



ATP SIZING CALCULATOR PARA DIMENSIONAR ACUMULADORES DE ENERGÍA BASADO EN BATERÍAS VRLA

Acorde al Estándar IEEE485-2020.



DIMENSIONAMIENTO DE TIEMPOS DE AUTONOMÍA CON BATERÍAS VRLA

Acorde al Estándar IEEE485-2020.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de almacenamiento con baterías son de primordial importancia para el funcionamiento satisfactorio de aplicaciones estacionarias, incluidas entre otras, estaciones generadoras, subestaciones, telecomunicaciones y otras aplicaciones estacionarias.

El dimensionamiento de tiempos de autonomía con baterías VRLA (Valve Regulated Lead-Acid) es un aspecto crítico en la planificación y operación de sistemas de respaldo de energía. Las baterías VRLA se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones, desde centros de datos hasta sistemas de telecomunicaciones y equipos industriales, debido a su fiabilidad y eficiencia. El estándar IEEE 485 proporciona una guía integral para el cálculo y dimensionamiento de estas baterías en aplicaciones estacionarias, asegurando que los sistemas de respaldo funcionen de manera óptima durante las interrupciones del suministro eléctrico. Este estándar se basa en los métodos comúnmente aceptados para definir la carga y determinar la capacidad adecuada de la batería y es aplicable a todas las instalaciones y tamaños de batería VRLA.

En este artículo, Atlantic Power Energy realizará el análisis de la metodología propuesta en el estándar IEEE485-2020 para el dimensionamiento de tiempos de autonomía con celdas o baterías VRLA.

Se revisarán aspectos clave como: definición de la carga en CC, proceso para el dimensionamiento completo del sistema de almacenamiento de energía, se explicarán los tipos de cargas definidos en el estándar, la

metodología para identificar las diferentes cargas que serán soportadas por el sistema de almacenamiento, la construcción del ciclo de trabajo y periodos de trabajo de acuerdo con la carga demandada en cada uno. Con esta información se podrá calcular la capacidad en AH (amperios – hora) del sistema de almacenamiento, y aplicar los factores de corrección: temperatura, margen de diseño y factor de envejecimiento.

Al final, se presentará el Dimensionador de Tiempos de Autonomía de Atlantic Power Energy, herramienta que ha sido desarrollada con base en el estándar IEEE485-2020, y que permite a los diseñadores, realizar el cálculo de tiempos de autonomía y seleccionar la solución con baterías o celdas que cumple estos criterios de diseño.

Palabras Clave: VRLA, IEEE485, IEEE450, IEEE1188, ciclo de trabajo, aplicaciones estacionarias.

EL ESTÁNDAR IEEE 485

El estándar IEEE 485-2020 es reconocido internacionalmente para el dimensionamiento preciso de baterías VRLA (baterías de plomo-ácido selladas de válvula regulada).

Este estándar establece metodologías rigurosas para calcular las necesidades de capacidad y energía de las baterías en diversas aplicaciones, asegurando así una operación óptima y confiable de los sistemas de respaldo de energía.

El proceso de dimensionamiento de baterías según la norma IEEE485 implica varios pasos clave:

- Determinación de la carga crítica: Identificar las cargas críticas que deben ser respaldadas por las baterías durante un corte de energía.
- Análisis y dimensionamiento de baterías: Calcular la capacidad de las baterías en AH (Amperios-Hora) que permita mantener las cargas críticas alimentadas en ausencia de energía de red durante todo el ciclo de trabajo.

- Otras consideraciones: Factores como la corrección por temperatura, el envejecimiento y el margen de diseño, garantizando así un dimensionamiento confiable.



Figura 1.
Alcance IEEE485-2020

Su alcance contempla la definición de tipos de carga en CC, la construcción del ciclo de trabajo, la metodología para realizar el dimensionamiento del sistema de almacenamiento VRLA plomo ácido en aplicaciones estacionarias, y pautas para realizar una correcta selección de las celdas o baterías que soportan el ciclo de trabajo completo.

El estándar debe trabajarse en conjunto con los estándares IEEE450, IEEE484, IEEE1187 e IEEE1188, que

abarcan las prácticas recomendadas para el diseño, instalación, mantenimiento, pruebas y reemplazo de baterías VRLA ventiladas y selladas.

