



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**Ramon Rodrigo Silva**

## **Utilização e aplicação de banco de baterias em sistemas de Nobreak**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Orientador (a): Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck

Taubaté  
2022



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi Universidade de**  
**Taubaté - Unitau**

S586u Silva, Ramon Rodrigo  
Utilização e aplicação de banco de baterias em sistema de Nobreak  
/ --Ramon Rodrigo Silva. -- 2022.  
45 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento  
de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2022.

Orientação: Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck, Departamento  
de Engenharia Elétrica.

1. Nobreak. 2. Retificadores. 3. Autonomia. 4. Banco de bateria.  
I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia  
Mecânica e Elétrica. Graduação em Engenharia Elétrica e  
Eletrônica. II. Título.

CDD – 621.381

Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

Departamento de Engenharia Elétrica  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE BANCO DE BATERIAS EM SISTEMA DE NOBREAK

**RAMON RODRIGO SILVA**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “GRADUADO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA”

### **BANCA EXAMINADORA:**

*Marcelo Werneck*  
Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck  
Orientador/UNITAU-DEE

Prof. Me. Sandro Botossi dos Santos  
Examinador/UNITAU-DEE

Prof. Me. Patrícia Cerávolo R P Nunes Oliveira  
Examinador/UNITAU-DEE

Dezembro 2022



**UNITAU**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **DEDICATÓRIA**

Dedico à minha família, que dispôs todo o tempo a me ajudar em todas as minhas dificuldades, e de modo especial à minha mãe, que nunca me deixou faltar nada e me deu condições e sabedoria para enfrentar todos os meus desafios.



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida e sabedoria divina. Agradeço a minha família e amigos que estiveram presentes no período letivo

Ao meu orientador, *Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck* que me incentivou e facilitou meu aprendizado e desenvolvimento educacional.

Aos meus pais *Avani e José*, que não mediram esforços para estarem do meu lado quando precisei de apoio.

A minha irmã que é a minha base para praticamente tudo e que sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis da minha vida.

Ao meu amigo Gabriel Carvalho que me acompanhou durante todo o processo de aprendizado na faculdade, compartilhou ideias e momentos únicos.



**UNITAU**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

“Motivação é a arte de fazer as pessoas fazerem o que  
você quer que elas façam porque elas o querem fazer..”  
Dwight Eisenhower



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **RESUMO**

Neste trabalho aborda a importância da aplicação de banco de baterias em sistemas de nobreak visando a necessidade de manter a operação e os negócios de uma empresa em perfeito estado, estendendo e mantendo a confiabilidade dos sistemas que a compõe. A utilização desses recursos supre a falta de estabilidade nas redes elétricas, bem como descargas atmosféricas ou queda nos sistemas de abastecimento de energia nos municípios. Um nobreak possui sua autonomia pré-definida de acordo com os fabricantes para determinada aplicação e carga a suportar, porém, mesmo com o dimensionamento correto do nobreak é impossível prever o tempo de queda de uma rede elétrica pois existem vários fatores que ditam o tempo que uma rede permanece instável, vulnerabilizando o funcionamento contínuo geral de uma empresa. Com este estudo, entende-se que o dimensionamento de nobreaks juntamente com banco de baterias aumenta a autonomia e confiabilidade da energia entregue.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nobreak. Retificadores. Autonomia. Banco de bateria.



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **ABSTRACT**

In this work, it addresses the importance of applying a battery bank in UPS systems, aiming at the need to keep the operation and business of a company in perfect condition, extending and maintaining the reliability of the systems that compose it. The use of these resources makes up for the lack of stability in the electrical networks, as well as lightning strikes or outages in the energy supply systems in the municipalities. A UPS has its autonomy pre-defined according to the manufacturers for a given application and load to be supported, however, even with the correct dimensioning of the UPS, it is impossible to predict the downtime of an electrical network because there are several factors that dictate the time that a network remains unstable, making the overall ongoing functioning of a company vulnerable. With this study, it is understood that the dimensioning of UPSs together with a battery bank increases the autonomy and reliability of the energy delivered.

**KEYWORDS:** Nobreak. Autonomy. Battery bank.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Subestação SE Caju, Rio Grande do Norte .....	11
Figura 2 – Casa de comando .....	12
Figura 3 – Nobreaks para Alimentação em CA .....	13
Figura 4 – Nobreaks para Alimentação em CC (retificadores).....	14
Figura 5 – Banco de baterias interligado .....	15
Figura 6 – GGE (Grupo Gerador de Energia).....	16
Figura 7 – Diagrama simplificado de alimentação dos retificadores .....	17
Figura 8 – Ponte retificadora.....	19
Figura 9 – Sequencia de disparo dos tiristores .....	19
Figura 10 – Esquema elétrico da placa dos transformadores.....	20
Figura 11 – Curva de carga da bateria .....	27
Figura 12 – Curva de descarga da bateria.....	29
Figura 13 – Descarga da bateria para valores médios de k.....	34



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações dos Retificadores .....	17
Tabela 2 – Dimensionamento da corrente do retificador.....	24
Tabela 3 – Dimensionamento do disjuntor de entrada.....	24
Tabela 4 – Dimensionamento do disjuntor de saída para o consumidor .....	25
Tabela 5 – Especificações técnicas da bateria .....	26
Tabela 6 – Base para cálculo das baterias.....	29
Tabela 7 – Cálculo de $I_p$ : Cargas/Correntes Permanentes.....	30
Tabela 8 – Cálculo de $I_m$ : Cargas/Correntes Momentâneas.....	32
Tabela 9 – Cálculo de $I_t$ : Cargas/Correntes de tempo limitado .....	32
Tabela 10 – Cálculo da autonomia de carga para um conjunto de baterias.....	33
Tabela 11 – Curva de descarga da bateria .....	34
Tabela 12 – Matriz $k_t$ .....	34
Tabela 13 – Vetor de $IP_n$ .....	35
Tabela 14 – Vetor de $\Delta I$ .....	35
Tabela 15 – Cálculo capacidade máxima (Ah) .....	35
Tabela 16 – Cálculo capacidade comercial da bateria (Ah) .....	36



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UPS	Uninterruptable Power System
VRLA	Valve Regulated Lead Acid
AGM	Absorbent Glass Mat
GGE	Grupo Gerador de Eenergia
TSA	Transformador de serviço auxiliar
CA	Corrente alternada
CC	Corrente contínua
GATE	Porta digital
PTR	Placa de transformadores
PNL	Painel



**UNITAU**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## LISTA DE SÍMBOLOS

Vca	Tensão em corrente alternada
Vcc	Tensão em corrente contínua
I	Corrente
V	Volts
W	Watts
kV	Kilovolts
Ah	Ampère-hora
Vnom	Tensão nominal
Ip	Corrente permanente
Im	Corrente momentânea
It	Corrente de tempo limitado



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
2.1	SUBESTAÇÃO .....	11
2.2	CASA DE COMANDO .....	12
2.3	BANCO DE BATERIAS.....	13
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>16</b>
3.1	RETIFICADORES .....	17
<b>3.1.1</b>	<b>Funcionamento</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Ponte retificadora</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Placa de transformadores</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Fonte de alimentação</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Corrente de comutação</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Linha de controle</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.7</b>	<b>Tensão de recarga</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.8</b>	<b>Tensão de Flutuação</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.9</b>	<b>Corrente de saída</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.10</b>	<b>Corrente de bateria</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.11</b>	<b>Dimensionamento dos retificadores de baterias</b> .....	<b>24</b>
3.1	BANCO DE BATERIAS.....	25
<b>3.2.1</b>	<b>Especificações</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Princípio</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Carga</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Descarga</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Dimensionamento do banco de baterias</b> .....	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>41</b>



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**UNITAU**

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **1 INTRODUÇÃO**

Hoje em dia muitas empresas buscam cada vez mais estabilidade em seus sistemas, de modo que a tecnologia possa auxiliar de forma direta na funcionabilidade de suas operações.

Uma das grandes falhas atualmente de uma empresa que busca uma estruturação mínima para seus negócios funcionarem é a falta de preocupação com a estabilidade e confiabilidade dos sistemas que mantêm o operacional da empresa.

Os nobreaks vieram para o mercado de trabalho com a intenção de reduzir quase que por completo os impactos gerados por descargas atmosféricas ou quedas bruscas de energia, porém, esse sistema tem um período curto de funcionamento podendo não atender completamente o fluxo operacional. Com isso, a utilização de banco de bateria juntamente com nobreaks aumenta a capacidade e a estabilidade no funcionamento dos equipamentos e sistemas operacionais, sendo útil sua aplicação em empresas de variados portes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SUBESTAÇÃO

Para dar início ao estudo, é tomado como base uma Subestação de energia elétrica, cuja está localizada no Rio Grande do Norte, no município de Lajes do Cabugi (Figura 1).

