

# **DIMENSIONAMENTO DE BATERIAS PARA SISTEMAS ININTERRUPTOS DE ENERGIA**

*Eng<sup>•</sup> Walter Sidnei Soares*  
*Sec Power Coml. Import. Export. Ltda*  
*Rua Prof. Campos de Oliveira, 245 – Jurubatuba - SP*  
*11-5541-5120 – [Walter@secpower.com.br](mailto:Walter@secpower.com.br)*

## **1 OBJETIVO**

Transmitir conhecimentos sobre as técnicas de dimensionamento de bancos de baterias, quanto a autonomia, confiabilidade e tipos, de modo a obter o melhor resultado nas aplicações em Sistemas Ininterruptos de Energia (UPS).

## **2 Analisando e Obtendo os dados do Sistema**

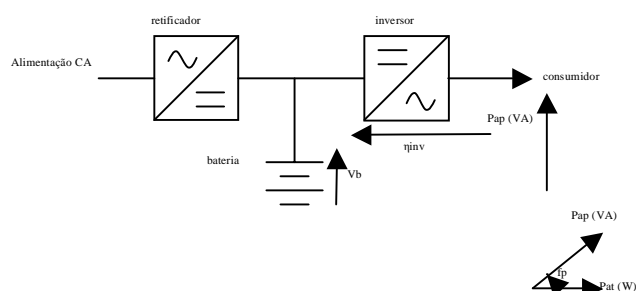
Existem formas diferentes para o cálculo e dimensionamento de um banco de baterias para um Sistema Ininterrupto de Energia, mas em primeiro lugar é necessário obter todos os dados do Sistema e da criticidade da aplicação / consumidor, conforme segue:

### **2.1 Dados do Sistema**

De um fabricante de Sistema para outro, existem diferenças importantes que afetam os cálculos de dimensionamento das baterias, como por exemplo a quantidade de elementos interligados em série e que determinam a tensão do barramento CC do equipamento.

Os principais dados do Sistema para o cálculo e dimensionamento do banco de baterias são:

- Potência Aparente de Saída do Sistema de Potência Ininterrupto (VA)
- Fator de Potência de Saída do Sistema ( $\text{fp}$ )
- Rendimento do Inversor ( $\eta_{\text{inv}}$ )
- Número de elementos interligados em série ( $n$ )



### 2.1.1 Cálculo da Corrente de descarga da Bateria ( $I_b$ )

Um dos métodos para o dimensionamento do banco de baterias, é através do cálculo da corrente de descarga da bateria ( $I_b$ ), conforme segue:

$$I_b = \frac{P_{ap} \times f_p}{\eta_{inv} \times n \times T_f} (Acc) \quad (\text{Fórmula I})$$

onde:

( $P_{ap}$ ) Potência Aparente de Saída (VA)

( $\eta_{inv}$ ) Rendimento do Inversor

( $f_p$ ) Fator de Potência de Saída

( $n$ ) Número de elementos

( $T_f$ ) Tensão final de descarga ( $V_{cc}$ ) (vide tópico para a determinação deste parâmetro)

Este método é interessante para os casos onde a corrente de descarga é constante; o que não é a situação dos Sistemas Ininterruptos de Energia, onde à medida que a tensão da bateria diminui, a corrente aumenta. Desta forma, é recomendado utilizar o valor de tensão final de descarga no cálculo, onde a corrente será a maior possível e o banco de baterias terá uma pequena reserva adicional de autonomia.

### 2.1.2 Cálculo da Potência Ativa por elemento de Bateria

Levando-se em consideração que em um UPS, a descarga da bateria ocorre com potência constante, este passa a ser o método mais recomendado para otimizar o dimensionamento do banco.

$$P_{at} = \frac{P_{ap} \times f_p}{\eta_{inv} \times n} (W/elem.) \quad (\text{Fórmula II})$$

onde:

( $P_{ap}$ ) Potência Aparente de Saída (VA)

( $\eta_{inv}$ ) Rendimento do Inversor

( $f_p$ ) Fator de Potência de Saída

( $n$ ) Número de elementos

## 2.2 Determinando a Tensão Final de Descarga da Bateria

As baterias possuem um limite de descarga, que é monitorado pelo seu nível de tensão, de modo a preservar-se e obter o máximo de vida útil.