Tipos de Cargas

El estándar clasifica las cargas que serán soportadas por el sistema de almacenamiento en cargas continuas, cargas no continuas, cargas momentáneas y cargas aleatorias.

Cargas Continuas:

Son cargas que estarán energizadas durante todo el ciclo de trabajo de forma continua. Algunos ejemplos de este tipo de carga se ven en la Figura 2.



Figura 2.
Ejemplos Cargas Continuas

Cargas No Continuas:

Cargas que solo están presentes durante una parte del ciclo de trabajo, operando durante un lapso de tiempo determinado.



Figura 3.
Ejemplos Cargas No Continuas

Cargas Momentáneas

Este tipo de cargas pueden presentarse una o varias veces durante el ciclo de trabajo, pero su característica principal es su corta duración, pues no superan 1 minuto. Para su trabajo dentro de la metodología, se consideran siempre con una duración de 1 minuto, sin importar que su duración sea menor.

CARGAS MOMENTANEAS:

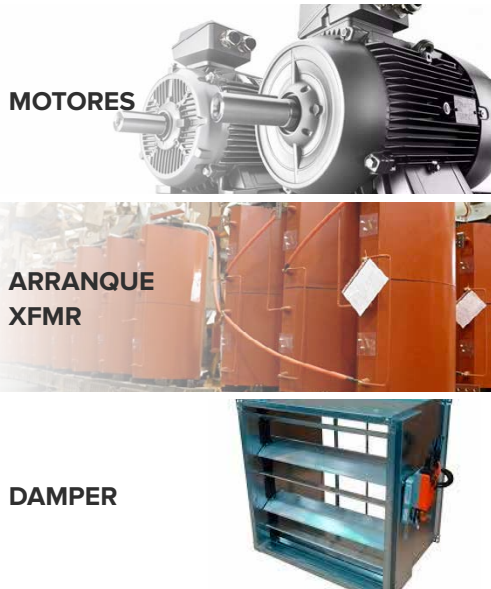


Figura 4. Ejemplos Cargas No Continuas

el peor escenario para el dimensionamiento.

CARGAS ALEATORIAS:

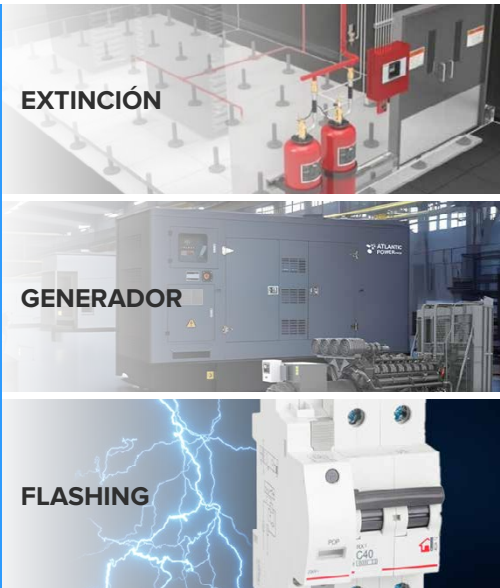


Figura 5. Ejemplos Cargas Aleatorias

Cargas Aleatorias

Son cargar no continuas o momentáneas, que se producen al azar, y su ubicación dentro del ciclo de trabajo debe hacerse contemplando el momento más crítico de este, de forma que permita contemplar

Ciclo de Trabajo

Corresponde a una organización de forma secuencial de las cargas que demandaran energía del sistema de almacenamiento.