Essa subestação foi implantada com o intuito de elevar a tensão recebida de Assú-RN, através de uma linha de transmissão, fornecendo uma tensão de entrada de 34,5kV que chega na subestação e é elevada à uma tensão de saída de 500kV, que terá a função de abastecer as cidades próximas mais necessitadas.



Figura 1 – Subestação SE Caju, Rio Grande do Norte  
*Fonte: Autor*

Essa subestação faz parte de um complexo, chamado Parque Eólico Cajuína do Norte, que abrange:

- Geração de energia através Aerogeradores;
- Interligação e transmissão da energia gerada;
- Elevação ou diminuição das tensões através das subestações.

## 2.1 CASA DE COMANDO

O controle dos comandos, equipamentos, monitoramento é feito através da casa de comando Figura 2.



Figura 2 – Casa de comando

*Fonte: Autor*

As subestações hoje em dia tiveram um grande aumento em seus conjuntos de equipamentos, variando entre Transformadores de corrente, de tensão, Para-raios, isoladores, chaves-seccionadoras, etc. Com isso, surge a necessidade do monitoramento comum de todo o fluxo de energia que passa por esses equipamentos, desde a entrada da energia na subestação até a saída para as linhas de transmissão.

## 2.1 SISTEMAS NOBREAK

Com a intenção de manter esse monitoramento e estabilidade 24 h/dia das informações de controle, surge a necessidade da utilização de sistemas nobreaks para a proteção geral dos dados.

Nobreaks, ou também conhecidos como UPS, são sistemas/dispositivos de unidade física capaz de fornecer energia e realizar a alimentação de cargas interrompidas por quedas de energia ou descargas atmosféricas a fim de controlar a tensão em suas aplicações e proteger os equipamentos e sistemas. Nas figuras podemos ver possíveis variações de nobreaks para diversas aplicações e que entregam alimentação em CA (figura 3) e CC (figura 4), ambos são recomendados para aplicação empresarial.



Figura 3 – Nobreaks para Alimentação em CA

*Fonte: Gigantec*

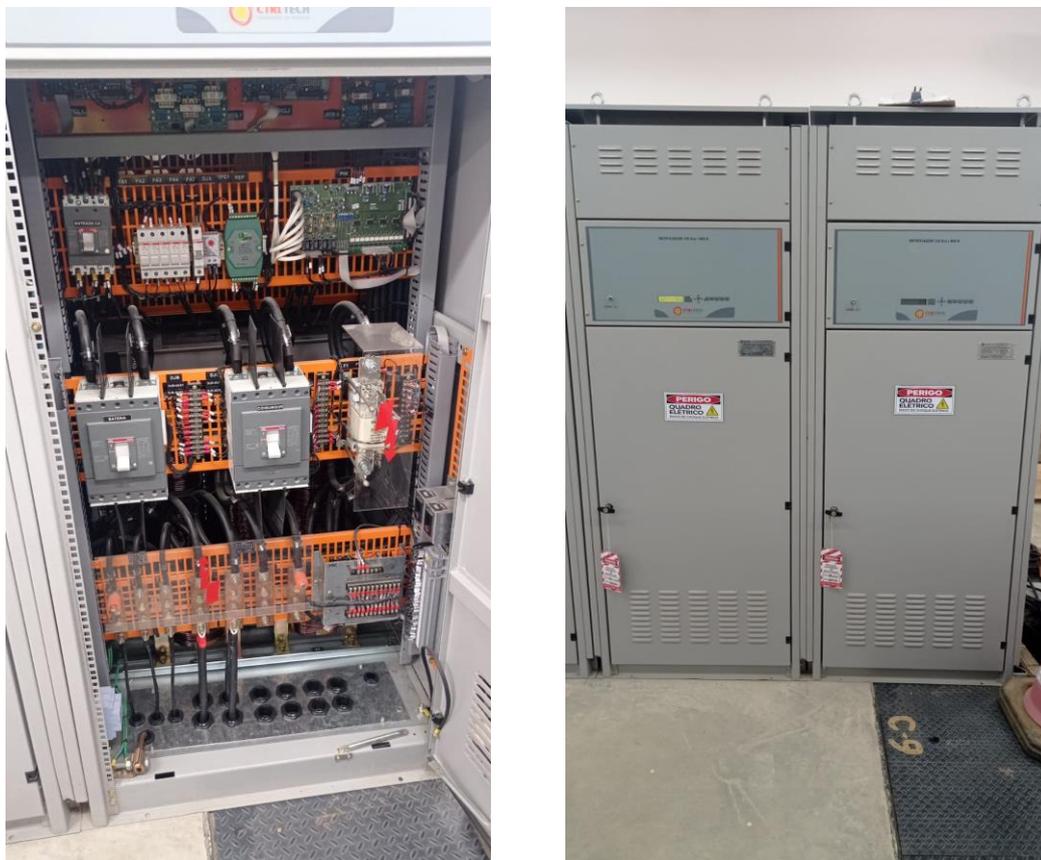


Figura 4 – Nobreaks para Alimentação em CC (retificadores)

*Fonte: Autor*

### 2.3 BANCO DE BATERIAS

Banco de baterias consiste em um conjunto de baterias que interligadas são capazes de armazenar uma quantidade alta de tensão que pode ser mantida de forma contínua enquanto ligadas a uma rede de energia.

Quando ocorre a falta de energia que alimenta esse banco de baterias, o mesmo dispõe de sua energia armazenada para dar continuidade a alimentação do circuito envolvendo o banco de baterias, podendo assim existir equipamentos ou dispositivos interligados ao mesmo que receberão essa carga armazenada por um determinado tempo. A figura 5 mostra um banco de bateria com aplicação industrial.



Figura 5 – Banco de baterias interligado

*Fonte: autor*

### 3 DESENVOLVIMENTO

Para entender o funcionamento do banco de baterias no circuito envolvendo os alimentadores, precisa-se entender o fluxo antes da utilização das baterias.

É importante frisar que não se utiliza, para o controle dos painéis da casa de comando, a energia de entrada da subestação, pelo motivo de valores altos de tensão de entrada. Logo utiliza uma rede de energia externa de uma concessionária padrão que chega na subestação em 13,8kV que passa por um TSA (Transformador de Serviço Auxiliar), alimenta os retificadores da casa de comando com tensão aproximada de 380V.

O retificador converte a tensão de entrada ( $V_{ca}$ ) de 380V para uma tensão de saída ( $V_{cc}$ ) de 125V, alimentando assim as cargas ligadas a cada retificador, como painéis de controle e medição. Quando ocorre uma interrupção da rede de energia, seja por fatores naturais ou blackouts, o GGE (Grupo Gerador de Energia) é acionado. O GGE (figura 6) é um gerador de energia movido a combustível e é acionado por um comutador que faz com que o retificador não seja mais alimentado pela concessionária e seja alimentado pelo o gerador.



Figura 6 – GGE (Grupo Gerador de Energia)

*Fonte: Autor*

Acabando o tempo de duração do GGE e ainda não retornada a rede trifásica, um comutador atua e os retificadores passa a ser alimentado através do banco de baterias.

Esse esquema geral está representado na figura 7 abaixo.