Este limite é denominado de tensão final de descarga e para uma mesma bateria pode ser alterado em função de tempo de descarga implementado. Em resumo, quanto menor for o tempo de autonomia do Sistema, mais profunda pode ser a descarga.

Por exemplo, uma mesma bateria que para uma autonomia de 15 minutos, pode ser descarregada até o limite de 1,65Vcc por elemento, deve ser limitada a 1,8Vcc por elemento quando o tempo de descarga é superior a 5 horas.

Estes parâmetros devem ser obtidos diretamente do fabricante das baterias, mas em geral, as baterias para autonomies até 30 minutos podem ser limitadas a 1,65Vcc por elemento.

### 3 Dados de Criticidade

O nível de criticidade é determinado através de uma análise das necessidades do consumidor, e também, da infra-estrutura e qualidade da energia da instalação.

Em resumo, podemos classificar o nível de criticidade em:

**Alta:** quando o consumidor necessita de 100% de confiabilidade e disponibilidade de energia, em função da importância de sua continuidade de funcionamento.

Neste caso, é aconselhável dimensionar no mínimo 1 nível de redundância no banco de baterias, por exemplo 2 “strings” (2 bancos em paralelo) (1+1).

**Média:** quando o consumidor necessita de 100% de confiabilidade de qualidade de energia (energia condicionada), porém pode ser interrompido, desde que seja de uma forma programada. Isto é, numa situação de ausência de energia CA de entrada, o banco de baterias deve ter autonomia suficiente para manter o consumidor em funcionamento por um tempo mínimo para o seu desligamento programado.

**Baixa:** quando o consumidor necessita apenas de confiabilidade na qualidade de energia (energia condicionada), porém não sofre e nem gera prejuízos com as interrupções prolongadas de energia. Este é um caso típico de consumidor sensível a variações da má qualidade de energia, tais como, micro interrupções, transitórios e oscilações da energia, entre outros, mas nas situações de falta de energia prolongadas, simplesmente se desliga sem danos ou prejuízos de processo.

Neste caso, o banco de baterias é simples o suficiente para garantir ao Sistema uma confiabilidade na qualidade de energia, com autonomia mínima.

#### 3.1 Escolhendo o tipo de bateria em função da criticidade

No Mercado, existem diversos tipos de baterias, tais como: alcalinas, chumbo-ácido estacionária ventilada, chumbo-ácido estacionária regulada à válvula (VRLA), chumbo-ácido selada automotiva, etc. Cada uma tem características específicas que determinam a sua melhor aplicação.

Atualmente, a tendência Mundial, pelas suas características técnicas e mecânicas, é a utilização de baterias reguladas à válvula (VRLA), que simplificam muito as instalações e manutenções, reduzindo custos e atendendo plenamente as necessidades do UPS.

Para facilitar a determinação das necessidades do usuário, o total espectro da aplicação da célula estacionária regulada por válvula foi estruturado em 4 grupos. Com uma exceção, os grupos de aplicação são baseados em expectativa de vida útil projetada.

Os exemplos de grupo escolhidos são:

Mais de 10 anos - High Integrity (telecomunicações, Usinas de Energia convencional e nuclear, Indústria de Petróleo ou Petroquímica e outras aplicações onde a mais alta segurança é exigida.

10 anos - High Performance - Em termos gerais, esse grupo de baterias tem um desempenho de expectativa de vida comparável à do grupo de mais de 10 anos - High Integrity. Contudo, as exigências para desempenho e segurança, em alguns casos, não são tão severos.

5 a 8 anos - General Purpose. O desempenho desse produto é o mesmo do grupo de 10 anos - High Performance. Em alguns casos, os critérios para exigências de segurança não são tão rigorosos.

3 a 5 anos - Standard Comercial - Esse grupo de baterias é geralmente indicado para aplicações de baixa criticidade e uso geral, onde as exigências de segurança e confiabilidade não são determinantes.

## 4 Dimensionamento passo a passo

Após estudadas e definidas todas as etapas anteriores, é possível apresentarmos um exemplo de cálculo e dimensionamento, conforme segue:

### 4.1 Dados do Sistema

- 4.1.1 Potência Aparente de Saída ,  $P_{ap} = 100\text{kVA}$
- 4.1.2 Rendimento do Inversor,  $\eta_{inv} = 93\%$
- 4.1.3 Fator de Potência de Saída ,  $fp = 0,8$
- 4.1.4 Número de elementos,  $n = 240$

### 4.2 Cálculo da potência por elemento

$$P_{at} = \frac{P_{ap} \times fp}{\eta_{inv} \times n} \text{ (W/elem.)} \quad \text{(Fórmula II)}$$

$$P_{at} = \frac{100.000 \times 0,8}{0,93 \times 240} \text{ (W/elem.)} = 358,4 \text{ W/elem.}$$

### 4.3 Dados de Criticidade

Aplicação em um Sistema de Potência Ininterrupto para uma sala cirúrgica (UTI), onde requer 100% de disponibilidade de qualidade e continuidade de energia, portanto é uma aplicação de criticidade Alta. Desta forma, é indicado a utilização de uma bateria de Alta Integridade, para uma autonomia de 5 horas, com 1 nível de redundância.

Como a infra-estrutura tem Grupo Motor Gerador para as ausências de energia da concessionária, a redundância pode ser feita dividindo o banco de baterias em dois, onde cada um terá a autonomia de 2,5 horas quando isolados, mas em condições normais serão descarregados em 5 horas com metade da potência.

Portanto, deve ser considerado:  **$P_{at} = 358,4 / 2 = 179,2 \text{ W/elemento}$**

## 4.4 Dimensionando a Capacidade da Bateria

Calculada a potência ativa por elemento e determinado a autonomia e tipo de bateria necessária, pode-se dimensionar a capacidade da bateria cruzando estas informações com as especificações dos fabricantes das baterias, conforme segue:

Adotando a Curva de Descarga da Bateria abaixo, em W/elemento, de um fabricante tradicional do Mercado, modelos de Alta Integridade, temos:

RATINGS IN KILOWATTS AT 77F (25°C) (PER CELL)

Vcc Ah																							
FV / TIME	Models	1 Min	5 Min	10 Min	15 Min	20 Min	30 Min	1 Hr	3 Hr	5 Hr	8 Hr												
1.80	LS12-25	0.169	0.129	0.098	0.083	0.064	0.052	0.030	0.013	0.006	0.006												
	LS12-55	0.296	0.251	0.200	0.162	0.137	0.105	0.065	0.028	0.018	0.012												
	LS12-80	0.494	0.419	0.300	0.270	0.228	0.176	0.108	0.047	0.030	0.020												
	LS12-100	0.593	0.502	0.399	0.324	0.274	0.211	0.130	0.056	0.037	0.024												
	LS6-200	1.186	1.005	0.799	0.649	0.548	0.422	0.260	0.113	0.073	0.048												
	LS4-300	1.779	1.507	1.198	0.973	0.822	0.633	0.391	0.169	0.110	0.072												
	LS2-600	3.558	3.015	2.396	1.946	1.643	1.265	0.781	0.338	0.219	0.145												
1.75	LS12-25	0.198	0.142	0.106	0.086	0.067	0.054	0.031	0.014	0.010	0.006												
	LS12-55	0.352	0.274	0.208	0.168	0.142	0.110	0.067	0.029	0.019	0.013												
	LS12-80	0.586	0.456	0.347	0.281	0.237	0.183	0.112	0.048	0.031	0.021												
	LS12-100	0.703	0.547	0.416	0.337	0.284	0.219	0.134	0.058	0.038	0.025												
	LS6-200	1.406	1.094	0.832	0.673	0.568	0.438	0.268	0.116	0.075	0.050												
	LS4-300	2.109	1.642	1.249	1.010	0.853	0.657	0.402	0.174	0.113	0.074												
	LS2-600	4.218	3.283	2.497	2.020	1.705	1.314	0.804	0.348	0.226	0.149												
1.70	LS12-25	0.230	0.155	0.111	0.089	0.067	0.054	0.031															
	LS12-55	0.400	0.287	0.213	0.172	0.145	0.111	0.067															
	LS12-80	0.667	0.479	0.355	0.286	0.241	0.185	0.112															
	LS12-100	0.801	0.575	0.426	0.343	0.289	0.222	0.134															
	LS6-200	1.602	1.149	0.853	0.687	0.579	0.445	0.268															
	LS4-300	2.403	1.724	1.279	1.030	0.868	0.667	0.402															
	LS2-600	4.805	3.448	2.558	2.060	1.737	1.335	0.803															
1.67	LS12-25	0.244	0.164	0.109	0.092	Not recommended to discharge longer than 15 min. Bellow 1,75 Vpc																	
	LS12-55	0.429	0.296	0.218	0.172																		
	LS12-80	0.714	0.494	0.363	0.286																		
	LS12-100	0.857	0.592	0.436	0.343																		
	LS6-200	1.715	1.186	0.872	0.687																		
	LS4-300	2.571	1.777	1.309	1.030																		
	LS2-600	5.143	3.554	2.618	2.060																		
1.65	LS12-25	0.255	0.168	0.119	0.094							Not recommended to discharge longer than 15 min. Bellow 1,75 Vpc											
	LS12-55	0.447	0.302	0.219	0.172																		
	LS12-80	0.738	0.501	0.364	0.287																		
	LS12-100	0.893	0.603	0.436	0.344																		
	LS6-200	1.787	1.205	0.873	0.689																		
	LS4-300	2.680	1.808	1.309	1.033																		
	LS2-600	5.360	3.615	2.618	2.067																		
1.63	LS12-25	0.264	0.173	0.120	0.095													Not recommended to discharge longer than 15 min. Bellow 1,75 Vpc					
	LS12-55	0.465	0.306	0.219	0.173																		
	LS12-80	0.774	0.509	0.364	0.288																		
	LS12-100	0.929	0.612	0.437	0.345																		
	LS6-200	1.859	1.223	0.874	0.691																		
	LS4-300	2.788	1.836	1.310	1.036																		
	LS2-600	5.576	3.671	2.620	2.072																		

Para a coluna de 5 horas, observamos que a bateria de 2Vcc 600Ah tem condições de fornecer 226 W/elemento, até uma tensão final de descarga de 1,75Vcc. Como, pelos cálculos, necessitamos de apenas 179,2 W/elemento, este modelo atende com muita segurança.

Observamos, que o UPS deverá ser configurado para uma tensão final de descarga de 1,75Vcc por elemento, mesmo tendo condições de funcionar em valores menores, pois pelas recomendações do fabricante da bateria, este é o valor mínimo que o elemento pode atingir, para estas condições de uso, sem prejudicar sua vida útil.

Fica claro, pela tabela de descarga, que para autonomias menores, a profundidade de descarga pode ser maior, e isto varia de um modelo para outro, de bateria.

## 4.5 Resumo do dimensionamento

Para o exemplo apresentado, o resultado do dimensionamento é a utilização de 2 bancos em paralelo, da bateria estacionária regulada à válvula, de 2Vcc 600Ah, cuja autonomia inicial será maior que 5 horas.

## 5 Conclusões

Para o dimensionamento do banco de baterias, é necessário conhecer bem as necessidades do consumidor, as características do UPS e os tipos e características das baterias.

O trabalho aqui apresentado, é uma maneira simples e prática para o dimensionamento das baterias, mas quanto mais complexo e crítico for o UPS, o melhor é recorrer aos profissionais especializados dos fabricantes e distribuidores de equipamentos e baterias.

## 6 Referências Bibliográficas

- [1] Manual Técnico das Baterias da Power Battery Limited
- [2] Manual Técnico das Baterias da C&D Technologies, Inc, Liberty series 1000
- [3] Guia Eurobat
- [4] Manuais Técnicos dos Fabricantes de No-breaks