

Agradecimentos

A Deus, pela dádiva da vida e por encontrar, em meu caminho, pessoas de grande fé e vontade de ajudar os seus semelhantes.

Ao Professor Dr. Carlos Augusto Ayres, pela incomensurável paciência na análise e formatação dos resultados obtidos nos ensaios e pelos preciosos conselhos que ajudaram sobremaneira a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. José Geraldo de Souza e à Professora Lucy Barbosa, pelo paciente trabalho de revisão e grandes contribuições na formatação final deste trabalho.

À Mariana Carneiro Barroso, pela colaboração na digitação deste trabalho.

Para a minha família , Juliana, Tatiana e Túlio que são as razões principais de todo o meu trabalho.

Acrônimos

UPS: (Uninterruptible Power Systems) Sistemas de Potência ininterrupta

ABNT : Associação Brasileira de Normas Técnicas

EB 2175: Conversor a Semicondutor - Sistema de alimentação de Potência Ininterrupta, Norma ABNT

IEC : (International Electrotechnical Commission) Comissão Eletrotécnica Internacional

VDR : (Voltage Dependent Resistor) Resistor Variável com Tensão

PWM : (Pulse Width Modulation) Modulação por Largura de Pulso

Telebrás : Telecomunicações Brasileiras

SDT 240-600-703 : Condições de Ensaio Ambientais Aplicáveis a Produtos de Telecomunicações, Norma Telebrás

IEC 686 : (Stabilized Power Supply AC Output) Potência de Alimentação Estabilizada, Saída CA, Norma IEC

IEC 1000-4-5 : (Testing and Measurement Techniques- Section 5 : Surge Immunity Test), Técnicas de Teste e Medidas , Norma IEC

NBR 10152 : Níveis de Ruído para o Conforto acústico, Norma ABNT

IEC 60651 : (Sound Level Meters) Medidor de Pressão Sonora, Norma IEC

ETS 300 019-1-4 : (European Telecommunications Standards, Environmental Conditions and Environmental Test for telecommunications equipment), Condições e teste ambientais, aplicáveis a produtos de telecomunicações, Norma ETS

Sumário

Agradecimentos -----	i
-----------------------------	---

Acrônimos -----	iii
------------------------	-----

Resumo -----	ix
---------------------	----

Capítulo 1-Introdução -----	1
------------------------------------	---

1.1	Introdução -----	1
1.2	Funcionamento básico da UPS -----	3
1.2.1	Proteção contra sobre tensões induzidas-----	4
1.2.2	Carregador de bateria -----	6
1.2.3	Banco de baterias-----	11
1.2.4	Conversor de tensão continua -----	11
1.2.5	Inversor final-----	13
1.2.6	Caminho alternativo -----	14
1.2.7	Controle e supervisão-----	15
1.3	Outras considerações -----	18

Capítulo 2-Norma EB 2175 -----	20
---------------------------------------	----

2.1	Introdução -----	20
2.2	Objetivo -----	20
2.3	Condições normais de serviço-----	21
2.4	Condições especiais de serviço-----	22
2.4.1	Condições ambientais -----	22
2.4.2	Condições mecânicas -----	23
2.4.3	Condições elétricas -----	25
2.5	Ensaio para UPS -----	24
2.5.1	Especificação de ensaios segundo a norma EB 2175-----	25
2.6	Guia de especificação-----	27

Capítulo 3-Normas Complementares----- 29

3.1	Introdução -----	29
3.2	Condições ambientais -----	29
3.3	Ensaio ambientais -----	33
3.3.1	Variação de temperatura/umidade -----	33
3.3.2	Névoa salina -----	35
3.3.4	Intemperismo acelerado -----	35
3.3.5	Dióxido de enxofre -----	36
3.4	Ensaio elétricos -----	36
3.4.1	Norma IEC 686 -----	36
3.4.2	Norma IEC 1000-4-5 -----	40
3.4.3	Norma NBR 10152 -----	46
3.5	Ensaio mecânicos -----	47

Capitulo 4- Proposta para o teste de desempenho de UPS -----48

4.1	Introdução -----	48
4.2	Condições gerais -----	48
4.3	Ensaio da variação da tensão de entrada -----	48
4.4	Ensaio da variação da tensão de saída com a variação da frequência de entrada -----	49
4.5	Ensaio da tolerância de frequência de saída -----	49
4.6	Ensaio do conteúdo harmônico relativo de saída -----	49
4.7	Ensaio de regulação dinâmica -----	49
4.8	Ensaio de regulação estática -----	50
4.9	Ensaio de autonomia do banco de baterias -----	50
4.10	Ensaio de capacidade de sobrecarga -----	50
4.11	Ensaio de capacidade de curto circuito -----	51
4.12	Ensaio de rendimento -----	51
4.13	Ensaio de retorno de alimentação CA -----	51
4.14	Ensaio de proteção contra surtos na rede CA -----	51
4.15	Ensaio de correntes de partida de motores -----	51
4.16	Ensaio climático -----	52
4.17	Ensaio de ruído audível -----	52
4.18	Resumo dos testes -----	53

Capítulo 5-Parte Experimental----- 54

5.1	Introdução	54
5.2	Condições elétricas de entrada	54
5.3	Características elétricas de saída	57
5.3.1	Tolerância de frequência de saída	57
5.3.2	Conteúdo harmônico da corrente de saída	58
5.3.3	Regulação dinâmica	60
5.3.4	Regulação estática	63
5.3.5	Autonomia do banco de baterias	64
5.3.6	Capacidade de sobrecarga	65
5.3.7	Capacidade de curto circuito	66
5.3.8	Rendimento	66
5.3.9	Retorno de alimentação CA	67
5.3.10	Proteção contra surtos na rede CA	68
5.3.11	Correntes de partida de motores	69
5.4	Ensaio climático	73
5.5	Ruído audível	74

Capítulo 6-Conclusões ----- 76

Referências -----78

Anexo 1-----79

Anexo 2-----80

Anexo 3-----81

Anexo 4-----82

Anexo 5-----83

Anexo 6-----84

Anexo 7-----85

Lista de Figuras

Figura 1:	Diagrama em blocos simplificado do sistema de alimentação ininterrupta --	3
Figura 2:	Característica V/I do varistores -----	5
Figura 3:	Circuito equivalente da proteção de entrada -----	5
Figura 4:	Ocorrência sobretensão na rede CA-----	7
Figura 5:	Corte da sobretensão. no varistor-----	7
Figura 6:	Carregador de baterias por controle de largura de pulso. -----	8
Figura 7:	Tempo de chaveamento do modulador de largura do pulso. -----	8
Figura 8:	Formas de onda da tensão de emissor e coletor no transistor Q1, corrente no transformador T1 e corrente no diodo D1.-----	10
Figura 9:	Diagrama em blocos simplificado do conversor CC/CC 2, do inversor e do retificador -----	13
Figura 10:	Inversor final -----	14
Figura 11:	Circuito usado no caminho alternativo -----	15
Figura 12:	Repetidor digital com sistema de supervisão de alimentação remota -----	17
Figura 13:	UPS colocadas em paralelo-----	18
Figura 14:	Sistema UPS em redundância passiva -----	19
Figura 15:	Sistema UPS em redundância ativa -----	19
Figura 16:	Climatograma -----	32
Figura 17:	Ciclo climático para classe BC -----	34
Figura 18:	Tempo de recuperação -----	38
Figura 19:	Montagem para teste de comportamento dinâmico -----	39
Figura 20:	Forma de onda para tensão para pulso de $1,2\mu\text{s} / 50\mu\text{s}$ -----	44
Figura 21:	Forma de onda para corrente para pulso de $8\mu\text{s} / 20\mu\text{s}$ -----	45
Figura 22:	Teste de surto em aplicação diferencial -----	45
Figura 23:	Teste de surto em aplicação entre terra e linha -----	46
Figura 24:	Montagem usada para o ensaio de condições elétricas de entrada-----	55
Figura 25:	Equipamentos usados no ensaio de condições elétricas de entrada visão 1 -	56
Figura 26:	Equipamentos usados no ensaio de condições elétricas de Entrada visão 2 -	57
Figura 27:	Montagem para o teste de conteúdo harmônico relativo de saída -----	59
Figura 28:	Isolação usada para a medição de conteúdo harmônico de saída -----	59

Figura 29: Montagem para o teste de distorção harmônica de saída -----	60
Figura 30: Montagem para a medição de regulação dinâmica-----	61
Figura 31: Regulação dinâmica -----	62
Figura 32: Montagem para o teste de regulação estática -----	64
Figura 33: Montagem para o teste de rendimento -----	67
Figura 34: Montagem para o teste de surtos na rede CA -----	69
Figura 35: Diagrama de tempo do circuito de disparo-----	70
Figura 36: Diagrama em blocos do circuito disparador-----	71
Figura 37: Ligação dos circuitos de teste de corrente de partida-----	72
Figura 38: Circuito de disparo para o corrente de partida-----	72
Figura 39: Montagem para teste da corrente de partida -----	73
Figura 40: Montagem para o ensaio climático -----	74
Figura 41: Montagem para o teste de ruído audível-----	75

Resumo

Para testes de desempenho em Sistemas de Alimentação de Potência Ininterrupta (UPS) a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) propõe a norma EB 2175 Conversor a Semicondutor – Sistema de alimentação de Potência Ininterrupta. Entretanto, esta não define completamente as condições de teste que devem ser aplicadas e, em alguns casos, os valores limites não são definidos. Assim, para a avaliação em laboratórios especializados, as condições de teste, na falta de especificações, devem ser baseadas em normas nacionais ou internacionais. Seguindo esta linha, este trabalho indicou quais são os limites e as condições fornecidas em outras normas, de forma a garantir a reprodução dos resultados em laboratórios diferentes. Além disto, a comparação de testes de desempenho de fabricantes diferentes deve ser realizada sob as mesmas condições. Desta forma, são discutidos inicialmente os testes definidos na norma EB 2175, indicando os valores limites para o desempenho e condições necessárias. Na sequência, outras normas foram usadas para caracterizar o desempenho. Após a discussão de quais os testes que devem ser executados, foi proposto um ensaio completo de uma UPS mostrando quais os equipamentos que podem ser usados e como foram interligados. O resultado foi comparado com os valores limites de desempenho propostos pelas normas apresentadas.

Palavras-chave: Sistema de alimentação Ininterrupta, norma EB 2175 e Testes de UPS

Abstract

The proposed standard by ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) about performance tests in UPS (Uninterrupted power supply) is the EB 2175 Semiconductor converter standard,. However it doesn't define completely test conditions, which must be applied, and in some cases, the limit values aren't defined. Then, to be evaluated in specialized laboratories, the test conditions, in the lack of specification must be based on national or international standards. According to this, this work tends to indicate which are the limits and test conditions suggested in other standards, so that to guarantee results reproduction in different laboratories. Otherwise, the performance test's comparison from different manufacturers must be performed under the same conditions. In this way they are discussed initially, the ones defined by EB 2175 standard, indicating the limit values to the necessary test's conditions and performances. After that, other standards were used to define the equipment performance. After discussing which tests should be performed, it is proposed a total UPS test, showing which equipment can be used, how they were interconnected and the result was compared to the performance limit values, proposed by the shown standards.

Key words : UPS (Uninterrupted Power Supply), EB 2175 Standard, UPS tests

Capítulo 1 - Introdução

1.1 Introdução

Atualmente, os sistemas de alimentação ininterrupta (UPS – uninterruptible power supply) estão assumindo um papel importante dada a grande disseminação do uso de microcomputadores em todas as áreas: comercial, industrial, educacional, etc. Uma possível falha no sistema de alimentação da concessionária de energia elétrica poderia levar à perda de importantes informações, muitas vezes vitais. Além disso, pode ser difícil avaliar os problemas decorrentes de um corte inesperado de energia assim como o tempo envolvido para deixar o sistema computacional operando nas mesmas condições anteriores. Desse modo, a utilização de uma fonte auxiliar de energia para atuar nos momentos de falha da rede elétrica aumenta a confiabilidade do sistema computacional. Normalmente, a UPS tem a função de garantir o fornecimento de energia por um tempo que seja suficiente para se possa realizar uma parada controlada, sem maiores danos. Ao se deparar com a tarefa de adquirir um sistema de alimentação ininterrupta, os usuários/consumidores precisam especificar os parâmetros mínimos de desempenho que atendam às suas expectativas e que estejam em conformidade com as normas técnicas que tratam do assunto. Nesse momento surgiu a necessidade e a motivação para a busca de normas brasileiras e internacionais, visando o estabelecimento dos requisitos mínimos de desempenho do equipamento assim como a realização de procedimentos laboratoriais para verificação das especificações fornecidas pelo fabricante. A norma sugerida pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é a norma Conversor a Semicondutor Sistemas de Alimentação de Potência Ininterrupta EB 2175 [1]. Esta norma foi escrita pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade CB 03, em dezembro de 1991, e tem como objetivo fixar as condições para o teste de desempenho da UPS em sua função básica, que é de assegurar a continuidade de uma fonte de potência alternada. Entretanto, a norma EB 2175 indica que algumas condições especiais de serviço devem ser informadas pelo consumidor.

Dessa forma, é exigida do consumidor a definição do ambiente elétrico onde a UPS irá operar. Esse conhecimento do ambiente elétrico já está definido em outras normas, portanto, para a sua completa especificação, devem-se usar outras normas nacionais ou internacionais. Essa proposta de teste de rotina para desempenho de UPS, inicialmente, comentou as características da norma EB 2175 e usar outras normas como apoio para a caracterização de um sistema de alimentação ininterrupta monofásico de 2 kVA.

No capítulo 1, é discutido o funcionamento básico de uma UPS genérica, caracterizando a função de cada um de seus blocos e os conceitos básicos de funcionamento. No final do capítulo foram apresentadas as configurações típicas de associação de UPS.

No capítulo 2, é apresentada a norma EB 2175 e serão caracterizadas as condições de teste para uma UPS de 2kVA. Nessas condições de teste, foram apresentados os valores limites para a operação normal. Na seqüência, foi apresentado um roteiro de testes para a aceitação da UPS.

No capítulo 3, são apresentadas as normas complementares usadas para justificar os limites de testes aplicados na UPS, começando pelas condições ambientais de operação, passando para as condições elétricas e terminado com os testes de proteção contra transientes e níveis de emissão acústico

No capítulo 4, são discutidos os detalhes da proposta para o teste de desempenho.

No capítulo 5 são apresentadas as montagens usadas e os equipamentos utilizados nos testes descritos no capítulos 2 e 3.

No capítulo 6, são apresentadas as conclusões e recomendações observadas durante a execução dos ensaios nas UPS.

1.2 Funcionamento básico da UPS

A principal função do sistema de alimentação ininterrupta (UPS) é assegurar a continuidade de uma fonte de potência alternada, por meio de armazenamento de energia de corrente contínua. Nesse ponto, será importante definir um sistema de alimentação ininterrupta, monofásico, na forma de diagrama em blocos. A configuração aqui abordada para o diagrama em blocos não é a única, sendo uma das formas possíveis.

Uma UPS pode ser composta de :

- Proteção
- Carregador de baterias
- Banco de baterias
- Conversor de tensão contínua
- Inversor final
- Controle e supervisão
- Interface de comunicação

Na figura 1, temos o diagrama em blocos simplificado de uma UPS.

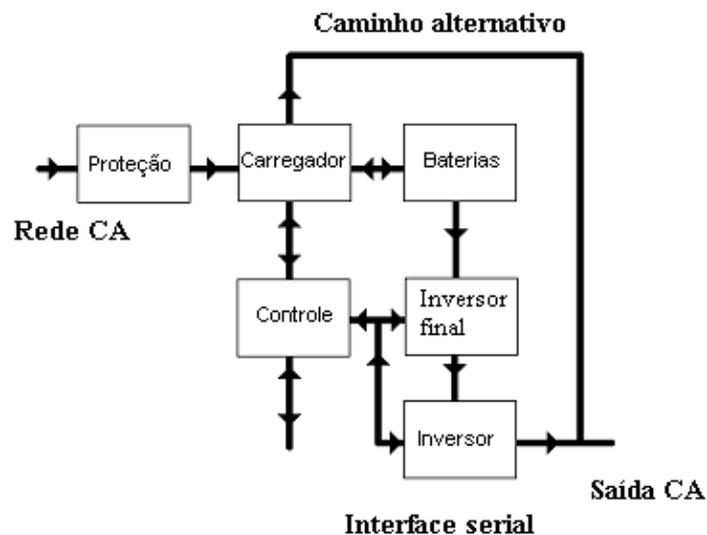


Figura 1 - Diagrama em blocos simplificado do sistema de alimentação ininterrupta.

1.2.1 Proteção contra sobretensões induzidas

Os dispositivos eletrônicos são sensíveis a sobretensões que eventualmente podem ser induzidas em linhas de alimentação CA. Essas induções podem ocorrer por descargas atmosféricas indiretas ou acionamento de cargas geradoras de perturbações como, por exemplo, a comutação em cargas indutivas que podem gerar pulsos de alta energia. A energia contida nessa indução é tratada como um pulso de sobretensão e a sua amplitude é função do nível de proteção desejado estabelecido na norma IEC (International Electrotechnical Commission) número 1000 - 4 - 5 (Surge immunity test) [2].A definição completa do tipo de pulso, da duração e da quantidade aplicável será comentada no capítulo 3. Como elemento protetor, pode-se usar o resistor variável com a tensão (VDR - Voltage Dependent Resistors) ou Varistor. Esses resistores apresentam a característica de diminuir a resistência com o aumento da tensão aplicada. De forma aproximada, o comportamento da corrente no varistor será:

$$I = KV^\alpha \quad (1)$$

Onde:

- V é a tensão aplicada
- K é uma constante de proporcionalidade
- α é a constante de não linearidade

Como exemplo, é mostrada na figura 2 a corrente em função da tensão (característica V/I), para : $\alpha = 14$

A corrente de 1mA é definida como sendo o limite entre a região de proteção e a região de corrente de escape [3]. Para valores acima de 180 V, tem-se a região de proteção. Para valores abaixo de 180V, tem-se a região de corrente de escape. Para tensões negativas os varistores apresentam o comportamento simétrico. O varistor é conectado em paralelo com o sistema a ser protegido, formando o circuito mostrado na figura 3.

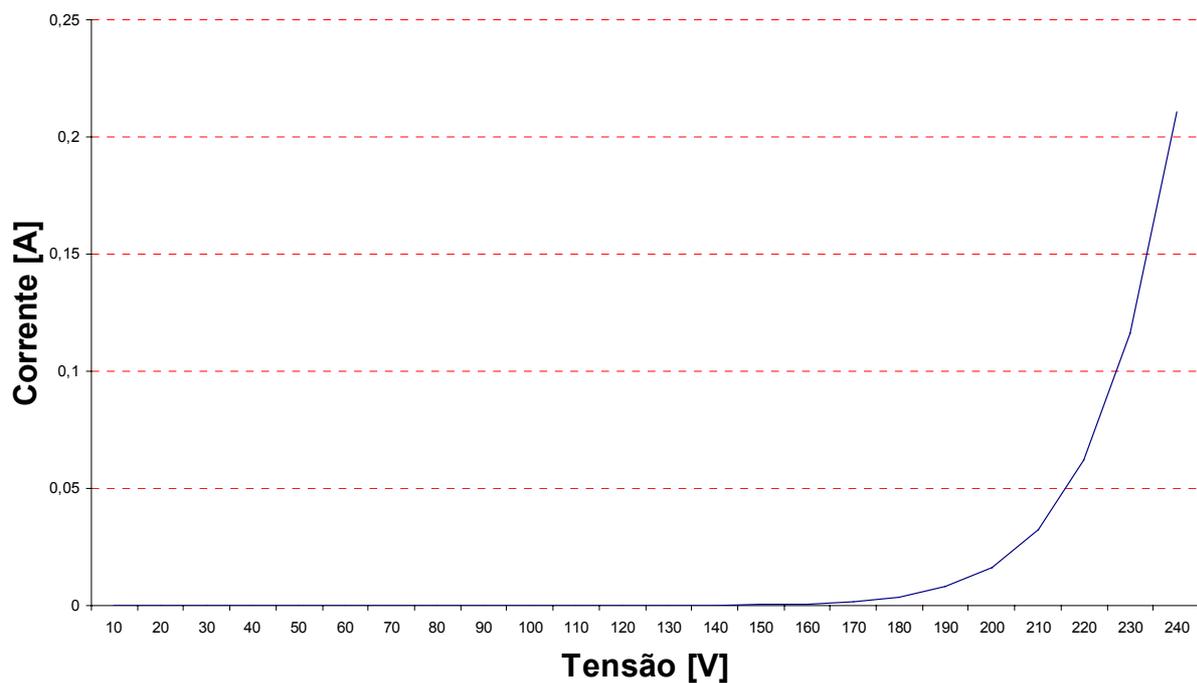


Figura 2 - Característica V/I do Varistores.

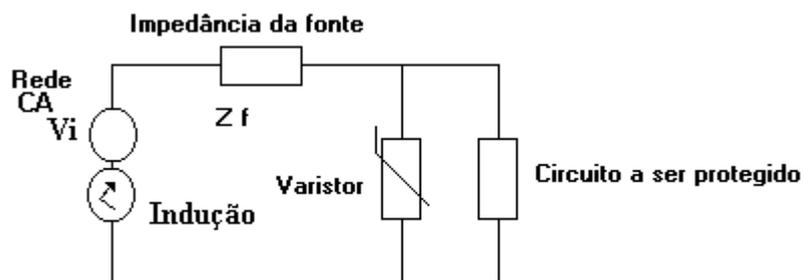


Figura 3 - Circuito equivalente da proteção de entrada.

Na figura 3 pode ser observado que existe um divisor de tensão entre a impedância da fonte e o varistor. Como a impedância da fonte é muito pequena, praticamente toda a tensão da fonte V_i está aplicada ao circuito a ser protegido. Como a impedância da fonte é muito pequena, praticamente toda a tensão da fonte V_i está aplicada ao circuito a ser protegido. A corrente drenada no varistor será desprezível para a tensão de operação.

Desta forma, a tensão no circuito a ser protegido fica:

$$V_c = \frac{Z_v}{Z_f + Z_v} V_i \quad (2)$$

Onde:

- V_c é a tensão no circuito a ser protegido
- Z_f é a impedância da fonte CA
- Z_v é a impedância do varistor
- V_i é a tensão de entrada da fonte CA

Quando existir uma sobretensão induzida, ter-se-á uma fonte de tensão em série com rede CA, provocando uma elevação de tensão no varistor. Pela característica de tensão/corrente do varistor, sua resistência irá cair provocando aumento na corrente circulante no instante da elevação de tensão. Dessa forma existirá o divisor de tensão entre a impedância da rede e a impedância do varistor, que reduzirá a tensão aplicada no circuito a ser protegido. A sobretensão induzida na linha de alimentação tem o formato mostrado na figura 4. A sobretensão na rede acionará a corrente de pico no varistor, conforme mostrado na figura 5

A tensão V_c (tensão de corte) é a tensão que efetivamente será aplicada ao circuito a ser protegido e está acima da tensão de operação V_i , porém muito abaixo da tensão de surto (sobretensão).

1.2.2 Carregador de Baterias

O carregador de baterias controla a tensão para um banco de, tipicamente, quatro baterias de 12 Vcc, totalizando 55,2Vcc para a operação em flutuação.

O diagrama em blocos simplificado é mostrado na figura 6, onde se tem um circuito conversor CC/CC 1 na configuração abaixador (Flyback).