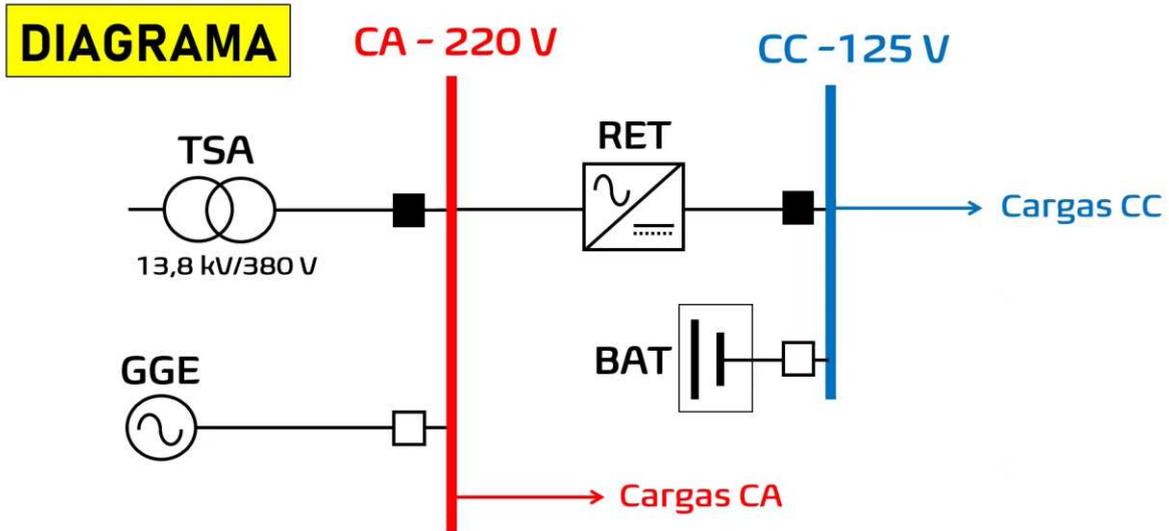


Figura 7 – Diagrama simplificado de alimentação dos retificadores

*Fonte: Canal elétrica sem limites*

### 3.1 RETIFICADORES

Serão utilizados no estudo 2 retificadores idênticos para alimentar grupos de cargas diferentes. Segue a tabela 1 com as especificações:

ESPECIFICAÇÕES DOS RETIFICADORES	
Modelo	CCKR 125-400LA01M
Marca	CTRLTECH – CONVERSÃO DE ENERGIA
Tensão de entrada	380Vca ± 15% 3Ø
Máxima corrente de entrada	115 A
Tensão de saída	125 Vcc
Corrente de saída	400 A
Tensão de flutuação	136 Vcc

Tabela 1 – Especificações dos retificadores

*Fonte: Projeto Interno Subestação AES-CAJI.00-CS-EQ-DW-220*



Esses retificadores são compostos por:

- Módulo retificador industrial estático
- Tiristores, modelo 125-400LA01M
- Disjuntor tripolar
- Transformador isolador de potência
- Ponte retificadora tiristorizada de onda completa de 6 pulsos
- Filtro LC e proteções
- Placa de controle
- Smart Control (processador de funcionamento do equipamento.)

### **3.1.1 Funcionamento**

Em princípio e basicamente, o retificador é composto por um disjuntor tripolar, um transformador de potência TR1 alimentando a ponte tiristorizada, neste caso 6 pulsos, um filtro de saída, um circuito microprocessado de controle e monitoramento e dispositivos de proteção e alarmes.

Quando o disjuntor DJE está fechado, a alimentação CA é aplicada ao transformador de potência TR1, que ajusta o nível de tensão para um nível compatível com a saída CC e permite o isolamento galvânico dos retificadores.

A ponte retificadora PR1 é controlada por um tiristor e alimentada pelo secundário do transformador TR1 para retificar a tensão CA. O circuito da ponte é de 12 tiristores (controle total) ou 12 pulsos. É construído para ser durável e tem ventilação forçada. O filtro CC de saída do retificador consiste nos indutores L1, L2 e no capacitor C1 para atender a "ondulação" de 0,1% RMS (vide Anexo 1).

### 3.1.2 Ponte Retificadora

Como exemplo na figura 8, vamos tomar uma ponte retificadora trifásica, conforme a figura ao lado. Os tiristores conduzem no seu ciclo positivo e sempre que pulsos de tensão são aplicados no GATE. Eles interrompem a condução durante a inversão de polaridade ou passagem por zero, durante o início do ciclo negativo.

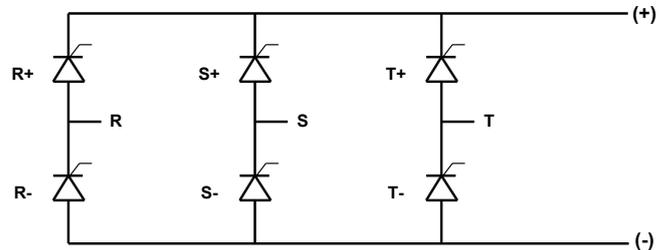
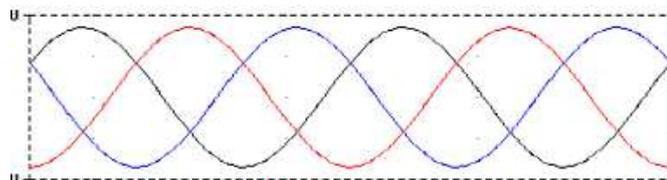


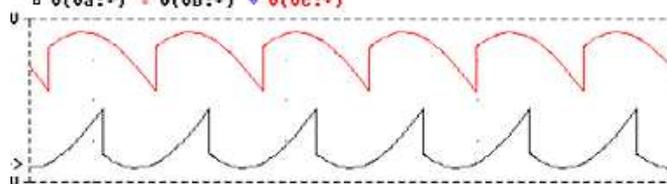
Figura 8 – Ponte retificadora  
*AES-CAJI.00-CS-EQ-DW-220*

Ao mudar o ângulo de disparo ( $\theta$ ) dos tiristores é alterada a tensão média de saída retificada. A tensão de saída do retificador será limitada em função da tensão da bateria (recarga e/ou flutuação) e pelas limitações de corrente geral e de bateria. Veja na figura a seguir, as sequências de disparo dos tiristores numa ponte retificadora trifásica. A figura 9 mostra os gráficos das tensões de fase, nos extremos da carga (saída), no SCR1 e na carga sem filtro LC.

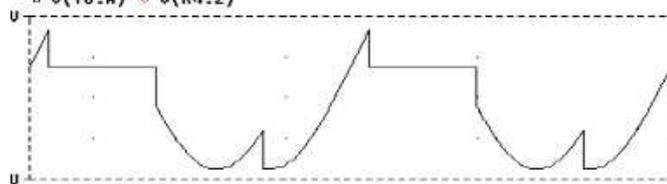
Tensões de Fase



Tensões nos extremos da carga



Tensões no SCR1



Tensão na Carga Antes do Filtro LC

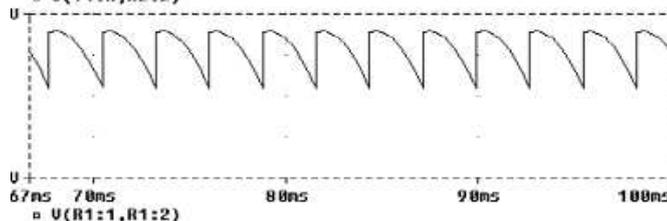


Figura 9 – Sequência de disparo dos tiristores

AES-CAJI.00-CS-EQ-DW-220

Nota: Com abertura parcial do ângulo de disparo.

Quando a ponte retificadora é monofásica, com dois tiristores e dois diodos, o disparo dos tiristores (dois pulsos) é defasado em 180°, todavia o princípio de funcionamento é idêntico.

### 3.1.3 Placa de transformadores

A seguir na figura 10 está o Esquema Elétrico da Placa de Transformadores PTR.