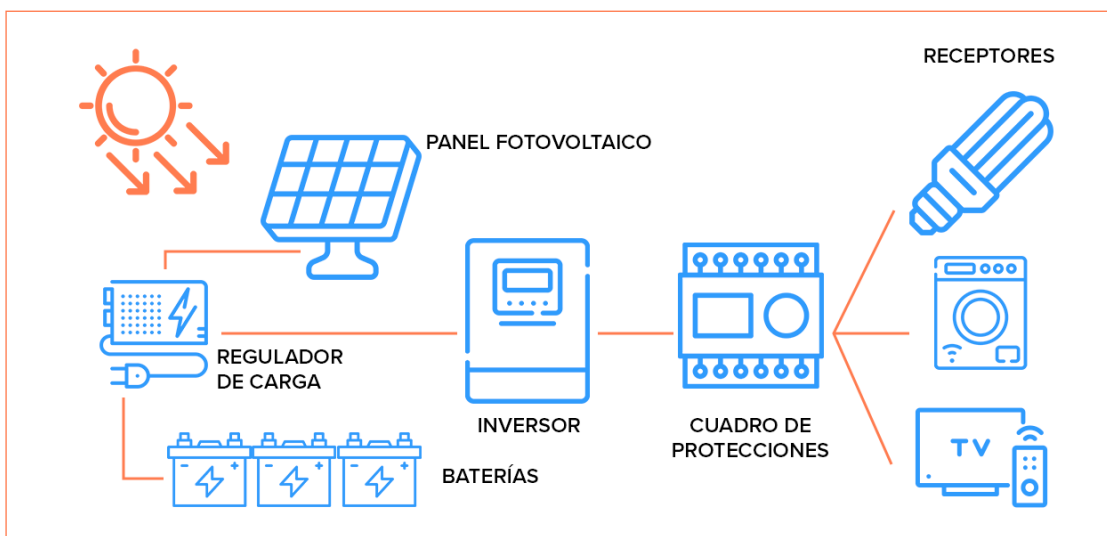


Figura 6. Ejemplo de Cargas Sistema Solar

Para mostrar el comportamiento del ciclo de trabajo, se tabula la información de cada una de las cargas, se dividen en secciones de acuerdo con la corriente o potencia demandada en cada periodo de tiempo. De esta forma se puede ver gráficamente el comportamiento real de la carga dentro de todo el ciclo de trabajo y se facilita el análisis por secciones.

Planta Solar Hogar 120V							
Duración		Cargas Continuas			Cargas No Continuas		Aleatoria
Hora	Min	Nevera	Seguridad y Router	Total Cargas continuas	Iluminación	TV	Compresor
18:00	1	2,5 A	1,3A	3,8 A	1,2 A	0,0 A	8,0 A
19:00	30	2,5 A	1,3A	3,8 A	1,2A	1,3A	0,0 A
20:00	60	2,5 A	1,3A	3,8 A	1,2A	1,3A	0,0 A
21:00	90	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,6 A	1,3 A	0,0 A
22:00	120	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
23:00	180	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
00:00	240	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0A	0,0 A	0,0 A
01:00	300	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0A	0,0 A	0,0 A
02:00	360	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0A	0,0 A	0,0 A
03:00	420	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0A	0,0 A	0,0 A
04:00	480	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
05:00	540	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A
06:00	600	2,5 A	1,3A	3,8 A	0,0 A	0,0 A	0,0 A

Tabla 1.
Tabulación de Cargas

En este ejemplo se tiene un sistema solar de un hogar. Las cargas continuas contempladas están operando durante todo el ciclo de trabajo (18:00 hrs hasta las 06:00hrs del día siguiente). Las cargas no continuas funcionan dentro de lapsos determinados de tiempo, y las cargas aleatorias, funcionan por un tiempo menor a 1 minuto, como es el caso del compresor de la nevera contemplada en este caso.

Min	Total Cargas Continuas	Iluminación	Tv	Compresor	
1	3,8A	1,2A	0,0 A	8,0 A	S1
30	3,8A	1,2A	1,3A	0,0 A	S2
60	3,8A	1,2A	1,3A	0,0A	S3
90	3,8A	0,6A	1,3A	0,0 A	S4
120	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
180	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
240	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
300	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
360	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
420	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
480	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
540	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	
600	3,8A	0,0 A	0,0 A	0,0 A	

Tabla 2.
Tabulación de Cargas Totales por Tipo

Una vez se tienen identificadas y tabuladas las cargas y su comportamiento en el tiempo, se identifican las secciones (S1-S4) y se genera el diagrama del ciclo de trabajo (Figura 7).