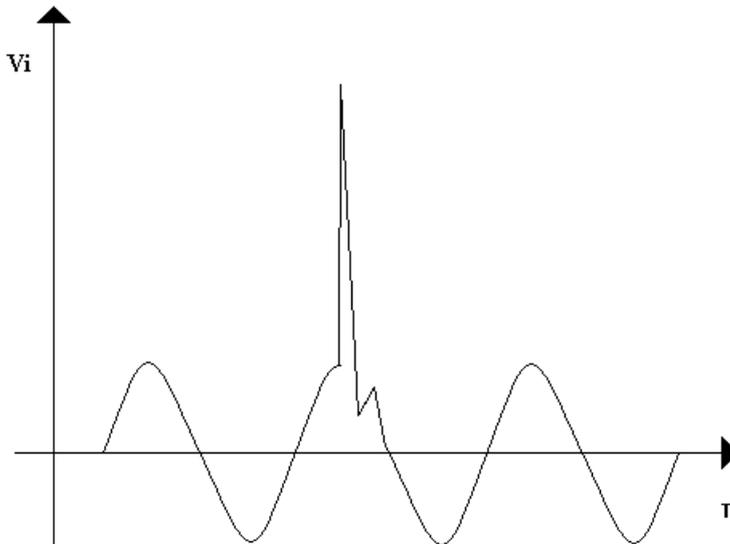


Figura 4 - Ocorrência de sobretensão na rede CA.

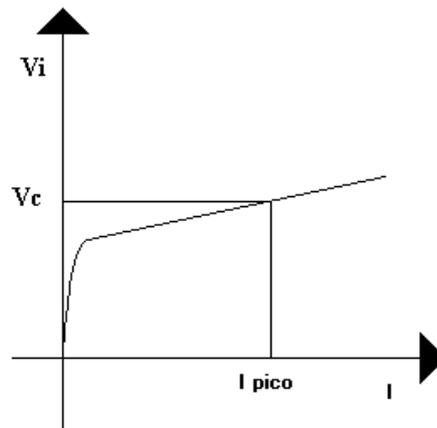


Figura 5 - Corte da sobretensão no varistor.

O primeiro circuito é um retificador em ponte (P1) ligado diretamente na rede CA, neste caso monofásico (Fase e Neutro).

Após a retificação, é usado um conversor CC/CC 1 com o controle da tensão de saída através do ajuste do tempo de condução de Q1, conhecido como modulação por largura de pulso (PWM Pulse Width Modulation). O controle de modulação por largura de pulso tem seu funcionamento baseado no gráfico mostrada na figura 7.

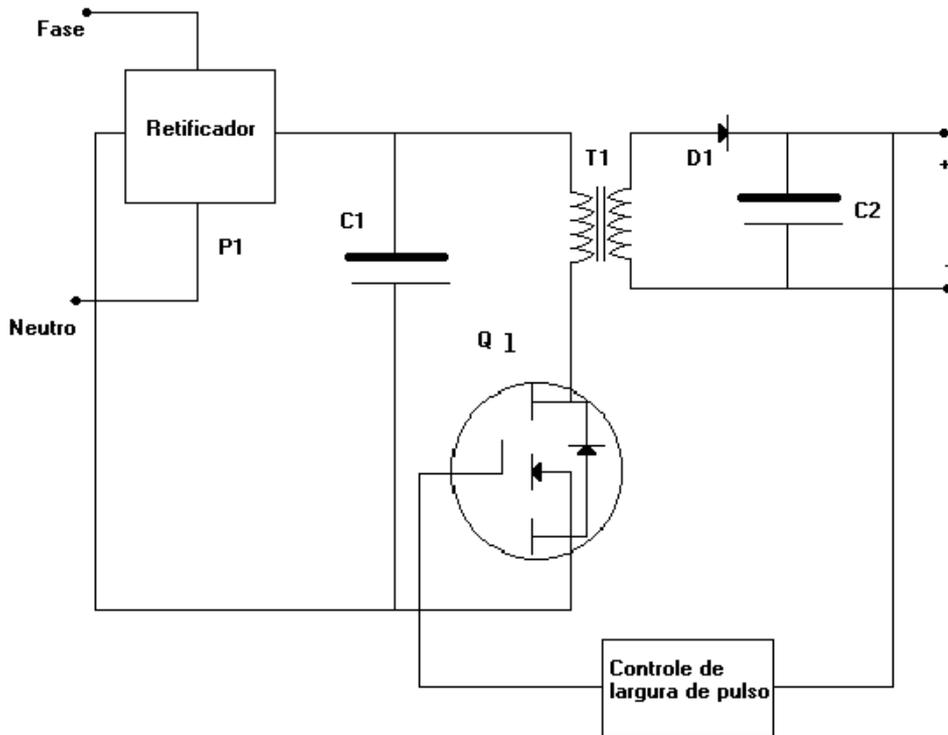


Figura 6 - Carregador de baterias por controle de largura de pulso.

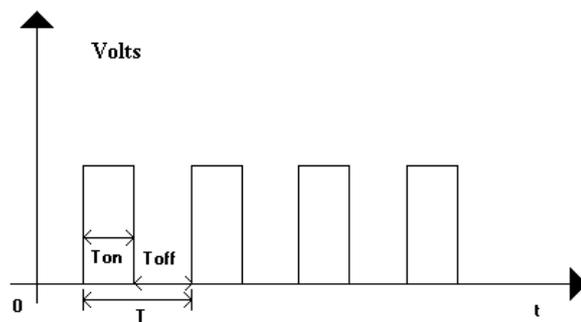


Figura 7 - Tempo de Chaveamento do modulador de largura de pulso.

Na figura 7, tem-se o período de T [s] e o tempo de acionamento de T_{on} [s]. A diferença entre o tempos T e T_{on} será o tempo de desligamento T_{off} . Portanto, alterando os tempos de acionamento e desligamento, mantendo constante o período T , pode-se alterar a tensão média, a saber:

$$V_m = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt \quad (3)$$

Onde:

- V_m é o valor médio da tensão
- T é o período do sinal de chaveamento

Assim, através da variação do ciclo de trabalho, ou seja, variação do tempo de ligamento em relação ao período fixo, pode-se alterar a tensão média de saída. Este é o funcionamento básico do modulador de largura de pulso. Voltando ao carregador, podemos usar esse controle para chavear o transistor Q1. No tempo T_{on} , tem-se o transistor Q1 na região de saturação, provocando uma corrente no primário do transformador T1.

A tensão gerada no secundário do transformador T1 será negativa, bloqueando o diodo D1. Nesse intervalo, a energia é armazenada no trafo pelo indutor do primário. Quando o transistor Q2 for cortado no tempo T_{off} , teremos a indução de tensão positiva no secundário de T1, provocando uma corrente no diodo D1 e carregando o capacitor C2 através da energia armazenada no transformador T1. Na figura 8, têm-se as formas de ondas no transistor, no primário do transformador T1 e no diodo D1. A tensão gerada no capacitor C2 é realimentada no controle de largura de pulso para prover a regulação, no caso de variação de carga e tensão de entrada. Esse controle é feito variando-se o tempo de acionamento T_{on} . Observe-se que se pode trabalhar com diferentes terras para o banco de baterias e o carregador, provendo maior segurança na operação e manutenção do sistema, principalmente quando a ligação primária for entre fase e fase. Na presença de alimentação de rede CA, o carregador mantém a corrente para o inversor e conversor de tensão contínua.

Quando a tensão de rede CA faltar, o banco de baterias fornece corrente para o inversor e o conversor de tensão continua instantaneamente, provendo assim alimentação ininterrupta.

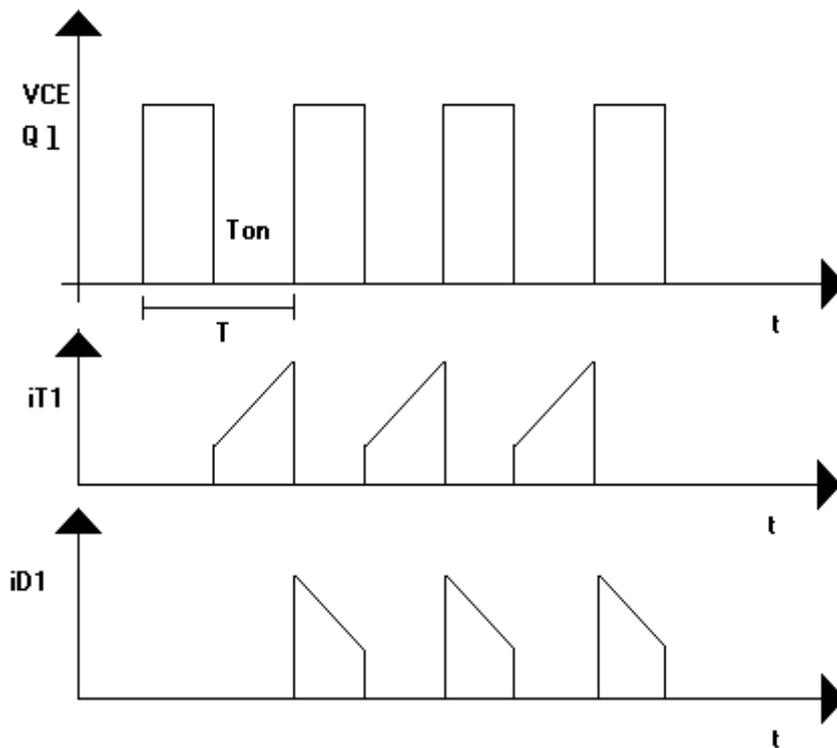


Figura 8 - Formas de onda da tensão de emissor e coletor no transistor Q1, corrente no transformador T1 e corrente no diodo D1.

Esse circuito tem capacidade para fornecer corrente para a operação normal de saída e para a carga do banco de baterias. No caso de sobrecorrente, o controle de largura de pulso irá desativar Q1, funcionando como proteção para o elo CC (Banco de baterias, conversor CC/CC 2 e entrada do inversor). A corrente de carga do banco de baterias deve ser limitada para evitar uma alta corrente no carregador, no caso de ocorrer a descarga completa do banco de baterias.

1.2.3 Banco de baterias

Conforme já mencionado, o banco de baterias é formado por quatro baterias do tipo chumbo ácido de 12 Vcc ligadas em série, do tipo automotiva, com capacidade de 45 ampères-hora. Alguns fabricantes usam modelos do tipo selada e livres de manutenção (não necessitam adicionar água). De acordo com o fabricante, a bateria consegue fornecer a corrente de 45 ampères por uma hora, entretanto a tensão pode variar de 13,8Vcc, para a condição de carga máxima, até 11Vcc, onde o alarme de bateria baixa pode ser acionado. Assim, o cálculo de autonomia deve ser feito em função da carga plena da bateria e a carga aplicada de valor nominal.

1.2.4 Conversor de tensão contínua

O conversor de tensão contínua é composto por três etapas:

- Regulador de tensão(conversor CC/CC 2)
- Inversor
- Retificador

A regulação de tensão é necessária, pois a tensão proveniente do regulador ou banco de baterias é variável em duas situações:

- Em rede CA normal onde se tem uma elevação na tensão do banco para carregá-lo.
- Em falta de rede CA onde se tem uma redução na tensão do banco de baterias .

Na figura 9, tem-se o diagrama em blocos simplificado do conversor de tensão continua. O regulador de tensão é formado por um conversor CC/CC 2 do tipo elevador (Boost), constituído por L1, Q2, D1, R1, R2,C1 e controlador de largura de pulso 1. Esse circuito tem o funcionamento semelhante ao circuito abaixador (FlyBack), no qual, através do controle de largura de pulso aplicados no transistor Q2, mantém- se a tensão de saída constante. No acionamento do transistor Q2 para a saturação, o indutor L1 será carregado

com a tensão de alimentação, provocando uma corrente i_l crescente. No acionamento de Q2 para o corte, essa corrente não poderá ser anulada rapidamente, pois, de acordo com a equação 4, a tensão no indutor L1 mudará de polaridade.

$$v_l = L \cdot \frac{di}{dt} \quad (4)$$

Onde:

- v_l é a tensão no indutor
- i é a corrente no indutor

Portanto, quando a corrente no indutor começar a diminuir sua amplitude, a tensão no indutor mudará de polaridade. Nesse instante, tem-se a tensão de alimentação em série com a tensão no indutor provocando uma tensão de saída maior que a tensão de entrada, razão pela qual esse conversor é conhecido como elevador. Observe-se que a tensão de realimentação para o controle é retirada no divisor de tensão formado por R1 e R2.

Esse conversor CC/CC 2, tem a função de manter a tensão constante na entrada do inversor do tipo PUSH PULL. Os transistores Q3 e Q4 são acionados em tempos diferentes gerando uma tensão alternada no secundário do transformador T2. Quando Q3 está conduzindo, o enrolamento L1' está positivo gerando L2' positivo, nesse instante, o transistor Q4 está no corte. Após a condução do transistor Q3, ambos os transistores irão para o corte, ocasionando a inversão de polaridade no transformador T2.

No instante seguinte, tem-se a condução do transistor Q4 e o corte do transistor Q3, ocasionando L2' negativo. Na seqüência, tem-se os dois transistores cortados. Novamente ocorrerá a inversão de polaridade em L2', provocando um sinal alternado. Todas essas inversões de polaridade no transformador T2 são retificadas pelo retificador de onda completa e filtradas, gerando a tensão de saída simétrica de ± 180 VDC para sistemas monofásicos e de ± 360 VDC para sistemas bifásicos.

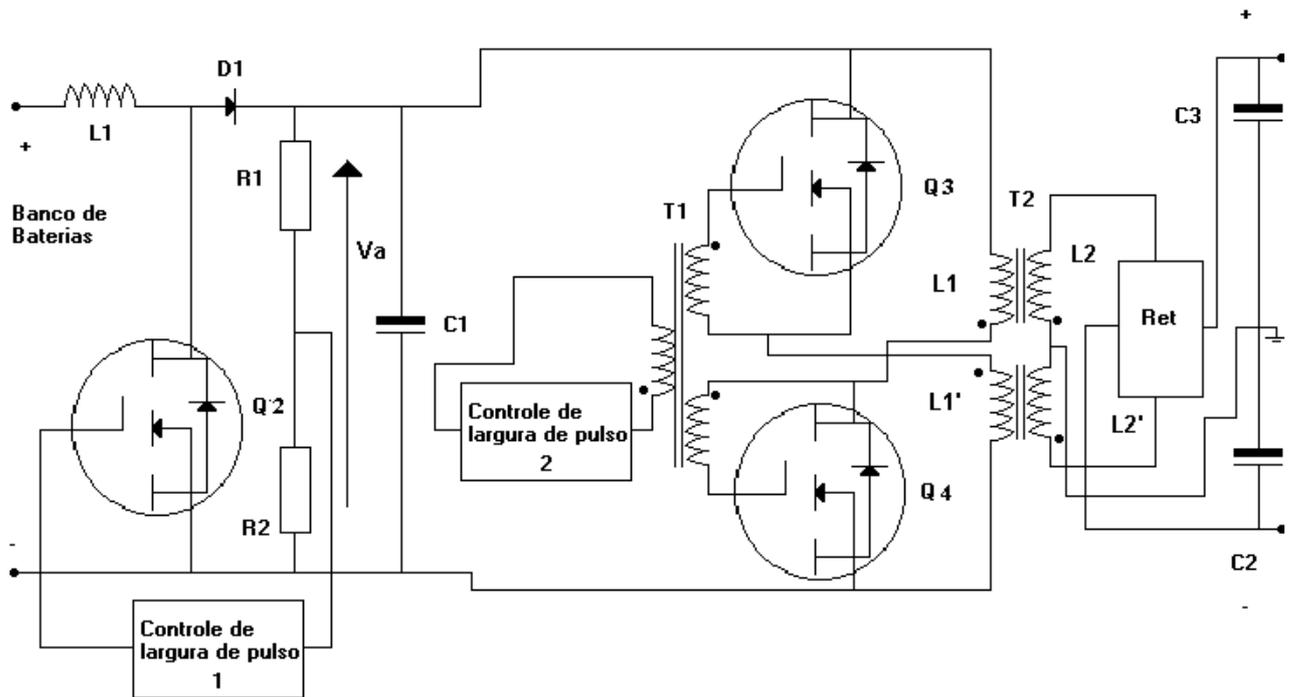


Figura 9 - Diagrama em blocos simplificado do conversor CC/CC 2 , do inversor e do retificador.

1.2.5 Inversor final

A tensão simétrica gerada no Conversor de tensão contínua alimenta o circuito inversor final, mostrado na figura 10. A tensão alternada é conseguida através do acionamento dos transistores de "gate" isolados (IGBT), de forma alternada. Para o ciclo positivo, o transistor Q5 é saturado e Q6 cortado, gerando sobre o filtro passa baixa uma tensão positiva de formato aproximadamente retangular. Para a tensão negativa, o transistor Q6 é saturado e Q5 cortado. O filtro passa baixa, formado por L1, C3 e C4 na configuração PI, tem a função de eliminar os harmônicos e espúrios, gerados no chaveamento dos transistores, fornecendo em sua saída uma tensão senoidal. Para garantir o funcionamento do sistema CA com energia ininterrupta com outros sistemas não protegidos a tensão gerada pelo inversor final deve estar em fase com a tensão da rede.

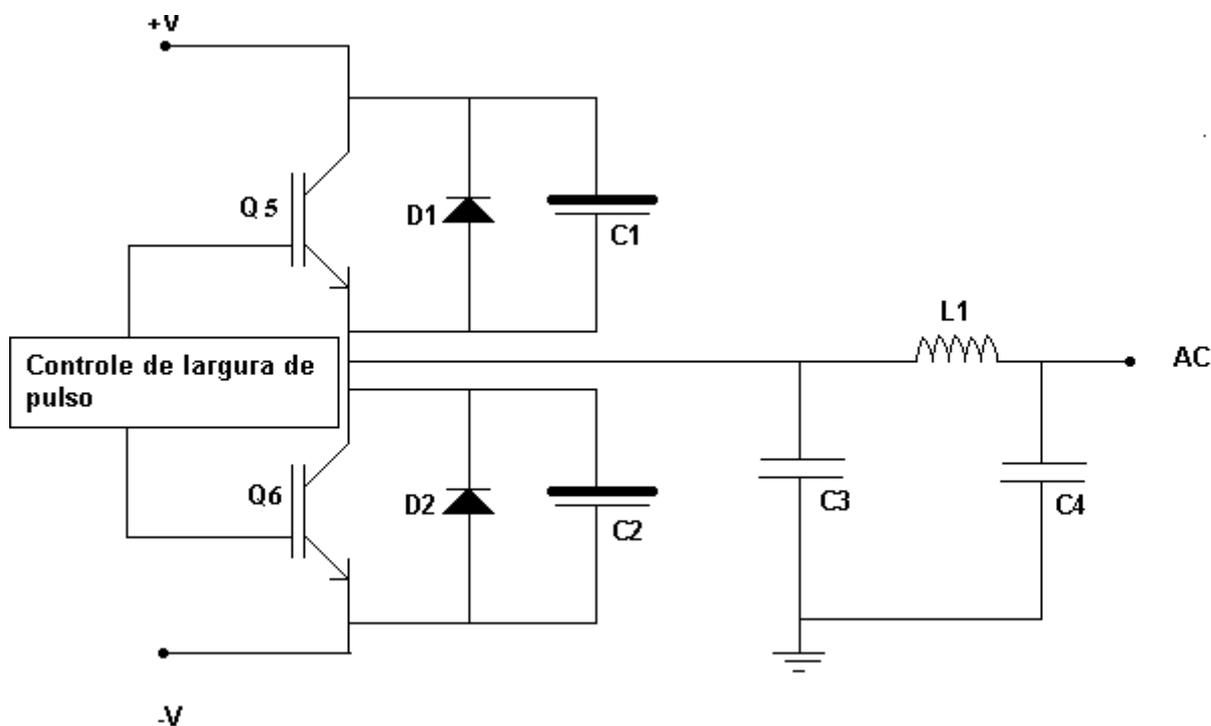


Figura 10 - Inversor final.

Para garantir o funcionamento do sistema CA com energia ininterrupta com outros sistemas não protegidos a tensão gerada pelo inversor final deve estar em fase com a tensão da rede. Para conseguir esse sincronismo, o controle de largura de pulso toma como referência a frequência de rede CA. Dessa forma, pequenas variações da rede são acompanhadas pelo inversor. Na ausência de rede CA, o controle de largura de pulso continua funcionando sem referência. No retorno de alimentação CA, o sincronismo rapidamente é restabelecido.

1.2.6 Caminho alternativo

Para o caso de falha no sistema de alimentação ininterrupta, deve-se prever uma forma de continuidade de fornecimento de energia ao sistema protegido. Assim, o caminho

alternativo provê uma ligação direta entre a rede CA e o sistema a ser protegido. Com essa configuração tem-se o aumento de confiabilidade no sistema, pois mesmo em caso de falha da UPS o fornecimento de energia é garantido. Na figura 11, tem-se o diagrama do circuito usado no caminho alternativo.

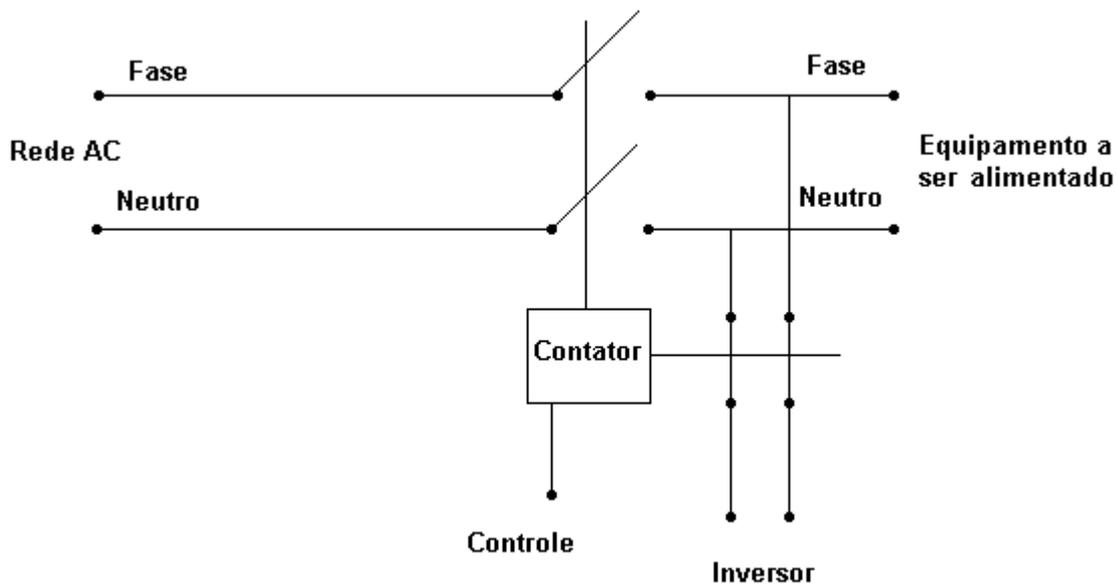


Figura 11 - Circuito usado no caminho alternativo.

Observe-se que o controle define a alimentação do equipamento a ser protegido. Esse controle pode ser ativado pelo operador ou automaticamente, quando falhas internas de funcionamento forem detectadas. O controle é conhecido como chave de transferência e pode ser formado por contadores ou por chaves ativas .

1.2.7 Controle e supervisão

O circuito de controle tem como função a supervisão, proteção, regulação e interface com a UPS e divide-se em :

- Regulação
- Proteção
- Sinalização

Na regulação, controla-se a largura de pulsos dos circuitos do carregador, conversor de tensão contínua e inversor final. A existência de processadores de alta capacidade permite controlar o sistema integralmente, ou seja, se duas grandezas controladas sofrerem variações ao mesmo tempo, um programa irá avaliar qual será a melhor opção de controle. Desta forma existe uma lógica de cada fabricante capaz de tomar a melhor decisão integrada em um ou mais circuitos .

Na proteção, os valores limites funcionais demandam ações imediatas para salvaguardar a integridade de componentes. Como exemplo, no caso de curto circuito de saída, o inversor deve ser desligado e o caminho alternativo não deve ser acionado.