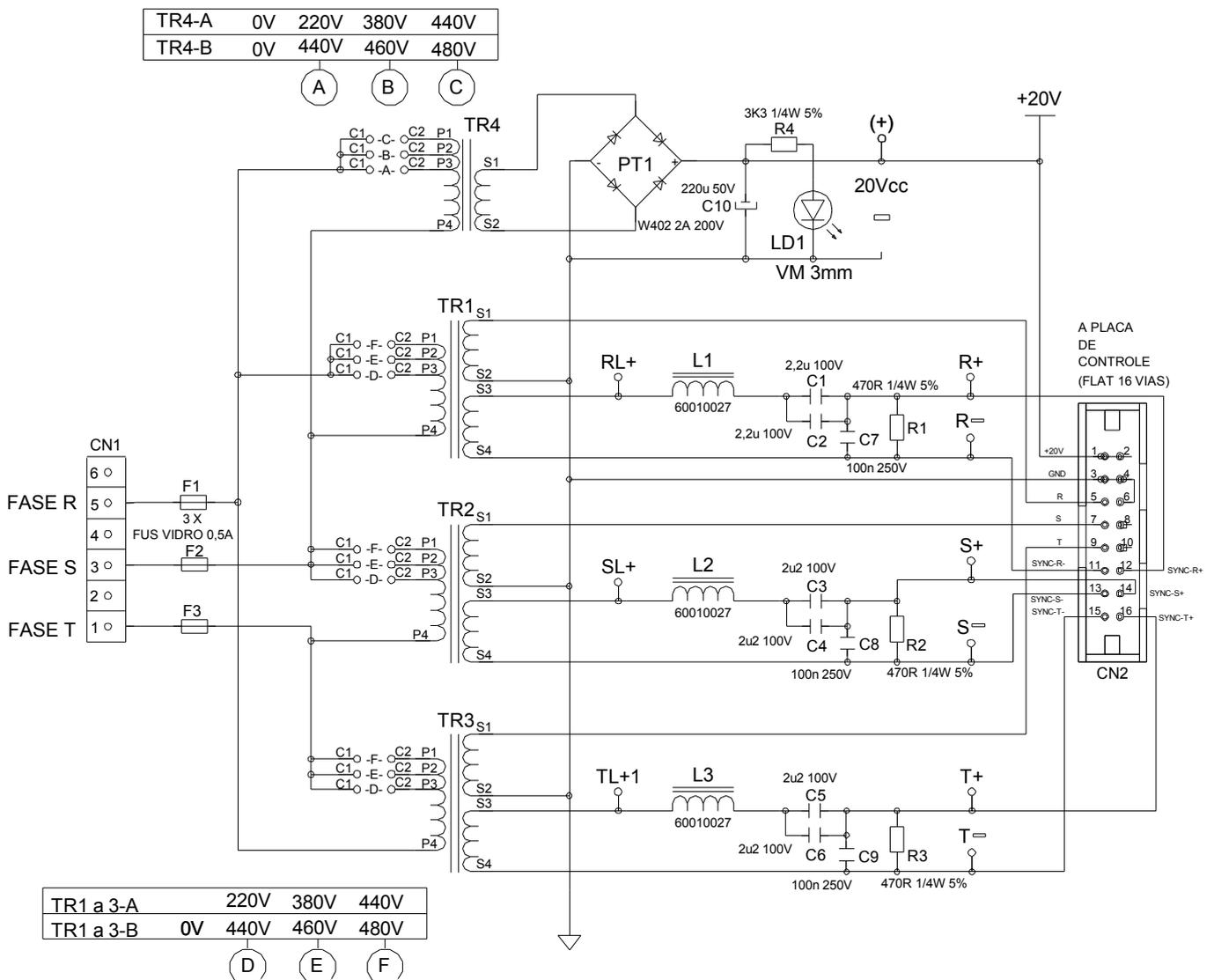


Figura 10 – Esquema elétrico da placa dos transformadores

AES-CAJI.00-CS-EQ-DW-220



A placa utilizada para todos os retificadores é a mesma. Para uso trifásico todos os magnéticos são montados e para uso monofásico são montados somente TR4, TR1 e L1. Os demais componentes acompanham qualquer modelo de placa.

A alimentação da rede CA é feita pelo conector CN1, fases R, S e T ou utilizando apenas R e S para modelos monofásicos ou bifásicos. Para seleção do nível adequado de tensão CA, veja o item acima.

Instalando os “jumpers” em D, E ou F, a tensão CA da rede é aplicada aos transformadores instalados nesta placa. Os transformadores TR1 à TR3 são usados para sincronismo (secundário S3-S4) e detecção do nível de tensão CA da rede (secundário S1-S2). Existem, ligados à saída S3-S4, um indutor e capacitores especificamente para filtrar ruídos que possam aparecer, prejudiciais à parte de controle.

Pelo conector CN2, "flat-cable", é realizada a conexão elétrica com a placa de controle PCL. O grupo formado pelo transformador TR4, a ponte PT1 e o capacitor C10, compõem a fonte de tensão CC de 20V. O LED LD1 e seu respectivo resistor R4 só servem para sinalização da presença dessa tensão.

No caso dos retificadores de 12 pulsos, são utilizadas 2 placas de transformadores (PTR), onde uma delas tem os transformadores montados em Delta e a outra com os trafos montados em Estrela, compondo assim a defasagem necessária para a obtenção de 12 pulsos.

### **3.1.4 Fonte de alimentação**

A partir dos +20Vcc recebidos da Placa de Transformadores PTR, o Circuito Integrado CI9 e componentes associados criam uma fonte de 12Vcc para alimentação dos circuitos das placas e outra de 7,5Vcc para as referências fixas de controle.

Também dentro da fonte encontra-se o circuito de partida gradativa, formado pelos componentes T18, C29, D35 e R59. O tempo da partida gradativa depende dos valores de C29 e R59. Ao aplicar +12Vcc no ponto entre eles, o retificador para de funcionar. Desta forma, a "gradativa" também é usada como parada de emergência, pela falta de pulsos, pela condução do transistor T18.



### 3.1.5 Corrente de Comutação

O potenciômetro P4 serve para ajustar a corrente de comutação, que se entende pelo valor de corrente onde se produzirá a mudança de flutuação para recarga e vice-versa. O valor ajustado de fábrica corresponde aproximadamente a 30mA/Ah da capacidade da bateria.

### 3.1.6 Linha de Controle

A linha de "controle", onde foram interligados todos os circuitos de regulação, representados pelos diodos D29 (tensão de bateria), D30 (gradativa), D26 (circuito de sobrecarga) e D23 (limitação de corrente geral e de bateria), é o ponto pelo qual é regulada a tensão de saída do retificador. Quaisquer dos circuitos acima que tiver uma tensão mais alta é predominante e limita a saída do retificador.

### 3.1.7 Tensão de Recarga

O trimpot P5 serve para ajustar a o nível de tensão de recarga das baterias. Este trimpot, alimentado pela tensão de referência de 7,5V, através de CI11, R68, R69, CI2:C e D29, atua no nível da tensão da linha de controle.

Quando, por necessidade da bateria o retificador passar para recarga, o sinal do shunt de bateria conectado em 3 e 4 de CN6, faz com que a saída do operacional CI10:C aumente, aumentando também a saída de CI10:A. Isto faz com que a saída de CI4:e vá para o nível lógico "zero", atuando no integrado CI11, que faz com que a tensão ajustada em P5 seja aplicada a CI2:C, que por sua vez, reduz o nível de tensão em sua saída, aumentando a tensão de saída do retificador para o nível de recarga pré-ajustado.

Quando o retificador é solicitado para operar em tensão de recarga, pela atuação da chave manual de "modo de carga" em seu painel frontal, um sinal de +12V é aplicado, via R85 à entrada não inversora de CI10A, e partir daí, segue o mesmo caminho descrito acima.

### 3.1.8 Tensão de Flutuação

O trimpot P7 serve para ajustar a o nível de tensão de flutuação das baterias. Este trimpot, alimentado pela tensão de referência de 7,5V, através de CI11, R68, R69, CI2:C e D29, atua no nível da tensão da **linha de controle**.



Quando, por necessidade da bateria o retificador passar para flutuação, o sinal do shunt de bateria conectado em 3 e 4 de CN6, faz com que a saída do operacional CI10:C diminua, diminuindo também a saída de CI10:A. Isto faz com que a saída de CI4:e vá para o nível lógico “hum”, atuando no integrado CI11, que faz com que a tensão ajustada em P7 seja aplicada a CI2:C, que por sua vez, aumenta o nível de tensão em sua saída, diminuindo a tensão de saída do retificador para o nível de flutuação pré-ajustado.

### **3.1.9 Corrente de Saída**

O trimpot P8 serve para ajustar a o valor da corrente de saída do retificador. Este trimpot, alimentado pela tensão de referência de 7,5V, através de CI11, R66, R67, atua na entrada inversora de CI2:D. Este integrado recebe em suas entradas (inversora e não inversora) o sinal de tensão proveniente do shunt geral do retificador.

Assim, P8 ajusta o nível de tensão de referência na entrada inversora de CI2:D (amplificador de erro) para a corrente nominal do retificador. Caso seja solicitada pela carga uma corrente superior a nominal (sobrecarga na saída do retificador), a saída de CI2:D aumenta, e via D26, aumenta o nível da tensão da linha de controle, reduzindo a tensão de saída do retificador, e mantendo a corrente de saída constante (operação em modo de corrente).

### **3.1.10 Corrente de Bateria**

Este ajuste é semelhante ao descrito acima. O trimpot P6 serve para ajustar a o valor da limitação da corrente de bateria do retificador. Este trimpot, alimentado pela tensão de referência de 7,5V, através de CI11, R70, R71, atua na entrada inversora de CI10:D. Este integrado recebe em suas entradas (inversora e não inversora) o sinal de tensão proveniente do shunt de bateria do retificador.

Assim, P6 ajusta o nível de tensão de referência na entrada inversora de CI10:D para o valor máximo da corrente que pode ser fornecida à bateria. Caso seja solicitada uma corrente superior à ajustada, a saída de CI10:D aumenta, e via D23, aumenta o nível da tensão da linha de controle, reduzindo a tensão de saída do retificador, e mantendo a corrente de bateria constante.

### 3.1.11 Dimensionamento dos retificadores de baterias

Para o dimensionamento dos retificadores temos que levar em consideração algumas premissas, de acordo com o anexo 2:

- 1- Em situação normal, o retificador/carregador deve manter as cargas permanentes (paralelo com a carga) mais uma parcela de corrente de flutuação necessária para manter a bateria carregada.
- 2- Em caso de pane em um retificador/carregador, o segundo carregador/retificador deverá manter todas as cargas permanentes da subestação.

$k_n$  = fator que depende do tipo de bateria, para o caso de chumbo ácida foi utilizada curva do fabricante Saturnia.

$C_n$  = é a capacidade nominal do banco de bateria para regime de descarga (10h).

$t$  = igual ao tempo de carga ou recarga da bateria padronizado em 10h.

#### Corrente do retificador/carregador (tabela 2)

$$I_{\text{carregador}} = I_{\text{permanente}} + I_{\text{carga da bateria (flutuação)}}$$

<b><math>I_p</math> no carregador = Potência permanente/125</b>	162,45
<b>Reserva</b>	10%
<b><math>I_{\text{carga bateria}} =</math></b>	165,00
<b><math>I_{\text{carregador}} =</math></b>	343,69
<b>Corrente Comercial do Retificador = <math>I_{\text{comercial-RET}}</math> (A) =</b>	<b>400 A</b>

Tabela 2 – Dimensionamento da corrente do retificador

#### Disjuntor de entrada CA (tabela 3)

<b>rendimento = <math>\eta</math> =</b>	0,90
<b>fator de potência = <math>\cos\phi</math> =</b>	0,92
<b>Potência CC = <math>I_{\text{comercial-RET}}</math> (A) x 125 = <math>P_{cc}</math> (kW) =</b>	50,00
<b>Potência CA = <math>P_{cc}</math> (kW) / <math>\eta</math> / <math>\cos\phi</math> = <math>P_{ca}</math> (kVA) =</b>	60,39
<b><math>P_{ca}</math> adotado (kVA) =</b>	<b>61,0 kVA</b>
<b>Sugestão de disjuntor de ENTRADA CA para coordenar com o quadro de distribuição CA</b>	<b>100 A</b>

Tabela 3 – Dimensionamento do disjuntor de entrada

### Disjuntor de saída para consumidor (tabela 4)

$I_t = 22,59$

Corrente de saída para bateria = $I_{comercial-RET} - I_p = I_{BAT} =$	207 A
Corrente de saída para consumidor = $I_p + I_t = I_{CON} =$	216 A
<b>Sugestão de disjuntor/fusível de SAÍDA PARA BATERIA</b>	<b>300 A</b>
<b>Sugestão de disjuntor/fusível de SAÍDA PARA CONSUMIDOR para coordenar com o quadro de distribuição CC</b>	<b>300 A</b>

Tabela 4 – Dimensionamento do disjuntor de saída para o consumidor

### 3.2 BANCO DE BATERIAS

As baterias utilizadas para o estudo foram baterias com tensão nominal de 2V do tipo 31HR-1500 de chumbo ácido, com uma capacidade nominal de 1500Ah. Essas baterias possuem uma tecnologia VRLA-AGM que cujo separador AGM absorve o eletrólito, permitindo que a bateria possa ser posicionada deitada. A válvula VRLA faz o controle da pressão interna dos gases (figura 4), garantindo que não haja a emissão de gases tóxicos e que possa ser instalada próxima a circuitos elétricos. Além disso essa tecnologia garante vida útil da bateria quando aplicada em ambientes com temperatura controlada. Ideal para aplicações indoors.

### 3.2.1 Especificações

Segue abaixo na tabela 5 as especificações da bateria utilizada:



**NEWPOWER**  
**SISTEMAS DE ENERGIA S.A.**  
 BATERIAS FULGURIS

**Contrato:**

<b>OP:</b>	<b>XXXX / 22</b>	<b>Série:</b>	
<b>Tipo de elemento:</b>	<b>31HR-1500</b>	<b>Número de elementos:</b>	<b>60</b>
<b>Capacidade Nom. em 10 h:</b>	<b>1500 Ah</b>	<b>Mes/Ano de Fabricação:</b>	
<b>Tensão Nom. Bateria:</b>	<b>120 Vcc</b>	<b>Tensão Nom. Sistema:</b>	<b>125 Vcc</b>
<b>Tensão de Flutuação:</b>	<b>136,2 Vcc</b>	<b>Tensão Final de Descarga:</b>	<b>105 Vcc</b>
<b>Tensão de Carga:</b>	<b>136,2 Vcc</b>	<b>Corrente de Carga:</b>	<b>150 A</b>

Tabela 5 – Especificações técnicas da bateria

### 3.2.2 Princípio

Temos como base do funcionamento das baterias suas reações químicas que ocorrem no processo de carga e descarga. O fato de ser selada, faz com que os subprodutos gerados da reação não vazem para fora da bateria eliminando riscos de contaminação.

Isso ocorre também devido a utilização do AGM que é um sistema de proteção com uma manta de microfibras. Essa proteção tem a função de manter isolada a solução ácida que consta dentro das baterias, fazendo com que essa bateria possa ser instalada em diversas posições, como no caso foi posicionada deitada.

### 3.2.3 Carga

Utiliza-se para a carga desta bateria uma variação na aplicação de corrente, pois não devem ser carregadas tão rapidamente. Com isso, é aplicada uma corrente constante por um período de aproximadamente 5 horas (Figura 6) que atingirá em torno de 70% da carga total.

Após esse período, visando manter a saúde e o bem estar da bateria, aplica-se uma corrente lenta de pico que terminará os 30% restantes da carga da bateria em um mesmo período de 5 horas. É de extrema importância definir limites de tensão para poder se trabalhar com a corrente aplicada sobre a bateria, pois nesse intervalo de aplicação da corrente de pico a tensão não pode variar mais do que 2,45V. Portanto, visa-se trabalhar com uma margem de tensão segura para a bateria, que é entre 2,10V e 2,30V.

Por fim é verificado uma carga de flutuação, essa carga flutuante compensa a autodescarga após a bateria estar totalmente carregada. A tensão de carga flutuante recomendada para a maioria das baterias de chumbo-ácido está entre 2,25 a 2,30 V por célula. Os carregadores expostos a grandes flutuações de temperatura são equipados com sensores de temperatura para otimizar a tensão de flutuação, podemos observar na figura 11.

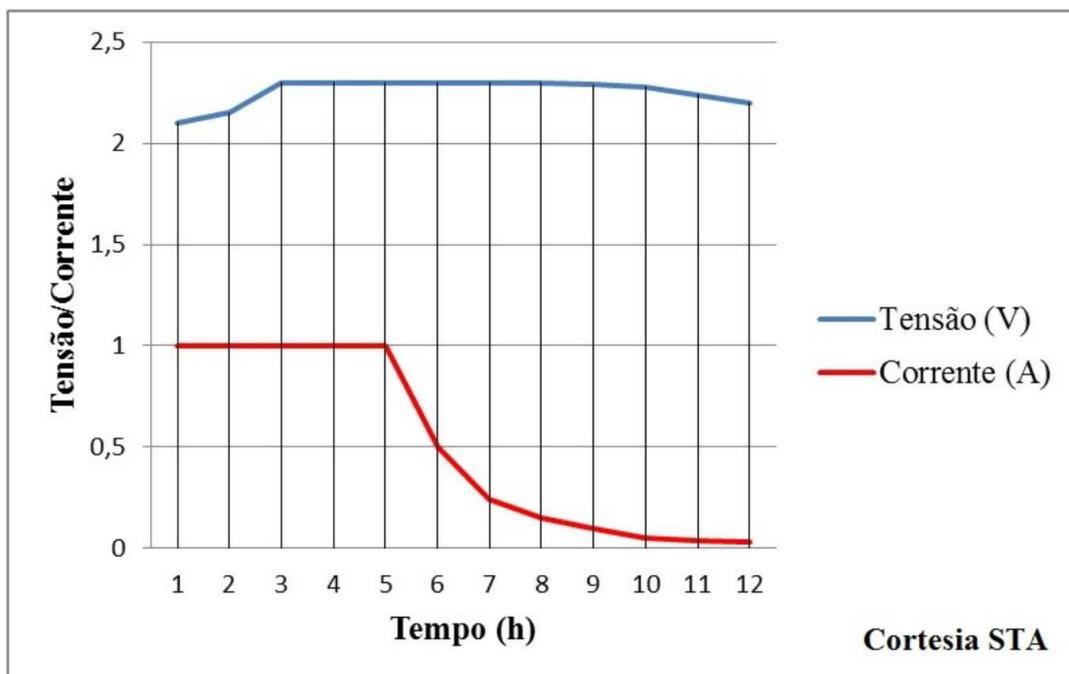


Figura 11 – Curva de carga da bateria

Fonte: STA eletrônica



A onda de tensão de carga também causa problemas nas baterias de chumbo ácido. A tensão pico da ondulação constitui uma sobrecarga, causando geração de hidrogênio. As empresas desenvolveram dispositivos de equilíbrio celular que corrigem alguns desses problemas. Esses dispositivos só podem ser aplicados se for possível o acesso a células individuais. Um pico de carga deve ser aplicado a cada 6 meses para impedir que a tensão caia abaixo de 2,10V por célula.

Se a tensão estiver neste limite, a bateria está em boas condições e precisa apenas de um ciclo de carga completo antes de ser usada. Se a tensão cair abaixo de 2,10 V, vários ciclos de carga e descarga podem ser necessários para levar a bateria à capacidade total. A baixa tensão sugere que a bateria pode ter um defeito que não pode ser corrigido por ciclos.

A carga de equalização aumenta a tensão da bateria por várias horas para um nível de tensão acima do especificado pelo fabricante. A perda de eletrólitos por temperatura elevada pode ocorrer se a carga de equalização não for administrada corretamente. Desconectar a carga flutuante enquanto a bateria de chumbo-ácido regulada por válvula está em espera é outro método de prolongar a vida útil da bateria. Alguns especialistas preferem o pico de carga, enquanto outros recomendam descargas programadas.

### **3.2.4 Descarga**

Uma bateria que não funciona bem a uma taxa de descarga de 1C é uma bateria de chumbo-ácido selada. Para obter uma leitura prática da capacidade, os fabricantes geralmente classificam essas baterias em 0,05C ou descarga de 20 horas como mostra a figura 12. Mesmo com essa taxa de descarga lenta, muitas vezes é difícil atingir 100% da capacidade.

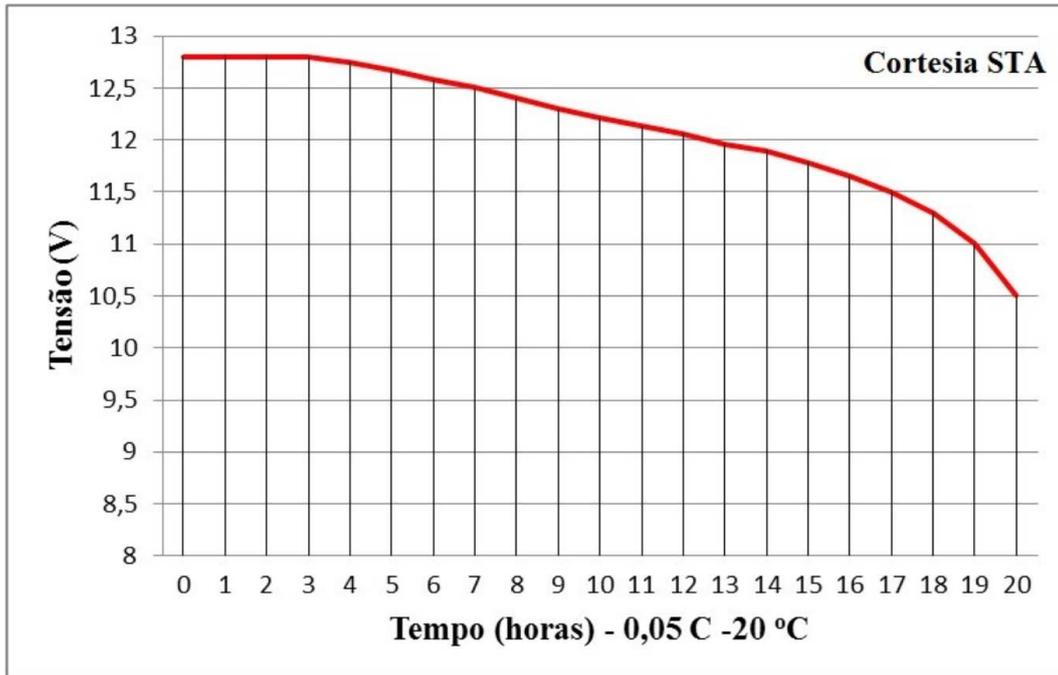


Figura 12 – Curva de descarga da bateria

Fonte: STA eletrônica

A maioria das baterias recarregáveis prefere uma descarga parcial em vez de uma descarga total. Descargas completas repetidas roubam a capacidade das baterias. As baterias de chumbo-ácido funcionam melhor em descargas lentas de 20 horas. Em baixas temperaturas, o desempenho de todas as químicas da bateria cai drasticamente. As células em uma bateria de chumbo-ácido selada “sulfato”, uma condição que torna a bateria inútil.

### 3.2.5 Dimensionamento de carga do banco de baterias

Para o banco de bateria em questão que foi definido pela base de cálculo na figura 6, segue o seu dimensionamento através da necessidade dos equipamentos. Vide anexo 2, segue o dimensionamento do banco:

<b>Vflutuação (Vcc)</b>	2,2
<b>Vfinal de descarga do elemento (Vcc)</b>	1,75
<b>Vmédio (Vcc)</b>	1,975
<b>Número elementos</b>	60
<b>Vfinal do banco de baterias (Vcc)</b>	105,00

Tabela 6 – Base para cálculo das baterias



**PASSO 1 - Definição das Cargas/Correntes Permanentes, Momentâneas e de Tempo Limitado  
(Tabela 7, 8 e 9)**

<b>1.1 - Cálculo de Ip : Cargas/Correntes Permanentes – Tabela 7 (cargas de todos os equipamentos em situação normal de operação)</b>				
<b>Equipamento</b>	<b>Qtd</b>	<b>Carga (W)</b>	<b>SubTotal (W)</b>	<b>Total (W)</b>
1 - ALIMENTAÇÃO CONTROLE E PROTEÇÃO PAINÉIS / QUADROS / MESA ETC				19650 W
1.1 - PNL QPC-S AUX	1	150 W	150 W	
1.2 - PNL QPC1-N2	1	800 W	800 W	
1.3 - PNL QPC2-N2	1	800 W	800 W	
1.4 - PNL QPC3-N2	1	800 W	800 W	
1.5 - PNL QPC1-AX	1	150 W	150 W	
1.6 - PNL QPC2-AX	1	150 W	150 W	
1.7 - PNL QPC-AY	1	150 W	150 W	
1.8 - PNL QPC1-AZ	1	150 W	150 W	
1.9 - PNL QPC2-AZ	1	150 W	150 W	
1.10 - PNL QPC1-BX	1	150 W	150 W	
1.11 - PNL QPC2-BX	1	150 W	150 W	
1.12 - PNL QPC-BY	1	150 W	150 W	
1.13 - PNL QPC1-BZ	1	150 W	150 W	
1.14 - PNL QPC2-BZ	1	150 W	150 W	
1.15 - PNL QPC1-CX	1	150 W	150 W	
1.16 - PNL QPC2-CX	1	150 W	150 W	
1.17 - PNL QPC-CY	1	150 W	150 W	
1.18 - PNL QPC1-CZ	1	150 W	150 W	
1.19 - PNL QPC2-CZ	1	150 W	150 W	
1.20 - PNL QPC1-B	1	150 W	150 W	
1.21 - PNL QPC2-B	1	150 W	150 W	
1.22 - PNL QPC-E1.1	1	300 W	300 W	
1.23 - PNL QPC1-B1.1	1	300 W	300 W	
1.24 - PNL QPC2-B1.1	1	300 W	300 W	
1.25 - PNL QPC-IB	1	300 W	300 W	
1.26 - PNL QPC-E1.2	1	300 W	300 W	
1.27 - PNL QPC1-B1.2	1	300 W	300 W	
1.28 - PNL QPC2-B1.2	1	300 W	300 W	
1.29 - PNL QPC-E2.1	1	300 W	300 W	
1.30 - PNL QPC1-B2.1	1	300 W	300 W	
1.31 - PNL QPC2-B2.1	1	300 W	300 W	
1.32 - PNL QPC-E2.2	1	300 W	300 W	
1.33 - PNL QPC1-B2.2	1	300 W	300 W	
1.34 - PNL QPC2-B2.2	1	300 W	300 W	
1.35 - PNL QPC-E3.1	1	300 W	300 W	
1.36 - PNL QPC1-B3.1	1	300 W	300 W	