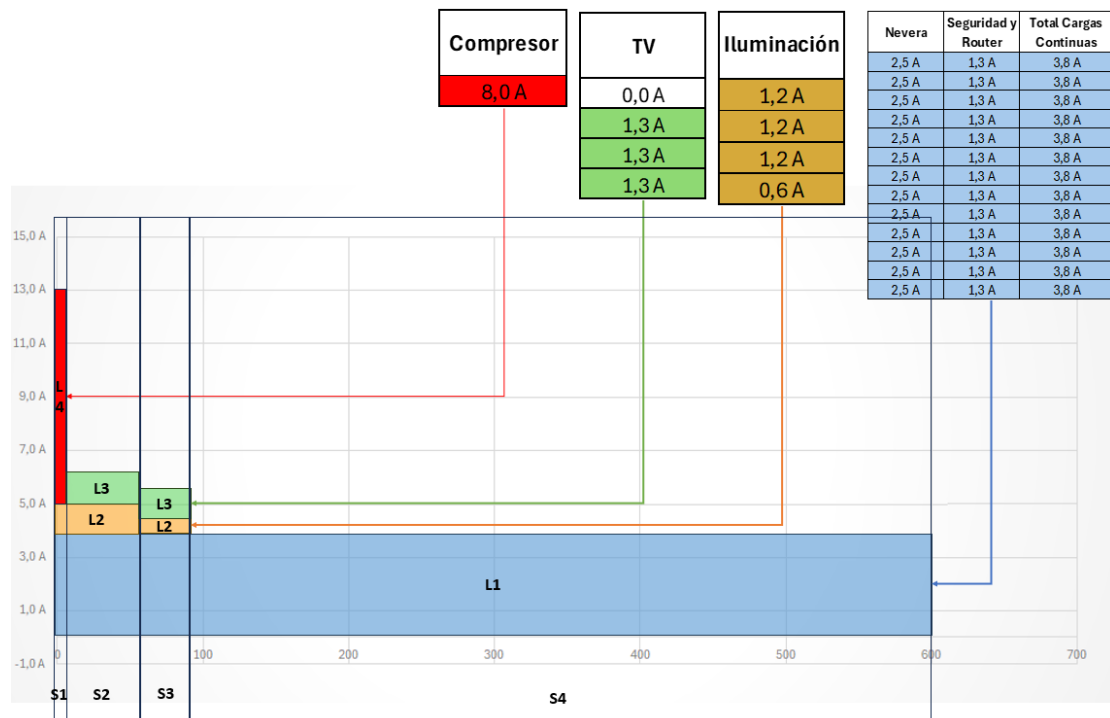


Figura 7.
Diagrama del Ciclo de Trabajo para el Ejemplo

CÁLCULO DE CAPACIDAD DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

El sistema de almacenamiento a dimensionar debe ser capaz de soportar todas las cargas combinadas del ciclo de trabajo diagramado. Para lograr este análisis, se debe analizar cada una de las secciones del ciclo de trabajo.

Usando la siguiente ecuación, se realiza un proceso iterativo que abarca todas las secciones del ciclo de trabajo, y que da como resultado, la capacidad de la baterías en Ah sin corrección, para cada sección:

$$F = \max_{1 \leq S \leq N} F_s = \max_{1 \leq S \leq N} \sum_{P=1}^{P=S} \frac{A_P - A_{(P-1)}}{C_t} \quad (1)$$

Donde:

- **F** es el tamaño de la batería en Ah, sin corrección.
- **S** es la sección del ciclo de trabajo que se está analizando.
- **N** es el número de períodos en el ciclo de trabajo.
- **P** es el período que se está analizando.

- **A_p** son los amperios necesarios para el período P.
- **t** es el tiempo en minutos desde el comienzo del período P hasta el final de la sección S.
- **C_t** es el factor nominal de capacidad propio de la celda o batería, a la velocidad de descarga t, @ 25 °C (77 °F), hasta una tensión mínima definida.

Las secciones se analizan en orden de acuerdo con lo que se identificó en el diagrama del ciclo de trabajo, y se calcula la capacidad de la batería usando (1).

Si la corriente del período P +1 es mayor que la corriente del período P, entonces la sección S = P +1 requiere una celda más grande que la sección S = P. En consecuencia, se pueden omitir los cálculos de la sección S = P.