Na sinalização, devem-se indicar as condições de funcionamento do sistema para o operador. Normalmente essas indicações são visuais e sonoras com o uso de diodos emissores de luz e de alto falantes, respectivamente .

As condições que devem ser indicadas normalmente são:

- Estado do banco de baterias
- Estado da rede CA
- Alimentação pelo caminho alternativo
- Falha do sistema
- Carga ou descarga do banco de baterias
- Estimativa do tempo de duração do banco de baterias

Existe ainda a sinalização do equipamento a ser protegido ou controlador externo, através do uso de interface serial (Padrão ITU-T V 24). A maneira mais simples é realizada através de um programa proprietário fornecido pelo fabricante da UPS ligada em

um microcomputador na interface serial. Através da ligação serial, podem-se ajustar os parâmetros da UPS e visualizar, no programa proprietário, as condições de operação e alarmes.

No caso de falha de rede CA, essa interface pode encaminhar mensagens para um centro de informações ou para pontos de supervisão, antes de ocorrer a descarga completa do banco de baterias. Com essa informação, pode-se desligar os servidores antes de ocorrer a queda de alimentação, evitando panes no sistema de informação. Para supervisão de equipamentos não assistidos (não existe operador local), pode-se usar a supervisão remota através dos recursos de telecomunicações. Na figura 12, tem-se um exemplo para o monitoramento remoto de um repetidor de radio digital.

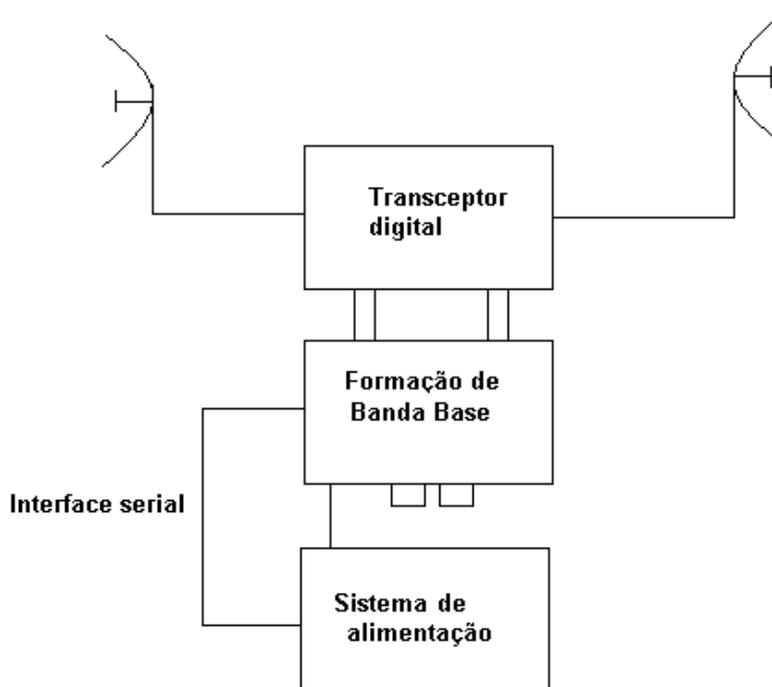


Figura 12 - Repetidor digital com sistema de supervisão de alimentação remota.

As informações da UPS são enviadas através do sistema de supervisão do rádio digital via interface serial. O sistema de supervisão do rádio digital não afeta a comunicação serial e tudo se passa como se a UPS estivesse ligada ao microcomputador diretamente.

1.3 Outras considerações

A configuração apresentada até aqui tem como características principais a maior confiabilidade e o menor custo, por isto é a preferida dos fabricantes na faixa de potência de 2kVA. A confiabilidade é conseguida com o uso do caminho alternativo, em caso de falha da UPS, e o menor custo, em função do uso de apenas um retificador e um inversor. Outras configurações de maior confiabilidade são conseguidas colocando-se uma ou mais UPS's em paralelo, conforme mostra a figura 13.

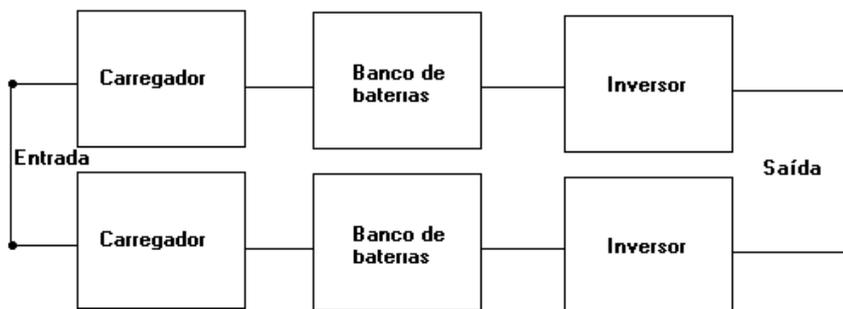


Figura 13 - UPS colocadas em paralelo.

O sistema UPS é composto por unidades funcionais menores que assumem parte da carga de saída. Observa-se que as unidades funcionais UPS devem funcionar todo o tempo, independente da carga de saída. Se for usada uma chave de transferência entre as duas unidades funcionais UPS, tem-se o sistema em redundância passiva, conforme mostrado na figura 14. Na configuração em redundância passiva, apenas uma unidade funcional UPS é capaz de suportar toda a carga de saída, enquanto a outra unidade funcional fica ativada em espera. No caso de falha na unidade funcional UPS em operação, a chave de transferência é acionada, colocando em operação a unidade funcional em espera. Se cada unidade funcional possuir uma chave de transferência, tem-se o sistema UPS em redundância ativa, conforme mostrado na figura 15.

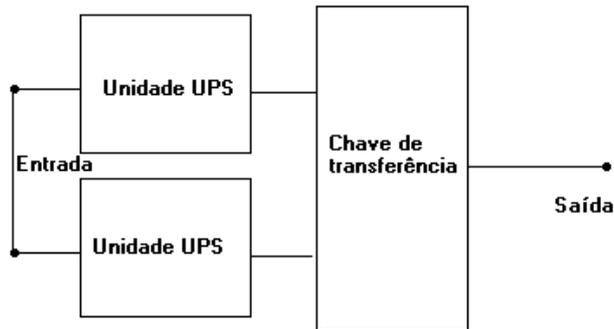


Figura 14 - Sistema UPS em redundância passiva.

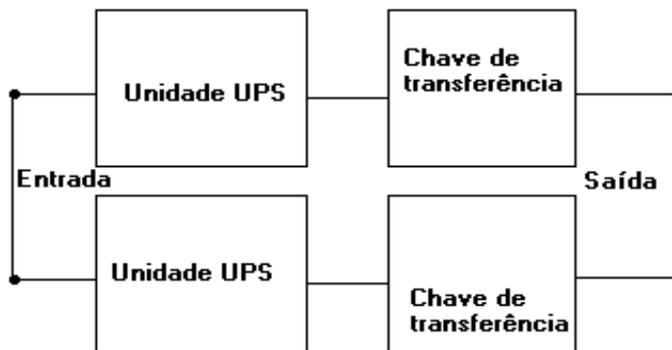


Figura 15 - Sistema UPS em redundância ativa.

Na configuração em redundância ativa, podem-se ativar as duas unidades funcionais UPS ao mesmo tempo, formando a divisão de carga de saída semelhante às unidades UPS em paralelo. A diferença está no caso de falha. Neste caso, a unidade defeituosa pode ser desligada da saída. Observa-se que, como no caso de redundância passiva, a carga suportada pela unidade funcional UPS será a carga do sistema.

Capítulo 2 - Norma EB 2175

2.1 Introdução

Para o teste de sistemas de alimentação ininterrupta de potência, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) indica a norma EB 2175 (Sistemas de Alimentação de Potência Ininterrupta), que define as condições exigíveis para o teste de desempenho. Pode-se entender por teste de desempenho a comprovação da função principal de uma UPS, ou seja, o contínuo fornecimento de potência alternada na saída, quando uma grandeza de influência é variada. Esta grandeza de influência pode ser um parâmetro ou uma condição predefinida. E para facilitar a verificação e a comprovação do desempenho da UPS, apenas uma grandeza de influência é variada, mantendo-se as outras constantes.

2.2 Objetivo

À luz da norma EB 2175, não existem classificações quanto à potência da UPS, mas a indicação dos testes em função da configuração utilizada. Entretanto, este estudo está limitado à potência de 2kVA com a alimentação monofásica ou bifásica. A razão para a limitação da potência nesse valor é o fato da grande utilização em centro de processamentos de dados, escritórios e agências bancárias. E dentre os diversos tipos de UPS, o que apresenta a melhor relação custo-benefício é a configuração de apenas um carregador e um caminho alternativo CA, conforme já mostrado no capítulo 1. Esta configuração é a preferida dos fabricantes para a potência de 2kVA e podemos tomá-la como referência. Assim, pode-se definir quais testes devem ser executados de acordo com a norma EB 2175.

A severidade dos testes irá depender ainda das condições ambientais e das condições elétricas do local da instalação. De acordo com a norma EB 2175 pode-se dividir as condições de teste em :

- Normais de serviço
- Especiais de serviço

2.3 Condições normais de serviço

Estas condições são aplicadas à entrada da rede CA e a UPS deve ser capaz de manter a saída em funcionamento dentro das especificações do fabricante. A definição do ambiente de operação normal da UPS começa pelas condições típicas para a temperatura ambiente do ar. Para a variação da temperatura do ar, de 0°C a 40°C, a UPS deverá operar normalmente. Note-se que essa especificação não é completa, pois apenas os limites foram definidos. Para a execução do teste de variação de temperatura de operação da UPS, faltam dados de velocidade de variação da temperatura e de tempo de estabilização térmica. Por exemplo, se a velocidade de variação for muito alta, podem-se gerar grandes esforços mecânicos, acarretando o aparecimento de maus contatos (solda fria). Outro parâmetro que deve ser especificado é o tempo de estabilização térmica. Esse tempo é necessário para igualar a temperatura do ambiente e da UPS. Quanto maiores forem as dimensões físicas e a potência da UPS, maior deverá ser o tempo de estabilização térmica. Na seqüência dos testes para as condições normais de serviço, tem-se a tolerância da alimentação de rede CA de entrada em $\pm 10\%$ de seu valor nominal. Nesse caso, não foram especificadas as condições de carga aplicada na saída durante a variação de entrada, ou seja, não foi completamente definida a condição de saída. Observe que, se a condição de saída não for especificada, pode-se escolher qualquer valor. Outra característica que deve ser testada é a tolerância de frequência de entrada CA em $\pm 2\%$ do valor nominal. Novamente não foi especificada a condição de carga para a realização desse teste, o que pode levar à escolha de qualquer valor. Para a execução do teste, é necessário que o conteúdo harmônico presente na tensão de alimentação da UPS não ultrapasse os 10 %. Essa condição de teste deve ser verificada para o início dos testes normais de serviço.

2.4 Condições especiais de serviço

Para o uso da UPS em condições diferentes das condições normais, o comprador deverá indicar quais são as condições aplicáveis. Nesse ponto, a norma EB 2175 apenas indica quais características que devem ser testadas, não indicando valores e condições de teste. Essas características especiais são divididas em três tipos de condições :

- Ambientais
- Mecânicas
- Elétricas

2.4.1 Condições ambientais

Nas condições ambientais, são identificados os seguintes itens:

- Fumaça nociva
- Umidade
- Poeira
- Poeira abrasiva
- Vapor
- Gases de petróleo
- Ar salino
- Sujeição a gotejamento
- Variações excessivas de temperatura
- Campos eletromagnéticos intensos
- Fungos, insetos, etc
- Dificuldade de ventilação

Como a norma não define as condições de teste, o comprador deverá ter conhecimento das condições ambientais de uso da UPS.

Nesse ponto aparece a dificuldade do comprador em definir como os testes devem ser executados e os limites utilizados.

2.4.2 Condições mecânicas

Na seqüência das condições especiais de serviço, tem-se as condições mecânicas, tais como:

- Vibrações
- Impactos
- Tremores de terra
- Transporte e armazenamento

Este trabalho está centrado nos testes de desempenho elétricos e ambiental de sistemas de alimentação de potência ininterrupta, no local de funcionamento, em ambientes considerados comuns. Para maiores informações e orientações a respeito dos testes de condições mecânicas, recomenda-se consultar a referência [7].

2.4.3. Condições elétricas

As condições elétricas de entrada adicionais, definidas como especiais de serviço, começam pela proteção de entrada contra transitórios causados por descarga atmosférica ou comutação indutiva. Para as características de variação da alimentação de tensão maior que 10% e de frequência maior que 2% da frequência da rede, o comprador também deve indicar os limites. Se o comprador deve indicar os limites para o teste, supõe-se que tais condições devem ser normalizadas segundo uma aplicação ou especificação. Dessa forma o comprador deve conhecer a normalização para especificar completamente as condições de teste para as UPS, tais como limites e variação de parâmetros que devem ser controlados.

Na norma EB 2175, as condições elétricas de saída da UPS que devem ser definidas pelo comprador são :

- Degrau de carga máximo e comportamento da carga em função do tempo
- Cargas que geram harmônicos
- Cargas que exigem a circulação de corrente contínua
- Condições de aterramento do neutro
- Rendimento
- Estabilidade de frequência
- Sincronização

Nesse caso, as condições são apenas citadas, não se indicam limites ou condições de entrada para teste. Portanto, o comprador deve usar normas complementares para definir os limites e as condições de teste. As outras características que devem ser especificadas pelo comprador são as limitações de desempenho, que podem influenciar a carga a ser alimentada ou o local de instalação da UPS. São elas :

- Ruído audível
- Conteúdo harmônico relativo de saída
- Ruído elétrico conduzido e irradiado
- Harmônicos da corrente de entrada.

Nesse universo de testes a norma EB 2175 define quais testes devem ser aplicados em UPS singelo com caminho alternativo.

2.5 Ensaio para a UPS

Os testes são divididos em testes de rotina e testes de tipo. Os ensaios de tipo são mais detalhados e, normalmente, são executados em fábrica ou em laboratórios de ensaios para fins de comprovação de características de especificações. Os testes de rotina são mais simples e podem ser verificados em campo. Entretanto, deve-se acordar entre o fabricante e o comprador quais os testes serão executados em campo e quais serão executados em fábrica. Para UPS compostas de unidades funcionais, cada unidade deve ser testada em

fabrica . Para as UPS de 2kVA, tem-se o sistema integrado em apenas uma unidade por questões de espaço e avanço tecnológico. Portanto, os testes são executados no sistema completo.

2.5.1 Especificação de ensaios segundo a norma EB 2175.

Teste de carga reduzida.

A prática nos mostra que valores de 10% da carga máxima são suficientes para a verificação de ligações corretas, funcionamento dos dispositivos de medição, chaves, dispositivos de proteção, ventilação forçada. Se o grupo de baterias estiver descarregado, pode-se executar este teste considerando a carga das baterias como carga para o retificador .

Teste de sincronização

Usando um gerador de frequência variável, verifica-se a sincronização entre a entrada e saída. Não é especificada a carga para a execução deste teste.

Teste da alimentação CA

A entrada da rede CA é desligada, forçando a operação do banco de baterias e verificando a condição de alarmes locais e remotos. Este teste é realizado com o banco de baterias completamente carregado. Deve ser verificada a variação da tensão e da frequência de saída no instante do desligamento da entrada.

Teste de retorno da alimentação CA

Quando a energia retorna à entrada CA, a tensão e frequência de saída devem ser verificadas no instante da ligação de entrada. O estado do banco de baterias para este teste é

importante, pois, se estiver completamente descarregado, o carregador será bastante exigido. Novamente a carga para este teste não é especificada.

Teste de transferência

Para UPS com caminho alternativo, com transferência por chave estática, faz-se a simulação de falha e verificam-se transitórios ocorridos durante a transferência do inversor para a rede CA. Deve-se ainda verificar a transferência de retorno entre a rede CA e a saída do inversor .

Teste de plena carga

É aplicada à saída da UPS a carga resistiva nominal, e são verificadas a tensão e a frequência de saída.

Teste de rendimento da UPS

No teste de rendimento são medidas a potência entregue à entrada CA e a potência entregue à carga, descontada a corrente de carga do banco de baterias. Determina-se que se deve executar este teste com carga resistiva.

Teste de tempo de autonomia nominal

O objetivo deste teste é verificar durante quanto tempo o banco de baterias é capaz de manter o inversor em funcionamento com carga plena. Devem ser usados a carga resistiva e o banco de baterias plenamente carregados .

Teste de capacidade de sobrecarga

Sobrecargas de pequena duração devem ser suportados pelas UPS. Um exemplo pode ser a partida de motores de indução. A simulação dessas condições deve ser aplicada

em intervalos de tempo bem definidos. Este teste deve ser feito com as especificações do fabricante.

Teste de capacidade de curto circuito

Aplicando um curto-circuito à saída, pode-se verificar a capacidade de corrente de curto circuito. Para a proteção e integridade da UPS, o curto circuito é provocado através de um fusível compatível com a capacidade de curto circuito em teste.

A norma EB 2175 indica que outros ensaios podem ser executados de comum acordo entre o fabricante e fornecedor, mas não especifica limites .

2.6 Guia de especificação

Com o objetivo de facilitar a escolha do tipo de UPS, é fornecida, uma tabela de especificações contendo os tipos de UPS, tipos de cargas a serem alimentados, dados de entrada, dados de saída, dados do banco de baterias, condições gerais e condições especiais. Novamente, nesse guia, são citados os testes mas não são definidos limites. Como exemplo, para a UPS do tipo singelo com um caminho alternativo, as especificações são :

1- Dados de saída da UPS: - Potência nominal e tolerância admitida, tensão de saída nominal e tolerância admitida em regime estático e dinâmico, frequência nominal e tolerância admitida, e conteúdo harmônico.

2- Dados de entrada da UPS: - Tensão nominal e tolerância admitida, frequência nominal e tolerância admitida e características do grupo motor-gerador em caso de fonte de reserva .

3- Banco de baterias: - Tipo de bateria, tempo de autonomia, tensão nominal, capacidade disponível e tempo de recarga nominal .

4- Características gerais : - Rendimento, aparelhos de medição, condições ambientais e alarmes remotos.

Nesse guia, as informações não são de caráter obrigatório, ficando a cargo do comprador exigir tais informações .

Capítulo 3 - Normas Complementares

3.1 Introdução

A norma EB 2175 não é completa na especificação das condições de teste de desempenho. Torna-se necessário usar outras normas nacionais ou internacionais que especifiquem de forma clara como medir um determinado parâmetro ou quais são os limites toleráveis para uma determinada grandeza. Assim, neste capítulo, são discutidas outras normas que podem ser usadas como referência para o ensaio de um sistema UPS completo. As normas que foram utilizadas nesta discussão, não são as únicas que podem ser aplicadas a UPS, mas podem facilitar a tarefa dos compradores na especificação em licitações públicas.

3.2 Condições ambientais

Para definição das condições ambientais pode-se usar as antigas práticas do sistema Telebrás, que define os ambientes de operação de produtos de telecomunicações. Justifica-se o uso de normas específicas do Sistema Telebrás, neste caso, porque a UPS pode ser parte integrante de um sistema de telecomunicações. A norma SDT 240-600-703 [4] (Condições e Ensaio Ambientais Aplicáveis a Produtos de Telecomunicações) fixa os ambientes, caracterizando-os em função do nível de agressividade ambiental e dos parâmetros climáticos dos locais de operação, transporte, armazenagem, instalação e ensaios. Para a definição do ambiente é usado o termo classe, que define os parâmetros climáticos (temperatura, umidade relativa, radiação solar, chuva e vento). Como complemento, é definida a variante que classifica o ambiente em função do nível de agressividade em relação aos materiais do sistema a ser testado.

As classes ambientais são apresentadas na tabela 3.1 :

Classes	Descrição do ambiente
A	Ambiente Totalmente Aberto (Sujeito à radiação solar diretamente, à chuva, ao vento, a agentes químicos, a partículas sólidas e à umidade relativa)
AB	Ambiente Aberto Abrigado (Sujeitos à radiação solar indireta, à chuva, ao vento, a agentes químicos, a partículas sólidas e à umidade relativa)
B	Ambiente Abrigado com Troca de Ar Reduzida (Sujeitos a agentes químicos, a partículas sólidas e à umidade relativa)
BC	Ambiente Abrigado com Troca de Ar Natural (Sujeitos a agentes químicos, a partículas sólidas e à umidade relativa)
C	Ambiente Abrigado Com Ventilação Mecânica (Sujeito a agentes químicos e à umidade relativa)
CD	Ambiente Climatizado (Sujeito a agentes químicos e à umidade relativa)
D	Ambiente Climatizado com Controle da Umidade Relativa (Sujeito a agentes químicos)
DE	Ambiente Climatizado com Controle de Agentes Químicos Agressores
E	Ambiente Hermeticamente Fechado
F	Ambiente Fechado (Sujeito a agentes químicos e a partículas sólidas)
G	Ambiente Fechado com Proteção Adicional contra Radiação solar e/ou com refrigeração Passiva (Sujeito a agentes químicos e a partículas sólidas)

Tabela 3.1 - Classes ambientais.

As variantes são definidas em função da corrosão que os corpos de prova sofrem, quando são expostos à ação dos agentes químicos agressores. As variantes são classificadas de 1 a 4 e mostram a espessura da corrosão conforme a tabela 3.2. Para o caso de UPS de uso comercial, pode-se escolher como classe ambiental de

operação a classe BC. Como o objetivo desta especificação é o teste de desempenho após a instalação, apenas será comentada a condição de operação.

Variante	Espessura da corrosão sobre o cobre
1	>2000 Å
2	1000 a 2000 Å
3	300 a 1000 Å
4	< 300 Å

Tabela 3.2 - Variantes para limites de corrosão.

As condições de transporte e armazenamento não serão comentadas neste trabalho. Para orientações e informações a respeito das condições de transporte e armazenamento é recomendada a referência [4] .

A classe BC é considerada com maior ocorrência em locais comerciais, pois nem sempre a UPS é alojada no centro de processamentos de dados ou em locais climatizados. Assim escolhida essa classe ambiental, têm-se as condições de operações definidas em:

- Nominais
- Permissíveis
- Nível de filtragem

Nas condições nominais, têm-se os limites de temperatura e umidade relativa em que o equipamento deve ser capaz de operar sem queda de desempenho. Essas condições simultâneas de temperatura e umidade relativa definem a região de operação que é chamada de climatograma .Nas condições permissíveis de operação, o equipamento sob teste pode apresentar queda de desempenho, porém, restabelecidas

as condições nominais, equipamento deve apresentar desempenho dentro de suas especificações .

Entende-se que após o teste, o equipamento testado não deve apresentar dano permanente.

A classe BC não estabelece limites para o nível de filtragem para as partículas sólidas, desta forma não será usado filtros de poeira durante o teste.

Na figura 16 tem-se um exemplo de um climatograma ou região operacional do equipamento em teste, os valores limites de temperatura e umidade relativa mudam de acordo com a classe de operação..

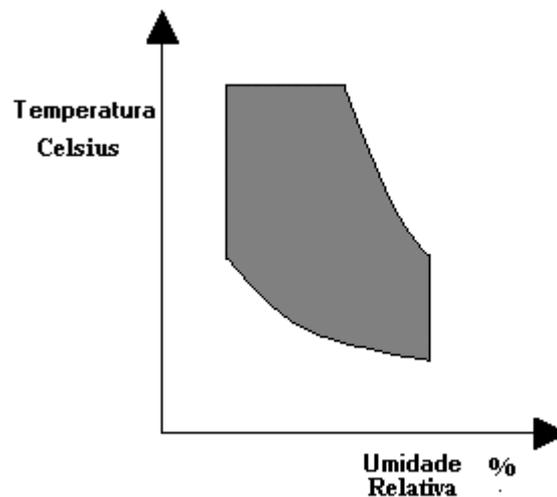


Figura 16 – Climatograma.

