrada del UPS) estará consumiendo 1050 W.

### 3. CÁLCULO DEL TIEMPO DE RESPALDO

Para ello se necesita lo siguiente:

- Potencia activa máxima que se consumirá del banco de baterías
- Hoja de especificaciones de o las posibles baterías que se utilizaran para construir el banco
- Bus de baterías del UPS (ver punto 2.2.)
- Eficiencia del UPS

Para este caso práctico, el UPS que se utilizará para el cálculo es de la marca Atlantic Power modelo ATP-One 10K(L) RT, la cual entrega 10 KW máximo a la salida.

La batería a utilizar aquí es la ATP, por lo tanto, la hoja de especificación técnica se puede encontrar aquí <https://atlanticpowerenergy.com/en/homepage-english/>.

Una vez localizada la hoja de especificaciones, se utilizará la tabla de descarga a potencia constante, ya que en el cálculo se obtendrá la potencia consumida por cada batería, y como estas están conectadas en serie, es la misma potencia para cada una.

Cabe aclarar que en algunos casos se calcula la potencia por cada celda, esto varía según la información que se tenga en la hoja de especificaciones.

Para este caso del UPS anteriormente mencionado, el bus de baterías corresponde a 20 baterías conectadas en serie, y su eficiencia es del 94% a plena carga.

**Cálculo ejemplo, autonomía de 30min.:**

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ Util}{Potencia\ Consumida\ (Teorica)}$$

Sabemos que:

$$Eficiencia\ del\ UPS = 94\% \sim 0.94$$

$$I\ (Corriente\ consumida\ por\ la\ carga) = 15A$$

$$Número\ de\ baterías\ UPS = 20$$

$$Voltaje\ de\ batería = 12\ VDC$$

$$Capacidad\ de\ batería = 9\ Ah$$

$$Voltaje\ total\ por\ banco = 240\ VDC$$

Calculamos la potencia útil:

$$P.Util = V * I$$

$$P.Util = 220V * 15A$$

$$P.Util = 4400 [VA]$$

Calculamos la potencia consumida:

$$P.Consumida = \frac{Potencia\ Util}{Eficiencia}$$

$$P.Consumida = \frac{4400\ VA}{0.94}$$

$$P.Consumida = 4680.85\ VA$$

Entonces se calculará la corriente total demandada por la carga y la UPS:

$$I_t = \frac{P.\text{Consumida}}{\text{Voltaje total por banco}}$$

$$I_t = \frac{4680.85 \text{ VA}}{240 \text{ V}}$$

$$I_t = 19.50 \text{ A}$$

Tomamos un datasheet de una batería de 9Ah (CSB) de referencia:

Constant Current Discharge Characteristics Unit: A (25°C, 77°F)												
F.V/Time	2MIN	4MIN	5MIN	6MIN	8MIN	10MIN	15MIN	20MIN	30MIN	45MIN	60MIN	90MIN
1.60V	77.1	50.2	43.1	37.9	30.7	25.9	18.8	14.8	10.7	7.59	5.97	4.26
1.67V	69.6	48.0	41.7	36.9	30.2	25.6	18.6	14.7	10.6	7.56	5.95	4.25
1.70V	66.0	46.6	40.8	36.2	29.7	25.4	18.5	14.6	10.5	7.55	5.94	4.24
1.75V	60.0	43.6	38.5	34.6	28.7	24.6	18.2	14.4	10.4	7.48	5.90	4.22
1.80V	53.2	39.8	35.5	32.3	27.0	23.4	17.5	14.0	10.2	7.32	5.79	4.16
1.85V	45.8	35.3	31.9	29.0	24.8	21.4	16.4	13.2	9.69	6.99	5.55	4.00

Constant Power Discharge Characteristics Unit: W (25°C, 77°F)												
F.V/Time	2MIN	4MIN	5MIN	6MIN	8MIN	10MIN	15MIN	20MIN	30MIN	45MIN	60MIN	90MIN
1.60V	754	530	464	412	339	290	215	171	125	89.4	70.9	51.1
1.67V	699	514	452	404	334	287	213	170	124	89.2	70.7	51.0
1.70V	689	503	443	398	330	284	212	169	123	89.0	70.6	50.9
1.75V	639	477	424	383	321	278	209	167	122	88.3	70.2	50.7
1.80V	582	441	397	359	306	266	203	163	120	86.8	69.1	50.1
1.85V	515	400	359	329	283	247	191	155	115	83.4	66.6	48.5

Please refer to the official site for the latest rating confirmation. URL: [www.csb-battery.com](http://www.csb-battery.com)

Issued: 200930

En la fila del voltaje de flotación de la batería (1.75V) buscamos el valor de la autonomía de 30 min.

Nuestra corriente total es 19.50[A], la cual dividimos entre 10.4[A], nos da 1.87.

Entonces podemos decir que, se requieren 2 bancos de 20 baterías:

*40 baterías de 9Ah=30 min.de autonomía*

### Interpretación de la tabla:

Como se mencionó anteriormente, la tabla que debemos utilizar, es aquella que describe la descarga de la batería a corriente constante.

Como se observa en la imagen, lo primero que debemos hacer es ubicar el valor de voltaje de final de autonomía (1.75 volt/celda). Este valor es un parámetro que manejan las UPS, el cual se refiere al valor mínimo de voltaje de batería, que dispara la acción de apagado del UPS frente a un corte de energía.

Este dato por lo general en las hojas de especificaciones de la batería lo expresa por celda, lo que expresado por batería nos arroja un valor de 10.5 volt/batería. Cuando el UPS se encuentra en modo respaldo y el control de esta detecta este valor en cada batería, el equipo se apagará inmediatamente, para proteger a las baterías y protegerse a sí mismo.

Luego ubicamos la corriente por batería, que como se observa en la tabla el valor a 30min. es de 10.4 A, procedemos a dividir el valor entre nuestra corriente total demandada. Dado como resultado 1.87, el cual podemos traducir a la cantidad de bancos a utilizar, siendo que el UPS esta configurado para 20 baterías, procedemos a redondear a 2 bancos de 20 baterías, para conseguir los 30min. de autonomía.

### 4. CONCLUSION.

- El método presentado para el cálculo de autonomía, nos brinda un valor aproximado, pero no preciso, por lo cual se recomienda utilizar el software especializado.
- El tiempo de autonomía del UPS esta sujeto al acumulador de energía que se decida usar y la cantidad de baterías que se implementen, para conseguir el tiempo de autonomía deseado.
- La cantidad de baterías a implementar, estará limitado de acuerdo a la potencia del cargador del UPS, evitar exigir al cargador logrará el tiempo de vida útil deseado en el UPS y las baterías.
- Para cargas críticas, como ser CPD's, sala de operaciones de un hospital, radio bases de telecomunicaciones, entre otros. Se deberá considerar implementar acumuladores de energía con un tiempo de vida útil prolongado. Así también considerando ahorrar espacio, se contará con la tecnología adecuado de acuerdo al requerimiento.