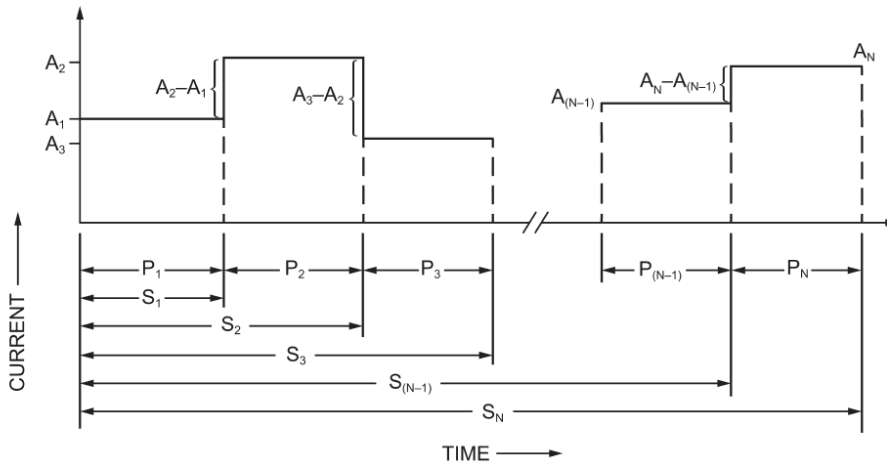


Figura 8.
 Diagrama del Ciclo de Trabajo Generalizado según IEEE485-2020
 Tomado de IEEE 485-2020 Recommended Practice for Sizing Lead-Acid
 Batteries for Stationary Applications

IEEE Std 485-2020
 IEEE Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications

Project: Nombre del Proyecto		Date: 20/04/2024		Page:		
Lowest Expected Electrolyte Temp: 65°F	Minimum Cell Voltage: 1,75	Cell Mfg: ATP	Cell Type: GP AGM	Sized By: ATP		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Period	Load (amperes)	Change in Load (amperes)	Duration of Period (minutes)	Time to End of Section (minutes)	Capacity at T Min Rate (6A) Amps / Pos (R _r) or (6B) K Factor (K _r)	Required Section Size (3) + (6A) = Positive Plates or (3) × (6B) = Rated Amp Hrs
						Pos Values Neg Values
Section 1 - First Period Only - If A2 is greater than A1, go to section 2.						
1	A1= 13	A1-0= 13	M1= 1	T=M1= 1		*** S1
Sec 1 Total						***
Section 2 - First Two Periods Only - If A3 is greater than A2, go to section 3.						
1	A1=	A1-0=	M1=	T=M1+M2=		S2
2	A2=	A2-A1=	M2=	T=M2=		
Sec Sub Tot						
2 Total						***
Section 3 - First Three Periods Only - If A4 is greater than A3, go to section 4.						
1	A1=	A1-0=	M1=	T=M1+M2+M3=		S3
2	A2=	A2-A1=	M2=	T=M2+M3=		
3	A3=	A3-A2=	M3=	T=M3=		
Sec Sub Tot						
3 Total						***
Section 4 - First Four Periods Only - If A5 is greater than A4, go to section 5.						
1	A1=	A1-0=	M1=	T=M1+...M4=		S4
2	A2=	A2-A1=	M2=	T=M2+M3+M4=		
3	A3=	A3-A2=	M3=	T=M3+M4=		
4	A4=	A4-A3=	M4=	T=M4=		
Sec Sub Tot						
4 Total						***

Figura 9.
 Plantilla IEEE485-2020 para Cálculo de Capacidad por Secciones

Para determinar el momento más crítico, esta parte del cálculo se realiza sin contemplar las cargas aleatorias. Luego, se identifica la sección del ciclo de trabajo que define la capacidad de la batería y se le adiciona la capacidad derivada del cálculo de las secciones aleatorias.

Section 7 - First Seven Periods Only - If A8 is greater than A7, go to section 8.							
1	A1=	A1-0=	M1=	T=M1+ . . . M7=			
2	A2=	A2-A1=	M2=	T=M1+ . . . M7=			
3	A3=	A3-A2=	M3=	T=M1+ . . . M7=			
4	A4=	A4-A3=	M4=	T=M1+ . . . M7=			
5	A5=	A5-A4=	M5=	T=M5+M6+M7=			
6	A6=	A6-A5=	M6=	T=M6+M7=			
7	A7=	A7-A6=	M7=	T=M7=			
					Sec	Sub Tot	
					7	Total	***
Random Equipment Load Only (if needed)							
R	AR= 100	AR-0= 100	MR= 1	T=MR= 1	0.77	77.0	***
Maximum Section Size (8)		573.8	+ Random Section Size (9)		77.0	= Uncorrected Size - (US) (10)	650.8

Figura 10.