Para a avaliação completa do produto, os ensaios climáticos aplicados são:

- Condições de transporte
- Condições de armazenamento
- Condições nominais de operação

Conforme já foi comentado, o teste climático será realizado somente para a condição de operação.

3.3 Ensaaios Ambientais

Nos ensaios ambientais, é avaliado o desempenho do produto de acordo com a classificação ambiental já definida como classe BC. Para a UPS, as características elétricas de saída são monitoradas antes, durante e depois do ensaio ambiental.

3.3.1 Variação de temperatura/umidade

O primeiro ensaio a ser aplicado é a variação de temperatura / umidade relativa. Nesse ensaio, são aplicadas as condições do climatograma, porém com períodos de variação e períodos de estabilização conforme mostrado na figura 17.

Nesse ciclo climático, a temperatura inicial é de 23°C com umidade relativa de 60%, considerada temperatura ambiental de referência. A taxa de variação da temperatura é de -30°C/h sem a ocorrência de condensação, a umidade não é controlada, até atingir a temperatura de 5°C, conhecida como temperatura mínima de operação. Após atingir este ponto, mantém-se a UPS por duas ou três horas para a estabilização térmica, e inicia-se o teste de verificação. Essa verificação para o caso de UPS será a comprovação das especificações do fabricante. No entanto, para reduzir o tempo de ensaio, não são executados todos os testes. Geralmente, é verificada a capacidade de regulação da tensão de saída com carga constante.

Ciclo Climático

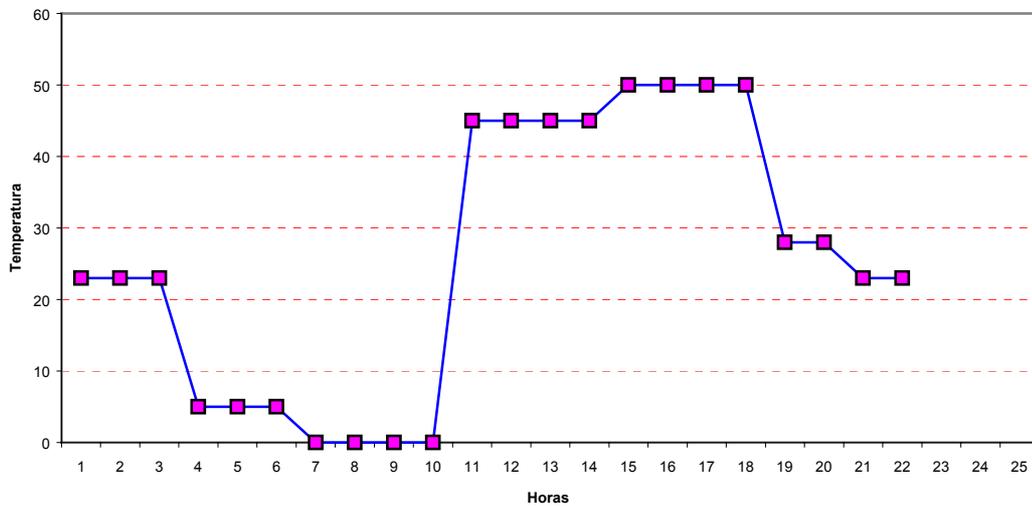


Figura 17 - Ciclo Climático para Classe BC.

Na seqüência, usando a mesma taxa de variação da temperatura de $-30^{\circ}\text{C}/\text{h}$, atinge-se a temperatura de 0°C . Sem o controle de umidade, esta condição é conhecida como temperatura mínima permissível. Novamente, espera-se o tempo de estabilização de duas ou três horas, e repete-se o teste de verificação. Neste teste, o equipamento pode apresentar queda de desempenho mas sem dano permanente. Usando a taxa de $30^{\circ}\text{C}/\text{h}$, sobe-se a temperatura para 45°C , denominada temperatura máxima de operação e a umidade relativa para 40%. O tempo de estabilização e o teste de verificação são repetidos. A temperatura agora é elevada a 50°C , denominada de temperatura máxima permissível e a umidade relativa para 30%. O tempo de estabilização e o teste de verificação repetidos. Agora deve-se reduzir a temperatura com a mesma taxa de variação para 28°C e 95 % de umidade relativa, repete-se o tempo de estabilização e o teste de verificação. Finalmente, reduz-se a temperatura para as condições iniciais, e novamente, repete-se o tempo de estabilização e o teste de verificação, conforme indicado na figura 17.

3.3.2 Névoa salina

O ensaio de névoa salina expõe o equipamento em teste a íons de cloreto de sódio, com o objetivo de verificar a resistência de isolamento entre pinos de contato, trilhas de circuito impresso em placas e a corrosão de materiais e estruturas metálicas de proteção e sustentação. Porém, para definir a variante (severidade) do ensaio, deve-se fazer um levantamento do local de instalação do equipamento do nível de corrosividade ambiental. O levantamento é feito com o uso de sensores de cobre padronizados colocados no local da instalação por um período de 30 dias e o método de avaliação é o mesmo apresentado na variante da tabela 3.2. Se o valor apresentado for menor que 300 Å, não será necessário executar o ensaio de névoa salina. Se o valor encontrado estiver entre o nível 1 até o nível 3, o teste de névoa salina deve ser executado de acordo com a tabela 3.3.

Variante	Tempo de execução para névoa salina
1	720 Horas
2	360 Horas
3	72 Horas
4	-

Tabela 3.3 - Tempo de execução para névoa salina.

3.3.3 Intemperismo acelerado

Neste ensaio, o equipamento sob teste é colocado à temperatura de 65°C ± 5°C e umidade relativa em 75% ± 5% por um período de 10 dias. O objetivo deste

teste é a verificação de polímeros estruturais, polímeros de vedação e polímeros de proteção.

O teste é aplicável a equipamentos ou produtos da classe A ou classe AB.

Para a classe BC em análise, o teste não é aplicável.

3.3.4 Dióxido de enxofre

Para a definição da variante do ensaio de SO₂ o mesmo critério usado no teste de névoa salina é aplicado, ou seja, se o sensor de cobre padronizado não apresentar corrosão maior que 300 Å , a teste não é aplicável. Caso contrário, aplicamos o número de ciclos indicado na tabela 3.4.

Variante	Ciclos de SO ₂
1	8
2	4
3	2
4	-

Tabela 3.4 - Número de ciclos para ensaio de SO₂.

3.4 Ensaio elétrico

3.4.1 Norma IEC 686

Conforme já foi discutido, faltam algumas condições de teste para a completa realização do ensaio elétrico. Assim, pode-se usar como norma complementar a

norma IEC 686 (Stabilized Power Supplies AC Output) [5]. As normas EB 2175 e IEC 686 definem os teste que devem ser aplicados a fontes estabilizadas de saída em corrente alternada. Para iniciar os ensaios é necessário cumprir o tempo de aquecimento descrito nas especificações do fabricante. Caso esse dado não seja encontrado, a UPS em teste deverá ser ligada pelo menos meia hora antes do início do teste, para garantir as características do equipamento sob teste em regime permanente. O tempo usado de pelo menos de meia hora para o aquecimento, é uma prática comum em laboratórios de ensaios. Esse cuidado também é necessário para os equipamentos de medição. A tolerância apresentada pelos equipamentos de medição deve ser pelo menos dez vezes menor que a tolerância do equipamento sob teste. Por exemplo, para a medição da tensão de saída de 5% em 220 VCA, o equipamento usado para a medição da regulação deve ter a tolerância de, no máximo, 0,5 % na medição, na faixa de 220 VCA. Detalhes de metrologia não são objetos deste estudo, mas podem ser encontrados na publicação Guia para Incerteza de Medição [6].

Segundo a norma IEC 686, a medição pode ser dividida em valores estáticos e valores dinâmicos. A grandeza estática deve ser medida após o tempo de 10 segundos mais o tempo de recuperação. O tempo de recuperação é definido como o tempo gasto para a acomodação da grandeza em observação, dentro do limite de tolerância, após a aplicação de uma variação rápida na grandeza de influência, ou seja, a grandeza que afeta diretamente a grandeza medida. Se várias grandezas têm influência na grandeza medida, pode-se variar apenas uma e manter as outras constantes. A figura 18 mostra a aplicação de uma variação da tensão de alimentação de 5% acima do valor nominal e a resposta da saída até atingir o limite de 3% do valor nominal de saída, onde encontramos o tempo de recuperação. A carga da UPS, durante a variação da tensão de entrada, é mantida constante. No valor dinâmico é considerada a variação ocorrida durante o tempo de recuperação. É importante salientar que a norma EB 2175 não faz essa divisão para os testes de desempenho, o que pode provocar erros de interpretação na comparação de resultados obtidos em laboratórios diferentes.

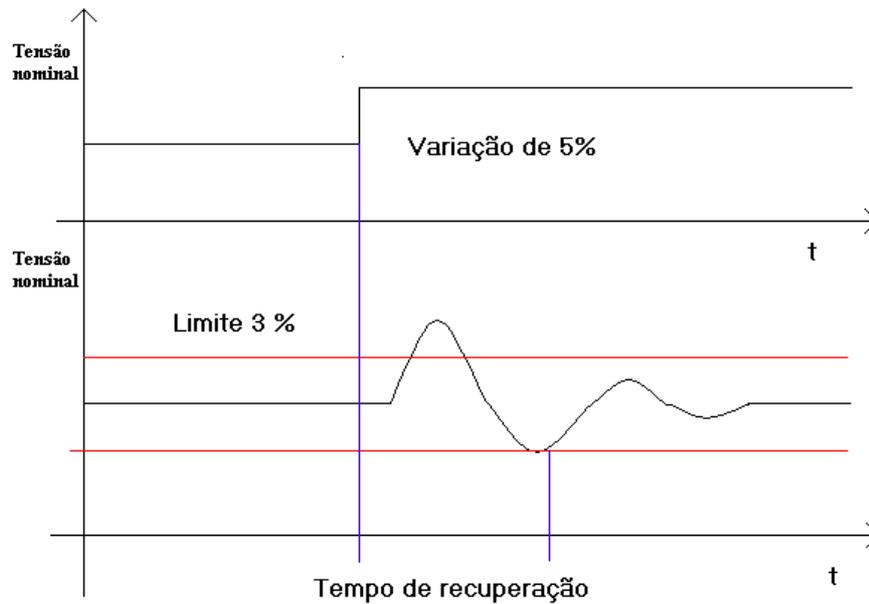


Figura 18 - Tempo de recuperação.

Particularizando para o caso de UPS monofásico ou bifásico de potência de 2 kVA, e usando os ensaios apresentados na norma EB 2175, podem-se definir as condições de testes adicionais aplicadas. O ensaio de regulação de carga, apesar de não estar definido na EB 2175, deve ser executado para verificação da qualidade da tensão de saída em função da variação da carga, mantendo a tensão e a frequência de entrada constantes. Aplicando a variação de carga de 0 a 100% do valor nominal, a tensão de saída não deve variar mais do que 2% de seu valor nominal para o comportamento estático. Note-se que a grandeza de influência é a variação de carga e a tensão e a frequência de entrada são mantidas constantes.

Deve-se ainda testar o comportamento dinâmico através do teste de degrau de carga e degrau de tensão de alimentação. No comportamento dinâmico é verificada a ondulação (overshoot) e o tempo de recuperação. A figura 19 ilustra a montagem para o teste do comportamento dinâmico. O efeito do comportamento dinâmico da saída é função da aplicação de degrau de carga ou de alimentação. O efeito dinâmico da saída é dependente da fase do sinal CA e do instante de aplicação do degrau de carga.

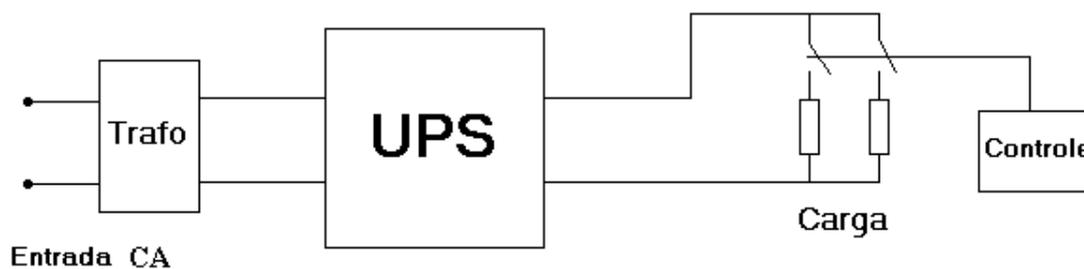


Figura 19 - Montagem para teste de comportamento dinâmico.

Assim, para a verificar a influência da aplicação do degrau de carga independente do instante de aplicação, deve-se usar o método de chaveamento da carga sincronizado com a rede elétrica, ou por método estatístico que comuta a carga de forma aleatória, por no mínimo, vinte vezes. Com esse procedimento, consegue-se uma grande precisão.

Na ausência de dados do fabricante, os valores sugeridos para o teste de regulação dinâmica são os degraus de carga de 80% a 100% e 100% a 80 % do seu valor nominal, mantendo a tensão de entrada constante. Para a tensão de entrada, o degrau será de 100% a 105% e 105% a 100% de seu valor nominal, mantendo a carga constante. A medição da regulação dinâmica pode ser feita pela estabilização do valor de pico da tensão de saída da UPS. Essa forma de regulação é de fácil observação através de um osciloscópio, sincronizado com o chaveamento da grandeza de influência. Existem outras formas de regulação que exigem dispositivos capazes de medir com rapidez a grandeza regulada. Por exemplo, no caso da regulação por valor médio, será necessário usar circuitos capazes de medir o valor médio de cada semi-ciclo. Entretanto, esses circuitos são lentos para a tecnologia empregada atualmente em UPS, o que leva à medição da regulação pela estabilização do valor de pico. A norma IEC 686 define as condições de teste para o ensaio de alimentação CA, usando a condição de carga nominal e tensão de entrada nominal. O resultado será uma

grandeza dinâmica, mas, podem-se usar as especificações do fabricante quando fornecidas. Para a medição da grandeza estática, aguardamos o tempo de 10 segundos mais o tempo de recuperação, após a aplicação do degrau de carga.

No ensaio de curto-circuito, deve-se, primeiramente, manter a saída da UPS em estado estático para equipamentos com limitação de corrente e aplicar o curto circuito à saída. Se for possível, deve-se registrar o valor transitório de corrente.

3.4.2 Norma IEC 1000-4-5 [2]

Para a proteção de entrada contra transientes de defeitos e transientes de descargas atmosféricas, não são exigidos testes especiais, apenas indicados. Assim, pode-se usar a norma IEC 1000-4-5 [2] (Testing and measurement Techniques – Section 5: Surge immunity test).

Os transientes podem ocorrer por chaveamento ou por descargas atmosféricas. As causas mais comuns de ocorrência de transientes por chaveamento são:

- Bancos de capacitores em sistemas de potência.
- Circuitos ressonantes associados a tiristores.
- Variações de carga na distribuição de potência.
- Falhas como curto circuito.

Os transientes por descarga atmosférica podem ocorrer por :

- Raios diretamente em circuito externo, injetando altas correntes no sistema de aterramento ou através de impedância de circuito externo, produzindo altas tensões.
- Raios induzidos, produzindo tensão nos condutores interno ou externo do sistema de alimentação .

- Corrente no aterramento, resultado de descarga ou indução direta ao terra.

Os equipamentos podem ser classificados quanto ao seu grau de proteção, comumente chamado de imunidade. Essa classificação é baseada no ambiente elétrico de alimentação .

A classe 0 é definida com ambiente bem protegido, os cabos de alimentação da sala têm proteção contra sobretensões primária e secundária. A proteção primária tem a função de suprimir alto nível de energia, e a proteção secundária suprime a energia restante da proteção primária. As unidades do equipamento eletrônico são conectadas a um sistema de aterramento bem projetado e não sofrem influência de instalações de potência ou para raios. A tensão de teste não ultrapassa 25 V .

A classe 1 é definida como ambiente parcialmente protegido, os cabos de alimentação da sala tem proteção contra sobretensões primárias. As unidades do equipamento eletrônico são conectadas a um sistema de aterramento bem projetado e não sofrem influência de instalações de potência ou pára-raios. Esse equipamento eletrônico é uma fonte de alimentação completamente separada de outro equipamento. Operações de chaveamento podem gerar tensões de interferências na sala. A tensão de teste não ultrapassa 500 V .

A classe 2 é definida como ambiente elétrico onde os cabos de alimentação são bem separados. A instalação é aterrada por cabos separados ligados a um sistema de aterramento de potência, o qual pode essencialmente sofrer interferências da própria instalação ou de raios . A fonte de alimentação dos equipamentos eletrônicos é separada de outros circuitos por um transformador especial. Existem, na instalação, poucos circuitos não protegidos mas bem separados. A tensão de teste não ultrapassa 1 kV .

A classe 3 é definida como ambiente elétrico onde cabos de potência e sinal são instalados em paralelo. A instalação é aterrada por um sistema de aterramento comum para potência no qual podem essencialmente sofrer interferências da própria instalação ou raios. Correntes de falhas, operações de chaveamento ou descargas atmosféricas na instalação de potência podem gerar interferência com amplitude de tensão relativamente alta no sistema de aterramento. Equipamentos eletrônicos protegidos e sem proteção são ligados na mesma rede de alimentação. Os cabos de interligação podem ser de circulação externa, mas fechados no mesmo sistema de aterramento. Cargas indutivas estão presentes na instalação e usualmente na mesma rede. A tensão de teste não ultrapassa 2 kV.

A classe 4 é definida como ambiente elétrico onde as interconexões são instaladas em paralelo com linhas externas de potência. A instalação é aterrada por um sistema de aterramento comum para potência no qual podem, essencialmente, sofrer interferências da própria instalação ou de raios. Correntes de falhas da ordem de kA, operações de chaveamento ou descargas atmosféricas na instalação de potência podem gerar interferência com amplitude de tensão relativamente alta no sistema de aterramento. A rede de alimentação pode ser a mesma para aplicações elétricas e eletrônicas. Um caso especial desse ambiente ocorre quando o equipamento eletrônico é conectado a rede de telecomunicações em uma área densamente povoada. A tensão de teste não ultrapassa 4 kV

A classe X é definida para condições especiais para a especificação de produtos.

Na tabela 3.5 temos a indicação das tensões usadas.

Classe	Linha a Linha	Linha a terra
0	Não aplicado	Não aplicado
1	NA	0,5 kV
2	0,5 kV	1 kV

3	1,0 kV	2,0 kV
4	2,0 kV	4,0 kV
X		

Tabela 3 5 - Tensões de teste para transientes.

Finalmente, podemos especificar um nível de imunidade mínimo para equipamentos conectados a rede pública de alimentação:

- Acoplamento linha a linha 0,5 kV
- Acoplamento linha terra 1 kV.

Uma vez definido o nível de imunidade, podem-se definir os critérios de avaliação:

- a) o equipamento em teste funciona dentro das especificações.
- b) o equipamento em teste sofreu paralisação ou queda de desempenho, no momento da aplicação da interferência, mas voltou a funcionar sem intervenção externa.
- c) o equipamento em teste sofreu paralisação temporária ou queda de desempenho, mas voltou a funcionar com intervenção externa do operador.
- d) o equipamento em teste sofreu paralisação ou queda de desempenho, mas não voltou a funcionar devido a falha de componentes ou software.

A forma do pulso usado para o teste de imunidade é definido com uma forma de onda dupla exponencial com tempo de subida de 1,2 μ s e tempo de descida de 50 μ s em circuito aberto, como se mostra na figura 20.

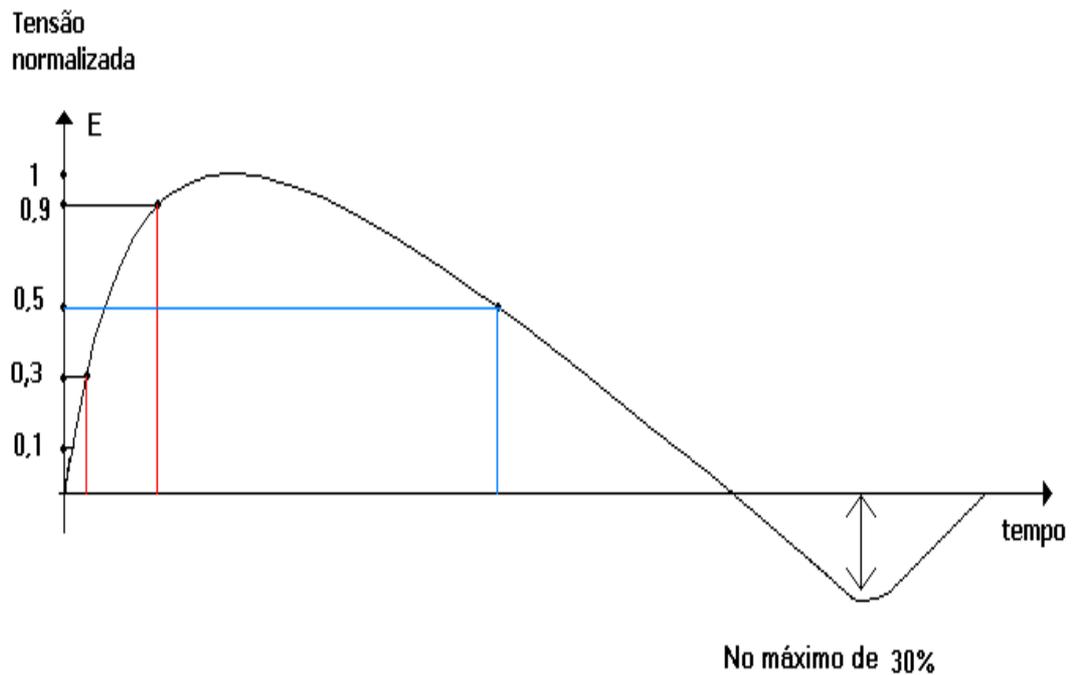


Figura 20 - Forma de onda para tensão para pulso de 1,2µs/50µs.

O tempo de subida é definido como 1,67 vezes o tempo gasto para a amplitude do pulso variar de 30% a 90% do valor máximo. O tempo de descida será aproximadamente o tempo de meio valor do pulso, indicado na figura 20. É admitida a variação de até 30% na amplitude do pulso em polaridade contrária, conforme indicado na mesma figura. O mesmo gerador, quando a sua saída é colocada em curto, deve apresentar um pulso de corrente de 8 µs de tempo de subida e 20 µs de tempo de descida. O tempo de subida é definido como 1,25 vezes o tempo gasto para a amplitude do pulso variar de 10% a 90% do valor máximo. A figura 21 mostra o pulso de corrente com duração de 8µs/20µs. Deve-se observar que, como no caso do pulso de tensão, é admitida a variação de até 30% na amplitude do pulso em polaridade contrária conforme indicado na figura 20. A relação entre a amplitude de tensão gerada quando em circuito aberto e a corrente gerada quando em curto circuito é de 2 Ω. A aplicação do pulso é feita entre fase e neutro conforme ilustra a figura 22, essa ligação é conhecida como diferencial.