UNITAU

1.37 - PNL QPC2-B3.1	1	300 W	300 W	
1.38 - PNL QPC3-B3.1	1	300 W	300 W	
1.39 - PNL QPC-E3.2	1	300 W	300 W	
1.40 - PNL QPC1-B3.2	1	300 W	300 W	
1.41 - PNL QPC2-B3.2	1	300 W	300 W	
1.42 - PNL QPC3-B3.2	1	300 W	300 W	
1.43 - PNL QMF1	1	150 W	150 W	
1.44 - PNL QMF2	1	150 W	150 W	
1.45 - PNL QMF3	1	150 W	150 W	
1.46 - PNL QMF4	1	150 W	150 W	
1.47 - PNL QMF5	1	150 W	150 W	
1.48 - PNL QMF6	1	150 W	150 W	
1.49 - PNL QMF7	1	150 W	150 W	
1.50 - PNL QMF8	1	150 W	150 W	
1.51 - PNL QMF9	1	150 W	150 W	
1.52 - PNL QMF10	1	150 W	150 W	
1.53 - PNL QMF11	1	150 W	150 W	
1.54 - PNL QMF12	1	150 W	150 W	
1.55 - PNL QMF13	1	150 W	150 W	
1.56 - PNL QMF14	1	150 W	150 W	
1.57 - PNL MESA DE OPERAÇÃO	1	150 W	150 W	
1.58 - QUADROS DE SA (CASA DE COMANDO)	9	50 W	450 W	
1.59 - CUBÍCULOS TRAFOS	2	150 W	300 W	
1.60 - GERADOR DIESEL	1	50 W	50 W	
1.61 - PNL REDE CORPORATIVA - RACK TI	1	3000 W	3000 W	
1.62 - PNL REDE CORPORATIVA - RACK TI (PRÉDIO DE O&M)	1	1000 W	1000 W	
1.63 - PNL CFTV	1	1200 W	1200 W	
2 - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA				656 W
2.1 - CASA DE CONTROLE	26	16 W	416 W	
2.2 - PRÉDIO DE O&M	20	12 W	240 W	
2.2 - PÁTIO 500kV	0	56 W	0 W	
2.3 - PÁTIO 34,5kV	0	56 W	0 W	
<b>Total (W)</b>				<b>20306 W</b>
<b>Corrente permanente Ip(A)</b>				<b>193,39 A</b>

Tabela 7 – Cálculo de Ip: Cargas/Correntes Permanentes

<b>1.2 - Cálculo Im : Cargas/Correntes Momentâneas – Tabela 8</b> (cargas que correspondem a fase inicial (1) com pico refletido nos disparos simultâneos de todos os disjuntores do barramento que configurar na maior carga para a bateria)			
<b>Disjuntores (considerar a potência dos dois circuitos de abertura (6 bobinas) ou apenas um circuito (3 bobinas) quando for o caso)</b>	<b>Qtd</b>	<b>Carga (W)</b>	<b>Total (W)</b>
Disparos 1 e 2 disjuntores monopolaes 500 kV (630W por bobina)	2	3780 W	7560 W
Disparos 1 e 2 disjuntores monopolaes 345 kV			0 W
Disparos 1 e 2 disjuntores tripolares 138 kV			0 W
Disparos 1 e 2 disjuntores tripolares 34,5 kV (125W por bobina)	10	250 W	2500 W
Disparo disjuntores 13,8 kV			0 W
Painel RDP			0 W
<b>Total (W)</b>			<b>10060 W</b>
<b>Corrente momentânea Im(A)</b>			<b>95,81 A</b>

Tabela 8 – Cálculo de Im : Cargas/Correntes Momentâneas

<b>1.3 - Cálculo It : Cargas/Correntes de Tempo Limitado – Tabela 9</b> (cargas que correspondem a fase de tentativa de recomposição do sistema (3) com a tentativa de fechamento dos disjuntores críticos)			
<b>Disjuntores</b>	<b>Qtd</b>	<b>Carga (W)</b>	<b>Total (W)</b>
Fechamento disjuntores 500 kV (312W por bobina)	2	936 W	1872 W
Fechamento disjuntores monopolaes 345 kV			0 W
Fechamento disjuntores 138 kV			0 W
Fechamento disjuntores 34,5 kV (250W)	2	250 W	500 W

por bobina)			
Fechamento disjuntores 13,8 kV			0 W
	<b>Total (W)</b>		<b>2372 W</b>
	<b>Corrente de tempo limitado It(A)</b>		<b>22,59 A</b>

Tabela 9 – Cálculo de It: Cargas/Correntes de tempo limitado

**PASSO 2 - Perfil de descarga das baterias em atendimento (Tabela 10)**

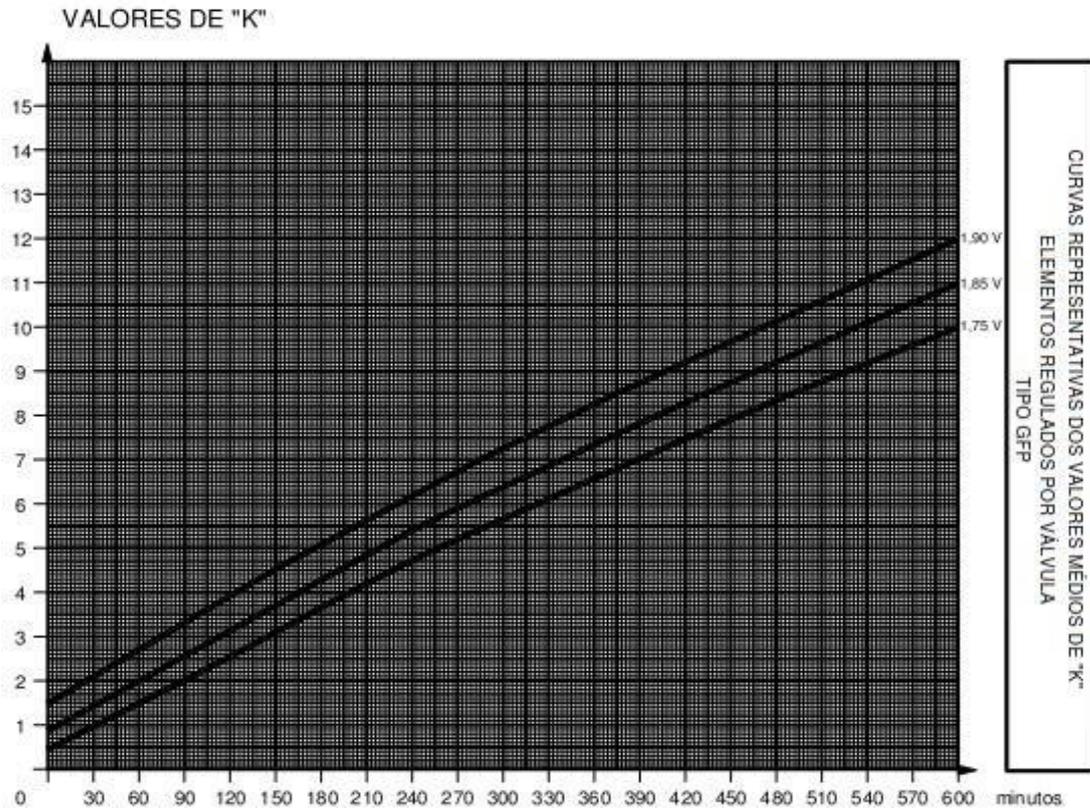
Em caso de falta de alimentação de corrente alternada (CA), os bancos de baterias devem ter autonomia para realizar as manobras de recomposição da subestação. Cada conjunto bateria-retificador deve atender a toda a carga prevista para regime contínuo pelo período mínimo de 5 (cinco) horas.

Período (Pn)	Corrente (A)	Intervalo (minuto)		Total por Período (Minutos)
1 (Ip + Im)	289,20	0	1	1
2 (Ip)	193,39	1	290	289
3 (Ip + It)	215,98	290	300	10
		<b>TOTAL</b>		<b>5 horas</b>

Tabela 10 – Cálculo da autonomia de carga para um conjunto de baterias

**PASSO 3 - Formação da Matriz Kt (Vfinal de descarga = 1,75 Vcc)**

OBS: Para determinação dos valores de “k” (tabela 11), os cálculos serão efetuados tomando como referência a curva de descarga das baterias VRLA do fabricante Saturnia (figura 13), com isso determina-se a matriz dos valores de k (tabela 12).



7.2. Curvas Representativas dos valores médios de "K".

Figura 13 – Descarga da bateria para valores médios de k

Dados da Curva de Descarga da Bateria que será utilizada.	
k1	0,77
k10	1,1
k11	1,11
k20	1,2
k21	1,25
k22	1,28
k268	5,1
k269	5,1
k278	5,2
k279	5,21
k289	5,4
k290	5,4
k299	5,48
k300	5,5

Tabela 11 – Curva de descarga da bateria

Matriz kt			
	P1	P2	P3
S1	0,77	0	0
S2	5,40	5,40	0
S3	5,50	5,48	1,11

Tabela 12 - Matriz kt

**PASSO 4 - Cd = Matriz Kt x Vetor ΔI (tabela 13, 14 e 15)**

Neste passo iremos calcular a capacidade dimensionada de cada seção:

Tendo que:

<b>Vetor de IPn</b>	
IP1	289,20
IP2	193,39
IP3	215,98

Tabela 13 – Vetor de IPn

<b>Vetor ΔI</b>	
IP1 - 0	289,2
IP2 - IP1	-95,8
IP3 - IP2	22,6

Tabela 14 – Vetor de ΔI

Temos temos para matriz Kt x Vetor ΔI:

<b>Matriz kt</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>S1</b>	0,77	0	0
<b>S2</b>	5,40	5,40	0
<b>S3</b>	5,50	5,48	1,11

x

<b>Vetor ΔI</b>	
IP1 - 0	289,2
IP2 - IP1	-95,8
IP3 - IP2	22,6

Resultado da capacidade máxima das seções:

<b>Seção (n)</b>	<b>Cd (Ah)</b>
S1 (P1)	222,7
S2 (P1+P2)	1044,3
S3 (P1+P2+P3)	1090,6
<b>Cd máx (Ah)</b>	<b>1090,6</b>

Tabela 15 – Cálculo capacidade máxima (Ah)

## RESUMO FINAL

Levando em consideração as normas da ABNT-NBR 15254, temos que considerar uma taxa de 25% em consideração ao envelhecimento da bateria, mais 10% de taxa reserva, assim mostrando a tabela 16 a seguir:

<b>Caleatória ABNT</b>	<b>Não considerada devido ao perfil de carga</b>
<b>Cdimensionada (Cd máx + Caleatória)</b>	<b>1090,6</b>
<b>Reserva</b>	<b>10%</b>
<b>conforme item 6.6.2 da ABNT-NBR 15254 fator devido ao envelhecimento</b>	<b>25%</b>
<b>Cdimensionada final = (Cd max + Caleatória) x envelhecimento x reserva</b>	<b>1499,6</b>
<b>Capacidade comercial da bateria (Ah / 10h) =</b>	<b>1500,0 Ah / 10h</b>

Tabela 16 – Cálculo capacidade comercial da bateria (Ah)

### 3.2.5 Dimensionamento do número de elementos para o banco de baterias

Para dimensionarmos a quantidade de elementos que será utilizada no banco de baterias, fazemos os seguintes cálculos segundo o anexo 2:

#### a) Equações

$n$  = número de elementos de cada banco

$V_{\min}$  do banco =  $0,8 \times V_{\text{nom}}$  (eq 1)

$V_{\max}$  do banco =  $1,1 \times V_{\text{nom}}$  (eq 2)

$V_{\text{final}}$  de descarga do banco =  $1,75 \times n$  (eq 3)

$V_{\text{flutuação}}$  =  $2,2 \times n$  (eq 4)



### **b) Cálculo do número de células**

usando as eq (1) e (3) :  $0,8 \times V_{nom} = 1,75 \times n1$

$$n1 = 0,46 \times V_{nom}$$

usando as eq (2) e (4) :  $1,1 \times V_{nom} = 2,2 \times n2$

$$n2 = 0,5 \times V_{nom}$$

**\* Para valores de tensões 125V e 110V temos:**

**125V:**

$$n1 = 57,5 \text{ elementos}$$

$$n2 = 62,5 \text{ elementos}$$

**110V:**

$$n1 = 50,6 \text{ elementos}$$

$$n2 = 55 \text{ elementos}$$

### **c) Conclusão**

Para efeitos de padronização, será utilizado para cada banco de baterias um total de elementos de 60 baterias em 125V e 55 baterias em 110V.



## 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que para cada conjunto de 60 baterias alimentando dois retificadores é capaz de fornecer autonomia para uma carga de aproximadamente 30kW por período de 10 horas, tornando possível uma manutenção mais eficaz nas redes externas e reabastecimento de geradores.

Conclui-se também que o banco de baterias dimensionado da forma correta pode entregar uma autonomia duradoura e confiável ao sistema de alimentação dos equipamentos. A dependência somente da estabilidade das redes de concessionária não está mais em questão na maioria dos empreendimentos, fazendo com que os mesmos optem por alternativas para o funcionamento contínuo de seus equipamentos/sistemas, com isso viu-se que a utilização do banco de baterias é uma ótima opção para a proteção e melhoria no funcionamento desses sistemas.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

POHREM, Cássia Roberta Arnold. **Entenda por que a autonomia do nobreak está diretamente relacionada com o banco de baterias.** Abril. 29, 2021

EXTRA, energia. **Importância das baterias em Nobreak.** Disponível em <<http://www.energiaextra.com.br/orientacoes-de-produtos/87/importancia-de-um-banco-de-baterias-em-um-no-break>>

SECPOWER, energia confiável. **Banco de baterias: entenda o funcionamento e instalação.** Disponível em <<https://secpower.com.br/banco-de-baterias-entenda-o-funcionamento-e-instalacao>>

LOJAMUNDI, tecnologia sem limites. **O que é Nobreak?** Disponível em <[https://www.lojamundi.com.br/o-que-e-nobreak?gclid=Cj0KCQjwy5maBhDdARIsAMxrkw3RQKmf0bK3rwVNPG\\_7vGplLUSUiPRPX\\_Zw5WLcCWNZPetr4q2MAUwaAmKWEALw\\_wcB](https://www.lojamundi.com.br/o-que-e-nobreak?gclid=Cj0KCQjwy5maBhDdARIsAMxrkw3RQKmf0bK3rwVNPG_7vGplLUSUiPRPX_Zw5WLcCWNZPetr4q2MAUwaAmKWEALw_wcB)>

MOURA, baterias. **Tecnologia VRLA/AGM.** Disponível em <<https://www.moura.com.br/produtos/estacionarias/moura-vrla/>>

STA, Sistemas e tecnologia. **Carregamento das Baterias Chumbo-Ácido.** Disponível em <<https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-recarregaveis/baterias-de-chumbo/como-carregar-uma-bateria-selada-de-chumbo-acido>>

STA, Sistemas e tecnologia. **Descargas das Baterias Chumbo-Ácido.** Disponível em <<https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-recarregaveis/baterias-de-chumbo/como-descarregar-uma-bateria-selada-de-chumbo-acido>>



**UNITAU**

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## **6 ANEXOS**

**ANEXO 1 - AES-CAJ1.00-CS-EQ-DW-220\_000 - SISTEMA RETIFICADOR 125Vcc  
CADERNO ELETROMECAÂNICO**

**ANEXO 2 - AES-CAJ1.00-CS-EL-CR-011\_000 - ESTIMATIVA DE CARGA CORRENTE  
CONTÍNUA - 125VCC**



**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**UNITAU**

Departamento de Engenharia Elétrica  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## 7 APÊNDICES

### APÊNDICE 7

## PROPOSTA DE DATA E BANCA PARA APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

**TÍTULO DO TG:**

**UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE BANCO DE BATERIAS EM SISTEMA DE NOBREAK**

**ALUNO(S):**

**1- Ramon Rodrigo Silva**

**ORIENTADOR:**

Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck

**BANCA EXAMINADORA:**

1- Prof. Me. Sandro Botossi

2- Prof. Me. Patrícia Oliveira

**DIA: 08/12/2022**

**HORÁRIO: 18:00**

**Taubaté 29/11/2022**

*Marcelo Werneck*

ORIENTADOR

*Ramon Rodrigo Silva*  
ALUNO(A)