Capacidad Total en Ah sin corrección acorde IEEE485-2020

FACTORES DE CORRECCIÓN

Con el dimensionamiento de la capacidad del sistema de almacenamiento incluyendo las cargas aleatorias es necesario realizar correcciones por factores de temperatura, margen de diseño y envejecimiento de las baterías.

Corrección por Temperatura

La capacidad de las baterías se afecta por la temperatura de operación. Las baterías VRLA, especifican su capacidad nominal para una temperatura específica (normalmente de 25°C / 77°F). Cuando la temperatura disminuye, su capacidad se reduce y aumenta si vida útil. Cuando la temperatura se eleva, su capacidad en Ah aumenta, pero disminuye su vida útil. Cada fabricante tiene curvas propias que muestran el comportamiento de esta característica.

Para lograr tener un dimensionamiento acorde a la temperatura de operación, se debe incluir la corrección por temperatura, multiplicando el valor de capacidad nominal obtenido, por el factor de corrección correspondiente, según la Tabla 3.

Temperatura del electrolito (°C)	Temperatura del electrolito (°F)	Factor de corrección de temperatura	Temperatura del electrolito (°C)	Temperatura del electrolito (°F)	Factor de corrección de temperatura
4.4	40	1.300	26.1	79	0.987
7.2	45	1.250	26.7	80	0.980
10.0	50	1.190	27.2	81	0.976
12.8	55	1.150	27.8	82	0.972
15.6	60	1.110	28.3	83	0.968
18.3	65	1.080	28.9	84	0.964
18.9	66	1.072	29.4	85	0.960
19.4	67	1.064	30.0	86	0.956
20.0	68	1.056	30.6	87	0.952
20.6	69	1.048	31.1	88	0.948
21.1	70	1.040	31.6	89	0.944
21.7	71	1.034	32.2	90	0.940
22.2	72	1.029	35.0	95	0.930
22.8	73	1.023	37.8	100	0.910
23.4	74	1.017	40.6	105	0.890
23.9	75	1.011	43.3	110	0.880
24.5	76	1.006	46.1	115	0.870
25.0	77	1.000	48.9	120	0.860
25.6	78	0.994			

Tabla 3.

Factores de corrección del tamaño de la celda para la temperatura de las celdas ventiladas y VRLA

Esta tabla se basa en celdas de gravedad específica nominales de plomo-ácido 1.215 clasificadas a 25 °C (77 °F). Para celdas con otras gravedades específicas o temperaturas nominales, consulte al fabricante.

Tomado de IEEE 485-2020 Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications

Margen de Diseño

Es recomendable contemplar un margen de seguridad en el proceso de dimensionamiento cuando existen variables que no pueden contemplarse dentro del cálculo nominal. La variabilidad de las cargas es una de las principales razones para contemplar este margen, en casos donde la carga puede llegar a variar posterior al dimensionamiento inicial.

En este caso, es primordial la experiencia del diseñador, pues debe tener la capacidad de determinar si aplica o no este factor de corrección y que valor debe agregar. Este factor de corrección puede ir desde un 5% y normalmente un máximo de 20%.

Factor de Envejecimiento

Los estándares IEEE450 e IEEE1188, definen que la vida útil de una batería llega a su fin cuando su capacidad se reduce al 80% de su capacidad nominal. Esta reducción de capacidad puede darse por el tiempo de operación, la cantidad de ciclos de

descarga o por otras variables asociadas a su operación o entorno, como la temperatura de trabajo. En este punto, es recomendable realizar el reemplazo del sistema de almacenamiento.

Para garantizar que el sistema podrá soportar la carga total durante todo el ciclo de trabajo, aun cuando si capacidad llegue al 80%, es necesario realizar una corrección de su capacidad en el proceso de dimensionamiento. Este factor corresponde a multiplicar la capacidad sin corrección por 1.25 (125%), garantizando así sostener la carga calculada al final de su vida útil.

DIMENSIONADOR DE TIEMPOS DE AUTONOMÍA DE ATLANTIC POWER ENERGY

En Atlantic Power Energy, nuestra misión es proporcionar soluciones innovadoras y herramientas avanzadas que permitan a nuestros distribuidores destacarse en el mercado y ofrecer un servicio excepcional a sus clientes. Por eso hemos desarrollado Dimensionador de Tiempos de Autonomía para Baterías VRLA basado en la norma IEEE485 del 2020.

Nuestra herramienta simplifica este proceso complejo al proporcionar una plataforma en línea fácil de usar.

Para comenzar a utilizar esta herramienta y acceder a sus beneficios, simplemente siga estos pasos:

1. Regístrese en la plataforma visitando <https://sizing.atlanticpowerenergy.com/register>.

2. Es necesario utilizar un correo empresarial, la plataforma no admite correos personales.
 3. Por correo recibirá una confirmación sobre la activación se cuenta.
 4. Ingrese a <https://sizing.atlanticpowerenergy.com/login> con su correo empresarial y la clave que asignó.
 5. Si olvidó su contraseña, haga click en "Forgot your password" y siga el proceso para reestablecerlo.
- Ejecutar correcciones por temperatura, factor de envejecimiento y margen de diseño.
 - Seleccionar cualquier batería del portafolio de Atlantic Power Energy, obteniendo un abanico de configuraciones muy amplia: tipos de baterías (AGM, Gel, Propósito General, High Rate, Borne Frontal).
 - Seleccionar la cantidad de baterías y de strings para realizar configuraciones personalizadas.
 - Ver gráficamente las diferentes configuraciones, así como el oversizing de cada una de las opciones disponibles, permitiéndole escoger la más adecuada.

Una vez dentro de nuestro Dimensionador, podrá realizar:

- Dimensionamiento baterías VRLA para aplicaciones estacionarias como Sistemas de Alimentación Ininterrumpida, Sistemas Solares, Fuentes de Alimentación DC para Inversores en Sistemas de Telecomunicaciones y mucho más.
- Realizar cálculos por método de potencia o corriente.
- Generar reportes con la memoria de cálculo de acuerdo con los parámetros y tipo de baterías seleccionadas, lo que servirá como soporte para sustentar técnicamente cualquier solución.
- Descarga las fichas técnicas de las baterías, donde podrá obtener toda la información de estas, así como sus curvas de carga, descarga, etc.

Estamos seguros de que esta herramienta no solo les facilitará el proceso de dimensionamiento de baterías, sino que también mejorará la precisión y eficiencia de sus proyectos. Si tienen alguna pregunta o necesitan asistencia durante el proceso de registro o uso de la plataforma, no duden en contactar a

nuestro equipo de soporte técnico haciendo click en este enlace.

Esperamos que aprovechen al máximo esta nueva herramienta y que les ayude a diferenciarse en el mercado y a brindar soluciones de energía confiables a sus clientes.

SOBRE ATLANTIC POWER

Con más de 15 años de experiencia en el sector, Atlantic Power se destaca como un fabricante líder de UPS, aires condicionados de precisión, baterías VRLA y de Ion Litio, generadores, switches y reconectores para MT, infraestructura para datacenter y monitoreo de activos. Con una amplia trayectoria en la entrega de soluciones de energía confiables y eficientes en toda América del Norte, Central y del Sur, así como en el Caribe, nuestra empresa se enorgullece de ofrecer no solo productos de alta calidad y eficiencia, sino también un servicio técnico excepcional que garantiza la satisfacción del cliente en todas las etapas del proceso, desde la consulta inicial hasta la instalación y el mantenimiento continuo.

Nuestros equipos son reconocidos por su alta confiabilidad y su baja tasa de fallos, lo que los convierte en la elección preferida para una amplia gama de aplicaciones críticas en diversas industrias. En Atlantic Power, nos comprometemos a proporcionar soluciones de energía de vanguardia que superen las expectativas de nuestros clientes y aseguren la continuidad de sus operaciones en todo momento.

Seguimos innovando para entregarle a nuestros clientes productos de última tecnología y con los mejores estándares de seguridad, calidad y eficiencia.



www.atlanticpower.com