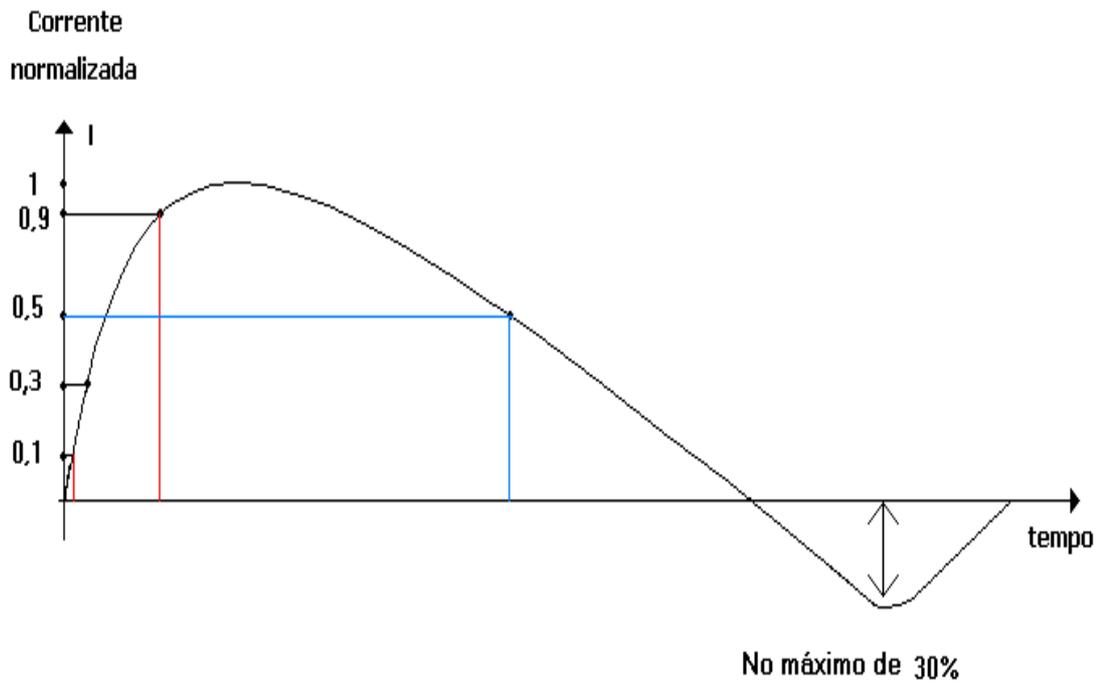


Figura 21 - Forma de onda para corrente para pulso de $8\mu\text{s}/20\mu\text{s}$.

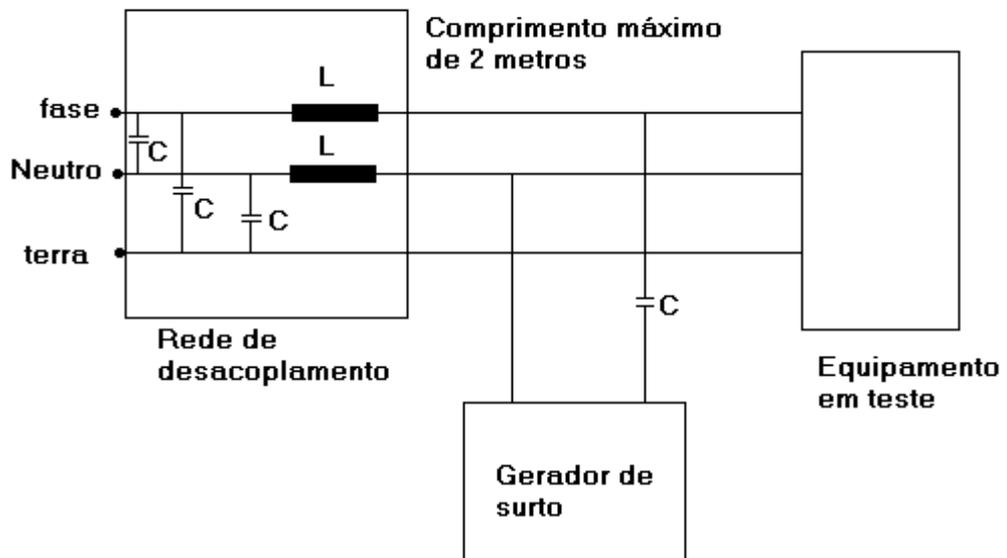


Figura 22 - Teste de surto em aplicação diferencial.

São aplicados cinco pulsos positivos e cinco negativos, com intervalo entre os pulsos de, pelos menos, um minuto. Observe-se que o acoplamento do gerador de pulsos é capacitivo e existe um filtro formado pelos indutores e capacitores na entrada de rede CA, com o objetivo de impedir a propagação do surto na rede elétrica. O cabo de ligação entre a aplicação do surto e o dispositivo em teste deve ser menor que dois metros. A aplicação do surto entre linha e terra é feita entre a fase e terra e neutro e terra, conforme ilustra a figura 23. A quantidade de pulsos aplicada é de cinco pulsos positivos e cinco negativos com o mesmo intervalo entre pulsos do caso anterior, maior que 1 minuto.

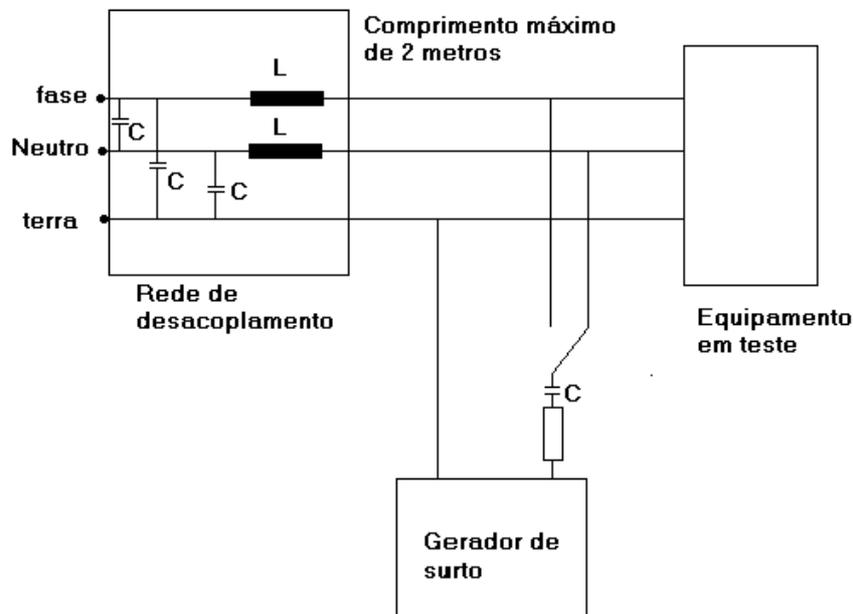


Figura 23 - Teste de surto em aplicação entre terra e linha.

3.4.3 Norma NBR 10152 [8]

Esta norma tem como objetivo fixar os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos. Para o caso de UPS, o local de instalação

será o ambiente de escritórios ou sala de computadores, portanto, o nível de ruído máximo admitido para o conforto acústico é de 60 dBA. A unidade dBA é a pressão sonora medida em relação a 20 µPa (Pascal) com a curva de ponderação do tipo A. O nível de pressão sonora ponderado é dado por :

$$L_{PM} = 10 \log\left(\frac{PA}{PM}\right) \quad (5)$$

Onde :

- PA é a pressão sonora medida na curva de ponderação
- PM é a pressão sonora de 20 µPA de referência
- L_{PM} é o nível de pressão sonora ponderado

A curva usada do tipo A é definida em relação a 1KHz. Ela leva em consideração a resposta de frequência do ouvido humano e pode ser encontrada na norma IEC 60651[9].

Para níveis superiores a 60 dBA, é considerado nível de desconforto acústico. Portanto, a medição realizada a um metro da UPS, em qualquer direção, deve ser menor que o limite máximo permitido.

3.5 Ensaio mecânicos

Conforme comentado anteriormente, este trabalho não trata das condições mecânicas. Sobre essas condições, recomenda-se a norma ETS 300 019-1-4 [7], que definem as condições de ambiente e os tipos testes de vibração e terremotos .

Capítulo 4 – Proposta para o teste de desempenho de UPS

4.1 Introdução

Após o estudo da norma EB 2175 e das normas que podem ser usadas para completar as condições de teste e valores limites é apresentada uma proposta de teste de desempenho de sistemas de alimentação de potência ininterrupta, para potências de 2kVA monofásico ou bifásico.

4.2 Condições gerais

A condição de carga nominal deve ser estabelecida como uma parcela da carga máxima, este valor não é fornecido nas normas pesquisadas. Portanto, com base na experiência, o valor adotado foi de 70% da potência aparente máxima. No caso particular tratado neste trabalho, uma UPS de 2kVA, foi adotado a potência de 1400W resistiva.

4.3 Ensaio da variação da tensão de entrada.

A UPS deve ser capaz de manter a tensão de saída com variação máxima de 3% do valor nominal para uma variação na tensão de entrada de 10 % do valor nominal, de acordo com a norma IEC 686. A frequência de entrada deve permanecer constante. A carga aplicada à saída deve ser, se possível, a carga nominal. A norma EB 2175 cita que o fabricante deve especificar a tolerância de tensão de entrada, mas não define valores limites.

4.4 Ensaio da variação da tensão de saída com a variação da frequência de entrada

A UPS deve ser capaz de manter a tensão de saída com variação máxima de 3% do valor nominal para uma variação na frequência de entrada de 2% do valor nominal. De acordo com norma IEC 686. A tensão de entrada deve permanecer constante. A carga aplicada à saída deve ser, se possível, a carga nominal. A norma EB 2175 cita que o fabricante deve especificar a variação de frequência de saída, mas não define valores limites.

4.5 Ensaio da tolerância de frequência de saída

A UPS deve ser capaz de manter a frequência de saída com variação máxima de 1% de seu valor nominal, para a frequência de entrada constante de acordo com a norma IEC 686. A carga aplicada à saída deve ser, se possível a carga nominal. A norma EB 2175 cita que o fabricante deve especificar a tolerância de frequência de saída, mas não define valores limites.

4.6 Ensaio do conteúdo harmônico relativo de saída

A UPS deve ser capaz de apresentar conteúdo harmônico na saída de, no máximo, 5%, para uma variação de carga de saída de 0 a 100% do valor nominal de acordo com a norma IEC 686. O conteúdo harmônico máximo presente na entrada deve ser limitado a 10% de acordo com a norma EB 2175.

4.7 Ensaio de regulação dinâmica

A UPS deve ser capaz de manter a tensão de saída, quando uma grandeza de influência sofrer variação. Por grandeza de influência pode-se entender a variação de carga ou a variação da tensão de entrada. O tempo de recuperação mínimo não foi definido na

norma EB 2175. A norma IEC 686 define que a variação de carga de 100 % a 80 % e de 80 % a 100 % do valor nominal. O limite da oscilação de saída para a marcação de tempo de recuperação é de 3%, conforme mostrado na figura 18 do capítulo 3.

4.8 Ensaio de regulação estática

Seguindo a especificação da norma IEC 686, a UPS deve ser capaz de manter a tensão de saída, quando uma grandeza de influência sofrer variação. Seguindo a especificação da norma IEC 686, a UPS deve ser capaz de manter a tensão de saída com variação máxima de 2% de seu valor nominal, para a variação de carga de 0 a 100% do valor nominal. A tensão de entrada é mantida constante. O tempo de leitura na regulação estática é de 10 segundos mais o tempo de recuperação. A norma EB 2175 não apresenta valores limites nem formas para a medição da regulação estática.

4.9 Ensaio de autonomia do banco de baterias

A UPS deve ser capaz de manter a tensão de saída com variação máxima de 2% de seu valor nominal, alimentada somente pelo banco de baterias. A carga aplicada é a carga nominal e o tempo limite é fornecido pelo fabricante. Este teste é citado na norma EB 2175 mas não é específica a carga a ser aplicada aplicada.

4.10 Ensaio de capacidade de sobrecarga

A UPS deve ser capaz de suportar sobrecarga. Nesse teste os limites de sobrecarga e de sua duração são estabelecidos pelo fabricante. Este teste é citado na norma EB 2175, mas não são definidos limites.

4.11 Ensaio de capacidade de curto circuito

A capacidade de curto-circuito deve ser ensaiada, ligando um fusível diretamente na saída da UPS, a capacidade do fusível deve se compatível com a capacidade da UPS, de acordo com a norma EB 2175.

4.12 Ensaio de rendimento

O rendimento da UPS deve ser verificado, através das medições da potência de entrada e saída da UPS. O banco de baterias deve estar com carga completa e, na saída é aplicada a carga nominal. Este teste é citado na norma EB 2175 mas não é específica a carga aplicada.

4.13 Ensaio de retorno de alimentação CA

A UPS deve ser capaz de manter a carga nominal e o carregamento do banco de baterias. Para esta medição deve-se esgotar o banco de baterias e aplicar na saída da UPS a carga nominal, ligar a tensão de alimentação na entrada da UPS e verificar a existência de variações na tensão de e na frequência de saída de acordo com a norma EB 2175.

4.14 Ensaio de proteção contra surtos na rede CA

A UPS deve ser capaz de suportar os pulsos de interferência eletromagnética aplicados a rede CA. Para este ensaio deve-se, definir uma classe de imunidade da UPS em função do local de funcionamento, aplicar 10 pulsos em intervalos de 1 minuto entre fase e fase e fase e terra de acordo com a norma IEC 1000-4-5.

4.15 Ensaio de correntes de partida de Motores

A UPS deve ser capaz de suportar a corrente de partida de motores elétricos. Para este ensaio deve-se, aplicar na saída da UPS uma carga resistiva simulando a corrente de 6

vezes o valor da corrente nominal de um motor compatível com a carga da UPS. A duração da aplicação é de 3 ciclos de rede CA e a ocorrência é feita em qualquer instante da tensão de entrada. Este teste é citado na norma EB 2175, mas não especifica a carga aplicada e a duração do teste.

4.16 Ensaio Climático

A UPS deve ser capaz de operar nas condições de temperatura e umidade relativa do local do usuário. Para este ensaio deve-se, definir uma classe em função dos parâmetros climáticos no local da instalação e aplicar o teste conforme a norma SDT 240-600-703.

4.17 Ensaio de ruído audível

A UPS deve ser capaz de funcionar em harmonia com o ambiente do usuário. Para este ensaio deve-se, definir o nível de ruído de acordo com o local de instalação da UPS e medir a pressão sonora a 1 metro da UPS em todas as direções, de acordo com a norma NBR 10152.

4.18 Resumo dos testes

Para uma visão sistêmica do ensaio a tabela 4.1 reúne as normas aplicadas em cada teste, os limites fornecidos e as condições que devem ser empregadas.

Teste executado	Normas aplicadas	Valores Limites	Condições de teste
Condições elétricas de entrada variação de tensão	EB 2175 e IEC 686	3% de variação da tensão de saída	Variar a tensão de entrada de $\pm 10\%$
Condições elétricas de entrada variação de frequência	EB 2175 e IEC 686	3% de variação da tensão de saída	Variar a frequência de entrada de $\pm 2\%$
Tolerância de frequência de saída	IEC 686	1% de variação da frequência de saída	Manter a frequência de entrada constante

Conteúdo harmônico relativo de saída	IEC 686 e EB 2175	5% de conteúdo harmônico de saída	Máximo conteúdo harmônico de entrada de $\pm 10\%$
Regulação dinâmica	IEC 686	Não define o tempo de recuperação mínimo	Variar a carga de 80 a 100% e 100 a 80%
Regulação estática	IEC 686	2% de variação da tensão de saída	Variar a carga de 0 a 100%
Autonomia do banco de baterias	EB 2175	Verificação do tempo de funcionamento	Usar carga nominal (70 % da carga máxima)
Capacidade de sobrecarga	EB 2175	120% do valor máximo indicado pelo fabricante	Aplicar sobrecarga por 10 segundos
Capacidade de curto circuito	EB 2175	Não especificado	Colocar curto-circuito na saída via fusível
Rendimento	EB 2175	Não especificado	Usar carga nominal (70 % da carga máxima)
Retorno de alimentação CA	EB 2175	Não especificado	Verificar a capacidade de corrente do carregador
Proteção contra surtos na rede CA	IEC 1000-4-5	Suportar 10 pulsos entre fase e terra e 10 pulsos entre fases	Aplicar pulsos de 1kV entre fase e terra e 500V entre fases
Correntes de partida de motores	EB 2175	Não especificado	Aplicar 40 ampères por 3 ciclos de rede CA
Ensaio climático	SDT 240-600-703	Suportar temperaturas de 0 a 50 C°	Usar carga nominal (70 % da carga máxima)
Ruído audível	NBR 10152	60 dBA medido a um metro do UPS em todas as direções	Usar carga nominal (70 % da carga máxima)

Tabela 4.1 - Resumo dos testes

Capítulo 5 – Parte experimental

5.1 Introdução

Definidas as condições de teste e os valores limites para as grandezas a serem ensaiadas, podem-se começar os testes de desempenho na UPS. Neste capítulo, comentar-se-á como foi feita a montagem, quais são os equipamentos usados e qual é o resultado de cada teste, para o caso particular de uma UPS monofásica ou bifásica de potência de 2 kVA. A potência definida como potência nominal será de 1400W em carga resistiva. Se for usada toda a potência disponível em carga resistiva, poderá ocorrer a ativação dos circuitos de proteção de corrente máxima com a consequência de produzir resultados incorretos. A potência máxima adotada de 1400 W em carga resistiva corresponde a 70% da potência máxima disponível na saída. Em alguns modelos testados, quando a condição de 2000W em carga resistiva é aplicada, ocorre a sinalização de sobrecarga.

5.2 Condições elétricas de entrada

Neste teste, verifica-se se a UPS é capaz de operar com a variação de tensão e frequência da rede CA, de acordo com a norma EB 2175 indicada em condições normais de serviço. O valor da variação da tensão de entrada, indicado na especificação do fabricante, é superior ao valor indicado na norma EB 2175. Assim o teste será executado com a especificação do fabricante. Para o limite de saída, será adotada a norma IEC 686. A tensão nominal de ensaio para a UPS proposta é de 220 VCA na configuração FFT, ou seja, bifásico e terra. O limite estabelecido pelo fabricante é de $\pm 15\%$ da tensão nominal e a carga usada para teste foi de 500 W. Esse limite de carga é imposto pela fonte HP 6812 A usada. O procedimento para a execução do teste foi, a partir da tensão nominal, variar a entrada de passos de 1 VCA até o limite máximo de 253 VCA, mantendo a frequência em seu valor nominal de 60 Hz. Retorna-se para a tensão nominal e novamente, varia-se a

entrada de passos de -1VCA até o limite de 187 VCA . A variação aceitável para a saída é de 3% de acordo com a norma IEC 686. O resultado da medição será em regime estático. Observa-se que a grandeza de influência usada será a variação da tensão de entrada, mantendo-se a carga e a frequência de entrada constantes.

Equipamentos utilizados:

- Fonte de potência CA, modelo HP 6812 A
- Multímetro, modelo HP34401 A
- Multímetro, modelo Minipa ET2001
- Carga resistiva , modelo CR 60
- Osciloscópio, modelo TDS 340

A montagem usada para o teste é mostrada na figura 24

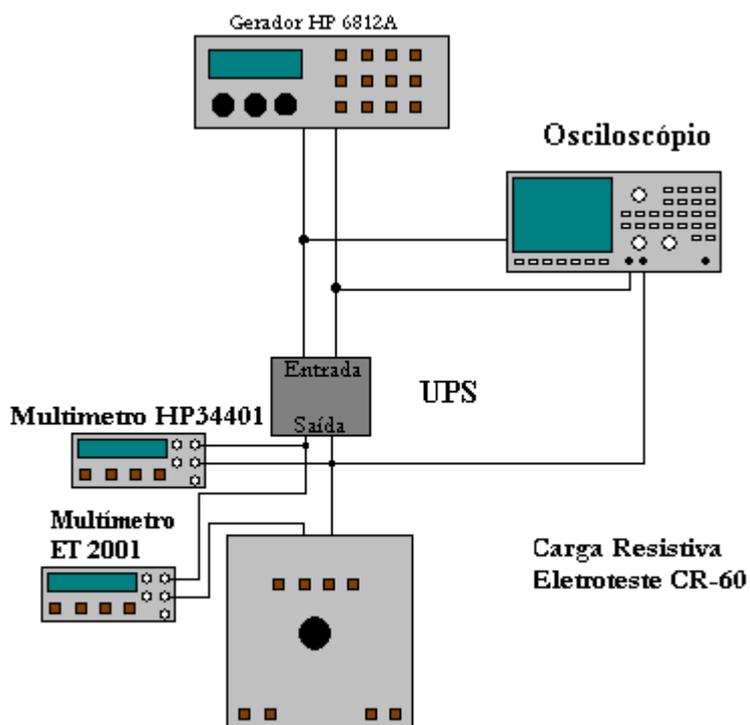


Figura 24 - Montagem usada para o ensaio de condições elétricas de entrada.

A tensão de saída permaneceu constante em 221,3 VCA para toda a faixa de variação da tensão de entrada. Portanto está dentro da variação do limite de variação previsto de 226,6 VCA a 213,4 VCA. A potência de saída foi mantida em 500W sem alteração. Usando a mesma configuração, pode-se medir a regulação com a variação da frequência de entrada, mantendo a carga e a tensão de entrada constantes. Observa-se que a tolerância do fabricante ($\pm 4\%$ do valor nominal) é maior que a especificação na norma EB 2175 (limite de 2%), e novamente será usada a especificação do fabricante. A carga usada é de 500 W, sendo este limite imposto pela fonte CA HP 6812 A. O procedimento é manter a tensão de entrada em 220 VCA e variar a frequência de 60 HZ em passos de 0,1 Hz até 62,4 Hz . Repetido para a condição de 60 HZ e variação de $-0,1$ Hz até 57,6 Hz. A tensão de saída para a frequência de 57,6 Hz, foi de 220,5 VCA e a potência de 490 W. Para a frequência de 62,4 Hz, a tensão de saída foi de 222,2 VCA e potência de 520 W, dentro da especificação de 226,6VCA a 213,4VCA prevista na norma IEC 686. Durante esse teste, verifica-se a sincronização pelo acompanhamento da variação da frequência de saída em relação à frequência de entrada através do osciloscópio TDS 340 em apenas uma das fase para o terra. Esse procedimento é necessário, pois o terra do osciloscópio é ligado diretamente ao terra geral via o cabo de alimentação. Qualquer tentativa de medir a tensão entre fase e fase provocará um curto-circuito entre fase e terra. As figura 25 e 26 ilustram os equipamentos usados no teste de variação de frequência.



Figura 25 - Equipamentos usados no ensaio de condições elétricas de entrada Visão 1.

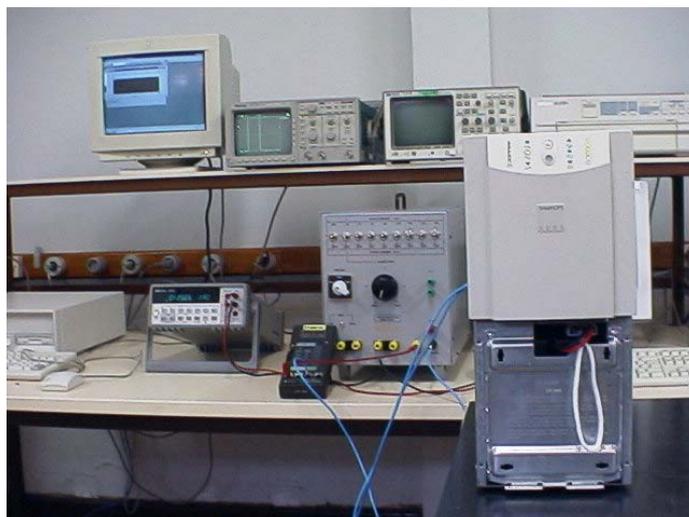


Figura 26 - Equipamentos usados no ensaio de condições elétricas de entrada Visão 2.

5.3 Características elétricas de saída

5.3.1 Tolerância de frequência de saída

Na norma IEC 686, a tolerância admitida para a frequência de saída é de $\pm 1\%$ do valor nominal, para a variação da frequência de entrada de $\pm 2\%$ de seu valor nominal. Entretanto, devido à sincronização, a variação de entrada é transmitida à saída. Dessa forma a variação intrínseca da frequência de saída deve ocorrer quando a frequência de entrada for estável. Partindo desse pressuposto, se a fonte CA usada tiver uma tolerância 10 vezes melhor que a tolerância admitida na norma, o resultado obtido será válido. A tolerância da fonte CA deve ser melhor que 0,1% na frequência de 60 Hz.

Equipamentos utilizados:

- Fonte de potência AC, modelo HP 6812 A
- Multímetro Digital, modelo HP 34401 A
- Multímetro Digital, modelo ET 2001

- Carga resistiva , modelo CR 60

A montagem usada para o teste é a mesma mostrada na figura 24, porém, o osciloscópio não é utilizado. Como a norma IEC 686 não define as condições de carga, foi usado o pior caso possível, ou seja, a variação da carga de 0 a 500W, e a aquisição de dados foi obtida através do multímetro modelo HP 34401 A e de um programa de captura e análise de dados. Com esse programa, chamado de Benchlink, é possível armazenar todos os dados coletados em um gráfico. O procedimento para este ensaio é o de ajustar o tempo de amostragem do programa em 10 s e, aleatoriamente, mudar a carga de 0 para 500W. Decorridos 50 minutos, os dados coletados são colocados em um gráfico mostrado no anexo 1. A variação máxima obtida com esse método é menor que 0,1 Hz, ou seja, 0,17 % do valor nominal.

5.3.2 Conteúdo harmônico de corrente de saída

A exigência para esse ensaio é a limitação em, no máximo, de 10% do conteúdo harmônico presente na entrada de alimentação da UPS. A norma EB 2175 não especifica diretamente o conteúdo harmônico relativo da saída, mas a norma IEC 686 limita em 5% . Portanto, na falta de especificação do fabricante será usado a referência da norma IEC 686.

Equipamentos utilizados:

- Multímetro Digital, modelo HP 34401 A
- Multímetro Digital, modelo ET 2001
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Medidor de distorção harmônica, modelo HM 8027

A montagem usada para o teste é mostrada na figura 27. Para o ensaio não são definidas as condições de carga , assim a medição foi feita sem carga e com carga máxima resistiva. O procedimento usado foi a medição direta do conteúdo harmônico relativo de saída na condição de carga máxima, repetido para a condição sem carga.

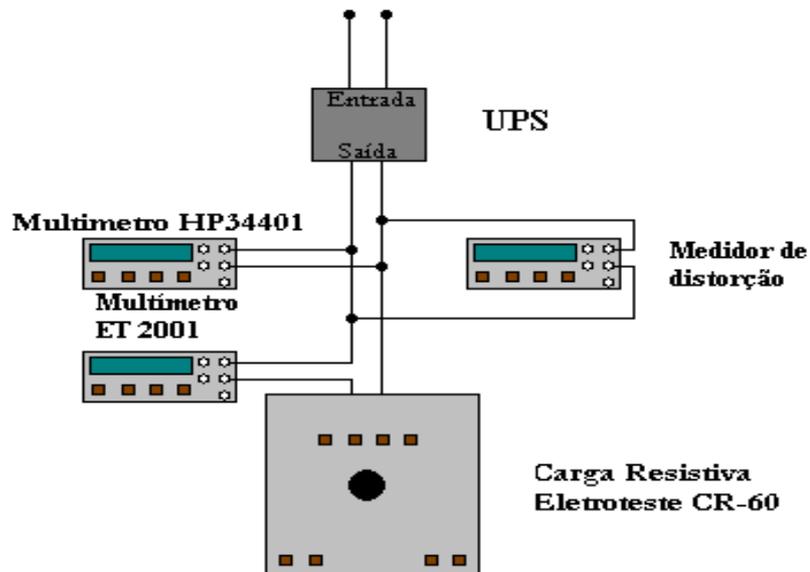


Figura 27 - Montagem para o teste de conteúdo harmônico relativo de saída.

Para a condição de carga máxima, foram medidos 4,8% de conteúdo harmônico relativo e, para a condição sem carga, 1,6%. Deve-se tomar cuidado com o tipo de medidor de distorção harmônico usado. Geralmente, a entrada pode ser aterrada e a ligação direta na saída da UPS pode provocar um curto circuito entre a fase e terra. A solução encontrada para eliminar este efeito é desligar o terra da UPS e usar um transformador isolador entre a rede CA e a entrada da UPS, conforme ilustrado na figura 28. Observe-se que a saída da UPS foi ligada com 220V entre fase e terra .

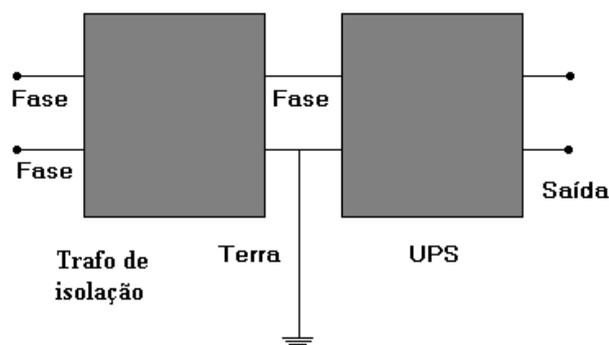


Figura 28 - Isolação usada para a medição de conteúdo harmônico de saída.

A montagem para o teste de distorção harmônica é ilustrada na figura 29.

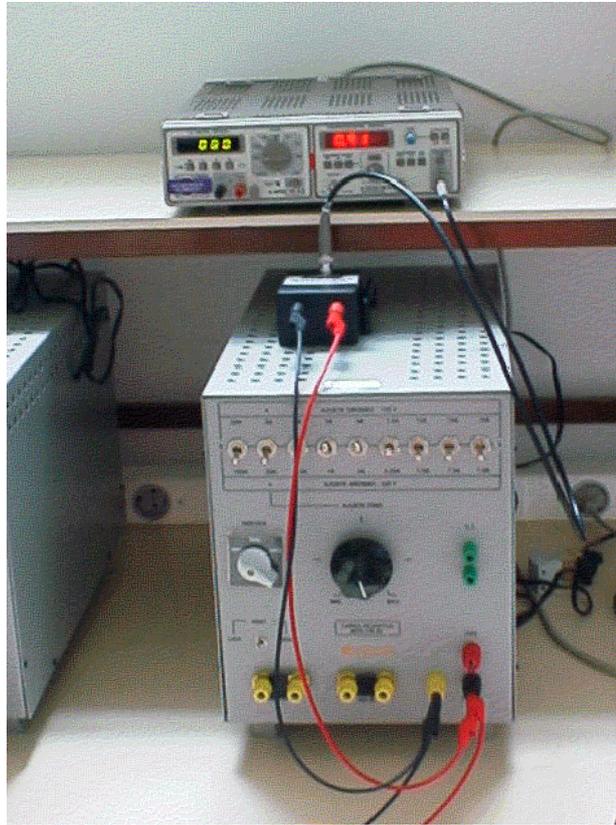


Figura 29 - Montagem para o teste de distorção harmônica de saída.

5.3.3 Regulação dinâmica

Para a medição da regulação dinâmica, a norma IEC 686 especifica a variação da carga de 80% para 100% da carga nominal e o retorno de 100% para 80%. A variação máxima de saída, em regime dinâmico, deve ser medida com variação de carga de saída e a tensão de entrada fixa, conforme mostrado no capítulo 3, item 3.4.1

Equipamentos utilizados:

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Osciloscópio digital , modelo TDS 320
- Multímetro digital, modelo ET 2001

A montagem usada para o teste é mostrada na figura 30.

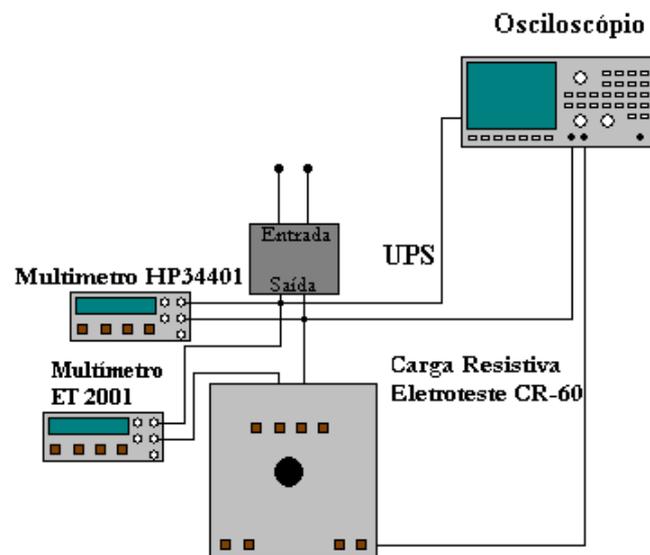


Figura 30 - Montagem para a medição de regulação dinâmica.

Aplica-se um degrau de carga sincronizada com o osciloscópio, obtém-se o resultado mostrado na figura 31. Na configuração da figura 30, usa-se o osciloscópio sincronizado pela carga resistiva, para conseguir a medida da saída da UPS sincronizada com o instante de aplicação da carga na saída. Esse artifício é conseguido com o osciloscópio na posição de gatilho (trigger) no canal 2, e aplicando-se uma tensão CC de controle na carga CR 60. Para congelar a imagem usa-se o modo de gatilho na posição normal, que garante a memorização de uma varredura completa. Na figura 31, o degrau de carga foi aplicado no semiciclo negativo do sinal de saída da UPS e praticamente não se verificou variação nos valores dos picos seguintes.

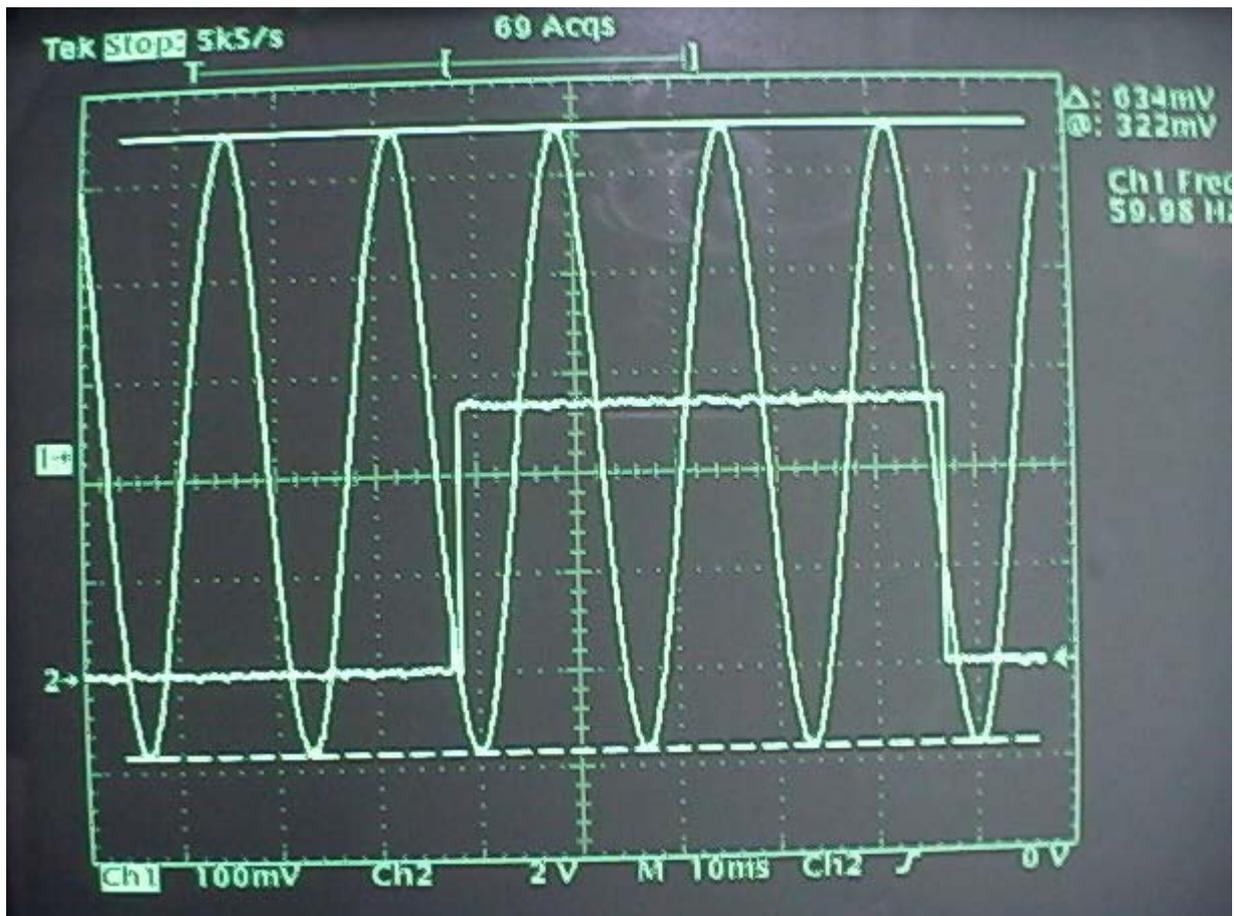


Figura 31 - Regulação dinâmica.

Com base nesses dados, não ficaram claros o valor e o tempo gasto para a UPS regular o sinal de saída, quando aplicado o degrau de carga de 80% a 100% de seu valor nominal. Assim, utilizou-se um programa de captura e análise de dados. Pode-se usar o multímetro HP 34401 A como registrador de valor eficaz. O tempo de amostragem ajustado no multímetro é de 10 ms por amostra e o resultado com a aplicação do degrau de carga variando de 80% a 100% é mostrado no anexo 2. A variação mostrada no anexo 2 é de aproximadamente de 1,6Vpp , o que justifica a leitura do osciloscópio quase constante. O tempo gasto para estabilização não ficou evidente de acordo com o anexo 2, pois os pulsos ocorridos são aleatórios e podem ser provocados pela própria regulação da UPS. Usando esses dois métodos, não foi possível fazer a medição do tempo de recuperação, apenas

pode-se afirmar que, em menos de meio ciclo, a UPS é capaz de regular o valor de pico do sinal de saída .

De acordo com o item 3.4.1, a norma IEC 686 define o chaveamento da carga em sincronismo com a rede elétrica ou, aleatoriamente, por no mínimo vinte vezes. Este procedimento foi seguido e o resultado não se alterou, independente do instante de acionamento no ciclo de rede CA.

5.3.4 Regulação estática

Para a medição da regulação estática, o degrau de carga aplicada é de 0 a 100% do valor nominal e o tempo de medição de 10 segundos após. A tensão e frequência de entrada são mantidas constantes.

Equipamentos utilizados:

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Multímetro digital, modelo ET 2001

Usando o mesmo programa de captura e análise de dados para o multímetro HP 34401 A, com o tempo de amostragem ajustado para 10 segundos, tem – se o resultado mostrado no anexo 3. A tensão, antes da aplicação do degrau de carga, estava em torno de 223,4 VCA e, após a aplicação, a tensão caiu para 221,4 VCA. Esses valores são mantidos na seqüência de carga 0% e 100% do valor nominal, respectivamente. O limite aceitável é de até 2% do valor nominal, ou seja, 4,4 VCA. Logo, a variação de aproximadamente 2 VCA está dentro das especificações. Para a regulação estática não é necessária a sincronização do chaveamento de carga com a leitura do multímetro ou osciloscópio, pois o tempo entre o estados estacionários é o tempo de estabilização mais 10 segundos.

A montagem utilizada é mostrada na figura 32 .

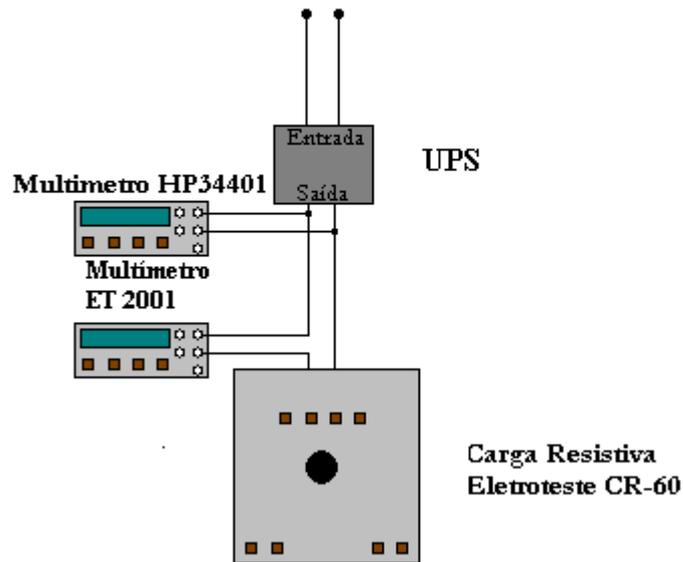


Figura 32 - Montagem para o teste de regulação estática.

5.3.5 Autonomia do banco de baterias

A norma EB 2175 indica o teste de autonomia nominal com o objetivo de verificar a capacidade do banco de baterias de manter o inversor em funcionamento com carga plena resistiva.

É verificada ainda se existem variações de tensão e de frequência durante a passagem da alimentação da rede CA para o banco de baterias .

Equipamentos utilizados :

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Multímetro digital, modelo ET 2001

A montagem usada para o teste de autonomia é a mesma mostrada na figura 32. Com o banco de baterias completamente carregado, é aplicada uma carga resistiva nominal. O registro do tempo é feito pelo programa de captura e análise de dados até o tempo definido nas especificações do fabricante. No anexo 4, tem-se o resultado do ensaio de autonomia . O tempo de amostragem usado foi ajustado para 5 segundos, com 2000 medidas, resultando no tempo de aproximadamente 2 horas e 47 minutos sem queda de desempenho. Nota-se que existe a tendência de queda da tensão de saída de 221,9 VCA para 221,8 VCA. Como o inversor ainda permaneceu alimentado após o tempo de 2 horas e 47 minutos, o tempo de autonomia é ainda maior. Esse resultado não inviabiliza o teste, pois o objetivo é verificar se a especificação do fabricante é verdadeira. A especificação do fabricante para o modelo testado é de 2 horas em carga nominal, portanto o resultado do teste está acima da especificação.

5.3.6 Capacidade de sobrecarga

Para o ensaio de sobrecarga, a norma EB 2175 não especifica as condições de teste, é usada a especificação do fabricante. Os valores típicos para sobrecarga estão em 120% do valor de carga nominal, por um período de 10 segundos e, durante esse tempo, a UPS deve manter-se em funcionamento. Como a norma EB 2175 ou a norma IEC 686 não definem o desempenho durante a aplicação da sobrecarga, a variação da tensão de saída não é especificada. Portanto, se ocorrer a variação de tensão e frequência na saída da UPS, durante a aplicação da sobrecarga, esse fato deve ser anotado.

Equipamentos utilizados :

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Multímetro digital, modelo ET 2001

A montagem usada para o teste de autonomia é a mesma mostrada na figura 32.

Para a UPS de 1400W, nominal a potência de sobrecarga resistiva aplicada deveria se de 1680W, durante 10 segundos, e a saída monitorada. Durante a aplicação da sobrecarga, a tensão de saída permaneceu inalterada em 221 VCA e a frequência manteve-se em 60 Hz.

5.3.7 Capacidade de curto circuito

Neste teste é aplicado um curto-circuito na saída da UPS, via fusível rápido de 15 A. O objetivo é verificar a capacidade de corrente de curto-circuito. Entretanto, a proteção da UPS não permitiu a atuação do fusível. Quando o curto-circuito foi acionado, a proteção reduziu a tensão de saída para zero e indicou a situação de alarme. Após a retirada do curto-circuito de saída e a reinicialização da UPS, ela funcionou normalmente.

Assim, de acordo com a norma EB 2175, este teste deveria medir a capacidade de corrente de curto-circuito. Entretanto, a proteção atuou antes e não se conseguiu medir a corrente de surto no instante em que ocorreu o curto circuito.

5.3.8 Rendimento

Para o teste de rendimento, não é definido limite pelas normas EB 2175 ou IEC 686. Dessa forma o valor do rendimento foi medido e indicado o seu valor para possível comparação entre fabricantes diferentes.

Equipamentos utilizados :

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Multímetro digital, modelo ET 2001

Na figura 33 é mostrado a configuração para o teste de rendimento.

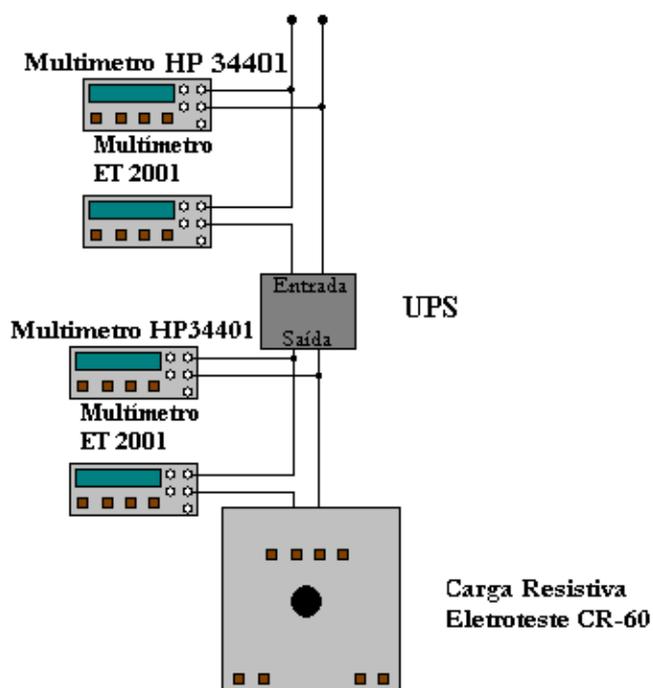


Figura 33 - Montagem para o teste de rendimento.

Com os multímetros mediram-se a potência ativa de saída e a potência ativa de entrada. Para a potência de entrada de 1650 W, a potência entregue à saída foi de 1397 W, o que indica o rendimento de aproximadamente 85%. Para minimizar os efeitos de distorções na forma de onda no valor medido, é recomendado usar multímetros com valor eficaz verdadeiro (True RMS) e ativar a melhor precisão possível.

5.3.9 Retorno de alimentação CA

Para o teste de retorno de alimentação CA, é verificado se a tensão e frequência de saída variam quando a rede CA é novamente aplicada à entrada da UPS e, principalmente, se o carregador é capaz de suportar a corrente máxima de carga da bateria e a carga nominal, simultaneamente.

Equipamentos utilizados:

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Multímetro digital, modelo ET 2001

A montagem usada para o teste de retorno de alimentação CA é a mesma mostrada na figura 32.

A norma EB 2175 não define como executar esse teste, por isto, para caracterizar melhor o carregador, o banco de baterias foi completamente descarregado, foi aplicada à saída a carga nominal e a entrada CA foi conectada à entrada da UPS. O resultado é mostrado no anexo 5 e verifica-se que a tensão de saída permanece constante em 59 VCA por aproximadamente 60 amostras de 10 ms . Após esse tempo, aumenta a tensão de saída para 222 VCA que permanece aproximadamente constante nesse valor.

5.3.10 Proteção contra surtos na rede CA

Para UPS de uso em rede comercial, pode-se supor a classe 2 de operação, de acordo com a norma IEC 1000-4-5 onde são aplicados pulsos de 1kV entre fase e terra, e 500V entre fase e fase. O critério de avaliação pode ser a operação normal após a ocorrência da perturbação eletromagnética .

Equipamentos utilizados :

- Gerador de pulsos modelo Best shaffner
- Carga resistiva, modelo CR 60

Após a aplicação de cinco pulsos positivos e cinco pulsos negativos entre fase e terra e entre fase e neutro, com a duração entre pulsos de um minuto, a UPS manteve o seu funcionamento normal. Neste teste, durante a aplicação da perturbação eletromagnética, a saída não foi monitorada, pois o objetivo do teste é a comprovação da resistibilidade contra surtos na entrada.

A montagem usada é mostrada na figura 34.

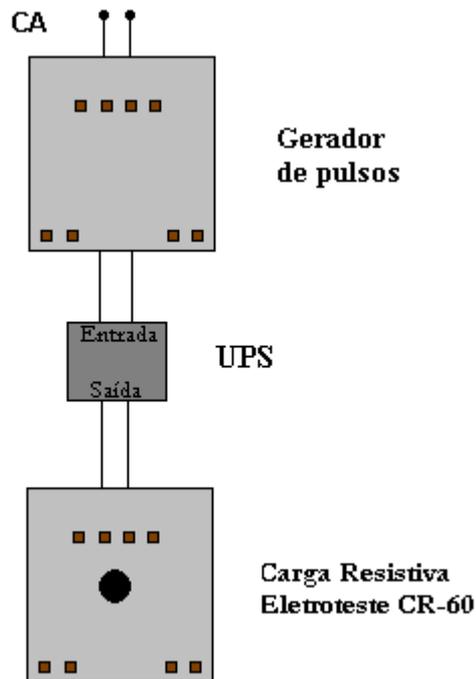


Figura 34 - Montagem para o teste de surtos na rede CA.

5.3.11 Correntes de partida de motores.

No teste de sobrecarga proposto pela norma EB 2175, são especificados testes de pequena duração simulando em carga real de partida em motores. Dessa forma, para motores de 2 CV e alimentação bifásica em 220 VCA, a corrente de partida será de aproximadamente 40 ampères, com duração da partida de três ciclos de rede CA. Partindo dessa premissa, foi desenvolvido um circuito eletrônico sincronizado com o sinal de controle capaz de acionar tiristores, controlando uma carga resistiva. Esse circuito recebe a informação da fase de um sinal de controle e gera pulsos de controle para os SCR ligados em antiparalelos. A lógica usada no controle ativa os SCR a cada 30 segundos, em sincronismo com o sinal de controle durante 50 ms. Para melhor entendimento do circuito de controle, é mostrado o diagrama de tempo na figura 35.

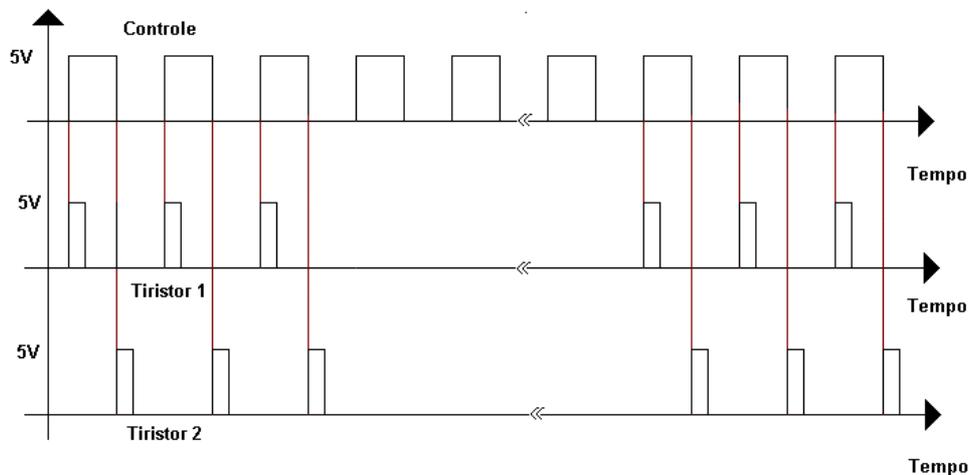


Figura 35 - Diagrama de tempo do circuito de disparo.

O diagrama em blocos do circuito disparador é mostrado na figura 36. O Detetor de zero é usado para garantir a operação sincronizada dos tiristores com um sinal de controle e inicializa os temporizadores do primeiro e segundo estágios. Para o acionamento do tiristor 1 durante o semi ciclo positivo da rede CA, o temporizador do primeiro estagio gera a partir do sinal de sincronização um nível lógico 1 que é aplicado ao circuito de controle lógico, que por sua vez é aplicado no isolador. Para o semi ciclo negativo, o temporizador do segundo estágio gera o nível lógico 1, quando o detetor de zero atingir nível lógico baixo, esse sinal é aplicado no isolador via o circuito de controle lógico. Para garantir que apenas os três primeiros pulsos são aplicados o temporizador do primeiro estágio aciona o controle lógico e bloqueia o isolado no final do terceiro ciclo de rede CA. Como o teste ocorre não apenas uma vez mas repetidas vezes, o temporizador defini um tempo de 30 segundos aproximadamente para a nova ocorrência do ciclo. O isolador tem a função a isolação entre a parte de controle e a parte de potência, além de retirar a referência de terra no circuito de potência. Para garantir a partida do motor em qualquer instante em relação a rede CA, é aplicado um sinal de controle com a mesma frequência da rede CA porém sem relação de sincronismo, assim se o tempo de transcorrido de aplicação dos pulsos for relativamente grande, podemos afirmar que o teste ocorreu em todos os instantes do ciclo da rede CA. No anexo 7 é mostrado o circuito do disparador. O tempo estimado para a execução foi de 60

minutos e a saída CA, monitorada. O objetivo principal é verificar se o inversor interrompe seu funcionamento durante e após a aplicação da partida.

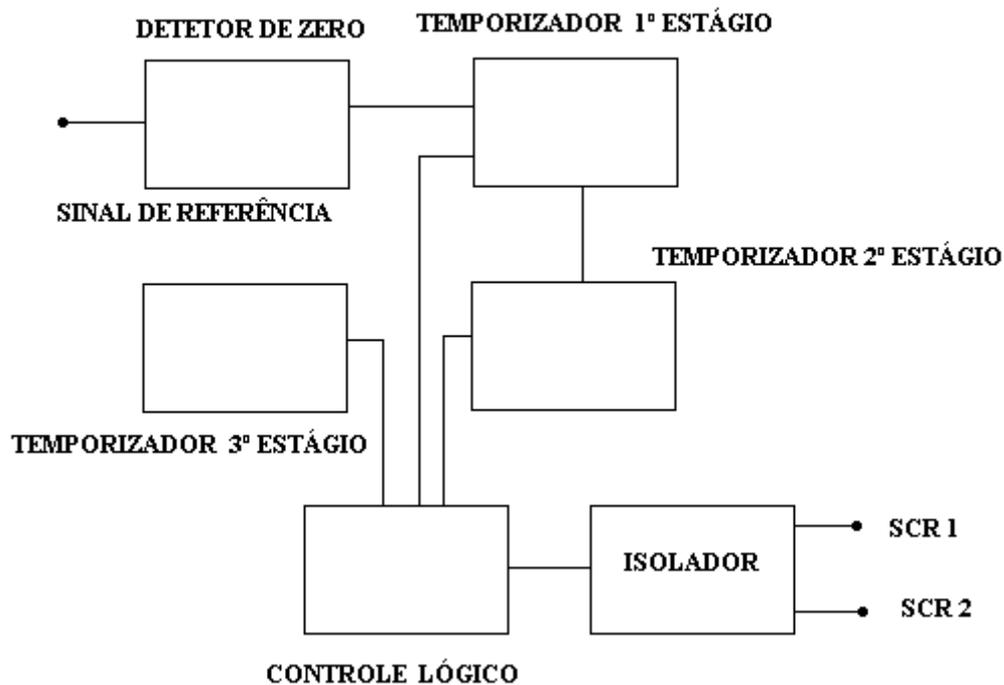


Figura 36 – Diagrama em blocos do circuito disparador

Equipamentos utilizados:

- Multímetro, modelo HP 34401 A
- Disparador
- Carga resistiva, modelo CR 60

Na figura 37 são mostrados a montagem do disparador e os tiristores usados no teste de corrente de partida. Após a aplicação de 60 minutos de disparos e monitorando a saída com o multímetro HP 34401 A e o software Benchlink, obteve-se o gráfico do anexo 6, no qual se verifica apenas um aumento ou uma redução de tensão durante a ocorrência do disparo. Porém, o inversor em nenhum instante interrompe sua operação .

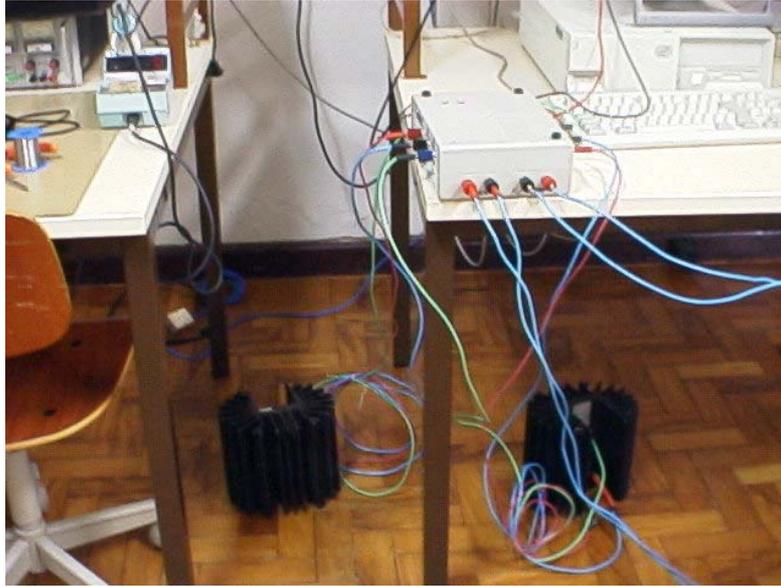


Figura 37 – Ligação dos circuitos de teste de corrente de partida.

Na figura 38 é mostrado o circuito de disparo para a corrente de partida.

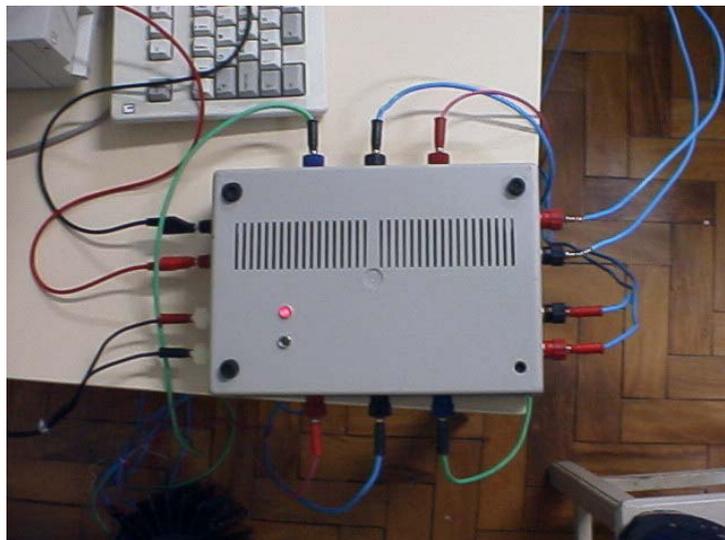


Figura 38 - Circuito de disparo para a corrente de partida.

A montagem usada é mostrada na figura 39.

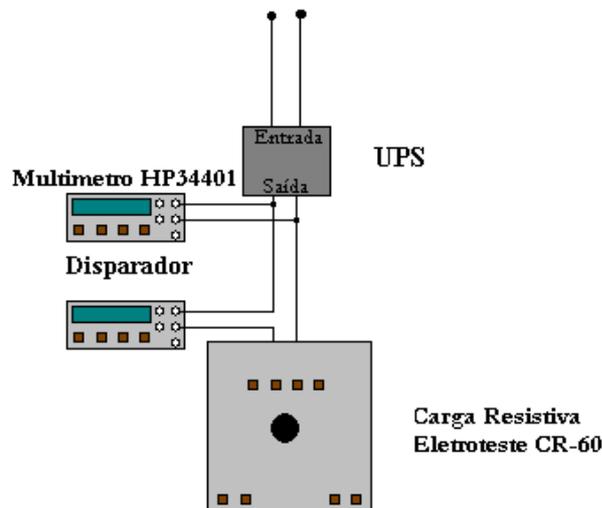


Figura 39 - Montagem para teste da corrente de partida.

5.4. Ensaio climático

Tomando-se como referência a norma SDT 240-600-703 [4], foi usado o ciclo climático mostrado na figura 17 do capítulo 3 para a classe BC, no ensaio para as condições nominais de operação. Ou seja, o ambiente de uso da UPS é considerado como abrigado e troca de ar natural. Como não são especificadas as condições de teste, foi adotada a carga nominal resistiva e o valor da tensão de saída foi monitorado durante e após o teste.

Equipamentos utilizados :

- Multímetro digital, modelo HP 34401 A
- Carga resistiva, modelo CR 60
- Multímetro digital, modelo ET 2001
- Câmara climática SUPEROHM, modelo H

A montagem usada para o ensaio climático é mostrada na figura 40.

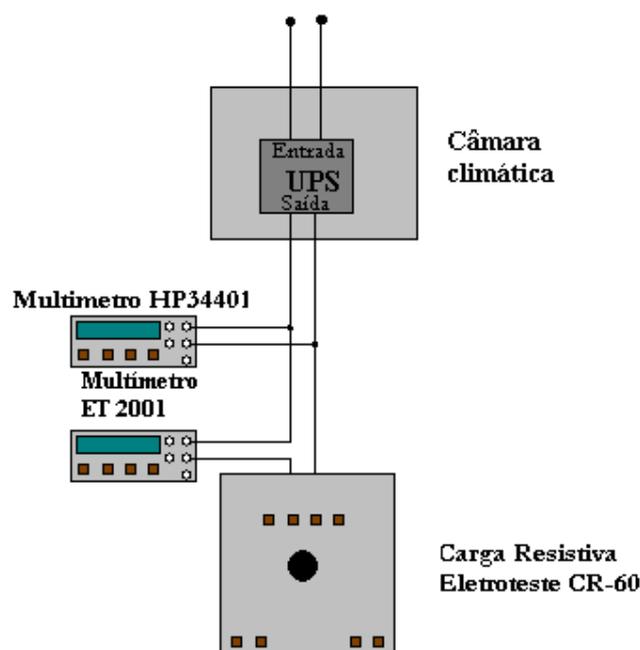


Figura 40 - Montagem para o ensaio climático.

A variação da tensão de saída durante o ensaio climático ficou abaixo de 2% do valor nominal. Observa-se que, nesse caso, a carga é constante, mas a variação de temperatura pode desestabilizar a tensão de saída. O importante no teste é a verificação do funcionamento da UPS nestas condições, dentro da especificação do fabricante. As condições de teste para o armazenamento e transporte não serão abordadas nesta proposta. Para as condições geológicas brasileiras, os testes de tremores de terra não são recomendados, mas, caso sejam necessários, a norma ETS 300-019-1-4,[7] pode ser utilizada.

5.5 Ruído audível

Na indicação da norma EB 2175, o ruído audível emitido pela UPS deve ser indicado pelo comprador. Mas observando a norma NBR 10152, que especifica qual deve

ser o nível de ruído máximo para o conforto acústico, tem -se o limite máximo de 60 dBA, conforme indicado no item 3.4.3. Como a norma NBR 10152 é de aplicação geral e não trata das condições de carga que podem ser usadas , foi escolhida a condição de carga máxima e executamos a medição do ruído audível com um medidor de pressão sonora a distância de um metro da UPS, em todas as direções e no mesmo alinhamento horizontal entre eles.

Equipamentos utilizados:

- Medidor de pressão sonora ou decibelímetro, modelo MS 1552
- Carga resistiva, modelo CR 60

A montagem usada para o ensaio de ruído audível é mostrada na figura 41.

A medição foi realizada a um metro de distância e em alinhamento com a UPS em todas as direções. Usando a curva de ponderação do tipo A foi medido o valor de 56 dBA, no pior caso (posicionado na frente da ventilação).

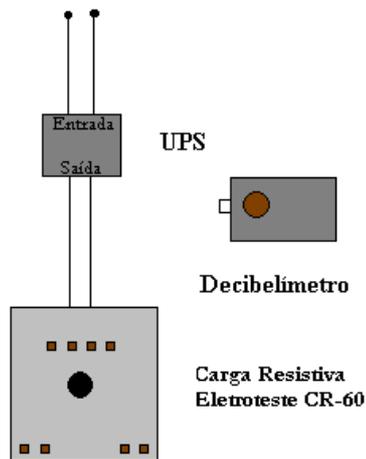


Figura 41 - Montagem para o teste de ruído audível.

Capítulo 6 - Conclusões

Com o aumento da presença da tecnologia de informação nas atividades industriais e comerciais, a continuidade do fornecimento de energia elétrica passa a ser vital para o funcionamento correto da atividade envolvida. Neste contexto, os sistemas de alimentação de potência ininterrupta assumem um papel de grande importância. A escolha correta da UPS exige do comprador o conhecimento do ambiente elétrico e a especificação de parâmetros de desempenho, que não são completamente definidos na norma de referência sugerida pela ABNT. Assim, a tarefa do comprador não é simples, pois cada fabricante pode fornecer dados a respeito de seu equipamento sob as condições que melhor lhe convier. Portanto, a comparação direta da especificação de fabricantes diferentes não gera dados conclusivos. Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido para um grande usuário, com o objetivo de auxiliar na comparação entre modelos de UPS diferentes e na verificação de características mínimas. Os testes mostrados neste trabalho não estão completos, mas podem ajudar na especificação das características mínimas de desempenho de um sistema UPS, mostrando algumas configurações que podem ser usadas e os limites mínimos aceitáveis de desempenho. Vale recomendar que as normas adicionais foram escolhidas com base na pesquisa, ou seja, outras soluções podem ser usadas como mesmo resultado. A dificuldade das normas, que não são completamente definidas, está na escolha de condições de teste, as quais ficam sujeitas à interpretação dos laboratórios. Assim a comparação de testes executados em laboratórios diferentes pode levar a resultados diferentes. Desta forma, a normalização completa é desejável para a uniformidade de resultados independente de qual laboratório executou o ensaio. Além disto, para a exportação de produtos nacionais é necessário a comprovação técnica do desempenho e limites especificados em normas usadas por organismos internacionais, ou seja, o uso de especificações de normas internacionais pode derrubar barreiras técnicas e garantir o reconhecimento dos ensaios em outras nações, e ainda melhorar a capacidade laboratorial e o desenvolvimento tecnológico. Um exemplo de melhoria tecnológica conseguida nesse trabalho, foi a construção do circuito de disparo usado no teste de partida de motores, mostrado no anexo 7. Algumas conclusões são importantes em relação às normas vigentes. Conforme visto no teste de regulação dinâmica (capítulo 4, seção 4.3.3), a tecnologia empregada nas UPS's atuais apresenta parâmetros muito superiores aos exigidos na norma IEC 686, editada em 1980. Com o uso do osciloscópio com baixa capacidade de memória, sincronizado com a mudança de carga, não foi possível medir o tempo de recuperação. O mesmo aconteceu com o multímetro funcionando como

um registrador de dados. Se fosse usado um osciloscópio com grande capacidade de memória, seria possível a visualização da variação da tensão de saída.

Os valores limites de variação da tensão de entrada fornecidos pelos fabricantes estão maiores que os valores indicados nas normas. No teste de curto-circuito, a norma estabelece a colocação de um fusível na saída da UPS para a medição da capacidade de curto circuito, conforme mostrado no seção 4.3.7. A constatação feita foi que a atuação da proteção da UPS ocorreu antes da atuação do fusível. Este aparente estado da arte das UPS deve-se ao fato das normas utilizadas serem baseadas em tecnologia antiga.

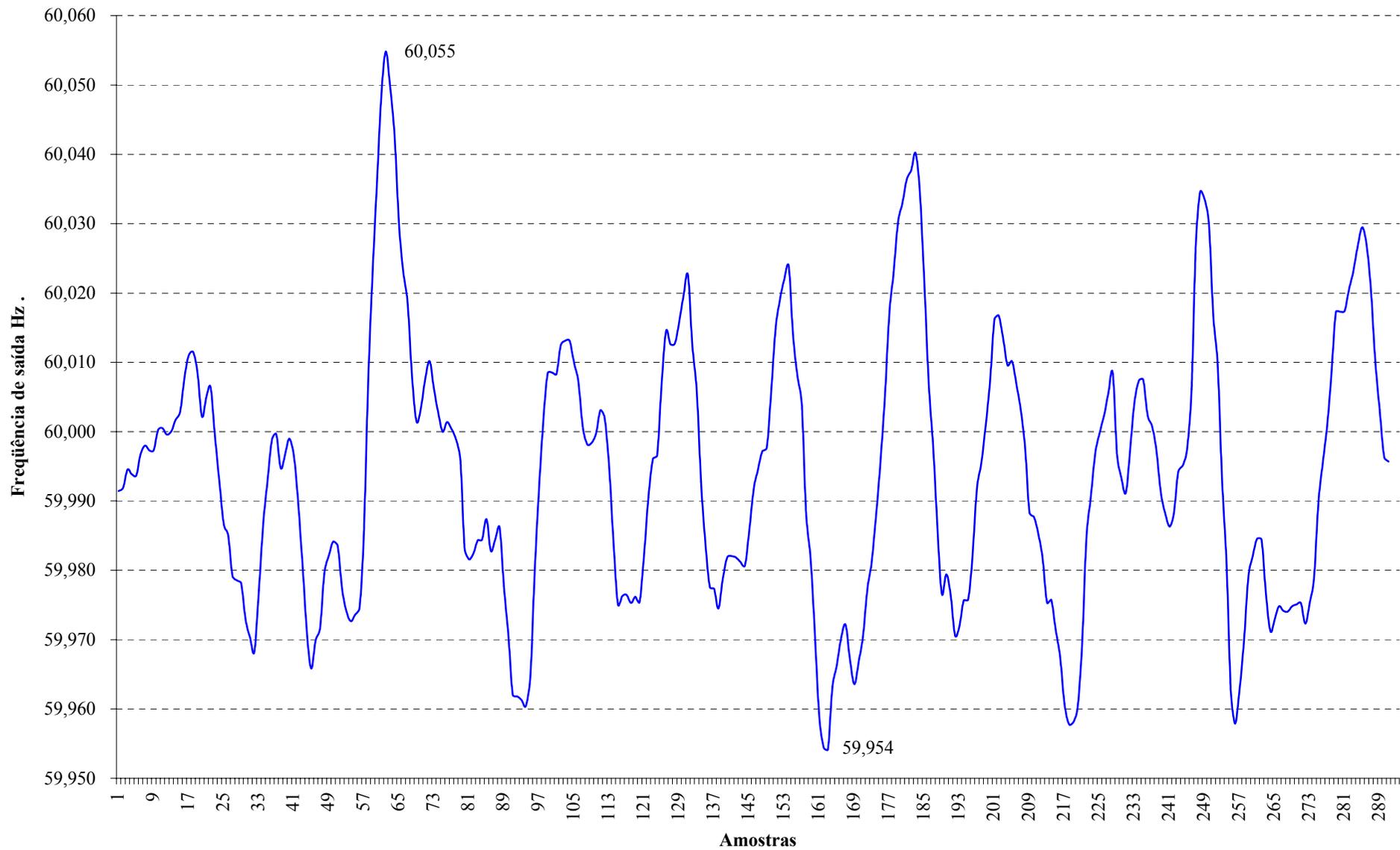
Assim, a sociedade organizada através dos comitês gestores da ABNT deve propor a modernização das normas de especificação de UPS existentes em função da melhoria tecnológica disponível. Além disso, a preocupação com a qualidade de energia na entrada da UPS não é contemplada na norma EB 2175. Novamente, os comitês gestores da ABNT devem, pelo menos, indicar qual norma nacional ou internacional a ser seguida em testes de desempenho.

Referências:

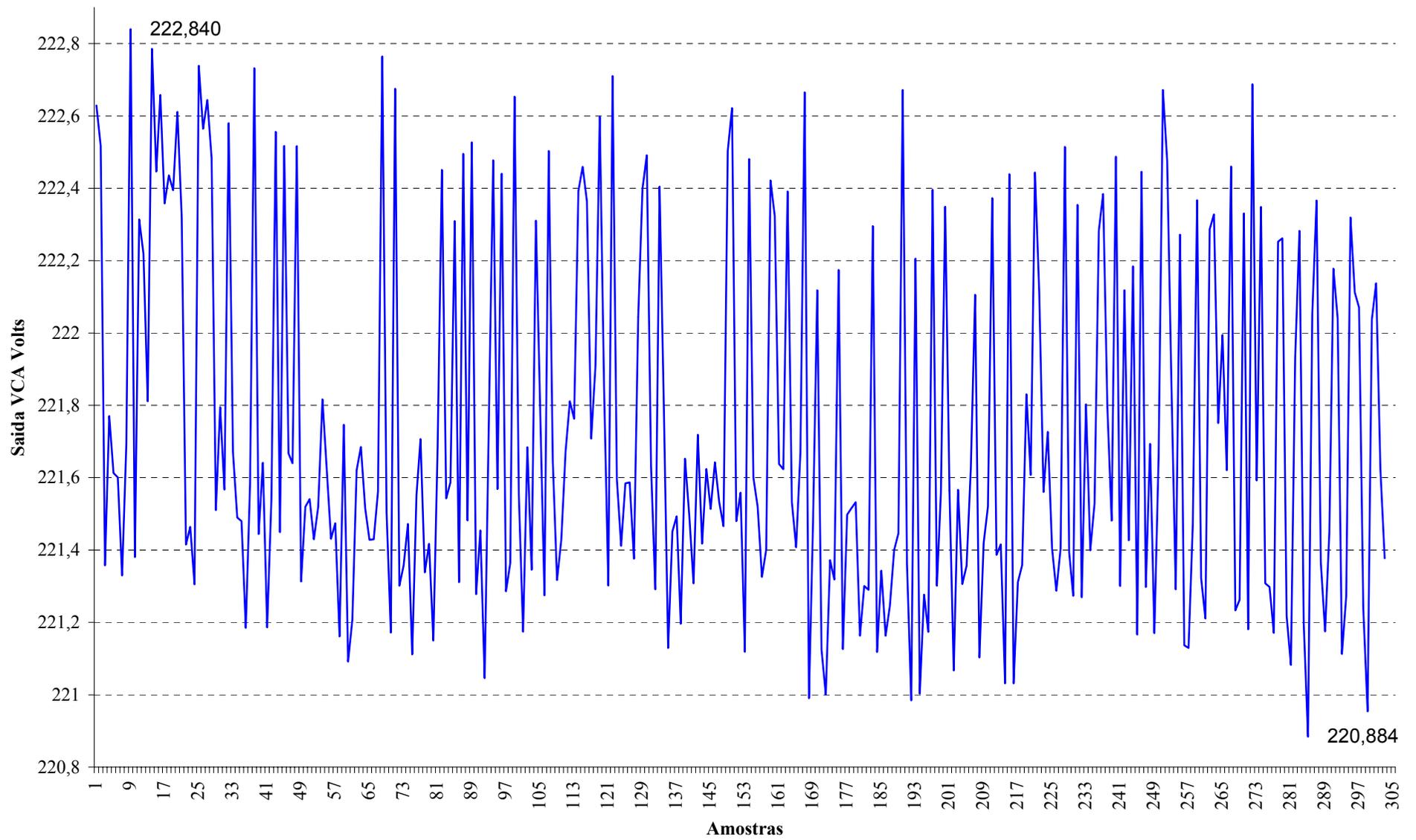
- [1] - Norma ABNT EB 2175 - Conversor a Semicondutor – Sistemas de Alimentação de Potência Ininterrupta Emissão Dezembro de 1991
- [2] - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - Testing and Measurement Techniques – Section 5: Surge immunity test IEC 1000-4-5 First Edition Fevereiro de 1995.
- [3] - Site EPCOS - WWW.epcos.com
- [4] – Norma Telebrás - Condições e Ensaio Ambientais Aplicáveis a Produtos de Telecomunicações NTE Telebrás 240-600-703 Emissão em novembro de 1997.
- [5] - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - Stabilized Power Supplies AC Output IEC 686 First Edition 1980.
- [6] - INMETRO - Guia para a expressão de incerteza de medição - Emissão novembro de 1998.
- [7] - EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARTDS - Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment - ETS 300 019-1-4 A1, june 1997
- [8] - Norma ABNT NBR 10152 - Níveis de ruído para o conforto acústico Emissão dezembro de 1987.
- [9] - INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - Sound level meters – IEC 60651 Edition 1.2 November 2001

Anexo 1

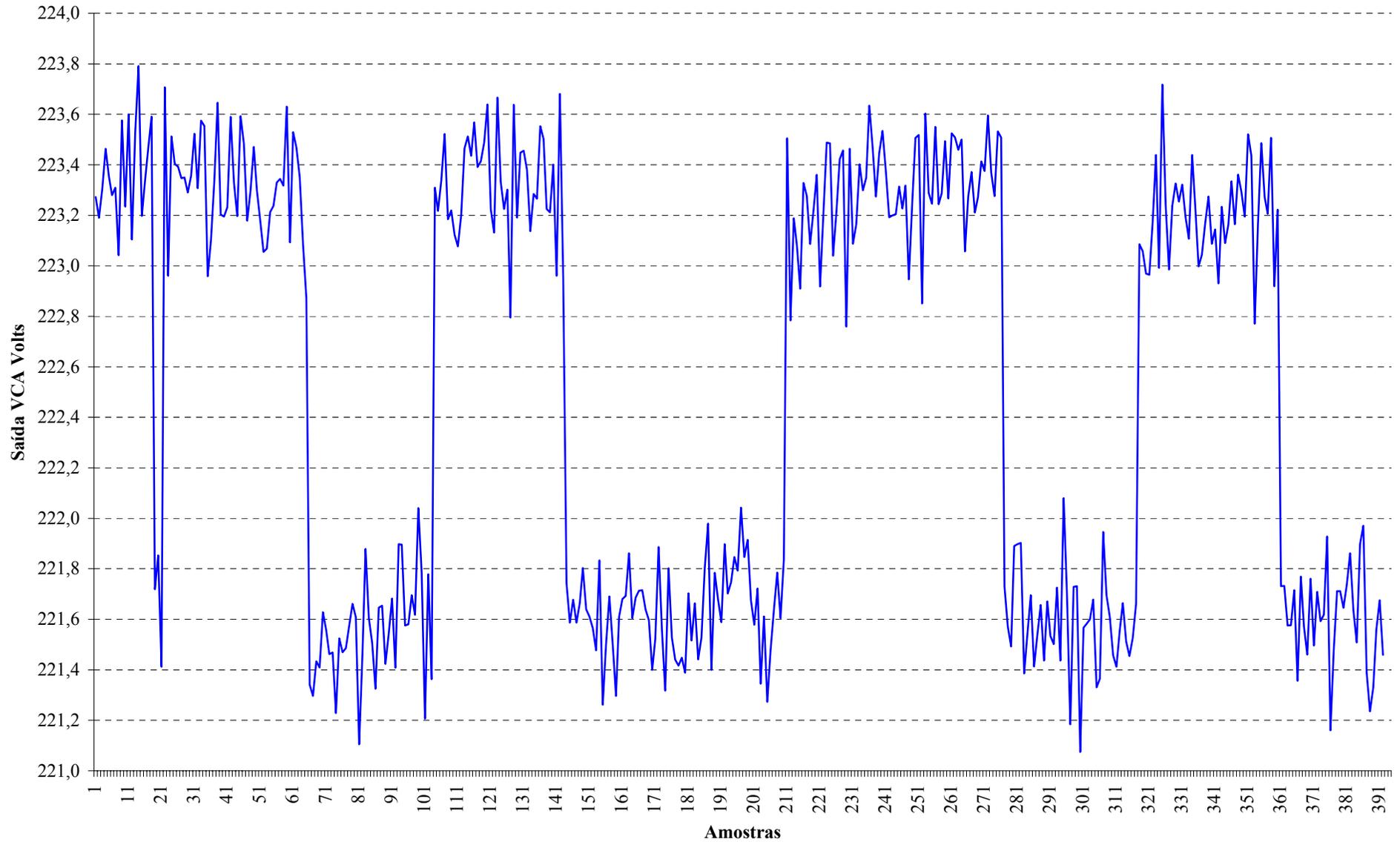
Tolerância de frequência de saída



Anexo 2 Regulação dinâmica

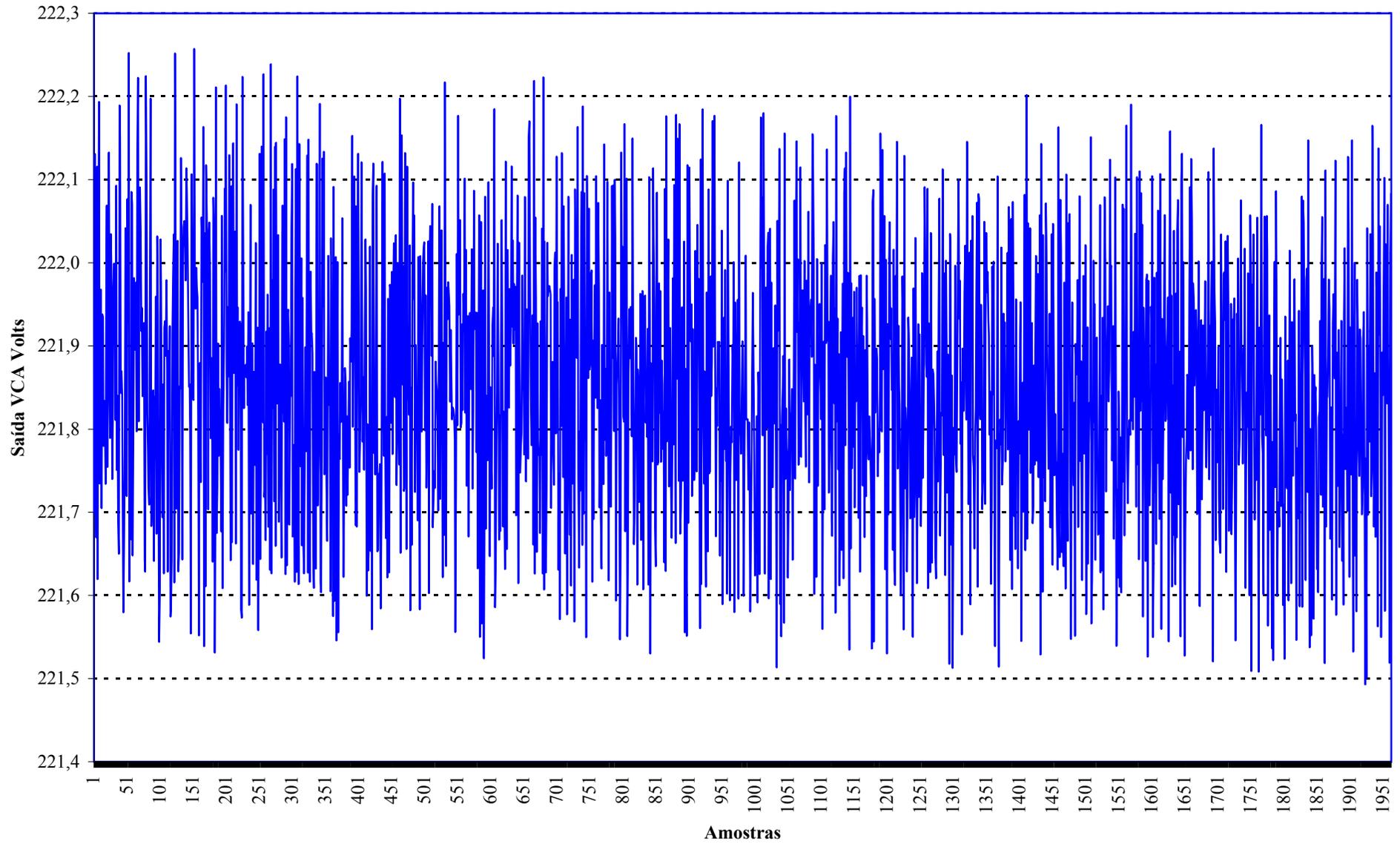


Anexo 3 Regulação estática

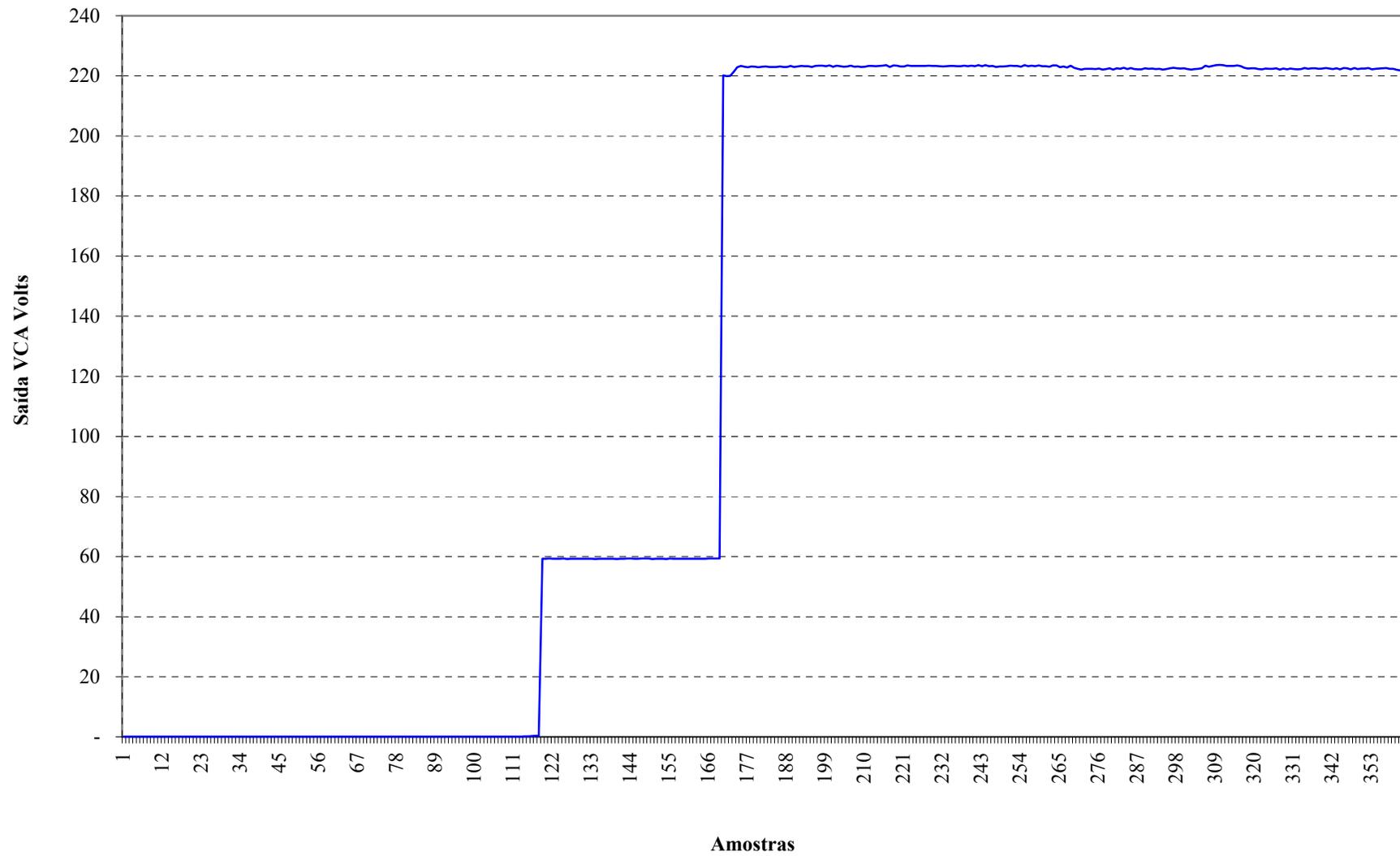


Anexo 4

Autonomia do banco de baterias

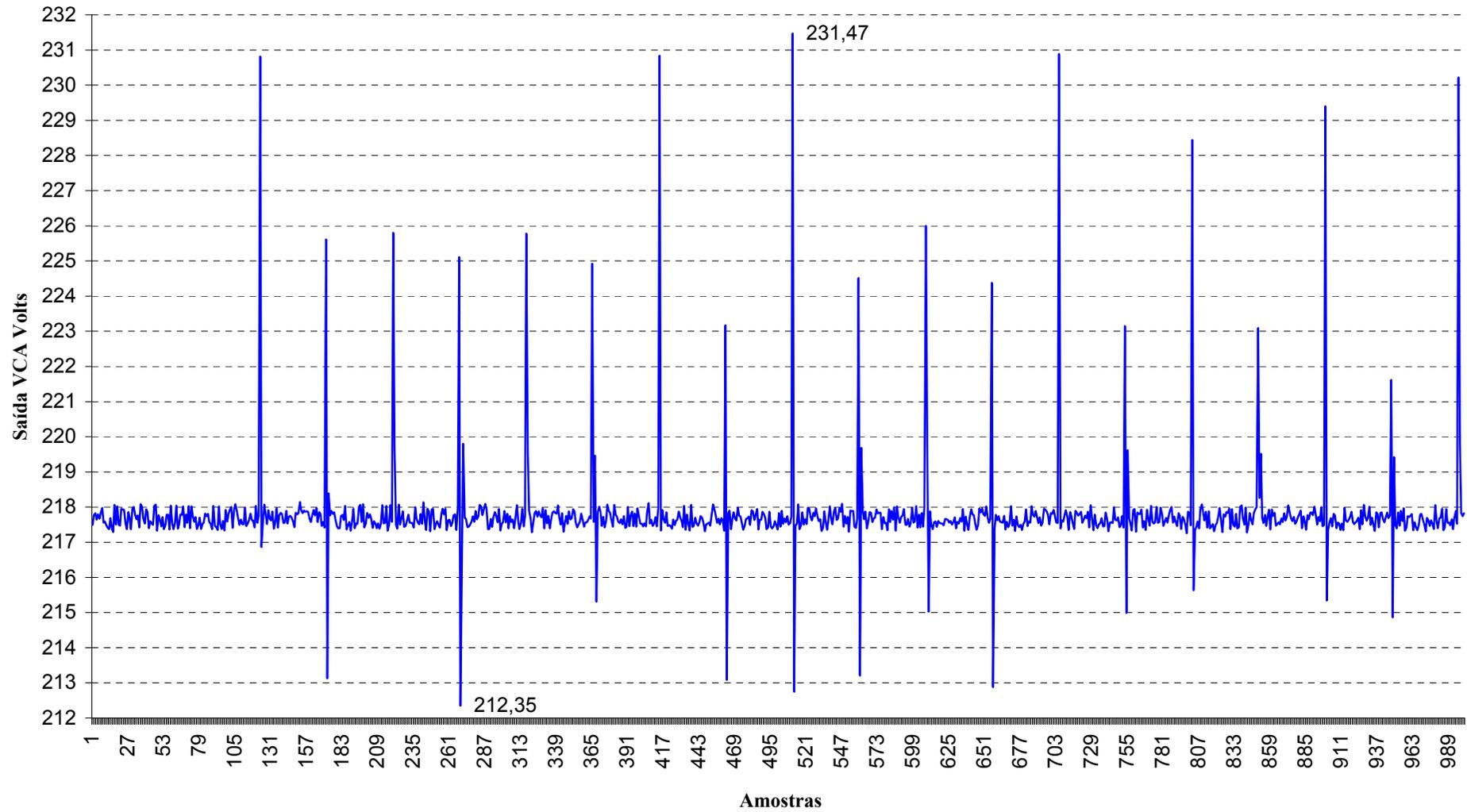


Anexo 5 Retorno da rede CA



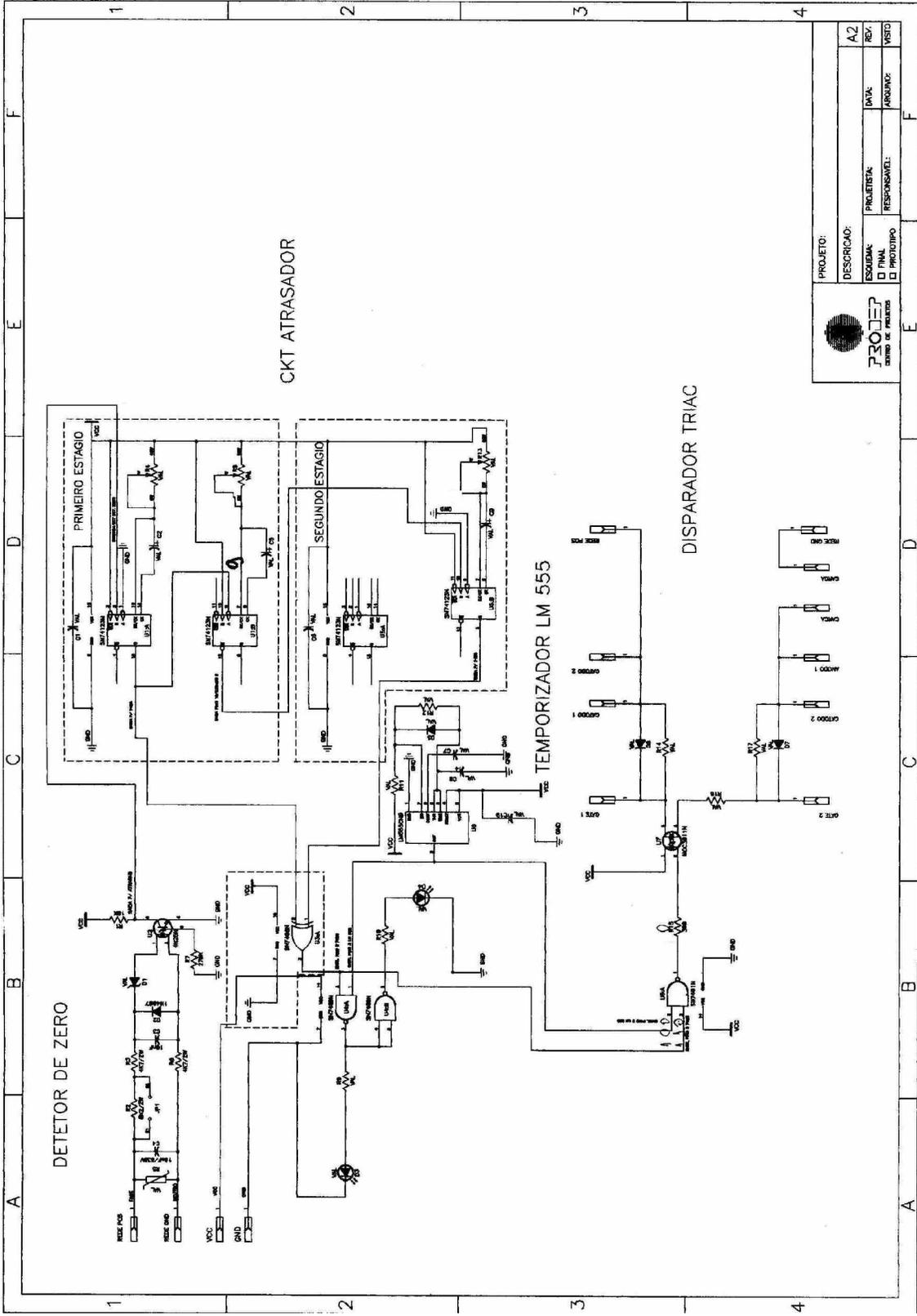
Anexo 6

Disparo de 40A por 3 ciclos de Rede CA



Anexo 7

Circuito de disparo



 PROJET CENTRO DE PROJETOS		PROJETO: DESCRICAO: <input type="checkbox"/> ESCHEMA <input type="checkbox"/> FINAL <input type="checkbox"/> PROTOTIPO	DATA: ARQUIVO: VISTO:
		A2	REV: