

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



FEUP

**Análise de Requisitos para obtenção de Marcação
CE em Fontes de Alimentação Ininterruptas**

Henrique Manuel Marques Araújo Gonçalves Pinto

VERSÃO PROVISÓRIA

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Energia

Orientador: Prof. Dr. António José de Pina Martins

Junho 2010

© Henrique Pinto, 2010

Resumo

Esta Dissertação, realizada em ambiente empresarial, tem como objectivo principal avaliar a conformidade de um equipamento eléctrico/electrónico com os requisitos das Directivas Europeias, no que respeita à Segurança e à Compatibilidade Electromagnética, de forma a obter a Marcação CE. Este equipamento, com a marca comercial EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, é uma fonte de alimentação ininterrupta em tensão contínua, destinado principalmente a ambientes de telecomunicações.

Assim, são apresentadas as Directivas e as Normas Europeias que, actualmente, estão em vigor para salvaguardar a segurança e a compatibilidade electromagnética dos equipamentos eléctricos/electrónicos que pretendam circular no Mercado Único Europeu. Estas normas assumem especial importância, pois o seu principal objectivo é estabelecer regras, metodologias, critérios e recomendações para assegurar o bom funcionamento dos equipamentos no seu ambiente de instalação.

Desta forma, realiza-se um estudo para compreensão e avaliação dos requisitos de segurança do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U de acordo com a Norma Europeia EN 60950-1, assim como dos requisitos de compatibilidade electromagnética conforme a Norma Europeia ETSI EN 300386 V1.4.1, apresentando-se os diferentes ensaios que o equipamento deve ser submetido para validar a sua conformidade.

Por último, apresenta-se uma breve introdução aos aspectos essenciais relacionados com a análise da Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança, de sistemas/equipamentos, referenciada como RAMS. Neste contexto, são explorados os diferentes factores desta análise e alguns dos índices mais significativos utilizados no âmbito da empresa Efacec, como o Tempo Médio Entre Falhas, Taxa de Falhas e Disponibilidade, demonstrando a sua aplicação a um dos constituintes do equipamento alvo desta Dissertação.

Abstract

This thesis, developed in an industrial environment, aims at evaluating the conformity of an electrical/electronic equipment with the requirements of European Directives, with regard to Safety and Electromagnetic Compatibility, in order to obtain the CE Mark. This equipment, with the trademark EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19" 2U, is an uninterruptible power supply in continuous DC voltage, intended essentially to telecommunications environments.

Therefore, this work presents the Directives and the European standards that, currently, are in use to safeguard the safety and electromagnetic compatibility of electrical/electronic equipments wishing to travel within the European Single Market. These standards are particularly important, due to its main purpose of establish rules, methodologies, criteria and recommendations to ensure the proper functioning of equipments in a specific installation environment.

Thus, this is a study to assess and evaluate the security requirements of the equipment EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM 19" 2U, according to European Norm EN 60950-1, as well as the electromagnetic compatibility requirements, according to European Norm ETSI EN 300 386 V1.4.1, presenting, in this case, the different tests that the equipment should be submitted to validate the compliance with these requirements.

Finally, its presented a brief introduction to crucial issues related to the analysis of Reliability, Availability, Maintainability and Safety of systems/equipments, referred to as RAMS. In this context, are explored the different factors and the most significant indicators of RAMS, used within the company Efacec, such as MTBF, Failure Rate and Availability, demonstrating its application to one of the items of the target equipment of this thesis.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível com a contribuição de um conjunto de pessoas e instituições, a quem quero deixar os meus mais sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. António José de Pina Martins, na qualidade de orientador, pela valiosa orientação científica e pela crítica construtiva para o desenvolvimento desta Dissertação.

Ao Eng^o Filipe Cruz, da Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., pela oportunidade de realização deste trabalho numa das empresas mais sólidas do nosso país, assim como pela disponibilidade e orientação constantes.

Ao Eng^o Lino Paupério e ao Eng^o Nuno Rafael, da Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., que se mostraram sempre disponíveis, para conselhos, sugestões e resolução de dúvidas existentes.

Ao Eng^o Casimiro Barbosa, dos Serviços da Qualidade da Efacec, cuja contribuição foi fundamental para o desenvolvimento e conclusão, do trabalho realizado ao longo destes meses.

Quero agradecer também, o apoio e o companheirismo de todos os meus amigos da FEUP, em especial ao Pedro Gonçalves, que me acompanharam ao longo de todo o meu percurso académico.

Por fim, e como não poderia deixar de ser, agradeço e dedico este trabalho a toda a minha família, pelo apoio incondicional, orientação e paciência ao longo de todos estes anos.

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	v
Agradecimentos	vii
Índice.....	ix
Lista de figuras	xii
Lista de tabelas	xviii
Abreviaturas e Unidades	xxi
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1.1 - Enquadramento e Motivação.....	2
1.2 - Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.....	2
1.3 - Objectivos.....	3
1.4 - Estrutura e Organização	3
Capítulo 2	5
Directivas Comunitárias e Marcação CE.....	5
2.1 - “Nova Abordagem”	5
2.1.1 - Marcação CE	6
2.2 - Directivas “Nova Abordagem” utilizadas neste Estudo	8
2.3 - Normas Europeias Harmonizadas.....	10
2.3.1 - Normalização.....	11
2.3.2 - Organismos de Normalização.....	12
2.4 - Normas Europeias Harmonizadas utilizadas neste Estudo	13
2.5 - Obtenção da Marcação CE no Grupo Efacec	15
2.5.1 - Dossier Técnico de Construção.....	20
2.5.2 - Aposição da Marcação CE	20
2.5.3 - Declaração CE de Conformidade.....	21
2.6 - Vantagens e Desvantagens da Marcação CE.....	22
2.7 - Conclusões	24
Capítulo 3	25
Descrição do Equipamento em Estudo	25
3.1 - Elementos Constituintes.....	26

3.2 - Descrição dos diferentes elementos	27
3.2.1 - Módulos Rectificadores <i>Switching</i> SM700	30
3.2.1.2 - Rectificadores com factor de potência unitário	31
3.2.1.3 - Parâmetros para selecção do IPQC específico.....	31
3.2.1.4 - Configurações	32
3.2.1.5 - Conversor <i>boost</i> PFC	33
3.2.1.6 - Modos básicos de controlo do Conversor <i>boost</i> PFC.....	33
3.2.1.7 - Princípio de funcionamento	35
3.2.1.8 - Abordagem Rectificador de 2 estágios de conversão	39
3.2.1.9 - Conversores CC/CC com isolamento eléctrico	40
3.2.1.10 - Simulação Conversor <i>boost</i> PFC no software PSIM	41
3.2.1.11 - Formas de onda reais.....	47
3.2.1.12 - Selecção e Integração dos componentes.....	49
3.2.2 - Módulo EFAPOWER microPSM	50
3.3 - Equipamentos alvo de Marcação CE na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.	52
3.3.1 - Plano de Marcação CE.....	53
3.4 - Conclusões.....	54
Capítulo 4	55
Avaliações de Segurança	55
4.1 - Requisitos da Norma Europeia Harmonizada EN 60950-1.....	55
4.2 - Aspectos Gerais de Segurança	56
4.3 - PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA	58
4.4 - ASPECTOS GERAIS	60
4.5 - PROTECÇÃO CONTRA PERIGOS	67
4.6 - CABOS, LIGAÇÕES E ALIMENTAÇÃO	78
4.7 - REQUISITOS FÍSICOS	80
4.8 - REQUISITOS ELÉCTRICOS E SIMULAÇÃO DE CONDIÇÕES ANORMAIS.....	84
4.9 - Conclusões.....	86
Capítulo 5	87
Compatibilidade Electromagnética	87
5.1 - Evolução Histórica.....	87
5.2 - Interferência Electromagnética.....	89
5.2.1 - Interferência Electromagnética Conduzida	89
5.2.2 - Interferência Electromagnética Radiada	92
5.3 - Compatibilidade Electromagnética	93
5.4 - Conclusões.....	97
Capítulo 6	98
Ensaio de Compatibilidade Electromagnética	98
6.1 - Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos	100
6.2 - Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão	103
6.3 - Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente.....	106
6.4 - Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência	108
6.5 - Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas	111
6.6 - Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos	115
6.7 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos	118
6.8 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque	121
6.9 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas.....	125
6.10 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão.....	129
6.11 - Conclusões	132
Capítulo 7	133
Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança - RAMS.....	133
7.1 - Origem e Evolução Histórica	134
7.2 - Introdução RAMS na Efacec	136

7.3 - Índices RAMS	139
7.4 - Estudo de MTBF e Disponibilidade do EFAPOWER microPSM	145
7.4.1 - Carta microPSM	146
7.4.2 - Consola de microPSM	148
7.4.3 - Diagrama de Blocos	149
7.5 - Conclusões	150
Capítulo 8	151
Conclusões e Trabalhos Futuros	151
8.1 - Conclusões	151
8.2 - Trabalhos Futuros.....	152
Referências	154
Anexos	159
Anexo A - Esquema Eléctrico EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.....	161
Anexo B - Declaração CE de Conformidade - Módulos Rectificadores SM700.....	163
Anexo C - Dossier Técnico de Construção - EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U	165
Anexo D - Procedimento de Instalação - EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U	167
Anexo E - Relatório de Ensaio IEP - Resistência Mecânica.....	169
Anexo F - Relatório de Ensaio IEP - Compatibilidade Electromagnética	171
Anexo G - Declaração CE de Conformidade - EFAPOWER CIB S 48V/6x50A C/Módulos SMi2800 + miniPSM	173

Lista de figuras

Figura 2.1 - Símbolo representativo da Marcação CE.	6
Figura 2.2 - Fluxograma Procedimento de Marcação CE na Efacec.	17
Figura 2.3 - Fluxograma Procedimento de Marcação CE na Efacec.	18
Figura 2.4 - Fluxograma Procedimento de Marcação CE na Efacec.	19
Figura 2.5 - Proporções do símbolo representativo da Marcação CE.	21
Figura 2.6 - Símbolos falsos, representativos da Marcação CE.	21
Figura 3.1 - EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	25
Figura 3.2 - Diagrama de blocos simplificado do circuito de potência do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	27
Figura 3.3 - Parte frontal EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	28
Figura 3.4 - Interior do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U (vista traseira).	29
Figura 3.5 - Módulo rectificador SM700.	30
Figura 3.6 - Esquema de funcionamento.	30
Figura 3.7 - Topologia baseada no sistema de classificação dos IPQCs.	32
Figura 3.8 - Estrutura típica do conversor <i>boost</i> PFC.	33
Figura 3.9 - Forma de onda da corrente na bobina (Modo de Condução Descontínuo).	34
Figura 3.10 - Forma de onda da corrente na bobina (Modo de Condução Contínuo).	35
Figura 3.11 - Formas de onda ideais de um conversor <i>boost</i> PFC: a) Tensão v_s e corrente i_s de entrada; b) Tensão v_s e corrente i_L rectificadas.	35
Figura 3.12 - Diagrama de blocos de controlo.	37
Figura 3.13 - Controlo de Frequência-Constante do conversor <i>boost</i> PFC.	37
Figura 3.14 - Estrutura de um rectificador de dois estágios de conversão: conversor <i>boost</i> PFC + conversor forward.	40

Figura 3.15 - Ciclo de histerese magnética B-H.	41
Figura 3.16 - Conversor <i>Forward</i> ideal.	41
Figura 3.17 - Circuito de simulação do conversor <i>boost</i> PFC, elaborado no PSIM.	42
Figura 3.18 - Tensão de entrada rectificada (V_{rect}) ; Corrente de referência (I_d , ref) a preto e Corrente na bobina (I_d) a azul.	43
Figura 3.19 - Tensão de alimentação (V_1); Corrente de entrada (I_{in}).	43
Figura 3.20 - Tensão de saída (V_{out}).	44
Figura 3.21 - Circuito de simulação do conversor <i>boost</i> PFC, elaborado no PSIM, com uma carga não linear ligada em paralelo,.	45
Figura 3.22 - Corrente na carga não linear (I_1) e Tensão de alimentação (V_1).	45
Figura 3.23 - Tensão de entrada <i>boost</i> PFC rectificada (V_{rect}) ; Corrente de referência (I_d , ref) a preto e Corrente na bobina (I_d) a azul.	46
Figura 3.24 - Tensão de alimentação <i>boost</i> PFC (V_1) ; Corrente de entrada (I_{in}).	46
Figura 3.25 - Tensão de saída <i>boost</i> PFC (V_{out}).	47
Figura 3.26 - Montagem para medição das formas de onda de entrada e de saída do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	47
Figura 3.27 - Tensão e corrente na fase de alimentação de um módulo rectificador SM700. .	48
Figura 3.28 - Tensão e corrente de saída do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	48
Figura 3.29 - EFAPOWER microPSM.	50
Figura 3.30 - Esquema simplificado de funcionamento do EFAPOWER microPSM.	51
Figura 3.31 - Diagrama de blocos EFAPOWER microPSM.	52
Figura 4.1 - Regime TT, [20].	61
Figura 4.2 - Regime TN: TN-S (condutor N e PE separados) e TN-C (condutor N e PE comuns), [20].	62
Figura 4.3 - Regime IT, [20].	62
Figura 4.4 - <i>Foldback</i>	63
Figura 4.5 - Placa de Características EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U. ...	64
Figura 4.6 - Fusível de protecção do circuito do contactor de fim de descarga das baterias.	64
Figura 4.7 - Terminal de um módulo rectificador para ligação dos condutores da alimentação c.a.	65
Figura 4.8 - Terminal de ligação das baterias e respectiva polaridade indicada na tampa superior do chassis do equipamento.	66

Figura 4.9 - Painel frontal do equipamento.	66
Figura 4.10 - Símbolo de abertura e fecho do disjuntor de bateria do equipamento.	66
Figura 4.11 - Etiqueta do armário de baterias adjacente ao equipamento.	67
Figura 4.12 - Terras de protecção: Invólucro metálico e circuito do contactor do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	69
Figura 4.13 - Tipos de Isolamento em circuitos eléctricos, [23].	71
Figura 4.14 - Exemplo de requisitos de Isolamento para uma fonte de alimentação simples, [22].	72
Figura 4.15 - Exemplo de <i>Clearance</i> e <i>Creepage</i> numa placa de circuitos integrados, [22]. ..	74
Figura 4.16 - <i>Clearance</i> - distância medida através do ar.	74
Figura 4.17 - Exemplo de distâncias <i>Creepage</i> , [23].	76
Figura 4.18 - Exemplo de distâncias através de isolamento, [23].	78
Figura 4.19 - Ligação à alimentação c.a. - Fichas de alimentação dos módulos rectificadores SM700.	79
Figura 4.20 - Ligação à alimentação c.a. monofásica - bornes X1, X2 e X3 interligados.	80
Figura 4.21 - Bateria típica de 50Ah utilizada com o equipamento em estudo.	81
Figura 4.22 - Armário de baterias de 19’’ adjacente ao equipamento, exemplo local de instalação.	81
Figura 4.23 - Símbolo superfície quente.	82
Figura 4.24 - Etiqueta de aviso de superfície quente - Tampa do chassis.....	82
Figura 4.25 - Tampa superior do chassis do equipamento. Chapa galvanizada de espessura de 1mm.	83
Figura 4.26 - Chassis do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	83
Figura 4.27 - Etiqueta para equipamentos com elevadas correntes de fugas.	85
Figura 5.1 - Interferência electromagnética por condução.	90
Figura 5.2 - Topologia de um filtro genérico de linha para atenuação de emissões conduzidas, [36].	90
Figura 5.3 - Fonte de ruído Modo Diferencial.	91
Figura 5.4 - Fonte de ruído Modo Comum I.	91
Figura 5.5 - Fonte de ruído Modo Comum II.	91
Figura 5.6 - Interferência electromagnética radiada: entre sistemas e entre subequipamentos de um sistema.	93
Figura 5.7 - Decomposição básica de um problema de EMC.	94

Figura 5.8 - Exemplo ilustrativo de emissões electromagnéticas radiadas.	95
Figura 5.9 - Exemplo ilustrativo de imunidade electromagnética a emissões radiadas.	95
Figura 5.10 - Exemplo ilustrativo de emissões electromagnéticas conduzidas.	95
Figura 5.11 - Exemplo ilustrativo de imunidade electromagnética a emissões conduzidas. ...	96
Figura 5.12 - Requisitos de Compatibilidade Electromagnética aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	96
Figura 6.1 - Diagrama de montagem para o Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos, [32].	101
Figura 6.2 - Câmara semi-aneecóica IEP, Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	102
Figura 6.3 - Polarização Horizontal: a verde limite da Norma CISPR 22 e, a azul resultado da amostra.	102
Figura 6.4 - Polarização Vertical: a verde limite da Norma CISPR 22 e, a azul resultado da amostra.	102
Figura 6.5 - Histograma de avaliação de U(t), [34].	104
Figura 6.6 - Valores relativos de U(t), [34].	104
Figura 6.7 - Circuito de teste para fontes de alimentação monofásicas e trifásicas, alimentadas pela rede trifásica. Norma EN 61000-3-3, [34].	105
Figura 6.8 - Diagrama de blocos de montagem para Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente.	106
Figura 6.9 - Montagem IEP para o Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	107
Figura 6.10 - Resultado da amostra Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de corrente: Linha - valores limites; Barra - valores medidos da amostra.	107
Figura 6.11 - Exemplo de uma Rede de Estabilização de Impedância de Linha.	108
Figura 6.12 - Circuito de uma LISN 50µH usado nos testes de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência, [36].	109
Figura 6.13 - Impedância vista nos terminais do EUT utilizando uma LISN 50µH, [36].	109
Figura 6.14 - Montagem IEP para Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	110
Figura 6.15 - Resultados da amostra Ensaio de Emissões Conduzidas - Perturbações de Radiofrequência: a verde limite Quasi-pico, a vermelho limite Médio.	111
Figura 6.16 - Montagem para o Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas para equipamentos instalados em mesas. Norma EN 61000-4-2, [41].	113
Figura 6.17 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.	114

Figura 6.18 - Definição do nível de teste e formas de onda na saída do gerador de sinal RF. Norma EN 61000-4-3, [42].	115
Figura 6.19 - Montagem Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos. Norma EN 61000-4-3, [42].	117
Figura 6.20 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	117
Figura 6.21 - Representação geral de um transitório rápido, [43].	118
Figura 6.22 - Exemplo de montagem Ensaio Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos. Norma EN 61000-4-4, [44].	120
Figura 6.23 - Diagrama de Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos.	120
Figura 6.24 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	121
Figura 6.25 - Tensão de circuito aberto, onda padrão utilizada para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque. Norma EN 61000-4-5, [45].	122
Figura 6.26 - Corrente de curto-circuito, onda padrão utilizada para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque. Norma EN 61000-4-5, [45].	122
Figura 6.27 - Circuito de teste para impulsos entre fases e fase-neutro. Norma EN 61000- 4-5, [45].	123
Figura 6.28 - Circuito de teste para impulsos fase-terra. Norma EN 61000-4-5, [45].	124
Figura 6.29 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque. EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	124
Figura 6.30 - Campos electromagnéticos junto do EUT devido a corrente de modo comum nos seus cabos. Norma EN 61000-4-6, [47].	126
Figura 6.31 - Exemplo de uma CDN à esquerda. EMClamp à direita.	126
Figura 6.32 - Exemplo de montagem Ensaio Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas. Norma EN 61000-4-6, [47].	128
Figura 6.33 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	128
Figura 6.34 - Queda de tensão, exemplo da Norma EN 61000-4-11, [48].	130
Figura 6.35 - Interrupção breve de tensão, valor r.m.s, exemplo da Norma EN 61000-4-11, [48].	130
Figura 6.36 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.	131
Figura 7.1 - Exemplo estrutura lógica do RBD.	137
Figura 7.2 - Estrutura em Série.	138
Figura 7.3 - Estrutura em Paralelo.	138

Figura 7.4 - Variação da Taxa de Falhas ou de Avarias durante a vida de um sistema/equipamento.	139
Figura 7.5 - Esquemática do MTBF.	140
Figura 7.6 - Índice MTTR e MTBR - <i>Mean Time Between Repairs</i>	141
Figura 7.7 - Estados de Segurança sistema/equipamento.	144
Figura 7.8 - Componentes da carta microPSM.	147
Figura 7.9 - Componentes da consola de microPSM.	148
Figura 7.10 - Diagrama de blocos RBD para o EFAPOWER microPSM Opção 1 - 24V e 48V.	149

Lista de tabelas

Tabela 2.1 - Directivas “Nova Abordagem” seguidas neste estudo.....	9
Tabela 2.2 - Transposição das Directivas Comunitárias para o ordenamento jurídico Português.	10
Tabela 2.3 - Norma Europeia Harmonizada utilizada neste estudo que confere conformidade segundo a Directiva 2006/95/CE - Equipamento Eléctrico de Baixa Tensão.....	14
Tabela 2.4 - Norma Europeia Harmonizada utilizada neste estudo que confere conformidade segundo a Directiva 2004/108/CE - Compatibilidade Electromagnética.	14
Tabela 2.5 - Normas Europeias Harmonizadas para Emissão Electromagnética, utilizadas neste estudo.	15
Tabela 2.6 - Normas Europeias Harmonizadas para Imunidade Electromagnética, utilizadas neste estudo.	15
Tabela 3.1 - Factor de Potência de (lin vs V1) e Distorção Harmonica Total da corrente de entrada (lin).	44
Tabela 3.2 - Factor de Potência (lin vs V1) e Distorção Harmónica Total da corrente de entrada (lin).	47
Tabela 3.3 - Plano de Marcação CE, com base na divisão por Gamas e equipamentos constituintes.	53
Tabela 4.1 - Perigos de Choque eléctrico.	58
Tabela 4.2 - Tipos de radiação e respectivas precauções.....	60
Tabela 4.3 - Tensões dos testes de rigidez dieléctrica na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.	85
Tabela 6.1 - Limites Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos. Norma CISPR 22 equipamentos da Classe A e B (Distância = 10 m), [38].	100
Tabela 6.2 - Resultados da amostra Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão. .	105
Tabela 6.3 - Limites Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente para equipamentos da Classe A, [35].	106

Tabela 6.4 - Limites Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência. Terminais c.a, equipamentos da Classe A. Norma CISPR 22, [38].	109
Tabela 6.5 - Resultados da amostra Ensaio de Emissões Conduzidas - Perturbações de Radiofrequência.	111
Tabela 6.6 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas para os equipamentos no âmbito da Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 6), [40].	112
Tabela 6.7 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas Directas.	114
Tabela 6.8 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas Indirectas.	114
Tabela 6.9 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 6), [40].	116
Tabela 6.10 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos.	118
Tabela 6.11 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos, Terminais c.a. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].	119
Tabela 6.12 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos, Saídas. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 7), [40].	119
Tabela 6.13 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos.	121
Tabela 6.14 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque, Terminais c.a.. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].	122
Tabela 6.15 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque, Saídas. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 7), [40].	123
Tabela 6.16 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque.	125
Tabela 6.17 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas, Terminais c.a.. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].	127
Tabela 6.18 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas, Saídas. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 7), [40].	127
Tabela 6.19 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas.	129
Tabela 6.20 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão, Terminais c.a. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].	131
Tabela 6.21 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão.	132
Tabela 7.1 - Módulos para estudos de RAMS na Efacec.	136
Tabela 7.2 - Exemplo de template para análise FMECA.	137
Tabela 7.3 - Exemplo de template de manutenção preventiva.	142

Tabela 7.4 - Exemplo de template de manutenção correctiva.	142
Tabela 7.5 - MTBF, Taxa de Falhas (λ) e origem dos dados para a carta microPSM.	148
Tabela 7.6 - MTBF, Taxa de Falhas (λ) e origem dos dados para a consola de microPSM.	148
Tabela 7.7 - MTBF, Taxa de Falhas (λ), MTTR e origem dos dados para todos os subsistemas do EFAPOWER microPSM.	149
Tabela 7.8 - Taxa de Falhas (λ), MTBF, MTTR Resultante e Disponibilidade para as Opções 1 e 2 do equipamento EFAPOWER microPSM.	150

Abreviaturas e Unidades

Lista de abreviaturas (ordenadas por ordem alfabética)

AMN	<i>Artificial Mains Network</i>
c.a. ou CA	Corrente alternada
c.c. ou CC	Corrente contínua
CDN	<i>Coupling Decoupling Network</i>
CE	<i>Conformité Européenne</i>
CEN	<i>Comité Européen de Normalisation</i>
CENELEC	<i>Comité Européen de Normalisation Electrotechnique</i>
CEPT	<i>European Conference of Postal and Telecommunications Administrations</i>
CGPM	<i>Conférence Générale des Poids et Mesures</i>
CIB S	Carregador Industrial de Baterias com tecnologia Switching
CISPR	<i>Comité International Spécial des Perturbation Radioélectriques</i>
CM	<i>Common mode</i>
CSA	<i>Canadian Standards Association</i>
CTI	<i>comparative tracking index</i>
DM	<i>Differential mode</i>
DTC	Dossier Técnico de Construção
EFT	<i>Electrical Fast Transient</i>
EFTA	<i>European Free Trade Association</i>
EMC	<i>Electromagnetic compatibility</i>
EMClamp	<i>Electromagnetic Clamp</i>
EMI	<i>Electromagnetic interference</i>
EN	<i>European Norm</i>
EPR	<i>Ethylene propylene rubber</i>
ESD	<i>Electrostatic Discharge</i>
ETSI	<i>European Telecommunications Standards Institute</i>
EUT	<i>Equipment Under Test</i>
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

FMECA	<i>Failure Mode Effects Criticality Analysis</i>
GTO	<i>Gate Turn-Off Thyristor</i>
HCP	<i>Horizontal Coupling Plane</i>
IC	<i>Integrated Circuit</i>
IEC	<i>International Engineering Consortium</i>
IEP	Instituto Electrotécnico Português
IGBT	<i>Insulated Gate Bipolar Transistor</i>
IPM	<i>Intelligent Power Modules</i>
ISN	<i>Impedance Stabilizing Network</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISO/TC	<i>International Organization for Standardizations Technical Committee</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
JOUE	Jornal Oficial da União Europeia
LISN	<i>Line Impedance Stabilization Network</i>
LRU	<i>Line Replaceable Unit</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTBR	<i>Mean Time Between Repairs</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
NP	Norma Portuguesa
OATS	<i>Open Area Test Site</i>
OEN	Organismos Europeus de Normalização
OIML	<i>International Organization for Legal Metrology</i>
OIN	Organismo Internacional de Normalização
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONN	Organismo Nacional de Normalização
PFC	<i>Power Factor Correction</i>
PSM	<i>Power Supply Monitor</i>
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i>
PWM	<i>Pulse-Width Modulation</i>
RBD	<i>Reliability Block Diagram</i>
RFI	<i>Radio Frequency Interference</i>
SELV	<i>Safety Extra Low Voltage</i>
SMPS	<i>Switch Mode Power Supplies</i>
SPQ	Sistema Português da Qualidade
SQ	Serviços da Qualidade (Grupo Efacec)
TDT	<i>Total Down Time</i>
THD	<i>Total Harmonic Distortion</i>
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TNV	<i>Telecommunications Network Voltage</i>
UL	<i>Underwriters Laboratories Inc</i>

UPS	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
VCP	<i>Vertical Coupling Plane</i>
μ PSM	<i>micro Power Supply Monitor</i>

Lista de Unidades

$^{\circ}$	Graus celsius
A	Ampere
B	Indução magnética
dB	Decibel
E	Campo eléctrico
f	Frequência
F	Farad
H	Campo magnético
H	Henry
h	Horas
Hz	Hertz
m	Metro
min	Minutos
mm	Milímetros
P	Potência
R	Resistência
s	Segundos
t	Tempo
U	Tensão
V	Volt
V(c.a.)	Tensão alternada
V(c.c.)	Tensão contínua
W	Watt
ω	Frequência angular
Ω	Ohm

Capítulo 1

Introdução

No Mercado Único Europeu, as pessoas, as mercadorias, os serviços e os capitais circulam tão livremente como se tratasse de um só país. Podemos viajar para onde queremos dentro das fronteiras internas da União Europeia, em negócios ou lazer ou, se assim o desejarmos, ficar em casa e usufruir de uma vasta gama de produtos provenientes de toda a União Europeia, [52].

Na verdade, o Mercado Único, que constitui hoje para nós um dado adquirido, é uma das mais importantes realizações da União Europeia, onde é obrigatório que os produtos oriundos de diversos países Europeus ou de fora da Europa obedeçam a normas bem definidas, sem as quais é impossível fazer comparações entre produtos do mesmo tipo e de origens diferentes.

Entre estes produtos encontram-se os equipamentos do âmbito eléctrico ou electrónico onde a segurança, assim como as interferências que estes causam na rede de energia eléctrica e nos equipamentos vizinhos, de forma conduzida ou radiada, se tornam cada vez mais difíceis de verificar sem Legislação Europeia Harmonizada. Acrescenta-se ainda, que o uso corrente de meios como, por exemplo, os telemóveis, podem perturbar o bom funcionamento de um equipamento eléctrico/electrónico, existindo também interferências de origem diversa contra as quais este deve ser imune, obedecendo aos limites especificados nas Normas Europeias.

Neste contexto, surge a Marcação CE, que é uma ferramenta essencial para concretizar a livre circulação de diferentes produtos nos Estados-Membros. Mediante a afixação da Marcação CE num equipamento, um fabricante declara, por sua responsabilidade exclusiva, a conformidade com todos os requisitos legais pertinentes, em especial com aqueles que oferecem garantias em termos de saúde, de segurança e de protecção do ambiente.

Alicerçado na importância dos requisitos de segurança e de compatibilidade electromagnética para obtenção da Marcação CE, este capítulo descreve o enquadramento do trabalho desenvolvido sobre um equipamento electrónico específico, os motivos que levaram à sua realização e a estrutura desta Dissertação.

1.1 - Enquadramento e Motivação

Num mundo globalizado, onde a concorrência é cada vez maior, é essencial que os produtos nacionais consigam competir com os de origem externa de forma igual e com reconhecimento por parte dos consumidores. Para salvaguardar a saúde e a segurança dos utilizadores é fulcral saber projectar, construir, testar, e colocar os equipamentos no mercado, de forma legal e em conformidade com Directivas Comunitárias.

Surgiu, assim, a minha motivação para estudar e auxiliar uma empresa da área das tecnologias a atingir este objectivo. Possuindo uma base de formação na área da Engenharia Electrotécnica e especialização em Energia, verificou-se que seria interessante aplicar estes conhecimentos, com o objectivo de estudar e analisar um equipamento electrónico específico, com características passíveis de provocar alguns impactos na rede de energia eléctrica e no ambiente electromagnético. A análise destes efeitos na rede, assim como no exterior, tem por finalidade comprovar que o funcionamento do equipamento não ultrapassa os limites estabelecidos na legislação Europeia verificando-se, desta forma, a Conformidade CE do mesmo.

Neste contexto, tive a oportunidade de o fazer no Grupo Efacec na Unidade Sistemas de Electrónica, S.A., na qual, durante o período de realização desta Dissertação, desenvolvi todo o trabalho de Marcação CE do equipamento apresentado no Capítulo 3, assim como de um outro equipamento semelhante, contudo, com o processo de avaliação dos requisitos das Normas Europeias já iniciado.

1.2 - Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.

A Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., é a empresa onde foi desenvolvido o projecto de Marcação CE do equipamento designado por EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U. Dentro do Grupo Efacec, esta Unidade é responsável pela produção de sistemas de alimentação (UPSs, rectificadores), conversores de potência (rectificadores de tracção, inversores) e CIBs (Carregadores Industriais de Baterias). Estes produtos destinam-se às mais diversas áreas de actividade desde as Telecomunicações à Energia, passando pelos Transportes, Indústria, Serviços e Energias Renováveis.

Em 1992, a Efacec introduziu no mercado uma nova gama de “armários” equipados com módulos rectificadores, que usavam tecnologia *switching*, passando a desenvolver uma vasta gama de equipamentos em corrente contínua em 24V, 48V, 110V e 220V. Estes rectificadores *switching* que equipam os “armários” são fabricados pela *Saft Power Systems*, sendo a Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A. o seu representante exclusivo em Portugal.

Para além dos módulos rectificadores, a Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., integra nos seus CIB S, Unidades de Supervisão e Controlo, que permitem a supervisão de todo o

sistema e uma maior facilidade de operação e interface. Estas unidades, que no equipamento objecto desta Dissertação se designa por EFAPOWER microPSM, são desenvolvidas e produzidas pela Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., e são alvo de ensaios para comprovação da respectiva Conformidade CE, em conjunto com todo sistema EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

1.3 - Objectivos

Esta Dissertação pretende ser um documento útil, para aqueles que pretendam perceber como se realiza a avaliação de um equipamento electrónico, de acordo com os requisitos das Directivas da União Europeia que lhe são aplicáveis, para obtenção da Marcação CE, apresentando um caso prático de um produto desenvolvido na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A..

Deste modo, são apresentadas as diferentes etapas para avaliar a conformidade dos seguintes equipamentos com os requisitos das Directivas Europeias, no que respeita à Segurança e à Compatibilidade Electromagnética:

- EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, equipamento apresentado no Capítulo 3 desta Dissertação e objectivo principal deste estudo, desde os requisitos de segurança até aos requisitos de compatibilidade electromagnética que devem ser salvaguardados para obtenção da Marcação CE.
- EFAPOWER CIB S 48V/6x50A C/Módulos SMi2800 + miniPSM, equipamento que no início do período de realização desta Dissertação, já possuía o processo de Marcação CE adiantado. Isto é, todos os ensaios/testes deste equipamento já tinham sido realizados, apresentando, contudo, diversas falhas ao nível dos requisitos de segurança, que foram alvo de correcção e posterior revisão no Dossier Técnico de Construção de forma a concluir o seu processo de Marcação CE.

1.4 - Estrutura e Organização

A estrutura desta Dissertação acompanha todo processo de execução do trabalho desenvolvido.

Desta forma, no Capítulo 1, é feita uma breve introdução ao Mercado Único Europeu e à Marcação CE, como condição necessária para que diferentes produtos possam circular neste mercado. A par disto, apresenta-se o enquadramento, a motivação e os objectivos deste documento.

No Capítulo 2, apresentam-se as principais implicações da Resolução “Nova Abordagem”, na base da normalização e harmonização das legislações da Comunidade Europeia. Neste contexto, introduzem-se as Directivas “Nova Abordagem” e as Normas Europeias Harmonizadas utilizadas neste trabalho, para obtenção da Marcação CE no equipamento em causa.

No Capítulo 3, apresenta-se o equipamento objecto deste estudo - EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, detalhando o seu modo de funcionamento e cada um dos seus elementos constituintes principais. Por outro lado, ilustra-se também, a estratégia definida pela Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., para obtenção de Marcação CE nos diferentes produtos desenvolvidos nesta unidade.

No Capítulo 4, apresenta-se a primeira parte experimental deste trabalho, através da análise dos diversos requisitos de segurança aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, de forma a serem cumpridos os requisitos da Directiva Comunitária 2006/95/CE.

No Capítulo 5, introduzem-se os conceitos e os requisitos de compatibilidade electromagnética de acordo com a Directiva Comunitária 2004/108/CE que, paralelamente aos requisitos de segurança, devem ser garantidos, de forma a obter a Marcação CE para equipamento alvo deste estudo.

No Capítulo 6, apresenta-se a segunda parte experimental desta Dissertação, através dos Ensaio de Compatibilidade Electromagnética, realizados no Instituto Electrotécnico Português, e respectivos resultados obtidos pelo EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.

No Capítulo 7, apresenta-se uma breve introdução aos conceitos de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança - RAMS, explorando a sua aplicabilidade num dos constituintes do equipamento objecto deste estudo.

No Capítulo 8, realizam-se as conclusões relativas aos dois processos de Marcação CE referidos e ao trabalho desenvolvido sobre o equipamento objecto desta Dissertação.

Capítulo 2

Directivas Comunitárias e Marcação CE

2.1 - “Nova Abordagem”

A livre circulação é um requisito essencial à existência de um Mercado Único, espaço económico em que bens, serviços, capital e trabalho têm que necessariamente circular sem entraves.

Neste sentido, a 7 de Maio de 1985, o Conselho Europeu adoptou uma Resolução, designada por “Nova Abordagem”, em matéria de harmonização e de normalização, que forneceu um enquadramento novo para a harmonização das normas nacionais sobre produtos industriais. A “Nova Abordagem” foi criada para facilitar a realização do Mercado Único Europeu e para desenvolver legislação de definição de requisitos essenciais para diferentes tipos de produtos, promovendo deste modo a inovação e a competitividade.

Surgiram, então, as Directivas Comunitárias baseadas na “Nova Abordagem” que desempenham um papel fundamental nos esforços para garantir a livre circulação de mercadorias no Mercado Único Europeu, [1].

Actualmente, são 22 as Directivas que fazem parte da “Nova Abordagem”. Estas, promovem a regulamentação dos produtos no que se refere à protecção da segurança e da saúde dos utilizadores. Por vezes, abrangem também outros requisitos fundamentais, como por exemplo, a protecção da propriedade ou do ambiente, estabelecendo assim, uma harmonização total de requisitos e normas técnicas nestas áreas para toda a Comunidade Europeia.

As Directivas “Nova Abordagem” são publicadas no Jornal Oficial da União Europeia (JOUE), obrigando os Estados-Membros a transpô-las para a sua legislação nacional, substituindo todas as disposições nacionais correspondentes, [2].

Desta forma, estas Directivas são aplicáveis a produtos já colocados ou que vão entrar em serviço pela primeira vez no Mercado Comunitário, sejam novos, modificados ou de segunda mão. Assim, as Directivas Comunitárias indicam o conjunto de acções que o fabricante deve

tomar para a obtenção da Marcação CE, quais os requisitos essenciais a serem atendidos, quais os produtos que estão ou não sujeitos àquelas regulamentações, as situações em que a marcação é compulsória e o modelo de Avaliação da Conformidade a ser seguido, [2].

Por outro lado, a Resolução "Nova Abordagem" remeteu para as Normas Europeias Harmonizadas as especificações técnicas e os métodos de ensaio/teste indispensáveis para que os produtos estejam em conformidade. De facto, as Directivas "Nova Abordagem" contemplam apenas os requisitos básicos e legais, uma vez que os detalhes técnicos dos métodos de teste, limites e níveis surgem nas Normas Europeias Harmonizadas.

O cumprimento destas Directivas implica ainda a elaboração de um Dossier Técnico de Construção, o qual fornece informações sobre a concepção, produção e funcionamento de um determinado produto. Esta documentação técnica deve ser conservada pelo fabricante durante 10 anos a contar desde a última data de fabrico. O conteúdo do Dossier Técnico de Construção é definido em cada Directiva "Nova Abordagem", e para além deste dossier, o fabricante deve elaborar uma Declaração CE de Conformidade quando o produto é colocado no mercado, sendo igualmente obrigatório a sua conservação durante 10 anos, [3].

Desta forma, a "Nova Abordagem" criou na União Europeia relações estreitas entre as actividades de inovação, regulamentação, normalização, ensaios e certificação. Assim, cabe às Directivas "Nova Abordagem" estabelecer os métodos para controlo de produtos, antes (módulos de Avaliação da Conformidade) e depois da sua introdução no Mercado Único Europeu (vigilância de mercado).

A Avaliação da Conformidade, de acordo com os módulos de avaliação, apresentados na secção seguinte, baseia-se na intervenção do fabricante ou de um Organismo Notificado nas fases de projecto e/ou de fabrico de um produto. O Organismo Notificado, é uma entidade independente, reconhecida oficialmente a nível da União Europeia, para realizar ensaios/testes e (ou) emitir Certificados de Conformidade no contexto da Marcação CE, [1].

2.1.1 - Marcação CE

A "Marcação CE" é representada pelo símbolo CE (Figura 2.1), cuja aposição tem de seguir determinadas regras e grafismo, como se enunciará mais à frente. As iniciais "CE" são a abreviatura da designação francesa *Conformité Européene*, que significa Conformidade Europeia.



Figura 2.1 - Símbolo representativo da Marcação CE.

Esta sigla, deve ser colocada pelo fabricante ou pelo seu mandatário estabelecido na Comunidade Europeia, de forma visível, legível e indelével em produtos novos, usados, importados e alterados substancialmente, antes de serem comercializados no Mercado Europeu. Assim, a aposição da Marcação CE é no fundo a evidência dada pelo fabricante de que os seus produtos cumprem com os requisitos estabelecidos nas Directivas "Nova Abordagem" que lhe são aplicáveis, permitindo a sua livre circulação no Mercado Único Europeu. Por outro lado, existem também, por vezes, Directivas que excluem a obrigatoriedade de aposição da Marcação CE em certos produtos. Se tal acontecer, estes produtos podem circular livremente no Mercado Europeu se forem acompanhados, por exemplo, de uma Declaração ou de um Certificado de Conformidade CE, [4].

Os procedimentos de Avaliação da Conformidade, de acordo com as Directivas Comunitárias, visam garantir que os produtos colocados no Mercado Europeu estão de acordo com as exigências, nomeadamente no que se refere à saúde e à segurança dos utilizadores e consumidores. Assim, a Avaliação da Conformidade está subdividida em 8 módulos, sendo que todos eles estão associados à fase de concepção, fase de produção ou ambas as fases. Neste sentido, cada da Directiva "Nova Abordagem" define quais os módulos aplicáveis. Os módulos existentes são:

- O controlo interno de fabrico (módulo A).
- O exame «CE» de tipo (módulo B).
- A conformidade com o tipo (módulo C).
- A garantia de qualidade da produção (módulo D).
- A garantia de qualidade dos produtos (módulo E).
- A verificação dos produtos (módulo F).
- A verificação da unidade (módulo G).
- A garantia de qualidade total (módulo H).

Como se verifica, alguns módulos prevêem a utilização por parte dos fabricantes, de Sistemas de Gestão da Qualidade de acordo com a Norma ISO 9001 (módulos D, E e H). A conformidade com estes módulos não exige um Sistema de Gestão da Qualidade Certificado, embora ele seja útil para garantir a conformidade dos produtos fabricados, [1]-[3].

Em regra, para que um produto possa ser colocado no Mercado Europeu, terá de ser avaliado nas fases de concepção e de fabrico e ter resultados positivos em ambas. Como referido anteriormente, a Avaliação da Conformidade de acordo com os módulos, pode ser feita pelo fabricante (primeira entidade) ou por um Organismo Notificado (entidade terceira).

Desta forma, este é o processo de confirmação de que um produto satisfaz um conjunto de regras estabelecidas nas Directivas "Nova Abordagem", entre as quais, as Normas Europeias Harmonizadas que lhe são aplicáveis. Para tal, é necessário evidenciar a documentação técnica e os relatórios de testes/ensaios efectuados ao produto.

Referir ainda, que para os produtos onde são aplicáveis requisitos de diferentes Directivas, que prevejam a aposição da Marcação CE, estes devem indicar que estão em conformidade com todas as disposições em causa.

Por outro lado, para garantir o cumprimento da execução da legislação comunitária, a fiscalização do Mercado Europeu é um instrumento essencial. Os Estados-Membros devem designar ou instituir autoridades para a fiscalização, que zelam pelos produtos conformes e tomam medidas para estabelecer a conformidade, quando necessário. As acções correctivas, passam por obrigar o fabricante a colocar o produto em conformidade, restringir ou proibir a colocação no Mercado Europeu, e garantir a retirada de produtos não conformes de circulação, assegurando assim, a protecção da Marcação CE.

Também de acordo com as Directivas “Nova Abordagem”, as responsabilidades do fabricante são independentes de estar fora ou dentro da União Europeia. Um fabricante estabelecido num país terceiro é tão responsável como um estabelecido na Comunidade. Assim, é o importador que coloca um produto de um país terceiro, no Mercado Comunitário, que acarreta com uma responsabilidade, limitada, nos termos da Directivas “Nova Abordagem”, [3].

Em conclusão, a eliminação de barreiras técnicas entre os diversos países da União Europeia tornou necessárias as seguintes acções:

- Inclusão das Directivas “Nova Abordagem” nas leis dos diversos Estados-Membros.
- Harmonização das Normas Nacionais com as Normas Europeias.
- Estabelecimento de um Sistema de Acreditação, Teste e Certificação reconhecidos entre todos os Estados-Membros.

Desta forma, o objectivo da Resolução “Nova Abordagem” é então, estabelecer um novo sistema de Normas Europeias Harmonizadas para que todos os Estados-Membros possam substituir progressivamente as Normas Nacionais.

A conformidade perante as Normas Europeias Harmonizadas, traduz-se na Marcação CE que vem facilitar a circulação de mercadorias entre os Estados-Membros da União Europeia.

2.2 - Directivas “Nova Abordagem” utilizadas neste Estudo

Como se verificou nas secções anteriores, os produtos que cumprem as disposições das Directivas Comunitárias que lhe são aplicáveis e, que prevêm a Marcação CE, devem ostentar a dita marcação. Deste modo, é necessário que para cada produto, sejam identificados os requisitos legais específicos, podendo acontecer, que para um produto (componente, equipamento, sistema, etc.) seja aplicável só uma, duas ou mais de duas Directivas “Nova Abordagem”.

Por outro lado, nunca esquecer, que para o cumprimento dos requisitos das Directivas Europeias há que ter em conta as Normas Europeias Harmonizadas aplicáveis ao produto.

As Directivas “Nova Abordagem” seguidas neste estudo e que se enquadram com o equipamento em causa são apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Directivas “Nova Abordagem” seguidas neste estudo.

Designação	Directiva “Nova Abordagem”
<i>Equipamento Eléctrico de Baixa Tensão</i>	Directiva 2006/95/CE
<i>Compatibilidade Electromagnética</i>	Directiva 2004/108/CE

A Directiva 2006/95/CE - *Equipamento Eléctrico de Baixa Tensão*, é relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros no domínio do equipamento eléctrico destinado a ser utilizado dentro de certos limites de tensão. Esta, estabelece os requisitos de segurança para o equipamento eléctrico destinado a ser utilizado em instalações cuja tensão nominal esteja compreendida entre 50V e 1000V em corrente alternada, ou entre 75V e 1500V em corrente contínua. Á semelhança do que acontece com outras Directivas “Nova Abordagem”, esta Directiva remete para Normas Europeias Harmonizadas as especificações técnicas e os métodos de ensaio/teste indispensáveis para que os equipamentos estejam em conformidade com estes requisitos. No âmbito desta Directiva, o cumprimento dos requisitos de segurança exigidos é evidenciado nos equipamentos através da Marcação CE.

Por outro lado, a Directiva 2004/108/CE - *Compatibilidade Electromagnética*, é relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros, no que diz respeito aos níveis de compatibilidade electromagnética exigidos a diferentes equipamentos. “*A Compatibilidade Electromagnética é a capacidade de um equipamento funcionar satisfatoriamente no seu ambiente electromagnético sem introduzir perturbações electromagnéticas intoleráveis a outro equipamento nesse ambiente. A protecção contra perturbações electromagnéticas requer a imposição de obrigações aos vários operadores económicos*”, [1].

Deste modo, esta Directiva tem como missão estabelecer um quadro de regulamentação harmonizado de requisitos aceites pelos Estados-Membros, no âmbito da compatibilidade electromagnética. Para tal, apoia-se em Normas Europeias Harmonizadas desenvolvidas por Comitês Técnicos Internacionais de reconhecida competência, definindo dois requisitos essenciais para protecção de equipamentos:

- Emissão Electromagnética
- Imunidade Electromagnética

É estabelecido que os equipamentos que cumprem as Normas Europeias Harmonizadas relativas à compatibilidade electromagnética, estão em conformidade com os requisitos

essenciais de protecção referidos. Assim, também no âmbito desta Directiva, o cumprimento dos requisitos de compatibilidade electromagnética é evidenciado nos equipamentos através da Marcação CE.

Por fim, acrescenta-se que as duas Directivas “Nova Abordagem” referidas anteriormente, são transpostas para o acervo legislativo Português substituindo todas as disposições nacionais correspondentes, através dos Decretos-Lei enunciados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Transposição das Directivas Comunitárias para o ordenamento jurídico Português.

Directivas Comunitárias	Decreto-Lei
Directiva 2006/95/CE <i>Equipamento Eléctrico de Baixa Tensão</i>	Decreto-Lei 6/2008
Directiva 2004/108/CE <i>Compatibilidade Electromagnética</i>	Decreto-Lei 325/2007

2.3 - Normas Europeias Harmonizadas

Segundo o Instituto Português da Qualidade (IPQ), “*uma norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, linhas, directrizes ou características, para actividades ou seus resultados, garantindo um nível de ordem óptimo num dado contexto*”. De uma forma geral, as normas são voluntárias, tornando-se obrigatórias se houver legislação que determine o seu cumprimento.

Neste contexto, as Normas Europeias Harmonizadas desempenham um papel útil, pois contribuem para a realização do Mercado Único Europeu ao apoiarem as Directivas “Nova Abordagem”.

Contudo, as Directivas “Nova Abordagem” são especiais, porque não contêm quaisquer pormenores técnicos, apenas requisitos amplos em matéria de segurança e de saúde. Deste modo, os fabricantes têm de traduzir esses requisitos essenciais vastos, em soluções técnicas, sendo que uma das melhores maneiras de o fazer, consiste em utilizar Normas Europeias especialmente desenvolvidas, [6]. Assim, uma Norma Europeia Harmonizada, assume um estatuto quase legal, devido ao seu papel fundamental na presunção da conformidade com um ou mais requisitos das Directivas “Nova Abordagem”.

As Normas Europeias Harmonizadas são elaboradas sob mandato de Normalização da Comissão Europeia, pelo Comité Europeu de Normalização (CEN), pelo Comité Europeu de Normalização Electrotécnica (CENELEC) e pelo Instituto Europeu de Normalização para as Telecomunicações (ETSI), [7].

As referências das Normas Europeias Harmonizadas, à semelhança das Directivas Comunitárias, vão sendo objecto de publicação no JOUE. Quando uma Norma Europeia é

aprovada e publicada no JOUE torna-se um *Standard* Harmonizado Europeu, aplicável a todos os Estados-Membros.

Verifica-se assim, que as Normas Europeias Harmonizadas traduzem os requisitos essenciais em regras técnicas e limites para determinados produtos, sendo que o fabricante é livre de as utilizar ou não. Contudo, se decidir por não utilizá-las, o seu produto não beneficiará da presunção de conformidade prevista nas Directivas Comunitárias que lhe são aplicáveis.

2.3.1 - Normalização

O objectivo da normalização é o estabelecimento de soluções, por consenso das partes interessadas, para assuntos que têm carácter repetitivo, tornando-se uma ferramenta poderosa na auto-disciplina dos agentes activos dos mercados.

Neste contexto, segundo os regulamentos internos do CEN, as Normas Europeias Harmonizadas, quando aprovadas, têm de ser adoptadas por publicação de um texto idêntico ou pelo seu endosso pelos Estados-Membros, através de um Organismo Nacional de Normalização. Actualmente, o CEN é composto por 31 ONNs, no caso de Portugal, este organismo é o Instituto Português da Qualidade, [7].

Como Organismo Nacional de Normalização, ao IPQ, compete designadamente, promover a elaboração de Normas Portuguesas que garantam a coerência e actualidade do acervo normativo nacional, ajustando a legislação nacional sobre produtos segundo as Normas Europeias. Acrescenta-se ainda, como competências do IPQ nesta área, a promoção da participação nacional na Normalização Europeia e Internacional, gestão dos processos de votação de documentos normativos, de aprovação, edição e venda de normas, [1].

Deste modo, o IPQ assegura a representação de Portugal em inúmeras estruturas Europeias e Internacionais relevantes para a sua missão, designadamente, no CEN, no CENELEC, na IEC, na CGPM, na OIML, e na ISO.

Normalmente, a designação das normas é composta por um prefixo alfabético seguido por um código numérico, por exemplo, as Normas Portuguesas têm o prefixo NP. Quando se trata de Normas Portuguesas que adoptam uma Norma Europeia designam-se por NP EN. Por outro lado, e a título de exemplo, as Normas NP EN ISO, identificam as Normas Portuguesas que resultaram da adopção de uma Norma Europeia, que por sua vez resultou da adopção de uma Norma Internacional. Também são consideradas Normas Portuguesas todas as Normas EN, EN ISO, EN ISO/IEC e ETSI integradas no acervo normativo nacional por via de adopção, [6].

2.3.2 - Organismos de Normalização

Existem três Organismos Europeus de Normalização (OEN), responsáveis pelo desenvolvimento de Normas Europeias Harmonizadas, cujo principal objectivo é eliminar as barreiras comerciais para a indústria e consumidores na União Europeia:



Comité Européen de Normalisation.

Fundado em 1961, o CEN é composto por 31 Organismos Nacionais de Normalização de Países da União Europeia. Estes trabalham em conjunto para desenvolver Normas Europeias em vários sectores, incluindo: Química, Construção, Produtos de Consumo, Energia, Alimentação, Saúde e Segurança, Aquecimento, Refrigeração, Ventilação, Materiais, Medição, Engenharia Mecânica, Nanotecnologia, Segurança e Defesa, Serviços, Transportes, Embalagens e outros, [8].



Comité Européen de Normalisation Electrotechnique.

Criado em 1973, o CENELEC é composto pelos Comités Técnicos Nacionais de 28 países Europeus, abrangendo os Estados-Membros da União Europeia e da EFTA, estando-lhe associados mais 8 Comités Técnicos de países da Europa de Leste e dos Balcãs. O CENELEC tem como objectivo a Harmonização das Normas Europeias, bem como a preparação voluntária de Normas no âmbito da Electrotécnica e tecnologias associadas, [9].



European Telecommunications Standards Institute.

Criado em 1988, o ETSI tem por missão a produção de Normas Europeias Harmonizadas no âmbito das Telecomunicações, possuindo, igualmente, actividades de pré-normalização e normalização nas áreas das Tecnologias da Informação e da Radiodifusão Televisiva e Sonora, [9].

Apesar de possuírem competências em áreas geralmente diferentes, CEN, CENELEC e ETSI, cooperaram em vários domínios de interesse comum, tais como o sector de máquinas ou de tecnologias de informação e comunicação, [8].

Por outro lado, há que referir também as Normas Internacionais. Estas, são normas técnicas estabelecidas por Organismos Internacionais de Normalização (OINs) para aplicação a nível mundial. Actualmente, existem diversos OINs, em campos específicos, como a ISO (maioria dos sectores), a IEC (área eléctrica e electrónica) e a ITU (telecomunicações). As Normas Internacionais são reconhecidas pela Organização Mundial do Comércio (OMC), como a base para o comércio internacional, sendo que a sua aplicação tem o objectivo de ultrapassar eventuais barreiras técnicas entre diferentes países.

Desta modo, a OMC, recomenda que estas normas sejam usadas como referência para regulamentos técnicos e que também sejam adoptadas como Normas Nacionais. Por esta razão, assiste-se a uma forte tendência dos ONNs adoptarem integralmente Normas Internacionais como Normas Nacionais.

De facto, hoje em dia, para os agentes económicos que querem ser competitivos, é de extrema importância seguirem de perto os trabalhos de Normalização Internacional, procurando que seus produtos, serviços e sistemas de gestão, atendam aos requisitos das Normas Internacionais. Um exemplo desta tendência, é a crescente adopção por parte de diversas empresas das normas da série ISO 9001.

Verifica-se assim, que nos países Europeus, menos de 5% das normas adoptadas anualmente são especificamente nacionais. Logo, 95% correspondem à adopção de Normas Europeias (EN, por exemplo) e de Normas Internacionais (ISO e IEC) como Normas Nacionais, [10].

Os Organismos Internacionais de Normalização com relevância para este estudo são:



International Organization for Standardization.

Fundada em 1947, esta Organização não Governamental, promulga Normas Internacionais para a indústria e comércio, sendo constituída por Organismos Nacionais de Normalização de 161 países. As Normas ISO são desenvolvidas por Comités Técnicos (ISO/TC), que são organizados numa base temática, com os seus representantes membros.



International Electrotechnical Commission.

Fundada em 1906, esta Organização não Governamental, elabora e publica Normas Internacionais para todas as tecnologias eléctricas e electrónicas. A IEC é composta por Comités Nacionais de diferentes países, que representam os interesses no âmbito da electrotecnia de cada país. No caso de Portugal o IPQ assegura a representação nacional.

2.4 - Normas Europeias Harmonizadas utilizadas neste Estudo

Para a realização deste estudo, de modo a serem cumpridos os requisitos essenciais das Normas Europeias Harmonizadas aplicáveis ao equipamento em causa, que conferem a presunção de Conformidade segundo as Directivas “Nova Abordagem”, 2006/95/CE e 2004/108/CE, foram utilizadas as normas das Tabelas 2.3 e 2.4.

Tabela 2.3 - Norma Europeia Harmonizada utilizada neste estudo que confere conformidade segundo a Directiva 2006/95/CE - *Equipamento Eléctrico de Baixa Tensão*.

Directiva 2006/95/CE - Equipamento Eléctrico de Baixa Tensão

Norma Europeia Harmonizada	Designação
EN 60950-1	<i>Information technology equipment - Safety Part 1: General requirements (IEC 60950-1:2005, modified)</i>

A Norma Europeia Harmonizada EN 60950-1, cujo o campo de aplicação é a segurança de equipamentos ligados às tecnologias da informação, é uma norma bastante exigente e usada em múltiplos equipamentos em várias áreas, salientando-se os equipamentos industriais eléctricos que não excedam os 600V de tensão nominal. Desta forma, é utilizada como principal referência de segurança no propósito da Marcação CE do equipamento alvo deste estudo.

Tabela 2.4 - Norma Europeia Harmonizada utilizada neste estudo que confere conformidade segundo a Directiva 2004/108/CE - *Compatibilidade Electromagnética*.

Directiva 2004/108/CE - Compatibilidade Electromagnética

Norma Europeia Harmonizada	Designação
ETSI EN 300386 V1.4.1	<i>Electromagnetic Compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) Telecommunication network equipment Electromagnetic Compatibility (EMC) requirements. (2008)</i>

A Norma ETSI EN 300386 V1.4.1, é uma Norma Europeia Harmonizada relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros no que respeita à compatibilidade electromagnética. Esta norma, define os limites e os requisitos essenciais de compatibilidade electromagnética, para equipamentos específicos utilizados em redes públicas de telecomunicações. Nestes equipamentos, estão incluídas as UPSs, assim como outras fontes de alimentação utilizadas em redes de telecomunicações.

Os métodos de ensaio/teste de imunidade e emissão electromagnética para os equipamentos abrangidos, são estabelecidos com base em outras Normas EN, principalmente nas Normas da série EN 61000 e na Norma CISPR 22, conforme se enuncia nas Tabelas 2.5 e 2.6.

Tabela 2.5 - Normas Europeias Harmonizadas para Emissão Electromagnética, utilizadas neste estudo.

Emissão Electromagnética	
Norma Europeia Harmonizada	Designação
EN 61000-3-2	<i>Limits for Harmonic current emissions equipment input current $\leq 16A$ per phase</i>
EN 61000-3-3	<i>Limitation of voltages changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current $\leq 16A$ per phase</i>
CISPR 22	<i>Information Technology equipment, Radio disturbance characteristics, Limits and methods of measurement</i>

Tabela 2.6 - Normas Europeias Harmonizadas para Imunidade Electromagnética, utilizadas neste estudo.

Imunidade Electromagnética	
Norma Europeia Harmonizada	Designação
EN 61000-4-2	<i>Testing and measurements techniques, Electrostatic discharge immunity test</i>
EN 61000-4-3	<i>Testing and measurements techniques, Radiated RF, electromagnetic field immunity test</i>
EN 61000-4-4	<i>Testing and measurements techniques, Electrical fast transient/burst immunity test</i>
EN 61000-4-5	<i>Testing and measurements techniques, Surge immunity test</i>
EN 61000-4-6	<i>Testing and measurements techniques, Immunity to conducted disturbances, induced by RF fields</i>
EN 61000-4-11	<i>Testing and measurements techniques, voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests</i>

2.5 - Obtenção da Marcação CE no Grupo Efacec

O Grupo Efacec, através dos seus Serviços da Qualidade (SQ), certificado pela norma ISO 9001, possui um procedimento claro e rigoroso para a obtenção da Marcação CE nos seus produtos. A metodologia, pode ser dividida nas seguintes fases:

➤ **FASE 1**

Em colaboração com o responsável dos Serviços da Qualidade (SQ), são definidas as linhas básicas para o cumprimento dos requisitos da Marcação CE. Faz-se então, o levantamento dos produtos/equipamentos da empresa e identificam-se as Directivas e Normas Europeias aplicáveis.

Relativamente a partes de produtos/equipamentos oriundas de outras entidades, a Unidade responsável pelo projecto, solicita cópias das respectivas Declarações CE de Conformidade.

➤ **FASE 2**

Nas situações que envolvem ensaios/testes com conhecimento específico de várias normas, particularmente, no caso da Directiva de Compatibilidade Electromagnética, a Unidade responsável pelo produto em colaboração com os SQ, contacta o(s) Laboratório(s) Acreditado(s) para realização dos ensaios/testes que conduzem à comprovação destes requisitos.

➤ **FASE 3**

Na sequência dos ensaios/testes e da avaliação técnica para comprovar os requisitos das Normas Europeias Harmonizadas aplicáveis, a Unidade responsável pelo produto emite o Dossier Técnico de Construção. São enviados aos Serviços da Qualidade, os seguintes documentos:

- Relatórios de ensaios/testes realizados no exterior.
- Relatórios de ensaio/testes realizados na Efacec.
- Dossier Técnico de Construção do produto.
- Dossier de Projecto e outros documentos relevantes.

É importante referir, que algumas Directivas Comunitárias exigem que a entidade responsável pelo produto, envie o Dossier Técnico de Construção para um Organismo Notificado, para que este dê o seu aval ao processo realizado.

➤ **FASE 4**

Os Serviços da Qualidade, que acompanham todo o processo de Marcação CE do produto, analisam os documentos referidos, e se todos os requisitos estiverem reunidos, emite o documento “*Confirmação dos Pressupostos para Declaração CE de Conformidade*”.

➤ **FASE 5**

A Unidade responsável pelo produto, emite a respectiva Declaração CE de Conformidade.

Nos fluxogramas que se seguem, Figura 2.2, 2.3 e 2.4, observa-se de forma sequencial, o procedimento adoptado pelo Grupo Efacec no âmbito da Marcação CE dos seus produtos.

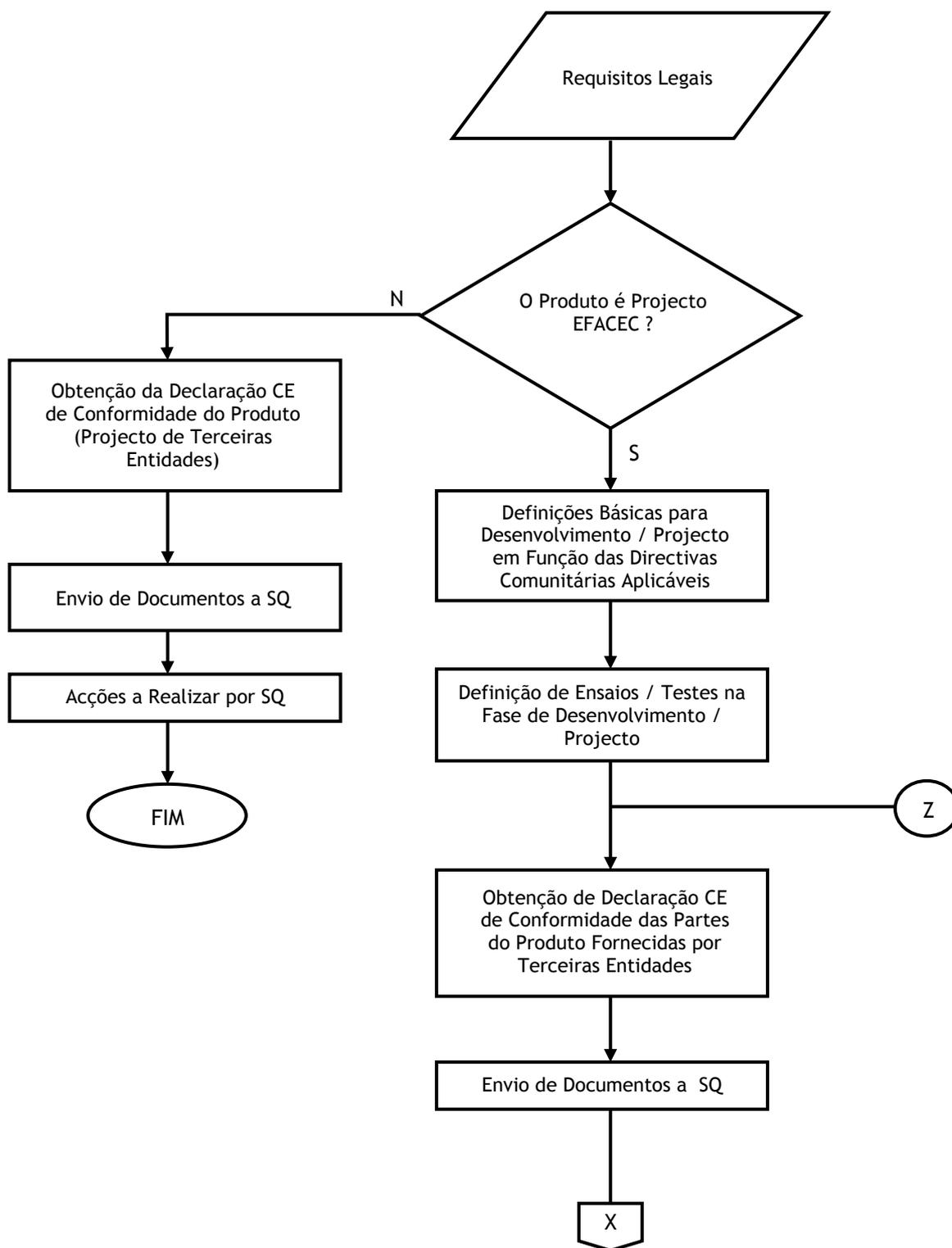


Figura 2.2 - Fluxograma Procedimento de Marcação CE na Efacec.

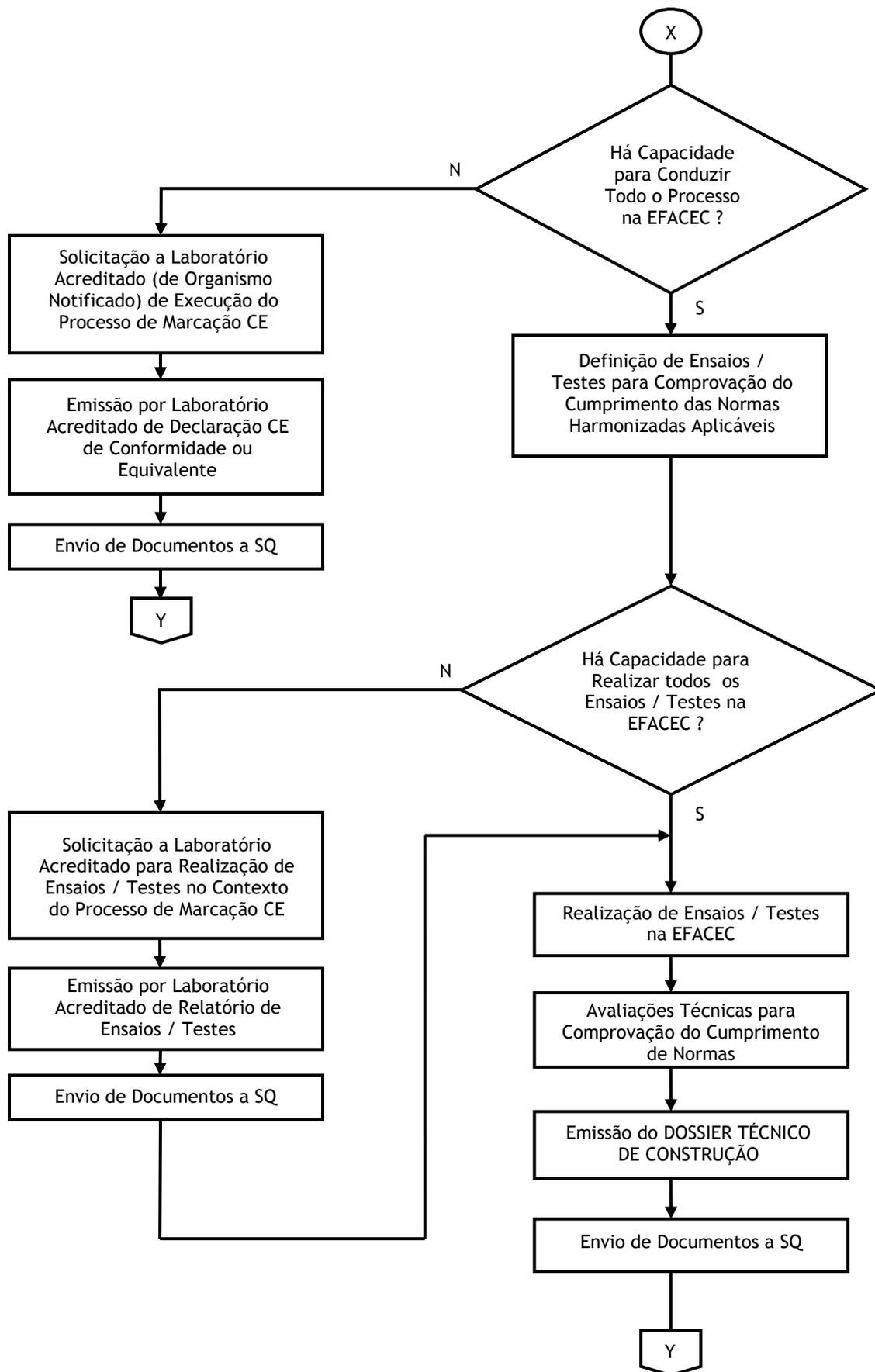


Figura 2.3 - Fluxograma Procedimento de Marcação CE na Efacec.

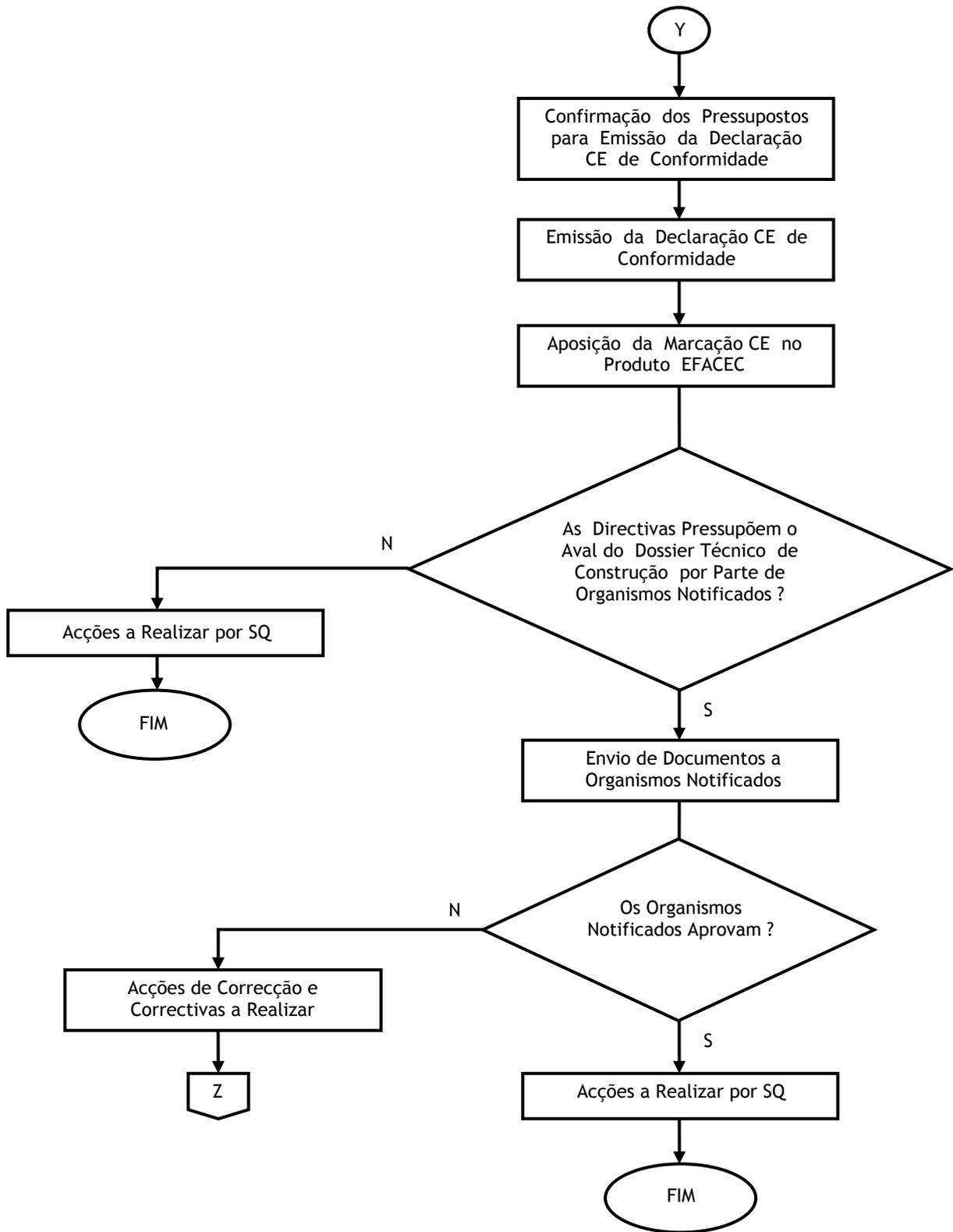


Figura 2.4 - Fluxograma Procedimento de Marcação CE na Efacec.

2.5.1 - Dossier Técnico de Construção

Antes de um produto/equipamento ser colocado no Mercado Europeu, o fabricante ou seu mandatário estabelecido na Comunidade, deve preparar a documentação técnica para permitir a Avaliação da Conformidade do produto com as exigências das Directivas que lhe são aplicáveis, [11]. Esta documentação, deve ser organizada pelo fabricante e deve cobrir, na medida do necessário, o que se refere à concepção, ao fabrico e ao funcionamento do produto/equipamento.

Como já foi referido, esta documentação técnica deve estar à disposição das autoridades competentes por um período de, pelo menos, dez anos, a contar desde a data em que o equipamento foi fabricado pela última vez, [12].

Assim, o Dossier Técnico de Construção, demonstra a conformidade do equipamento com os requisitos das Directivas que lhe são aplicáveis, podendo incluir os seguintes elementos:

- Descrição geral e desenhos do equipamento e dos circuitos eléctricos.
- Normas, directivas e especificações técnicas utilizadas.
- Medidas de protecção implementadas para eliminar/reduzir os perigos identificados.
- Manual de instruções/utilizador.
- Resultados de ensaios.
- Declaração CE de conformidade.

2.5.2 - Aposição da Marcação CE

A Marcação CE deve ser colocada no produto pelo fabricante ou pelo seu mandatário estabelecido na Comunidade Europeia, devendo efectuar-se durante a fase de controlo da produção e ser seguida do n.º de identificação do Organismo Notificado, no caso de intervenção deste no processo, [5]. Todavia se o tipo de produto não o permitir, a marcação deve ser colocada na embalagem e nos documentos de acompanhamento.

O tamanho e a forma do símbolo de Marcação CE são especificados na Directiva 93/68/CE, devendo este símbolo ter uma altura mínima de 5 mm. Sempre que o símbolo CE for ampliado, ou reduzido, as suas proporções devem ser respeitadas. A Figura 2.5 ilustra as proporções do símbolo representativo da Marcação CE.

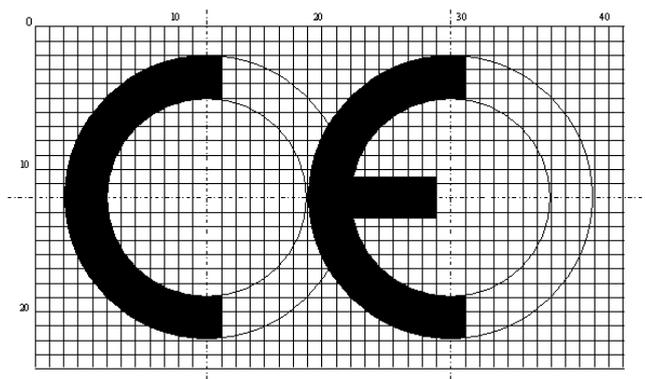


Figura 2.5 - Proporções do símbolo representativo da Marcação CE.

O símbolo CE não tem prazo de validade, desde que as normas não se alterem, o símbolo pode ser usado. Contudo, por vezes em vários produtos encontramos o símbolo de Marcação CE sem conformidade. O objectivo é sobretudo confundir o consumidor, como por exemplo, o caso da marca “China Export”, marca esta que não existe, [13].

A Figura 2.6, representa um conjunto de símbolos não conformes encontrados no Mercado Europeu em diferentes equipamentos.



Figura 2.6 - Símbolos falsos, representativos da Marcação CE.

É importante perceber, que alguns produtos/equipamentos podem estar conformes com as Directivas Comunitárias que lhe são aplicáveis, mas não exibem o símbolo CE de forma correcta. Por outro lado, existem também os casos em que os equipamentos possuem ilegalmente o símbolo CE verdadeiro, mas a sua concepção e fabrico não está conforme com os requisitos necessários.

2.5.3 - Declaração CE de Conformidade

Em paralelo com a aposição da Marcação CE, deve ser redigida uma Declaração CE de Conformidade pelo fabricante ou pelo seu mandatário estabelecido na Comunidade Europeia, numa das línguas oficiais. Esta, atesta a conformidade do equipamento com todos os requisitos essenciais relevantes.

À semelhança do que acontece com o Dossier Técnico de Construção, o fabricante, ou o seu representante autorizado, deve manter a Declaração CE de Conformidade por um período de pelo menos dez anos, a contar da data em que o produto foi fabricado pela última vez.

No caso da(s) Directiva(s) que lhe são aplicáveis, preverem a intervenção de um Organismo Notificado, nomeadamente, Organismos de Certificação, Organismos de Inspeção e Laboratórios de Ensaio, compete a estes organismos a emissão de um Certificado CE de Conformidade que evidencia que o produto cumpre com os requisitos da(s) Directiva(s) que lhe estão associadas. A actividade dos Organismos Notificados como suporte do processo de Marcação CE, é um dos primeiros controlos que possibilita que os produtos circulem no Mercado Europeu com um segurança. Note-se, que a Declaração CE de Conformidade deve segundo a legislação em vigor, apresentar:

- Título: Declaração CE de Conformidade.
- Nome e morada da Empresa em que se insere a Unidade responsável pelo produto.
- Designação do produto.
- Directiva(s) que se aplica(m).
- Normas Harmonizadas aplicáveis.
- Data e assinatura de um ou mais responsáveis.

2.6 - Vantagens e Desvantagens da Marcação CE

A Marcação CE tem como principal finalidade ser uma garantia para os consumidores, assegurando que os equipamentos são produzidos por processos controlados, que cumprem uma série de requisitos, comprovados através de testes e ensaios. Para além disto, como as Directivas Comunitárias são obrigatoriamente transpostas para a legislação de cada Estado-Membro, a Marcação CE passa a ser condição necessária para que os produtos possam ser comercializados e utilizados. Assim, a Comissão Europeia considera que a Marcação CE é “*O passaporte para a livre circulação dos produtos no Mercado Único Europeu*”.

Por outro lado, a Marcação CE, possibilita o alargamento do mercado alvo das empresas, garantindo uma maior inserção no mercado globalizado, bem como a conformidade dos seus produtos/equipamentos, elevando assim a confiança dos consumidores. Deste modo, do ponto de vista das empresas, a adopção destes mecanismos regulamentares, possibilita a legalização e o aumento da sua competitividade quer a nível nacional quer a nível internacional.

Principais vantagens da Marcação CE

Para os Fabricantes

- Cumprimento legal e normativo dos seus produtos.
- Acesso ao Mercado da União Europeia.
- Aumento da qualidade da produção.
- Estabelecimento de procedimentos de controlo (redução de custos).

- Maior valorização dos produtos.
- Maior valorização da empresa (imagem da organização).
- Mais e melhor informação prestada aos clientes.
- Conduz a maior número de vendas e a uma maior satisfação do cliente.
- Garantia da manutenção da qualidade para o consumidor.

Para os Consumidores

- Informação mais clara acerca dos produtos.
- Garantia da qualidade mínima dos produtos.
- Conformidade dos produtos com os requisitos legais.
- Maior valorização e credibilidade do produto.

No entanto, o processo de Marcação CE acarreta também os seus custos. Por vezes, os fabricantes vêm-se confrontados com alguns problemas quando o seu produto tem de respeitar as exigências de uma determinada Norma ou Directiva. Por exemplo, no que se refere aos requisitos de compatibilidade electromagnética, os instrumentos necessários para os testes/ensaios são de elevado custo, existindo poucos laboratórios com capacidade de os realizar.

Por outro lado, as etapas ou ciclos de desenvolvimento de um produto são inúmeras, vão desde o projecto inicial até a colocação no mercado, passando pelos ensaios de segurança e compatibilidade electromagnética. Actualmente, se o fabricante quiser que o produto respeite uma determinada Norma Técnica ou Directiva, terá que construir um protótipo e realizar ensaios num Laboratório Acreditado, isto se não tiver capacidade de realizar estes testes na própria empresa. Contudo, se o produto não respeitar os limites impostos pela Norma que lhe é aplicável, o fabricante terá que rever o projecto e corrigi-lo, para depois voltar ao laboratório.

Verifica-se então, que todo este processo envolve tempo para estudo das Directivas e Normas, para concepção, e para execução do projecto final. A estes aspectos, acrescenta-se o esforço financeiro que é necessário fazer para realização dos ensaios num Laboratório Acreditado, onde o custo é elevado e cobrado por cada ensaio realizado.

Assim, apesar das condições e requisitos que envolvem a Marcação CE serem fundamentais, por vezes, revelam-se barreiras para inúmeras empresas que não conseguem suportar estes encargos e custos.

Principais desvantagens da Marcação CE

Para os Fabricantes

- Esforço financeiro significativo para as empresas, geralmente de pequena dimensão.

- Custos em ensaios iniciais.
- Custos em equipamentos de medição.
- Custos com ensaios periódicos.
- Dificuldade na caracterização de todos os produtos.
- Processo encarado como burocrático e moroso.
- A comercialização de novos produtos é dificultada pela morosidade na obtenção do certificado, mesmo para empresas certificadas.

2.7 - Conclusões

Neste capítulo foram apresentadas as principais implicações da Resolução “Nova Abordagem” e suas Directivas, bem como as Normas Europeias Harmonizadas e os requisitos necessários para a obtenção da Marcação CE nos produtos destinados ao Mercado Único Europeu. Neste contexto, introduziram-se as Directivas “Nova Abordagem” e as Normas Europeias Harmonizadas utilizadas neste estudo.

Por outro lado, apresentaram-se também, as etapas essenciais do processo de Marcação CE para os produtos desenvolvidos no Grupo Efacec, e as principais vantagens e desvantagens deste processo, para fabricantes e consumidores.

No Capítulo 3 apresenta-se o equipamento objecto desta Dissertação - EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, introduzindo cada um dos seus constituintes e analisando o princípio do seu funcionamento.

Capítulo 3

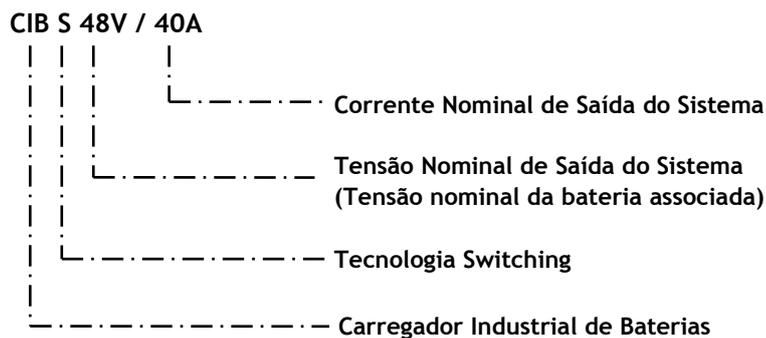
Descrição do Equipamento em Estudo

O equipamento alvo deste estudo, EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, é uma fonte de alimentação ininterrupta em corrente contínua, com o objectivo principal de fornecer energia de modo fiável e com elevada qualidade.



Figura 3.1 - EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Este sistema em *rack* (prateleira) com 483mm de largura (19'') e 89mm de altura (2U), deve a sua designação **CIB S**, às iniciais de *Carregador Industrial de Baterias com tecnologia Switching*. A esta nomenclatura, acrescenta-se a indicação da tensão e da corrente de saída, ou seja, um **CIB S** com saída de 48V/40A tem a seguinte interpretação:



As principais características a destacar neste equipamento são:

- Excelentes características eléctricas, das quais se destacam o alto factor de potência, rendimento, característica dinâmica e corrente de entrada sinusoidal.
- Modularidade, a qual possibilita uma fácil manutenção e aumento de potência.

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, concebido para ser integrado num armário que assegure o grau de protecção necessário, fornece energia de forma ininterrupta em tensão contínua regulada a 48V, principalmente para redes de telecomunicações, mas também para outras aplicações, nomeadamente indústria, automação e energia.

3.1 - Elementos Constituintes

O circuito de potência deste sistema de alimentação em corrente contínua é constituído por três blocos principais:

- Andar CA/CC composto por 3 rectificadores SM700 ligados em paralelo.
- Dois bancos de baterias em paralelo, cada um constituído por 4 blocos de bateria de 12V, de 50, 100 ou 150Ah ligados em série e instalados em armário próprio.
- Unidade de supervisão e controlo EFAPOWER microPSM (*micro Power Supply Monitor*).

Desta forma, o circuito de potência do sistema de alimentação EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U compreende uma associação de módulos funcionais, como mostra a Figura 3.2:

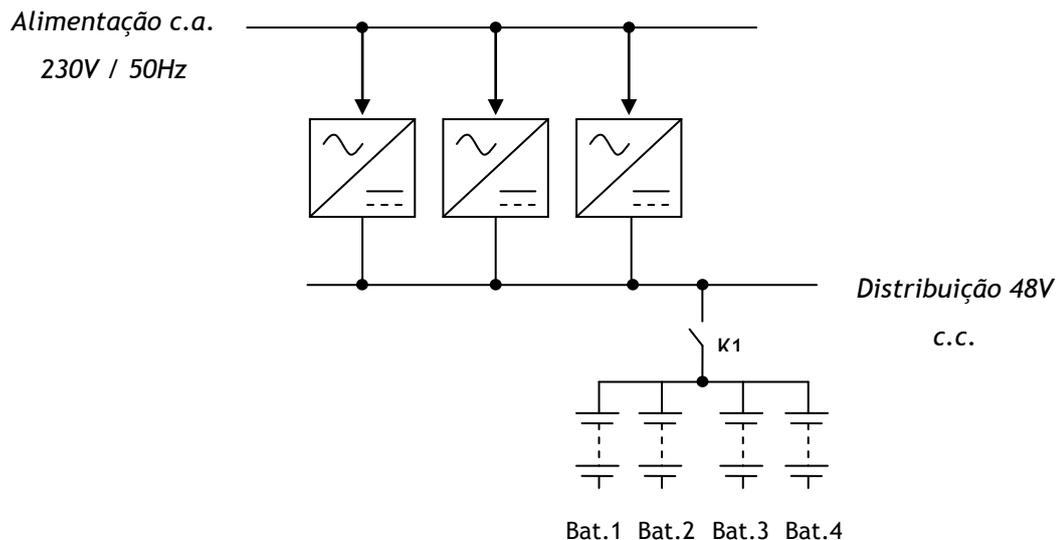


Figura 3.2 - Diagrama de blocos simplificado do circuito de potência do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Para garantir boa fiabilidade do sistema, é frequente instalar-se um módulo rectificador para além da potência necessária, garantido sempre a alimentação das cargas no caso de um módulo falhar. Realça-se o facto dos módulos rectificadores poderem ser interligados ao equipamento sem que haja necessidade de intercalar um disjuntor ou tão pouco interromper o normal funcionamento do sistema, “hot plug-in”.

3.2 - Descrição dos diferentes elementos

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é constituído por um conjunto de baterias, cuja capacidade varia com os consumos e autonomia pretendidos, e por um rack equipado com:

- 3 módulos rectificadores *Saft Power Systems SM700*.
- Unidade de supervisão e controlo EFAPOWER microPSM.
- 1 disjuntor de bateria.
- 1 contactor de fim de descarga das baterias com comando manual.
- 6 Saídas c.c. (Distribuição) e respectivos disjuntores.
- Cablagem interna adequada ao tipo de sistema.
- Ligações à terra de protecção.

As Figuras 3.3 e 3.4 ilustram respectivamente a parte frontal e o interior do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

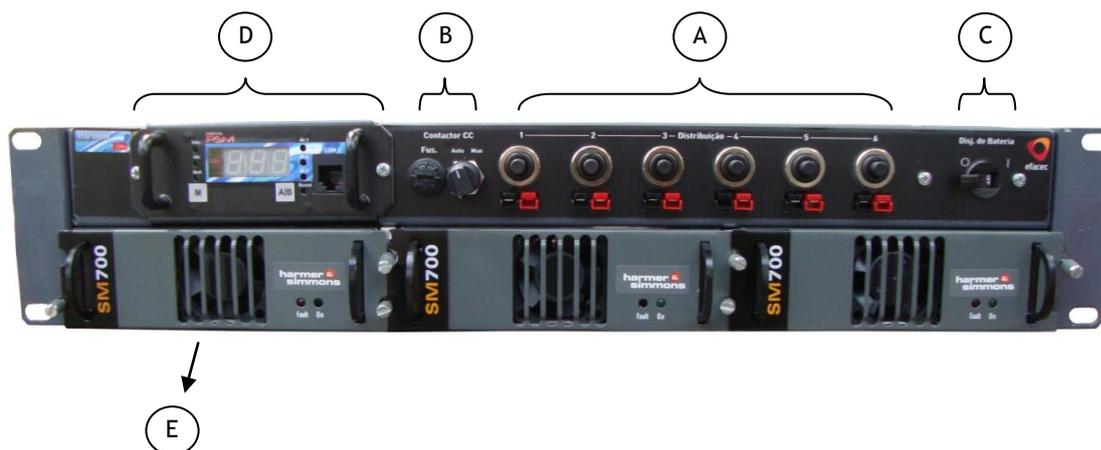


Figura 3.3 - Parte frontal EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Legenda:

- A. 6 Saídas c.c., Vermelho (+); Preto (-), e respectivos disjuntores.
- B. Contactor de fim de descarga das baterias com comando manual e fusível de protecção do circuito.
- C. Disjuntor de baterias.
- D. Unidade de supervisão e controlo EFAPOWER microPSM.
- E. Módulos rectificadores *Soft Power Systems SM700*.

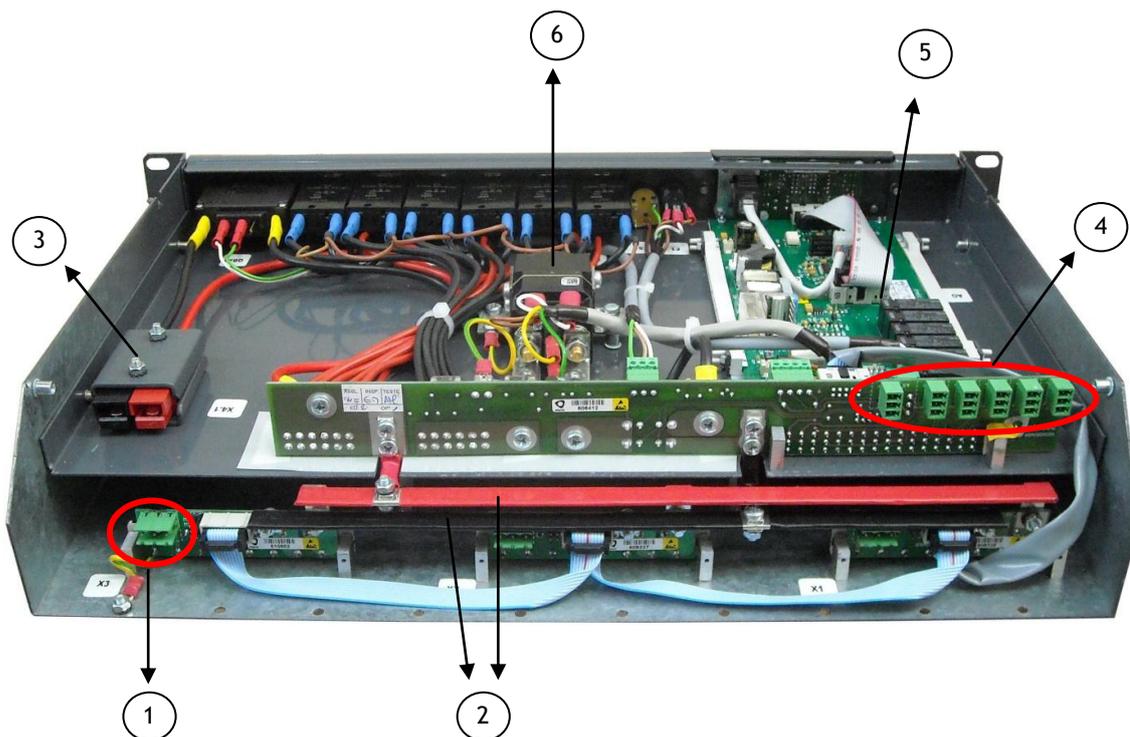


Figura 3.4 - Interior do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U (vista traseira) ¹.

Legenda:

1. Ficha de alimentação c.a. de módulo rectificador -> Preto(F); Azul (N); Amarelo/Verde (PE).
2. Barramentos de saída c.c. dos módulos rectificadores -> Vermelho (+) ; Preto (-).
3. Terminais de ligação das baterias -> Vermelho (+) ; Preto (-).
4. Saída de alarmes e sonda de temperatura.
5. Carta electrónica EFAPOWER microPSM.
6. Contactador de fim de descarga das baterias.

¹ No anexo A, encontra-se o Esquema Eléctrico do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U para melhor compreensão do seu funcionamento e partes envolvidas.

3.2.1 - Módulos Rectificadores *Switching* SM700

A Figura 3.5 mostra um módulo rectificador SM700 da *Saft Power Systems*. Estes módulos que se designam por *High Frequency Switch Mode Rectifiers*, são alimentados por uma tensão alternada monofásica de entrada que pode ir desde os 208V(c.a.) aos 240V(c.a.), fornecendo uma saída nominal de 15A a 48V(c.c.).

Os 3 rectificadores SM700 usados no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, são ligados em paralelo, constituindo o coração activo do sistema. Os módulos SM700 utilizam circuitos electrónicos para converter a tensão alternada de entrada, numa tensão contínua regulada e estável na saída. Esta é utilizada para alimentar as cargas ligadas ao sistema EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, e simultaneamente, para carregar as baterias de socorro do sistema.

Acrescenta-se ainda, como importante característica destes módulos, a correcção activa do factor de potência (*Power Factor Correction - PFC*), que assegura uma corrente sinusoidal na entrada e um alto factor de potência (normalmente, 0,99). A correcção do factor de potência é feita num primeiro estágio do circuito de conversão destes módulos. Estes aspectos são explorados nas secções que se seguem.



Figura 3.5 - Módulo rectificador SM700.

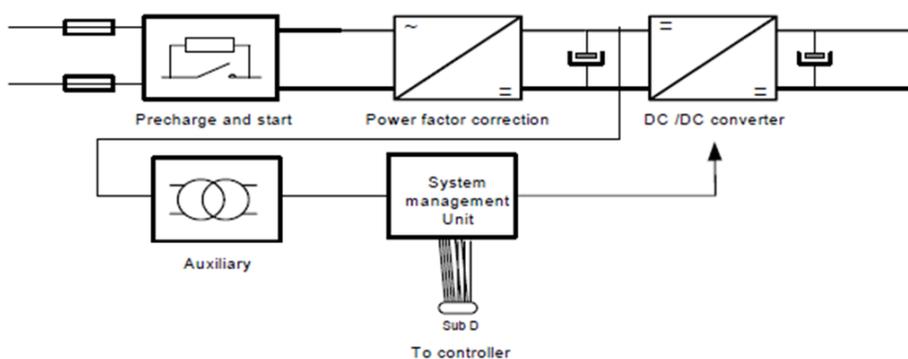


Figura 3.6 - Esquema de funcionamento².

² Esquema retirado da *Datasheet* dos módulos rectificadores SM700 *Saft Power Systems*

3.2.1.2 - Rectificadores com factor de potência unitário

Equipamentos de conversão CA/CC monofásicos são amplamente utilizados em fontes de alimentação comutadas (SMPS - *Switch Mode Power Supplies*) , fontes de alimentação ininterruptas (UPS - *Uninterruptible Power Supply*), e em outros processos tecnológicos como o carregamento de baterias de veículos eléctricos e fontes de alimentação para sistemas de telecomunicações.

Os rectificadores convencionais, também designados por conversores CA/CC, construídos com díodos e/ou tiristores, possibilitam o controlo ou não da potência CC admitindo um fluxo de potência unidireccional ou bidireccional. Contudo, apresentam algumas desvantagens como factores de potência reduzidos, grandes dimensões dos filtros CA e CC e correntes de entrada com elevado conteúdo harmónico, dando origem a perturbações na rede de energia eléctrica e, por vezes, a distúrbios nas redes de comunicações, [14].

No sentido de minorar estes problemas, normas internacionais recentes, como a IEC 61000-3-2, impõem limites ao conteúdo harmónico que os rectificadores podem introduzir na rede eléctrica. O cumprimento destas normas exige normalmente conversores CA/CC, designados por *Improved Power Quality Converters* - IPQCs. Estes utilizam técnicas como PWM, semicondutores de comutação forçada como os MOSFETs, IGBTs e os GTOs, que permitem obter factores de potência unitários, conteúdos harmónicos da corrente de entrada reduzidos (*Total Harmonic Distortion* - THD < 5%) e melhor controlo sobre a tensão CC.

Os conversores CA/CC com correntes de baixo teor harmónico, baixa interferência electromagnética (*Electromagnetic Interference* - EMI), baixas interferências de radiofrequência de entrada, elevado factor de potência e com boa qualidade e regulação na saída CC, alimentam cargas de pequenas a grandes potências em diversas aplicações.

Desta forma, com o uso extensivo dos conversores CA/CC, a qualidade de energia tornou-se uma questão importante. Estes conversores são usados em várias gamas de potência e em diferentes níveis de tensão, sendo classificados em quatro grandes categorias, designadas por elevador (*boost*), redutor (*buck*), redutor-elevador (*buck-boost*) e *multilevel*, com fluxo de potência unidireccional e bidireccional, com elevados níveis de qualidade de energia na entrada CA e na saída CC, [14].

3.2.1.3 - Parâmetros para selecção do IPQC específico

A escolha correcta do IPQC para uma aplicação particular é uma decisão importante. Os seguintes factores, são importantes para determinar o tipo correcto e configuração do conversor que se pretende:

- Nível de qualidade de energia de entrada (factor de potência, THD)
- Tensão de saída (constante, variável, etc.)
- Fluxo de potência (unidireccional, bidireccional)
- Número de quadrantes (um, dois ou quatro)
- Natureza da saída CC (isolada, não isolada)
- Topologia da saída CC (*boost*, *buck*, *buck-boost* e *multilevel*)
- Nível de qualidade de energia de saída (*ripple* da tensão, regulação da tensão)
- Carga CC alimentadas (linear, não linear, etc.)
- Custo, Tamanho e Peso
- Rendimento
- Nível de ruído (EMI, RFI, etc.)
- Potência (W, kW, MW, etc.)
- Fiabilidade
- Número de saídas CC
- Ambiente de instalação (temperatura ambiente, altitude, nível de poluição, humidade, tipo de refrigeração, etc.)

Além destes factores, existem ainda considerações ao nível de outros recursos, como tipos de dispositivos, componentes magnéticos, protecções, etc, para a escolha do melhor IPQC para a aplicação em particular, [14].

3.2.1.4 - Configurações

Os IPQCs são classificados com base na sua topologia e na orientação do fluxo de potência. Quanto à topologia estes podem ser classificados como *boost*, *buck*, *buck-boost*, *multilevel*. O fluxo de potência poderá ser unidireccional ou bidireccional, como mostra a Figura 3.7.

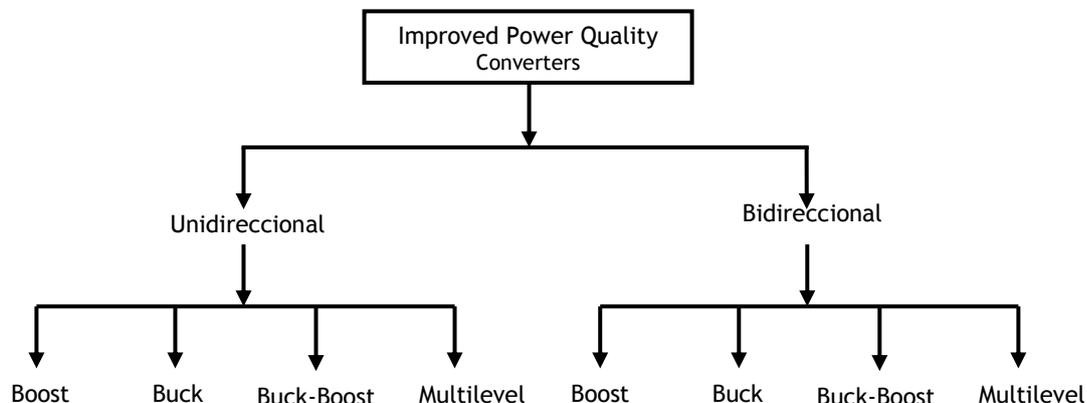


Figura 3.7 - Topologia baseada no sistema de classificação dos IPQCs.

De acordo com este sistema de classificação dos IPQCs, conclui-se após estudo e análise, que no caso deste trabalho, o rectificador SM700 da *Saft Power Systems*, pode ser classificado como um Rectificador Monofásico Unidireccional *boost* PFC, pois apresenta um primeiro estágio de conversão do tipo *boost* PFC e apenas admite uma tensão e corrente unidireccional no lado CC.

Desta forma, nas secções que se seguem é abordado este tipo de IPQC e as suas principais características.

3.2.1.5 - Conversor *boost* PFC

Os conversores *boost* PFC são bastante populares num largo número de aplicações, entre as quais os sistemas de alimentação.

Estes conversores apresentam como principais características, a correcção do factor de potência, a redução significativa das perdas e do ruído, e o acrescento de compactidade, que reduz peso e volume em relação aos filtros passivos utilizados nos rectificadores convencionais.

O princípio do seu funcionamento assenta na combinação de uma ponte rectificadora de diodos e um conversor CC/CC *step-up* com filtros e elementos armazenadores de energia. Deste modo, a tensão de saída é sempre superior ao maior valor da tensão de entrada. A Figura 3.8, mostra a configuração básica de um conversor *boost* PFC, que efectua a correcção activa do factor de potência.

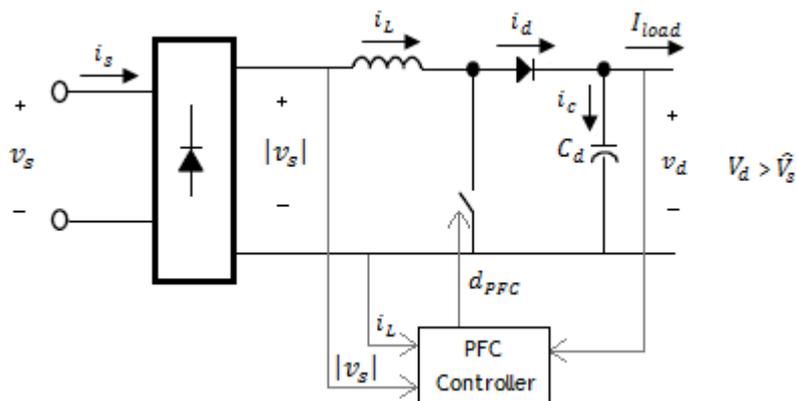


Figura 3.8 - Estrutura típica do conversor *boost* PFC, [15].

3.2.1.6 - Modos básicos de controlo do Conversor *boost* PFC

Para que rectificadores, como os SM700 deste trabalho, possuam uma corrente de entrada com baixo teor harmónico e um factor de potência unitário, utilizam-se técnicas de comutação forçada. Estas técnicas que se designam por Correctores do Factor de Potência,

em inglês PFC, permitem controlar activamente as correntes de entrada, através de semicondutores totalmente comandados. Ou seja, controlam o(s) semicondutor(es) totalmente comandado(s), de forma a que a corrente de entrada siga uma corrente de referência sinusoidal.

Os modos básicos de controlo, são o Modo de Controlo em Corrente e o Modo de Controlo em Tensão, sendo que para cada um destes modos, existem dois tipos de condução:

- **Modo de Condução Descontínua**
- **Modo de Condução Contínua**

Normalmente, utiliza-se o Modo de Condução Descontínua quando se trata de aplicações de baixa potência, enquanto o Modo de Condução Contínua é mais adequado para aplicações de média e alta potência.

No **Modo de Condução Descontínua**, o componente de armazenamento de energia (bobina ou condensador) que juntamente com o(s) semicondutor(es) totalmente comandado(s) permitem obter uma corrente de entrada sinusoidal, é totalmente descarregado ao fim de um ciclo de comutação. Assim, no caso do conversor *boost* PFC da Figura 3.8, durante cada ciclo de comutação, a corrente na bobina sobe até um determinado valor de pico, o qual é proporcional à tensão de alimentação, descarregando posteriormente até atingir o valor zero, Figura 3.9.

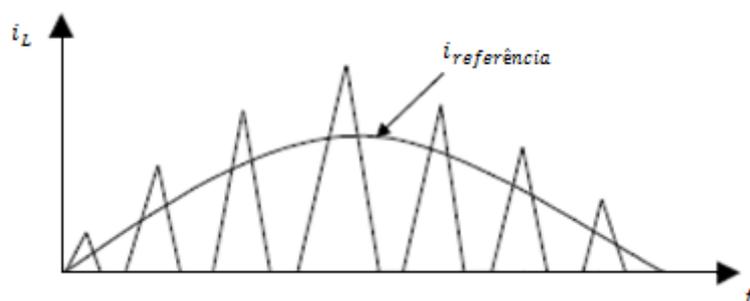


Figura 3.9 - Forma de onda da corrente na bobina (Modo de Condução Descontínuo), [16].

Por outro lado, no **Modo de Condução Contínua**, o componente de armazenamento de energia não é totalmente descarregado ao fim de um ciclo de comutação. Desta forma, no caso da Figura 3.8, durante cada ciclo de comutação, a corrente na bobina sobe até um determinado valor acima ou igual ao valor de referência, descarregando posteriormente até atingir um valor abaixo da mesma referência mas acima de zero. Assim, o valor instantâneo da corrente na bobina tende a aproximar-se do seu valor médio, cuja forma de onda é isomorfa da tensão de alimentação, Figura 3.10, [16].

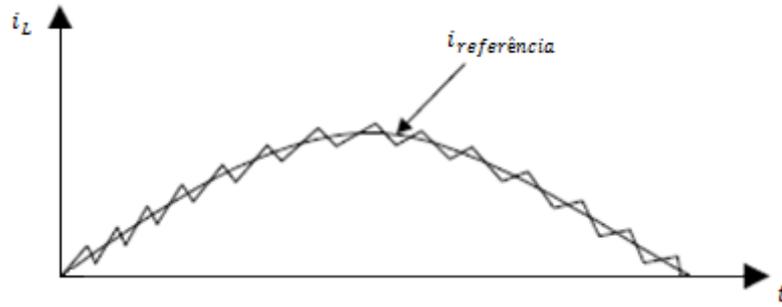


Figura 3.10 - Forma de onda da corrente na bobina (Modo de Condução Contínuo), [16].

3.2.1.7 - Princípio de funcionamento

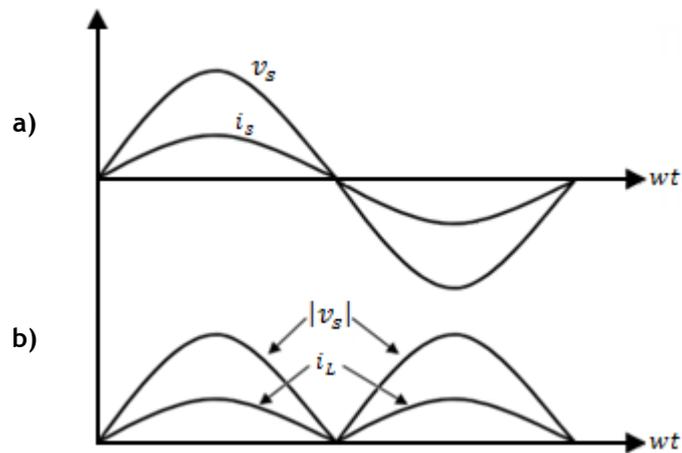


Figura 3.11 - Formas de onda ideais de um conversor *boost* PFC: a) Tensão v_s e corrente i_s de entrada; b) Tensão $|v_s|$ e corrente i_L rectificadas, [17].

Na entrada do rectificador SM700, a corrente i_s quer-se sinusoidal e em fase com v_s , como mostra a Figura 3.11a).

Desta forma, à saída da ponte rectificadora i_L e $|v_s|$ têm a mesma forma de onda. Na prática, as perdas de potência na ponte rectificadora e no conversor *boost* PFC são relativamente pequenas. Isto é demonstrado na seguinte análise teórica.

Das formas de onda da Figura 3.11b), onde $\hat{V}_s = \sqrt{2} V_s$ e $\hat{I}_s = \sqrt{2} I_s$, a potência de entrada $p_{in}(t)$ da alimentação CA é,

$$p_{in}(t) = \hat{V}_s |\sin(\omega t)| \times \hat{I}_s |\sin(\omega t)| = V_s I_s - V_s I_s \cos(2\omega t) \quad (1)$$

Devido à grande capacidade de C_d , a tensão v_d pode inicialmente ser assumida como constante, ou seja, $v_d(t) = V_d$. Assim, a potência de saída é,

$$p_d(t) = V_d i_d(t) \quad (2)$$

onde na Figura 3.8,

$$i_d(t) = I_{load} + i_c(t) \quad (3)$$

Assim, se o conversor *boost* PFC for assumido como ideal e a funcionar com uma frequência de comutação próxima do infinito, o valor de I_d será muito pequeno. Isto permite assumir que instantaneamente, $p_{in}(t) = p_d(t)$. Assim, das equações (1) e (3),

$$i_d(t) = I_{load} + i_c(t) = \frac{V_s I_s}{V_d} - \frac{V_s I_s}{V_d} \cos(2\omega t) \quad (4)$$

onde o valor médio de i_d é,

$$I_d = I_{load} = \frac{V_s I_s}{V_d} \quad (5)$$

e a corrente no condensador é,

$$i_c(t) = -\frac{V_s I_s}{V_d} \cos(2\omega t) = -I_d \cos(2\omega t) \quad (6)$$

Apesar desta análise ser feita assumindo que a tensão no condensador é livre de *ripple*, este pode ser estimado da equação 6 como,

$$v_{d,ripple}(t) \approx \frac{1}{C_d} \int i_c dt = -\frac{I_d}{2\omega C_d} \sin(2\omega t) \quad (7)$$

que pode ser mantido baixo, aplicando um valor elevado para C_d .

Como o objectivo é modular a corrente de entrada, o conversor *boost* PFC funciona no Modo de Controlo de Corrente, [17]. O diagrama de blocos deste controlo é mostrado na Figura 3.12, onde i_L^* é a referência ou o valor desejado da corrente i_L . Deste modo, i_L^* terá a mesma forma de onda que $|v_s|$.

A amplitude de i_L^* deve ser de valor suficiente para manter a tensão de saída no valor desejado ou no nível de referência V_d^* , apesar das variações na carga e das flutuações do valor nominal da tensão de alimentação.

A forma de onda de i_L^* é obtida medindo $|v_s|$ e multiplicando-o pelo erro do valor de referência V_d^* e o valor actual de V_d . O estado de comutação do conversor *boost* PFC é controlado comparando o valor actual da corrente i_L com i_L^* .

Quando i_L^* e i_L estão disponíveis, existem diversas vias para implementar o Modo de Controlo de Corrente do conversor *boost* PFC.

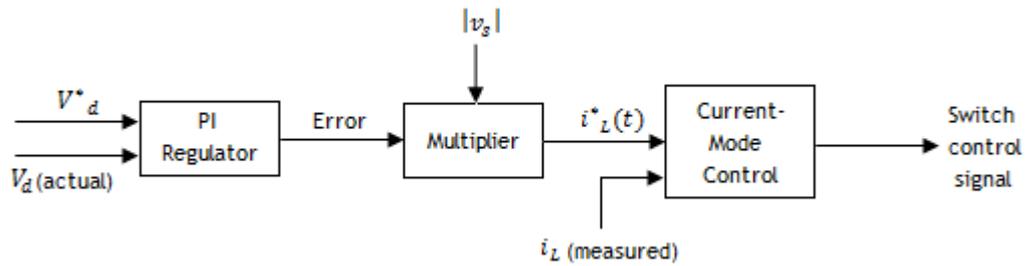


Figura 3.12 - Diagrama de blocos de controlo, [17].

O Controlo de Frequência-Constante é a forma mais utilizada de implementar o Modo de Controlo de Corrente, onde f_s é a frequência de comutação, e I_{rip} é o *ripple* pico a pico da corrente i_L , durante um período da frequência de comutação.

Neste modo, a frequência de comutação f_s é mantida constante e quando i_L chega a i^*_L , o semiconductor comandado do conversor *boost* PFC é desligado. Este, liga novamente por um relógio a frequência fixa f_s , resultando na corrente i_L da Figura 3.13a), [17].

Durante um período da frequência de comutação, a tensão de saída assume-se como constante, V_d , assim como a tensão de entrada do conversor *boost* PFC.

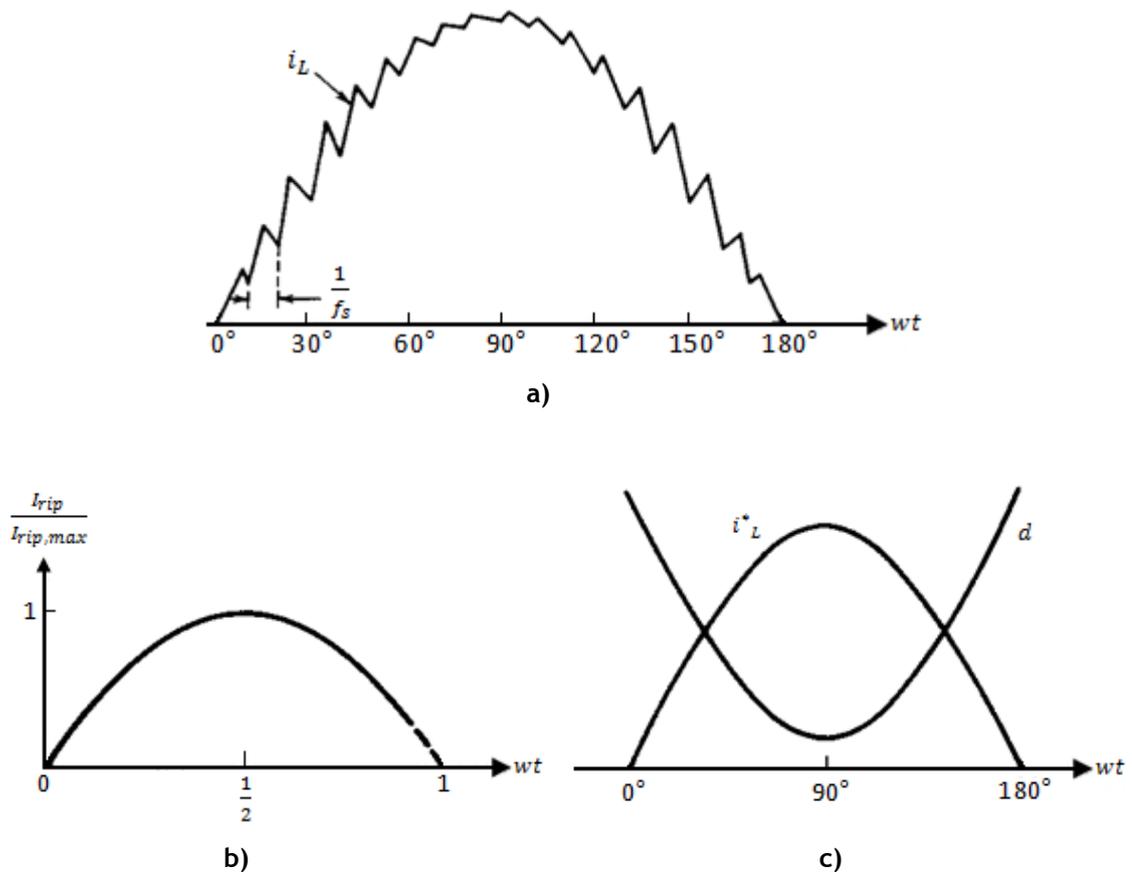


Figura 3.13 - Controlo de Frequência-Constante do conversor *boost* PFC, [17].

As seguintes equações podem ser escritas durante o intervalo t_{on} e o intervalo t_{off} do semiconductor comandado:

$$t_{on} = \frac{L_d I_{rip}}{|v_s|} \quad (8)$$

$$t_{off} = \frac{L_d I_{rip}}{V_d - |v_s|} \quad (9)$$

onde a frequência de comutação f_s é dada por,

$$f_s = \frac{1}{t_{on} + t_{off}} = \frac{(V_d - |v_s|)|v_s|}{L_d I_{rip} V_d} \quad (10)$$

Num esquema de controlo de frequência constante, f_s na equação (10) é constante e assim,

$$I_{rip} = \frac{(V_d - |v_s|)|v_s|}{f_s L_d V_d} \quad (11)$$

A Figura 3.13b) mostra I_{rip} normalizado em função de $|v_s|/V_d$, notando que num conversor *boost* PFC, $|v_s|/V_d$ deve ser menor ou igual a 1. O máximo *ripple* de corrente é dado como,

$$I_{rip,max} = \frac{V_d}{4f_s L_d}, \text{ quando } |v_s| = \frac{1}{2} V_d \quad (12)$$

Neste circuito do conversor da Figura 3.8, as seguintes observações adicionais devem ser feitas:

- A tensão de saída v_d no condensador C_d contém um *ripple* de 100Hz. A malha de controlo usada para regular V_d no valor desejado não consegue compensar este *ripple* de tensão sem distorcer a corrente do lado da alimentação.
- Uma frequência de comutação alta permite um baixo valor de L_d e uma maior facilidade para filtrar *ripple* de alta frequência.
- A topologia do conversor *boost* PFC é adequada para modelar a corrente de entrada, porque quando o semiconductor comandado não se encontra a conduzir, a corrente de entrada através do díodo alimenta a saída deste conversor. No Modo de Controlo de Corrente a frequência constante, o *duty-cycle* d em função de wt é mostrado na Figura 3.13c), onde neste tipo de conversor com uma tensão de entrada $|v_s|$ e uma tensão de saída V_d , $(|v_s|/V_d) = 1 - d$.

$$d = 1 - \frac{|v_s|}{V_d} \quad (13)$$

Deste modo, a Figura 3.13c) mostra que d é mais pequeno no pico de i_L^* . Assim, os maiores valores de i_L apenas fluem através do semiconductor comandado durante uma pequena fracção do período de comutação.

- Um pequeno condensador deve ser usado na saída da ponte rectificadora de díodos como filtro para prevenir que o *ripple* da corrente i_L , passe para a alimentação de entrada. Um filtro EMI continua a ser necessário na entrada, como num circuito convencional sem PFC.

As vantagens da utilização de um conversor *boost* PFC podem ser sumarizadas como se segue:

- A tensão, V_d , pode ser estabilizada perto de um valor constante para variações da tensão de entrada.
- Devido a ausência de grandes picos na corrente de entrada, o tamanho dos componentes dos filtros de EMI é menor.
- Para o mesmo *ripple* na tensão v_d apenas 1/3 ou 1/2 da capacidade do condensador C_d é necessária comparado com o circuito convencional, resultando num menor tamanho.

3.2.1.8 - Abordagem Rectificador de 2 estágios de conversão

O rectificador de dois estágios de conversão é a abordagem frequentemente usada em aplicações de alta potência pois apresenta uma atractiva relação custo-rendimento.

Nesta abordagem existem 2 estágios de potência independentes. O primeiro conversor, onde é efectuada a correcção do factor de potência, apresenta tipicamente uma topologia do tipo *boost* ou *buck-boost*. Este, como já vimos, é constituído por uma bobina, um semiconductor comandado, um diodo e um condensador.

De seguida, na Figura 3.14, apresenta-se a estrutura generalizada de um rectificador de dois estágios com um andar PFC.

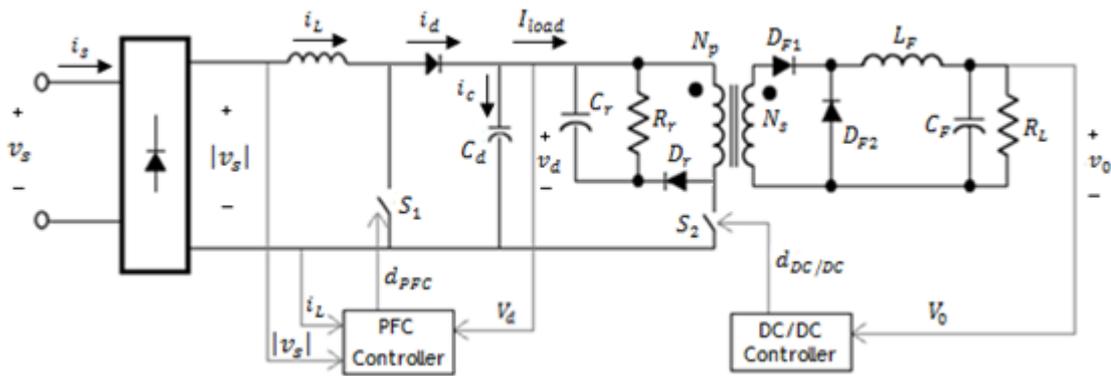


Figura 3.14 - Estrutura de um rectificador de dois estágios de conversão: conversor *boost* PFC + conversor *forward*, [15].

O controlador PFC força a corrente de entrada a seguir a forma de onda da tensão de alimentao, de forma a se conseguir um factor de potência unitário. Uma vez que, a tensão do condensador C_d é pouco controlada, V_d  uma tensão contínua que contm um pequeno valor de segundo harmnico. Tipicamente, esta tensão  saída de um conversor *boost* PFC ronda os 380 V(c.c.) numa gama de tensão de entrada entre 90V(c.a.) e 265V(c.a.).

Assim, o estágio de PFC estabelece  sua saída uma tensão elevada com pouca regulao, que serve de tensão de entrada a um conversor convencional CC/CC (segundo estágio de conversão), com uma tensão de saída bem regulada.

Deste modo, a saída do conversor CC/CC é um estágio isolado implementado com pelo menos um comutador controlado por um PWM, que fornece uma tensão de saída bem regulada, [15]. Este segundo estágio de conversão de um rectificador é abordado na seco que se segue.

3.2.1.9 - Conversores CC/CC com isolamento eléctrico

O isolamento eléctrico da tensão de saída V_o , da Figura 3.14, é conseguido utilizando um transformador de alta frequência. Existem vários tipos de conversores CC/CC com isolamento eléctrico que podem ser divididos em duas categorias básicas, dependendo da forma de como é utilizado o núcleo do transformador. A excitao do núcleo pode ser:

- Excitao unidireccional do núcleo onde são só a parte positiva do ciclo de histerese magnética B-H é utilizada.
- Excitao bidireccional do núcleo onde ambas as partes positiva e negativa do ciclo de histerese magnética B-H são usadas alternadamente, [17].

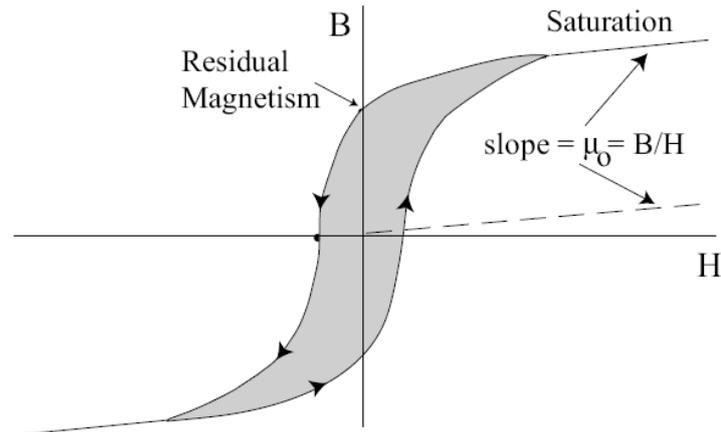


Figura 3.15 - Ciclo de histerese magnética B-H.

Alguns conversores CC/CC sem isolamento, podem ser modificados para promover um isolamento eléctrico, usando o princípio da excitação unidireccional do núcleo. Uma das modificações possíveis, é o conversor *forward* (segundo estágio de conversão da Figura 3.14). Neste conversor, que deriva de uma estrutura *step-down*, a tensão de saída V_o que surge de uma tensão de entrada V_d é controlada por um PWM independente, [17].

A Figura 3.16 mostra um conversor *forward* ideal. Este conversor, é frequentemente usado no Modo de Condução Contínua, uma vez que nesta condição os picos de corrente no primário e no secundário são menores, assim como a variação da tensão de saída do conversor.

Por fim, referir que a corrente de magnetização do transformador deve ser tomada em consideração neste tipo de conversores, [18].

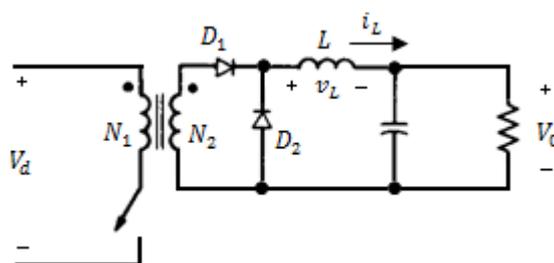


Figura 3.16 - Conversor *Forward* ideal, [17].

3.2.1.10 - Simulação Conversor *boost* PFC no software PSIM

De forma a observar o funcionamento de um conversor *boost* PFC como descrito na análise teórica das secções anteriores, elaborou-se o circuito de simulação deste conversor no software PSIM, efectuando-se duas simulações distintas.

Na primeira simulação, o circuito do conversor *boost* PFC é alimentado por uma fonte ideal de tensão alternada e na sua saída é colocada uma resistência dimensionada para uma potência de 700W (potência do rectificador SM700).

Nesta simulação, o conversor *boost* PFC, funciona no Modo de Controlo de Corrente, de forma a modular a corrente de entrada e obter um elevado factor de potência. Deste modo, o diagrama de blocos de controlo, anteriormente apresentado na Figura 3.12, foi implementado com uma tensão de referência igual a 400V e uma frequência de comutação f_s igual a 50kHz.

O valor da resistência de saída do conversor *boost* PFC obteve-se da seguinte forma:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (14)$$

Logo,

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{400^2}{700} \cong 229\Omega \quad (15)$$

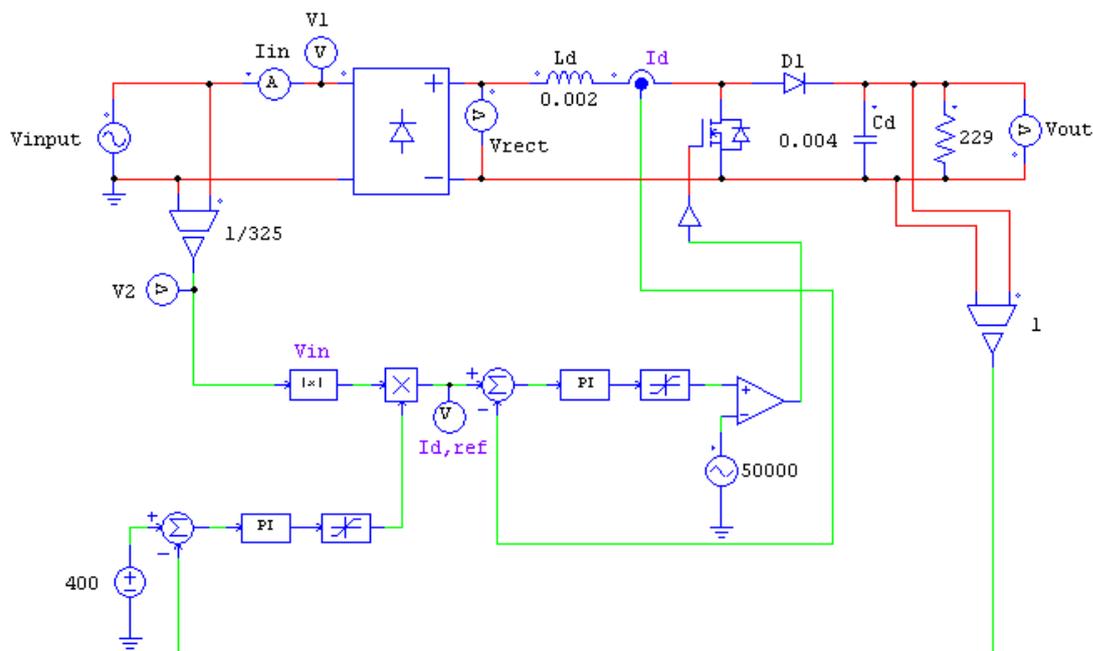


Figura 3.17 - Circuito de simulação do conversor *boost* PFC, elaborado no PSIM.

No circuito da Figura 3.17, a tensão alternada de entrada (**Vinput**) é suposta ideal, sendo rectificada na ponte de díodos. Um sensor de tensão é colocado através do condensador C_d e um controlador PI calcula o erro entre o valor de referência de 400V e a tensão de saída medida. A forma de onda da corrente de referência (**Id, ref**) é obtida medindo o valor absoluto da tensão de entrada (**Vin**) e multiplicando-o pelo erro referido.

O estado de comutação do MOSFET é controlado por um Controlo de Frequência-Constante. Assim, f_s é mantida constante e quando a corrente na bobina (**Id**) ronda o valor de referência (**Id, ref**) o MOSFET é desligado, ligando novamente à frequência fixa de 50kHz.

Desta forma, é implementado o Modo de Controlo de Corrente em Condução Contínua para o ciclo completo da tensão de entrada. Os resultados desta simulação apresentam-se nas Figuras 3.18, 3.19 e 3.20:

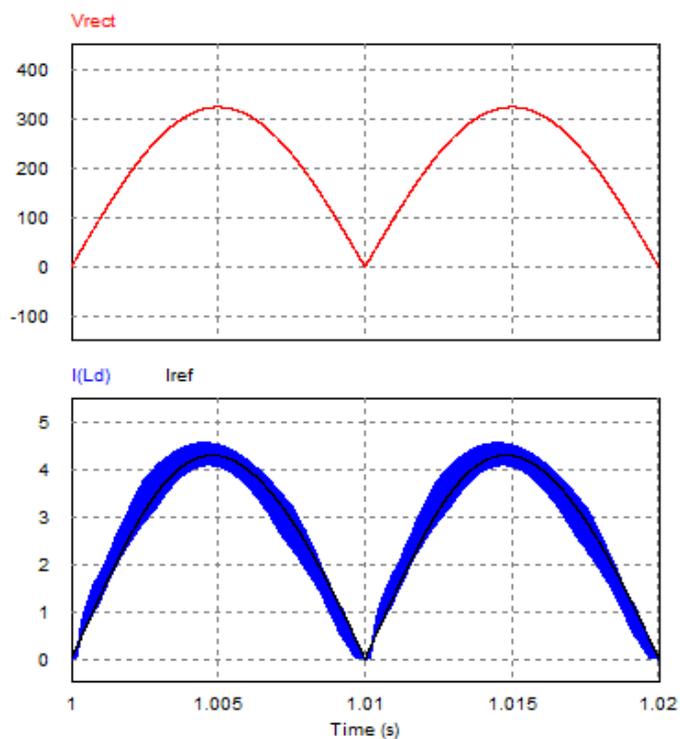


Figura 3.18 - Tensão de entrada rectificada (V_{rect}); Corrente de referência (I_d, ref) a preto e Corrente na bobina (I_d) a azul.

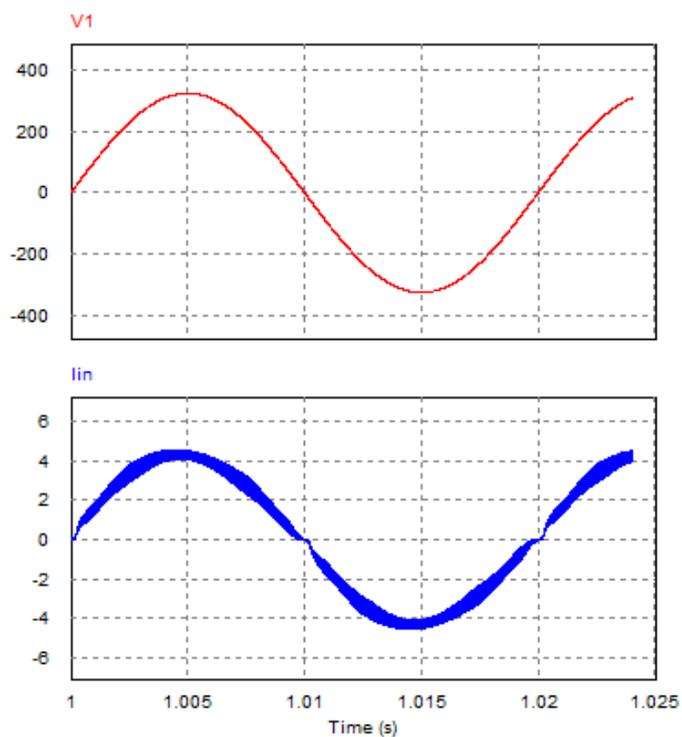


Figura 3.19 - Tensão de alimentação (V_1); Corrente de entrada (lin).

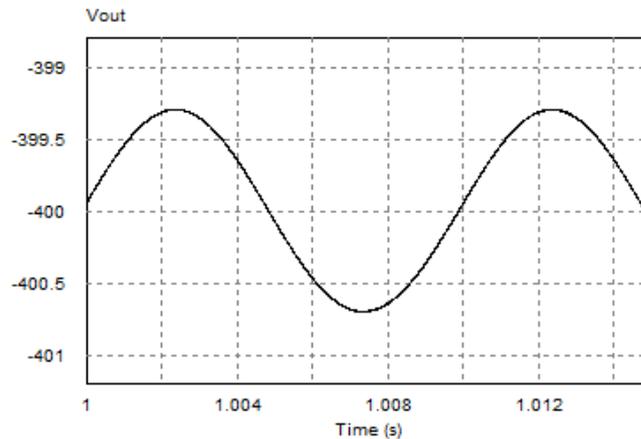


Figura 3.20 - Tensão de saída (V_{out}).

A tensão de saída (V_{out}), como demonstra a Figura 3.20, possui uma pequena oscilação de $\pm 0,6V$ em torno do valor de referência de $400V$. Na Tabela 3.1 mostram-se os valores para o Factor de Potência entre a corrente e a tensão de entrada, assim como a Distorção Harmónica Total da corrente de entrada.

Tabela 3.1 - Factor de Potência de (lin vs V1) e Distorção Harmonica Total da corrente de entrada (lin).

<i>Dados PSIM</i>	
FP (lin vs V1)	0,99421968
THD (lin)	8,2616358 %

Na segunda simulação, o circuito do conversor *boost* PFC é alimentado por uma fonte de tensão alternada ideal, mas ao contrário do cenário anterior, foi colocada uma carga não linear típica, em paralelo com o circuito *boost* PFC. O que se pretende, é simular uma situação mais próxima da realidade, onde existem sempre equipamentos ligados à rede de energia eléctrica que consomem correntes não sinusoidais, e que dessa forma poluem a rede com harmónicos. É sabido que quase todos os equipamentos electrónicos com alimentação monofásica ou trifásica, incorporam um circuito rectificador à sua entrada, seguido de um conversor comutado do tipo CC/CC ou CC/CA.

Assim, com esta segunda simulação pretende-se ilustrar que quando existem cargas não lineares ligadas à rede de energia eléctrica, a corrente que circula nas linhas contém harmónicos, e as quedas de tensão provocadas pelos harmónicos nas impedâncias das linhas faz com que as tensões de alimentação fiquem também distorcidas.

Deste modo, na simulação da Figura 3.21, é colocada em paralelo uma carga não linear, que consiste numa ponte rectificadora de díodos monofásica com um filtro capacitivo, e que possui uma corrente de entrada altamente distorcida.

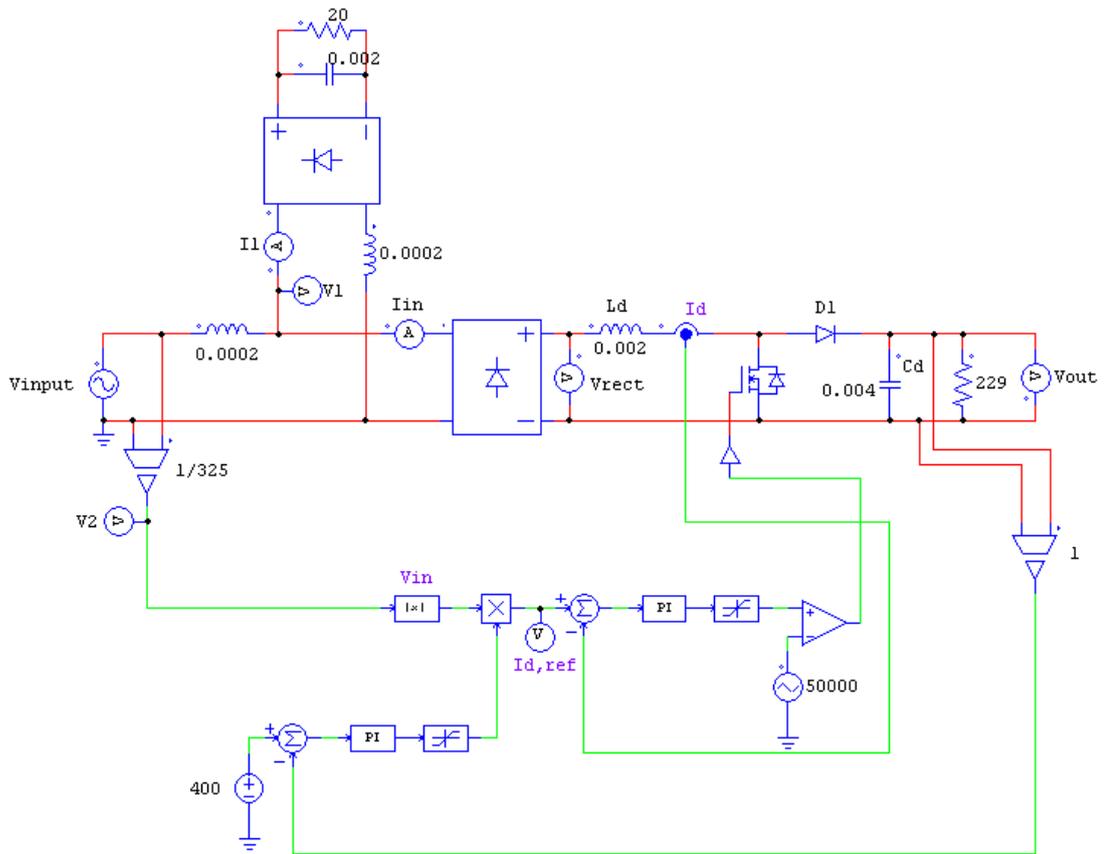


Figura 3.21 - Circuito de simulação do conversor *boost* PFC, elaborado no PSIM, com uma carga não linear ligada em paralelo.

No circuito da Figura 3.21, a tensão de alimentação do conversor *boost* PFC (V1) é distorcida, devido à carga não linear que surge em paralelo com o circuito do conversor.

O circuito de controlo é em tudo semelhante ao caso anterior. Os resultados desta segunda simulação apresentam-se nas Figuras 3.22, 3.23, 3.24 e 3.25:

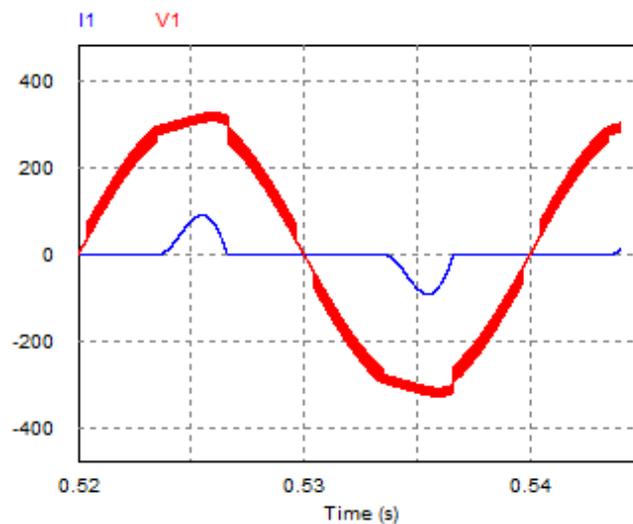


Figura 3.22 - Corrente na carga não linear (I1) e Tensão de alimentação (V1).

Como se pode observar da Figura 3.22 a corrente na carga não linear (I_1) está longe de ser sinusoidal, e como consequência, a tensão de alimentação (V_1) de todos os receptores fica distorcida.

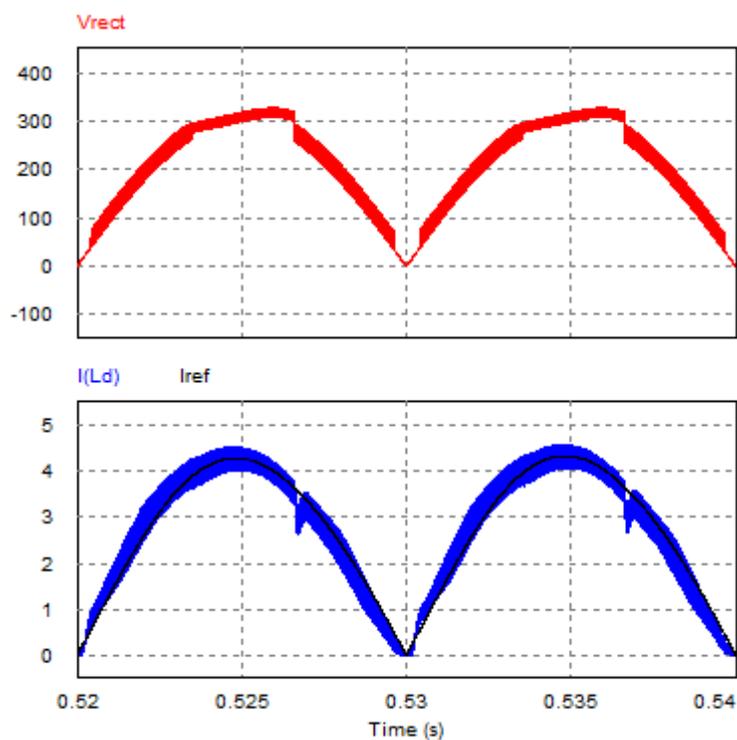


Figura 3.23 - Tensão de entrada *boost* PFC rectificada (V_{rect}) ; Corrente de referência (I_d , ref) a preto e Corrente na bobina (I_d) a azul.

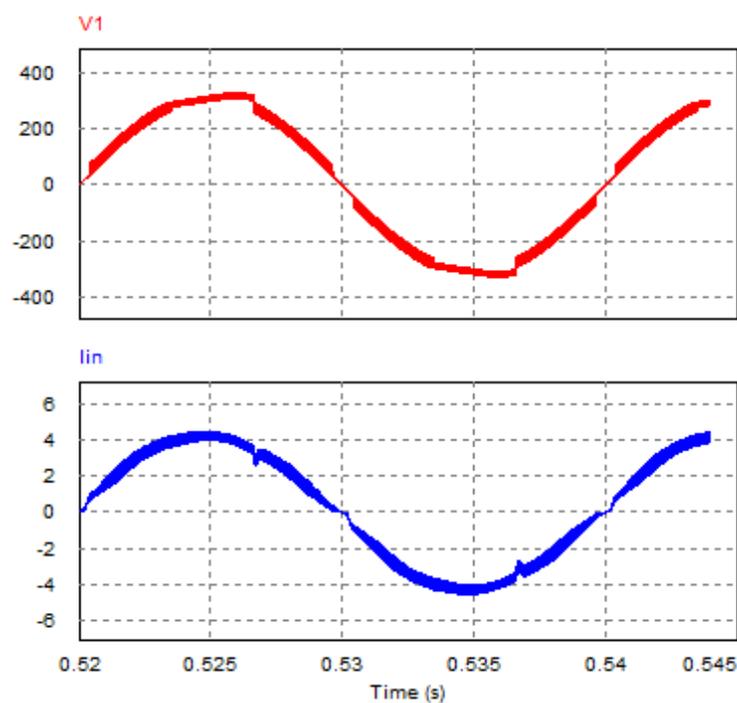


Figura 3.24 - Tensão de alimentação *boost* PFC (V_1) ; Corrente de entrada (I_{in}).

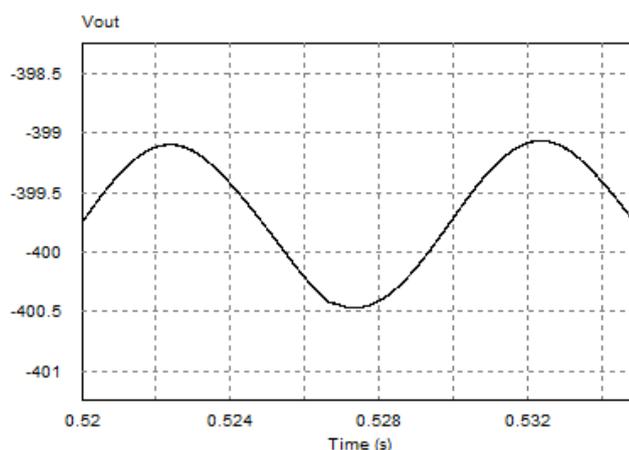


Figura 3.25 - Tensão de saída *boost* PFC (*Vout*).

À semelhança do que acontece na primeira simulação, a tensão de saída (*Vout*), conforme mostra a Figura 3.25, possui uma pequena oscilação de $\pm 0,6V$ em torno do valor de referência de 400V. A Tabela 3.2 mostra os valores de FP e THD para esta simulação.

Tabela 3.2 - Factor de Potência (*lin vs V1*) e Distorção Harmónica Total da corrente de entrada (*lin*).

<i>Dados PSIM</i>	
FP (<i>lin vs V1</i>)	0,99238857
THD (<i>lin</i>)	7,6667587 %

3.2.1.11 - Formas de onda reais

Para observar o funcionamento real dos 3 rectificadores SM700 presentes no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, efectuou-se na plataforma de ensaios da Efacec - Sistemas de Electrónica a medição das formas de onda de entrada e de saída do equipamento utilizando um osciloscópio.

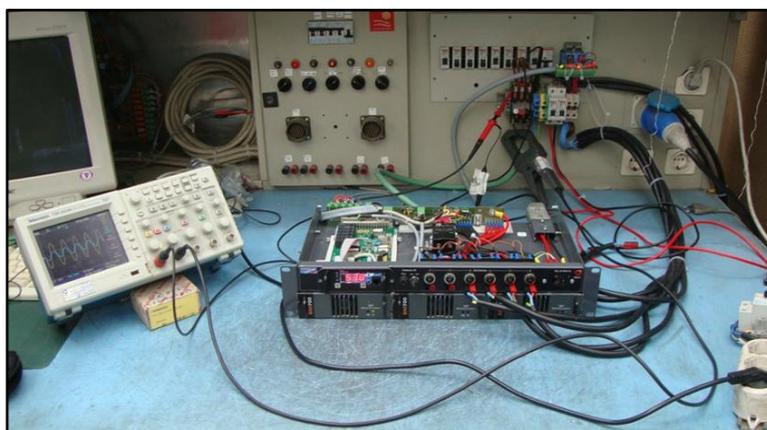


Figura 3.26 - Montagem para medição das formas de onda de entrada e de saída do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, é alimentado pelas três fases da tensão trifásica, uma fase por módulo rectificador SM700. As medições foram efectuadas aproximadamente à carga nominal.

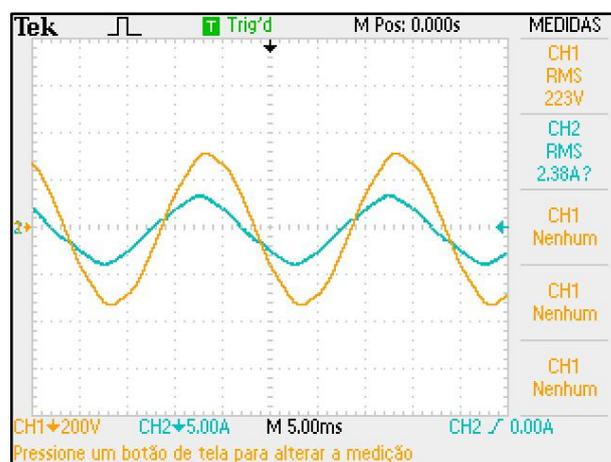


Figura 3.27 - Tensão e corrente na fase de alimentação de um módulo rectificador SM700.

Como se observa na Figura 3.27, existe uma distorção da tensão de alimentação dos módulos rectificadores SM700. Contudo, devido aos conceitos já apresentados, verifica-se um elevado factor de potência entre a corrente dos módulos rectificadores e a tensão da rede de energia eléctrica.



Figura 3.28 - Tensão e corrente de saída do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Os 3 módulos rectificadores presentes no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, fornecem em regime nominal uma tensão contínua de 48V, contudo existe uma gama de tensão de saída que pode chegar até aos 58V, Figura 3.28. Por outro lado, a corrente nominal por módulo é igual a 13A, podendo atingir no máximo 15A³.

³ Informações retiradas da *Datasheet* dos módulos rectificadores SM700 da *Saft Power Systems*

3.2.1.12 - Selecção e Integração dos componentes

A selecção dos componentes é muito importante para atingir um elevado nível de desempenho nos conversores CA/CC.

Um dos componentes principais e mais dispendiosos é o semiconductor. Nos conversores de pequena potência são normalmente utilizados os MOSFETs, conseguindo-se assim um rendimento razoavelmente elevado mesmo com uma alta frequência de comutação. Nos IPQCs de média potência, os IGBTs são invariavelmente usados devido à sua capacidade de operar numa ampla faixa de frequência de comutação, de modo a fazer um equilíbrio óptimo entre o circuito magnético, o tamanho dos componentes de filtragem e as perdas de comutação. Para aplicações de potência elevada, os GTOs são normalmente utilizados, trazendo vantagens de comutação forçada e capacidade de bloquear tensão reversa, [14]. Também os conceitos de Módulos de Potência Inteligentes têm dado um enorme impulso no desenvolvimento da tecnologia dos IPQCs, no que respeita à integração de circuitos, compactidade, redução de custos, redução do ruído, e elevado rendimento.

Outro conjunto de componentes cruciais para óptimo desempenho dos conversores CA/CC, são os elementos de armazenamento de energia, tais como bobinas, condensadores e outros dispositivos utilizados como filtros, circuitos de protecção e circuitos de ressonância. No caso particular da bobina de entrada de um conversor *boost* PFC, que efectua a correcção do factor de potência, um baixo valor desta bobina, possibilita que grandes *ripples* de comutação sejam injectados na corrente de alimentação. Por outro lado, um alto valor de indutância não permite que a corrente de entrada siga uma corrente de referência sinusoidal.

Similarmente, um bom dimensionamento do condensador deste tipo de conversor, é crucial, uma vez que este afecta a resposta, o custo, a estabilidade, o tamanho e o rendimento de um rectificador como, por exemplo, o SM700. Um baixo valor deste condensador resulta num grande *ripple* em regime estacionário e em grandes variações na tensão c.c. em condições transitórias. Ao invés, um valor elevado de capacidade, reduz o *ripple* da tensão c.c., mas aumenta os custos, o tamanho e o peso.

Em rectificadores como o SM700, também são usados transformadores que funcionam a altas frequências no segundo estágio de conversão, onde factores como o peso, o tamanho e a razão de transformação são essenciais. Os transformadores de alta frequência, são utilizados de modo a proporcionarem uma redução de perdas e um isolamento eficiente da tensão c.c. de saída. Na verdade, os rectificadores SM700 da *Saft Power Systems*, são um exemplo prático disto. Nestes, como se verificou, existe um primeiro estágio de conversão que é isolado do estágio de saída. Desta forma, existe um conversor *boost* PFC num primeiro estágio de conversão, que efectua a correcção do factor de potência e, cuja a saída, alimenta um conversor CC/CC que disponibiliza uma tensão contínua, isolada e bem regulada.

Para finalizar, referir ainda, que os módulos rectificadores SM700 presentes no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, possuem interfaces de comunicação para unidades de controlo e supervisão, aumentando a fiabilidade total do sistema.

3.2.2 - Módulo EFAPOWER microPSM

O EFAPOWER microPSM (Figura 3.29) é um equipamento de supervisão e controlo, inteiramente desenvolvido na Efacec - Sistemas de Electrónica S.A., destinando-se a equipar algumas fontes de alimentação ininterruptas, como os CIB S. O módulo EFAPOWER microPSM é um equipamento simples com um interface intuitivo para sistemas de alimentação de pequeno e médio porte, que permite uma monitorização no local ou remota de todas as grandezas físicas relevantes e condições de alarme predefinidas.

No caso particular dos módulos rectificadores SM700 do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, esta unidade microPSM, realiza o controlo e comando sobre os módulos, de forma a terem à sua saída a tensão ideal para prolongar a vida útil das baterias.



Figura 3.29 - EFAPOWER microPSM.

Principais características:

- Alimentação pela saída c.c. dos módulos rectificadores
- Possibilidade de controlo de 4 módulos rectificadores (Tensão de referência e detecção de condições de Alarme)
- 3 configurações mecânicas possíveis: 3U / 14HP ; 1U / 19'' ; Panel
- Painel frontal incorpora teclas de membrana, leds e um display LCD
- Monitorização de 4 entradas analógicas e 9 digitais
- Detecção automática da presença do módulo rectificador e de falha
- Carregamento *boost* automático e manual das baterias (Tecla A|B da Figura 3.9)
- Programa de configuração Windows (*μPSMConfig*), comunicação via RS232

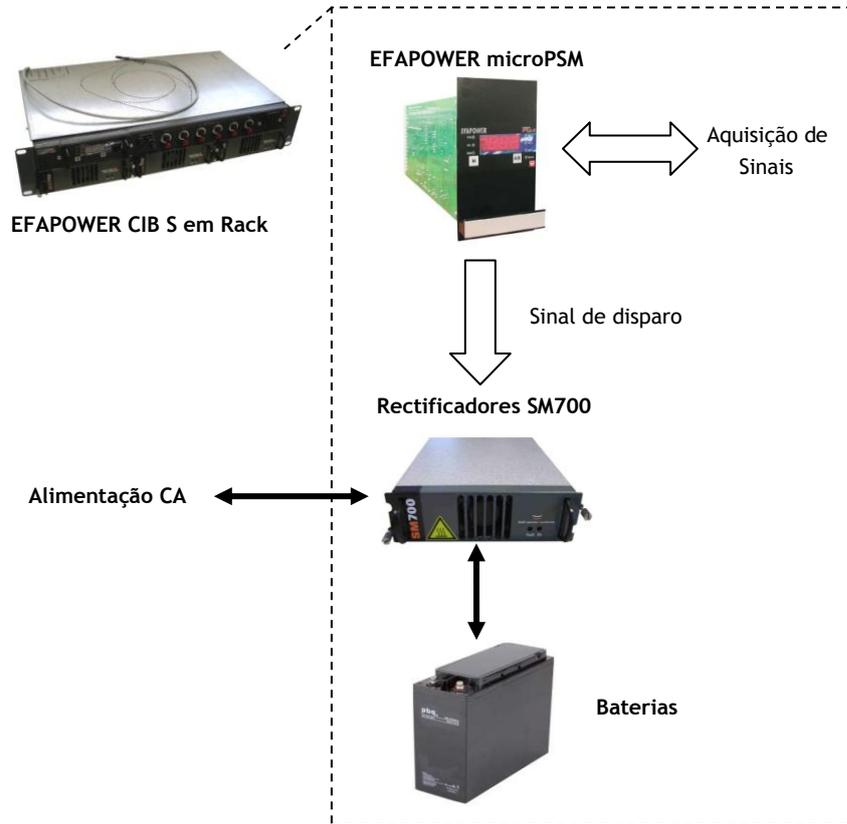


Figura 3.30 - Esquema simplificado de funcionamento do EFAPOWER microPSM.

A unidade EFAPOWER microPSM possui 4 entradas analógicas para aquisição das seguintes grandezas:

- Tensão c.c. de saída do Sistema
- Corrente c.c. de saída do Sistema
- Corrente de Bateria
- Temperatura

Por outro lado, possui 9 entradas digitais:

- 4 entradas para detecção automática de falha de módulo rectificador
- 4 entradas genéricas e 1 entrada para detecção de falha da alimentação c.a.. As entradas genéricas são normalmente usadas para detecção de condições de alarme, tais como: disparo de disjuntores/fusão de fusíveis, detecção de defeito de módulo rectificador, tensão c.c. baixa, temperatura alta

No EFAPOWER microPSM existe ainda um total de 6 relés livres de potencial e uma saída de referência para colocar a tensão de saída dos rectificadores SM700 no valor desejado.

A Figura 3.31 mostra o diagrama de blocos simplificado do EFAPOWER microPSM, onde se pode observar a configuração do hardware desta unidade, as secções isoladas e as interfaces externas.

Com esta configuração, a terra principal do EFAPOWER microPSM pode estar no pólo positivo ou negativo, dependendo apenas de onde se quer colocar os *shunts* que obtêm as medidas. O potencial da referência que o EFAPOWER microPSM envia para os módulos rectificadores SM700 é isolado da terra principal.

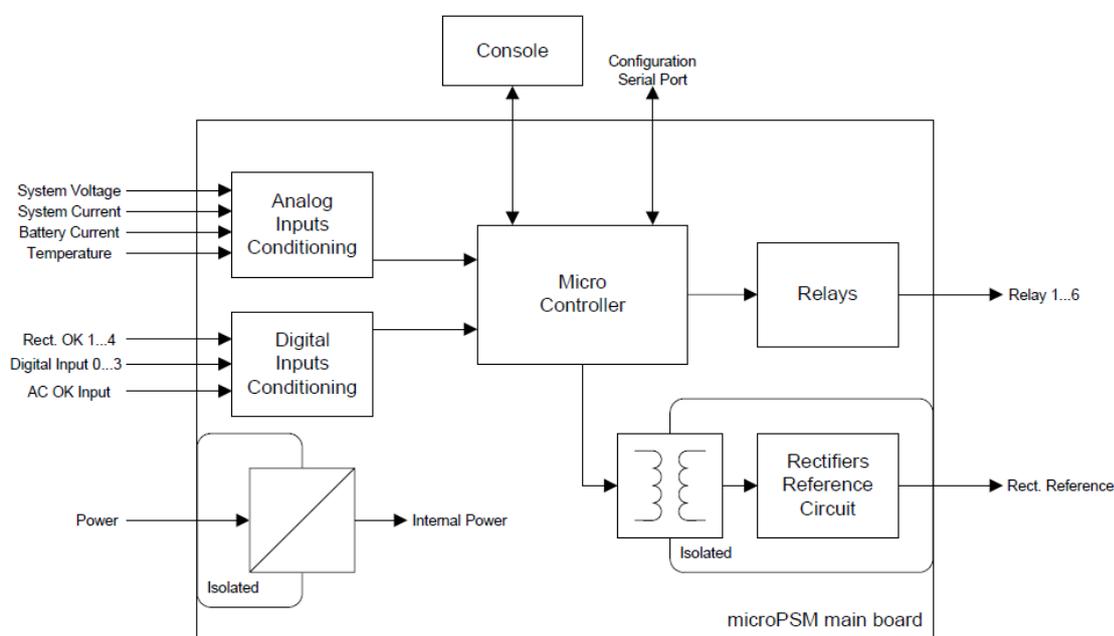


Figura 3.31 - Diagrama de blocos EFAPOWER microPSM.

3.3 - Equipamentos alvo de Marcação CE na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, no âmbito do processo de Marcação CE é composto pelos seguintes equipamentos fundamentais: EFAPOWER microPSM unidade de supervisão e controlo e 3 módulos rectificadores SM700.

Uma vez que, diversos sistemas de alimentação do tipo CIB S produzidos na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., são resultado de uma assemblagem de subequipamentos, decidiu-se obter a Marcação CE para cada tipo de sistema/equipamento. Desta modo, durante o período de realização desta Dissertação, foi estabelecido um “Plano de Marcação CE para equipamentos futuros”, de forma a não se repetirem dispendiosos testes, criando assim, um procedimento *standard* no âmbito da Avaliação da Conformidade CE. Este plano está aprovado pelos Serviços da Qualidade da Efacec (SQ).

Assim, no caso dos rectificadores SM700 da *Saft Power Systems*, sendo estes equipamentos de uma empresa externa, foi solicitada ao representante a respectiva Declaração CE de Conformidade, que foi alvo de análise pelos SQ da Efacec⁴. Esta Declaração

⁴ Declaração CE de Conformidade Módulos Rectificadores SM700, no anexo B

CE de Conformidade, comprova que os rectificadores SM700 cumprem com os requisitos das Directivas Comunitárias que lhe são aplicáveis, quando a funcionar isoladamente. Contudo, sendo o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U um sistema de alimentação que resulta de uma assemblagem de diferentes equipamentos, a Marcação CE só é aposta se se verificar que o conjunto completo cumpre com a legislação aplicável.

No caso do EFAPOWER microPSM, uma vez que é um produto Efacec, onde existe um Sistema de Qualidade certificado, o seu desenvolvimento e construção cumpre com todos os requisitos de segurança aplicáveis. Contudo, necessita de Avaliação da Conformidade no que se refere aos requisitos de compatibilidade electromagnética.

Deste forma, à semelhança dos módulos rectificadores SM700, considera-se o EFAPOWER microPSM como um equipamento em conformidade com as Directivas Comunitárias aplicáveis, se se verificar que o sistema completo EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, obtém resultados positivos tanto a nível dos requisitos de segurança como nos ensaios/testes de compatibilidade electromagnética.

3.3.1 - Plano de Marcação CE

Com base nas características técnicas dos equipamentos desenvolvidos na Efacec S.A., denominados Carregadores Industriais de Baterias com tecnologia *Switching*, estabeleceu-se um “Plano de Marcação CE para equipamentos futuros” (Tabela 3.3). Este tem como objectivo dividir os diferentes CIB S em gamas, de acordo com a corrente de saída do sistema.

Tabela 3.3 - Plano de Marcação CE, com base na divisão por Gamas e equipamentos constituintes.

	Gama I	Gama II	Gama III	Gama IV
Rectificador(es)	SM1600 SM700	SM2000	SMi2800	FS100
Controlador(es)	miniPSM microPSM	miniPSM	miniPSM	miniPSM
Corrente (A)	Até 150A exclusive	De 150 a 300A exclusive	De 300 a 700A exclusive	De 700 a 3900A

Verifica-se que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, enquadra-se na Gama I, pois apresenta na sua constituição módulos rectificadores SM700, uma unidade de supervisão e controlo EFAPOWER microPSM, e fornece em regime nominal uma corrente de 40A.

3.4 - Conclusões

Neste capítulo, apresentou-se a fonte de alimentação ininterrupta EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, detalhando o seu modo de funcionamento e cada um dos seus elementos constituintes principais. Desta forma, a descrição dos módulos rectificadores SM700, permitiu explorar diversos aspectos relacionados com conversores estáticos de energia CA/CC, desde o seu princípio de funcionamento até à realização de uma simulação no software PSIM de um conversor *boost* PFC. A estes aspectos acrescenta-se ainda, a obtenção na plataforma de ensaios da Efacec - Sistemas de Electrónica, das formas de onda de entrada e de saída do equipamento.

Por outro lado, a descrição do módulo EFAPOWER microPSM, permitiu compreender de que forma é efectuado o controlo e supervisão dos 3 módulos rectificadores SM700 presentes no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Por fim, apresentou-se a estratégia definida pela Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A., para obtenção de Marcação CE nos diferentes produtos desenvolvidos nesta unidade.

No Capítulo 4 apresenta-se a análise de diversos requisitos de segurança aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, de forma a serem cumpridas as disposições legais presentes na Directiva Comunitária de Baixa Tensão - 2006/95/CE.

Capítulo 4

Avaliações de Segurança

4.1 - Requisitos da Norma Europeia Harmonizada EN 60950-1

As normas de segurança, à semelhança da grande maioria de outras normas ligadas aos equipamentos eléctricos, eram, originalmente, muito especializadas e específicas de um determinado país.

A primeira força motriz a criar um padrão unificado de requisitos de segurança, foi a indústria das tecnologias da informação, cujo esforço levou à primeira Norma Internacional de Segurança, a IEC 950, elaborada pela *International Electrotechnical Commission*. Com o lançamento nos finais dos anos 80, da Norma UL 1950, pela *Underwriters Laboratories Inc*, o âmbito de aplicação dos requisitos de segurança da Norma IEC 950 foi ampliado, incluindo equipamentos eléctricos de negócios, juntamente com os equipamentos de tecnologias da informação. Contudo, o âmbito de aplicação destas normas continuava a excluir os equipamentos de telecomunicações. Entretanto, uma comissão técnica da IEC (IEC/TC-74), produziu uma Norma Harmonizada, a IEC 60950-1 (terceira edição), para aplicação aos produtos dos 3 sectores industriais e, aquando do seu lançamento em 1999, foi rapidamente adoptada pela maioria dos países mundiais. Actualmente, é a principal norma de segurança para a grande parte dos fabricantes de sistemas de alimentação. Versões desta norma IEC, podem ser encontradas como EN na União Europeia, UL nos Estados Unidos e CSA no Canadá.

A Norma EN 60950-1 *Information Technology Equipment - Safety Part 1: General Requirements*, que se refere à segurança de equipamentos ligados às tecnologias da informação, é uma Norma Europeia Harmonizada usada em múltiplos equipamentos e de diferentes áreas, salientando-se os equipamentos industriais eléctricos que não excedam os 600V de tensão nominal.

Uma vez que, a Norma EN 60950-1 é muito completa e exigente, foi usada como principal referência para a avaliação dos requisitos de segurança do equipamento objecto deste estudo.

Desta forma, neste capítulo são descritos os detalhes de concepção e construção do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U que asseguram o cumprimento da Directiva Comunitária de Baixa Tensão - 2006/95/CE.

Nas secções que se seguem, é apresentada a avaliação dos pontos mais relevantes da Norma EN 60950-1 aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, e o resultado obtido da análise ao equipamento.

A análise de todos os pontos da Norma EN 60950-1 aplicáveis ao equipamento, encontra-se no Dossier Técnico de Construção (DTC)⁵, que contempla os aspectos essenciais que devem ser salvaguardados, de acordo com a Directiva de Baixa Tensão, assim como a Directiva de Compatibilidade Electromagnética. Referir ainda, que este DTC foi elaborado no período de realização desta Dissertação na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.

4.2 - Aspectos Gerais de Segurança

É essencial que no projecto de novos produtos os princípios subjacentes aos requisitos de segurança sejam assegurados, de forma a se conseguir desenvolver equipamentos seguros. Quando um equipamento envolve tecnologias, materiais ou métodos de construção não especificados particularmente, o projecto desse equipamento deve cumprir com um nível de segurança não inferior ao descrito nos Princípios de Segurança da Norma EN 60950-1. O projecto deve sempre ter em consideração não apenas as condições normais de funcionamento do equipamento mas também condições de defeito, utilização indevida e influências externas, como a temperatura, a altitude, a poluição, sobretensões da rede de alimentação e de distribuição.

O Dossier Técnico de Construção, construído no âmbito deste trabalho, descreve os cuidados essenciais que devem ser tomados para impedir danos em pessoas e bens.

Assim, a aplicação da Norma de Segurança EN 60950-1 contribui para reduzir o risco de lesões ou estragos devido aos seguintes perigos:

- **Choque eléctrico**
- **Perigos energéticos**
- **Fogo**
- **Perigos caloríficos**
- **Perigos mecânicos**
- **Perigos de radiação**
- **Perigos químicos**

⁵ Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, no anexo C

Antes de se iniciar a análise dos pontos da Norma EN 60950-1, é importante referir que os testes relativos à resistência mecânica do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U do ponto 4.2 da norma foram realizados no IEP.

O IEP dispõe de um conjunto diversificado de laboratórios, devidamente acreditados, que prestam serviços na área dos produtos e equipamentos do ambiente, da energia, das telecomunicações, da indústria, da segurança e da saúde laboral.

De entre os vários serviços prestados, destacam-se os ensaios destinados à Avaliação da Conformidade com vista à obtenção da Marcação CE. Para além da acreditação a nível nacional (SPQ), os laboratórios do IEP possuem ainda diversos reconhecimentos Europeus e Internacionais, dos quais se destacam a nomeação como Organismo Notificado para as Directivas de Baixa Tensão, de Compatibilidade Electromagnética e de Máquinas, [19].

Nota: Os pontos que se seguem são apresentados pela mesma ordem com que surgem na Norma EN 60950-1, referindo sempre o número da cláusula que lhes está associado na norma.

4.3 - PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA

4.3.1 Choque eléctrico

Cláusula 0.2.1. O choque eléctrico resulta da passagem de corrente eléctrica através do corpo humano. Os efeitos físicos podem variar e vão desde pequenos movimentos involuntários, fibrilação ventricular ou, em última instância, morte. Na Tabela 4.1, mostram-se as causas e as medidas de prevenção contra estes perigos no equipamento em estudo.

Tabela 4.1 - Perigos de Choque eléctrico.

Causa	Prevenção
Contacto com partes isoladas a tensões perigosas	<ul style="list-style-type: none">• O operador não tem acesso a partes a tensão perigosa.• Não existem condensadores a tensão perigosa a serem descarregados.
Falha de isolamento entre partes normalmente a tensão perigosa e partes condutoras acessíveis	<ul style="list-style-type: none">• O chassis (invólucro) do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, bem como todas as partes condutoras acessíveis estão ligados à terra.• O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é alimentado em tensão c.a. através de um disjuntor magnetotérmico colocado no QE do local de instalação.
Falha de isolamento entre partes normalmente a tensão perigosa e circuitos SELV	<ul style="list-style-type: none">• A saída do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é um circuito SELV, há uma ligação à terra desse circuito na instalação (normalmente é o positivo ligado à terra em sistemas de 48V). O microPSM tem isolamento reforçado, bem como os módulos rectificadores SM700.
Falha de isolamento acessível ao operador	<ul style="list-style-type: none">• O isolamento acessível ao operador tem rigidez mecânica e eléctrica adequada de modo a eliminar qualquer perigo de contacto com tensões perigosas.
Correntes de fugas de componentes a tensão perigosa para partes acessíveis, ou falha da ligação de terra de protecção.	<ul style="list-style-type: none">• A ligação à terra de protecção foi feita de forma eficiente, e com reduzida probabilidade de falha.

4.3.2 Perigos energéticos

Cláusula 0.2.2. Um curto circuito entre pólos adjacentes de fontes de corrente elevada ou circuitos de elevada capacidade, pode resultar numa lesão ou perigo de fogo, provocando queimaduras, arcos eléctricos e projecção de metal fundido. Mesmo circuitos de baixa tensão podem ser perigosos a este respeito. Medidas de redução de riscos incluem a separação, a blindagem e inclusão de encravamentos de segurança, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U os perigos energéticos são reduzidos por separação.

4.3.3 Fogo

Cláusula 0.2.3. O risco de fogo pode resultar de temperaturas excessivas, quer em condições normais de funcionamento ou devido a sobrecargas, falha de componentes, falha de isolamento e ligações soltas. O fogo com origem no equipamento não deve espalhar-se para além da vizinhança imediata da fonte ou causar danos nas redondezas do equipamento, [20].

Alguns exemplos para reduzir riscos no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U incluem:

- Utilização de protecção contra sobreintensidades.
- Uso de materiais com boas propriedades inflamáveis (classe V-2 no mínimo).
- Uso de poucos materiais combustíveis.

4.3.4 Perigos Caloríficos

Cláusula 0.2.4. As lesões podem resultar de altas temperaturas em condições normais de funcionamento, causando: queimaduras devido ao contacto com partes quentes acessíveis, degradação do isolamento ou ignição de líquidos inflamáveis.

Exemplos de algumas medidas para redução de riscos incluem:

- Evitar altas temperaturas de partes acessíveis.
- Colocação etiquetas de aviso ao utilizador onde existe acesso a partes quentes, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U existem pontos a temperaturas elevadas, desta forma foram aplicadas as medidas descritas no ponto 4.7.4.2 para redução de riscos em áreas acessíveis ao operador.

4.3.5 Perigos mecânicos

Cláusula 0.2.5. As lesões podem resultar de bordas e arestas afiadas, partes móveis ou instabilidade do equipamento. Alguns exemplos para reduzir riscos no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U incluem:

- Arredondamento das bordas e arestas afiadas.
- Inclusão de encravamentos de segurança.

4.3.6 Radiação

Cláusula 0.2.6. As lesões para o utilizador e pessoal de serviço podem advir de algumas formas de radiação emitida pelo equipamento. Alguns exemplos de radiação e respectivas precauções para reduzir riscos no caso do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, enunciam-se na Tabela 4.2:

Tabela 4.2 - Tipos de radiação e respectivas precauções.

Tipo de radiação	Precauções
Radiação sonora	<ul style="list-style-type: none"> • O nível sonoro dos EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é diminuto, devido às altas frequências utilizadas. • O ventilador do SM700 representa um nível sonoro < 55dB(A)
Radiação electromagnética de radiofrequência	<ul style="list-style-type: none"> • O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U funciona satisfatoriamente no seu ambiente electromagnético sem introduzir perturbações electromagnéticas intoleráveis a outros equipamentos nesse ambiente, conforme os requisitos da Directiva de Compatibilidade Electromagnética - 2004/108/CE.
Radiação infravermelha	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável
Radiação visível de alta intensidade ou coerente	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável
Radiação ultravioleta	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável
Radiação ionizante	<ul style="list-style-type: none"> • Não aplicável

4.3.7 Perigos químicos

Cláusula 0.2.7. As lesões podem resultar do contacto com alguns produtos químicos ou por inalação de vapores e fumos.

Não existem produtos químicos perigosos no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U susceptíveis de contacto ou inalação em funcionamento normal.

4.4 - ASPECTOS GERAIS

4.4.1 Âmbito

Cláusula 1.1. Como anteriormente referido, a Norma de Segurança EN 60950-1 é aplicável a equipamentos de tecnologias de informação, que não excedam os 600V de tensão nominal. Não é expectável que todos os componentes e subconjuntos cumpram todos os aspectos desta norma. Contudo, o equipamento onde estão incorporados tem de cumprir, [20].

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é considerado como estando no âmbito da Norma EN 60950-1.

4.4.2 Definições

Cláusula 1.2. Todas as definições da Norma EN 60950-1 são adoptadas sem alteração.

4.4.3 Requisitos Gerais

Cláusula 1.3. O cumprimento dos requisitos detalhados na Norma EN 60950-1 é obrigatório sempre que a segurança do equipamento está em causa, [20]. Para determinar se a segurança está ou não em causa, a construção do equipamento EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U deve ser cuidadosamente investigada tendo em conta as consequências de possíveis falhas.

4.4.4 Componentes

Cláusula 1.5. Os componentes de um equipamento devem cumprir com os requisitos da Norma EN 60950-1 ou com outros aspectos de segurança relevantes de outras normas EN ou IEC, [20].

Não existem componentes do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U em desacordo com esta cláusula.

4.4.5 Interface de potência

4.4.5.1 Classificação dos Sistemas de Distribuição de Energia

Cláusula 1.6.1. Os sistemas de distribuição de energia podem ser classificados como TN, TT e IT, dependendo dos regimes de exploração do neutro da instalação. A classificação do sistema é feita da seguinte forma:

- **Regime TT** - O regime de neutro TT é caracterizado por ter o neutro do transformador do PT (Posto de Transformação) directamente ligado à terra de serviço e as massas do equipamento ligadas à terra de protecção, Figura 4.1.

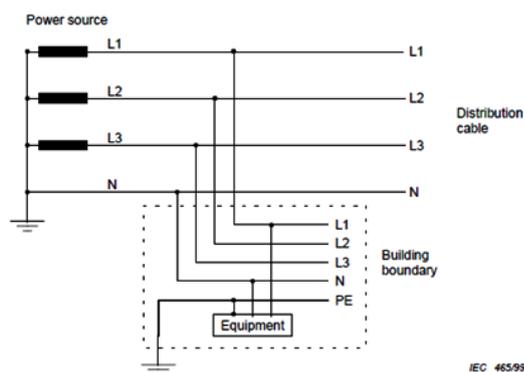


Figura 4.1 - Regime TT, [20].

- **Regime TN** - O neutro do transformador do PT é directamente ligado à terra de serviço e as massas do equipamento são directamente ligadas ao neutro, através de um condutor próprio (PE ou PEN), Figura 4.2.

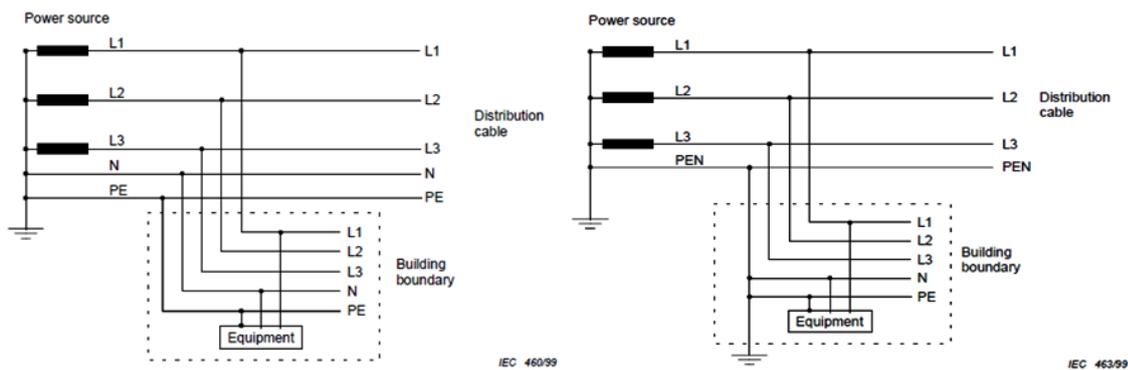


Figura 4.2 - Regime TN: TN-S (condutor N e PE separados) e TN-C (condutor N e PE comuns), [20].

- **Regime IT** - Regime de neutro isolado ou impedante. O neutro do transformador do PT é isolado ou ligado através de uma impedância à terra de serviço e as massas do equipamento são directamente ligadas à terra de protecção, Figura 4.3.

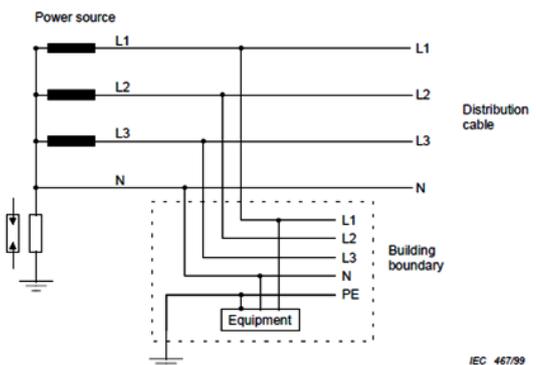


Figura 4.3 - Regime IT, [20].

Normalmente o EFAPOWER CIB S 48V / 40A / microPSM Rack 19'' 2U destina-se a sistemas TN ou TT.

4.4.5.2 Corrente de entrada

Cláusula 1.6.2. Em regime permanente a corrente de entrada do equipamento não deve exceder a sua corrente nominal em mais de 10%. O cumprimento desta cláusula é avaliado medindo a corrente de entrada em regime de carga nas condições descritas na Norma EN 60950-1.

A corrente de alimentação em regime permanente é limitada pelo facto de o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U fazer limitação de corrente de saída. Neste equipamento, mesmo em regime de sobrecarga a corrente de alimentação nunca excede 10% do valor nominal. Este mecanismo designado por *Foldback*, permite manter uma potência constante à saída do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, até um certo limite, diminuindo a tensão de saída em regimes de sobrecarga, Figura 4.4.

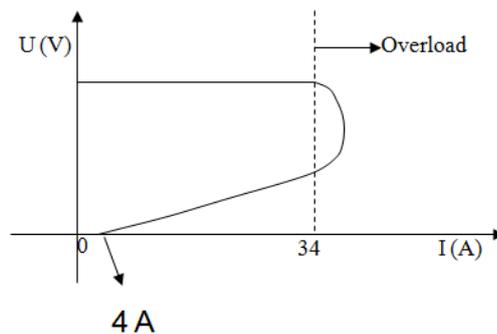


Figura 4.4 - Foldback.

4.4.6 Marcação e instruções

4.4.6.1 Placa de características

Cláusula 1.7.1. O equipamento deve ser munido de uma placa de características bem visível e instalada numa área de acesso ao operador. Esta placa deve incluir a seguinte informação:

- Tensão nominal ou gama de tensões, em volts. Corrente nominal, em miliamperes ou amperes. Em equipamentos com múltiplas tensões nominais, as correntes nominais correspondentes devem ser marcadas e separadas por uma barra ou hífen. A relação entre a tensão nominal e a sua corrente nominal associada aparece distintamente.

Exemplos:

120/240 V; 2,4/1,2 A

220V; 2,8A

- Se o equipamento é para ser ligado aos condutores de fase e ao condutor neutro de um sistema trifásico de distribuição, a placa deve conter a informação da tensão fase-neutro e da tensão fase-fase, separadas por uma barra, com a notação adicional “3W +PE” ou equivalente. Exemplos:

120/240 V; 3W + PE

120/240 V; 3W + ⊕

100/200 V; 2W + N + PE

- Frequência nominal ou gama de frequência, em hertz.
- Nome, logótipo ou identificação do fabricante
- Identificação do modelo ou referência do fabricante.

A placa de características é visível na parte lateral do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19” 2U. A Figura 4.5 ilustra esta placa de características.

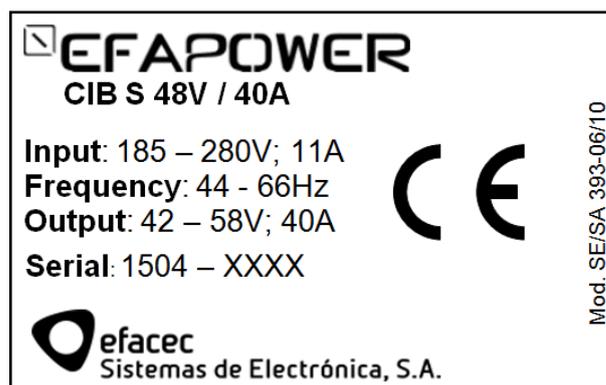


Figura 4.5 - Placa de Características EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

4.4.6.2 Instruções de segurança e marcação

4.4.6.2.1 Geral

Cláusula 1.7.2.1. As especificações sobre as condições para a instalação, operação e manutenção do equipamento devem ser fornecidas ao utilizador por um Manual do Utilizador. Este, deve conter ainda, precauções a tomar para evitar a introdução de perigos aquando do transporte e funcionamento do equipamento, devendo ser incluído no dossier entregue ao cliente com as especificações técnicas do equipamento, [20].

No caso do Manual do Utilizador do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, todos os requisitos referidos são cumpridos, acrescentando-se ainda, a presença de chamadas de atenção sobre precauções especiais a ter na ligação das baterias e na interligação entre várias unidades.

4.4.6.3 Identificação de fusíveis

Cláusula 1.7.6. A marcação deve estar localizada adjacente aos fusíveis, fornecendo informação sobre o seu calibre. Esta informação pode também ser disponibilizada no Manual de Utilizador, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U existe apenas um fusível de protecção do circuito do contactor de fim de descarga das baterias, na parte frontal do equipamento, com especificações descritas no Manual do Utilizador, Figura 4.6.

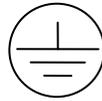


Figura 4.6 - Fusível de protecção do circuito do contactor de fim de descarga das baterias.

4.4.6.4 Terminais de ligação

4.4.6.4.1 Terminais para ligação do condutor de protecção

Cláusula 1.7.7.1. O terminal para ligação do condutor de protecção associado aos cabos de alimentação é indicado pelo símbolo definido na norma IEC 60417-5019 (DB-2002-10):



Estes símbolos não devem ser colocados em parafusos ou em outras partes que podem ser removíveis quando os condutores estão a ser ligados, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U o terminal para ligação do condutor de protecção associado aos cabos de alimentação, não está marcado pelo símbolo acima referido, uma vez que a alimentação do equipamento é feita por intermédio de 3 fichas (ponteiras). Contudo, o esquema eléctrico do equipamento, descreve claramente qual é o terminal para ligação do condutor de protecção que vem da alimentação c.a. Na Figura 4.7 observam-se os aspectos referidos.

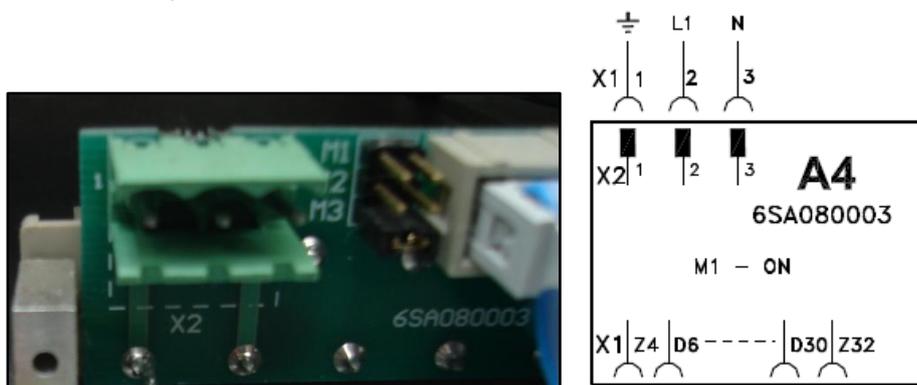


Figura 4.7 - Terminal de um módulo rectificador para ligação dos condutores da alimentação c.a.

4.4.6.4.2 Terminais para ligação dos condutores da alimentação c.a.

Cláusula 1.7.7.2. Como referido anteriormente, a ligação dos condutores da alimentação c.a é feita utilizando 3 ponteiras. Assim, é no esquema eléctrico do equipamento entregue ao utilizador, que são identificados os terminais para ligação do condutor de fase, neutro e terra, a cada módulo rectificador (Ver Figura 4.7).

4.4.6.4.3 Terminais para ligação dos condutores da alimentação c.c.

Cláusula 1.7.7.3. Terminais destinados exclusivamente para ligação de fontes de alimentação c.c. devem ser identificados com a devida polaridade, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U os terminais para ligação das baterias estão de acordo com esta cláusula da Norma EN 60950-1, Figura 4.8.

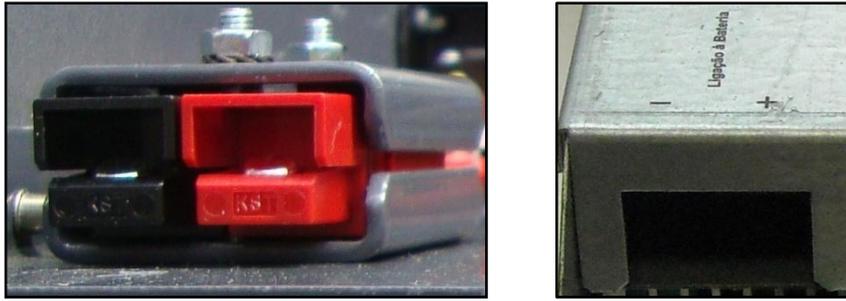


Figura 4.8 - Terminal de ligação das baterias e respectiva polaridade indicada na tampa superior do chassis do equipamento.

4.4.6.5 Controlos e indicadores

4.4.6.5.1 Identificação, localização e marcação

Cláusula 1.7.8.1. Indicadores, comutadores, interruptores e outros controlos afectos à segurança, devem ser identificados ou localizados de forma a indicar, claramente, a sua função, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U todos os controlos e indicadores, afectos à segurança, estão devidamente identificados, Figura 4.9.



Figura 4.9 - Painel frontal do equipamento.

4.4.6.5.2 Símbolos

Cláusula 1.7.8.3. Quando os símbolos são usados perto de controlos, de modo a indicar condições “ON” e “OFF”, estes devem ser uma linha | para “ON” e uma circunferência para “OFF”, de acordo com as normas IEC 60417-5007 (DB:2002-10) e IEC 60417-5008 (DB:2002-10). A condição “STAND-BY” deve ser indicada pelo símbolo ⏻ de acordo com a norma IEC 60417-5009 (DB:2002-10), [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U os disjuntores da bateria estão de acordo com estes requisitos, Figura 4.10.



Figura 4.10 - Símbolo de abertura e fecho do disjuntor de bateria do equipamento.

4.4.6.6 Baterias substituíveis

Cláusula 1.7.13. Se o equipamento for provido de baterias substituíveis, e se da sua incorrecta substituição puder resultar uma explosão (por exemplo, com algumas baterias de lítio), deve ser colocada uma marcação perto das baterias ou no Manual de Utilizador entregue ao cliente.

Baterias (parte não incluída na Norma EN 60950-1):

A Norma EN 60950-1 não refere cuidados especiais na marcação e instruções relativamente a baterias. No entanto, uma vez que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U possui terminais para ligação a baterias, devem adoptaram-se os princípios da Norma EN 62040-1, *cláusula 4.7.20*. O armário ou o compartimento de baterias devem conter no mínimo a seguinte informação claramente legível ao operador:

- Tipo de bateria (chumbo-ácida, Ni-Cd) e número de baterias em blocos ou células.
- Tensão nominal total da bateria e Capacidade nominal total.
- Uma etiqueta avisadora de perigo energético e perigo químico e referência ao manual de instruções sobre manutenção e manuseamento, [21].

Instruções para ligação das baterias são fornecidas no Manual do Utilizador do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U. A Figura 4.11 ilustra a etiqueta do armário de baterias adjacente ao equipamento.



Figura 4.11 - Etiqueta do armário de baterias adjacente ao equipamento.

4.5 - PROTECÇÃO CONTRA PERIGOS

4.5.1 Protecção contra choque eléctrico e perigos energéticos

4.5.1.1 Protecção em áreas de acesso ao utilizador

Cláusula 2.1.1. Esta cláusula especifica os requisitos para protecção contra choques eléctricos de partes com tensão onde o utilizador tem acesso: partes desprotegidas dos circuitos SELV, dos circuitos limitadores de corrente e circuitos TNV, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U o operador apenas tem acesso ao painel de comandos, pelo que os únicos pontos activos estão num circuito SELV.

4.5.1.1.1 Acesso a partes com tensão

Cláusula 2.1.1.1. O equipamento deve ser construído de tal forma que em condições normais de funcionamento e nas áreas de acesso ao operador exista protecção adequada contra o contacto com:

- Partes desprotegidas a tensões perigosas.
- Isolamento sólido que proporciona isolamento funcional ou isolamento básico de partes ou cablagem a tensões perigosas. (Ver ponto 4.5.5)

As partes internas do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U que necessitem de ter acesso por pessoal de serviço, não tem tensões superiores a 60V(c.c.). A protecção é conseguida por prevenção e por isolamento.

4.5.2 Circuitos SELV

4.5.2.1 Requisitos gerais

Cláusula 2.2.1. A segurança de um circuito SELV é assegurada por uma tensão extra-baixa, um reduzido risco de contacto accidental com altas tensões e pela inexistência de um caminho de retorno pela terra que a corrente poderia seguir em caso de contacto com o corpo humano. Os circuitos SELV devem apresentar, por isso, tensões que são seguras no contacto em condições normais de funcionamento e após a ocorrência de um defeito, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U todos os seus circuitos internos excepto os do primário se enquadram na definição de SELV.

4.5.2.2 Tensões em condições normais

Cláusula 2.2.2. Em condições normais de funcionamento, um circuito SELV ou circuitos SELV interligados, apresentam uma tensão entre quaisquer dois condutores, e entre um condutor e a terra, que não deve exceder os 42,4V de pico ou os 60V(c.c.), [20].

4.5.2.3 Tensões em condições de defeito

Cláusula 2.2.3. Em caso de um defeito, a tensão entre quaisquer dois condutores de um circuito SELV ou circuitos SELV interligados, e entre um condutor e a terra, não deve exceder os 42,4V de pico ou os 60V(c.c.), durante mais de 200ms. Durante o defeito a tensão não deve exceder os 71V pico ou 120V(c.c.), [20].

4.5.3 Provisões para terras

4.5.3.1 Terra de protecção

Cláusula 2.6.1. As seguintes partes do equipamento devem ser ligadas, com segurança, ao terminal da terra de protecção do equipamento:

- Partes condutoras acessíveis que podem assumir tensões perigosas na ocorrência de um defeito.
- Circuitos e componentes que podem não assumir tensões perigosas na ocorrência de um defeito, mas tem de ser ligados à terra de modo a reduzir transitórios que podem afectar o isolamento.
- Circuitos SELV que necessitem de ser ligados à terra de modo a reduzir ou eliminar correntes de fugas, [20].

Todas as partes metálicas e componentes que necessitam de protecção estão ligadas de modo fiável a um terminal de terra de protecção contido no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, Figura 4.12.

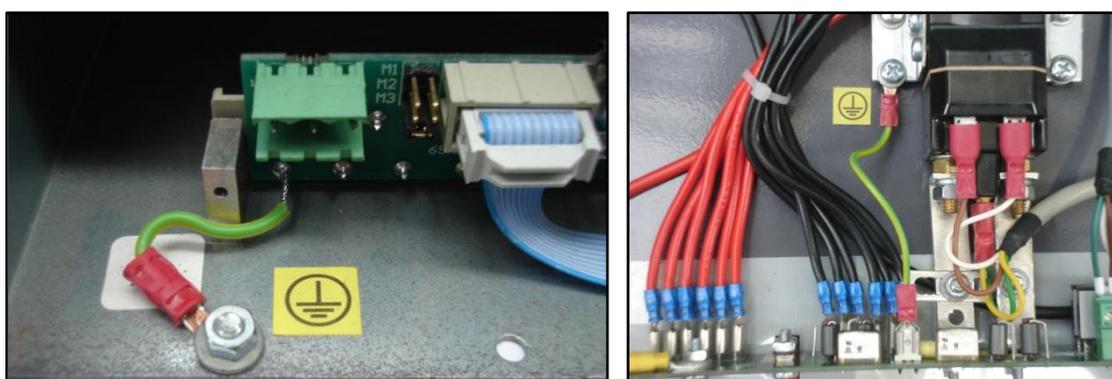


Figura 4.12 - Terras de protecção: Invólucro metálico e circuito do contactor do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

4.5.3.2 Condutores de terra de protecção

4.5.3.2.1 Tamanho do condutor de ligação da terra de protecção ao equipamento

Cláusula 2.6.3.2. O condutor de ligação da terra de protecção ao equipamento deve cumprir com os tamanhos especificados na Tabela 3B da cláusula 3.2.5 da Norma EN 60950-1.

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U a secção do condutor de ligação da terra de protecção ao equipamento possui 2,5mm².

4.5.3.2.2 Tamanhos dos condutores de terra de protecção

Cláusula 2.6.3.3. O dimensionamento dos condutores de terra de protecção deve ser realizado de acordo com a Tabela 2D da Norma EN 60950-1.

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U a secção dos condutores de terra de protecção possuem 1mm².

4.5.4 Protecção contra sobreintensidades e defeitos à terra em circuitos primários

4.5.4.1 Requisitos básicos

Cláusula 2.7.1. Em circuitos primários, protecções contra sobreintensidades, curto-circuitos e defeitos à terra, devem existir quer como parte intrínseca do equipamento ou como parte do local de instalação do equipamento, [20].

O Procedimento de Instalação⁶ do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U estabelece como norma a colocação de um disjuntor magnetotérmico no quadro de entrada da instalação onde será utilizado o equipamento. Por outro lado, os módulos rectificadores possuem a sua própria protecção. Acrescenta-se ainda, que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U possui nos circuitos auxiliares disjuntores para a distribuição c.c. e para as baterias, assim como um fusível e um contactor de fim de descarga das baterias.

4.5.4.2 Número e localização dos aparelhos de protecção

Cláusula 2.7.4. Os sistemas ou aparelhos de protecção nos circuitos primários devem ser em número suficiente de forma a detectar e interromper fluxos de sobreintensidades em quaisquer caminhos possíveis de correntes de defeito (por exemplo, fase-fase, fase-neutro, fase-condutor terra de protecção). Nenhuma protecção é requerida contra defeitos à terra nos equipamentos que não possuam ligação à terra, ou possuam isolamento duplo ou isolamento reforçado entre o circuito primário e todas as partes ligadas à terra, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U existem 6 disjuntores (**Q1** a **Q6**) da distribuição c.c., 1 disjuntor das baterias **Qbat1** e um fusível (**F1**) de protecção do circuito do contactor de fim de descarga das baterias⁷. Todos estes aparelhos de protecção estão localizados na parte frontal do equipamento.

4.5.5 Isolamento eléctrico

4.5.5.1 Grau de Isolamento

Cláusula 2.9.3. A segurança do operador em circuitos eléctricos depende do isolamento destes. Desta forma, normas internacionais de segurança, exigem um sistema redundante com pelo menos 2 níveis de protecção, sabendo antecipadamente que qualquer um destes níveis pode falhar, contudo, a probabilidade de uma falha simultânea no mesmo local é muito reduzida. Os requisitos gerais são de que um único nível de isolamento é aceitável se o circuito não é acessível, mas onde há acesso a componentes, estes devem ser isolados de tensões perigosas por um sistema de duplo nível. Como exemplo, um nível de protecção pode ser a terra de protecção fornecida por um invólucro condutor aterrado, [22].

⁶ Procedimento de Instalação EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, no anexo D.

⁷ Esquema Eléctrico EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, no anexo A.

O isolamento pode ser classificado como: Isolamento Funcional, Isolamento Básico, Isolamento Suplementar, Isolamento Reforçado ou Isolamento Duplo, Figura 4.13.

- **Isolamento funcional** - isolamento entre partes condutoras com potencial diferente que é necessário para o funcionamento do equipamento.
- **Isolamento básico** - isolamento aplicado a partes activas (parte condutora submetida a uma tensão) para protecção contra o choque eléctrico.
- **Isolamento suplementar** - isolamento independente, aplicado adicionalmente ao isolamento básico de modo a fornecer protecção contra o choque eléctrico no caso de falha do isolamento básico.
- **Isolamento duplo** - isolamento básico + isolamento suplementar.
- **Isolamento reforçado** - isolamento único, aplicado a partes activas que fornece um grau e protecção equivalente ao isolamento duplo.

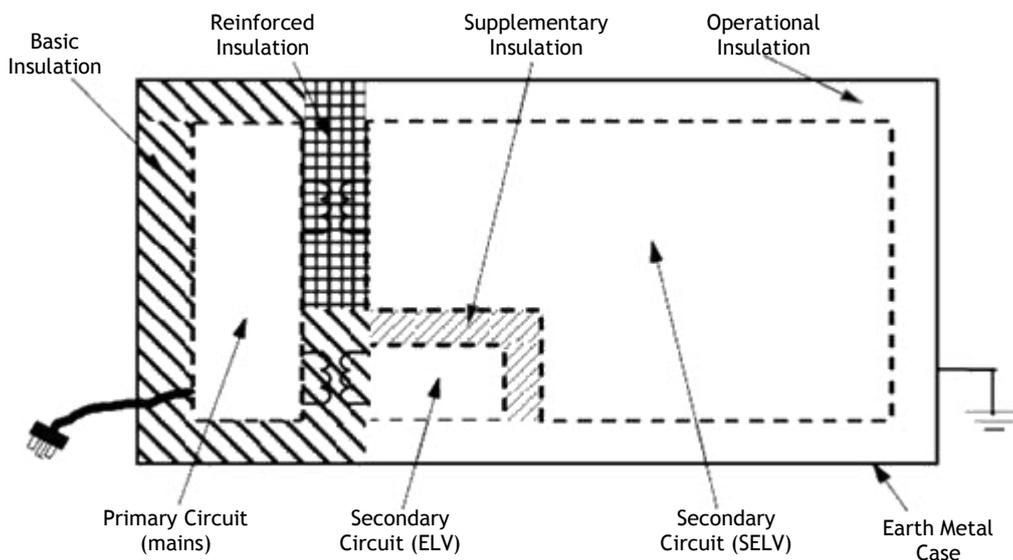


Figura 4.13 - Tipos de Isolamento em circuitos eléctricos, [23].

São usadas também algumas categorias para definir diferentes circuitos e o tipo de protecção necessária para cada um deles:

- **Classe I** - equipamento no qual a protecção contra o choque eléctrico não depende unicamente do isolamento básico, mas inclui uma protecção adicional, em que todas as partes condutoras acessíveis estão ligadas ao circuito de terra de protecção.
- **Classe II** - equipamento no qual a protecção contra o choque eléctrico não depende unicamente do isolamento básico, mas inclui uma protecção adicional, como a existência de isolamento duplo ou de isolamento reforçado.

- **Classe III** - equipamento que é alimentado por uma tensão baixa de segurança (SELV), no qual não são geradas tensões maiores que SELV e portanto necessita apenas de isolamento funcional, [24].

O processo para a definição dos requisitos de isolamento começa com a identificação de cada circuito dentro de um sistema ou equipamento de acordo com as categorias descritas na Norma EN 60950-1 (SELV, TNV, ELV etc.). Feito este reconhecimento, o tipo de isolamento apropriado e o número de níveis, podem ser definidos para uso entre blocos, e entre os componentes internos e o utilizador.

Um exemplo simples de requisitos de isolamento para uma fonte de alimentação é ilustrado na Figura 4.14, onde se verifica que deve existir sempre 2 níveis de protecção entre circuitos a tensão perigosa (à esquerda) e componentes de circuitos secundários acessíveis ao utilizador (à direita), [22].

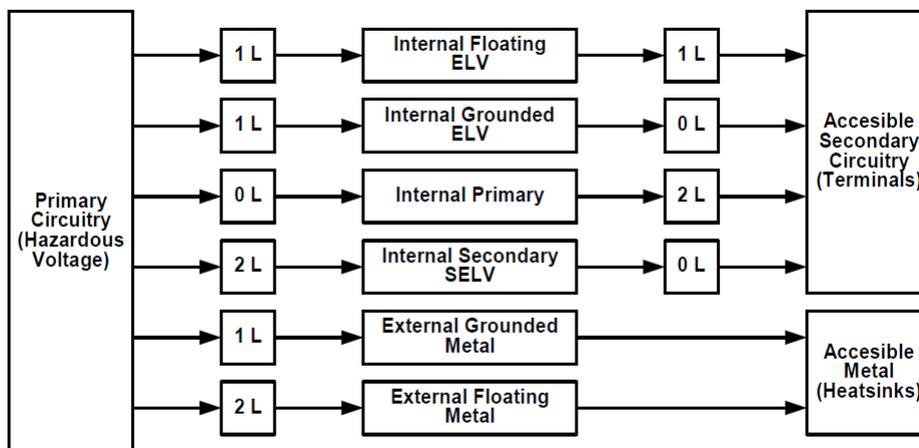


Figura 4.14 - Exemplo de requisitos de Isolamento para uma fonte de alimentação simples, [22].

Por exemplo, o caminho através de um circuito ELV não aterrado deve ter dois níveis de isolamento, e pelo menos um destes deve ser entre o circuito ELV e o utilizador, uma vez que este circuito pode tornar-se inseguro no caso da ocorrência de um defeito. No entanto, se o circuito ELV tem protecção através da terra do sistema (assegurando um nível de isolamento), então apenas um nível adicional é necessário, Figura 4.14.

Similarmente, partes externas de metal (tipicamente os chassis dos equipamentos), devem isolar o utilizador de tensões perigosas com 2 níveis de protecção, a menos que um nível seja assegurado ligando o metal à terra de protecção do equipamento (Figura 4.14), [22]. A aplicação do isolamento nas mais diversas situações é descrito na Norma EN 60950-1 na Tabela 2H e Figura 2H.

Os diferentes materiais isolantes utilizados no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, assim como o grau de isolamento dos mesmos, estão de acordo com estes requisitos descritos na Norma de Segurança EN 60950-1. Os testes de isolamento são referidos no ponto 4.8.2.

4.5.6 Distâncias - *Clearance*, *Creepage* e através de isolamento

4.5.6.1 Graus de poluição

Cláusula 2.10.1.2. Utilizar o ar como meio de isolamento em circuitos eléctricos introduz preocupações tanto ao nível da qualidade do ar como ao nível das distâncias entre componentes condutores. O potencial de condução através do ar é influenciado pela temperatura, pressão, humidade e poluição, sendo que esta pode ser definida de acordo com o ambiente de funcionamento do equipamento pelas seguintes categorias:

- **Grau de poluição 1** - é aplicável quando não existe poluição ou quando a poluição é não-condutora. Por outras palavras, a poluição não tem qualquer influência no equipamento.
- **Grau de poluição 2** - é aplicável apenas quando existe poluição não-condutora que pode tornar-se temporariamente condutora devido a condensação ocasional. Este é o grau normalmente aplicado para os equipamentos abrangidos por esta norma.
- **Grau de poluição 3** - é aplicável quando o local onde se encontra o equipamento é sujeito a poluição condutora, [20].

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U consideram-se os valores de poluição Grau 2.

4.5.6.2 Tensão de Funcionamento

Cláusula 2.10.2.1. O meio de isolamento pode ser um material sólido (plástico) ou o ar (espaçamento entre componentes) e os requisitos de ambos são afectados pela tensão de funcionamento naquele meio.

A tensão de funcionamento é a maior tensão a que o isolamento em causa pode ser submetido quando o equipamento está a operar a tensão nominal e em condições normais de funcionamento. Quando esta tensão é medida, é importante medir o seu valor de pico, bem como o seu valor eficaz (r.m.s.). O valor de pico é usado para determinar a distância através do ar, o valor eficaz é usado para calcular a distância ao longo de uma superfície. Desta forma, a distância necessária entre componentes para resistir a uma determinada tensão de funcionamento é especificada em termos de *Clearance* e *Creepage* respectivamente, [20].

A Figura 4.15 mostra a distinção entre estes dois conceitos e a sua aplicação numa placa de circuitos integrados.

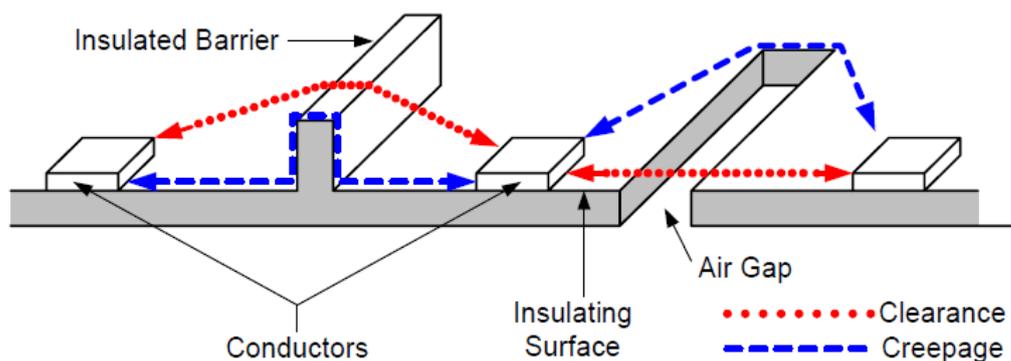


Figura 4.15 - Exemplo de *Clearance* e *Creepage* numa placa de circuitos integrados, [22].

4.5.6.3 Clearances

4.5.6.3.1 Aspectos gerais

Cláusula 2.10.3.1. Clearance, é definida como a menor distância entre dois elementos condutores ou entre um elemento condutor e a superfície delimitadora do equipamento, medida através do ar, Figura 4.16. A quebra de isolamento ao longo de uma distância através do ar é um fenómeno rápido onde os danos podem ser causados por impulsos de curta duração.

Desta forma, para que esta distância tenha o valor apropriado, é utilizado o máximo valor de pico da tensão de funcionamento, incluindo transitórios/sobretensões, para determinar a distância através do ar de acordo com os requisitos da Norma EN 60950-1, [22].

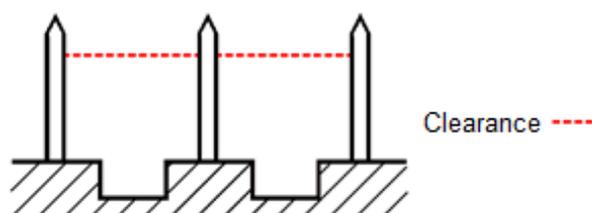


Figura 4.16 - *Clearance* - distância medida através do ar.

É possível então dividir as sobretensões consoante a sua categoria. As sobretensões são provocadas por descargas atmosféricas ou por comutação de aparelhos ligados á rede de energia eléctrica, e dependem da localização do equipamento na rede:

- **Categoria IV** - equipamento que se encontra na origem da instalação.
- **Categoria III** - equipamento que tipicamente se encontra dentro de edifícios e que faz parte da instalação eléctrica fixa. Exemplos: fusíveis e disjuntores do quadro eléctrico.
- **Categoria II** - equipamento que se encontra ao nível do consumo (ao nível do utilizador). É o caso típico de aplicações domésticas.

- **Categoria I** - equipamento ligado a circuitos em que foram tomadas precauções especiais para a limitação das sobretensões. É o caso de circuitos electrónicos alimentados a partir de transformadores.

Estes requisitos de *Clearance* são aplicáveis para equipamentos a operar até 2000m acima do nível do mar. As distâncias através do ar entre a superfície delimitadora de um equipamento e um elemento condutor ligado a tensão perigosa, deve cumprir com os requisitos do Isolamento reforçado, [20].

A Norma EN 60950-1 estabelece como mínimos valores de *Clearance*:

- 10mm para uma distância através do ar, que serve de Isolamento Reforçado, entre uma parte a tensão perigosa e uma parte condutora acessível do invólucro do equipamento.
- 2mm para uma distância através do ar, que serve de Isolamento Básico, entre uma parte a tensão perigosa e uma parte condutora acessível do invólucro do equipamento, que está aterrada.

A *Clearance* ajuda a prevenir a ruptura dieléctrica entre os eléctrodos, causada pela ionização do ar. O nível de ruptura dieléctrica é influenciado pela humidade relativa do ar, temperatura e grau de poluição do meio ambiente, [25].

Os valores requeridos na Norma EN 60950-1 para distâncias através do ar nos circuitos electrónicos foram respeitados na construção do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, tendo em conta que a Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A. possui um sistema de qualidade certificado. Acrescenta-se ainda que este equipamento é sujeito a um teste de isolamento a 100%.

4.5.6.3.2 *Clearance* em circuitos primários

Cláusula 2.10.3.3. Para isolamento em circuitos primários, entre o circuito primário e a terra, e entre o circuito primário e o circuito secundário, as distâncias mínimas através do ar podem ser consultadas nesta cláusula da Norma EN 60950-1. Para uma alimentação c.a. que não exceda os 300V de valor eficaz (420V pico):

- Se a tensão de pico de funcionamento não exceder o valor de pico da tensão de alimentação, as distâncias mínimas através do ar são dadas na Tabela 2K da Norma EN 60950-1.
- Se a tensão de pico de funcionamento exceder o valor de pico da tensão de alimentação, as distâncias mínimas através do ar são dadas pela Tabela 2K, com uma distância adicional apropriada, referida na Tabela 2L da Norma EN 60950-1.

Nestas tabelas, o espaçamento necessário em milímetros para diferentes tipos de isolamento é dado em função da tensão de pico de funcionamento, categoria de sobretensões da alimentação e graus de poluição.

4.5.6.3 Clearance em circuitos secundários

Cláusula 2.10.3.4. A distância mínima através do ar num circuito secundário é determinada pela Tabela 2M da Norma EN 60950-1.

4.5.6.4 Creepage

4.5.6.4.1 Aspectos Gerais

Cláusula 2.10.4.1. *Creepage*, é o caminho mais curto entre dois elementos condutores ou entre uma parte condutora e a superfície delimitadora do equipamento, medida ao longo de uma superfície de isolamento, Figura 4.17. Ao contrário do que acontece com as distâncias através do ar, a quebra de isolamento ao longo de uma superfície é um fenómeno lento, determinado pelo nível de tensão c.c. ou pelo valor eficaz (r.m.s.) da tensão de funcionamento. Um espaçamento inadequado ao longo de uma superfície pode durar dias, semanas ou meses até provocar uma falha, [22].

Estas distâncias devem ser dimensionadas de tal forma que, para um dado valor eficaz da tensão de funcionamento e grau de poluição, não ocorra uma quebra de isolamento.

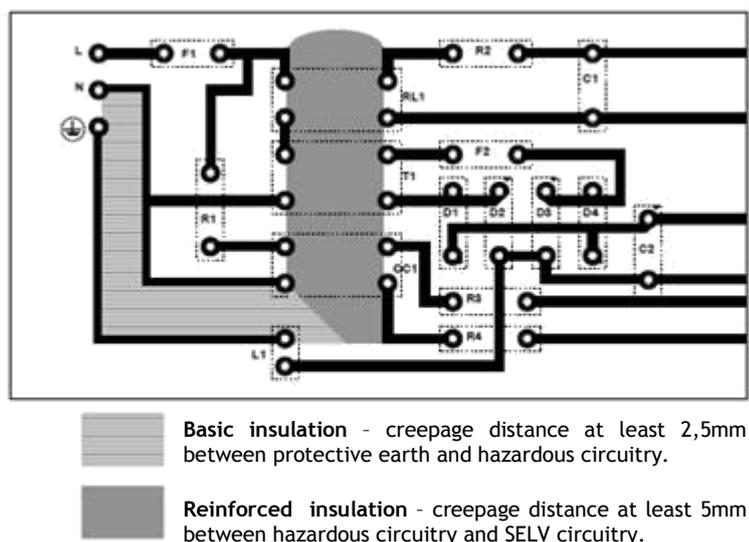


Figura 4.17 - Exemplo de distâncias *Creepage*, [23].

Uma adequada *Creepage* protege contra caminhos parciais de condução (*tracking*), um processo que resulta na degradação dos materiais isolantes provocada por descargas eléctricas na superfície de um isolamento, ou perto desta. O grau de *tracking* necessário depende de dois grandes factores: índice CTI (*comparative tracking index*) do material usado e do grau de poluição do ambiente, [25].

4.5.6.4.2 Grupo de materiais e *comparative tracking index*

Cláusula 2.10.4.2. Usado em materiais de isolamento eléctrico, o CTI define o valor de tensão que provoca uma quebra no isolamento devido a fenómenos de *tracking*. Este fenómeno acontece, normalmente, devido aos seguintes factores: humidade na atmosfera, presença de contaminação, químicos corrosivos e altitude do local de funcionamento do equipamento, [25]. Os materiais usados para isolamento eléctrico podem ser agrupados nas seguintes categorias em função do CTI e classificados do seguinte modo:

- Grupo de material I $CTI \geq 600$
- Grupo de material II $400 \leq CTI < 600$
- Grupo de material IIIa $175 \leq CTI < 400$
- Grupo de material IIIb $100 \leq CTI < 175$

Se o grupo de material não é conhecido, este deve ser assumido do Grupo IIIb, [20].

4.5.6.4.3 Distâncias mínimas de *Creepage*

Cláusula 2.10.4.3. As distâncias ao longo de uma superfície não devem ser menores que os valores mínimos apropriados especificados na Tabela 2N da Norma EN 60950-1.

Se o valor de *Creepage* da Tabela 2N for menor que a distância mínima de *Clearance*, o valor mínimo de *Clearance* deve ser aplicado em ambas as distâncias. As distâncias *Creepage* entre a superfície delimitadora do equipamento e um elemento condutor ligado a tensão perigosa deve cumprir com os requisitos do Isolamento reforçado. Os valores da Tabela 2N são aplicáveis ao Isolamento funcional, Isolamento básico e Isolamento suplementar. Para Isolamento reforçado, os valores da tabela são duplicados, [20].

Nos circuitos electrónicos do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U são usados os maiores valores de distância de isolamento, correspondentes ao Isolamento reforçado. Assim, é sempre garantida uma distância superior ao valor mínimo exigido.

4.5.6.5 Distâncias através de isolamento

Cláusula 2.10.5.2. Se a tensão de pico de funcionamento não exceder 71V, não existem requisitos para as distâncias através de isolamento. Contudo, se exceder 71V as seguintes regras aplicam-se:

- Para Isolamento funcional e Isolamento básico não existe um mínimo obrigatório para a distância através de isolamento.
- Para Isolamento suplementar ou Isolamento reforçado deve existir uma distância mínima através de isolamento de 0,4mm, assegurada por um único *layer*.

Um exemplo destas distâncias através de isolamento é ilustrado na Figura 4.18.

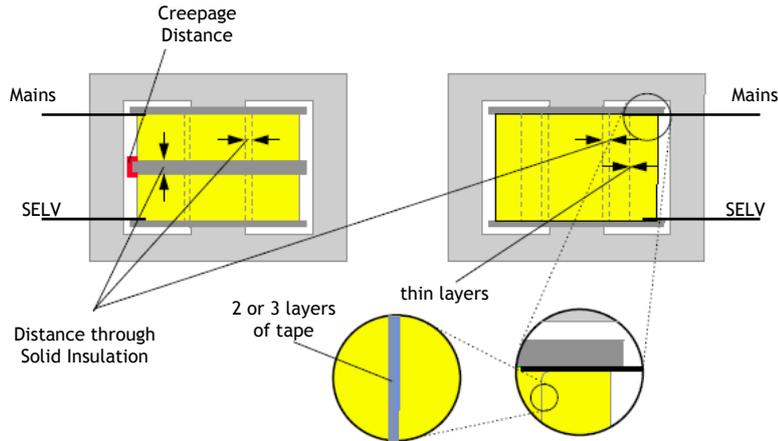


Figura 4.18 - Exemplo de distâncias através de isolamento, [23].

4.6 - CABOS, LIGAÇÕES E ALIMENTAÇÃO

4.6.1 Aspectos Gerais

4.6.1.1 Corrente nominal e protecção contra sobreintensidades

Cláusula 3.1.1. A área de secção transversal da cablagem interna e dos cabos de interligação, deve ser adequada para a corrente que se destinam a conduzir quando o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U está a operar em carga normal, de tal forma que a temperatura máxima permitida do isolamento dos condutores não seja ultrapassada.

Por outro lado, as saídas usadas na distribuição da energia estão protegidas contra sobreintensidades e curto circuitos por disjuntores (Q1 a Q6). A cablagem não envolvida directamente na distribuição não necessita de protecção, se se comprovar que a ocorrência de perigos é improvável, [20].

4.6.1.2 Protecção contra danos mecânicos

Cláusula 3.1.2. Os caminhos dos cabos devem ser apropriados e livres de arestas cortantes. Os cabos devem ser protegidos de modo a não entrarem em contacto com rebarbas, aletas de refrigeração, peças móveis, etc., o que poderia causar danos ao isolamento dos condutores. Os furos no metal, através do qual passam fios isolados, devem ter superfícies lisas bem arredondadas ou devem ser fornecidos com buchas, [20].

Verifica-se, que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U está construído de acordo com os requisitos desta cláusula da Norma EN 60950-1.

4.6.1.3 Isolamento dos condutores

Cláusula 3.1.4. A escolha correcta dos condutores, é um dos pontos mais importantes na construção dos equipamentos. Um dimensionamento incorrecto destes pode provocar desde falhas nos circuitos até incêndios. No fabrico de condutores eléctricos, os compostos isolantes

mais utilizados são o PVC e o EPR, que se diferenciam quanto à forma de construção, resistência à temperatura e agentes externos.

Os diversos condutores utilizados no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U estão certificados e possuem isolamento adequado à tensão de funcionamento. Estes suportam ainda o teste de isolamento da cláusula 5.2.2 da Norma EN 60950-1.

4.6.2 Ligação à alimentação

4.6.2.1 Ligação à corrente alternada

Cláusula 3.2.1.1. O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U foi projectado com terminais para uma ligação permanente à corrente alternada, através de fichas de alimentação ou “ponteiros” na entrada dos módulos rectificadores SM700, Figura 4.19.

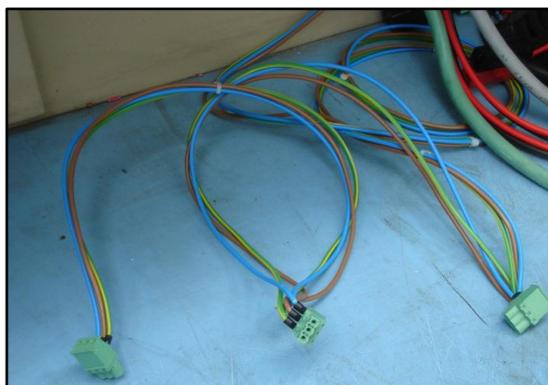


Figura 4.19 - Ligação à alimentação c.a. - Fichas de alimentação dos módulos rectificadores SM700.

4.6.2.2 Cabos de alimentação c.a.

Cláusula 3.2.5.1. Os cabos de ligação à alimentação c.a. devem ser dimensionados de acordo com os requisitos da Tabela 3B da Norma EN 60950-1.

Uma vez que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U possui 3 módulos rectificadores e a corrente nominal de cada um é de 3,6A, o dimensionamento do cabo de alimentação deve ser feito para o pior caso, alimentação monofásica, sendo que neste caso é necessária uma secção nominal mínima de 1,25mm². (Ver ponto 4.6.3.2)

4.6.3 Desligar a alimentação

4.6.3.1 Equipamento de ligação permanente

Cláusula 3.4.3. Para equipamentos ligados permanentemente à alimentação c.a., um aparelho de seccionamento deve ser incorporado no equipamento, a menos que exista um aparelho de seccionamento externo, [20].

Um disjuntor para seccionamento da tensão primária do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, deve ser colocado no local de instalação. (Ver ponto 4.5.4.1)

4.6.3.2 Equipamento Monofásico

Cláusula 3.4.6. Para equipamentos monofásicos, o aparelho de seccionamento, deve desligar simultaneamente a fase condutora e o neutro da alimentação c.a., [20].

Neste contexto, se no local de instalação do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U a alimentação c.a. é monofásica é necessário interligar os bornes de entrada X1, X2 e X3 (entrada dos módulos rectificadores) e colocar a montante do equipamento um disjuntor de dois pólos, 20A, curva C.

Se por outro lado, no local de instalação a alimentação c.a. for trifásica, cada fase condutora é ligada a um módulo rectificador respectivamente, sendo necessário colocar a montante do equipamento um disjuntor tetrapolar ou proteger cada fase através de um disjuntor bipolar. A Figura 4.20 ilustra um exemplo de ligação monofásica com os bornes de entrada dos módulos rectificadores SM700 interligados.



Figura 4.20 - Ligação à alimentação c.a. monofásica - bornes X1, X2 e X3 interligados.

4.7 - REQUISITOS FÍSICOS

4.7.1 Estabilidade

Cláusula 4.1. Em condições normais de funcionamento, o equipamento não deve tornar-se fisicamente instável ao ponto de criar perigos para um utilizador.

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é mecanicamente estável, sendo concebido para ser integrado num armário, com o devido grau de protecção, onde o rack deverá ser fixo pelo frontão através de quatro parafusos. O cumprimento desta cláusula da Norma EN 60950-1 é feito através dos testes mencionados na mesma.

4.7.2 Rigidez mecânica

4.7.2.1 Aspectos Gerais

Cláusula 4.2.1. O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U possui uma adequada rigidez mecânica, possui um Grau de Protecção IP20 de acordo com a Norma EN 60950-1, e é construído de forma a não criar perigo em condições normais de funcionamento.

Os testes de força aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U são realizados no IEP⁸ conforme a Norma EN 60950-1.

4.7.3 Detalhes construtivos

4.7.3.1 Arestas e cantos

Cláusula 4.3.1. Os requisitos desta cláusula da Norma EN 60950-1 são cumpridos, uma vez que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U não possui arestas ou cantos afiados acessíveis ao operador.

4.7.3.2 Baterias

Cláusula 4.3.8. Um equipamento que contenha baterias deve ser construído de forma a reduzir o risco de incêndio, explosão ou fugas de químicos em condições normais de funcionamento e condições de defeito.

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U está concebido para ser colocado no local de instalação do cliente, adjacente a um armário de 19'' com capacidade para um banco de baterias de 4 células de 12V, Figura 4.21 e 4.22. Este conjunto de baterias possui uma capacidade que varia com os consumos e a autonomia pretendidos.

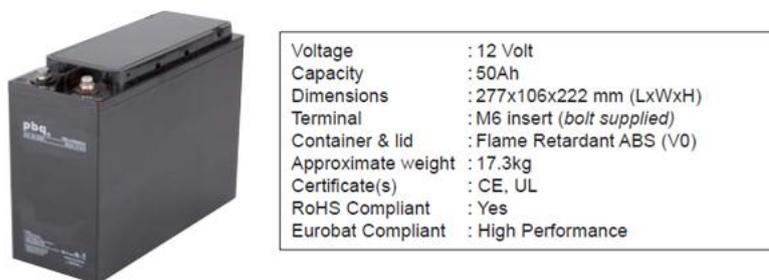


Figura 4.21 - Bateria típica de 50Ah utilizada com o equipamento em estudo.



Figura 4.22 - Armário de baterias de 19'' adjacente ao equipamento, exemplo local de instalação.

⁸ Relatório de Ensaio IEP - Resistência Mecânica, no anexo E

4.7.4 Requisitos térmicos

4.7.4.1 Requisitos gerais

Cláusula 4.5.1. O projecto do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U teve em conta a máxima temperatura de funcionamento dos módulos rectificadores SM700. Deste modo, foi previsto o espaço adequado para que os módulos funcionem à temperatura especificada, acrescentando-se ainda que estes possuem a sua própria ventilação forçada. Por outro lado, o armário onde é colocado o *rack* deve permitir a circulação de ar suficiente, para o arrefecimento do equipamento.

Verifica-se assim, que os requisitos térmicos aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U foram salvaguardados.

4.7.4.2 Temperatura limite para partes acessíveis ao utilizador

Cláusula 4.5.4. As temperaturas em partes acessíveis ao utilizador não devem exceder os valores da Tabela 4C da Norma EN 60950-1.

Onde existam temperaturas que excedam os limites impostos na Tabela 4C, uma etiqueta de aviso deve ser colocada em posição adjacente à parte ou superfície do equipamento acessível ao utilizador. O aviso deve ser como o símbolo descrito na norma IEC 60417-5041 (DB:2002-10), Figura 4.23.



Figura 4.23 - Símbolo superfície quente.

No EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U a tampa superior do chassis do equipamento possui uma etiqueta de aviso de superfície quente, através do símbolo descrito anteriormente, Figura 4.24.



Figura 4.24 - Etiqueta de aviso de superfície quente - Tampa do chassis.

4.7.5 Aberturas em invólucros

4.7.5.1 Aberturas laterais e no topo

Cláusula 4.6.1. O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U possui aberturas na parte superior e lateral do invólucro/chassis, permitindo desta forma uma boa circulação de ar para refrigeração do equipamento, Figura 4.25. Referir ainda que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U destina-se a um local apropriado com acesso restrito, e será montado num armário como referido no ponto 4.7.1.



Figura 4.25 - Tampa superior do chassis do equipamento. Chapa galvanizada de espessura de 1mm.

4.7.5.2 Materiais

4.7.5.2.1 Requisitos gerais

Cláusula 4.7.3.1. O chassis, componentes e outras partes do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U foram construídas com materiais que limitam a propagação de fogo.

4.7.5.2.2 Materiais para invólucros de fogo

Cláusula 4.7.3.2. O chassis do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é produzido em chapa galvanizada de espessura de 1mm, possuindo uma largura de 433mm um comprimento de 293mm e uma altura de 88mm, Figura 4.26.



Figura 4.26 - Chassis do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

4.7.5.2.3 Materiais para componentes e outras partes dentro de invólucros de fogo

Cláusula 4.7.3.4. Dentro de invólucros de fogo, os materiais usados nos componentes e outras partes, incluindo invólucros para protecção mecânica e eléctrica dentro do invólucro de fogo, devem cumprir com um dos seguintes pontos:

- Devem ser do tipo *V-2 Class Material* ou *HF-2 Class Foamed Material*.
- Passar no teste descrito no anexo A.2 da Norma EN 60950-1.
- Cumprir os requisitos de inflamação de uma norma EN ou IEC específica, [20].

Os materiais utilizados nos componentes dentro do chassis do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, por exemplo, contactores e disjuntores possuem Marcação CE e são da Classe V-2 .

4.8 - REQUISITOS ELÉCTRICOS E SIMULAÇÃO DE CONDIÇÕES ANORMAIS

4.8.1 Corrente de fugas e corrente no condutor de protecção

Cláusula 5.1. O equipamento deve ser desenvolvido e construído de modo a que as correntes de fugas e correntes no condutor de protecção não criem perigo de choque eléctrico. Se for evidente, a partir do estudo do diagrama de circuitos de um equipamento permanentemente ligado com terra de protecção, que a corrente de fugas ultrapassa os 3,5mA (r.m.s.), mas que a corrente no condutor de protecção não excede 5% da corrente de entrada, os testes 5.1.5, 5.1.6 e 5.1.7.1a) da Norma EN 60950-1 não são realizados, [20].

4.8.1.1 Configuração do equipamento em teste

Cláusula 5.1.2. Os sistemas de equipamentos interligados com ligação individual à alimentação c.a. devem testados separadamente. Os sistemas de equipamentos interligados com ligação comum à alimentação c.a. devem ser tratados como um único equipamento, [20].

4.8.1.2 Equipamento com corrente de fugas excedendo 3,5mA

4.8.1.2.1 Requisitos gerais

Cláusula 5.1.7.1. Normalmente o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U destina-se a sistemas TN ou TT, sendo que a corrente de fugas é imposta pelos módulos funcionais SM700 que compõem o rack.

Por esta razão, de acordo com a Norma EN 60950-1 e com o Manual Técnico do retificador SM700 onde é descrito "*This module generates high leakage current. The sub-assembly which receives the module must be equipped with a warning label, near the mains connection*", foi colocada uma etiqueta de aviso próxima dos terminais de ligação da energia primária, Figura 4.27.



Figura 4.27 - Etiqueta para equipamentos com elevadas correntes de fugas.

4.8.2 Rigidez dieléctrica

4.8.2.1 Procedimento de teste

Cláusula 5.2.2. A não ser que esteja especificado noutros pontos da Norma EN 60950-1, o isolamento é sujeito a uma tensão sinusoidal com uma frequência de 50Hz ou sujeito a um teste com tensão c.c. igual ao pico de tensão c.a. de teste. Os testes de rigidez dieléctrica para cada grau de isolamento, são especificados na Tabela 5B da Norma EN 60950-1 usando a tensão de funcionamento de pico, ou na Tabela 5C usando a gama de tensão necessária, tendo em conta os equipamentos das categorias de sobretensão I e II. Para equipamento das categorias de sobretensão III e IV, deve ser usada a Tabela 5C da Norma EN 60950-1.

A tensão aplicada durante o teste de isolamento é gradualmente elevada desde zero até à tensão prescrita e mantida durante 60 segundos. Durante este teste, não deve existir quebras de isolamento, e os componentes ou partes de equipamento não abrangidos devem ser desligados de forma a não sofrerem danos, [20].

O teste de rigidez dieléctrica dos equipamentos desenvolvidos na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A. está descrito na Tabela 4.3. Os módulos rectificadores SM700 são testados e certificados pela *Saft Power Systems*, deste modo não entram no teste de rigidez dieléctrica referido. Também a unidade de supervisão e controlo, EFAPOWER microPSM, é testada individualmente, logo este teste de rigidez dieléctrica, é realizado sem módulos funcionais inseridos no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Tabela 4.3 - Tensões dos testes de rigidez dieléctrica na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.

Entre		Tensão Aplicada	Tempo
Primário	Secundário+ Sinalização + Massa	2000V(c.a.) , 50Hz	60s
Secundário +Sinalização	Massa	710V(c.c.)	60s
Secundário	Massa	1500V(c.c.)	60s

4.8.3 Condições de operação anormal e falha

4.8.3.1 Protecção contra sobrecargas e operação anormal

Cláusula 5.3.1. O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é construído para que o risco de incêndio ou de choque eléctrico devido a sobrecarga mecânica ou eléctrica, ou devido a condições anormais de funcionamento, seja limitado o mais possível.

Depois de uma operação anormal ou de ocorrência de um defeito, o equipamento permanece seguro para o utilizador. Para tal, o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U possui disjuntores e outros aparelhos de protecção contra sobreintensidades, de forma a fornecer uma adequada protecção.

4.9 - Conclusões

Após pequenas correcções, sobretudo ao nível da marcação no que respeita a etiquetas de aviso aos utilizadores e de características, o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U revelou cumprir os requisitos essenciais relativos à segurança exigidos pela Norma EN 60950-1. É importante referir que, as etiquetas de aviso e de características foram alvo de actualização dos modelos durante o período de realização desta Dissertação na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A, uma vez que não cumpriam com os requisitos da legislação aplicável.

Com este capítulo, fica evidente que existem muitas decisões nas fases de projecto e de construção dos equipamentos, onde o conhecimento dos requisitos de segurança e a aplicação dos seus princípios pode ser um processo demorado. Contudo, um sistema ou equipamento concebido sobre estas bases leva a uma redução do tempo e do custo da certificação de segurança, salvaguardando, particularmente, a ocorrência de falhas nos testes de segurança que exigiriam um esforço de reformulação com elevados prejuízos.

No Capítulo 5 exploram-se os conceitos e os requisitos de compatibilidade electromagnética de acordo com a Directiva Comunitária 2004/108/CE que, paralelamente aos requisitos de segurança apresentados, devem ser garantidos com vista à obtenção da Marcação CE no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Capítulo 5

Compatibilidade Electromagnética

5.1 - Evolução Histórica

Historicamente, a consideração dos efeitos relacionados com a Interferência Electromagnética, em inglês EMI⁹, surgiu no início do séc.XX, quando o Italiano, Guglielmo Marconi, realizou a primeira transmissão de sinais pelo canal da mancha utilizando um conjunto de fios de cobre. Naquela época, os poucos receptores com alguma importância eram receptores de rádio, de modo que a correção de problemas de interferência electromagnética era relativamente simples. No entanto, em meados de 1930, as interferências de rádio provocadas por aparelhos eléctricos como motores e outros dispositivos eléctricos de sinais, surgiram rapidamente como um grande problema.

Durante a Segunda Guerra Mundial, com o uso crescente dos dispositivos como radares, aparelhos de navegação e rádios, os problemas de ruído aumentaram drasticamente. Estes eram, geralmente, corrigidos modificando as frequências de transmissão, ou movendo os cabos para longe das fontes de emissão de ruído.

No entanto, o aumento mais significativo de problemas de interferência electromagnética datam das invenções de alta densidade de componentes electrónicos, tais como o transistor bipolar em 1950, os circuitos integrados na década de 1960, e o chip microprocessador em 1970. Em virtude deste impetuoso desenvolvimento da electrónica, na forma digital, os problemas de Compatibilidade Electromagnética, em inglês EMC¹⁰, tornaram-se ainda mais complexos.

⁹ EMI (*Electromagnetic Interference*) acrónimo inglês normalmente utilizado para descrever Interferência Electromagnética

¹⁰ EMC (*Electromagnetic Compatibility*) acrónimo inglês normalmente utilizado para descrever Compatibilidade Electromagnética

De facto, nos finais dos anos 70, já quase todas as funções electrónicas eram implementadas digitalmente devido ao aumento das velocidades de comutação e à diminuição acentuada do tamanho dos circuitos integrados. O uso de circuitos electrónicos, que funcionam perto uns dos outros, em áreas como a comunicação, computação e automatização, tornou-se generalizado e continua nos dias de hoje. Isto leva a um aumento acentuado das fontes de ruído ricas em conteúdo espectral, e conseqüentemente ao aumento de problemas de EMI e EMC, [26].

Devido à ocorrência crescente de interferências a nível de sistemas digitais e comunicações via rádio, a FCC (*Federal Communications Commission*) publicou em 1979, normas que exigiam que radiação electromagnética de todos os dispositivos digitais estivesse abaixo de certos limites. A intenção era tentar limitar a poluição electromagnética do ambiente, a fim de prevenir ou, pelo menos, reduzir o número de casos de EMI. Deste modo, e porque nenhum dispositivo digital poderia ser vendido nos Estados Unidos, a menos que as emissões electromagnéticas cumprissem com os limites impostos pela FCC, o tema da compatibilidade electromagnética começou a gerar grande interesse entre os fabricantes de produtos electrónicos. Contudo, muito antes da FCC emitir o primeiro regulamento em 1979, alguns países da Europa já impunham requisitos semelhantes para dispositivos digitais.

Na verdade, em 1933, uma reunião da IEC, em Paris, culminou com a formação do *Comité International Spécial des Perturbation Radioélectriques* (CISPR), responsável para lidar com o problema emergente da EMI. A comissão elaborou então, um documento detalhando uma série de equipamentos de medição para determinação das emissões potenciais de EMI. Novas reuniões após a Segunda Guerra Mundial sucederam-se, conduzindo à publicação de várias técnicas de medição, bem como, limites recomendados para a emissão e imunidade electromagnética dos equipamentos, [26].

Verifica-se assim que o cumprimento dos requisitos de EMC são um aspecto crítico para a comercialização de produtos electrónicos onde, em alguns casos, quando um equipamento não se encontra de acordo com as normas adoptadas por um país, existe grande probabilidade de não poder ser vendido nesse mercado. Isto significa que um equipamento não deve ser afectado por fenómenos electromagnéticos oriundos de fontes externas, assim como não deve gerar ruído electromagnético susceptível de poluir o ambiente.

Desta forma, atingiu-se actualmente uma considerável evolução no que se refere ao controlo da EMI, resultado de décadas de investigação e de um conjunto de esforços empreendidos mutuamente por fabricantes, consumidores, organismos de normalização e de fiscalização, universidades, institutos, laboratórios, etc, em busca do controlo dos níveis de radiação electromagnética toleráveis aos equipamentos e ao Homem.

5.2 - Interferência Electromagnética

A Directiva 2004/108/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à Compatibilidade Electromagnética, define Perturbação Electromagnética como sendo *“qualquer fenómeno electromagnético que possa degradar o desempenho do equipamento. Uma perturbação electromagnética pode ser um ruído electromagnético, um sinal indesejável ou uma alteração no próprio meio de propagação.”* Por outro lado, a Interferência Electromagnética é definida como a degradação do desempenho de um equipamento, canal de transmissão ou sistema, causada por uma perturbação electromagnética. Assim, os termos “Perturbação Electromagnética” e “Interferência Electromagnética” designam respectivamente, causa e efeito.

A EMI pode ser de origem natural ou artificial. Por exemplo, o campo magnético terrestre é de origem natural e causa interferência em sistemas eléctricos de potência devido à sua força, assim como as descargas atmosféricas, os ventos e a radiação cósmica, são outros exemplos de causas naturais criadoras de EMI. Para EMI de origem artificial, são exemplos, o fecho e abertura de relés, o arranque de motores eléctricos CC e os balastros de lâmpadas fluorescentes, que geram ondas electromagnéticas ricas em conteúdo espectral. Também existem fontes de emissões electromagnéticas tais como as linhas de transporte e distribuição de alta tensão, que geram emissões na frequência de 50Hz, [27]. Outra fonte de emissão electromagnética cada vez mais significativa e, onde o equipamento alvo deste estudo se insere, está associada aos conversores estáticos de energia. Estes convertem a forma de energia eléctrica fornecida pela rede de energia eléctrica, para a forma de energia requerida por uma carga.

As perturbações electromagnéticas possuem seu espaço no espectro electromagnético de frequências. Neste trabalho, a EMI é estudada e normalizada na faixa de frequências que se estende de 5kHz a 2,7GHz aproximadamente. Desta forma, os equipamentos e/ou sistemas cujo funcionamento é susceptível de ser alterado por perturbações electromagnéticas necessitam de uma protecção eficaz.

A interferência electromagnética pode-se propagar de duas formas: emissões conduzidas, através dos condutores, e emissões radiadas, através do ar.

5.2.1 - Interferência Electromagnética Conduzida

A condução é o mecanismo pelo qual as interferências electromagnéticas são levadas para dentro e para fora de um sistema via condutores metálicos ou elementos parasitas. Até há pouco tempo, a maior preocupação no que se referia a interferência por condução, era o ruído injectado na rede de energia eléctrica, isto porque a rede actua como meio de propagação deste ruído.

Porém, conversores estáticos como os que estão presentes no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, injectam ruído na carga que alimentam e servem de meio de propagação entre a rede eléctrica e a carga. Estas observações aliadas ao crescente uso de conversores estáticos de energia, têm levado à intensificação de estudos destes equipamentos, como geradores, receptores e meios de transmissão de interferência electromagnética. A Figura 5.1 mostra um esquema de como ocorre a interferência electromagnética por condução.

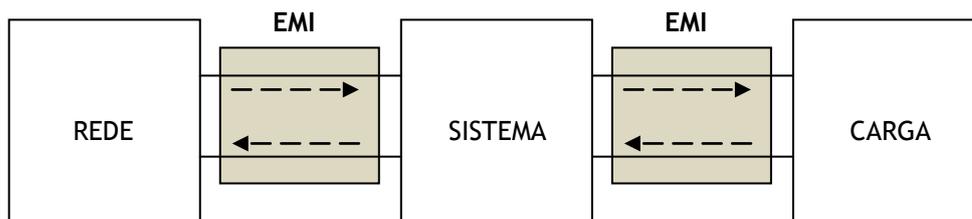


Figura 5.1 - Interferência electromagnética por condução.

A EMI conduzida pode propagar-se por caminhos “intencionais” como alguns componentes, e/ou por caminhos “não intencionais” como acoplamentos capacitivos e indutivos. Os ruídos conduzidos são o maior problema de compatibilidade electromagnética dos conversores estáticos, uma vez que todos estes rectificam a tensão da rede de energia eléctrica através de uma ponte de díodos. Esta é uma fonte de interferência, porque no processo de rectificação introduzem-se componentes harmónicos de corrente na rede, [29].

Assim, existem basicamente dois tipos de perturbações electromagnéticas conduzidas, que devem ser consideradas nos terminais de alimentação de uma fonte de alimentação comutada. Tais perturbações propagam-se através de Correntes de Modo Comum e Correntes de Modo Diferencial, [27]. No caso do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, por exemplo, quando um filtro é colocado no equipamento para reduzir as emissões conduzidas geradas por este, tal filtro deve ter partes específicas para reduzir as Correntes de Modo Comum e partes específicas para reduzir as Correntes de Modo Diferencial. Na Figura 5.2 encontra-se um exemplo da topologia de um filtro ligado entre a rede eléctrica e uma fonte de alimentação comutada, incluindo valores típicos dos componentes.

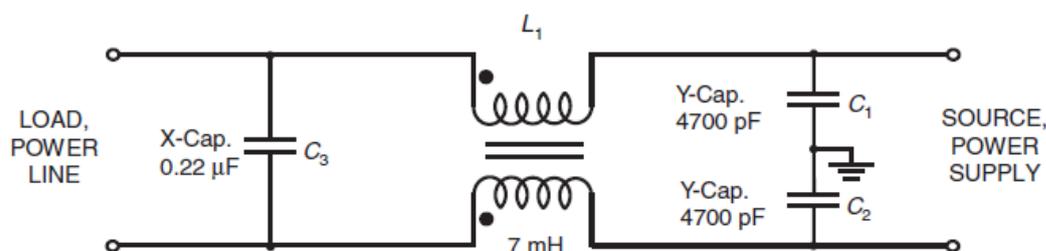


Figura 5.2 - Topologia de um filtro genérico de linha para atenuação de emissões conduzidas, [36].

- **Correntes de Modo Diferencial:** O ruído de modo diferencial é o tipo de ruído mais simples. Este ocorre entre os terminais de alimentação (fase e neutro) como mostra a Figura 5.3. O ruído de modo diferencial, também denominado de modo normal ou modo longitudinal, é caracterizado por correntes que circulam pelos condutores de fase e neutro com uma diferença de fase de 180° .
- **Correntes de Modo Comum:** O ruído de modo comum é caracterizado por correntes que circulam pelos condutores de fase e neutro com uma diferença de fase de 0° , ou seja, as correntes estão em fase. Este modo de propagação está ilustrado nas Figuras 5.4 e 5.5.

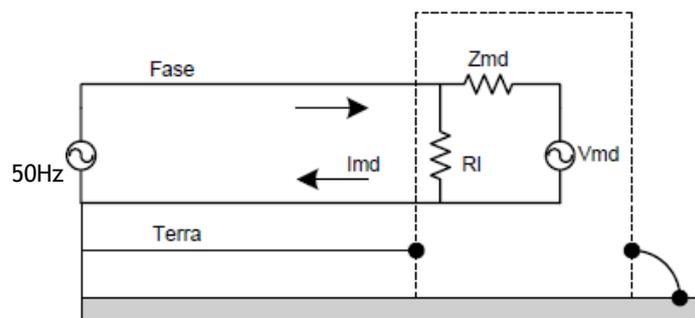


Figura 5.3 - Fonte de ruído Modo Diferencial.

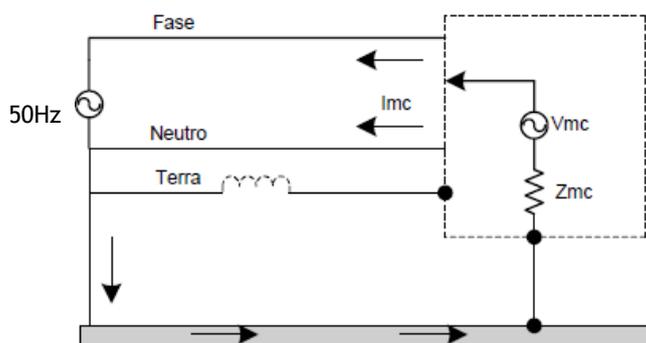


Figura 5.4 - Fonte de ruído Modo Comum I.

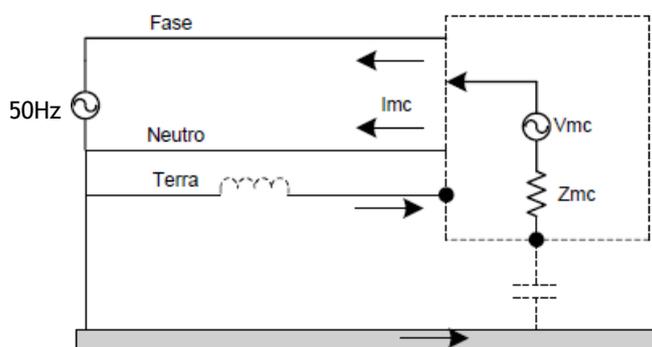


Figura 5.5 - Fonte de ruído Modo Comum II.

Existem duas subcategorias de ruído de modo comum, denominadas de modo I e modo II. No modo I, a fonte de ruído de modo comum é referenciada à carcaça do equipamento que está aterrada. A impedância do plano de terra é muito menor do que a impedância referente à indutância do condutor de terra e, conseqüentemente, o caminho da corrente de retorno é através do plano de terra. Na grande maioria dos casos, o ruído de modo comum I é causa de problemas de emissão radiada, devido à grande malha criada pelo caminho da corrente, tornando-a uma fonte eficiente para emissões radiadas, Figura 5.4. Por outro lado, ao contrário do caso anterior, as correntes de modo diferencial criam uma malha de área pequena, Figura 5.3.

O ruído de modo comum tipo II ocorre tipicamente quando a carcaça do equipamento, está isolada do plano de terra. Quando isto acontece, uma capacitância parasita (na ordem das dezenas de pF) surge em série com o caminho de retorno da corrente através do plano de terra, Figura 5.5. Esta capacitância cria uma alta impedância, fazendo com que a impedância do condutor de terra seja a menor neste caso, sendo através deste condutor que grande parte da corrente de retorno circula. Desta forma, verifica-se que a área de malha pela qual o ruído de modo comum tipo II circula é muito menor do que a área referente ao ruído de modo comum tipo I, provocando menos problemas de emissões radiadas, [27].

5.2.2 - Interferência Electromagnética Radiada

A radiação é um mecanismo pelo qual o ruído electromagnético é levado para dentro ou para fora de um equipamento ou sistema por meios não metálicos como, por exemplo, o ar.

Estes ruídos aparecem normalmente devido a correntes que circulam por cabos, terminais de semicondutores e em caminhos fechados (*loop*), gerando campos electromagnéticos cuja intensidade depende de factores como a amplitude e frequência da corrente, comprimentos dos cabos, área do caminho fechado, etc, [28]. Os sistemas de transporte e distribuição de energia são um exemplo disto, podendo ser considerados como uma grande “antena” através da qual os ruídos conduzidos podem irradiar. De facto, as emissões por condução podem criar emissões radiadas, que por sua vez causam interferência electromagnética.

A previsão e redução das interferências electromagnéticas radiadas é um trabalho árduo, pois o seu estudo exige o conhecimento do comportamento electromagnético dos materiais que compõem e cercam um equipamento ou sistema. A Figura 5.6 exemplifica as interferências provocadas por radiação entre dois sistemas distintos e entre sub-equipamentos de um sistema.

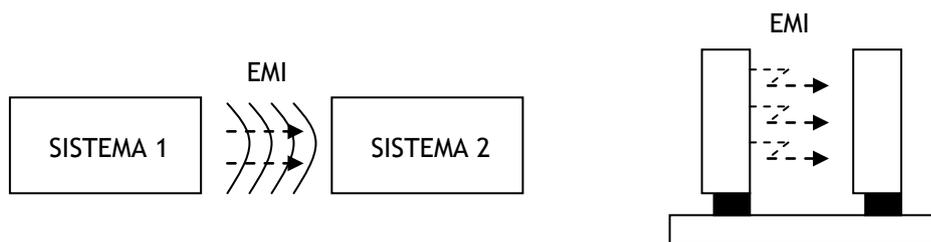


Figura 5.6 - Interferência electromagnética radiada: entre sistemas e entre subequipamentos de um sistema.

Nestas secções fez-se uma introdução aos problemas de EMI, relacionando-os com equipamento objecto deste estudo. De seguida, analisa-se a solução para estes fenómenos - a compatibilidade electromagnética dos equipamentos.

5.3 - Compatibilidade Electromagnética

A Directiva 2004/108/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes à Compatibilidade Electromagnética, define este conceito como “a capacidade de um equipamento para funcionar satisfatoriamente no seu ambiente electromagnético sem introduzir perturbações electromagnéticas intoleráveis a outro equipamento nesse ambiente”. Um equipamento é electromagneticamente compatível com o seu ambiente quando satisfaz os seguintes critérios:

- Não causa interferência electromagnética noutros equipamentos, ou seja, o seu funcionamento não provoca mal funcionamento de equipamentos próximos ou não.
- É imune à interferência electromagnética gerada por outros equipamentos, ou seja, o seu funcionamento não é prejudicado devido ao ruído gerado por outros equipamentos.
- Não causa interferência electromagnética nele próprio, ou seja, os ruídos produzidos pelo equipamento não afectam o seu próprio funcionamento.

Para garantir o bom funcionamento de um equipamento ou grupo de equipamentos que constituem um sistema, é necessário que isoladamente ou em grupo, sejam cumpridos os requisitos de compatibilidade electromagnética aplicáveis. Deste modo, deve-se tentar reduzir até níveis aceitáveis a interferência electromagnética, criada e absorvida pelo equipamento ou sistema.

Assim, os conceitos de compatibilidade electromagnética surgem como uma solução para o problema da EMI, relacionando-se directamente com a criação, transmissão e recepção de energia electromagnética. Isto é ilustrado na Figura 5.7, onde uma fonte (emissor) produz uma emissão electromagnética, e um caminho de propagação transfere a energia da emissão

para um receptor, onde esta é processada resultando num comportamento desejado ou indesejado.

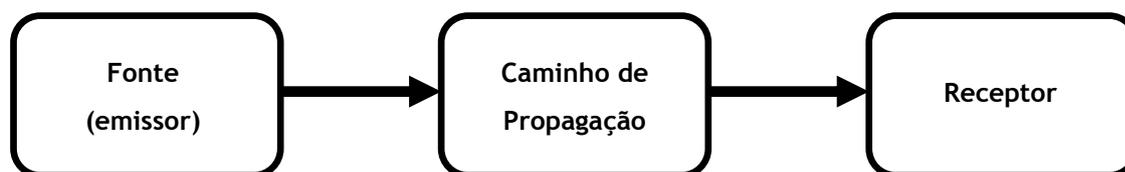


Figura 5.7 - Decomposição básica de um problema de EMC.

A transferência de energia electromagnética dá-se frequentemente através de modos de acoplamento não intencionais. No entanto, a transferência não intencional de energia electromagnética apenas causa interferência electromagnética, se for de magnitude e/ou de conteúdo espectral suficiente, de modo a provocar um desempenho indesejado do receptor. A transmissão ou recepção não intencional não é necessariamente prejudicial, o comportamento indesejado do receptor é que constitui a interferência propriamente dita.

Desta forma, o processamento da energia electromagnética recebida pelo receptor é fulcral para a ocorrência ou não de interferências electromagnéticas no equipamento. Geralmente, é difícil determinar à priori, se um sinal que incide sobre um receptor vai causar interferência electromagnética neste, [27].

É importante perceber que uma fonte ou receptor podem ser classificados como intencional ou não intencional, podendo, em alguns casos, comportarem-se de ambos os modos. Isto depende do caminho de acoplamento, bem como do tipo de fonte ou receptor. Por exemplo, uma estação de rádio AM, cuja transmissão é captada por um receptor de rádio que está sintonizado para aquela frequência da onda portadora constitui um emissor intencional. Por outro lado, se a mesma frequência de rádio AM for processada por um outro receptor de rádio, que não está sintonizado para a frequência da portadora do transmissor, considera-se a emissão não intencional (na verdade, esta emissão continua a ser intencional, mas o caminho de acoplamento não). Também existem outras fontes cujas emissões não possuem nenhum propósito útil. Um exemplo disto, é a emissão electromagnética invisível de uma lâmpada fluorescente, [26].

Assim, existem basicamente três modos de prevenir interferências electromagnéticas nos equipamentos:

1. Suprir a emissão electromagnética na fonte.
2. Fazer com que o caminho de acoplamento seja tão ineficiente quanto possível.
3. Aumentar a imunidade do receptor a emissões perturbadoras.

Deste modo, para que um equipamento ou sistema, cumpra com os requisitos essenciais de EMC, dois aspectos devem ser considerados: níveis de emissões electromagnéticas e níveis de imunidade electromagnética.

Considerando sempre que o ruído electromagnético se propaga por condução ou por radiação, como visto anteriormente, nas Figuras 5.8, 5.9, 5.10 e 5.11 ilustram-se exemplos de emissão e imunidade electromagnética por radiação e condução, aplicados ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19" 2U.

Radiação

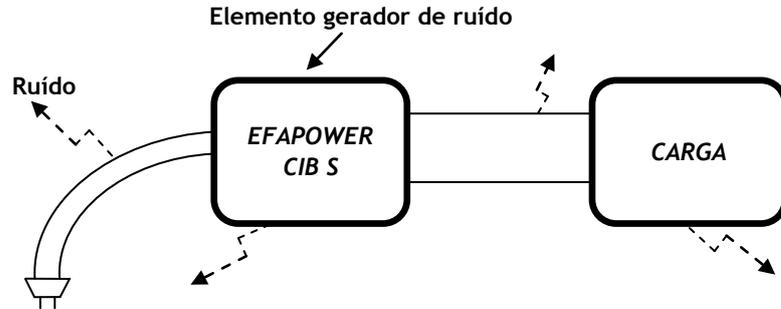


Figura 5.8 - Exemplo ilustrativo de emissões electromagnéticas radiadas.

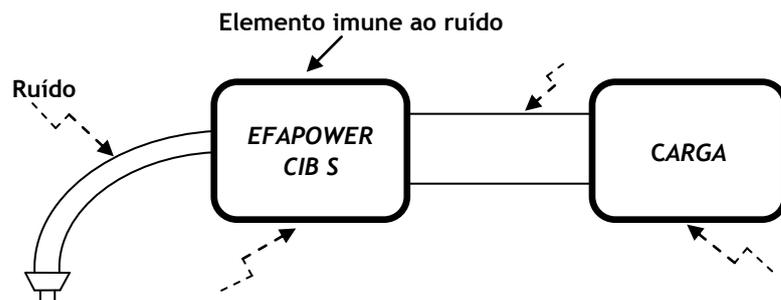


Figura 5.9 - Exemplo ilustrativo de imunidade electromagnética a emissões radiadas.

Condução

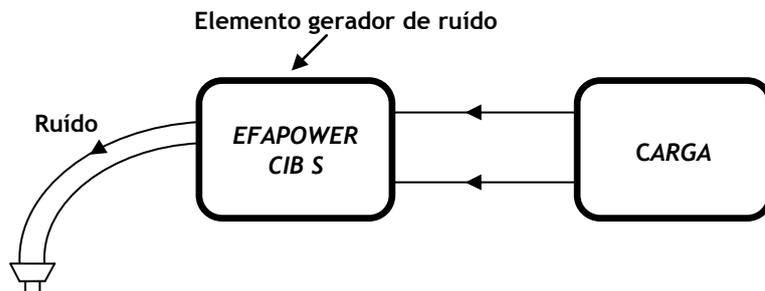


Figura 5.10 - Exemplo ilustrativo de emissões electromagnéticas conduzidas.

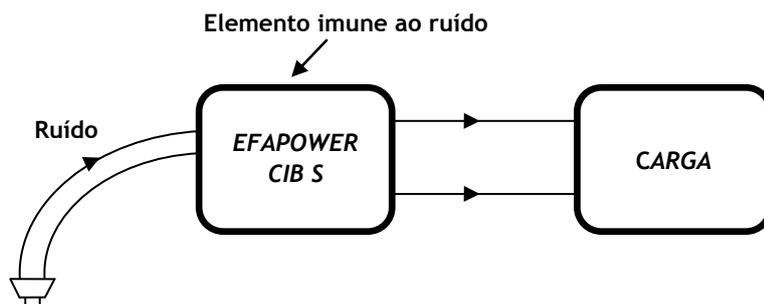


Figura 5.11 - Exemplo ilustrativo de imunidade electromagnética a emissões conduzidas.

Neste trabalho, as perturbações electromagnéticas contra as quais se exige um nível de protecção adequado, de forma a serem cumpridos os requisitos de EMC aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, são ilustradas na Figura 5.12:

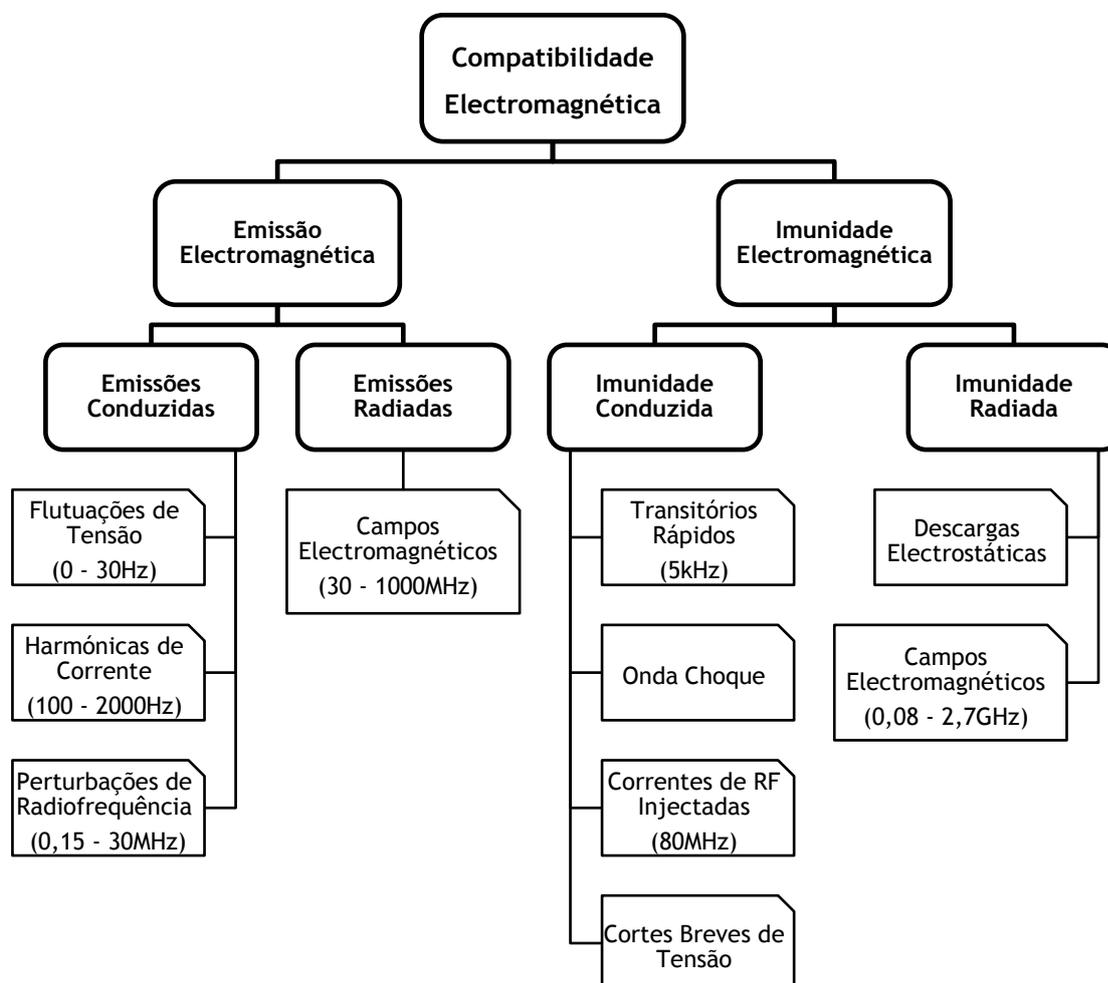


Figura 5.12 - Requisitos de Compatibilidade Electromagnética aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

5.4 - Conclusões

Neste capítulo foram analisados os conceitos de Compatibilidade Electromagnética e de Interferência Electromagnética segundo a forma de perturbações conduzidas e radiadas. Referiram-se também, os fenómenos de emissão e imunidade electromagnética para os quais o equipamento alvo deste estudo deverá possuir um nível de protecção adequado, de modo a cumprir as exigências da Directiva Comunitária 2004/108/CE.

No Capítulo 6 apresentam-se os Ensaios de Compatibilidade Electromagnética realizados no Instituto Electrotécnico Português ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U.

Capítulo 6

Ensaaios de Compatibilidade Electromagnética

Neste capítulo são descritos todos os Ensaaios de Compatibilidade Electromagnética realizados no Instituto Electrotécnico Português¹¹, para Avaliação da Conformidade do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U de acordo com a Directiva Comunitária 2004/108/CE.

Esta foi a entidade externa escolhida para a realização destes ensaios, uma vez que, como referido no capítulo 4, para além da acreditação a nível nacional, os Laboratórios do IEP estão nomeados como Organismo Notificado para as Directivas Comunitárias de Baixa Tensão e de Compatibilidade Electromagnética.

Os Ensaaios de Compatibilidade Electromagnética efectuados, estão divididos em dois grupos:

- Ensaaios de Emissão Electromagnética
- Ensaaios de Imunidade Electromagnética

Para cada tipo de ensaio ou requisitos que têm de ser testados, existem normas que estabelecem limites, tolerâncias, procedimentos específicos para montagens de teste possíveis e medição das grandezas.

Os Ensaaios de Emissão Electromagnética têm como objectivo verificar os níveis de campo electromagnético conduzido e radiado pelo EUT - *Equipment Under Test*, e compará-los com os limites estabelecidos pelas normas vigentes.

Por outro lado, os Ensaaios de Imunidade Electromagnética têm como finalidade verificar o adequado funcionamento do equipamento quando exposto aos níveis de campo electromagnético estabelecidos nas normas aplicáveis.

¹¹ Relatório de Ensaio IEP - Compatibilidade Electromagnética, no anexo F

Como referido no capítulo 2, para avaliação dos requisitos de compatibilidade electromagnética aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U foi escolhida como principal referência a Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (2008), sendo que os métodos de teste de imunidade e emissão electromagnética do equipamento, são estabelecidos com base em outras Normas Europeias Harmonizadas, caso das Normas da série EN 61000 e da Norma CISPR 22.

A amostra do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U enviada ao IEP, foi instalada como em utilização normal, sendo alimentada por uma tensão nominal de 230V(c.a.) à frequência de 50Hz, excepto nos casos em que a especificação de ensaio refere outras condições. Por outro lado, durante a realização dos ensaios a amostra foi associada ao seguinte equipamento auxiliar:

- Saída c.c. ligada a uma carga resistiva (lâmpadas)
- Saída de relés (ensaiada apenas 1 saída, relé de alarme urgente) ligada a uma lâmpada de 230V alimentada através da entrada de alimentação c.a.

Para os Critérios de Aceitação durante os Ensaios de Imunidade Electromagnética realizados, são aplicáveis os critérios descritos na Norma ETSI EN 300386 V1.4.1:

Critério A: Durante o ensaio o aparelho deve continuar a funcionar como pretendido, não sendo permitida qualquer degradação perceptível do seu desempenho ou perda de funções para além de um limite que o utilizador possa esperar.

Critério B: Após o ensaio o aparelho deve continuar a funcionar como pretendido, não sendo permitida qualquer degradação perceptível do seu desempenho ou perda de funções para além de um limite que o utilizador possa esperar.

Durante o ensaio é permitida degradação do seu desempenho, desde que o estado, a configuração e os dados registados não sejam alterados.

Critério C: É permitida perda de funções temporariamente, desde que auto-recuperáveis ou desde que possam ser restabelecidas pelo operação de controlos ou outra operação especificada nas instruções de uso.

A monitorização, durante os Ensaios de Imunidade Electromagnética, do comportamento da amostra e do seu estado de funcionamento foi efectuado da seguinte forma:

- Valores de corrente e tensão no display do EFAPOWER microPSM e registos de alarme.
- Estado de uma lâmpada ligada à saída de relés.
- Estado dos led's de sinalização de alarme.

6.1 - Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos

O ruído conduzido e radiado resultam de fenómenos físicos correlacionados, existindo em simultâneo. De facto, para frequências superiores a 30MHz, verifica-se que a propagação de perturbações através de meios metálicos (cabos eléctricos) é difícil, pelo que a partir destes valores geralmente são apenas avaliadas as perturbações radiadas, [30].

A medição das ondas electromagnéticas radiadas por um equipamento deveria ser feita, em teoria, num local em campo aberto e livre de ruídos ambientais, denominado *Open Area Test Site* (OATS), onde se presume que as únicas reflexões de onda possíveis são as provenientes do solo. Devido à enorme dificuldade de se encontrar um local com estas características, opta-se pela utilização de câmaras semi-anecóicas.

O propósito da câmara semi-anecóica é simular um campo aberto ideal, ou seja, um lugar onde as ondas se propagam com reflexão apenas do solo e sem a existência de ruído ou sinal electromagnético externo. As espumas, no seu interior, têm como função evitar a reflexão de sinais electromagnéticos, aparentando um campo aberto ideal onde as ondas se propagam para o infinito. Estas estruturas são complexas e caras e, assim, o custo associado à verificação de conformidade é elevado, [31]. Obviamente, no ambiente de teste não existem objectos que propiciem a reflexão.

A norma de referência para o Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos, é a Norma Europeia Harmonizada CISPR 22, e determina duas classes de produtos conforme a utilização a qual se destina:

Classe A - Equipamentos comerciais e industriais

Classe B - Equipamentos de uso doméstico ou genérico

A Tabela 6.1 mostra os limites estabelecidos pela CISPR 22 para o Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos para os equipamentos de Classe A e de Classe B.

Tabela 6.1 - Limites Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos. Norma CISPR 22 equipamentos da Classe A e B (Distância = 10 m), [38].

Frequency Range MHz	Class A	Class B
	Limits <i>Quasi-Peak</i> dB μ V/m	Limits <i>Quasi-Peak</i> dB μ V/m
30 - 230	40	30
230 - 1000	47	37

Procedimento de Ensaio

O ensaio deve ser sempre realizado com o EUT a funcionar na sua configuração normal. Cada uma das suas interfaces deve ser ligada a um periférico, cabo ou carga típica. Assim, garante-se que todas as funções internas e externas do equipamento são experimentadas durante o ensaio. A Figura 6.1 mostra uma configuração possível para o Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos.

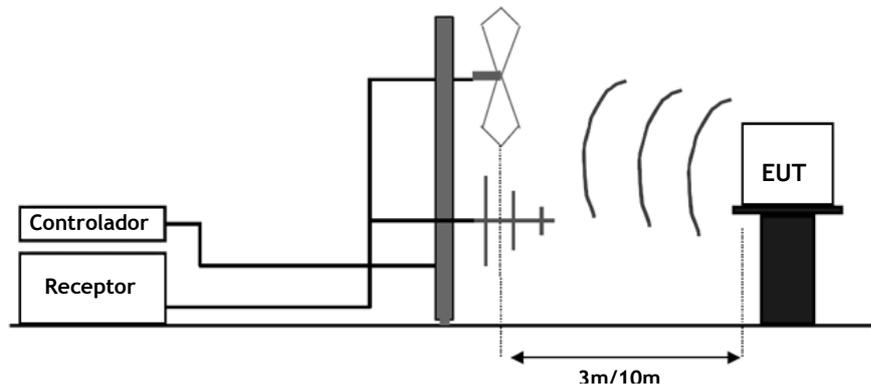


Figura 6.1 - Diagrama de montagem para o Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos, [32].

O EUT deve ser colocado na câmara semi-aneecóica disposto sobre uma mesa giratória, afastado 3 ou 10m da antena receptora, conforme a capacidade do ambiente, de modo a simular uma condição normal de funcionamento, de acordo com as recomendações da norma de referência CISPR 22. O objectivo é obter os valores de máxima radiação proveniente do EUT e comparar esses valores, no modo de detecção *Quasi-peak*, com os limites estabelecidos na CISPR 22.

Para se obter os maiores níveis de emissão, é realizada uma prospecção espacial da radiação emitida pelo EUT, que é captada pelas antenas utilizadas no ensaio: biconica (30 a 200MHz), logperiódica (200 a 1000MHz) e *horn* (acima de 1000MHz). A configuração da montagem deve permitir que o EUT seja girado de 0° a 360°, e a altura da antena variada de 1 a 4m, [31]. Assim, o campo eléctrico gerado pelo EUT pode ser medido em diferentes condições, de forma a se identificar pontos que ultrapassam os limites estabelecidos.

A Norma CISPR 22 estabelece que os locais de ensaio devem ser validados para a polarização vertical e horizontal, para todas as frequências em que são realizadas medições.

O resultado da medição é calculado automaticamente por um microcomputador que processa os dados oriundos de um Receptor de EMI, sendo realizada uma compensação nas leituras devido às perdas nos cabos e aos factores de antena, [31]. A Figura 6.2 mostra a montagem para este Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos, realizado na câmara semi-aneecóica do IEP, ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U. Os resultados da amostra enviada ao IEP estão presentes nas Figuras 6.3 e 6.4.



Figura 6.2 - Câmara semi-anecoica IEP, Ensaio de Emissão Radiada - Campos Electromagnéticos.
EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Cabo 2m+10m IEP0600179
- Câmara semi-anecoica LEL 1207 + antena LEL1209
- Receptor AFJ ER55CE LEL 1259

Resultados - IEP:

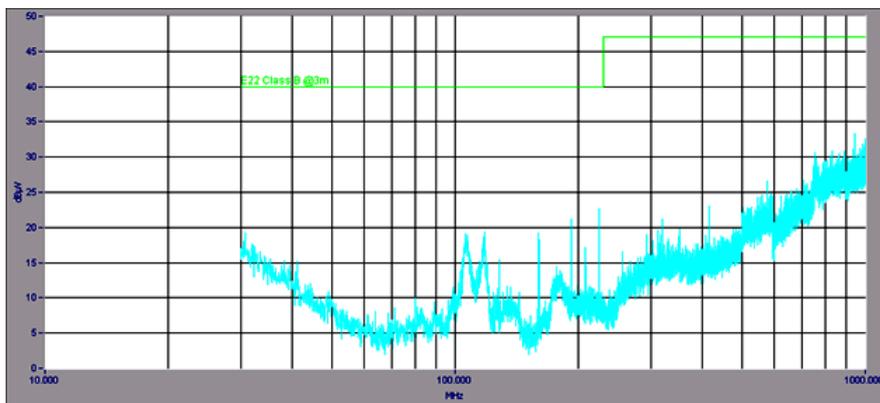


Figura 6.3 - Polarização Horizontal: a verde limite da Norma CISPR 22 e, a azul resultado da amostra.

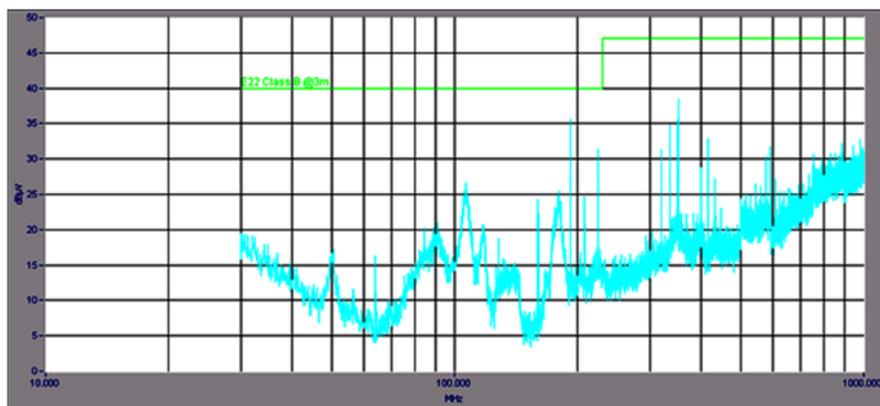


Figura 6.4 - Polarização Vertical: a verde limite da Norma CISPR 22 e, a azul resultado da amostra.

O EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, cumpriu com o limite da especificação por uma margem de 5dB, para a Classe B.

6.2 - Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão

É fisicamente impossível assegurar e manter a qualidade perfeita da tensão, atendendo a que nem os equipamentos de produção o conseguem completamente, nem os aparelhos de utilização absorvem sinusóides perfeitas de corrente. Por outro lado, a existência de fenómenos transitórios subsequentes a curto-circuitos na rede de energia eléctrica, assim como ligações e cortes nos circuitos, induzem perturbações nas tensões.

As flutuações de tensão consistem em quedas de tensão rápidas provocadas por cargas variáveis que funcionam de forma, mais ou menos, regular e que desta forma provocam perturbações em vários receptores do sistema de energia, nomeadamente, desconforto na utilização de iluminação artificial. Estas perturbações, têm frequentemente origem em equipamentos de conversão energética, existentes em unidades industriais que são responsáveis pela poluição da rede interna local, bem como da rede de distribuição pública, afectando assim outros consumidores. Exemplos desses equipamentos são os fornos de arco, aparelhos de soldadura, motores monofásicos, conversores estáticos tiristorizados, etc, [33].

As flutuações de tensão podem conduzir:

- A variação da tensão fora da faixa de tolerância aceitável.
- Ao efeito de *flicker*.

A norma de referência para o Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão, é a Norma EN 61000-3-3, e estabelece algumas definições importantes que possibilitam o tratamento e análise deste problema. De entre essas, destacam-se:

- **Forma do Valor eficaz (r.m.s.) da Tensão, $U(t)$** - função temporal do valor r.m.s. da tensão, avaliada como um único valor, para cada sucessivo meio período entre os cruzamentos com zero da sinusóide da tensão, (Figura 6.5).
- **Característica de Variação da Tensão, $\Delta U(t)$** - função temporal da variação do valor r.m.s. da tensão $U(t)$, entre intervalos de tempo onde a tensão está em regime permanente pelo menos durante 1s.
- **Máxima Variação de Tensão, $\Delta U_{m\acute{a}x}$** - diferença entre os valores r.m.s. máximo e mínimo da Característica de Variação da Tensão.
- **Variação da Tensão em Regime Permanente, ΔU_c** - diferença entre duas tensões adjacentes de regime permanente separadas, pelo menos, por uma Característica de Variação de Tensão.
- **Valores relativos** - Os valores relativos $d(t)$, $d_{m\acute{a}x}$ e d_c obtêm-se dividindo os valores absolutos $\Delta U(t)$, ΔU_{Max} , ΔU_c respectivamente pela tensão nominal, U_n . (Figura 6.6)

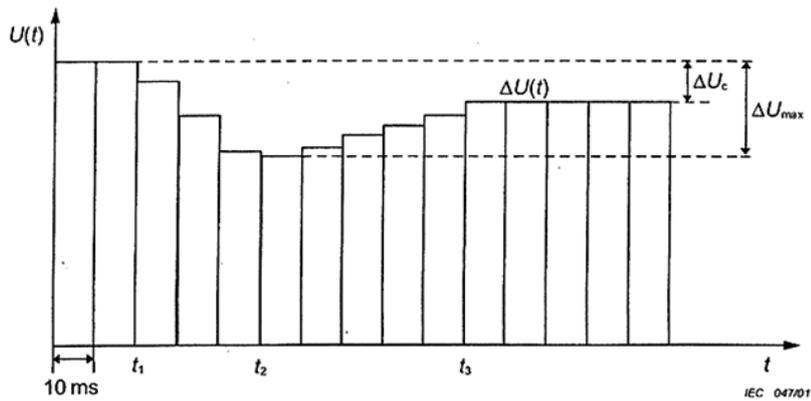


Figura 6.5 - Histograma de avaliação de $U(t)$, [34].

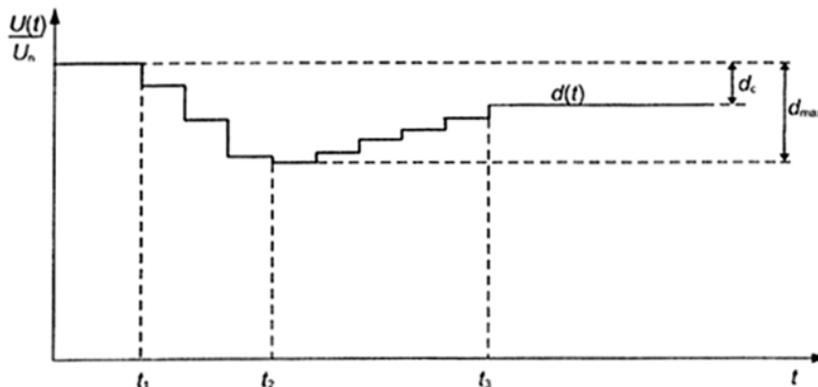


Figura 6.6 - Valores relativos de $U(t)$, [34].

São também definidos dois índices para medição do efeito de *flicker*. O efeito de *flicker* é uma impressão mais ou menos subjectiva da flutuação da luminância de fontes luminosas.

- **Flicker de curta duração, P_{st}** - índice que permite avaliar a severidade do fenómeno de *flicker* durante curtos períodos de tempo (intervalo base 10 minutos), considera-se que o limite de irritabilidade corresponde a $P_{st} = 1$.
- **Flicker de longa duração P_{lt}** - índice que permite avaliar a severidade do fenómeno de *flicker* durante longos períodos de tempo (intervalo de observação 2 horas), tendo em conta os sucessivos valores dos índices P_{st} nesse mesmo período.

Os seguintes limites aplicam-se, conforme definido na Norma EN 61000-3-3:

- O valor de P_{st} não deve ser maior que 1. O valor de P_{lt} não deve ser maior que 0,65.
- O valor de $d(t)$ durante a variação de tensão não deve exceder 3,3% por mais de 500ms. O valor de d_c não deve exceder 3,3%.
- A variação máxima de tensão relativa d_{max} não deve exceder: 4% sem condições adicionais; 6% para equipamentos comutados manualmente ou automaticamente com uma frequência maior a duas vezes por dia; 7% para equipamentos que operam somente enquanto requisitado, por exemplo: secador de cabelo, misturadores de cozinha, cortadores de relva, ferramentas eléctricas portáteis, etc, [34].

Procedimento de Ensaio

O circuito de teste tipicamente utilizado para a realização deste Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão é ilustrado na Figura 6.7, e é representado pelos seguintes elementos: fonte de tensão de teste, impedância de referência, EUT e se necessário um medidor de *flicker*.

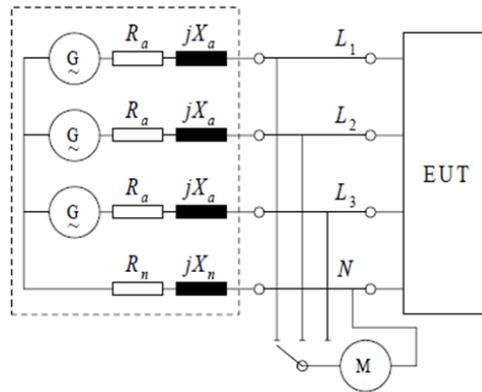


Figura 6.7 - Circuito de teste para fontes de alimentação monofásicas e trifásicas, alimentadas pela rede trifásica. Norma EN 61000-3-3, [34].

A impedância de referência da Figura 6.7, é de $0,24 + j0,15\Omega$ para as 3 fases e de $0,16 + j0,10\Omega$ para o condutor de neutro, [34]. É importante referir que a montagem para a realização deste ensaio é em tudo semelhante ao Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente, analisado na secção que se segue. A Tabela 6.2 mostra os resultados obtidos para este ensaio realizado no IEP.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Sistema Proflin SCHAFFNER 2100 LEL 1216
- Fonte monofásica SCHAFFNER NSG1007 LEL 1214
- Impedância de referencia SCHAFFNER CCN1000 LEL 1215

Resultados - IEP:

Tabela 6.2 - Resultados da amostra Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão¹².

Flutuações de Tensão			
Parâmetro	Limite máximo	Valores obtidos	Resultado
d_{max}	4%	1,7%	OK
d_t	3,3% - 500ms	1,2%	OK
d_c	3,3%	0,12%	OK

¹² Apenas se mostram os limites que são aplicáveis. Tabela completa no Relatório de Ensaio IEP - Compatibilidade Electromagnética, anexo F.

6.3 - Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente

As correntes harmónicas são geradas pelas cargas não lineares conectadas à rede de energia eléctrica. A circulação destas correntes harmónicas gera tensões harmónicas através das impedâncias da rede, provocando uma deformação da tensão de alimentação, deteriorando a qualidade da energia e dando origem, por vezes, a numerosos prejuízos. A Norma EN 61000-3-2 é a norma de referência para limitações das harmónicas de corrente injectadas na rede pública de distribuição de energia eléctrica.

Os limites de harmónicos da corrente de entrada para equipamentos da Classe A, que inclui a maioria dos produtos, com excepção de ferramentas portáteis (Classe B), equipamentos de iluminação (Classe C) e computadores pessoais e televisores (Classe D), estão listados na Tabela 6.3 para harmónicos pares e ímpares, até ao harmónico 15.

Dentro da Classe A, para harmónicos ímpares acima do 15, o requisito a cumprir é que a corrente não exceda $0,15 \times (15/n)$ (A), onde n é o número harmónico. Para harmónicos pares maiores do que o 8, o limite actual é $0,23 \times (8/n)$ (A), [35]. Estes limites são aplicáveis até o harmónico 40.

Tabela 6.3 - Limites Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente para equipamentos da Classe A, [35].

Harmonic order (n)	Maximum permissible harmonic current (A)	Harmonic order (n)	Maximum permissible harmonic current (A)
3	2,30	2	1,08
5	1,14	4	0,43
7	0,77	6	0,30
9	0,40	8	0,23
11	0,33	$8 \leq n \leq 40$	$0,23 \times (8/n)$
13	0,21		
15	0,15		
$15 \leq n \leq 39$	$0,15 \times (15/n)$		

Procedimento de Ensaio

As correntes harmónicas são medidas de acordo com o seguinte diagrama de blocos ilustrativo de montagem para este ensaio, Figura 6.8:



Figura 6.8 - Diagrama de blocos de montagem para Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente.

A corrente harmónica de um equipamento pode ser facilmente medida usando um medidor de energia pequeno ou um analisador harmónico. O analisador harmónico fornece a medida das harmónicas, até à 40ª ordem. O tempo de observação depende do tipo de operação da amostra, e é determinado pela Norma EN 61000-3-2. A Figura 6.9 mostra a montagem para o Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente, realizado no IEP. Esta montagem, como foi referido na secção anterior, é também utilizada para o Ensaio de Emissão Conduzida - Flutuações de Tensão.



Figura 6.9 - Montagem IEP para o Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de Corrente. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Sistema Proflin SCHAFFNER 2100 LEL 1216
- Fonte monofásica SCHAFFNER NSG1007 LEL 1214
- Impedância de referencia SCHAFFNER CCN1000 LEL 1215

Resultados - IEP:

A Figura 6.10 mostra a distorção harmónica do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U. Referir, que a amostra insere-se na Classe A definida pela Norma EN 61000-3-2.

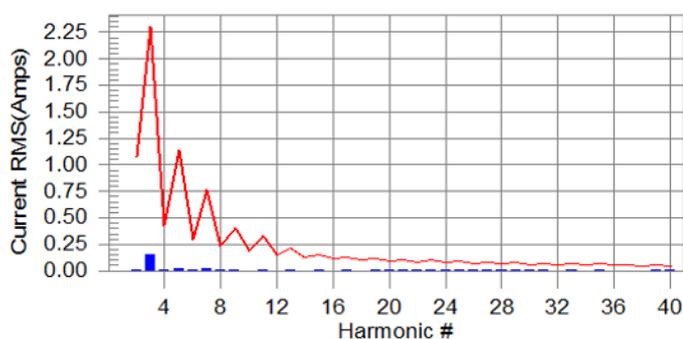


Figura 6.10 - Resultado da amostra Ensaio de Emissão Conduzida - Harmónicas de corrente: Linha - valores limites; Barra - valores medidos da amostra.

6.4 - Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência

Os limites para as emissões conduzidas existem abaixo dos 30MHz, onde a maioria dos equipamentos não possuem dimensões suficientemente grandes para eles próprios serem emissores eficientes, mas onde a rede de distribuição de energia eléctrica pode ser uma “antena” muito eficiente. Desta forma, poderia considerar-se que os requisitos para emissões conduzidas, são na realidade requisitos de emissões radiadas “disfarçados”. Por estas razões, o projecto dos cabos de alimentação e dos filtros, para ligação dos equipamentos à rede eléctrica, tem grande influência nos harmónicos e nas emissões conduzidas, [26]-[36].

Os ensaios de emissão conduzida têm como objectivo verificar que o EUT não gera ruídos conduzidos pelos seus cabos de energia e telecomunicações, acima de determinados níveis. Contudo, devido à grande variabilidade da impedância no lado da alimentação da rede eléctrica, seria difícil obter resultados repetitivos em ensaios de emissão conduzida. Para se obter resultados menos discrepantes, a impedância vista pelo EUT na alimentação c.a. deve ser estável ou fixa. Deste modo, durante o ensaio de emissão conduzida isola-se o EUT, da rede, utilizando uma *Line Impedance Stabilization Network* (LISN) ou Rede de Estabilização de Impedância de Linha, que fornece uma impedância especifica nos terminais do EUT na gama de frequências entre os 150kHz e os 30MHz (Figura 6.11). Por vezes, a LISN também é designada como *Artificial Mains Network* (AMN), [36].



Figura 6.11 - Exemplo de uma Rede de Estabilização de Impedância de Linha.

As LISNs ou AMNs, actuam como transdutores invasivos, que devem ser ligadas em série com os condutores em teste, para standardizar as impedâncias de Modo Comum (CM) e Modo Diferencial (DM), convertendo a corrente de ruído do EUT em tensão de ruído, [37].

Estes equipamentos criam uma impedância artificial de 50Ω no lado da alimentação, entre fase-terra e neutro-terra, tornando a impedância CM igual a 50Ω e a impedância DM igual a 100Ω na gama de frequências entre os 150kHz e os 30MHz. Evita-se assim a

variabilidade da impedância CM e DM das redes eléctricas, que variam de 2Ω a 2000Ω (pelo menos), dependendo do modo, hora do dia e frequência, [37].

A norma de referência para o Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência, é a Norma CISPR 22. A Tabela 6.4 mostra os limites para emissões conduzidas, definidos na Norma CISPR 22, para equipamentos da Classe A.

Tabela 6.4 - Limites Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência. Terminais c.a., equipamentos da Classe A. Norma CISPR 22, [38].

Frequency Range MHz	Limits dB(μ V)	
	<i>Quasi-peak</i>	<i>Average</i>
0,15 to 0,50	79	66
0,50 to 30	73	60

O circuito de uma LISN $50\mu\text{H}$ usado na grande maioria dos testes de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência é mostrado na Figura 6.12 e o valor desta impedância vista pelo EUT na Figura 6.13.

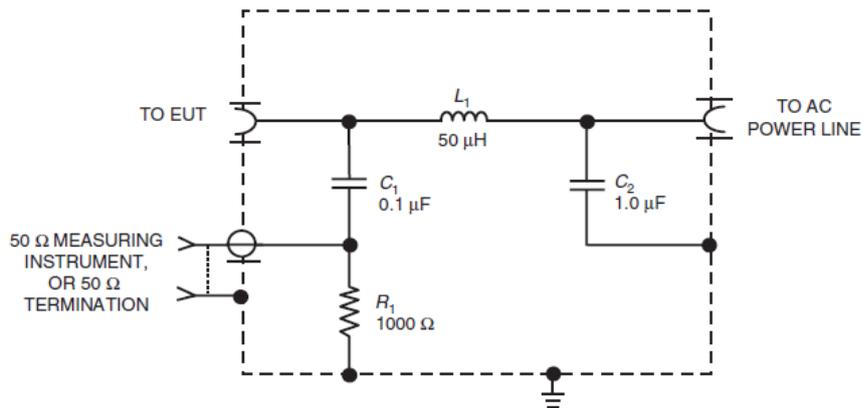


Figura 6.12 - Circuito de uma LISN $50\mu\text{H}$ usado nos testes de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência, [36].

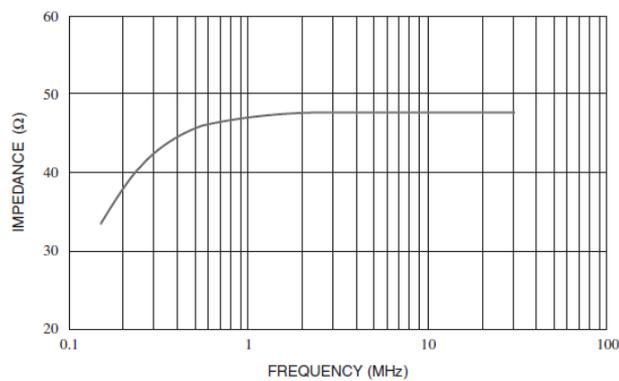


Figura 6.13 - Impedância vista nos terminais do EUT utilizando uma LISN $50\mu\text{H}$, [36].

O crescimento da impedância LISN com a frequência deve-se à bobina de $50\mu\text{H}$ da LISN, [36]. Desta forma, existem três objectivos principais para a utilização de uma LISN:

- Evitar que os ruídos externos provenientes da rede de energia eléctrica, prejudiquem as medidas efectuadas no EUT.
- Apresentar uma impedância constante de 50Ω vista pelo EUT entre fase-terra e neutro-terra, em toda a gama de frequências do ensaio de emissão conduzida (Figura 6.13).
- Actuar como um transdutor de corrente para tensão.

Para o teste de terminais de telecomunicação utiliza-se um equipamento semelhante a uma LISN, porém de impedância diferente, designado por ISN (*Impedance Stabilising Network*), [38].

Procedimento de Ensaio

O EUT é colocado na sala de ensaio e ligado à rede c.a. através de uma LISN, sendo testado segundo condições de funcionamento normal. Inicia-se a detecção das medidas de ensaio, pelo valor de pico para a definição e posterior localização da gama de frequências que estão próximas ou ultrapassam os limites estipulados pela CISPR 22. São realizadas também medidas de detecção de valor médio, nos pontos em que a medida de pico estiver próxima ou ultrapasse o limite do valor médio. Este procedimento é repetido para cada uma das fases de alimentação c.a. do EUT, [38]. A Figura 6.14 mostra a montagem para o Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência, realizado no IEP. Na Tabelas 6.5 e na Figura 6.15 apresentam-se os resultados obtidos para este ensaio.

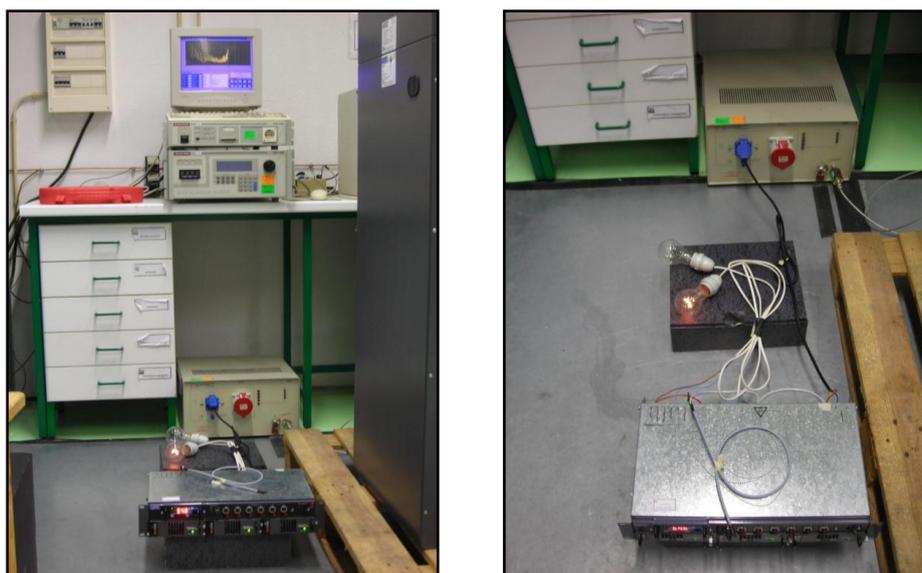


Figura 6.14 - Montagem IEP para Ensaio de Emissão Conduzida - Perturbações de Radiofrequência. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Atenuador 20dB LEL 1213
- Receptor AFJ ER55C2.8 IEP0600201
- LISN trifásica 50Ω / 50μH + 5Ω MEB LEL 1097

Resultados - IEP:

Tabela 6.5 - Resultados da amostra Ensaio de Emissões Conduzidas - Perturbações de Radiofrequência.

Frequência	Limites (dBμV)	Valores obtidos	Resultados
0,15 - 0,5MHz	79 Quasi-pico / 66 Média	Ver gráfico	OK
0,5 - 30MHz	73 Quasi-pico / 60 Média	Ver gráfico	OK

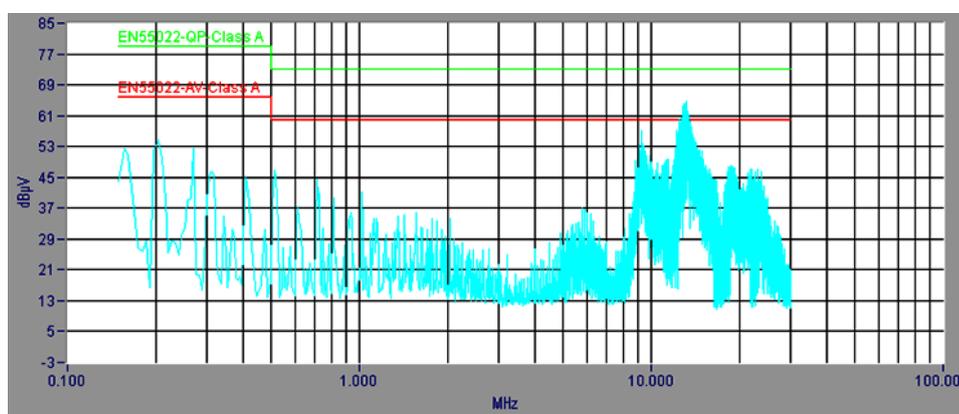


Figura 6.15 - Resultados da amostra Ensaio de Emissões Conduzidas - Perturbações de Radiofrequência: a verde limite Quasi-pico, a vermelho limite Médio.

6.5 - Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas

A electricidade estática é uma carga eléctrica em repouso, geralmente criada por fricção e separação. A fricção causa calor que aquece as moléculas dos materiais, e quando dois materiais são separados, os electrões são transferidos de um material para o outro, [32]. Deste modo, uma descarga electrostática é uma transferência de carga eléctrica entre objectos de diferentes potenciais, causada por contacto directo ou indirecto com um campo electrostático, [39].

Os Ensaios de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas (*Electrostatic Discharge - ESD*) têm como objectivo simular as descargas que ocorrem quando aproximamos corpos carregados com quantidades elevadas de electricidade estática ao equipamento, verificando se o mesmo apresenta um funcionamento normal após ser submetido a esta condição. A norma de referência para o Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas, é a Norma EN 61000-4-2. Contudo, para todos os Ensaios de Imunidade descritos é a Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 que determina os níveis de teste para os equipamentos no seu âmbito.

Desta forma, a Tabela 6.6 mostra os níveis de teste aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Tabela 6.6 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas para os equipamentos no âmbito da Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 6), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Electrostatic discharge	kV	6 contact discharge	EN 61000-4-2	B
	kV	8 air discharge		

Para a realização dos Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas, é utilizado um simulador de ESD capaz de realizar descargas de tensões muito elevadas, obedecendo aos critérios da Norma EN 61000-4-2. Este simulador, referenciado como ESD *gun*, sujeita o equipamento a descargas provenientes de um condensador de baixa capacidade (representativo da capacidade do corpo humano), carregado com uma tensão muito elevada (até 15kV).

Procedimento de Ensaio

O EUT deve ser aterrado de acordo com as suas especificações de instalação. O cabo de retorno da descarga do ESD *gun* deve ser aterrado, não devendo ter um comprimento superior a 2m. Para equipamentos instalados em mesas, uma mesa de madeira de 0,8m de altura deve ser utilizada, sendo colocada sobre o plano de terra de referência. Um plano de acoplamento horizontal (*Horizontal Coupling Plane* - HCP) de dimensões de 1,6 x 0,8m, deve ser colocado em cima da mesa. Os cabos do EUT e o EUT devem ser isolados do plano de acoplamento por um suporte de isolamento de 0,5mm de espessura, [31]. A Figura 6.16, mostra o exemplo de montagem:

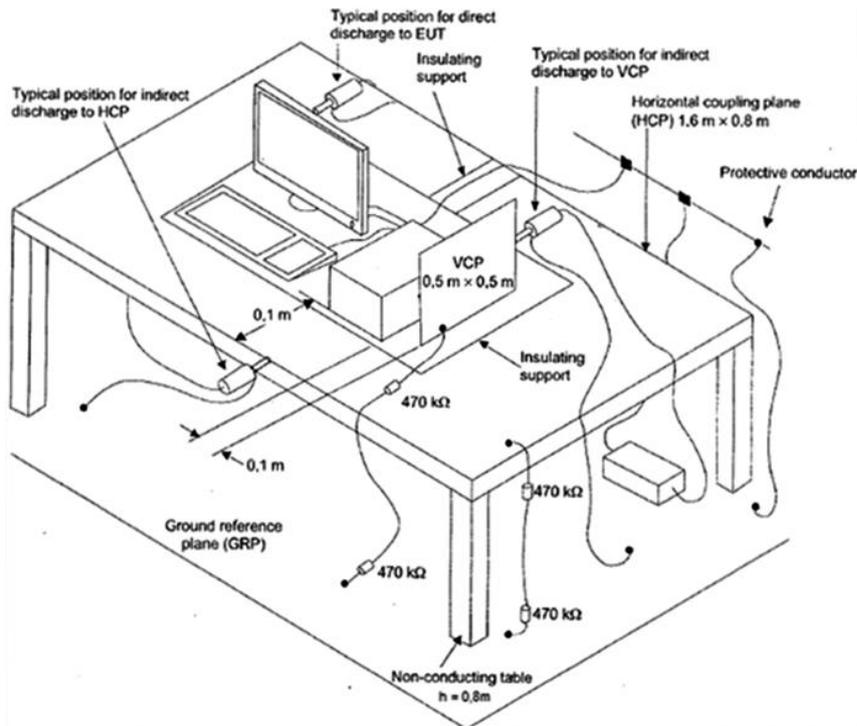


Figura 6.16 - Montagem para o Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas para equipamentos instalados em mesas. Norma EN 61000-4-2, [41].

De acordo com a Norma EN 61000-4-2, existem os seguintes tipos de aplicações das ESD:

- Descarga Directa: pelo ar e por contacto
- Descarga Indirecta via Plano de Acoplamento Vertical
- Descarga Indirecta via Plano de Acoplamento Horizontal

Descarga Directa

Nesta parte do ensaio são escolhidos para a aplicação das ESD os pontos ou superfícies do EUT acessíveis ao utilizador durante o seu funcionamento normal. Nos pontos pré-seleccionados, devem ser aplicadas no mínimo 10 descargas com um intervalo mínimo entre as descargas de 1s. A ESD *gun* deve ser colocada perpendicular à superfície da descarga e a ponta do eléctrodo deve tocar o EUT, antes que as descargas sejam aplicadas. No caso de descargas pelo ar, o eléctrodo deve ser aproximado tão rápido quanto possível até tocar o EUT, [31].

Descarga por contacto indirecto

Descargas em objectos colocados ou instalados próximos do EUT são simuladas aplicando-se as descargas num plano de acoplamento, utilizando os mesmos níveis de tensão para contacto directo. Há dois tipos de descargas por contacto indirecto: VCP e HCP, [31].

Devem ser aplicadas no mínimo 10 descargas no centro da borda vertical do VCP. Este plano de acoplamento deve ser colocado paralelo a uma distância de 0,1m do EUT. As descargas para o HCP são realizadas horizontalmente à borda do HCP, [31].

A Figura 6.17 mostra a montagem para o Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas, realizado no IEP. Nas Tabelas 6.7 e 6.8 apresentam-se os resultados obtidos para este ensaio.

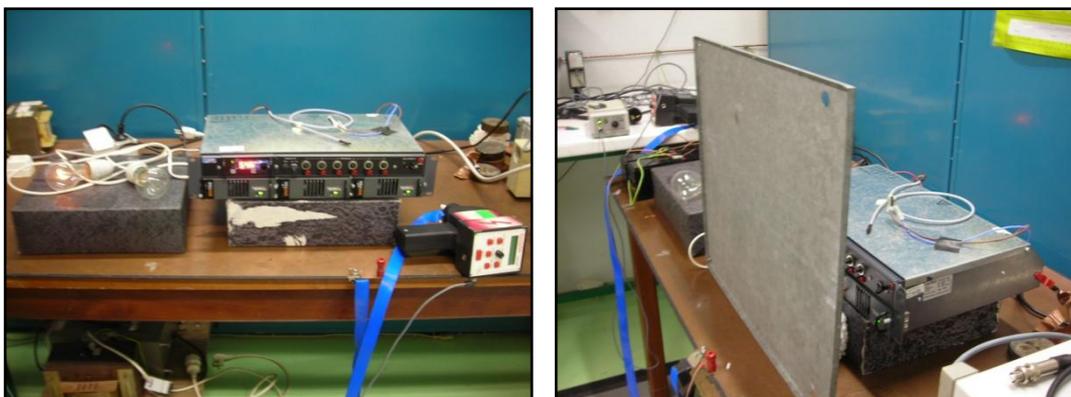


Figura 6.17 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas.
EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Gerador ESD Schloder SESD 200 LEL 949

Resultados - IEP:

Tabela 6.7 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas Directas.

Descargas Directas		
Parte ensaiada	Tensão ensaio	Resultado
Todas as faces do aparelho, e partes metálicas acessíveis	6kV - contacto	OK
Painel frontal do microPSM, conectores	8kV - ar	OK

Tabela 6.8 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Radiada - Descargas Electrostáticas Indirectas.

Descargas Indirectas		
Parte ensaiada	Tensão ensaio	Resultado
Frente microPSM (Acoplamento vertical)	4kV - contacto	OK
Trás (Acoplamento vertical)	4kV - contacto	OK

6.6 - Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos

O Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos tem como objectivo verificar se o EUT é imune a campos electromagnéticos de radiofrequência. Esta radiação é frequentemente gerada por fontes, tais como pequenos dispositivos de rádio usados por operadores, pessoal de manutenção e seguranças, estações de transmissão fixa de rádio e televisão, rádios de veículos e várias outras fontes electromagnéticas industriais, [31].

A estrutura para este ensaio é descrita na Norma EN 61000-4-3, e consiste em sujeitar o EUT a um campo electromagnético de radiofrequência, de intensidade definida de acordo com a aplicação do equipamento, monitorizando o seu funcionamento. Para cada face, o equipamento é submetido a interferências com uma antena nas polarizações vertical e horizontal, [31].

A Tabela 6.9, apresenta os níveis de teste aplicáveis à amostra para este ensaio de imunidade radiada, descritos na Norma ETSI EN 300386 V1.4.1. Para o teste de um equipamento durante este ensaio, é usada uma portadora modulada em amplitude (80% AM) com uma onda sinusoidal de 1kHz, para simular ameaças reais, Figura 6.18 [42].

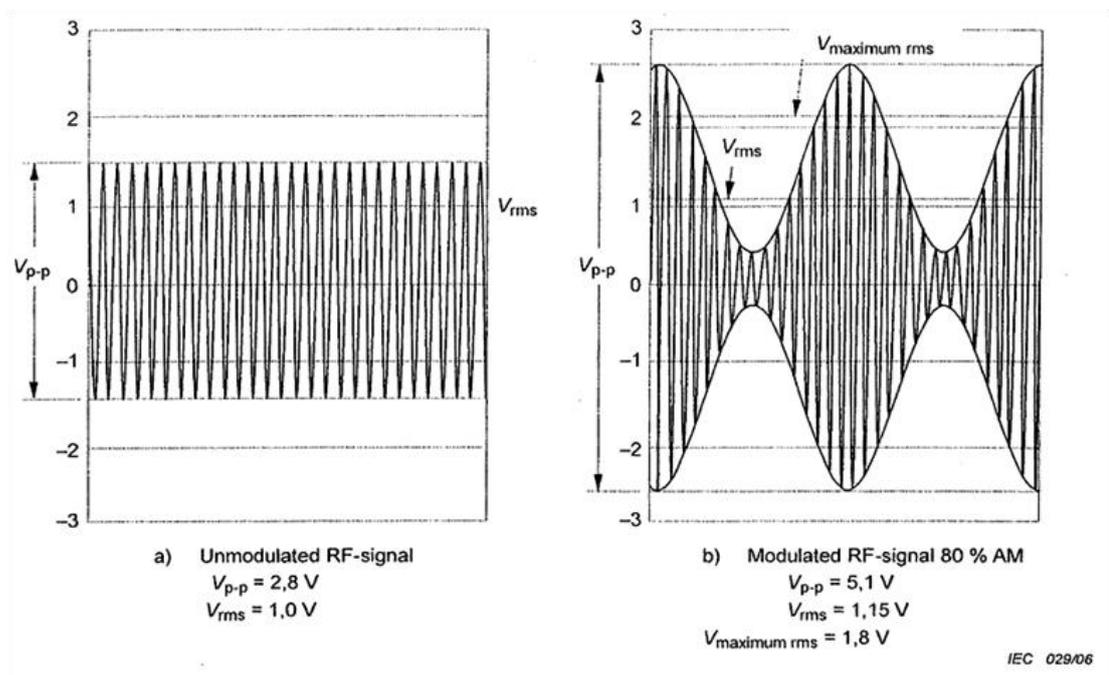


Figura 6.18 - Definição do nível de teste e formas de onda na saída do gerador de sinal RF. Norma EN 61000-4-3, [42].

Tabela 6.9 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 6), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Radio frequency electromagnetic field amplitude modulated	MHz V/m % AM (1kHz)	80 to 800 3 80	EN 61000-4-3	A
	MHz V/m % AM (1kHz)	800 to 960 10 80		
	MHz V/m % AM (1kHz)	960 to 1000 3 80		
	MHz V/m % AM (1kHz)	1400 to 2000 10 80		
	MHz V/m % AM (1kHz)	2000 to 2700 3 80		

Procedimento de Ensaio

Este tipo de ensaio é realizado numa câmara semi-aneecóica, conforme a Figura 6.19. Os requisitos básicos para estes ensaio de imunidade radiada são um gerador de sinal RF, um amplificador de potência de banda larga, um transdutor e uma antena ou conjunto de antenas. Estes equipamentos de ensaio permitem gerar um campo na posição do EUT.

Uma interface é trazida para fora da câmara de ensaio, através de um cabo de rede, onde são colocadas ferrites a fim de evitar a passagem de ruído de alta-frequência para dentro da câmara semi-aneecóica, [31].

A Figura 6.20 mostra a montagem para o Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos, realizado no IEP. Na Tabela 6.10 apresentam-se os resultados obtidos para este ensaio.

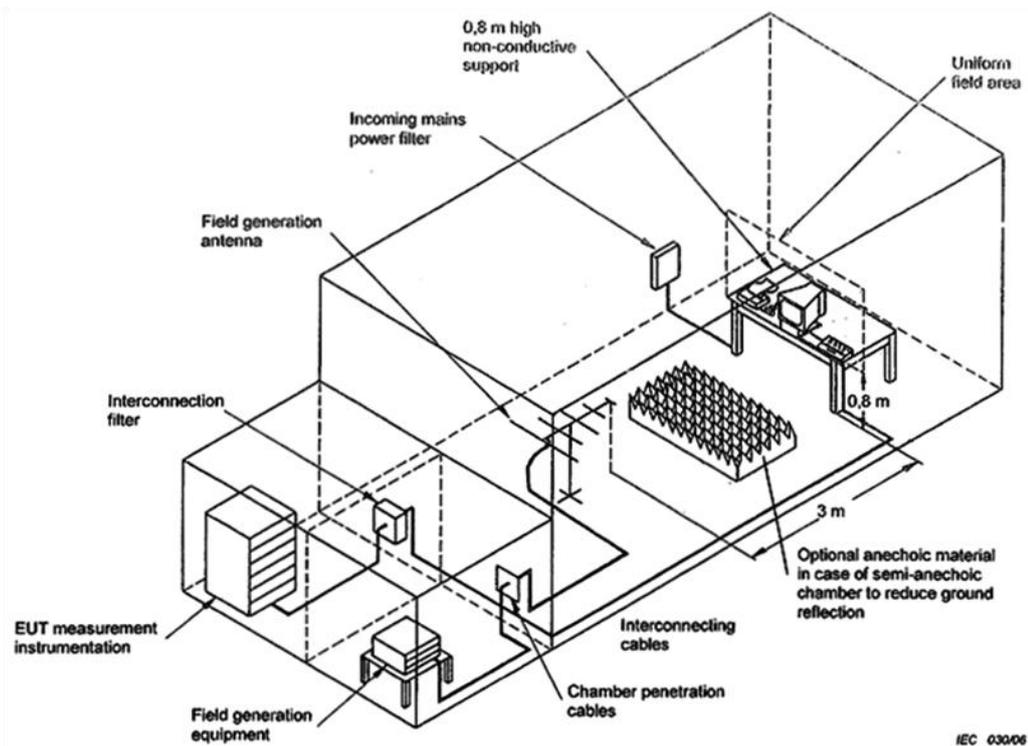


Figura 6.19 - Montagem Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos. Norma EN 61000-4-3, [42].



Figura 6.20 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Cabo 2m+10m IEP0600179.01
- Câmara semi-anechoica LEL 1207.01 + antena LEL 1209
- Câmara semi-anechoica LEL 1207.02 + antena Horn IEP 0600179
- Gerador de RF Marconi 2024 LEL 952

Resultados - IEP:

Tabela 6.10 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Radiada - Campos Electromagnéticos.

Frequência (MHz)	Polarização	Nível (V/m)	Face da Amostra	Resultado
80-800	Vertical	3	Frontal	OK
	Horizontal			
800-960	Vertical	10	Frontal	OK
	Horizontal			
960-1000	Vertical	3	Frontal	OK
	Horizontal			
1400-2000	Vertical	10	Frontal	OK
	Horizontal			
1400-2400	Vertical	3	Frontal	OK

6.7 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos

Os transitórios rápidos são ruídos lançados nas linhas de alimentação, num intervalo de tempo muito pequeno, através de interrupção de circuitos indutivos, comutação de relés, comutação de disjuntores ou descargas atmosféricas. O ruído é conduzido pelas linhas de alimentação para os demais equipamentos ligados na mesma rede eléctrica. Porém, este ruído também pode ser acoplado às linhas de comunicação, como as saídas c.c. ou saídas de relés no caso do equipamento em estudo, devendo estas também ser ensaiadas.

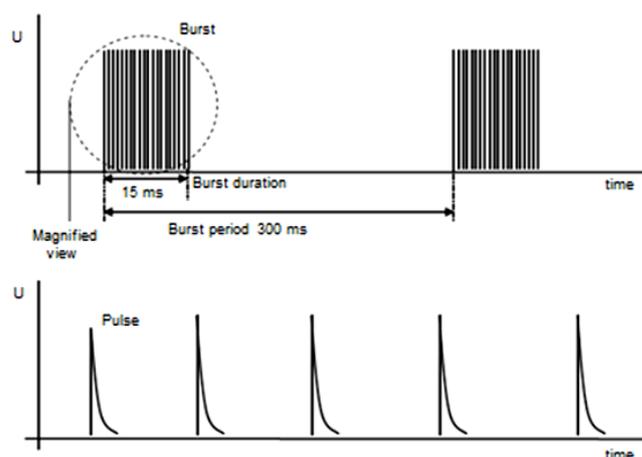


Figura 6.21 - Representação geral de um transitório rápido, [43].

O Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos consiste em aplicar impulsos de tensão periódicos à alimentação e às linhas de comunicação, onde o tempo de subida de cada impulso é de 5ns e o tempo de descida é de 50ns. A frequência de repetição é definida pela Norma EN 61000-4-4, de acordo com o nível de tensão. Em geral, a repetição é a 300ms, com uma duração de 15ms, Figura 6.21.

Para realizar este ensaio é necessário, um gerador de transitórios e um acoplador. Para o acoplamento das perturbações na alimentação (fase, neutro e terra), o EUT é ligado e alimentado por um gerador de transitórios, responsável por fornecer o ruído ao equipamento. Para linhas de comunicação é utilizado um *clamp* capacitivo que acopla o sinal ao cabo.

Os valores de Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos a que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U é sujeito, estão definidos na Norma ETSI EN 300386 V1.4.1., Tabelas 6.11 e 6.12.

Tabela 6.11 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos, Terminais c.a.
Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Fast transients	kV	1	EN 61000-4-4	B
	T_r/T_h ns	5/50		
	Rep. Frequency kHz	5		

Tabela 6.12 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos, Saídas. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 7), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Fast transients	kV	0,5	EN 61000-4-4	B
	T_r/T_h ns	5/50		
	Rep. Frequency kHz	5		

Procedimento de Ensaio

Em casos de equipamento de mesa, o EUT deve ser colocado a 0,8m acima do plano de terra, [31]. A configuração do ensaio para equipamentos instalados em mesas e no solo é apresentada na Figura 6.22, exemplo de montagem presente na Norma EN 61000-4-4, assim como um diagrama exemplificativo de montagem na Figura 6.23.

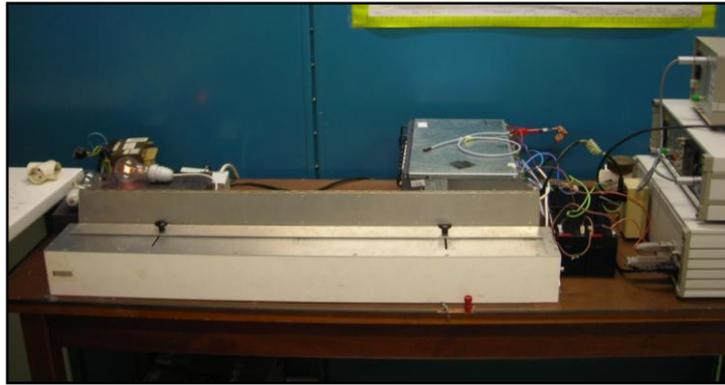


Figura 6.24 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Cronómetro Timex LEL 481
- Gerador EFT HILO TEST EFTG LEL 950
- Sonda capacitiva EFTC-105 LEL 951

Resultados - IEP:

Tabela 6.13 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Transitórios Rápidos.

Meio	Polaridade / duração	Nível	Resultado
Alimentação (L, N, PE)	+1 min -1 min	1 kV - acoplamento directo	OK
Saída c.c., Saída relés	+1 min -1 min	0,5 kV - acoplamento capacitivo	OK

6.8 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque

O Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque tem como objectivo verificar a imunidade do EUT, quando sujeito a distúrbios de alta energia no terminal de alimentação e nas saídas, no caso do equipamento em estudo, saídas c.c. e saídas de relés. As ondas choque podem ser definidas como ondas transitórias de corrente/tensão ou potência, propagando-se ao longo de uma linha ou de um circuito, caracterizadas por um rápido incremento seguido de um decréscimo lento no seu valor. Estas perturbações podem surgir devido a sobretensões originadas por comutação de bancos de condensadores, mudanças na carga do sistema de distribuição de energia, comutação de tirístores, descargas atmosféricas, etc.

Para este ensaio são utilizados equipamentos designados por Geradores de Onda Combinada capazes de reproduzir os efeitos de uma descarga atmosférica, [31]. A Figura 6.25 e 6.26 ilustram a forma de onda padrão utilizada para o teste de imunidade a ondas choque

descrito na Norma EN 61000-4-5. O gerador de onda combinada simula uma onda choque que possui as seguintes características:

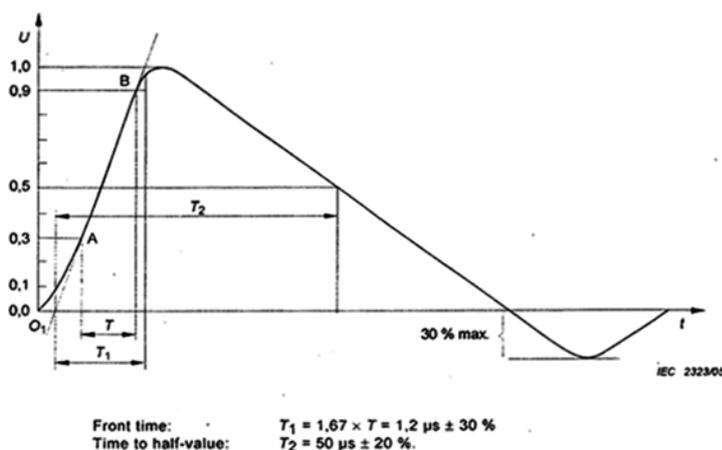


Figura 6.25 - Tensão de circuito aberto, onda padrão utilizada para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque. Norma EN 61000-4-5, [45].

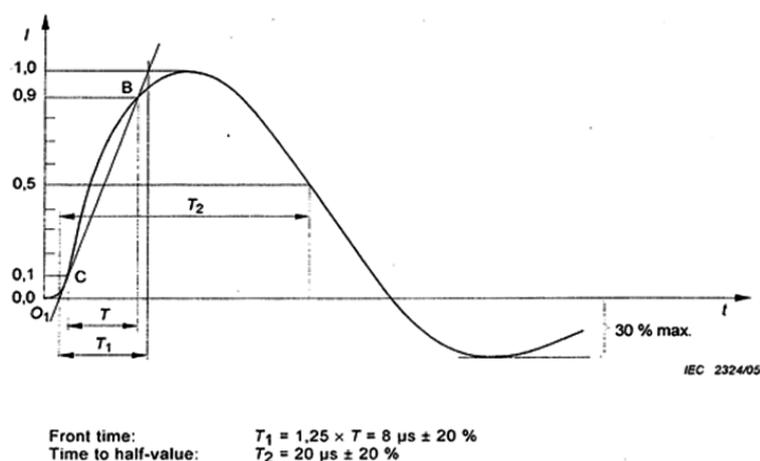


Figura 6.26 - Corrente de curto-circuito, onda padrão utilizada para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque. Norma EN 61000-4-5, [45].

Nas Tabelas 6.14 e 6.15, apresentam-se os níveis da onda choque aplicáveis neste ensaio ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, definidos na Norma ETSI EN 300386 V1.4.1.

Tabela 6.14 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque, Terminais c.a.. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Surges	$T_r/T_h \mu\text{s}$	1,2/50 (8/20)		
(line to line)	kV	1	EN 61000-4-5	B
(line to ground)	kV	2		B

Tabela 6.15 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque, Saídas. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 7), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Surges (lines to ground)	T_r/T_h μ s kV	1,2/50 (8/20) 1	EN 61000-4-5	B

Procedimento de Ensaio

O EUT deve ser montado na sua configuração normal de uso (sobre uma mesa ou directamente no piso da sala de ensaio), sendo alimentado pela saída do gerador de onda combinada, através de uma rede de acoplamento.

Para ondas choque aplicadas ao terminal de alimentação, são aplicados cinco pulsos positivos e negativos, entre fase-fase e fase-terra.

Para impulsos aplicados entre fases e fase-neutro, é utilizado um acoplamento capacitivo do gerador de onda combinada, enquanto que para impulsos entre fase-terra, é utilizado um acoplamento constituído por um condensador e uma resistência em série, Figura 6.27 e Figura 6.28 respectivamente.

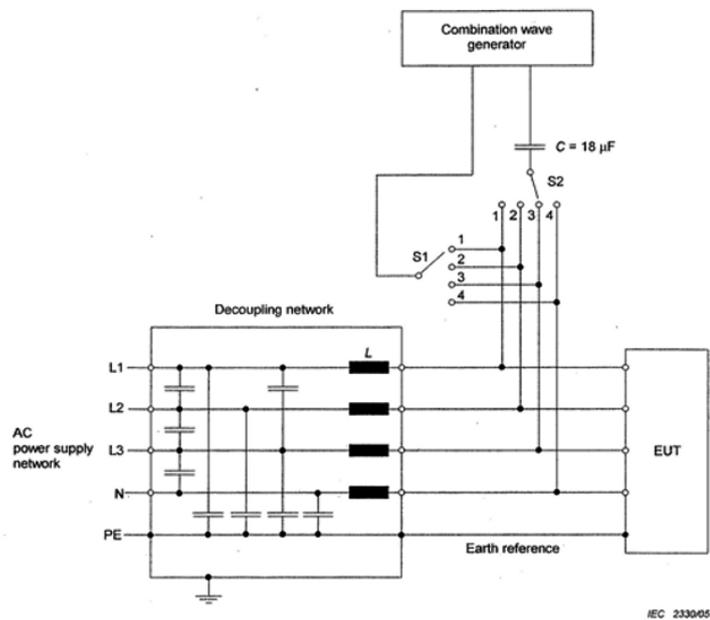


Figura 6.27 - Circuito de teste para impulsos entre fases e fase-neutro. Norma EN 61000-4-5, [45].

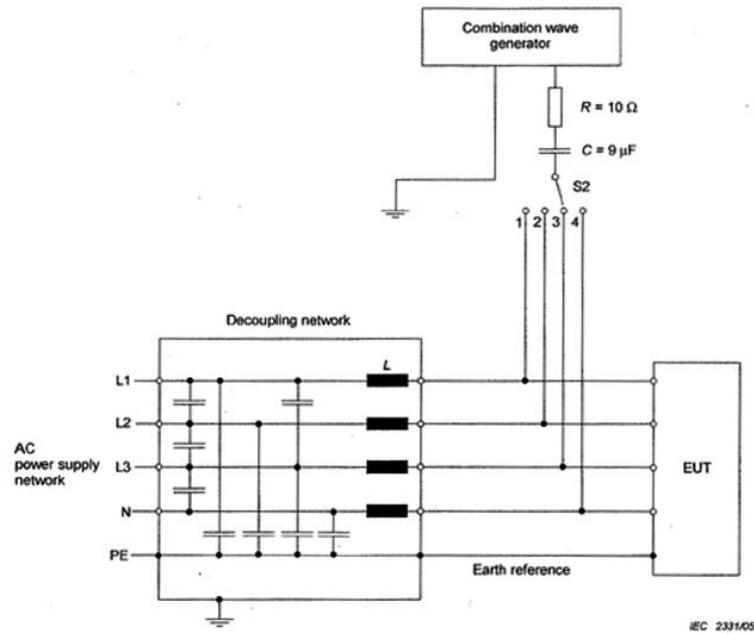


Figura 6.28 - Circuito de teste para impulsos fase-terra. Norma EN 61000-4-5, [45].

Em cada um destes modos de acoplamento do gerador de onda combinada, o ângulo de aplicação da onda choque é variado. A Norma EN 61000-4-5 recomenda que os pulsos sejam aplicados nos ângulos 0° , 90° , 180° e 270° de fase da onda fundamental da alimentação.

Por outro lado, para ondas choque aplicadas nos terminais de saída, o EUT é alimentado normalmente pela rede de energia eléctrica e os terminais de saída são ligados ao gerador de onda combinada. Nestes terminais, são aplicados cinco pulsos positivos e cinco negativos, entre fase-terra, sendo que, o ângulo de aplicação não varia neste caso. Os intervalos utilizados entre ondas choque aplicadas ao equipamento deverá ser de um minuto, de modo a permitir um tempo suficiente de recuperação de quaisquer dispositivos de protecção, [31]. A Figura 6.29 mostra a montagem para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque, realizado no IEP. Na Tabela 6.16 apresentam-se os resultados obtidos para este ensaio.



Figura 6.29 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque. EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Gerador Schloder CWG 500 LEL 1257
- Desacoplador CWG 526 IEP0600176

Resultados - IEP:

Tabela 6.16 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Onda Choque.

Meio	Nível	Modo	Ângulo	Resultado
Alimentação	1 kV	L-N	0°, 90°, 180° e 270°	OK
	2 kV	L-PE; N-PE	0°, 90°, 180° e 270°	OK
Saída c.c.	0,5 kV	+ / PE	0°	OK
		- / PE	0°	OK
Saída relés	0,5 kV	+ / PE	0°	OK
		- / PE	0°	OK

6.9 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas

O Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas descrito na Norma EN 61000-4-6, permite verificar se o equipamento quando submetido a perturbações conduzidas, induzidas por campos de radiofrequência, através de todos os cabos de alimentação ou de comunicação do mesmo, apresenta mau funcionamento sob algum aspecto. O ensaio é executado para ruído de radiofrequência através das ligações, na gama de frequências entre 9kHz e 80MHz (para certos equipamentos pode atingir 230MHz).

Quando as tensões ou correntes de RF são injectadas nos cabos, estes podem funcionar como antenas que captam o ruído e posteriormente irradiam-no. De facto, o que acontece neste ensaio é que o equipamento fica exposto a correntes que fluem através dos seus cabos, que podem provocar o aparecimento de campos electromagnéticos, [46]. Neste ensaio, fontes de campos eléctricos e magnéticos são simuladas como se fossem provenientes de transmissores RF.

A Figura 6.30 ilustra campos electromagnéticos junto do EUT, devido ao ruído de radiofrequência injectado nos seus cabos.

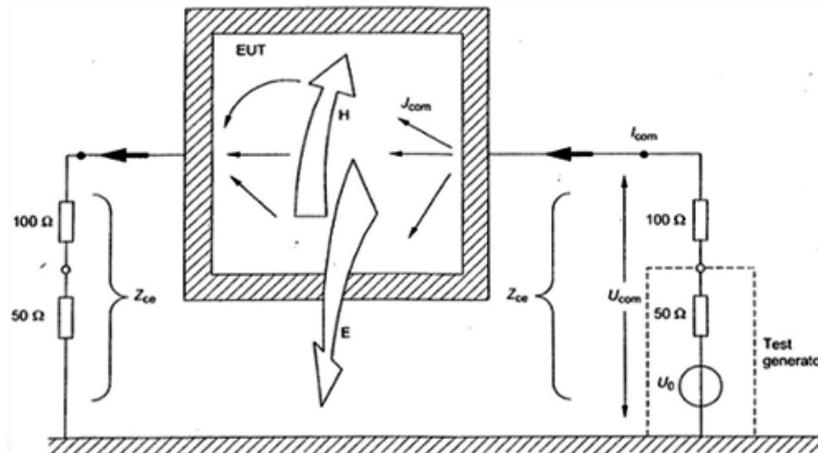


Figura 6.30 - Campos electromagnéticos junto do EUT devido a corrente de modo comum nos seus cabos. Norma EN 61000-4-6, [47].

Legenda:

Z_{ce} - Impedância de modo comum do sistema de CDN, $Z_{ce}=150\Omega$.

U_{com} - Tensão de modo comum entre o EUT e o plano de referência.

I_{com} - Corrente de modo comum no EUT.

J_{com} - Densidade de corrente na superfície condutora ou corrente noutros condutores do EUT.

E, H - Campos eléctrico e magnético.

Para o acoplamento do ruído conduzido são usadas as Redes de Acoplamento e Desacoplamento - *Coupling Decoupling Network* (CDN). Estes dispositivos são capazes de acoplar a perturbação ao cabo em questão, sendo ligados em série nos cabos. Uma outra maneira de se acoplar o ruído conduzido é através do *Electromagnetic Clamp* (EMClamp). Este dispositivo é colocado à volta do cabo em questão e, através da sua estrutura, induzem a perturbação no cabo, proporcionando um acoplamento capacitivo e indutivo. A Figura 6.31 ilustra um exemplo de cada um destes dispositivos respectivamente.

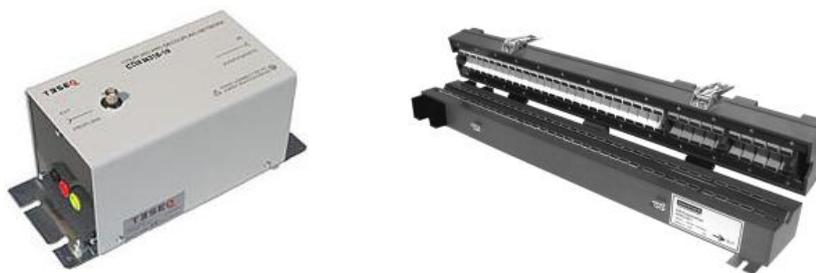


Figura 6.31 - Exemplo de uma CDN à esquerda. EMClamp à direita.

Os CDN e os EMClamp fornecem quantidades significativas de desacoplamento, de modo a evitar fugas na parte envolvida dos cabos e também para proteger os equipamentos auxiliares, [47]. Com estes dois dispositivos, apenas os cabos do lado do EUT têm grandes

níveis de RF sobre eles, e como são curtos na maioria dos casos, não costumam ser muito eficientes como antenas abaixo de 80MHz.

A Norma EN 61000-4-6 apresenta os modelos de configuração para este ensaio, os simuladores de perturbações RF, os níveis de ensaio e os demais parâmetros associados ao mesmo.

Nas Tabelas 6.17 e 6.18, apresentam-se os níveis de teste aplicáveis neste ensaio ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19’’ 2U, definidos na Norma ETSI EN 300386 V1.4.1.

Tabela 6.17 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas, Terminais c.a.. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Radio frequency conducted continuous	MHz	0,15 to 80	EN 61000-4-6	A
	V	3		
	% AM (1kHz)	80		
	Source impedance Ω	150		

Tabela 6.18 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas, Saídas. Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 7), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Radio frequency conducted continuous	MHz	0,15 to 80	EN 61000-4-6	A
	V	3		
	% AM (1kHz)	80		
	Source impedance Ω	150		

Procedimento de Ensaio

Embora não seja consensual, a maior parte dos especialistas afirma que este tipo de teste deve ser realizado sempre no interior de salas blindadas, de modo a evitar fugas nos cabos ou no EUT, que provocariam problemas de interferência noutros equipamentos. Neste ensaio são utilizados um gerador de sinais RF, um atenuador (6db), um amplificador e dispositivos de acoplamento e desacoplamento CDN M3 e EMClamp. A Figura 6.32 ilustra um exemplo de montagem para este ensaio, presente na Norma EN 61000-4-6, e a Figura 6.33 a montagem realizada no IEP.

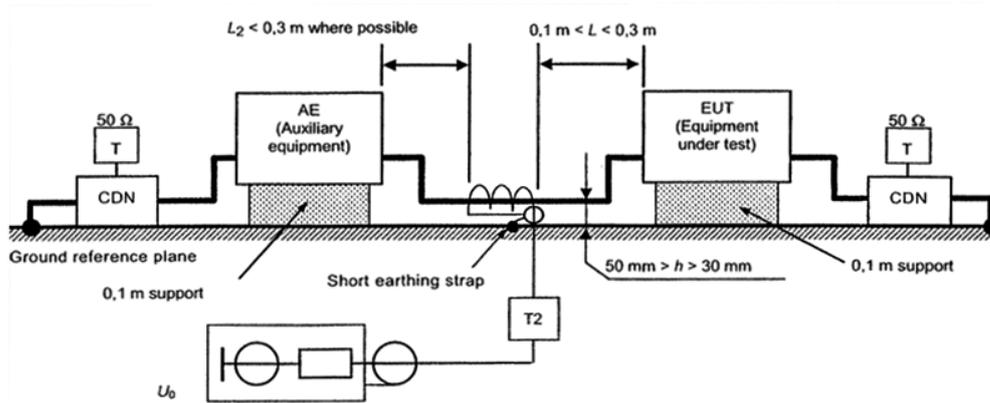


Figura 6.32 - Exemplo de montagem Ensaio Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas. Norma EN 61000-4-6, [47].



Figura 6.33 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas. EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

Este ensaio deve ser conduzido no cabo de alimentação do EUT e em todos os cabos de comunicação com comprimento superior a 3 metros. O cabo a ser testado é acoplado na CDN e o nível de tensão é então aplicado. Durante todo o ensaio, o EUT é monitorizado quanto às suas funções, verificando-se o efeito dos distúrbios no equipamento, [31].

Na Tabela 6.19 apresentam-se os resultados obtidos pela amostra enviada ao IEP para este ensaio.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Gerador RF Marconi 2024 LEL 952
- Amplificador RF AR 25A250A IEP0600177
- Atenuador 6dB/50Ω LEL 1134
- EMClamp MEB KEMZ 810 LEL1022
- CDN M3 LEL 1202

Resultados - IEP:

Tabela 6.19 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Correntes de RF Injectadas.

Meio	Nível	Acoplador	Desacoplador	Resultado
Alimentação	3V	CDN M3	EMCLAMP (saída relés)	OK
Saída c.c.	3V	EMCLAMP	CDN M3	OK
Saída relés	3V	EMCLAMP	CDN M3	OK

6.10 - Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão

Este ensaio tem como finalidade demonstrar a imunidade do EUT ligado à rede de energia eléctrica de baixa-tensão, quando sujeito a variações e interrupções da tensão de alimentação. Para evitar que estes tipos de problemas danifiquem os equipamentos electrónicos, são simuladas neste ensaio variações e interrupções na tensão de alimentação do EUT conforme descrito na Norma EN 61000-4-11.

As quedas de tensão, assim como, as breves interrupções da alimentação de equipamentos ligados à rede de energia eléctrica, devem-se frequentemente a defeitos na rede, na instalação ou a variações abruptas na carga do sistema. Consequentemente, diferentes tipos de teste são descritos na Norma EN 61000-4-11, para simular os efeitos das perturbações na tensão de alimentação dos equipamentos ligados à rede de energia eléctrica. Definições importantes:

Tensão residual

Valor mínimo (r.m.s) da tensão durante uma queda ou interrupção breve de tensão, expresso em percentagem, [48].

Queda de tensão

Uma redução repentina da tensão num ponto particular do sistema eléctrico de energia, seguida de uma recuperação após um curto intervalo de tempo, [48]. A Figura 6.34 mostra um exemplo, presente na Norma EN 61000-4-11, de uma diminuição até 70% durante 25 períodos do valor da tensão de alimentação.

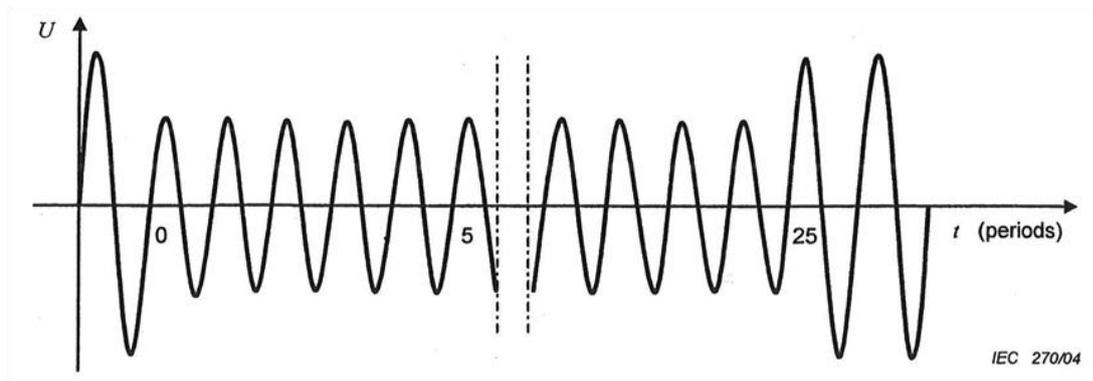


Figura 6.34 - Queda de tensão, exemplo da Norma EN 61000-4-11, [48].

Interrupção breve de tensão

Um corte da tensão de alimentação por um período de tempo, que tipicamente não excede 1 minuto. Interrupções breves de tensão podem ser consideradas quedas de tensão com uma amplitude de 100%, [48]. A Figura 6.35 mostra um exemplo, da Norma EN 61000-4-11, de uma interrupção breve de tensão.

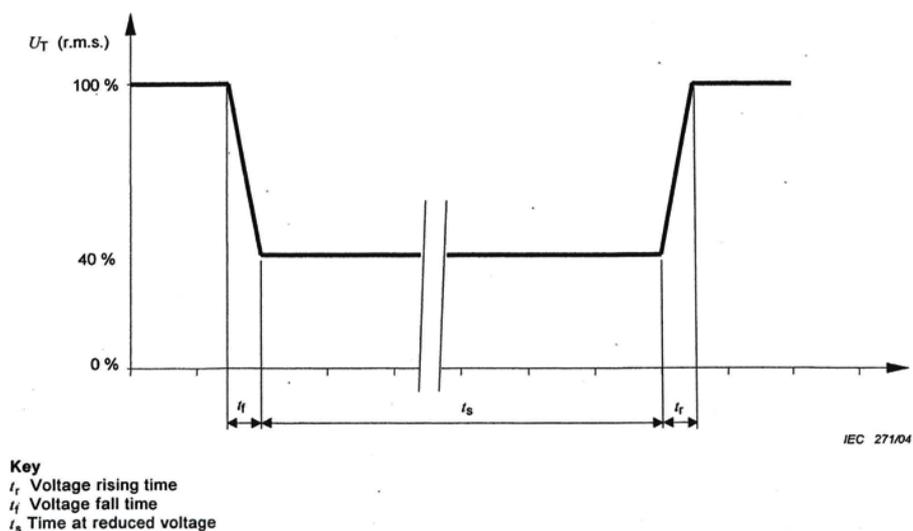


Figura 6.35 - Interrupção breve de tensão, valor r.m.s, exemplo da Norma EN 61000-4-11, [48].

Mais uma vez, tratando-se este de um ensaio de imunidade, os níveis de teste para quedas e interrupções breves de tensão aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, estão definidos na Norma ETSI EN 300386 V1.4.1. e apresentam-se na Tabela 6.20.

Tabela 6.20 - Níveis de teste Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão, Terminais c.a.

Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (Tabela 9), [40].

Environmental phenomenon	Unit	Test level and characteristic	Reference	Performance criterion
Voltage dips and short interruptions	Residual voltage %	0	EN 61000-4-11	B
	Cycle	0,5		
	Residual voltage %	0		B
	Cycle	1		
	Residual voltage %	70		B
	Cycle	25		
Residual voltage %	0	C		
Cycle	250			

Procedimento de Ensaio

A Norma EN 61000-4-11 recomenda que o EUT deve ser ligado ao gerador de teste com o menor cabo de alimentação possível. Caso este cabo não seja especificado pelo fabricante, ele deve ter o comprimento mais adequado para o tipo de equipamento. O gerador de teste, é um equipamento que possibilita controlar a alimentação do EUT de acordo com os níveis de teste que se pretende. A Figura 6.36 mostra a montagem para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão, realizado no IEP.

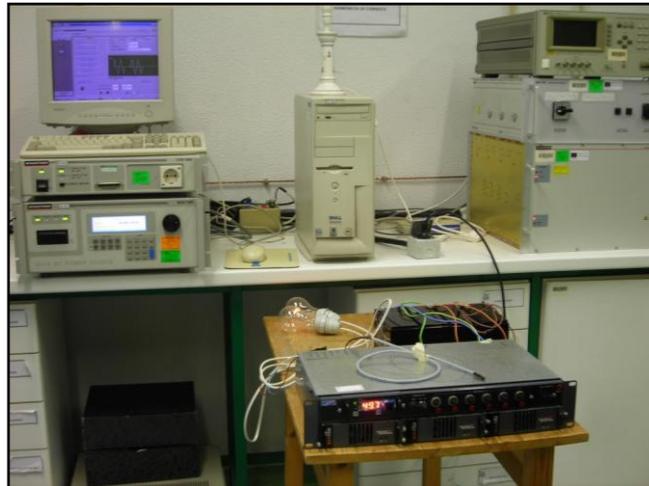


Figura 6.36 - Montagem IEP para o Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão.

EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U.

O EUT é submetido a cada nível de teste numa sequência de 3 quedas/interrupções com um intervalo mínimo de 10 segundos (entre cada evento de teste), [48]. Para quedas de tensão, as mudanças na tensão de alimentação do EUT devem ocorrer no cruzamento da

sinusóide com 0, e nos ângulos adicionais considerados críticos pelas especificações do produto ou do fabricante, normalmente, são seleccionados os ângulos 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° e 315° de cada fase. Para as interrupções breves de tensão, é recomendado usar o ângulo 0° para uma das fases, [48].

Na Tabela 6.21 apresentam-se os resultados obtidos pela amostra enviada ao IEP para este ensaio.

Equipamento Utilizado - IEP:

- Proflin System SCHAFFNER 2100 LEL 1216
- Switch BOX SCHAFFNER IEP0600006

Resultados - IEP:

Nível: 3 Interrupções, intervalo 10s, ângulos 0°, 180°

Tabela 6.21 - Resultados da amostra Ensaio de Imunidade Conduzida - Cortes Breves de Tensão.

Meio	Nível	Resultado
Alimentação	0%Un - 0,5 ciclos	OK
	0%Un - 1 ciclo	OK
	70%Un - 25 ciclos	OK
	0%Un - 250 ciclos	OK

6.11 - Conclusões

Neste capítulo foram apresentados os Ensaio de Compatibilidade Electromagnética realizados no IEP, de forma a avaliar a conformidade do equipamento de acordo com os requisitos da legislação comunitária presentes na Directiva 2004/108/CE.

Verificou-se que o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U cumpriu a totalidade dos requisitos de emissão e de imunidade que se pretendiam avaliar.

No Capítulo 7 realiza-se uma breve introdução aos conceitos de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança - RAMS, explorando-se também a sua aplicabilidade a um produto específico, neste caso, o EFAPOWER microPSM - unidade de supervisão e controlo da fonte de alimentação ininterrupta em estudo.

Capítulo 7

Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança - RAMS

O crescente interesse sobre a Fiabilidade e os seus efeitos em produtos de base tecnológica, tem levado à aplicação de técnicas de avaliação na concepção e operação dos sistemas, e ao estabelecimento de condições legais, incluindo aspectos de responsabilidade sobre os produtos, numa perspectiva da sua Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança, cuja integração é referenciada como RAMS¹³.

Assim, o conceito RAMS está ligado ao estudo e avaliação dos factores referidos, para análise do desempenho de equipamentos ou sistemas, considerando as suas implicações ao nível técnico, social e económico. Ao mesmo tempo, possibilita o estabelecimento de métricas para a avaliação do desempenho de sistemas, através da utilização de índices que caracterizam cada um dos factores RAMS.

Neste âmbito, é de alguma forma previsível que as entidades que adquirem equipamentos ou sistemas com dimensão e complexidade significativa, com implicações técnicas, económicas e sociais de grande relevo na sua gestão, estejam cada vez mais sensíveis ao serviço proporcionado por estes sistemas/equipamentos, com objectivos concretos de redução de custos e risco.

Frequentemente, o aumento da Fiabilidade e da Disponibilidade dos sistemas/equipamentos, leva a uma redução dos investimentos na aquisição e reparação destes. Por outro lado, uma melhor Manutibilidade implica uma redução dos tempos das intervenções de manutenção preventiva ou correctiva, ou à optimização do seu planeamento, o que confere um aumento na Disponibilidade dos sistemas/equipamentos. Por último, mas não menos importante, também a Segurança, tanto física como ambiental, é determinante no

¹³ O acrónimo inglês RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) é normalmente utilizado para descrever as actividades de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança.

desempenho dos sistemas/equipamentos, pelas implicações humanas, sociais e ambientais no caso de acidentes. Todos estes aspectos condicionam a gestão dos processos de uma empresa e o sucesso na satisfação dos seus clientes, contribuindo para um efeito de médio ou longo prazo em termos de melhoria da qualidade do serviço prestado, com implicações comerciais óbvias daí decorrentes para a empresa e para o sector.

Desta forma, com este capítulo pretende-se fazer uma análise introdutória a alguns aspectos essenciais relacionados com RAMS, no âmbito dos produtos desenvolvidos na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.

7.1 - Origem e Evolução Histórica

A origem histórica e evolução do estudo da Fiabilidade e da Manutibilidade, ou dos factores RAMS no geral, foi devidamente caracterizada por Dimitri Kececioglu, em várias publicações suas, mas essencialmente compiladas no livro “*Reliability Engineering Handbook*” (1991). D. Kececioglu participou, ele próprio, na história da Engenharia de Fiabilidade, desde o início da década de 60, essencialmente pela formação e desenvolvimento de cursos de Engenharia de Fiabilidade no Departamento de Engenharia Mecânica e Aeroespacial da Universidade de Tucson, Arizona, [49].

Segundo este autor, o sistema de produção até meio de século XX, era caracterizado pela produção integral dos sistemas e produtos num ambiente artesanal, com pouco recurso a fornecimentos externos, pelo que a Fiabilidade de cada produto estava fortemente dependente do fabricante/artífice, sendo menos determinada pela combinação das Fiabilidades dos componentes. Nestes ambientes fabris, os custos e os prazos eram significativamente menores que os actuais, o que levava, em alguns casos, a um sobre-design dos sistemas, implicando uma Fiabilidade elevada destes. Com o advento da era electrónica, acelerado pela Segunda Guerra Mundial, surgiu uma crescente produção em massa de componentes complexos com um elevado grau de variância dos seus parâmetros e dimensões. A experiência da pouca Fiabilidade no campo do equipamento militar na década de 40 focou a atenção na necessidade de se desenvolverem novos métodos de Engenharia de Fiabilidade, dando origem à recolha de informação de falhas, tanto a partir de dados de campo como da interpretação de dados de testes.

Assim, a percepção de que a Fiabilidade é um factor crítico no ciclo de vida dos equipamentos e componentes, sobretudo quando se avalia o seu desempenho, surgiu efectivamente durante a Segunda Guerra Mundial, nos Estados Unidos.

De seguida, salientam-se alguns dos acontecimentos mais marcantes da evolução Histórica do impacto dos estudos sobre a Fiabilidade dos sistemas:

- Durante a 2ª Guerra Mundial, 60% do equipamento aéreo transportado para os locais de guerra chegaram estragados, 50% das peças de reserva e equipamento armazenado tornou-se inoperacional antes da sua utilização. O equipamento electrónico nos bombardeiros funcionava sem falhas durante um máximo de 20 horas. Em 1991, menos de 15% chegaria estragado e o equipamento electrónico funcionaria, em média, mais de 950 horas sem falhas.
- Em 1958 apenas 28% de todos os lançamentos de satélites eram bem sucedidos. Em 1991, este valor foi aumentado para mais de 93%, aumentando anualmente.
- Em 1959, as garantias de automóveis nos E.U.A. eram por um período de 90 dias ou para 4000 milhas. Em 1991, estas garantias foram aumentadas para 7 anos ou 70000 milhas.
- Em 1985, os mísseis balísticos intercontinentais atingiram uma Fiabilidade acima dos 96%, [49].

Em termos de perspectiva futura, as empresas industriais que queiram sobreviver no mercado global terão de aprender a conceber, projectar, fabricar, testar, embalar e distribuir os seus produtos. Só desta forma é que conseguirão apresentar produtos que têm efectivamente alta Fiabilidade de funcionamento, são fáceis de manter, são seguros na sua operação e possuem elevados níveis de qualidade.

Para a introdução destes conceitos no seio de diferentes sectores de actividade, a disponibilidade crescente de *software* nesta área tem proporcionado uma melhoria destes processos, essencialmente pelas suas características interactivas e registo dos dados em tempo real, que podem estimular a recolha de dados de Fiabilidade e outros aspectos da manutenção dos sistemas.

Actualmente, vários sectores de actividade têm incorporado técnicas para análise RAMS nos contratos com fornecedores de equipamentos ou serviços, com especificação e quantificação do Tempo Médio entre Falhas (MTBF - *Mean Time Between Failure*), Tempo Médio de Reparação (MTTR - *Mean Time Between Repairs*) e Disponibilidade dos sistemas. Alguns exemplos são os sectores militar e espacial, o sector da aviação comercial e controlo de tráfego aéreo, o sector da produção de energia eléctrica e, recentemente, o sector do transporte ferroviário, essencialmente no que compete aos veículos ferroviários (em termos nacionais mas também em termos Europeus e Mundiais). Neste último sector, foi criada em 1999 na Europa, pelo CENELEC, a Norma Europeia Harmonizada EN 50126, que recai sobre a Especificação e Demonstração de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança (RAMS).

7.2 - Introdução RAMS na Efacec

O estudo e quantificação do Tempo Médio entre Falhas e Disponibilidade teve início no Grupo Efacec, para produtos desenvolvidos na unidade Sistemas de Electrónica, S.A.

As actividades de RAMS, tiveram o seu impulso, com o Projecto do Metro do Porto, onde a Efacec teve uma participação significativa. O cálculo de RAMS teve como objectivo encontrar os níveis de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança de alguns dos Sistemas instalados nesta obra. Alguns exemplos destes Sistemas, são o Subsistema SCADA, os EFAPOWER CIB S (UPS do tipo E e F) e os Rectificadores de Tracção 1500kW - 750V(c.c.). Posteriormente, passou-se a fazer estudos de RAMS para outras propostas e projectos dentro do Grupo Efacec. Desta forma, para os produtos concebidos mais significativos, também são executados os estudos de MTBF e Disponibilidade.

Os estudos de RAMS são realizados com auxílio de uma aplicação da *Item Software*¹⁴, utilizando-se os módulos enunciados na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 - Módulos para estudos de RAMS na Efacec.

RAMS Efacec - módulos <i>Item Software</i>	
MIL 217	<i>Norma Militar MIL - HDBK 217F, Reliability Prediction of Electronic Equipment</i>
FMECA	<i>Failure Mode Effects Criticality Analysis</i>
RBD	<i>Reliability Block Diagram</i>

Módulo FMECA

A FMECA - *Failure Mode Effects Criticality Analysis*, em português, Análise de Modos de Falhas, Efeitos e Criticidade, é um procedimento para analisar cada modo de falha potencial de um sistema/equipamento para determinar os resultados ou efeitos no mesmo. A análise é estendida para classificar cada modo de falha potencial de acordo com a sua severidade e probabilidade de ocorrência. Desta forma, esta análise permite determinar dados para:

- Melhoria do equipamento/subsistema.
- Análise da segurança do equipamento/subsistema e disponibilidade.
- Análise da manutenção preventiva e manutenção correctiva.

O processo poderá ter duas abordagens:

- Desempenho de um modo de avaria e análise de seus efeitos.
- Desempenho da análise de criticidade.

¹⁴ Sítio Web da *Item Software* em <http://www.itemsoft.com/>

No âmbito Efacec, a abordagem pode ser realizada em função da exigência do cliente sendo que os templates não são standards rígidos, contudo andam à volta dos seguintes parâmetros: modo de avaria, causa da avaria, modo de detecção, efeitos de falha.

A Tabela 7.2 ilustra um template para análise FMECA.

Tabela 7.2 - Exemplo de template para análise FMECA.

Failure Modes Effects and Criticality Analysis (FMECA)										
Equipment: Project/Phase: Subsystem:								Prepared by: Approved by:		
Item	Description	Function	Failure Mode	Effect on subsystem	Effect on Equipment	Effect on System	Observable Symptoms	Compensation provisions	Criticality	Recommendations and Remarks

Módulo RBD

O RBD - *Reliability Block Diagram*, em português, Diagrama de Blocos de Fiabilidade, é um modelo matemático baseado num diagrama de blocos para obter os valores de Fiabilidade e de Disponibilidade de um sistema/equipamento.

O sistema/equipamento possui todos os seus *items* identificados, como sendo equipamentos, unidades e/ou LRUs - *Line Replaceable Units* (unidades projectadas para serem removidas no seu ambiente operacional após um falha).

Desta forma, os blocos são interligados de modo a representarem a estrutura lógica do funcionamento do sistema/equipamento. O sistema/equipamento está operacional enquanto existir um percurso sem interrupções entre a entrada e saída. A Figura 7.1 ilustra um exemplo de estrutura lógica do RBD.

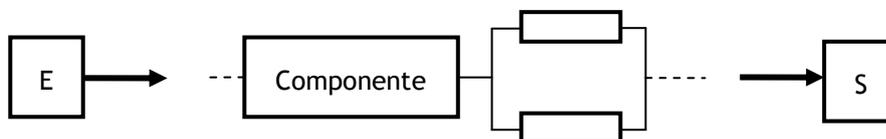


Figura 7.1 - Exemplo estrutura lógica do RBD.

De seguida apresentam-se dois modos de modelização do RBD possíveis, “Estrutura em Série” (Figura 7.2) e “Estrutura em Paralelo” (Figura 7.3).

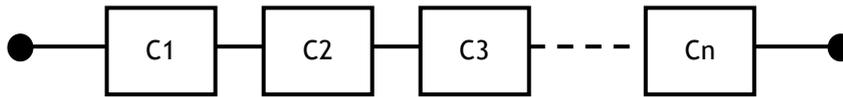


Figura 7.2 - Estrutura em Série.

O sistema/equipamento está a funcionar quando todos os componentes estiverem a funcionar.

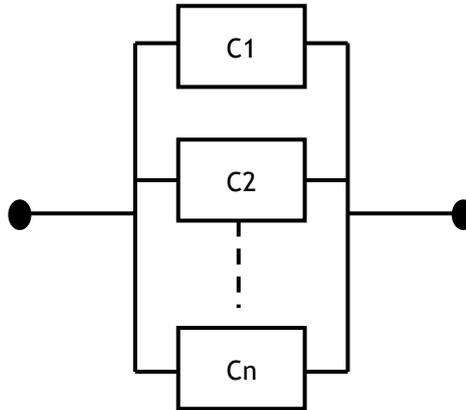


Figura 7.3 - Estrutura em Paralelo.

O sistema/equipamento está a funcionar quando pelo menos um componente estiver a funcionar.

Existe também o modo de modelização do RBD, “Estrutura K em n” onde se considera o sistema/equipamento a funcionar se pelo menos k componentes estiverem a funcionar. E acrescenta-se ainda, o modo de modelização do RBD em “Redundância Passiva”, onde se considera um componente em funcionamento (activo) e n-1 componentes mantidos em *standby* (desligados). Quando ocorre uma avaria, existe um mecanismo (*switch*) que substitui o componente avariado por um componente operacional.

No âmbito Efacec, a informação inserida nos blocos do módulo RBD da *Item Software* é a seguinte:

- *Failure Rate* (Taxa de Falhas)
- *Repair Time* (Tempo de Reparação)
- Quantidade
- Redundância ou não

Desta forma, a principal informação extraída da análise RBD é a seguinte:

- *MTBF* (*Mean Time Between Failure*)
- *MTTR* (*Mean Time To Repair*)
- Número de falhas expectáveis
- *TDT* (*Total Down Time*)
- Indisponibilidade
- Disponibilidade

7.3 - Índices RAMS

Mantendo o significado base, os índices que caracterizam cada um dos factores RAMS ou simplesmente a sua métrica, podem variar consoante o caso em análise. A interpretação que se dá aos factores RAMS são, por vezes, diversas, embora o seu objectivo último seja similar.

De seguida, são expostas as definições gerais dos diferentes factores RAMS na base de todas as abordagens.

➤ FIABILIDADE

A Fiabilidade é a probabilidade de um componente ou sistema, funcionar correctamente durante um determinado período de tempo, e sob um determinado conjunto de condições de operação, [50]. É identificada por $R(t)$, e de forma quantitativa, é a probabilidade de um sistema funcionar em conformidade com a sua especificação durante um período de duração t .

A predição da Fiabilidade baseia-se no conhecimento do passado utilizando, para tal, dados estatísticos. Nesse sentido, podem-se seguir diversos tipos de distribuições $f(x)$, em função do tipo de sistema e das suas características. Algumas distribuições normalmente utilizadas são a distribuição de Poisson, a distribuição exponencial, a distribuição normal e a distribuição de Weibull.

A evolução da Fiabilidade de um sistema/equipamento pode ser associada à evolução da Taxa de Falhas ou de Avarias, $\lambda(t)$, ao longo da vida útil desse sistema/equipamento através da seguinte forma:

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t)} \quad (16)$$

A Figura 7.4 ilustra a forma típica de $\lambda(t)$, característica de muitos componentes físicos, através do tempo de vida de um sistema/equipamento. $\lambda(t)$ é uma função densidade de probabilidade em função do tempo e não uma característica do desempenho real de um sistema/equipamento. Esta curva é normalmente conhecida como a “Curva de Banheira”.



Figura 7.4 - Variação da Taxa de Falhas ou de Avarias durante a vida de um sistema/equipamento.

A Fase Inicial ilustrada na Figura 7.4, é caracterizada pelas falhas que ocorrem no início de actividade de qualquer sistema ou equipamento, relacionando-se com problemas de montagem, instalação ou problemas de design e fabrico. Por outro lado, a Fase de Vida Útil caracteriza-se por uma Taxa de Falhas constante, normalmente devido a factores como excesso de carga e negligência na utilização dos equipamentos. Por fim, na Fase Final ou de Fadiga, observa-se um aumento rápido da Taxa de Falhas com o tempo, habitualmente devidas a envelhecimento e desgaste dos sistemas ou equipamentos.

Além do índice probabilístico tradicional utilizado para medir a Fiabilidade, outros índices são frequentemente referidos e utilizados, sobretudo relacionados com os sistemas e os seus requisitos ou especificações operacionais.

Neste contexto, na Efacec são elaboradas previsões de Fiabilidade para verificar se os sistemas/equipamentos se encontram dentro dos valores contratuais definidos. Os valores considerados para os parâmetros de Fiabilidade, têm origem em:

- Normas.
- Fornecedores/Fabricantes.
- Históricos de Registos de Manutenção.
- Dados de campo.

O índice frequentemente utilizado para medir a Fiabilidade dos diferentes sistemas/equipamentos desenvolvidos na Efacec é o MTBF. Este é uma medida básica de Fiabilidade para *items* reparáveis, ou seja, é o Tempo Médio entre Falhas, assumindo a possibilidade da reparação dos sistemas/equipamentos após a ocorrência de uma falha. A Figura 7.5 ilustra o que é o MTBF.

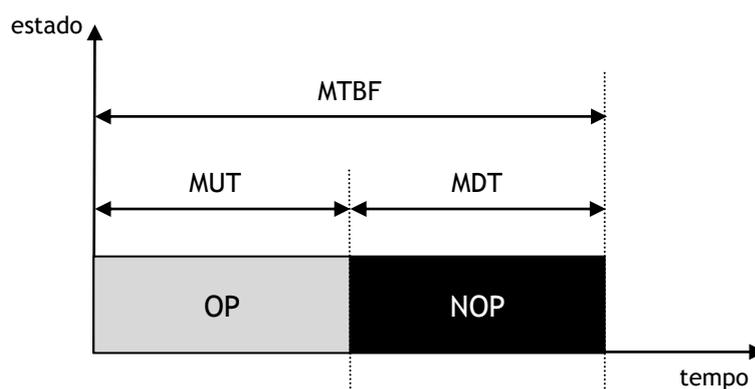


Figura 7.5 - Esquemática do MTBF.

Legenda:

OP - Sistema Operacional ; NOP - Sistema Não Operacional

MUT (*Mean Up Time*): tempo médio em que o sistema está operacional.

MDT (*Mean Down Time*): tempo médio em que o sistema está não operacional.

MTBF = MUT + MDT: normalmente expresso em horas.

Assim, verifica-se que o MTBF é uma variável geralmente usada na análise de Fiabilidade e Manutibilidade. O MTBF pode ser calculado como o inverso da Taxa de Falhas para sistemas ou equipamentos de Taxa de Falhas constante (distribuição exponencial) e Taxa de Falhas não constante (distribuição de Weibull).

No âmbito da Efacec para os estudos do MTBF, utiliza-se a aplicação da *Item Software*, módulo MIL 217, baseado na Norma Militar MIL-HDBK-217F, que permite calcular o MTBF de *items* e sistemas. Como exemplo, para calcular MTBF de cartas electrónicas, os inputs fornecidos ao *software* provêm de:

- *Datasheets* dos respectivos fornecedores.
- Dados retirados de normas.
- Dados de campo.

➤ MANUTIBILIDADE

A Manutibilidade é a capacidade de uma unidade funcional, dentro de certas condições de utilização, ser mantida ou reposta num estado que lhe permita desempenhar uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições determinadas, com os procedimentos e os meios prescritos, [51]. Assim, este factor associado ao conceito RAMS, é relativo à rapidez e facilidade com que as intervenções de manutenção dos sistemas/equipamentos podem ser realizadas.

A Manutibilidade é habitualmente medida pelo índice MTTR - *Mean Time To Repair*, ou seja, o Tempo Médio para Reparar. Cada um dos períodos de reparação, é medido desde o instante em que a equipa de manutenção inicia a intervenção até à sua conclusão com reposição da funcionalidade regular do sistema/equipamento, como ilustra a Figura 7.6.

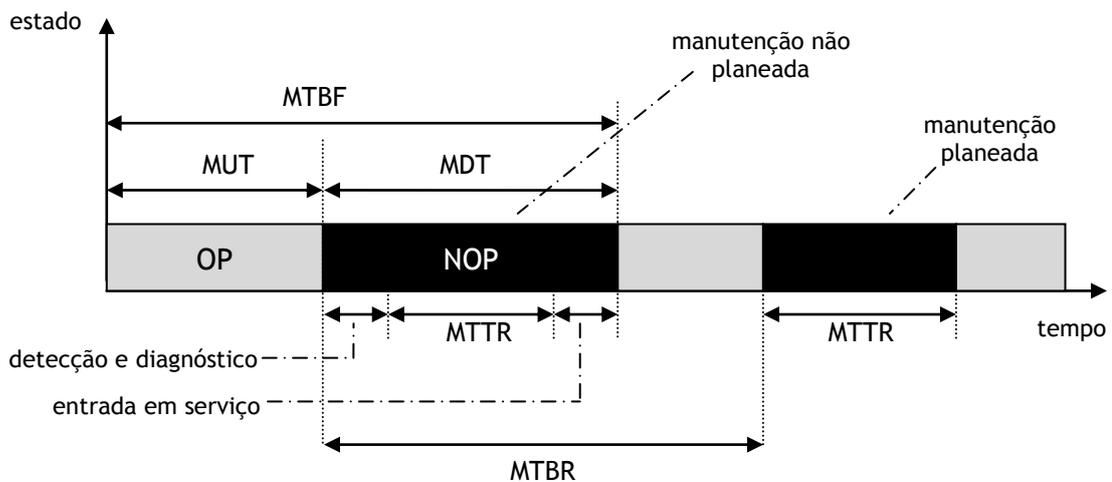


Figura 7.6 - Índice MTTR e MTBR - *Mean Time Between Repairs*.

No âmbito Efacec, a análise de manutenção preventiva ou planeada, consiste numa lista de tarefas definidas para serem executadas num sistema ou equipamento e pode incluir:

- Inspeções.
- Verificações funcionais.
- Intervenções periódicas nas peças e respectivas correcções e até mesmo a sua substituição.

A tarefa de manutenção preventiva é feita num intervalo de tempo regular. Para a análise de manutenção preventiva são fornecidos dados como:

- Intervalo entre actividades.
- Descrição de actividade a executar.
- Tempo, especialidade e número de pessoas precisas para as tarefas.
- Custo de material usado para as tarefas.

Por outro lado, a análise de manutenção correctiva ou reparação não planeada, consiste em acções de manutenção (remoção, substituição, reparação, etc.), e na definição de ferramentas, equipamentos de teste, e do tempo gasto para executar as tarefas. Para a análise de manutenção correctiva são fornecidos dados como:

1. Taxa de Avarias.
2. Tempo Médio de Reparação.
3. Número de homens.
4. Especialidade do homem.
5. Trabalho a executar para reparar a avaria.

As Tabelas 7.3 e 7.4 ilustram os templates, utilizados no âmbito Efacec, para registo dos dados de manutenção preventiva e correctiva.

Tabela 7.3 - Exemplo de template de manutenção preventiva.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA									
Código RAM	Descrição do Item	Tipo de Manutenção	Descrição da Tarefa	Tempo de operação (h)	Número de Homens	Especialidade	Periodicidade	Ferramentas especiais	Comentários

Tabela 7.4 - Exemplo de template de manutenção correctiva.

MANUTENÇÃO CORRECTIVA										
Código RAM	Descrição do Item	Modo de avaria	Descrição da Tarefa	Substituível (S/N)	Reparável (S/N)	MTTR	Número de Homens	Especialidade	Ferramentas especiais	Comentários

➤ DISPONIBILIDADE

A Disponibilidade é a capacidade de uma unidade funcional permanecer em estado de realizar uma determinada função dentro de condições determinadas, num dado instante ou num dado intervalo de tempo, supondo que estão assegurados os necessários meios exteriores, [51].

As paragens de um sistema/equipamento, referem-se ao período de indisponibilidade de operação regular desse sistema/equipamento dentro das suas especificações de funcionamento, resultante de uma incidência. Existe, assim, uma relação directa entre a Fiabilidade e a Disponibilidade de um sistema/equipamento, uma vez que as falhas deste poderão dar origem a períodos de indisponibilidade. Em termos algébricos a relação é a seguinte:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (17)$$

Desta forma, a previsão de Disponibilidade tem em conta a Fiabilidade prevista e a análise de manutenção correctiva. No âmbito Efacec, esta análise de manutenção correctiva tem em consideração o suporte logístico e a organização operacional das diversas equipas. O objectivo último é verificar se os valores contratuais, e não só, de Disponibilidade do sistema/equipamento são atingidos. Para este cálculo de Disponibilidade utilizam-se as técnicas de modelação de diagrama de blocos, através do módulo RBD da *Item Software*.

➤ SEGURANÇA

A Segurança é a ausência das condições que podem causar a morte, lesão, doença profissional, danos, perdas de equipamentos, bens ou danos ambientais.

De uma forma geral, a Segurança dos sistemas está relacionada essencialmente com a gestão de dois aspectos fundamentais: primeiro, os mecanismos de protecção e garantia da funcionalidade regular dos sistemas que não represente ameaças à integridade humana e ambiental; segundo, a Fiabilidade e as consequências humanas, sociais e ambientais resultantes de falhas dos sistemas ou outras causas internas ou externas.

Assim, o ciclo da Segurança inicia-se na concepção dos sistemas/equipamentos, nas suas características e mecanismos de desempenho, passando pela sua dependência da Fiabilidade e estendendo-se à gestão e minimização do risco inerente nas situações de perigo, resultantes da falha dos sistemas ou de outras situações anómalas (causas externas ou má operação dos sistemas). Neste sentido, é de certa forma clara a razão da inclusão da Segurança como factor RAMS, ao lado dos restantes factores - Fiabilidade, Disponibilidade e Manutibilidade. A Figura 7.7 ilustra os estados de Segurança de um sistema/equipamento.

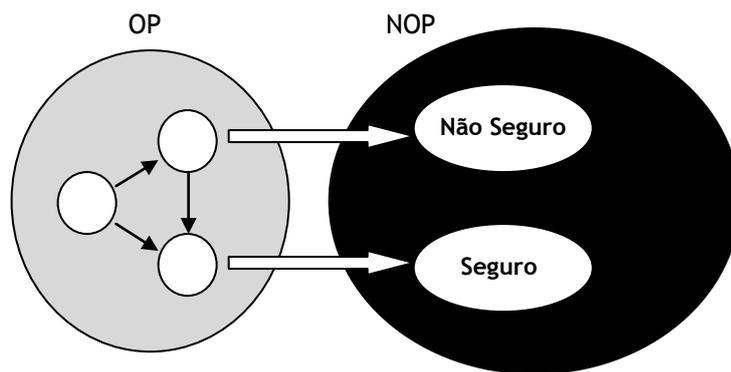


Figura 7.7 - Estados de Segurança sistema/equipamento.

É importante ter presente que Fiabilidade e Segurança não são sinónimos. Por exemplo, num estado seguro em caso de avaria, o sistema/equipamento não representa perigo mas a Fiabilidade é nula.

No âmbito da Efacec, inicialmente, a análise de Segurança foi introduzida no Projecto Metro do Porto, para o sistema SCADA. Normalmente, a análise de Segurança tem como objectivos:

1. Pesquisa, Listagem e Registo de Riscos
2. Análise de Riscos
3. Análise de Riscos de Operação e Manutenção
4. Avaliação das situações de Risco
5. Subrelatório de Segurança

Em jeito de conclusão, a análise RAMS consiste num processo de cálculo, que faz uma abordagem conjunta nas vertentes de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança. Esta análise é então formada por uma sequência de operações, executadas de forma explícita ou implícita, e que se enunciam de seguida:

- **Análise Funcional** - Com base numa estruturação e hierarquização dos sistemas/equipamentos por blocos funcionais, procede-se à definição das funções dos sistemas/equipamentos e padrões de desempenho conforme os serviços pretendidos. A Análise Funcional é um dos principais elementos para a modelação da Fiabilidade e FMECA. Normalmente, são considerados os seguintes parâmetros do sistema/equipamento: Função, Modo Operativo, Entradas (inputs), Saídas (outputs), Equipamento associado.
- **Definição de Modos de Falha e da respectiva Criticidade** - A FMECA, especifica as formas possíveis dos sistemas/equipamentos deixarem de cumprir as suas funções (modos de falha), o que causa cada falha funcional, o que acontece quando cada uma das falhas ocorre (efeitos da falha), e qual a importância de cada modo de falha.

- **Cálculo da Fiabilidade** - Associação de valores de Fiabilidade aos diversos blocos funcionais que traduzem de forma arborescente os equipamentos, sistemas, e subsistemas e obtenção da Fiabilidade resultante.
- **Definição do Modelo de Manutenção e respectivos Planos** - Definição das tarefas de manutenção consideradas importantes para se atingir os objectivos de desempenho pretendidos nomeadamente as acções de substituição, afinação ou inspecção, bem como limpeza e lubrificação.
- **Definição da Disponibilidade Previsional** - Análise da adequabilidade do plano de manutenção e características de Fiabilidade, com o objectivo de demonstrar que o sistema/equipamento pode cumprir as especificações de projecto, garantindo a Disponibilidade pretendida.
- **Determinação do Custo do Ciclo de Vida dos Equipamentos** - Cálculo do Custo global do sistema/equipamento considerando o investimento inicial, os custos de manutenção devidos a avarias, os decorrentes da implementação do plano de manutenção e inspecção proposto, incluindo mão de obra, utilização de sobresselentes, consumíveis, serviços, etc.

7.4 - Estudo de MTBF e Disponibilidade do EFAPOWER microPSM

Como referido na secção 7.2 as actividades de RAMS, para os produtos concebidos na Efacec mais significativos, estão relacionadas com estudos de MTBF e Disponibilidade. Assim, nesta secção apresentam-se os resultados de um estudo de MTBF e Disponibilidade efectuado pelo Sistema de Gestão do Grupo Efacec ao EFAPOWER microPSM, que como já foi referenciado, é um *item* ou subequipamento incluído na fonte de alimentação ininterrupta alvo de análise desta Dissertação.

Para se iniciar o estudo de MTBF e Disponibilidade, primeiro foram identificadas as unidades projectadas passíveis de serem removidas (LRUs) no EFAPOWER microPSM após uma falha:

- A. Carta microPSM - Carta 6SA030006A
- B. Consola de microPSM - Carta 6SA030005

Para a realização do cálculo de Fiabilidade do EFAPOWER microPSM foi utilizada a Norma Militar MIL-HDBK-217F.

Como referido nas secções anteriores, à semelhança de muitos outros sistemas/equipamentos do Grupo Efacec, o cálculo de Fiabilidade e Disponibilidade do EFAPOWER microPSM foi realizado com auxílio da aplicação da *Item Software*, que é baseada na norma anteriormente mencionada e nos módulos RBD e FMECA também já referidos. As seguintes referências também foram utilizadas para este estudo:

- Norma Militar MIL-HDBK-338B - *Electronic Reliability Design Handbook*.
- NP EN 50126-1: Aplicações Ferroviárias, Especificação e Demonstração de Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança.
- NP EN 13306:2007: Terminologia da manutenção.

7.4.1 - Carta microPSM

Esta é a principal carta electrónica do EFAPOWER microPSM. Realiza o controlo e a supervisão de módulos rectificadores que lhe estão associados e contém duas opções de montagem:

- Opção 1 - 24V e 48V
- Opção 2 - 110V e 220V

Na Figura 7.8 encontra-se a estrutura de componentes da carta microPSM, como dados de entrada do *software* utilizado para o cálculo de Fiabilidade e Disponibilidade.

- SystemMIL 217:: Micro PSM::FR=3.0133336::MTBF=331858.38
- IA, Plated Through Holes:: Placa de Circuito Impresso SA030006::FR=3.0133336::MTBF=331858.38
- Capacitor:: C32 - C PLIESMT RAD X2 22nF 630V::FR=2.624341e-7::MTBF=None
- Connector, General:: X12 - CON PCB SPADE::FR=0.002023505::MTBF=None
- Micro, Digital:: U6 - CI DIG HCMOS 74HC165::FR=0.00083323184::MTBF=None
- Fuse:: F1 - FUS VIDR 5x20 1A::FR=0.0099999998::MTBF=None
- Relay, Mechanical:: K1-6 - REL EM 1INV 5VCC 8A::FR=0.1961918::MTBF=None
- Connector, General:: X2,3,5-10,13 - BARRA 2,54x36PINOS::FR=0.002023505::MTBF=None
- Connector, General:: X4- CON MAC CI 2x8 VER::FR=0.002023505::MTBF=None
- Connector, General:: X11 - CON F48M MAC 3x16 HOR::FR=0.002023505::MTBF=None
- Detector, Isolator, Emit:: K7 - ACOP OPT 6N136::FR=0.044828065::MTBF=None
- Capacitor:: C25,30 - C 22nF 250VAC::FR=1.4101279e-6::MTBF=None
- Capacitor:: C36 - C ELT AL RAD 100uF 25V::FR=3.9165866e-7::MTBF=None
- Capacitor:: C35 - C ELT AL RAD 220uF 25V::FR=4.6953176e-7::MTBF=None
- External:: U5 - CONV DC DC CI 5V +15V::FR=5e-7::MTBF=None
- Transistor, LF Bipolar:: V1 - TR NPN W25 50V A1 BC847B::FR=0.0010289695::MTBF=None
- Transistor, HF Si FET:: V2 - TR MOSFET-N 0A3 60V::FR=0.60526961::MTBF=None
- Detector, Isolator, Emit:: K8 - ACOP OPT SFH6106-2T::FR=0.044828065::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: V6,8,9,11... - D 1A 1000V SM4007 MELF::FR=0.00112953::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: V10 - D SI 75V A25 BAS16::FR=0.00033467359::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: V3-5 - D DUPLD SERIE SW BAV99::FR=0.0018032417::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: V12,13 - D SHOT 40V 1A::FR=0.081750222::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: V14 - D ZN 15V 0w4 BZV55 SOD80C::FR=0.0070858896::MTBF=None
- Quartz Crystal:: B1 - CRT QTZ 16MHz::FR=0.0245975::MTBF=None
- Capacitor:: C1-3,5-7... - C MULT 1206X7R 100nF 63V::FR=1.6937858e-5::MTBF=None
- Resistor:: R40,C40 - R FILM 1206 330R W25::FR=9.6794356e-5::MTBF=None
- Capacitor:: C34 - C MULT 1206X7R 47nF 63V::FR=9.442719e-7::MTBF=None
- Capacitor:: C4,8 - C MULT 1206 COG 15pF 63V::FR=7.3032709e-7::MTBF=None
- Capacitor:: C29 - C MULT 1206X7R 1nF 63V::FR=6.6774129e-7::MTBF=None
- Capacitor:: C12,23,33,41 - C ELT TANT C 10uF 16V::FR=8.1560602e-6::MTBF=None
- Capacitor:: C17,22,26,27 - C ELT TANT C 1uF 16V::FR=0.0094541386::MTBF=None
- Capacitor:: C39 - C ELT TANT D 15uF 20V::FR=0.0044061872::MTBF=None
- Resistor:: R4 - R FILM 1206 20K W25::FR=2.2974826e-5::MTBF=None
- Resistor:: R42 - R FILM 1206 22K W25::FR=3.1947744e-5::MTBF=None
- Resistor:: R2,5,7-10 - R FILM 1206 100K W25::FR=7.3587689e-5::MTBF=None
- Resistor:: R1 - R FILM 1206 1K W25::FR=7.3901618e-5::MTBF=None
- Resistor:: R6,37 - R FILM 1206 10K W25::FR=9.9927238e-6::MTBF=None
- Resistor:: R47 - R FILM 1206 24R W25::FR=0.00013425971::MTBF=None
- Resistor:: R21 - R FILM 1206 6K8 W25::FR=3.4956116e-5::MTBF=None
- Resistor:: R36 - R FILM 1206 220R W25::FR=5.6688583e-5::MTBF=None
- Resistor:: R11 - R INT 1K W06 8RES::FR=0.00056751008::MTBF=None
- Resistor:: R12 - R INT 10K W06 8RES::FR=0.00023119242::MTBF=None
- Resistor:: R14,17,18,20... - R FILM 1206 2K2 W25::FR=0.00094106898::MTBF=None
- Resistor:: R48 - R FILM 1206 1K2 W25::FR=9.9308592e-5::MTBF=None
- Resistor:: R41 - R FILM 1206 3K3 W25::FR=4.8397178e-5::MTBF=None
- Resistor:: R44 - R FILM 1206 470R W25::FR=4.2050418e-5::MTBF=None
- Resistor:: R12 - R FILM 1206 100R W25::FR=7.7001525e-5::MTBF=None
- Resistor:: R13 - R FILM 1206 47K W25::FR=1.6481123e-5::MTBF=None
- Resistor:: R19,24-26,33,38 - R FILM 1206 82K W25::FR=3.3537548e-5::MTBF=None
- Resistor:: R39,43 - R FILM 1206 39K W25::FR=1.5031676e-5::MTBF=None
- Resistor:: R11 - R FILM 1206 3K9 W25::FR=4.3555163e-5::MTBF=None
- Resistor:: R3,16 - R FILM 1206 4K7 W25::FR=8.0912716e-5::MTBF=None
- Resistor:: R29,32 - R FILM 1206 1K W25::FR=6.2737803e-5::MTBF=None
- Resistor:: R49 - R FILM 1206 4R7 W25::FR=0.00025375129::MTBF=None
- Resistor:: R45 - R FILM 1206 2R2 W25::FR=0.00034111456::MTBF=None
- Micro, Linear:: U1 - CI TRANS ARRAY ULN2003A::FR=0.0010031265::MTBF=None
- Micro, Digital:: U2 - CI ANLG AMPOP 324::FR=0.22247316::MTBF=None
- Micro, Linear:: U10 - CI PWM CTR 40KHZ NCP1200A S08::FR=0.00073671452::MTBF=None
- Micro, Digital:: U7,8 - CI REF DE U 5V LM336-5 S08::FR=0.0017073363::MTBF=None
- Coil:: L1-4 - IND 330uH 0A14::FR=0.00013976835::MTBF=None
- Microprocessor, Digital:: U3 - CI MC 8BIT ATMEGA8535::FR=0.019829435::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: U4 - CI CNT U 4V35::FR=0.0061636562::MTBF=None
- Transistor, HF Si FET:: V7 - TR MOSFET IRFBG20::FR=1.6879557::MTBF=None
- Diode, Low Frequency:: U11 - CI CNT U 1V35::FR=0.0061636562::MTBF=None
- Micro, Digital:: U9 - CI AMP OP::FR=0.0034205883::MTBF=None
- Transformer:: T1 - TF RM8 FLYBACK TF::FR=0.0064291116::MTBF=None
- Transistor, LF Bipolar:: V1 - TR PNP W50 65V A10::FR=0.0015973739::MTBF=None
- Capacitor:: C MULT 0603X7R 220nF 25V::FR=5.1832785e-6::MTBF=None
- Capacitor:: C CER MULT X7R 0.1uF::FR=1.6345516e-6::MTBF=None
- Capacitor:: C MULT 1206X7R 4nF7::FR=6.4930413e-7::MTBF=None
- Resistor:: R CAM MULT 27K W60::FR=1.0006173e-5::MTBF=None

Figura 7.8 - Componentes da carta microPSM.

Os resultados obtidos para o MTBF e Taxa de Falhas (*Failure Rate*) desta carta encontram-se na Tabela 7.5:

Tabela 7.5 - MTBF, Taxa de Falhas (λ) e origem dos dados para a carta microPSM.

CARTA I/O	λ (h^{-1})	MTBF (h)	MTBF (anos)	ORIGEM DADOS
Opção 1 - 24V e 48V	$3,01333 \times 10^{-6}$	331858	37,88	MIL-HDBK-217F
Opção 2 - 110V e 220V	$3,01333 \times 10^{-6}$	331858	37,88	MIL-HDBK-217F

Como se verifica na Tabela 7.5, os valores para a Opção 1 e Opção 2 são iguais. Isto acontece, porque da Opção 1 para Opção 2 apenas o transformador existente na carta microPSM é diferente. Verifica-se então, que tal facto não altera os resultados.

7.4.2 - Consola de microPSM

Esta consola do EFAPOWER microPSM tem como função monitorizar o processo de controlo. Essa monitorização é realizada através dos LEDs existentes na placa frontal do EFAPOWER microPSM.

Na Figura 7.9 encontra-se a estrutura de componentes da consola de microPSM, como dados de entrada do *software* utilizado para o cálculo de Fiabilidade e Disponibilidade.



Figura 7.9 - Componentes da consola de microPSM.

Os resultados obtidos para o MTBF e Taxa de Falhas (*Failure Rate*) desta estrutura encontram-se na Tabela 7.6:

Tabela 7.6 - MTBF, Taxa de Falhas (λ) e origem dos dados para a consola de microPSM.

CARTA I/O	λ (h^{-1})	MTBF (h)	MTBF (anos)	ORIGEM DADOS
Consola de microPSM	$3,029 \times 10^{-6}$	330125	37,69	MIL-HDBK-217F

Na Tabela 7.7 encontra-se um resumo dos resultados obtidos para o cálculo do MTBF dos subsistemas e das várias opções do equipamento EFAPOWER microPSM. Também estão presentes os valores de tempo médio para reparar (MTTR), estimados pelo gestor do projecto deste equipamento, tendo em conta os seguintes parâmetros:

- Tempo de Diagnóstico
- Tempos de acesso
- Tempo para reparações / tempo de substituição
- Tempo para ensaio / tempo de arranque

Tabela 7.7 - MTBF, Taxa de Falhas (λ), MTTR e origem dos dados para todos os subsistemas do EFAPOWER microPSM.

Descrição	λ (h^{-1})	MTBF (h)	MTBF (anos)	MTTR (min)	MTTR (h)	ORIGEM DADOS
Carta microPSM Opção 1 - 24V e 48V	$3,01333 \times 10^{-6}$	331858	37,88	30	0,5	MIL-HDBK-217F
Carta microPSM Opção 2 - 110V e 220V	$3,01333 \times 10^{-6}$	331858	37,88	30	0,5	MIL-HDBK-217F
Consola de microPSM	$3,029 \times 10^{-6}$	330125	37,69	30	0,5	MIL-HDBK-217F

7.4.3 - Diagrama de Blocos

Por último, falta referir os diagramas de blocos que permitem calcular o MTBF do produto EFAPOWER microPSM. Como já foi mencionado nas secções anteriores, os diagramas de blocos são modelizados através da ferramenta RBD da *Item software*.

Neste *software*, cada bloco representa uma LRU (neste caso, carta microPSM e consola de microPSM) para o qual se introduz o respectivo valor de MTBF e de Taxa de Falhas, considerando uma distribuição exponencial. Como se observou anteriormente, apesar de existirem duas opções para o EFAPOWER microPSM os valores obtidos no cálculo de todos os parâmetros são os mesmos.

Na Figura 7.10 é apresentado o diagrama de blocos para a Opção 1 (24V e 48V), uma vez que para a Opção 2 (110V e 220V) é considerada a mesma estrutura.

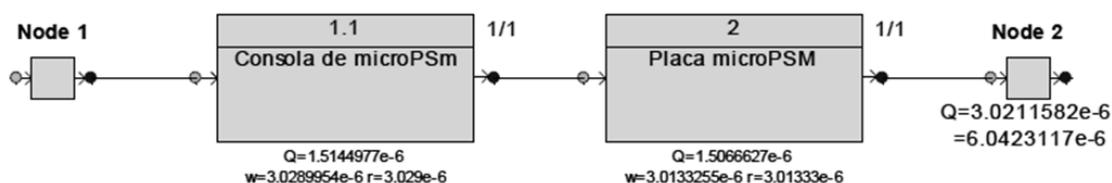


Figura 7.10 - Diagrama de blocos RBD para o EFAPOWER microPSM Opção 1 - 24V e 48V.

Desta forma, após introduzidos os diagramas de blocos RBD e os respectivos parâmetros, na aplicação da *Item Software*, esta fornece o MTBF, a Disponibilidade e o MTTR resultantes para o equipamento EFAPOWER microPSM, Tabela 7.8:

Tabela 7.8 - Taxa de Falhas (λ), MTBF, MTTR Resultante e Disponibilidade para as Opções 1 e 2 do equipamento EFAPOWER microPSM.

Descrição	λ (h^{-1})	MTBF (h)	MTBF (anos)	MTTR Resultante (h)	DISPONIBILIDADE (%)
EFAPOWER microPSM Opção 1 e 2	$6,04233 \times 10^{-6}$	165499,1	18,9	0,4975	99,999698

7.5 - Conclusões

Neste capítulo foram explorados alguns dos aspectos essenciais relacionados com a análise da Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança, dos sistemas/equipamentos, referenciada como RAMS. Desta forma, efectuou-se uma breve introdução aos diferentes factores RAMS e a alguns dos índices mais significativos para esta análise, ilustrando-se posteriormente, a aplicabilidade destes conceitos ao EFAPOWER microPSM.

Como conclusão deste capítulo, é importante referir que incorporação da análise RAMS no seio de uma empresa de desenvolvimento de produtos de base tecnológica é, no global, um processo essencialmente estruturante e complexo, que conduz à optimização do desempenho dos sistemas/equipamentos. De facto, a análise RAMS procura integrar e sistematizar a concepção, o fabrico, a operação e a manutenção dos sistemas/equipamentos, afectando de forma transversal todas as entidades que participam directamente no seu ciclo de vida.

No Capítulo 8 apresentam-se as conclusões desta Dissertação.

Capítulo 8

Conclusões e Trabalhos Futuros

8.1 - Conclusões

No decorrer desta Dissertação, foram estudadas e analisadas as diferentes etapas que constituem o processo de Marcação CE de um equipamento electrónico desenvolvido na Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A.. Este processo, como se verificou, é de extrema importância para introdução de novos produtos, quer sejam eléctricos/electrónicos ou de outro tipo, no Mercado Único Europeu. Neste contexto, foram apresentadas as Directivas “Nova Abordagem” utilizadas para a realização deste trabalho, assim como as Normas Europeias Harmonizadas, que estabelecem regras, procedimentos e métodos de ensaio, que permitiram avaliar a conformidade do equipamento em estudo com os requisitos aplicáveis.

A análise dos requisitos de segurança, segundo a Directiva “Nova Abordagem” de Baixa Tensão, revelou-se longa e bastante exigente sendo que, no final, se verificou que o equipamento em estudo cumpre com todos os requisitos essenciais relativos à segurança exigidos pela Norma EN 60950-1. Desta avaliação, ficou evidente que um sistema ou equipamento concebido sobre as boas práticas de segurança leva a uma redução do tempo e do custo da certificação de segurança, salvaguardando, particularmente, a ocorrência de falhas nos testes/ensaios que exigiriam um esforço de reformulação com elevados prejuízos para a empresa.

Com esta Dissertação, exploraram-se também os conceitos e os requisitos da Directiva “Nova Abordagem” de Compatibilidade Electromagnética que, paralelamente às exigências de segurança, devem ser cumpridos para obtenção de Marcação CE no equipamento alvo deste trabalho. Desta análise, verificou-se que para garantir os requisitos mínimos de qualidade em termos de compatibilidade electromagnética, é necessário assegurar o correcto funcionamento de um equipamento em ambientes susceptíveis a perturbações electromagnéticas, assim como limitar as perturbações electromagnéticas introduzidas pelo próprio no ambiente que o rodeia. Analisaram-se, assim, os conceitos de interferência

electromagnética segundo a forma de perturbações conduzidas e radiadas, referindo os fenómenos de emissão e imunidade electromagnética para os quais o equipamento alvo deste estudo deverá possuir um nível de protecção adequado. Ilustraram-se, por exemplo, dentro de muitos outros aspectos, o modo de funcionamento de um conversor *boost* PFC, que possibilita a modelação da corrente de entrada dos módulos rectificadores, de forma a obter altos factores de potência e baixa distorção harmónica total, assim como a necessidade da colocação de um filtro para atenuação das emissões conduzidas do sistema, injectadas na rede de energia eléctrica. Para cumprir estes propósitos, devem ser introduzidas regras na fase de projecto, produção e instalação do equipamento.

Após a realização dos Ensaios de Compatibilidade Electromagnética, em conformidade com as Normas Europeias aplicáveis, verificou-se que o equipamento em estudo obteve resultados válidos que traduzem o desempenho satisfatório do mesmo no seu ambiente electromagnético.

Por outro lado, na parte final desta Dissertação, apresentaram-se alguns dos aspectos essenciais relacionados com a análise da Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança, de sistemas/equipamentos, conhecida como RAMS. A análise dos diferentes factores RAMS e dos índices mais significativos utilizados no âmbito Efacec, como o MTBF, Taxa de Falhas e Disponibilidade, possibilitou demonstrar a sua aplicação à unidade de supervisão e controlo EFAPOWER microPSM. Desta forma, ficou ilustrado que a análise RAMS procura integrar e sistematizar a concepção, o fabrico, a operação e a manutenção dos sistemas/equipamentos, afectando de forma transversal todas as entidades que participam directamente no seu ciclo de vida.

8.2 - Trabalhos Futuros

Após o estudo e análise de todos os aspectos referidos anteriormente, esta Dissertação realizada em ambiente empresarial, teve como objectivos avaliar a conformidade dos dois equipamentos referidos no Capítulo 1 com os requisitos das Directivas Europeias, no que respeita à Segurança e à Compatibilidade Electromagnética.

Deste modo, pretendeu-se com que este trabalho, demonstrar de forma clara as etapas necessárias para que os equipamentos em causa e futuros equipamentos da empresa Efacec - Sistemas de Electrónica, S.A. obtenham a Marcação CE.

Por fim, referir que o processo de Marcação CE do EFAPOWER CIB S 48V/6x50A C/Módulos SMi2800 + miniPSM foi concluído com sucesso, após correcções de diversas falhas sobretudo ao nível dos requisitos de segurança, e posterior revisão no Dossier Técnico de Construção, encontrando-se no anexo G deste documento a respectiva Declaração CE de Conformidade.

No que respeita ao equipamento objecto desta Dissertação, EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19'' 2U, verificou-se que todos os requisitos da legislação aplicável estão

salvaguardados, estando concluída também toda a documentação técnica que o comprova (Dossier Técnico de Construção, Manual do Utilizador, etc.), faltando apenas a emissão, por parte dos Serviços da Qualidade do Grupo Efacec, da respectiva Declaração CE de Conformidade, que frequentemente é um processo demorado e algo burocrático.

Referências

- [1] Instituto Português da Qualidade - IPQ. Disponível em http://www.ipq.pt/backhtmlfiles/ipq_mei.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [2] A. A. de Azambuja. (Novembro/Dezembro, 2007). Exigência para Entrada e Circulação de Produtos na Comunidade Europeia. *Artigo Técnico Tecnicouro*. Disponível em http://www.tecnicouro.com.br/materias/231_at.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [3] AEPortugal - Associação Empresarial de Portugal. (Novembro, 2006). *Marcação CE*. Disponível em <http://www.aeportugal.pt/Inicio.asp?Pagina=/Areas/Qualidade/FerramentasQualidadeM arcacao&Menu=MenuQualidade>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [4] Europa - Sínteses da legislação da UE. (Novembro, 2008). *Marcação CE de conformidade*. Disponível em http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/l 21013_pt.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [5] Enterprise Europe Network. *O que é a Marcação CE ?*. Disponível em <http://www.enterpriseeuropenetwork.pt/info/mercadounico/marcacao/Paginas/default .aspx>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [6] Universidade de Aveiro - Serviços de Documentação. *Normas Técnicas*. Disponível em <http://www.doc.ua.pt/PagelImage.aspx?id=5459>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [7] Apomed - Associação Portuguesa das Empresas de Dispositivos Médicos. *Normalização*. Disponível em <http://www.apomed.pt/?p=MenuPage&MenuId=4>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [8] Comité Européen de Normalisation. *About Us*. Disponível em <http://www.cen.eu/cen/AboutUs/WhatIsCEN/Pages/default.aspx>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [9] ANACOM - Autoridade Nacional de Comunicações. *Organizações*. Disponível em <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=167982>. Último acesso em 12/Junho/2010.

- [10] Ferramenta de Competitividade - Normalização. *Normas Internacionais*. Disponível em http://www.normalizacao.cni.org.br/normas_tecnicas_internacionais.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [11] R. Fernandes. Marcação CE. Disponível em http://www.ipg.pt/backfiles/MarcacaoCE_2.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [12] Directiva 2004/108/CE de 15 de Dezembro de 2004. *Jornal Oficial da União Europeia* - 31.12.2004. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia.
- [13] Wikipedia, the free encyclopedia. *CE Mark*. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/CE_mark. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [14] B.Singh, B. N. Singh, A. Chandra, K. Al-Haddad, A. Pandey and D. P. Kothari. (October, 2003). A Review of Single-Phase Improved Power Quality AC-DC Converters. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, VOL. 50, NO. 5. pp. 962-981.
- [15] J. Zhang, M. M. Jovanović and F. C. Lee. (1999). Comparison Between CCM Single-Stage And Two-Stage Boost PFC Converters. *Fourteenth Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition*. VOL. 1. pp. 335-341.
- [16] V. F. Pires, J. F. Silva. (2002). Rectificadores com factor de potência quase unitário. *Conferência Científica e Tecnológica em Engenharia*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL. Lisboa. pp. 1-8.
- [17] N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. (1995). *Power Electronics - Converters, Applications and Design*. Second Edition, John Wiley & Sons INC. ISBN-13: 978-0471584087.
- [18] C. Rech. *Electrônica de Potência II - Capítulo 3*. Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Disponível em http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/cassiano/materiais/EPOII__Capitulo_3__Forward.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [19] Instituto Electrotécnico Português - IEP. Disponível em <http://www.iep.pt/iep/index.asp>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [20] EN 60950-1 (IEC 60950-1:2005, modified). Norma Europeia Harmonizada. *Information technology equipment - Safety, Part 1: General requirements*.
- [21] EN 62040-1 (IEC 62040-1: 2008). Norma Europeia Harmonizada. *Uninterruptible power systems (UPS), General and safety requirements for UPS*.
- [22] B. Mammano, L. Bahra. (2005). *Safety Considerations in Power Supply Design*. TI Online Training Course Description. Disponível em <http://focus.ti.com/lit/ml/slup227/slup227.pdf>. Último acesso em 29/Maio/2010.
- [23] K. Lawrence. *Safety Fact Sheet 7*. REO. Disponível em http://www.reo.co.uk/files/safety_7_-_low_voltage_directive.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.

- [24] J. L. Costa. (2004). *Sistemas de Automação - Segurança eléctrica e desempenho*. Instituto Superior Técnico - IST. Disponível em http://users.isr.ist.utl.pt/~pjcro/cadeiras/api0304/pdfs/SEM_G.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [25] H. Ahmadi. *Calculating Creepage and Clearance Early Avoids Design Problems Later*. Compliance Engineering. Disponível em <http://www.ce-mag.com/ce-mag.com/archive/01/03/ProductSafety.html>. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [26] C. R. Paul. (2006). *Introduction to Electromagnetic Compatibility*. Second Edition, John Wiley & Sons INC. ISBN-13: 978-0471755005.
- [27] M. B. de Liz. (2003). *Contribuição para a redução da Interferência Eletromagnética em Fontes Chaveadas*. Tese para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Eléctrica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 168 pp.
- [28] L. C. M. Schlichting. (2003). *Contribuição ao estudo da Compatibilidade Electromagnética aplicada aos Conversores Estáticos*. Tese para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Eléctrica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 126 pp.
- [29] M. B. de Liz. (1999). *Introdução à Compatibilidade Electromagnética em Conversores Estáticos*. Tese de Mestrado em Engenharia Eléctrica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 89 pp.
- [30] L. Menéres. (Fevereiro 2000). Compatibilidade Electromagnética. *Revista ISQ*. Disponível em http://www.quemc.biz/files/ARTIGO EMC - _Revista ISQ_Fev_2000.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [31] Instituto Brasileiro de Ensaio de Conformidade - IBEC. *Apresentação do Laboratório de EMC & de Segurança Eléctrica (telecom.)*. Disponível em http://www.ibec.com.br/download/Apostila_EMC.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [32] Instituto Brasileiro de Ensaio de Conformidade - IBEC. *Certificação ANATEL de Equipamentos de Telecomunicações e os Ensaio de Compatibilidade Electromagnética*. Disponível em http://www.ibec.com.br/download/Apostila_EMC_Telecom.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [33] J. A. P. Lopes. *Perturbações na Tensão e seus Impactos na Exploração de Redes Eléctricas Industriais*. Instalações Eléctricas Industriais - Textos de apoio sobre qualidade da onda. Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto. Disponível em http://paginas.fe.up.pt/~jpl/textos/QUAT_FF.pdf. Último acesso em 12/Junho/2010.

- [34] EN 61000-3-3 (IEC 61000-3-3: 2008). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current <16A per phase and not subject to conditional connection.*
- [35] EN 61000-3-2 (IEC 61000-3-2: 2005). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for Harmonic current emissions (equipment input current <16A per phase).*
- [36] H. W. Ott. (2009). *Electromagnetic Compatibility Engineering*. First Edition, John Wiley & Sons INC. ISBN-13: 978-0470189306.
- [37] K. Armstrong, T. Williams. *EMC Testing Part 2 - Conducted Emissions*. EMC Information Center. Disponível em http://www.compliance-club.com/archive/old_archive/010422.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [38] CISPR 22 (2005). Norma Harmonizada Europeia. *Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.*
- [39] K. Armstrong, T. Williams. *EMC Testing Part 3 - Fast Transient Burst, Surge, Electrostatic Discharge*. EMC Information Center. Disponível em http://www.compliance-club.com/archive/old_archive/010619.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [40] ETSI EN 300386 V1.4.1 (2008). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability and Radio Spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; Electromagnetic Compability (EMC) requirements.*
- [41] EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2: 2008). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability (EMC), Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test.*
- [42] EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3: 2006). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability (EMC), Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.*
- [43] The Scottish Government Publications. *Evaluating the Effect of EMI in Transceivers*. Disponível em www.scotland.gov.uk/Publications/2008/07/24093409/6. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [44] EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4: 2004). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability (EMC), Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test.*
- [45] EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5: 2005). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability (EMC), Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test.*

- [46] K. Armstrong, T. Williams. *EMC Testing Part 5 - Conducted Immunity*. EMC Information Center. Disponível em http://www.compliance-club.com/archive/old_archive/011021.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.
- [47] EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6: 2008). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability (EMC), Part 4-5: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*.
- [48] EN 61000-4-11 (IEC 61000-4-11: 2004). Norma Europeia Harmonizada. *Electromagnetic compability (EMC), Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltages dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*.
- [49] M. N. da Silva Leocádio. (2004). *Sobre a Incorporação RAMS no Desenvolvimento de Produtos de Base Tecnológica: Uma Abordagem Holística a Veículos Ferroviários*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão de Tecnologia. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa. 128 pp.
- [50] MIL-HDBK-217F (1995). Norma Militar. *Reliability Prediction of Electronic Equipment*
- [51] NP 3003-14 (2001). Norma Portuguesa. *Tecnologias da Informação - Vocabulário - Parte 14: Fiabilidade, Manutibilidade, Disponibilidade*.
- [52] Europa - O Portal da União Europeia. *Mercado Interno*. Disponível em http://europa.eu/pol/singl/index_pt.htm. Último acesso em 12/Junho/2010.

Anexos

Anexo A

**Esquema Eléctrico EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack
19'' 2U**

EFAPOWER CIB S 48V/40A em Rack 19" 2U

Alterou	09-04-01	L. Santos	Resumo da Alteração	PAP SA09053
Verificou				
Aprovou	09-04-01	A. Araújo		
Índice da Revisão	A			

GAMA DO EQUIPAMENTO: - EFAPOWER CIB SWITCHING

TIPO DE EQUIPAMENTO: - EFAPOWER CIB S 48V/40A

Plano Inspeção Ensaio: - PIE SE/GQ-SA94000N

CARACTERISTICAS DE ENTRADA CA

TENSAO NOMINAL / FREQUENCIA: - 230V+N / 50Hz

CORRENTE NOMINAL: - 14A / MÓDULO

CARACTERISTICAS DE SAIDA CC

TENSAO NOMINAL: - 48V

CORRENTE NOMINAL: - 40A

CLASSE POTENCIA SONORA: - C

PAG.	INDICE
1	CAPA DO DOSSIER
2	CIRCUITO DE POTENCIA
3	CIRCUITO DE AUXILIARES

PROJECTO Nº: -

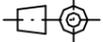
CLIENTE: -

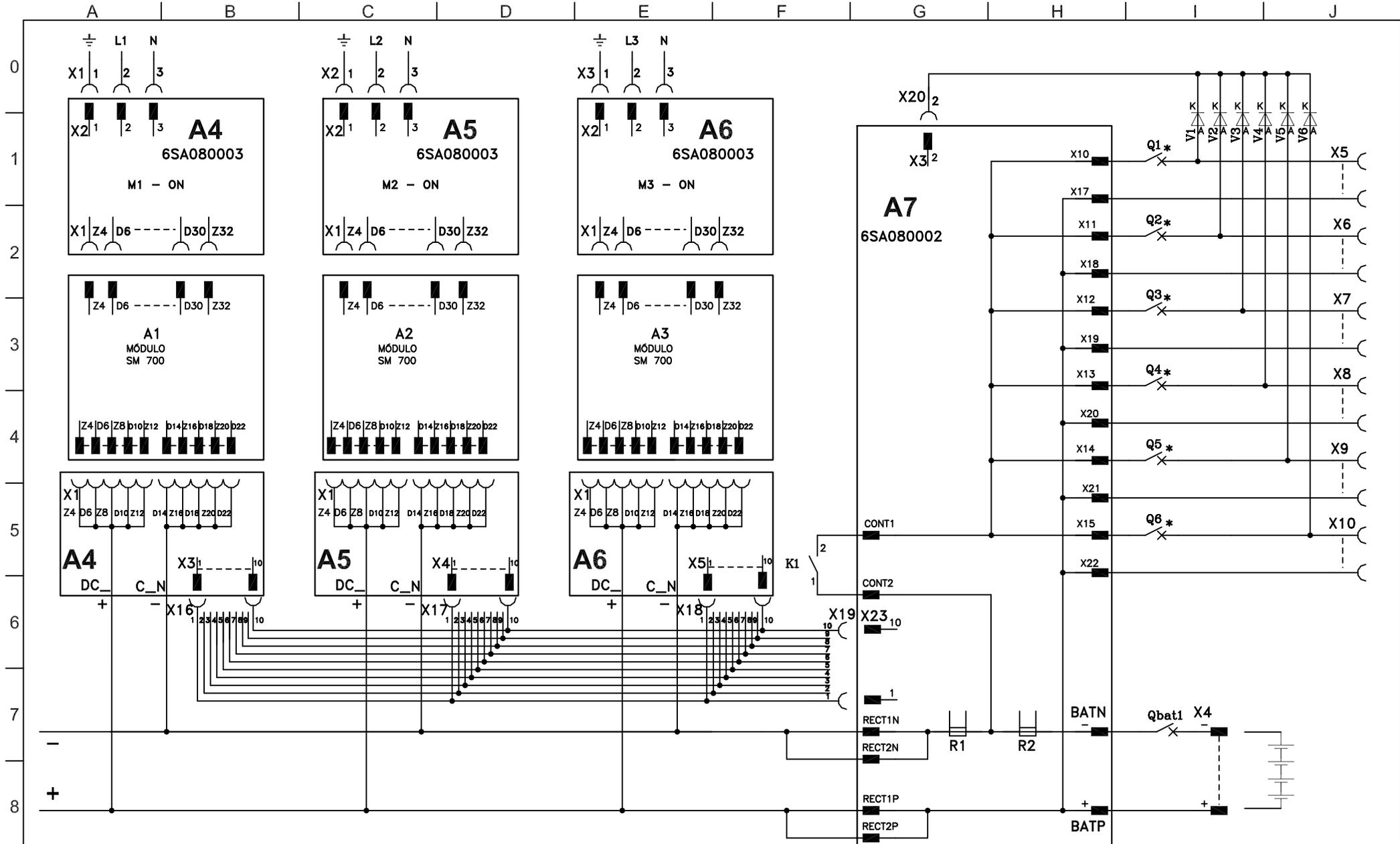
LOCAL: -

QUANTIDADE: -

DATA: -

SA/CH	SA/AC	SA/FA	SE/GQ
SA/MK	SA/ARM	SA/PE	
SA/GO	SA/CO	SA/DE	
Difusão de Planos			

 Sistemas de Electrónica, S.A.	Desenhou	08-05-21	B.Ferreira	Pagina
	Verificou			Nº 1
	Aprovou	08-05-21	A. Araújo	DE 3
	Direct. do Auto Cad			081078A_1
	Substitui o Desenho			-
SIST ISO	TITULO DO DESENHO			Numero do desenho
	EFAPOWER CIB S 48V / 40A em rack 19" 2U			Esc. Tol. Rev.
	4SA081078			- - A



* - DISJUNTOR COM CALIBRE A DESIGNAR

DESIGNAÇÃO	CALIBRE
Q1	
Q2	
Q3	
Q4	
Q5	
Q6	



Sistemas de Electrónica, S.A.
Sistemas de Alimentação

Desenhou	08-05-21	B.Ferreira	Página
Verificou			Nº 2
Aprovou	08-05-21	A. Araújo	DE 3
Direct. do Auto Cad	081078A_2		
Substitui o Desenho	-		
SIST ISO	TITULO DO DESENHO	Numero do desenho	Esc. Tol. Rev.
	EFAPOWER CIB S 48V / 40A em rack 19" 2U	4SA081078	- - A

Anexo B

Declaração CE de Conformidade - Módulos Rectificadores SM700



Saft power systems

DECLARATION "CE" DE CONFORMITE N° DC 07001

Nous, SAFT POWER SYSTEMS
Zone Industrielle N°1
10, Rue Jean-Perrin
B.P. 359
37173 CHAMBRAY-LES-TOURS CEDEX

Déclarons que le produit :
SM 700 référence **AR990AA**

Satisfait aux dispositions des Directives du Conseil :
DIRECTIVE CEM N°89/336/CEE du 03/05/89 modifiée par la Directive N°92/31/CEE du 28/04/92 et par la Directive N°93/68/CEE du 22/07/93.
DIRECTIVE BASSE TENSION N°73/23/CEE du 19/02/73 modifiée par la DIRECTIVE N°93/68/CEE du 22/07/93.

et sont conformes aux normes ou autres documents normatifs suivants:

1) Directive CEM :
- Normes EN 61000-6-1 (10/01), EN 61000-6-2 (10/01), EN 61000-6-3 (10/01), EN 61000-6-4 (10/01), EN 300386 (04/05).
- Procédure SAFT AQ 1011 150 indice D

2) Directive basse tension :
- Norme EN 60950-1 (12/01)
- Procédure SAFT AQ 1011 156 indice D

Informations complémentaires:
Système qualité de SAFT POWER SYSTEMS FRANCE conforme à la norme ISO 9001 certifié par l'AFAQ (certificat N° 1995/1610/F)
Dossiers techniques N° CE 07008 (CEM et basse tension)
Année d'approbation du marquage : 2007

"EC" CONFORMITY DECLARATION N° DC 07001

We, SAFT POWER SYSTEMS
Zone Industrielle N°1
10, Rue Jean-Perrin
B.P. 359
37173 CHAMBRAY-LES-TOURS CEDEX

Declare that products
SM 700 reference **AR990AA**

Satisfies dispositions of the Directive council :
DIRECTIVE EMC N°89/336/CEE dated 03/05/89 modified by Directive N°92/31/CEE dated 28/04/92 and by Directive N°93/68/CEE dated 22/07/93.
DIRECTIVE LOW VOLTAGE N°73/23/CEE dated 19/02/73 modified by Directive N°93/68/CEE dated 22/07/93.

and complies to following standards or other normatives documents :

1) Directive EMC :
- Standards EN 61000-6-1 (10/01), EN 61000-6-2 (10/01), EN 61000-6-3 (10/01), EN 61000-6-4 (10/01), EN 300 386 (04/05)
- Procédure SAFT AQ 1011 150 index D

2) Directive low voltage :
- Standard EN 60950-1 (12/01)
- Procédure SAFT AQ 1011 156 index D

Additional informations :
Quality systems of SAFT POWER SYSTEMS FRANCE is certified ISO 9001 by AFAQ (Certificate N° 1995/1610/F)
Technical files N° CE 07008 (EMC and low voltage)
Year in which the CE mark was affixed : 2007

Tours le :
27/03/2007

JL DELPORTE
Directeur SAFT Power Systems
General manager

DC_07001.DOC

Anexo C

**Dossier Técnico de Construção - EFAPOWER CIB S 48V/40A
c/microPSM Rack 19'' 2U**

Dossier Técnico de Construção

EFAPOWER CIBS 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U

Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE

Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE

Destinatários:

Nome	Área da Empresa / Exterior	Cópia
Filipe Cruz	SE/SA/OP	1
Casimiro Barbosa	SQ	1
Álvaro Rocha	SA/OP/FA	1
António Guimarães	SA/EN	1
Nuno Queirós	SA/OP/AT	1
André Araújo	SA/OP/GC	1

Registo de revisões:

Índice	Data	Substitui o documento	Motivo da revisão

Este documento encontra-se disponível para consulta na página de SE/GQ na Intranet. As cópias em papel controladas e distribuídas por SE/GQ são as constantes da lista acima e são identificáveis por estarem assinadas na coluna da direita da lista. Impressões ou fotocópias deste documento não são controladas por SE/GQ sendo da responsabilidade de quem as efectuar, o seu controlo e actualização.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 1/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

DOSSIER TÉCNICO DE CONSTRUÇÃO

Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE
Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE

**EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19''
2U**

Dado que, como se verá no desenvolver deste documento, se cumprem os Requisitos Essenciais de todas as Normas Harmonizadas aplicáveis que conferem a Presunção de Conformidade segundo as Directivas Comunitárias 2006/95/CE e 2004/108/CE, não seria obrigatório o uso do Dossier Técnico de Construção. No entanto, por razões de melhor controlo documental e para fazer o resumo de vários aspectos envolvidos no processo de Marcação CE, o Dossier Técnico de Construção tem vindo a ser utilizado.

A Efacec Sistemas de Electrónica S.A. , possui um Controlo Interno de Produção conforme o Procedimento de Avaliação da Conformidade referido no Artigo 7º do Decreto-Lei nº 325/2007 e no Anexo III do Decreto-Lei nº 6/2008, que transpõem para o acervo legislativo português, a Directiva 2004/108/CE e a Directiva 2006/95/CE respectivamente.

A Marcação CE e colocação no mercado respeita o Artigo 6º do Decreto-Lei nº 6/2008.

Deste modo, os requisitos essenciais para a obtenção da Marcação CE no equipamento, são considerados durante as fases de projecto, fabrico, teste e instalação do mesmo.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 2/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

Índice

Preâmbulo	8
Estrutura e Organização do Dossier Técnico de Construção	13
Capítulo 1 - Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE	15
0. Princípios de Segurança	17
0.2.1 Choque eléctrico	17
0.2.2 Perigos energéticos	18
0.2.3 Fogo	18
0.2.4 Perigos caloríficos	18
0.2.5 Perigos mecânicos	18
0.2.6 Perigos de radiação	19
0.2.7 Perigos químicos.....	19
1. Aspectos Gerais	20
1.1 Âmbito	20
1.2 Definições.....	20
1.3 Requisitos Gerais	20
1.4 Condições gerais para testes.....	20
1.5 Componentes	20
1.6 Interface de potência.....	20
1.6.2 Corrente de entrada	20
1.6.4 Condutor de neutro	20
1.7 Marcação e Instruções	21
1.7.1 Placa de características	21
1.7.2 Instruções de segurança e marcação.....	21
1.7.2.1 Geral.....	21
1.7.6 Fusíveis	21

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 3/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

1.7.7 Terminais de ligação	21
1.7.7.1 Terminais para ligação do condutor de protecção.....	21
1.7.7.2 Terminais para ligação dos condutores da alimentação c.a.....	22
1.7.7.3 Terminais para ligação dos condutores da alimentação c.c.....	22
1.7.8 Controlos e Indicadores	22
1.7.8.1 Identificação, localização e marcação	22
1.7.8.3 Símbolos	23
1.7.11 Durabilidade	23
1.7.12 Partes removíveis	23
1.7.13 Baterias substituíveis	23
2. Protecção contra perigos.....	24
2.1 Protecção contra choque eléctrico e perigos energéticos	24
2.1.1 Protecção em áreas de acesso ao utilizador	24
2.1.1.1 Acesso a partes com tensão.....	24
2.1.1.5 Perigos energéticos	24
2.1.2 Protecção em áreas de manutenção	24
2.2 Circuitos SELV	24
2.2.1 Requisitos gerais.....	24
2.2.2 Tensões em condições normais	24
2.2.3 Tensões em condições de defeito	24
2.2.4 Ligação de circuitos SELV a outros circuitos.....	24
2.6 Provisões para terras	25
2.6.1 Terra de protecção.....	25
2.6.3.2 Tamanho do condutor de ligação da terra de protecção ao equipamento	25
2.6.3.3 Tamanhos dos condutores de terra de protecção	25
2.6.3.4 Resistência dos condutores de terra de protecção e respectivos terminais	25
2.6.3.5 Cor da isolação	25

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 4/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.6.5.2 Componentes nos condutores de terra de protecção.....	25
2.6.5.3 Retirar terras de protecção	26
2.6.5.5 Partes removidas durante operações de manutenção	26
2.6.5.6 Resistência à corrosão.....	26
2.7 Protecção contra sobre intensidade e defeitos à terra em circuitos primários	26
2.7.1 Requisitos básicos	26
2.7.4 Número e localização dos aparelhos de protecção	26
2.9 Isolamento eléctrico	27
2.9.1 Propriedades de materiais isolantes	27
2.9.3 Grau de Isolamento.....	27
2.10 Distâncias – <i>Clearance</i> , <i>Creepage</i> e através de isolamento	27
2.10.1.2 Graus de poluição	27
2.10.2.1 Tensão de funcionamento.....	27
2.10.3 Distâncias no ar	27
2.10.3.1 Aspectos Gerais.....	27
2.10.3.3 Distâncias no ar em circuitos primários	28
2.10.3.4 Distâncias no ar em circuitos secundários.....	28
2.10.4 Distâncias ao longo de uma superfície	28
2.10.4.1 Aspectos Gerais.....	28
2.10.4.3 Distâncias mínimas ao longo de uma superfície	28
2.10.5.2 Distâncias através do isolamento	29
3. Cabos, ligações e alimentação	30
3.1 Aspectos Gerais.....	30
3.1.1 Corrente nominal e protecção contra sobreintensidades	30
3.1.2 Protecção contra danos mecânicos	30
3.1.3 Colocação da cablagem interna	30
3.1.4 Isolamento dos condutores	30

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 5/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

3.2 Ligações à alimentação	30
3.2.1.1 Ligação a corrente alternada	30
3.2.5.1 Cabo de alimentação c.a.	30
3.3 Terminais de ligação para condutores externos	31
3.3.1 Terminais da cablagem	31
3.3.4 Tamanho dos condutores para ligação.....	31
3.3.5 Tamanho dos terminais da cablagem	31
3.3.7 Agrupamento dos terminais dos condutores	31
3.4 Desligar a alimentação.....	31
3.4.1 Requisitos Gerais	31
3.4.3 Equipamento de ligação permanente	31
3.4.4 Partes do equipamento que permanecem com tensão	31
3.4.6 Equipamento Monofásico.....	31
3.4.8 Interruptores e disjuntores como aparelhos de seccionamento	32
3.5 Interligação de equipamentos	32
3.5.1 Requisitos gerais.....	32
3.5.2 Tipos de circuitos de interligação.....	32
4. Requisitos físicos	33
4.1 Estabilidade.....	33
4.2 Rigidez mecânica.....	33
4.2.1 Aspectos Gerais	33
4.3 Detalhes construtivos	33
4.3.1 Arestas e cantos	33
4.3.8 Baterias	33
4.5 Requisitos térmicos.....	33
4.5.1. Requisitos gerais.....	33
4.5.3 Temperatura limite para materiais	34

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 6/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

4.5.4 Temperatura limite para partes acessíveis ao utilizador	34
4.6 Aberturas em invólucros	34
4.6.1 Aberturas laterais e no topo	34
4.7 Resistência ao fogo.....	34
4.7.1 Redução do risco de inflamação e propagação de chamas.....	35
4.7.3 Materiais.....	35
4.7.3.1 Requisitos gerais.....	35
4.7.3.2 Materiais para invólucros de fogo	35
4.7.3.4 Materiais para componentes e outras partes dentro de invólucros de fogo.....	35
5. Requisitos eléctricos e simulação de condições anormais	36
5.1.7 Equipamento com corrente de fugas excedendo 3,5mA.....	36
5.1.7.1 Requisitos gerais.....	36
5.2 Rigidez dieléctrica	36
5.2.2 Procedimento de teste	36
5.3 Condições de operação anormal e de falha	37
6. Ligação a redes de telecomunicações	37
Capítulo 2 - Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE	39
Ensaios de Compatibilidade Electromagnética	41
Capítulo 3 - Conclusões	43
Conclusões	45
Anexos.....	47

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 7/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

Preâmbulo

Identificação dos equipamentos

Designação comercial

EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U

Nome e morada do fabricante

Efacec Sistemas de Electrónica, S.A.
Rua Engenheiro Frederico Ulrich
Apartado 3078
4471-907 Moreira da Maia
Portugal

Normas aplicáveis

- **EN60950-1:2006/A11:2009**
Information technology equipment – Safety; Part 1: General requirements
(IEC 60950-1:2005, modified)

Nota:

A Norma EN 60950-1 *Information Technology Equipment – Safety Part 1: General Requirements*, que se refere à segurança de equipamentos ligados às tecnologias da informação, é uma Norma Europeia Harmonizada usada em múltiplos equipamentos e de diferentes áreas, salientando-se os equipamentos industriais eléctricos que não excedam os 600V de tensão nominal.

Uma vez que, a Norma EN 60950-1 é muito completa e exigente, foi usada como principal referência para a avaliação dos requisitos de segurança do equipamento objecto deste DTC.

Neste dossier realiza-se a avaliação de todos os pontos essenciais da Norma EN 60950-1 aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, e o resultado obtido da análise ao equipamento.

Por fim, referir que a Norma EN60950-1 foi usada como principal referência para avaliação da segurança do equipamento em estudo de forma a serem cumpridos os propósitos para a obtenção da Marcação CE, sendo complementada pela EN62040-1 para questões relacionadas com baterias.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 8/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO
➤ EN 300386 V1.4.1

Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; Electromagnetic compatibility (EMC) requirements. (2008-04)

Nota:

A Norma EN 300386 V1.4.1 é escolhida em detrimento da Norma EN 61204-3, tratando-se de uma Norma Harmonizada publicada no Jornal Oficial da União Europeia, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros no que respeita à compatibilidade electromagnética (Directiva CEM 2004/108/CE).

Ambas as normas descrevem requisitos para CEM. Contudo, na Norma EN 61204-3 está expresso claramente que apenas se definem os requisitos mínimos de CEM para PSUs (Power Supplies Units).

Por outro lado, a Norma EN 300386 V1.4.1 define todos os requisitos de CEM para equipamentos específicos utilizados em redes públicas de telecomunicações. Nestes equipamentos, estão incluídas as UPS's, assim como, outras fontes de alimentação utilizadas em redes de telecomunicações. Além disso, os Métodos de Teste de Imunidade e Emissão são estabelecidos da mesma forma em ambas as normas.

Deste modo, na Norma EN 300386 V1.4.1 são descritos os requisitos de compatibilidade electromagnética para equipamentos usados em redes de telecomunicações, entre os quais os sistemas de alimentação.

Empresas Internacionais, estabelecem que, para comercialização de equipamentos utilizados em redes de telecomunicações no Mercado Europeu e para todos os Mercados que aceitam Marcação CE como forma de homologação, é utilizada a Norma Europeia EN 300386 para julgar a conformidade dos requisitos de compatibilidade electromagnética.

Para avaliação do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, é utilizada como principal referência, sendo complementada com as normas da série EN61000 e EN55022. Para cada tipo de interface e equipamento estas estabelecem padrões específicos. Na Tabela 1 apresentam-se as Classes onde se enquadra o equipamento deste DTC de acordo com as Normas Europeias Harmonizadas relativas a Emissão Electromagnética, utilizadas para avaliação de conformidade com estes requisitos. Por outro lado, na Tabela 2, apresentam-se as Normas Europeias Harmonizadas relativas a Imunidade Electromagnética utilizadas para avaliação de conformidade do equipamento com estes requisitos, e os níveis de ensaio aplicáveis.

Norma Europeia Harmonizada Emissão Electromagnética	Classe onde se insere o equipamento deste DTC
EN 61000-3-2	Classe A
EN 61000-3-3	--- a)
EN 55022	Classe A

a) Não define nenhuma classe, consultar condições de ensaio na norma.

Tabela 1 - Classe do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U no âmbito das Normas Europeias Harmonizadas que estabelecem métodos de ensaio e limites de Emissão Electromagnética.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 9/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Norma Europeia Harmonizada Imunidade Electromagnética	Níveis de Ensaio aplicáveis ao equipamento deste DTC ^{a)}
EN 61000-4-2	Tabela 6 – EN 300386 V1.4.1
EN 61000-4-3	Tabela 6 – EN 300386 V1.4.1
EN 61000-4-4	Tabela 7 e 9 – EN 300386 V1.4.1
EN 61000-4-5	Tabela 7 e 9 – EN 300386 V1.4.1
EN 61000-4-6	Tabela 9 – EN 300386 V1.4.1
EN 61000-4-11	Tabela 9 – EN 300386 V1.4.1

a) Para Ensaios de Imunidade Electromagnética é a Norma EN 300386 V1.4.1 que determina os níveis de teste aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U. Os métodos de ensaio são definidos com base em outras Normas Europeias Harmonizadas como mostra a tabela.

Tabela 2 – Níveis de Ensaio aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U no âmbito das Normas Europeias Harmonizadas que estabelecem métodos de ensaio e limites de Imunidade Electromagnética.

A escolha da versão 1.4.1 da Norma EN 300386, é feita com base no Jornal Oficial da União Europeia. Segundo este, a Norma EN 300386 V1.4.1 tem o mesmo alcance que a norma revogada e substituída (V1.3.3). Na data referida, 31 de Julho de 2011, a norma revogada e substituída deixará de conferir presunção de conformidade com os requisitos essenciais da directiva.

Descrição da função do equipamento

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é um sistema de alimentação muito completo, fiável e dinâmico. Este destina-se a fornecer uma fonte de energia não ininterrupta em tensão contínua regulada, principalmente para telecomunicações.

A designação CIB S deve-se as iniciais de Carregador Industrial de Baterias com tecnologia *switching*, a esta nomenclatura ainda se acrescenta a indicação da tensão e corrente de saída, bem como, as dimensões do equipamento e da unidade de supervisão, 48V / 40A em Rack 19" 2U.

O facto de se utilizar tecnologia *switching*, em todos os módulos de potência que constituem o sistema de alimentação, permite obter:

- excelentes características eléctricas, das quais se destacam o factor de potência, rendimento, característica dinâmica e corrente de entrada sinusoidal.
- modularidade, a qual possibilita uma fácil manutenção e aumento de potência.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 10/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Descrição técnica dos equipamentos

Lista de constituintes

Os EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U são sistemas de alimentação em corrente contínua, constituídos no mínimo por :

- 3 módulos rectificadores – SM700 (700W).
- 1 unidade de supervisão e controlo – EFAPOWER microPSM
- 6 disjuntores distribuição
- 1 disjuntor bateria
- 1 contactor de fim de descarga das baterias com comando manual
- Cablagem interna adequada ao tipo de sistema.
- Ligações à terra de protecção

➤ **Módulo rectificador SM700**

Os módulos rectificadores SM700, com 48V de saída nominal são fabricados pela Saft Power Systems e são utilizados em paralelo, sendo os constituintes principais do equipamento EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U. Estes possuem circuitos electrónicos para converter a tensão de entrada c.a. numa tensão de saída c.c. regulada e estável, que é utilizada para alimentar o equipamento de telecomunicações e para carregar as baterias de socorro do sistema.

Apesar do Rectificador SM700 possuir uma Declaração CE de conformidade, emitida pelo fabricante, será também alvo de avaliação de conformidade integrado no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U.

➤ **Unidade de supervisão e controlo EFAPOWER microPSM**

O EFAPOWER microPSM é a unidade de supervisão e controlo do sistema de alimentação EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U.

O microPSM é um sistema simples de supervisão e controlo com interface intuitivo, destinando a equipar sistemas de alimentação.

Principais características:

- Possibilidade de controlo de 4 módulos rectificadores (Tensão de referência e detecção de Alarme)
- 3 configurações mecânicas possíveis: *3U / 14HP* ; *1U / 19"* ; *Panel*
- Monitorização de 4 entradas analógicas e 9 digitais
- Detecção automática da presença do módulo rectificador
- Detecção de falha do rectificador
- Carregamento *Boost* automático e manual
- Limitação da corrente da bateria
- Programa de configuração Windows (uPSMConfig), comunicação com a unidade via RS232

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 11/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Deste modo, a unidade microPSM possui 4 entradas analógicas para aquisição das seguintes grandezas: Tensão de Sistema, Corrente de Sistema, Corrente de Bateria e Temperatura. Por outro lado, possui 9 entradas digitais: 4 entradas para detecção automática de falha de rectificador, 4 entradas genéricas e uma entrada para detecção de falha c.a.. As entradas genéricas são normalmente usadas para detecção de condições de alarme, como por exemplo abertura de um fusível. No microPSM existe ainda um total de 6 relés livres de potencial e uma referência de saída para colocar a tensão de saída dos rectificadores no valor desejado. O painel frontal incorpora teclas de membrana, leds e um display LCD. O EFAPOWER microPSM é alimentado pela saída contínua.

O EFAPOWER microPSM foi objecto de Ensaio integrado no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U.

➤ **Distribuição CC**

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U inclui 6 saídas para distribuição protegidas por disjuntores.

➤ **Baterias**

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U inclui 1 disjuntor de baterias e é concebido para ser colocado no local de instalação do cliente, adjacente a um armário de baterias de 19".

➤ **Contactores de corte de cargas ou baterias**

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U inclui 1 contactor de fim de descarga das baterias com possibilidade de ser comandado manualmente.

➤ **Cablagem**

➤ **Ligações à terra de protecção**

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 12/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Estrutura e Organização do Dossier Técnico de Construção

Este Dossier Técnico de Construção, pretende descrever a aplicação das Normas Europeias Harmonizadas relativas à Segurança e à Compatibilidade Electromagnética ao produto específico. Assim, este dossier deve ser usado em conjunto com:

- Dossier de Projecto do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, que inclui o esquema eléctrico, a lista dos componentes e a sua localização, bem como a lista de ligações.
- Manual de Utilizador do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U.
- Equipamento fisicamente.

Desta forma, no Capítulo 1, são descritos os detalhes de concepção e construção do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19" 2U que asseguram o cumprimento da Directiva Comunitária de Baixa Tensão 2006/95/CE. Assim, este dossier descreve os pontos essenciais que devem ser salvaguardados para o cumprimento dos requisitos de Segurança de acordo com a Norma EN 60950-1. As cláusulas da Norma EN 60950-1 não aplicáveis ao equipamento não são consideradas*.

Todos os documentos e normas citados sem data ou revisão, são sempre os que corresponderem à última revisão. Chama-se no entanto a atenção, que o cumprimento da norma não se restringe às medidas descritas, estas são, apenas, as que não parecem asseguradas pela aplicação directa dos documentos indicados.

Por outro lado, o Capítulo 2 refere-se aos Ensaios de Compatibilidade Electromagnética realizados no Instituto Electrotécnico Português, para avaliação de conformidade do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U com os requisitos de CEM, de modo a assegurar o cumprimento da Directiva Comunitária 2004/108/CE.

Por fim, no Capítulo 3, apresentam-se as conclusões no que se refere a este Dossier Técnico de Construção.

* Nota:

As cláusulas aplicáveis da Norma EN 60950-1 ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, são apresentadas no Capítulo 1 com a mesma numeração da norma.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 13/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão:

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 14/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Capítulo 1

Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 15/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 16/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO
0. Princípios de Segurança

Este dossier descreve os cuidados que devem ser tomados de modo a impedir danos em pessoas, animais domésticos e bens devido aos seguintes perigos:

- Choque eléctrico
- Perigos energéticos
- Fogo
- Perigos caloríficos
- Perigos mecânicos
- Perigos de radiação
- Perigos químicos

Um resumo desses cuidados é descrito a seguir.

0.2.1 Choque eléctrico

O choque eléctrico resulta da passagem de corrente eléctrica através do corpo humano. Os efeitos físicos podem variar e vão desde pequenos movimentos involuntários, fibrilação ventricular ou, em última instância, morte. Na Tabela 3, mostram-se as causas e as medidas de prevenção contra estes perigos no equipamento em estudo.

<i>Causa</i>	<i>Prevenção</i>
Contacto com partes isoladas a tensões perigosas	O operador não tem acesso a partes a tensão perigosa. Não existem condensadores a tensão perigosa a serem descarregados
Falha de isolamento entre partes normalmente a tensão perigosa e partes condutoras acessíveis	O chassis do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, bem como todas as partes condutoras acessíveis estão ligados à terra. O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é alimentado em tensão c.a. através de um disjuntor magnetotérmico QE colocado na instalação do sistema
Falha de isolamento entre partes normalmente a tensão perigosa e circuitos SELV	A saída do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é um circuito SELV, há uma ligação à terra desse circuito na instalação (normalmente é o positivo ligado à terra em sistemas de 48V). O microPSM tem isolamento reforçado, bem como os módulos rectificadores SM700.
Falha de isolamento acessível ao operador	O isolamento acessível ao operador tem rigidez mecânica e eléctrica adequada de modo a eliminar qualquer perigo de contacto com tensões perigosas.
Correntes de fugas de componentes a tensão perigosa para partes acessíveis, ou falha da ligação de terra de protecção.	A ligação à terra de protecção foi feita de forma eficiente, e com reduzida probabilidade de falha.

Tabela 3 – Perigos de Choque eléctrico

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 17/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

0.2.2 Perigos energéticos

Um curto circuito entre pólos adjacentes de fontes de corrente elevada ou circuitos de elevada capacidade, pode resultar numa lesão ou perigo de fogo, provocando queimaduras, arcos eléctricos e projecção de metal fundido. Mesmo circuitos de baixa tensão podem ser perigosos a este respeito. Medidas de redução de riscos incluem a separação, a blindagem e inclusão de encravamentos de segurança.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U os perigos energéticos são reduzidos por separação.

0.2.3 Fogo

O risco de fogo pode resultar de temperaturas excessivas, quer em condições normais de funcionamento ou devido a sobrecargas, falha de componentes, falha de isolamento e ligações soltas.

Os fogos com origem no equipamento não devem propagar-se para além da vizinhança imediata da fonte de fogo ou causar danos nas redondezas do equipamento.

Alguns exemplos para reduzir riscos no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U incluem:

- Inclusão de protecção para sobreintensidades.
- Uso de materiais com boas propriedades inflamáveis (classe V-2 no mínimo).
- Selecção de peças e componentes de modo a evitar temperaturas elevadas que possam causar ignição.
- Uso de poucos materiais combustíveis.
- Blindagem ou separação de materiais combustíveis de fontes de ignição.
- Uso de invólucros ou barreiras para limitar a propagação do fogo dentro do equipamento.
- Uso de materiais apropriados para os invólucros de modo a reduzir a probabilidade de propagação do fogo.

0.2.4 Perigos caloríficos

As lesões podem resultar de altas temperaturas em condições normais de funcionamento. Exemplos de algumas medidas para redução de riscos incluem:

- evitar altas temperaturas de partes acessíveis.
- evitar temperaturas acima do ponto de ignição de alguns líquidos inflamáveis.
- colocação etiquetas de aviso ao utilizador onde existe acesso a partes quentes.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U existem pontos a temperaturas elevadas, desta forma, foram aplicadas as medidas descritas no ponto 4.5.4 para redução de riscos em áreas acessíveis ao operador.

0.2.5 Perigos mecânicos

As lesões podem advir de bordas e arestas afiadas, partes móveis e instabilidade do equipamento. Alguns exemplos para reduzir riscos no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U incluem:

- Arredondamento das bordas e arestas afiadas.
- Inclusão de encravamentos de segurança.
- Garantir que o equipamento é estruturalmente sólido e mecanicamente estável.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 18/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

- Protecção de peças móveis de ventiladores.
- Colocação etiquetas de aviso ao utilizador.

0.2.6 Perigos de radiação

As lesões para o utilizador e pessoal de manutenção podem advir de algumas formas de radiação emitida pelo equipamento. Alguns exemplos de radiação e respectivas medidas para reduzir riscos no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U são expostas na Tabela 4:

Tipo de radiação	Precauções
Radiação sonora	O nível sonoro dos EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é diminuto, devido a serem utilizadas frequências fora da faixa audível. O ventilador do SM700 representa um nível sonoro < 55dB(A) classe D
Radiação electromagnética de radiofrequência	O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U funciona satisfatoriamente no seu ambiente electromagnético sem introduzir perturbações electromagnéticas intoleráveis a outro equipamento nesse ambiente, conforme os requisitos da directiva de compatibilidade electromagnética 2004/108/CE.
Radiação infravermelha	não aplicável
Radiação visível de alta intensidade ou coerente	não aplicável
Radiação ultravioleta	não aplicável
Radiação ionizante	não aplicável

Tabela 4 – Tipos de radiação e respectivas precauções

0.2.7 Perigos químicos

As lesões podem resultar do contacto com alguns produtos químicos ou por inalação de vapores e fumos.

Não há produtos químicos perigosos no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U susceptíveis de contacto ou inalação em funcionamento normal.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 19/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

1. Aspectos Gerais

1.1 Âmbito

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é considerado como estando no âmbito da Norma EN 60950-1.

1.2 Definições

Todas as definições da Norma EN 60950-1 são adoptadas sem alteração.

1.3 Requisitos Gerais

O cumprimento dos requisitos detalhados na Norma EN 60950-1 é obrigatório sempre que a segurança do equipamento está em causa.

Para determinar se a segurança está ou não em causa, a construção do equipamento EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U deve ser cuidadosamente investigada tendo em conta as consequências de possíveis falhas.

1.4 Condições gerais para testes

Para os testes que se efectuarem, devem ser adoptadas as condições indicadas neste ponto da Norma EN 60950-1. Salvo disposição em contrário, a amostra ou as amostras em teste devem ser representativas do equipamento que o utilizador vai receber, ou o próprio equipamento pronto para entrega.

Chama-se no entanto a atenção para o ponto 1.4.1: *Se for evidente do projecto e construção do equipamento que um teste particular não é aplicável, o teste não deve ser feito.*

1.5 Componentes

Não se encontram no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U componentes que estejam em desacordo com este ponto da Norma EN 60950-1.

1.6 Interface de potência

1.6.2 Corrente de entrada

A corrente de alimentação em regime permanente é limitada pelo facto de o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U fazer limitação de corrente de saída.

Neste equipamento, mesmo em regime de sobrecarga a corrente de alimentação nunca excede 10% do valor nominal. Este mecanismo designado por *Foldback*, permite manter uma potência constante à saída do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, até um certo limite, diminuindo a tensão de saída em regimes de sobrecarga.

1.6.4 Condutor de neutro

Os condutores de neutro são isolados da terra e do corpo do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U como se fossem condutores de fase. Componentes ligados entre neutro e terra, estão dimensionados para a tensão de funcionamento igual à tensão fase - neutro.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 20/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

1.7 Marcação e Instruções

1.7.1 Placa de características

A placa de características é visível na parte lateral do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U. Esta inclui, as seguintes informações:

- **Tipo de equipamento:** EFAPOWER CIB S 48V / 40A
- **Input:** 185 – 280V ; 12A
- **Frequency:** 44 – 66Hz
- **Output:** 42 – 58V; 40A
- **Serial:**
- **Logótipo Efacec Sistemas de Electrónica, SA**
- **Símbolo CE**
- **Referência do fabricante**

Esta etiqueta segue o Procedimento do documento 4SA109006 presente na Documentação Interna da Efacec Sistemas de Electrónica, S.A., e encontra-se em anexo deste dossier.

1.7.2 Instruções de segurança e marcação

1.7.2.1 Geral

As especificações sobre as condições para a instalação, operação e manutenção do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U estão expressas no Manual do Utilizador que será incluído no dossier entregue ao cliente com especificações técnicas do equipamento.

Nos documentos acima referidos é chamada a atenção para precauções especiais a ter na ligação das baterias e na interligação entre várias unidades.

1.7.6 Fusíveis

A marcação deve estar localizada adjacente aos fusíveis, fornecendo informação sobre o seu calibre. Esta informação pode também ser disponibilizada no Manual de Utilizador. Para fusíveis localizados em zonas de acesso ao operador é permitida a indicação da sua referência.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U existe apenas um fusível de protecção do circuito do contactor na parte frontal do equipamento, com especificações descritas no Manual do Utilizador.

1.7.7 Terminais de ligação

1.7.7.1 Terminais para ligação do condutor de protecção

O terminal para ligação do condutor de protecção associado aos cabos de alimentação é indicado pelo símbolo apropriado definido na IEC 60417-5019 (DB:2002-10). Este símbolo é também usado em subconjuntos.



Estes símbolos não devem ser colocados em parafusos ou em outras partes que podem ser removíveis quando os condutores estão a ser ligados.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 21/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U o terminal para ligação do condutor de protecção associado aos cabos de alimentação não está marcado pelo símbolo acima referido, pois alimentação do equipamento é feita por intermédio de uma ficha (ponteira). Contudo, o esquema eléctrico do equipamento, descreve claramente qual é o terminal para ligação do condutor de protecção que vem da alimentação c.a. Na Figura 1 observam-se os aspectos referidos.

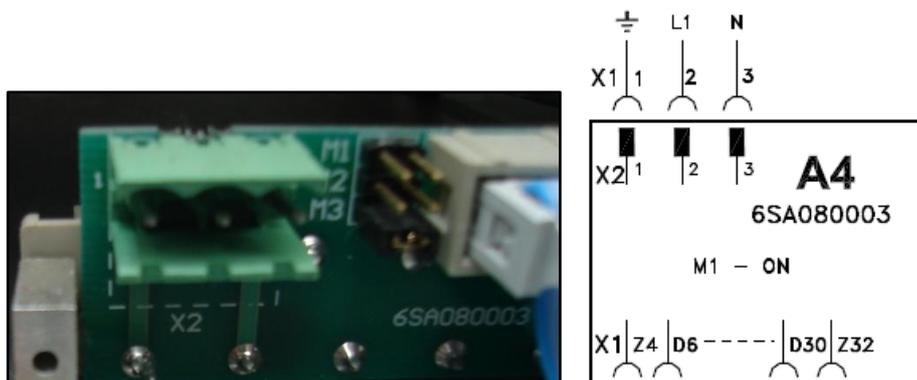


Figura 1 – Terminal de um módulo rectificador para ligação dos condutores da alimentação c.a.

1.7.7.2 Terminais para ligação dos condutores da alimentação c.a.

Como referido anteriormente, a ligação dos condutores da alimentação c.a é feita utilizando uma ponteira. Assim, é no esquema eléctrico do equipamento entregue ao utilizador que são identificados os terminais para ligação do condutor de fase, neutro e terra.

1.7.7.3 Terminais para ligação dos condutores da alimentação c.c.

Terminais destinados exclusivamente para ligação de fontes de alimentação c.c. devem ser identificados com a devida polaridade.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U os terminais para ligação das baterias estão de acordo com este ponto da Norma EN 60950-1.

1.7.8 Controlos e Indicadores

1.7.8.1 Identificação, localização e marcação

Excepto quando evidentemente desnecessário, indicadores, comutadores, interruptores e outros controlos afectos à segurança, devem ser identificados ou localizados por forma a indicar claramente a sua função. A marcação e identificação usadas devem ser compreensíveis sem que seja necessário o conhecimento de outras línguas, normas nacionais, etc.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U todos os controlos e indicadores afectos à segurança estão devidamente identificados.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 22/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

1.7.8.3 Símbolos

Quando os símbolos são usados perto de controlos, de modo a indicar condições “ON” e “OFF”, estas devem ser uma linha | para “ON” e uma circunferência para “OFF”, de acordo com as normas IEC 60417-5007 (DB:2002-10) e IEC 60417-5008 (DB:2002-10). A condição “STAND-BY” deve ser indicada pelo símbolo ☰ de acordo com a norma IEC 60417-5009 (DB:2002-10).

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19” 2U os disjuntores da bateria estão de acordo com estes requisitos.

1.7.11 Durabilidade

As marcações mencionadas, por implicarem segurança, são feitas de material durável e legível.

1.7.12 Partes removíveis

As marcações no equipamento, por implicarem segurança, não devem ser colocadas em partes removíveis uma vez que estas ao serem substituíveis podem causar danos na marcação. As marcações mencionadas, por implicarem segurança, não foram colocadas em partes removíveis.

1.7.13 Baterias substituíveis

Se o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19” 2U for provido de baterias substituíveis, e se da sua incorrecta substituição puder resultar uma explosão (por exemplo, com algumas baterias de lítio), deve ser colocada uma marcação perto das baterias ou no Manual do Utilizador entregue ao cliente.

Baterias (parte não incluída na Norma EN 60950-1)

A Norma EN 60950-1 não refere cuidados especiais na marcação e instruções relativamente a baterias. No entanto, uma vez que o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19” 2U possui terminais para ligação a estas, devem adoptar-se os princípios da Norma EN 62040-1 do ponto 4.7.20

O armário ou o compartimento de baterias devem conter no mínimo a seguinte informação claramente legível ao operador:

- Tipo de bateria (chumbo-ácida, Ni-Cd, etc.) e número de baterias em blocos ou células
- Tensão nominal total da bateria
- Capacidade nominal total da bateria
- Uma etiqueta avisadora de perigo energético e perigo químico e referência ao manual de instruções sobre manutenção e manuseamento.

Instruções para ligação das baterias e uma etiqueta de aviso são fornecidas no Manual do Utilizador do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19” 2U. Por outro lado, a etiqueta a ser colocada no armário de baterias adjacente ao equipamento, segue o Procedimento 4SA983040C que se encontra em anexo deste dossier.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19” 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 23/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2. Protecção contra perigos

2.1 Protecção contra choque eléctrico e perigos energéticos

2.1.1 Protecção em áreas de acesso ao utilizador

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U o operador apenas tem acesso ao painel de comandos, pelo que os únicos pontos activos estão num circuito SELV.

2.1.1.1 Acesso a partes com tensão

As partes internas do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U que necessitem de ter acesso por pessoal de manutenção, não tem tensões superiores a 60V (c.c.).

2.1.1.5 Perigos energéticos

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U nas áreas acessíveis ao operador, não existe perigo energético.

2.1.2 Protecção em áreas de manutenção

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U nas áreas de manutenção, é improvável a ocorrência dos perigos descritos neste ponto da Norma EN 60950-1.

2.2 Circuitos SELV

2.2.1 Requisitos gerais

A segurança de um circuito SELV é assegurada por uma extra-baixa tensão, um reduzido risco de contacto accidental tensões altas e a inexistência de um caminho de retorno pela terra por onde a corrente poderia seguir em caso de contacto com o corpo humano. Os circuitos SELV devem apresentar, por isso, tensões que são seguras no contacto em condições normais de funcionamento e após a ocorrência de um defeito.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U todos os seus circuitos internos excepto os do primário se enquadram na definição de SELV.

2.2.2 Tensões em condições normais

Em condições normais de funcionamento, um circuito SELV ou circuitos SELV interligados, apresentam uma tensão entre quaisquer dois condutores, e entre um condutor e a terra, que não deve exceder os 42,4V de pico ou os 60V(c.c.).

2.2.3 Tensões em condições de defeito

A tensão entre dois condutores do circuito SELV do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U não excedem os 42,4V pico ou os 60V por mais de 200ms. Durante o defeito a tensão não deve exceder os 71V pico ou 120V(c.c.).

2.2.4 Ligação de circuitos SELV a outros circuitos

A ligação de um circuito SELV a outros circuitos é permitida quando são cumpridas as condições dos pontos 2.2.2 e 2.2.3. A ligação do equipamento a outros equipamentos é realizada apenas na parte SELV.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 24/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.6 Provisões para terras

2.6.1 Terra de protecção

As seguintes partes do equipamento devem ser ligadas, com segurança, ao terminal da terra de protecção do equipamento:

- Partes condutoras acessíveis que podem assumir tensões perigosas na ocorrência de um defeito;
- Circuitos e componentes que podem não assumir tensões perigosas na ocorrência de um defeito, mas tem de ser ligados à terra de modo a reduzir transitórios que podem afectar o isolamento;
- Circuitos SELV que necessitem de ser ligados à terra de modo a reduzir ou eliminar correntes de fugas.

Todas as partes metálicas e componentes que necessitam de protecção estão ligadas, de modo fiável, a um terminal de terra de protecção contido no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U.

2.6.3.2 Tamanho do condutor de ligação da terra de protecção ao equipamento

O condutor de ligação da terra de protecção ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U cumpre com os tamanhos especificados na Tabela 3B do ponto 3.2.5 da Norma EN 60950-1, e tem uma secção de 2,5mm².

2.6.3.3 Tamanhos dos condutores de terra de protecção

O dimensionamento dos condutores de terra de protecção do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foi realizado de acordo com a Tabela 2D da Norma EN 60950-1, possuindo estes 1mm² de secção.

2.6.3.4 Resistência dos condutores de terra de protecção e respectivos terminais

Os condutores de terra de protecção e respectivos terminais não possuem resistência excessiva (ver este ponto da Norma EN 60950-1, relativo ao teste da resistência).

Tal como previsto na Norma EN 60950-1, considera-se que o condutor de ligação da terra de protecção ao equipamento cumpre com o especificado sem se realizarem ensaios.

2.6.3.5 Cor da isolamento

A cor da isolamento dos condutores de terra de protecção é amarelo/verde.

2.6.5.2 Componentes nos condutores de terra de protecção

Os condutores de terra de protecção do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U não contém interruptores ou fusíveis.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 25/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.6.5.3 Retirar terras de protecção

A ligação dos condutores de terra de protecção aos diferentes subconjuntos do equipamento deve ser feita de tal forma que ao retirar uma terra de protecção num ponto do equipamento não se quebra a protecção de outras partes.

2.6.5.5 Partes removidas durante operações de manutenção

As ligações à terra de protecção no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U não se devem desfazer para operações de manutenção.

2.6.5.6 Resistência à corrosão

A resistência à corrosão das partes condutoras nos terminais de ligação dos condutores de terra de protecção não devem ser sujeitos a degradação significativa devido a acções electroquímicas em qualquer ambiente de funcionamento, transporte ou armazenamento. A corrosão devido a efeitos electroquímicos entre dois metais diferentes que estão em contacto é minimizada se o potencial electroquímico combinado for inferior a 0,6 V.

Como tal as combinações de metais acima da linha da Tabela 1 do Anexo J da Norma EN 60950-1, foram evitadas.

2.7 Protecção contra sobre intensidade e defeitos à terra em circuitos primários

2.7.1 Requisitos básicos

Em circuitos primários, protecções contra sobreintensidades, curto-circuitos e defeitos à terra devem existir quer como parte intrínseca ao equipamento ou como parte do local de instalação do equipamento.

O Procedimento de Instalação do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U estabelece como norma a colocação de um disjuntor magnetotérmico no quadro de entrada da instalação onde será utilizado o equipamento. (ver anexo)

Por outro lado, os módulos rectificadores possuem a sua própria protecção.

Nota: O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui nos circuitos auxiliares disjuntores para a distribuição e para as baterias, assim como um fusível e um contactor de fim de descarga das baterias.

2.7.4 Número e localização dos aparelhos de protecção

Os sistemas ou aparelhos de protecção nos circuitos primários devem ser em número suficiente por forma a detectar e interromper fluxos de sobreintensidades em quaisquer caminhos possíveis de correntes de defeito.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U existem 6 disjuntores (Q1 a Q6) da distribuição, 1 disjuntor das baterias (Qbat1) e um fusível (F1) de protecção do circuito do contactor de fim de descarga das baterias. Todos estes aparelhos de protecção estão localizados na parte frontal do equipamento.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 26/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.9 Isolamento eléctrico

2.9.1 Propriedades de materiais isolantes

A escolha e aplicação do tipo de materiais isolantes deve ter em conta requisitos eléctricos, esforços térmicos e mecânicos, frequência à tensão nominal de funcionamento e ainda características do ambiente de funcionamento (temperatura, pressão, humidade e poluição). Alguns materiais como borracha, material higroscópico ou material contendo amianto, não devem ser utilizados como isolamento.

2.9.3 Grau de Isolamento

O isolamento pode ser classificado como: isolamento funcional, isolamento básico, isolamento suplementar, isolamento reforçado ou isolamento duplo. A aplicação do isolamento nas mais diversas situações é descrito na Tabela 2H e ilustrado na Figura 2H deste ponto da Norma EN 60950-1.

Os diferentes materiais isolantes utilizados no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U assim como o grau de isolamento dos mesmos estão de acordo com estes requisitos descritos na Norma EN 60950-1.

Os testes de isolamento são referidos no ponto 5.2.

2.10 Distâncias – *Clearance*, *Creepage* e através de isolamento

2.10.1.2 Graus de poluição

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U consideram-se os valores de poluição grau 2. O Grau de Poluição 2 é aplicável apenas quando existe poluição não-condutora que pode tornar-se temporariamente condutora devido a condensação ocasional. Este é o grau normalmente aplicado para os equipamentos abrangidos pela Norma EN 60950-1.

2.10.2.1 Tensão de funcionamento

O meio de isolamento pode ser um material sólido (plástico) ou o ar (como a distância entre componentes) e os requisitos de ambos são afectados pela tensão de funcionamento através do meio de isolamento.

A tensão de funcionamento é a maior tensão a que o isolamento em causa pode ser submetido quando o equipamento está a operar a tensão nominal e em condições normais de funcionamento. Quando é medida a tensão de funcionamento, é importante medir o seu pico, bem como o seu valor eficaz (rms): o valor de pico é usado para determinar a distância pelo ar, o valor eficaz é usado para calcular a distância pela superfície.

2.10.3 Distâncias no ar

2.10.3.1 Aspectos Gerais

A distância no ar, *Clearance*, é definida como a menor distância entre dois elementos condutores (ou entre um elemento condutor e a superfície delimitadora do equipamento), medida no ar. A quebra de isolamento ao longo de uma distância no ar é um fenómeno rápido onde os danos podem ser causados por impulsos de curta duração.

Desta forma, para que esta distância tenha o valor apropriado, é utilizado o máximo valor de pico da tensão, incluindo transitórios e sobretensões, para determinar a *Clearance* de acordo com os requisitos da Norma EN 60950-1.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 27/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.10.3.3 Distâncias no ar em circuitos primários

As distâncias mínimas no ar dos circuitos primários do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U são respeitadas e encontram-se de acordo com as Tabelas 2K e 2L da Norma EN 60950-1, onde o espaçamento necessário em milímetros para diferentes tipos de isolamento é dado em função da tensão de pico de funcionamento, transitórios da alimentação e graus de poluição.

Os valores requeridos na Norma EN 60950-1 para distâncias no ar nos circuitos electrónicos foram respeitadas na construção do EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19" 2U, acrescentando-se ainda que este equipamento foi sujeito a testes de rigidez dieléctrica que comprovam a validade com estes requisitos da Norma EN 60950-1. (Ver Boletim Individual de Ensaios em anexo deste dossier).

2.10.3.4 Distâncias no ar em circuitos secundários

A distância mínima no ar no circuito secundário é determinada pela Tabela 2M da Norma EN 60950-1.

Na construção do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U as distâncias no ar em circuitos secundários, aplicáveis ao equipamento, são respeitadas.

2.10.4 Distâncias ao longo de uma superfície

2.10.4.1 Aspectos Gerais

A distância ao longo de uma superfície, *Creepage*, é o caminho mais curto entre dois elementos condutores (ou entre uma parte condutora e a superfície delimitadora do equipamento), medida ao longo de uma superfície de isolamento.

Ao contrário do que acontece com as distâncias no ar, a quebra de isolamento ao longo de uma superfície é um fenómeno lento, determinado pelo nível de tensão c.c. ou pelo valor eficaz (rms). Um espaçamento inadequado ao longo de uma superfície pode durar dias, semanas ou meses até provocar uma falha.

Estas distâncias devem ser dimensionadas de tal forma que, para um dado valor eficaz da tensão de funcionamento e grau de poluição, não ocorra uma quebra de isolamento.

2.10.4.3 Distâncias mínimas ao longo de uma superfície

As distâncias ao longo de uma superfície não devem ser menores que os valores mínimos apropriados especificados na Tabela 2N da Norma EN 60950-1.

Se a distância mínima ao longo de uma superfície da Tabela 2N for menor que a distância mínima no ar, o valor mínimo deste último deve ser aplicado em ambos. As distâncias *Creepage* entre a superfície delimitadora do equipamento e um elemento condutor ligado a tensão perigosa deve cumprir com os requisitos do isolamento reforçado.

Os valores da Tabela 2N são aplicáveis ao isolamento funcional, isolamento básico e isolamento suplementar. Para isolamento reforçado, os valores da tabela são duplicados.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foram usados os maiores valores de distância de isolamento, os quais correspondem ao isolamento reforçado. Assim, está sempre garantida uma distância superior ao exigido.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 28/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

2.10.5.2 Distâncias através do isolamento

Se a tensão de pico de funcionamento não exceder 71V, não existem requisitos para as distâncias através do isolamento.

Se a tensão de pico de funcionamento exceder 71V as seguintes regras aplicam-se:

- Para isolamento funcional e isolamento básico não existe um mínimo obrigatório para a distância através do isolamento.
- Para isolamento suplementar ou isolamento reforçado deve existir uma distância mínima através do isolamento de 0,4mm, assegurada por uma única camada.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 29/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

3. Cabos, ligações e alimentação

3.1 Aspectos Gerais

3.1.1 Corrente nominal e protecção contra sobreintensidades

A área de secção transversal da cablagem interna e dos cabos de interligação deve ser adequada para a corrente que se destinam a conduzir quando o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U está a operar em carga normal, de tal forma que a temperatura máxima permitida do isolamento dos condutores não seja ultrapassada.

Por outro lado, as saídas usadas na distribuição da energia estão protegidas contra sobreintensidades e curto circuitos por disjuntores (Q1 a Q6). A cablagem não envolvida directamente na distribuição não necessita de protecção, se se comprovar que a ocorrência de perigos é improvável.

3.1.2 Protecção contra danos mecânicos

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, os caminhos dos cabos são apropriados e livres de arestas cortantes. Os cabos estão protegidos de modo a não entrarem em contacto com rebarbas, aletas de refrigeração, peças móveis, etc., o que poderia causar danos ao isolamento dos condutores. Os furos no metal, através do qual passam fios isolados, possuem superfícies lisas bem arredondadas.

3.1.3 Colocação da cablagem interna

A cablagem interna do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foi colocada, como recomenda a Norma EN 60950-1, por forma a reduzir a probabilidade de:

- Esforço excessivo no cabo ou nos terminais.
- Se soltarem dos terminais.
- Dano no isolamento dos condutores.

3.1.4 Isolamento dos condutores

Os diversos condutores utilizados no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U estão certificados e possuem isolamento adequado à tensão de funcionamento. Estes suportam ainda o teste de isolamento do ponto 5.2.2 da Norma EN 60950-1.

3.2 Ligações à alimentação

3.2.1.1 Ligação a corrente alternada

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foi projectado com terminais para uma ligação permanente à corrente alternada, através de fichas de alimentação na entrada dos módulos rectificadores.

3.2.5.1 Cabo de alimentação c.a.

O cabo de ligação à alimentação c.a. deve ser dimensionado de acordo com os requisitos da Tabela 3B deste ponto da Norma EN 60950-1.

Uma vez que o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui 3 módulos rectificadores e a corrente nominal de cada um é de 3,6A, o dimensionamento do cabo de alimentação deve ser feito para o pior caso, alimentação monofásica, sendo neste caso necessária uma secção nominal mínima de 1,25mm². (ver ponto 3.4.6)

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 30/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

3.3 Terminais de ligação para condutores externos

3.3.1 Terminais da cablagem

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui terminais para ligação de condutores, nos quais a ligação é feita por meio de parafusos, porcas ou por dispositivos com a mesma função.

3.3.4 Tamanho dos condutores para ligação

Os terminais devem permitir uma ligação de condutores de diferentes áreas de secção transversal. Dependendo da corrente nominal do equipamento, é permitido usar condutores com secção transversal com valores mínimos e máximos definidos na Tabela 3D da Norma EN 60950-1.

3.3.5 Tamanho dos terminais da cablagem

O tipo e o tamanho dos terminais dos condutores da alimentação e de terra de protecção do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, cumprem com os tamanhos mínimos da Tabela 3E deste ponto da Norma EN 60950-1.

3.3.7 Agrupamento dos terminais dos condutores

Para equipamento ligado permanentemente, todos os terminais para ligação da alimentação c.a. devem estar localizados próximos uns dos outros e do terminal da terra de protecção, se existir.

Por inspecção verifica-se que o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U cumpre com estes requisitos.

3.4 Desligar a alimentação

3.4.1 Requisitos Gerais

Dispositivos para desligar o equipamento da alimentação devem ser instalados para permitir acções de manutenção ou de serviço.

3.4.3 Equipamento de ligação permanente

Para equipamento ligado permanentemente à alimentação, um aparelho de seccionamento deve ser incorporado no equipamento, a menos que exista um aparelho de seccionamento externo.

Um disjuntor para seccionamento da tensão primária do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, deve ser colocado no local de instalação. (ver ponto 2.7.1)

3.4.4 Partes do equipamento que permanecem com tensão

As partes do equipamento no lado da alimentação que permanecem com tensão após a actuação de um aparelho de seccionamento devem ser protegidas para reduzir a probabilidade de um contacto accidental.

3.4.6 Equipamento Monofásico

Para equipamentos monofásicos, o aparelho de seccionamento, deve desligar simultaneamente a fase condutora e o neutro da alimentação c.a..

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 31/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Assim, se no local de instalação do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U a alimentação c.a. é monofásica é necessário interligar os bornes de entrada X1, X2 e X3, e colocar a montante do equipamento um disjuntor de dois pólos, 20A, curva C.

Se por outro lado, no local de instalação a alimentação c.a. for trifásica, cada fase condutora é ligada a um módulo rectificador respectivamente, sendo necessário colocar a montante do equipamento um disjuntor tetrapolar ou proteger cada fase através de um disjuntor bipolar.

3.4.8 Interruptores e disjuntores como aparelhos de seccionamento

Quando existem aparelhos de seccionamento incorporados no equipamento, as suas posições de "ON" e "OFF" devem ser marcadas de acordo com 1.7.8 da Norma EN 60950-1.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é colocada uma etiqueta visível em cada disjuntor com indicação da sua posição.

3.5 Interligação de equipamentos

3.5.1 Requisitos gerais

Quando um equipamento é desenvolvido para ser electricamente ligado a outro equipamento, a um acessório ou a uma rede de telecomunicações, os circuitos de interligação devem ser seleccionados por forma a manter a conformidade dos requisitos do ponto 2.2 da Norma EN 60950-1, para circuitos SELV. Normalmente, isto é conseguido ligando circuitos SELV a outros circuitos SELV.

3.5.2 Tipos de circuitos de interligação

Os circuitos de interligação do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, foram projectados para serem ligados a circuitos SELV.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 32/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

4. Requisitos físicos

4.1 Estabilidade

Em condições normais de funcionamento, o equipamento não deve tornar-se fisicamente instável ao ponto de criar perigos para um utilizador.

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é mecanicamente estável, sendo concebido para ser integrado num armário, com o devido grau de protecção, onde o rack deverá ser fixo pelo frontão através de quatro parafusos. O cumprimento deste ponto da Norma EN 60950-1 é feito através dos testes mencionados no mesmo.

4.2 Rigidez mecânica

4.2.1 Aspectos Gerais

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui uma adequada rigidez mecânica, possui Grau de Protecção IP20 de acordo com a Norma EN 60950-1, e é construído por forma a não criar perigo em condições normais de funcionamento.

Os testes de força aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U são realizados no IEP conforme a Norma EN 60950-1, e os resultados do relatório encontram-se em anexo neste dossier.

4.3 Detalhes construtivos

4.3.1 Arestas e cantos

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U não possui arestas ou cantos afiados acessíveis ao operador.

4.3.8 Baterias

Um equipamento que contenha baterias deve ser construído por forma a reduzir risco de incêndio, explosão ou fugas de químicos em condições normais de funcionamento e condições de defeito.

Como referido no ponto 1.7.13 o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui marcação adequada e instruções, reduzindo a probabilidade da ocorrência de perigos durante a instalação e substituição das baterias.

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U está concebido para ser colocado no local de instalação do cliente, adjacente a um armário de 19" com capacidade para um banco de baterias de 4 células de 12V. Este conjunto de baterias possui uma capacidade que varia com os consumos e a autonomia pretendidos.

4.5 Requisitos térmicos

4.5.1. Requisitos gerais

Esta subclasse especifica os requisitos necessários para prevenir que:

- Partes susceptíveis de contacto excedam certas temperaturas.
- Componentes, partes, isolamentos e materiais de plástico excedam temperaturas que possam levar à deterioração eléctrica, mecânica, ou de outras propriedades durante o funcionamento normal no período de vida do equipamento.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 33/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

O projecto do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U teve em conta a máxima temperatura de funcionamento dos módulos rectificadores SM700. Deste modo, foi previsto o espaço adequado para que os módulos funcionem à temperatura especificada, acrescentando-se ainda que estes possuem a sua própria ventilação forçada. Por outro lado, o armário onde é colocado o rack deve permitir a circulação de ar suficiente, para o arrefecimento do equipamento

Verifica-se assim, que os requisitos térmicos aplicáveis ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foram salvaguardados.

4.5.3 Temperatura limite para materiais

Os materiais e componentes utilizados no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foram seleccionados de forma a que, à carga nominal, não excedessem os valores da Tabela 4B deste ponto da Norma EN 60950-1.

4.5.4 Temperatura limite para partes acessíveis ao utilizador

As temperaturas em partes acessíveis ao utilizador não devem exceder os valores da Tabela 4C deste ponto da Norma EN 60950-1.

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U a superfície superior do chassis do equipamento possui uma etiqueta de aviso de temperatura alta, através do símbolo descrito descrito na Norma IEC 60417-5041 (DB:2002-10):



4.6 Aberturas em invólucros

4.6.1 Aberturas laterais e no topo

Se existirem, aberturas laterais e no topo dos invólucros devem ser localizadas e construídas de modo a reduzir a probabilidade de entrada de objectos no equipamento susceptíveis de criarem perigo por contacto com partes nuas condutoras.

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui aberturas na parte superior do invólucro ou mais precisamente do chassis do equipamento, permitindo desta forma uma boa circulação de ar para refrigeração do equipamento.

Referir ainda que o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U destina-se a um local apropriado com acesso restrito, e será montado num armário como referido no ponto 4.5.1.

4.7 Resistência ao fogo

Esta subclasse especifica os requisitos destinados a reduzir o risco de inflamação e a propagação de chamas, tanto no equipamento como fora deste, utilizando materiais e componentes apropriados. O risco de inflamação é reduzido limitando a temperatura máxima dos componentes em condições normais de operação e depois da ocorrência de defeito. A propagação das chamas em caso de incêndio é reduzida com o uso de materiais retardadores de chamas e isolamento. Os metais, os materiais cerâmicos e o vidro devem ser considerados conformes sem necessidade de se efectuar um teste.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 34/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

No EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, o risco de fogo devido a altas temperaturas é reduzido.

4.7.1 Redução do risco de inflamação e propagação de chamas

Para equipamentos ou partes de equipamentos, existem dois métodos alternativos de promover uma protecção contra inflamação e propagação de chamas que podem afectar os materiais, a cablagem e os componentes electrónicos, como circuitos integrados, transístores, tiristores, díodos, resistências e condensadores.

Os materiais e componentes do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foram seleccionados de modo a minimizar o risco de inflamação e propagação de chamas, conforme o **Método 1** deste ponto Norma EN 60950-1.

4.7.3 Materiais

4.7.3.1 Requisitos gerais

O chassis, componentes e outras partes do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U foram construídas e utilizam materiais que limitam a propagação de fogo.

4.7.3.2 Materiais para invólucros de fogo

O chassis do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é produzido em chapa galvanizada de espessura de 1mm, possuindo uma largura de 483mm (19") um comprimento de 300mm e uma altura de 89mm (2U).

4.7.3.4 Materiais para componentes e outras partes dentro de invólucros de fogo

Os materiais utilizados nos componentes dentro do chassis do EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, por exemplo, contactores e disjuntores possuem Marcação CE e são da Classe V-2.

Os cabos usados no EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U, possuem condutor de cobre Classe 5, isolamento em Poliolefina ignífuga, são não propagadores de incêndio, são imunes à corrosividade e não libertam fumos opacos.

Por fim, referir que as máximas temperaturas atingidas pelos componentes foram consideradas no projecto de cada módulo funcional que compõe o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U.

Nota: A lista completa dos materiais aos quais não se aplicam estes requisitos está presente no ponto 4.7.3.4 da Norma EN 60950-1. Na Tabela 4E da Norma EN 60950-1 é possível encontrar um resumo sobre os requisitos para os materiais inflamáveis usados num equipamento eléctrico.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 35/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO
5. Requisitos eléctricos e simulação de condições anormais
5.1.7 Equipamento com corrente de fugas excedendo 3,5mA
5.1.7.1 Requisitos gerais

Um equipamento estacionário permanentemente ligado, possuindo terminal de terra de protecção, está incluído na lista de equipamento que permite que as correntes de fugas excedam os 3,5mA (valor eficaz).

Normalmente o EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19" 2U destina-se a sistemas TN ou TT, sendo que a corrente de fugas é imposta pelos módulos funcionais SM700 que compõem o rack.

Por esta razão, de acordo com a Norma EN 60950-1 e com o Manual Técnico do rectificador SM700 onde é descrito "*This module generates high leakage current. The subassembly which receives the module must be equipped with a warning label, near the mains connection*", foi colocada uma etiqueta de aviso próxima dos terminais de ligação da energia primária, com a seguinte informação.

ELEVADAS CORRENTES DE FUGAS
EFFECTUAR LIGAÇÃO À TERRA ANTES DE APLICAÇÃO DE TENSÃO AO EQUIPAMENTO

5.2 Rigidez dieléctrica
5.2.2 Procedimento de teste

A não ser que esteja especificado noutros pontos da Norma EN 60950-1, o isolamento é sujeito a uma tensão sinusoidal com uma frequência de 50 Hz ou sujeito a um teste com tensão c.c. igual ao pico de tensão c.a. de teste. A tensão aplicada durante o teste de isolamento é gradualmente elevada desde zero até à tensão prescrita e mantida durante 60 segundos. Durante o teste, não devem existir quebras de isolamento, e os componentes ou partes de equipamento não abrangidos devem ser desligados por forma a não sofrerem danos.

O teste de rigidez dieléctrica dos equipamentos desenvolvidos na Efacec Sistemas de Electrónica, SA está descrito na sua Documentação Interna, nos Procedimentos 4SA942008D, 4SA972007E e 4SA989006A, que se encontram em anexo deste dossier.

Uma vez que os módulos rectificadores SM700 são testados e certificados pela Saft Power Systems estes não entram no teste de rigidez dieléctrica. Também a unidade de supervisão e controlo, EFAPOWER microPSM, é testada individualmente, logo este teste de rigidez dieléctrica, é realizado sem módulos funcionais inseridos no EFAPOWER CIB S 48V/40A c/microPSM Rack 19" 2U.

Entre		Tensão Aplicada	Tempo
Primário	Secundário+ Sinalização + Massa	2000V (c.a.) , 50Hz	60s
Secundário +Sinalização	Massa	710V (c.c.)	60s
Secundário	Massa	1500V (c.c.)	60s

Tabela 5 – Ensaio de rigidez dieléctrica . Níveis de tensão aplicados.

Por fim, em anexo deste dossier encontra-se um BIE (Boletim Individual de Ensaio), onde estão registados os resultados de um EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U testado recentemente, e o Procedimento de Teste da Carta microPSM.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 36/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

5.3 Condições de operação anormal e de falha

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U é construído para que o risco de incêndio ou de choque eléctrico devido a sobrecarga mecânica ou eléctrica, ou devido a condições anormais de funcionamento, seja limitado o mais possível.

Depois de uma operação anormal ou de ocorrência de um defeito, o equipamento permanece seguro para o utilizador. Para tal, o EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U possui disjuntores e outros aparelhos de protecção contra sobreintensidades, por forma a fornecer uma adequada protecção.

6. Ligação a redes de telecomunicações

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U objecto deste dossier pode ser ligado directamente a redes de telecomunicações, uma vez que são cumpridos os requisitos impostos na Norma EN 60950-1 para circuitos SELV.

Uma vez que são cumpridos os requisitos para circuitos SELV, também são cumpridos os requisitos para circuitos TNV.

Passou também nestes testes de isolamento. Estes encontram-se na Documentação Interna da Efacec Sistemas de Electrónica S.A., na pasta do Projecto V20000008 - OPTIMUS.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 37/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 38/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Capítulo 2

Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 39/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 40/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Ensaio de Compatibilidade Electromagnética

O documento em anexo, Relatório de Ensaio IEP (nº), descreve os pormenores e os resultados dos diferentes ensaios efectuados ao EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U no Instituto Electrotécnico Português (IEP), relativos à avaliação dos requisitos de Compatibilidade Electromagnética segundo a Norma EN 300386 V1.4.1 (2008-04).

Contudo, devem ser assinaladas as seguintes considerações relativas ao Relatório de Ensaio IEP nº E-2010-0474.00:

- No ensaio de Imunidade a Campo Electromagnético Radiado (EN 61000-4-3), por impossibilidade do Laboratório IEP, os ensaios foram realizados até 2,4GHz. A Norma EN 300386 V1.4.1 descreve níveis de teste aplicados a este ensaio até 2,7GHz.
Contudo, a Efacec Sistemas de Electrónica, S.A. assume que é bastante pequena a probabilidade de, no intervalo de 2,4GHz a 2,7GHz, o equipamento em teste passar para um critério de aceitação inferior.
- No ensaio de Imunidade aos Cortes Breves de Tensão (EN 61000-4-11), os critérios de aceitação aplicáveis, segundo a Norma EN 300386 V1.4.1, são o B e o C. Contudo, devido à natureza do equipamento, este deve cumprir sempre com o critério de aceitação A, uma vez que possui baterias de socorro.
Desta forma, se excepcionalmente, nestas condições de funcionamento, o equipamento ficar na situação respeitante ao critério de aceitação C, o utilizador deverá proceder à manutenção e/ou substituição das baterias do equipamento.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 41/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 42/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Capítulo 3

Conclusões

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 43/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 44/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Conclusões

O EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U revelou cumprir os requisitos essenciais relativos à Segurança Eléctrica exigidos pela Norma EN 60950-1:2006/A11:2009.

Por outro lado, também mostrou cumprir com os requisitos essenciais de Compatibilidade Electromagnética exigidos pela Norma EN 300386 V1.4.1 (2008).

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 45/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 46/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Anexos

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 47/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Esta página foi intencionalmente deixada em branco.

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19'' 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 48/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

UNIDADE SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO

Anexo

Documentos relevantes para este dossier

Todos os documentos indicados, não datados, referem-se à última versão. Este dossier só tem validade em função desses mesmos documentos, sendo aconselhada a sua consulta para validação dos pressupostos enunciados.

Normas:

EN 60950-1:2006/A11:2009 (IEC 60950-1:2005, modified): Information technology equipment – Safety; Part 1: General requirement.

EN 62040-1:2008: Uninterruptible power system (UPS) – Part1:General and safety requirements for UPS.

EN 300386 V1.4.1 (2008-04): Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Telecommunication network equipment; Electromagnetic compatibility (EMC) requirements.

Manual do Utilizador:

EFAPOWER SISTEMA 48V / 40A

Inclui:

- Manual de Utilizador CIBS
- Dossier de Projecto
- Manual do Utilizador da Unidade de Comando
- Procedimento de Instalação
- Especificação das Baterias
- Especificação dos Módulos Rectificadores

Documentos internos Efacec Sistemas de Electrónica, S.A.:

4SA942008D – Procedimentos de ensaio de CIB, Carregador Industrial de Baterias

4SA972007E – Boletim Individual de ensaios de CIB

4SA989006A – Tensões para os Ensaios de Isolamento

4SA109006 – Etiqueta de Características EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U

4SA983040C – EFAPOWER BATERIAS - Etiqueta de Características

BIE – Boletim Individual de Ensaios EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U

MicroPSM – *Procedimento de teste da carta MicroPSM SA030006*

Relatórios:

Relatório de Ensaio IEP (nº E-2010-0474.00) – *Ensaios de Compatibilidade Electromagnética segundo a Norma ETSI EN 300386 V1.4.1 (08)*

Relatório de Ensaio IEP (nº E-2010-0474.01) – *Ensaios prévios de acordo com a Norma EN 60950-1 (06) + A11 (09) §4.2 Resistência Mecânica*

Autor: Henrique Pinto	Data: 2010 -07- 01	Aprovado:	Data:
Título do Documento:	Dossier Técnico de Construção EFAPOWER CIB S 48V / 40A c/microPSM Rack 19" 2U Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE Directiva de Compatibilidade Electromagnética 2004/108/CE		Página: 49/49
Nº do Documento:	4SA 10 9 003		Revisão: A

Anexo D

**Procedimento de Instalação - EFAPOWER CIB S 48V/40A
c/microPSM Rack 19'' 2U**

EFAPOWER CIB S 48 V / 40A c/microPSM RACK 19" 2U

Cablagem

Este documento visa definir e estabelecer como norma o uso da cablagem com as características indicadas na Tabela 1, na instalação do EFAPOWER CIB S 48V / 40A.



Figura 1 – EFAPOWER CIB S 48 V / 40A .

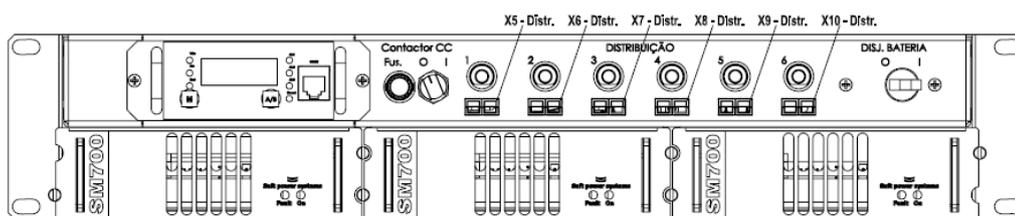


Figura 2 – EFAPOWER CIB S 48V / 40A – Vista de frente.

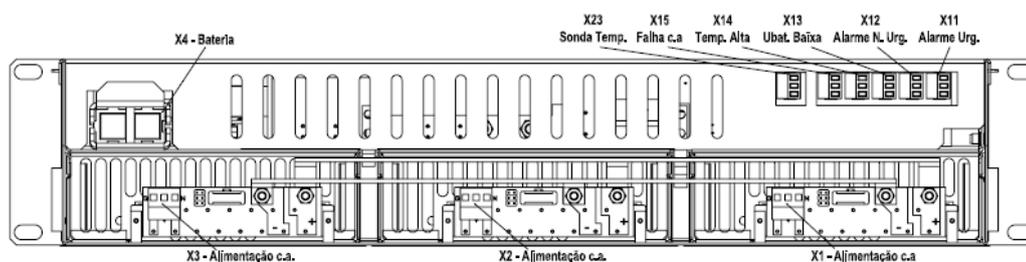


Figura 3 - EFAPOWER CIB S 48V / 40A – Vista de trás.

Tabela 1 – Cablagem EFAPOWER CIB S 48V / 40A

Ref. Bornes	Descrição	Conector	Secção Cabo [mm ²]	Observações
X1...X3	Alimentação c.a.	Ponteiras	1,5	Preto(F);Azul(N)+Amarelo/Verde(PE)
X4	Ligação Baterias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rack*¹ ▪ Bat.: 8 mm (olhal) 	16 Nota: 100 e 150Ah	Vermelho(+); Azul(-)
X5...X10	Distribuição c.c.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rack*¹ ▪ Cargas*² 	2,5	Vermelho(+); Preto(-)
X11...X15	Saída Alarmes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rack: Ponteiras ▪ Régua Alarmes:*² 	10x0,22	-
X23	Sonda Temp. Bateria	-	-	Fornecido com o Rack

*1 – Fichas fornecidas com o Rack; *2 – Definido pelo cliente.

EFAPOWER CIB S 48 V / 40A c/microPSM RACK 19" 2U

Disjuntor QE

Este documento visa definir e estabelecer como norma a colocação de um disjuntor magnetotérmico no QE¹ – alimentação c.a. -, com as características indicadas na Tabela 1, na instalação do EFAPOWER CIB S 48V / 40A.



Figura 1 – EFAPOWER CIB S 48 V / 40A.

Tabela 1 – Disjuntor magnetotérmico - QE

In [A]	Poder de Corte [kA]	Curva disparo	Pólos
20	6	C	1P+N

Etiqueta de Identificação do Disjuntor QE

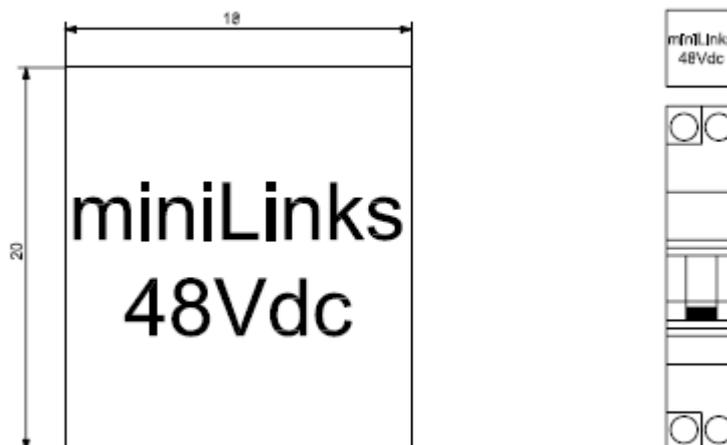


Figura 2 – Etiqueta de Identificação do Disjuntor QE

¹ QE – Quadro de Entrada

Anexo E

Relatório de Ensaio IEP - Resistência Mecânica

Relatório de Ensaio

Test Report

Data de ensaio **2010-05-31**
(início / fim) **a**
Date of testing **2010-06-01**
(start / end)

Relatório n.º **E-2010-0474.01**
Report number

Pág. **1** de **3**
Page of

Cliente
Customer

EFACEC – Sistemas de Electrónica S.A.
Unidade de Sistemas de Alimentação
Rua Eng.º Frederico Ulrich
4471-901 MOREIRA - MAIA

Item ensaiado
Tested item

SISTEMA CIB PARA TELECOMUNICAÇÕES EM RACK 19”

Fabricante / Marca
Manufacturer

EFACEC

Modelo / Tipo
Model / Type

EFAPOWER
CIBS 48V / 40A

N.º série
Serial number

1504-10384

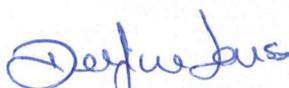
Operação efectuada
Method

Ensaios prévios de acordo com a norma:
EN 60950-1 (06) + A11 (09) §4.2 Resistência mecânica

Observações
Remarks

Data de emissão deste Relatório **2010-06-11**
Date of issue

Ensaiado por
Tested by



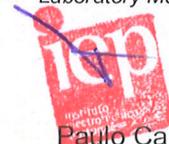
Delfina Sousa

Responsável Técnico
Technical Supervisor



Esaú Cardoso

Responsável pelo Laboratório
Laboratory Manager



Paulo Cabral

Os resultados indicados referem-se apenas ao momento e às condições em que se efectuaram os ensaios, sendo válidos somente para a amostra ensaiada. Este Relatório não pode ser reproduzido parcialmente, salvo autorização escrita do Laboratório.
The reported results are valid only at the moment and in the conditions of testing, and refer only to the tested sample. This Report cannot be reproduced, except in full, without the prior written permission of the Laboratory.

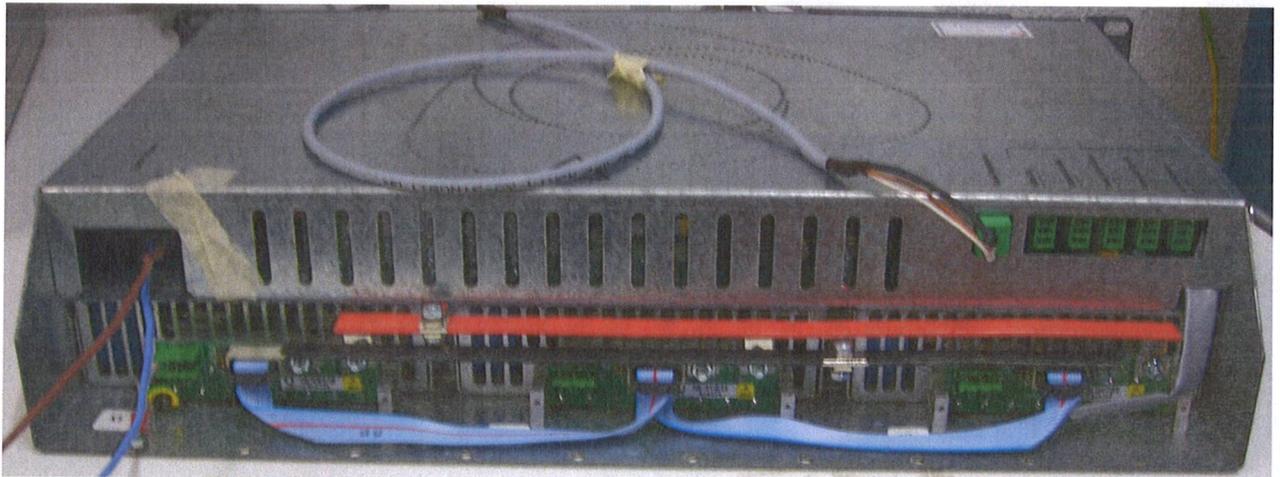
Instituto Electrotécnico Português
Laboratório de Metrologia e Ensaios

Rua de S. Gens, 3717 | 4460-409 Senhora da Hora | Portugal
Tel. +351 22 957 00 22 / 23 | Fax +351 22 953 05 94

met@iep.pt | <http://www.iep.pt>

I IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA

I ITEM IDENTIFICATION



EFAPOWER CIBS 48V / 40A
Input : 185 - 280V ; 12A
Frequency : 44 - 66Hz
Output : 42 - 58V ; 40A
Serial number : 1504 - 10384
EFACEC Sistemas de Electrónica, S.A.
Mod. F.X.S.P.S. 190-07-01

II RESULTADOS OBTIDOS

II RESULTS

Secção 4.2 Resistência mecânica

Clause 4.2 Mechanical strength

Sub-secção <i>Sub-clause</i>	Aplicável <i>Apply</i>	Não aplicável <i>Not apply</i>	Resultado <i>Result</i>
4.2.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conforme Força 10N
4.2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.2.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conforme Força 250N, durante 5s Topo, base e laterais
4.2.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conforme esfera Ø 50mm em todas as faces
4.2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.2.8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.2.9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4.2.10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

III CONCLUSÃO

III CONCLUSION

A amostra **cumpriu** os requisitos da secção §4.2.

= Fim do Relatório =
= End of Report =

Anexo F

Relatório de Ensaio IEP - Compatibilidade Electromagnética

Relatório de Ensaio

Test Report

Data de ensaio
(início / fim)
Date of testing
(start / end)

2010-05-18
a
2010-05-31

Relatório n.º
Report number

E-2010-0474.00

Pág. **1** de **27**
Page of

Cliente
Customer

EFACEC – Sistemas de Electrónica S.A.
Unidade de Sistemas de Alimentação
Rua Eng.º Frederico Ulrich
4471-901 MOREIRA - MAIA

Item ensaiado
Tested item

SISTEMA CIB PARA TELECOMUNICAÇÕES EM RACK 19”

Fabricante / Marca
Manufacturer

EFACEC

Modelo / Tipo
Model / Type

EFAPOWER
CIBS 48V / 40A

N.º série

1504-10384

Serial number

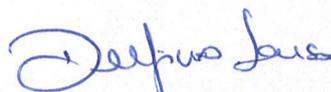
Operação efectuada
Method

Ensaio de Compatibilidade Electromagnética segundo a Norma:
ETSI EN 300386 V1.4.1 (08)

Data de emissão deste Relatório
Date of issue

2010-06-11

Ensaio por
Tested by



Delfina Sousa

Responsável Técnico
Technical Supervisor



Esaú Cardoso

Responsável pelo Laboratório
Laboratory Manager



Paulo Cabral

Os resultados indicados referem-se apenas ao momento e às condições em que se efectuaram os ensaios, sendo válidos somente para a amostra ensaiada. Este Relatório não pode ser reproduzido parcialmente, salvo autorização escrita do Laboratório.
The reported results are valid only at the moment and in the conditions of testing, and refer only to the tested sample. This Report cannot be reproduced, except in full, without the prior written permission of the Laboratory.

O IPAC é signatário dos acordos de reconhecimento mútuo da EA e do ILAC para ensaios.
IPAC is signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing.

Instituto Electrotécnico Português
Laboratório de Metrologia e Ensaios

Rua de S. Gens, 3717 | 4460-409 Senhora da Hora | Portugal
Tel. +351 22 957 00 22 / 23 | Fax +351 22 953 05 94

met@iep.pt | <http://www.iep.pt>

Mod. LME 91/0

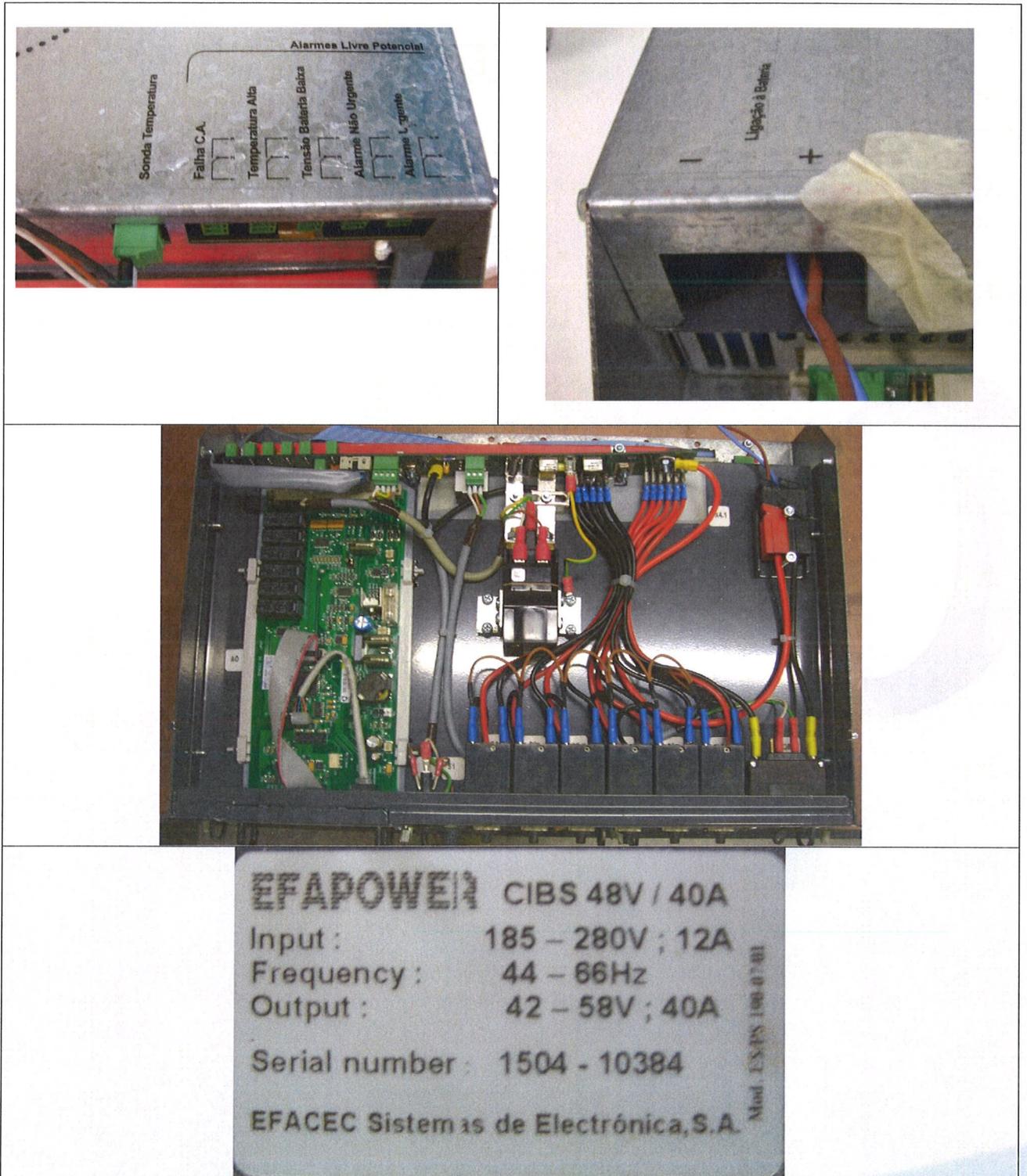
I. AMOSTRA ENSAIADA

1.1 DESCRIÇÃO GERAL

Sistema CIB para telecomunicações em rack 19". A unidade ensaiada dispõe da seguinte cablagem externa:

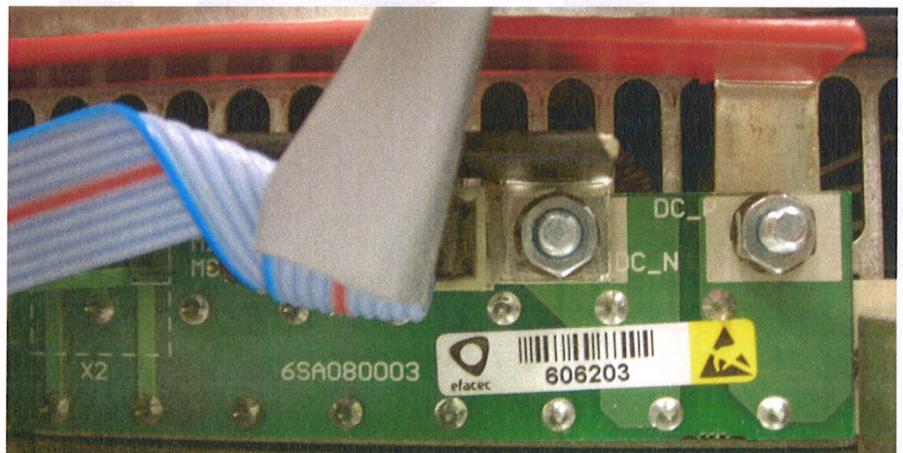
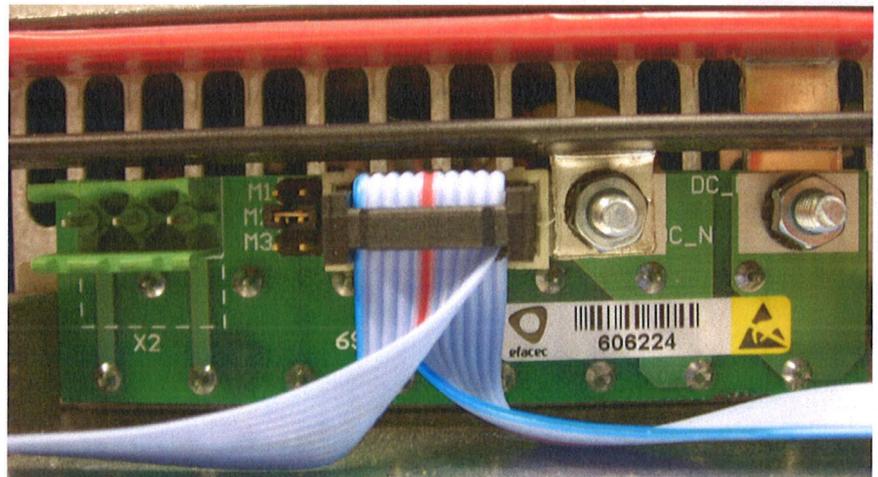
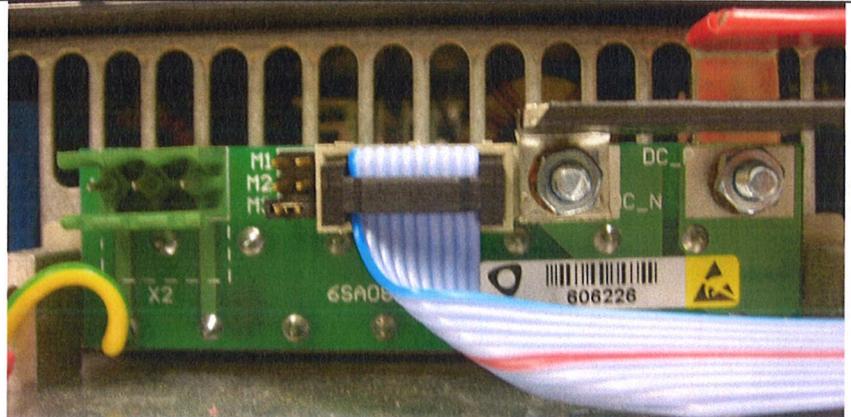
- entrada bateria DC (não testada, comp.<3m);
- saída 48V DC;
- 5 saídas de relés (contacto seco)



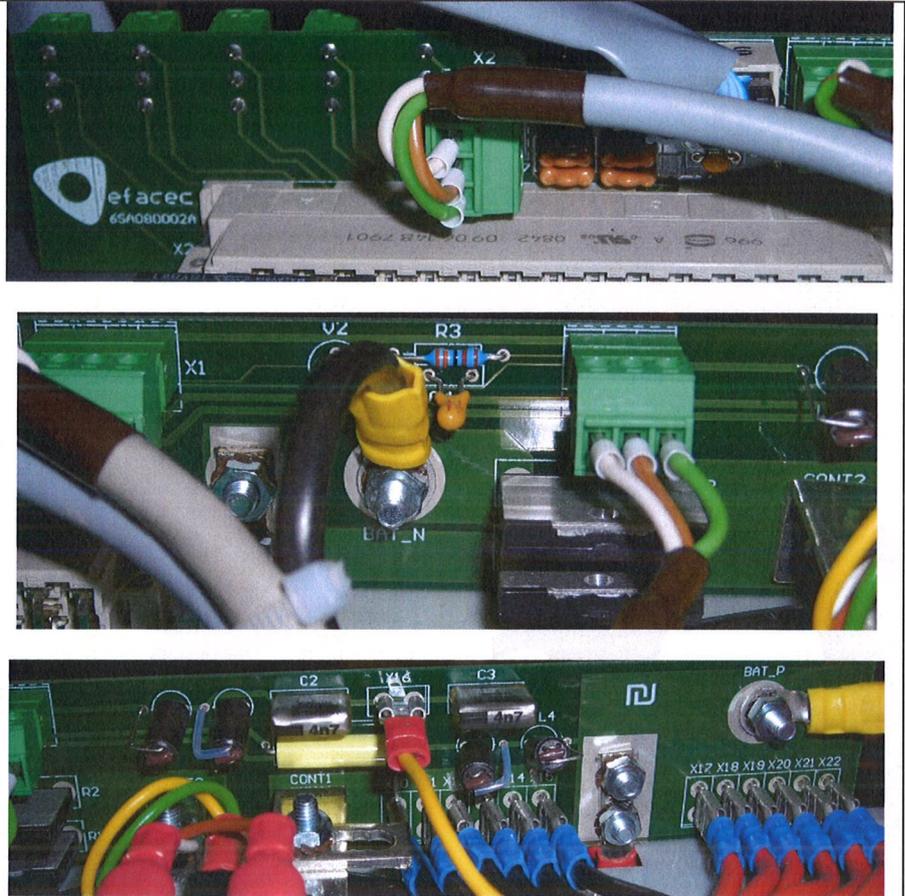


A amostra dispõe dos seguintes componentes críticos:

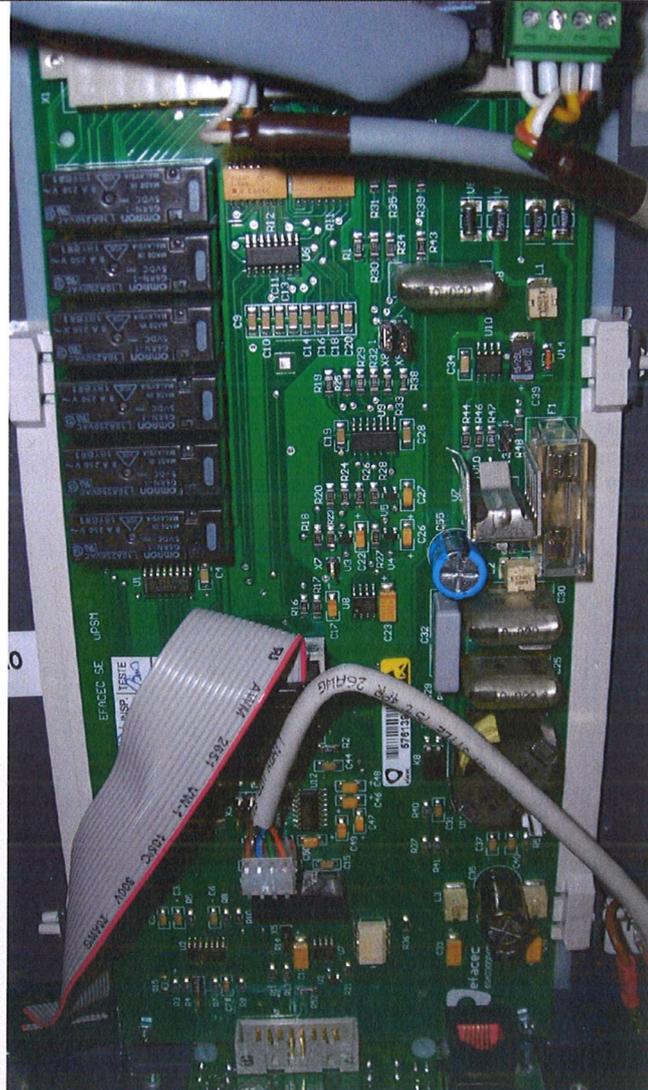
**3 Placa de entrada de
alimentação AC
6SA080003
Ref. 606226; 606224;
606203**



Placa de relés de saída
6SA080002A
Ref. 606410



**Micro PSM
6SA080002A
ref. 576139; 607334**



<p>6 contactores</p>	 
<p>3 módulos de distribuição</p>	

1.2 MODIFICAÇÕES ESPECIAIS EFECTUADAS NA AMOSTRA ENSAIADA

Não foram efectuadas modificações especiais na amostra ensaiada.

1.3 CONDIÇÕES PARTICULARES DA AMOSTRA DURANTE OS ENSAIOS

Instalada como em utilização normal.

1.4 ALIMENTAÇÃO DA AMOSTRA DURANTE OS ENSAIOS

A amostra foi alimentada pela tensão nominal (230V~) à frequência de $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$, excepto nos casos em que a especificação de ensaio refere outras condições.

1.5 EQUIPAMENTOS ASSOCIADOS À AMOSTRA DURANTE OS ENSAIOS

A amostra foi associada ao seguinte equipamento auxiliar:

- saída DC: carga resistiva (lâmpadas)
- saída de relés (ensaiada apenas 1 saída, relé alarme urgente): 1 lâmpada 230V alimentada através da entrada de alimentação AC

1.6 MODO DE OPERAÇÃO

Para cada ensaio / verificação foram efectuadas as seguintes operações:

- standby: visualização da lâmpada
- alteração do estado do interruptor da bateria, verificando a presença de condição de alarme.

1.7 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DURANTE OS ENSAIOS DE IMUNIDADE

Definidos de acordo com a Norma ETSI EN 300 386:

Critério A: Durante o ensaio o aparelho deve continuar a funcionar como pretendido, não sendo permitida qualquer degradação perceptível do seu desempenho ou perda de funções para além de um limite que o utilizador possa esperar.

Critério B: Após o ensaio o aparelho deve continuar a funcionar como pretendido, não sendo permitida qualquer degradação perceptível do seu desempenho ou perda de funções para além de um limite que o utilizador possa esperar.

Durante o ensaio é permitida degradação do seu desempenho, desde que o estado, a configuração e os dados registados não sejam alterados.

Critério C: É permitida perda de funções temporariamente, desde que auto-recuperáveis ou desde que possam ser restabelecidas pelo operação de controlos ou outra operação especificada nas instruções de uso.

1.8 MONITORIZAÇÃO DA AMOSTRA DURANTE OS ENSAIOS DE IMUNIDADE

Foi avaliado e seguido o comportamento da amostra e do seu estado de funcionamento, nomeadamente:

- valores de corrente e tensão no display do Micro PSM e registos de alarme;
- estado da lâmpada da saída de relés;
- estado dos led's de sinalização de alarme

II. ESPECIFICAÇÕES DE ENSAIO UTILIZADAS

As especificações de ensaio utilizadas estão organizadas de acordo com o seguinte:

EMISSÃO
ETSI EN 300386 – Requisitos de Compatibilidade Electromagnética em equipamentos de rede de telecomunicações :
(* EN 61000-3-2 (06) + A1 (09) + A2 (09)
(* EN 61000-3-3 (08)
EN 55022 (06) (classe A)
IMUNIDADE
ETSI EN 300386 (outros que centrais de telecomunicações)
(* EN 61000-4-2 (09)
(* EN 61000-4-3 (06) + A1 (08)
EN 61000-4-4 (04)
EN 61000-4-5 (06)
(* EN 61000-4-6 (09)
EN 61000-4-11 (04)

2.1 ACRÉSCIMOS E DESVIOS ÀS ESPECIFICAÇÕES DE ENSAIO

(* Para as normas assinaladas, foram utilizadas versões ou aditamentos diferentes dos mencionados no ponto 2.1 da Norma ETSI EN 300 386 V1.4.1. No entanto, as versões utilizadas não alteram a metodologia de ensaio face às referências normativas apresentadas.

III. SUMÁRIO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

MEIO	FENÓMENO	FREQUÊNCIA	RESULTADO
< EMISSÃO >			
Invólucro	Emissão Radiada	30 - 1000MHz	OK
Alimentação AC	Flutuações de Tensão	0 - 30Hz	OK
	Harmónicas de Corrente	100 - 2000Hz	OK
	Perturbações Contínuas	0,15 - 30MHz	OK

Resultado

A amostra ensaiada **cumpriu** a totalidade dos requisitos de emissão que se pretendiam verificar.

MEIO	FENÓMENO	CRITÉRIO	NÍVEL / FREQ.	RESULT.
< IMUNIDADE >				
Invólucro	Descargas Electrostáticas	B	6kV / 8kV (cont. / ar)	OK
	Campo Eléctrico Radiado (*)	A	3 V/m (80-800MHz) 10 V/m (800-960MHz) 3 V/m (960-1000MHz) 10 V/m (1,4-2 GHz) 3V/m (2GHz-2,7GHz)	OK
Alimentação AC	Transitórios rápidos	B	1kV (5/50ns; 5KHz)	OK
	Onda choque	B	1kV / 2kV (dif. / com.)	OK
	Correntes RF injectadas	A	3V / 150kHz - 80MHz	OK
	Cortes breves de tensão	C	0% - 0,5 ciclos 0% - 1 ciclo 70% - 25 ciclos 0% - 250 ciclos	OK
Saída DC e saída de relés	Transitórios rápidos	B	0,5kV (5/50ns; 5KHz)	OK
	Onda choque	B	0,5kV (dif.)	OK
	Correntes RF injectadas	A	3V / 150kHz - 80MHz	OK

Nota: (*) Ensaio efectuado apenas até 2,4GHz

Legenda

OK	Cumprir requisitos
F	Não cumprir requisitos
WMU	Dentro das incertezas de medida
N/A	Não aplicável
NE	Não efectuado

Resultado:

A amostra ensaiada **cumpriu** a totalidade dos requisitos de imunidade que se pretendiam verificar.

IV. RESULTADO DOS ENSAIOS

4.1 ENSAIOS DE EMISSÃO

4.1.1 ENSAIO DE EMISSÃO CONDUZIDA - FLUTUAÇÕES DE TENSÃO

Meio: Ligação à rede de alimentação 230V~

Norma: EN 61000-3-3

Limites:

Flutuações de Tensão			
Parâmetro	Limite máximo	Valores obtidos e comentários	Resultados
P_{st}	1,00	----	NA
P_{lt}	0,65	----	NA
$d_{max} - \Delta V / V_{máx}$ Condições normais automáticas	4%	1,7%	OK
$d_t - \Delta V / V$ não deve exceder 3,3% por um período superior a 500ms	3,3% 500ms	1,2%	OK
$d_{max} - \Delta V / V_{max}$ Comutação manual ou mais que duas comutações automáticas por dia e com rearmar retardado ou manual após falha de energia eléctrica	6%	---	N/A
$d_{max} - \Delta V / V_{máx}$ Utilização sob vigilância ou menos que duas comutações automáticas por dia e com rearmar retardado ou manual após falha de energia eléctrica	7%	----	NA
$d_c - \Delta V / V_{contínuo}$	3,3%	0,12%	OK

Notas:

1) A amostra foi ajustada de modo a encontrar-se o máximo nível de perturbações;

Incerteza da medição:

A incerteza da medição (com um intervalo de confiança de 95%) deste ensaio foi de 5%.

Resultado:

A amostra **cumpriu** o limite da especificação por uma margem de 58%.

4.1.2 ENSAIO DE EMISSÃO CONDUZIDA - HARMÓNICAS DE CORRENTE

Meio: Ligação à rede de alimentação 230V~

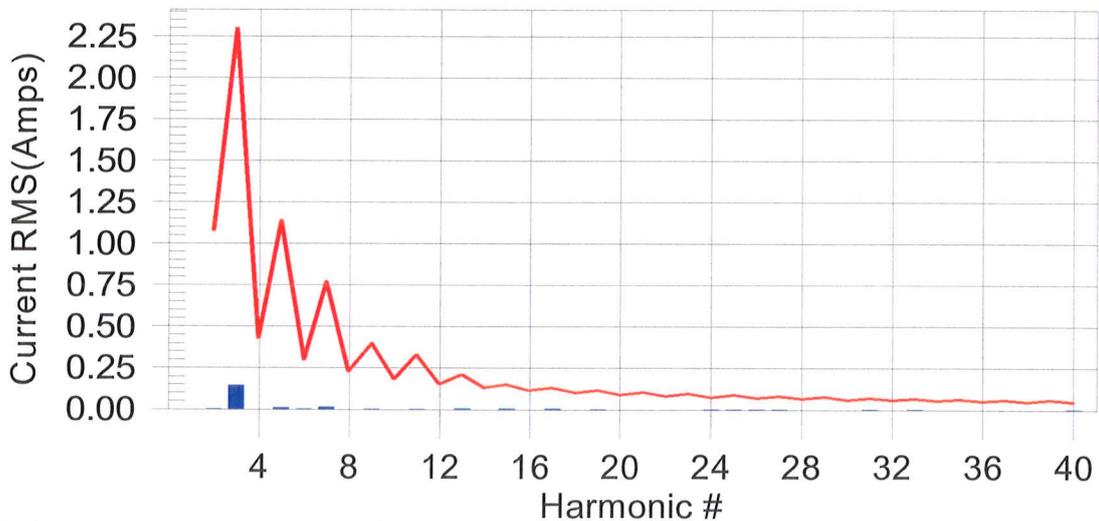
Norma: EN 61000-3-2

Limites: Classe A

Nota: A amostra foi ajustada de modo a encontrar-se o máximo nível de perturbações

Incerteza da medição:

A incerteza da medição (com um intervalo de confiança de 95%) deste ensaio foi de 5%.



Legenda:

Linha – Valores limites de especificação

Barra – Valores medidos da amostra

Resultado:

A amostra cumpriu o limite das especificações. A pior harmónica foi a # 40 com um valor de 49% do limite respectivo.

4.1.3 ENSAIO DE EMISSÃO CONDUZIDA: PERTURBAÇÕES DE RADIOFREQUÊNCIA

Meio: Ligação à rede de alimentação 230V~

Norma: EN 55022 (classe A)

Limites:

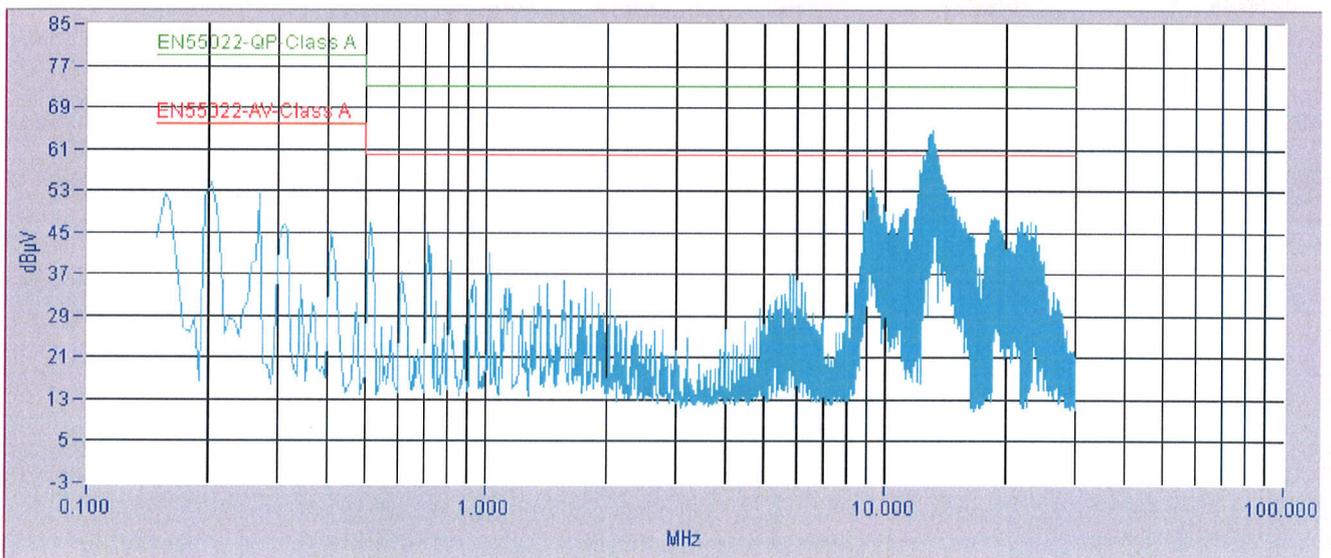
Frequência	Limites (dB μ V)	Valores obtidos	Resultados
0,15 - 0,5MHz	79 Quasi-pico / 66 Média	Ver gráfico	OK
0,5 - 30MHz	73 Quasi-pico / 60 Média	Ver gráfico	OK

Nota: A amostra foi ajustada de modo a se encontrar o máximo nível de emissão.

Incerteza da medição:

A incerteza da medição (com um intervalo de confiança de 95%) deste ensaio foi de 3,6dB.

Resultados obtidos:



detector Pico (10ms) entre 0,15MHz e 30MHz

Frequência (MHz)	Quasi pico	Média
0.204	58.4	48.9
0.270	52.3	41.6
0.312	47.1	39.3
0.408	49.2	41.2
0.510	45.6	38.5
0.714	43.7	37.4
1.020	41.1	34.9
9.276	53.0	43.8
9.894	47.8	40.2
11.058	48.9	40.8
11.166	47.3	37.0
11.382	47.6	36.8
11.466	49.2	41.7
12.120	55.4	44.4
12.258	58.8	45.7
12.324	57.9	43.5
12.396	58.5	45.1
13.146	63.0	46.9
14.910	49.1	41.5
16.584	43.2	37.8
18.354	51.6	43.6
18.630	50.7	42.5
22.044	46.2	39.2
22.656	47.1	38.5

Resultado:

A amostra **cumpriu** o limite da especificação por uma margem de 10 dB.

4.1.4 ENSAIO DE EMISSÃO RADIADA

Meio: Invólucro

Norma: ETSI EN 300 386
EN 55022

Limites:

(*)Ensaio de pré-compliance (altura máx. 2m)

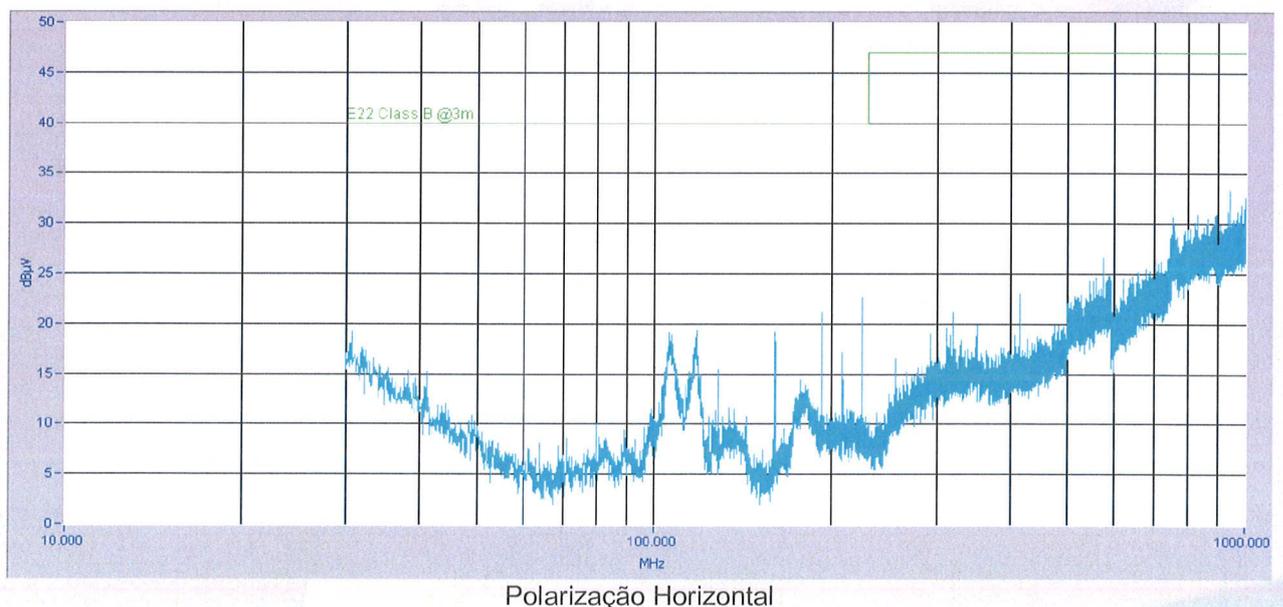
Frequência	Limites	Valores obtidos	Resultados
30 – 230MHz	40 dB μ V/m @ 3m	Ver gráfico	OK
230 - 1000MHz	47 dB μ V/m@ 3m	Ver gráfico	OK

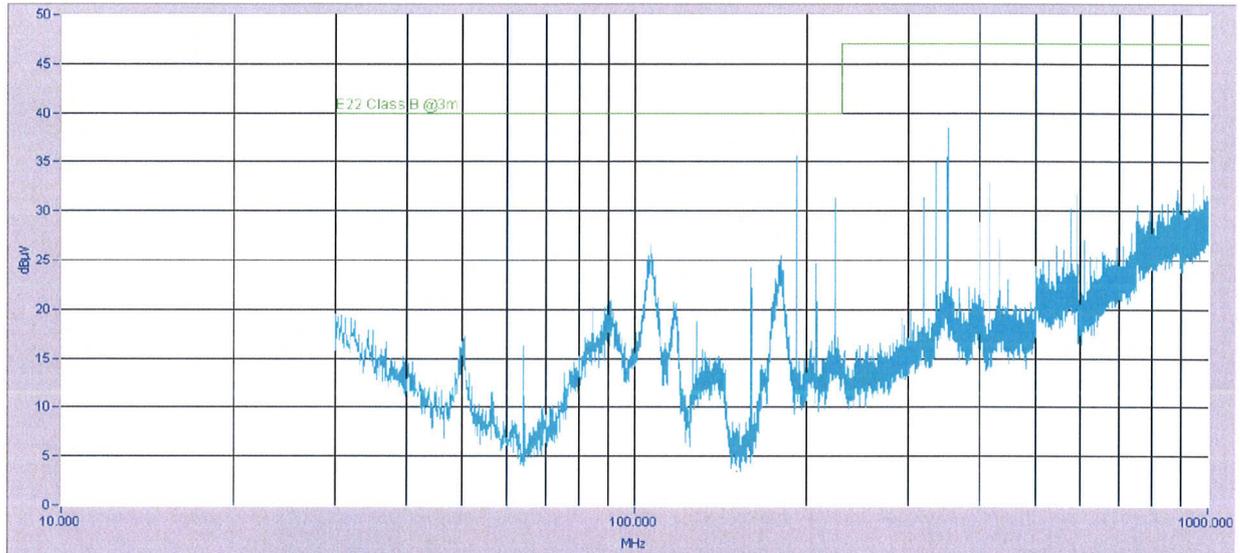
Nota: A amostra foi ajustada de modo a encontrar-se o máximo nível de emissão.

Incerteza da medição:

A incerteza da medição (com um intervalo de confiança de 95%) deste ensaio foi de 5dB.

Valores obtidos:





Polarização Vertical

Polaridade	Frequência (MHz)	Quasi pico dBµV
Horizontal	Não foram observados picos significativos	
Vertical	192.000	35.6
	352.019	37.1
	223.949	31.6
	319.980	31.6
	336.000	34.9
	416.010	34.7
	575.940	31.4
	591.960	33.4

Nota: Estão apresentados apenas os valores registados mais significativos.

Resultado:

A amostra **cumpriu** o limite da especificação por uma margem de 5 dB, para a classe B.

4.2 ENSAIOS DE IMUNIDADE

4.2.1 IMUNIDADE ÀS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS

Meio:	Invólucro
Normas:	ETSI EN 300386 (tabela 6) EN 61000-4-2
Critério aceitação:	B
Temperatura / Humidade:	23°C ; 56%
Nível:	contacto: nível 2 - 6kV ar: nível 3 - 8kV
Configuração:	"Table top equipment"
Limites:	

Descargas directas:

Parte ensaiada	Tensão ensaio	Observações	Resultado
Todas as faces do aparelho, e partes metálicas acessíveis	6kV – contacto	-----	OK
Painel frontal do MicroPSM, conectores	8kV - ar	-----	OK

Descargas indirectas:

Parte ensaiada	Tensão ensaio	Observações	Resultado
Frente MicroPSM (Acoplamento vertical)	4kV – contacto	-----	OK
Trás (Acoplamento vertical)	4kV – contacto	-----	OK

Resultado:

A amostra **cumpriu** com os níveis especificados.

4.2.2 IMUNIDADE A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS RADIADOS

Meio:	Invólucro
Norma:	ETSI EN 300386 (tabela 6) EN 61000-4-3
Critério de aceitação:	A
Temperatura:	25°C
Humidade relativa:	52%
Gama de frequências:	80MHz - 2400MHz
Passo de frequência:	1% (sweep logarítmico)
Modulação:	80% AM @ 1kHz
Configuração:	Amostra ensaiada como "floor equipment"

Frequência (MHz)	Polarização	Nível (V/m)	Face da Amostra	Comentário	Resultado
80-800	Vertical	3	Frontal	----	OK
	Horizontal				
800-960	Vertical	10	Frontal	-----	OK
	Horizontal				
960-1000	Vertical	3	Frontal	-----	OK
	Horizontal				
1400-2000	Vertical	10	Frontal	-----	OK
	Horizontal				
1400-2400	Vertical	3	Frontal	-----	OK

Resultado:

A amostra **cumpriu** com os níveis especificados.

4.2.3 IMUNIDADE AOS TRANSITÓRIOS RÁPIDOS

Meio: Alimentação, saída DC, saída relés
Normas: ETSI EN 300386 (tabela 7 e 9)
EN 61000-4-4
Critério de aceitação: B
Temperatura / Humidade: 23°C e 54%
Nível: 1kV / 0,5kV (acoplamento directo / capacitivo)
Configuração: "table top equipment"
Limites:

Meio	Polaridade / duração	Nível	Observações	Resultado
Alimentação (L, N, PE)	+/-1 min	1 kV – acoplamento directo	-----	OK
Saída DC, Saída relés	+/-1 min	0,5 kV – acoplamento capacitivo	-----	OK

Resultado:

A amostra **cumpriu** com os níveis especificados.

4.2.4 IMUNIDADE À ONDA CHOQUE

Meio: Alimentação, saída DC, saída relés
 Normas: ETSI EN 300386 (tabela 7 e 9)
 EN 61000-4-5
 Critério de aceitação: B
 Temperatura / Humidade: 24°C e 65%
 Limites:

Meio	Nível	Modo	Ângulo	Observações	Resultado
Alimentação	1 kV	L-N	0°, 90°, 180° e 270°	-----	OK
	2 kV	L-PE; N-PE	0°, 90°, 180° e 270°	-----	OK
Saída DC	0,5 kV	+ / PE	0°	-----	OK
		- / PE	0°	-----	OK
Saída relés	0,5 kV	+ / PE	0°	-----	OK
		- / PE	0°	-----	OK

Resultado:

A amostra **cumpriu** com os níveis especificados.

4.2.5 IMUNIDADE ÀS CORRENTES DE RF INJECTADAS

Meio : Alimentação, saída DC, saída relés
Normas: ETSI EN 300386
EN 61000-4-6 (tabela 9)
Critério de aceitação: A
Temperatura / Humidade: 22°C e 58%
Frequência: 150kHz - 80MHz
Modulação: 80% AM 1kHz
Nível: Classe 2 - 3V
Limites:

Meio	Nível	Acoplador	Desacoplador	Observações	Resultado
Alimentação	3V	CDN M3	EMCLAMP (saída relés)	----	OK
Saída DC	3V	EMCLAMP	CDN M3	-----	OK
Saída relés	3V	EMCLAMP	CDN M3	-----	OK

Resultado:

A amostra **cumpriu** com os níveis especificados.

4.2.6 IMUNIDADE AOS CORTES BREVES DE TENSÃO

Meio: Alimentação
Normas: ETSI EN 300386 (tabela 9)
EN 61000-4-11
Critério de aceitação: B, C
Temperatura / Humidade: 21°C; 49%
Nível: 3 Interrupções, intervalo 10s, ângulos 0°, 180°
Limites:

Meio	Nível	Observações	Resultado
Alimentação	0%Un – 0,5 ciclos	Sem alterações	OK
	0%Un – 1 ciclo	Sem alterações	OK
	70%Un – 25 ciclos	Sem alterações	OK
	0%Un – 250 ciclos	Comutação interna de AC – Bat, sem alteração da saída	OK

Resultado:

A amostra **cumpriu** com os níveis especificados.

V. CONCLUSÃO

A amostra ensaiada **cumpriu** a totalidade dos requisitos de Compatibilidade Electromagnética, previsto nas normas acima mencionadas.

Anexo 1 – Lista de equipamento utilizado

Ponto	Ensaio	Equipamento utilizado	Calibrado até
4.1.1	Flutuação de tensão	Sistema Proflin SHAFFNER 2100 LEL 1216 Fonte monofásica SHAFFNER NSG1007 LEL 1214 Impedância de referencia "SCHAFFNER" CCN1000 LEL 1215	2010-12
4.1.2	Harmonicos de corrente	Sistema Proflin SHAFFNER 2100 LEL 1216 Fonte monofásica SHAFFNER NSG1007 LEL 1214 Impedância de referencia "SCHAFFNER" CCN1000 LEL 1215	2010-12
4.1.3	Perturbações de Radiofrequência	Atenuador 20dB LEL 1213 Receptor AFJ ER55C2.8 IEP0600201 LISN trifásica 50Ω / 50μH + 5Ω MEB LEL 1097	2010-10 2011-05 2010-12
4.1.4	Emissão radiada	Cabo 2m+10m IEP0600179 Câmara semi-anecoica LEL 1207 + antenna LEL1209 Receptor AFJ ER55CE LEL 1259	2011-01 2011-03 2012-05
4.2.1	Descargas Electrostáticas	Gerador ESD Schloder SESD 200 LEL 949	2010-12
4.2.2	Imunidade Radiada	Cabo 2m+10m IEP0600179.01 Câmara semi-anecoica LEL 1207.01 + antena LEL 1209 Câmara semi-anecoica LEL 1207.02 + antenna Horn IEP 0600179 Gerador de RF Marconi 2024 LEL 952	2011-01 2011-03 2011-03 2011-03
4.2.3	Transitórios rápidos	Cronómetro Timex LEL 481 Gerador EFT HILO TEST EFTG LEL 950 Sonda capacitiva EFTC-105 LEL 951	2011-04 2010-12 2012-09
4.2.4	Onda choque	Gerador Schloder CWG 500 LEL 1257 + Desacoplador CWG 526 IEP0600176	2011-12
4.2.5	Corrente de RF injectada	Gerador RF Marconi 2024 LEL 952 Amplificador RF AR 25A250A IEP0600177 Atenuador 6dB/50Ω LEL 1134 EM-Clamp MEB KEMZ 810 LEL1022 CDN M3 LEL 1202	2011-01
4.2.6	Cortes breves de tensão	Proflin Sistem SHAFFNER 2100 LEL 1216 Switch BOX SCHAFFNER IEP0600006	2011-12

= Fim do Relatório =
= End of Report =

Anexo G

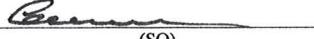
**Declaração CE de Conformidade - EFAPOWER CIB S 48V/6x50A
C/Módulos SMi2800 + miniPSM**

**CONFIRMAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS PARA
DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE**

Nº 04 / 10

1 Produto da Efacec: EFAPOWER CIB S 48V / 6x50A C/ Módulos SMi2800 + miniPSM

Unidade da Efacec Responsável pelo Projecto: TRANSPORTES (Sistemas de Alimentação)

Assinatura: 
(SQ)

Data: 2010 - 05 - 17

1 Normas de referência:

Directiva de Baixa Tensão [Directiva 2006/95/CE] : EN 60950-1 : 2006

Directiva de Compatibilidade Electromagnética [Directiva 2004/108/CE] :

Emissão: EN 300 386 v1.4.1 : 2008

Imunidade: EN 300 386 v1.4.1 : 2008

NOTA: Algumas Normas, que são chamadas por estas, são cumpridas para níveis (critérios) de aceitação diversos e especificados no Dossier Técnico de Construção (ou equivalente).

Dossier Técnico de Construção (Documentação Técnica ou equivalente) :

DBT (4SA099010 - Rev. A de 2010-06-14)

DCEM (4SA099010 - Rev. A de 2010-06-14)

Certificado de Laboratório exterior: _____

Relatório(s) de Ensaios de Laboratório exterior: E_2009_0731.01 (09-06-26 de IEP) + E_2009_0731.02 (09-09-16 de IEP)

Relatório(s) de Ensaios realizados por Efacec : 4SA972007E + BIE (equip. 1504-10448, como exemplo, de 2010-05-31)

Dossier de Projecto / Dossier de Fabrico / Outros Documentos [referidos alguns dos documentos]:

Dossier de Projecto / Fabrico : 4SA061186D (exemplo) + 4SA061275D (exemplo) + 4SA942008D + 4SA983040C + outros

Etiqueta de Características / Marcação CE: 4SA983039E (10-05-31)

Manual do Utilizador (ou equivalente): 4SA109004 (10-05-17) + 4SA989008G (10-05-17)

Plano de Inspeção e Ensaios (ou equivalente) : PIE SE/GQ – SA94000N

Plano da Qualidade (ou equivalente) : PLQ – SE/GQ 97000N

Fotografias : Ver em alguns dos documentos citados

Notas: 1) Foram emitidos vários relatórios parciais por Serviços da Qualidade : Mail de 09-04-22 ; Mail de 09-04-30 ; Mail de 09-05-18 ; REL_PAR_CE_CIBS_48V_6x50A_SA_09_05_21_SQ + Mail de 09-05-22 ; Mail de 09-12-07 ; Mail de 10-01-25 ; Mail de 10-02-26 ; Mail's de 10-03-15 c/ respostas de 10-04-08 e de 10-04-19 ; Mail's de 10-04-20 ; REL_PAR_CE_CIBS_48V_6x50A_SA_10_04_24_SQ ; REL_PAR_CE_CIBS_48V_6x50A_SA_10_04_26_SQ + REL_PAR_CE_CIBS_48V_6x50A_SA_10_05_06_SQ c/ resp. em 10-05-06 / 12 ; Mail de 10-05-13 ; REL_PAR_CE_CIBS_48V_6x50A_SA_10_05_14_SQ ; c/ resp. em 10-05-17 ; REL_PAR_CE_CIBS_48V_6x50A_SA_10_05_28_SQ ; Mail de 10-05-28 ; Mail de 10-06-07 c/ resp. em 10-06-15 ; Mail de 10-06-18 c/ resp. em 10-06-18 / 21 ; Mail's de 10-06-21 c/resp. em 10-06-22 ; Mail de 10-06-22 c/ resp. em 10-06-22 ; Mail de 10-06-23 c/ resp. em 10-06-23 / 24 ; Mail's de 10-06-25 c/ resp. em 10-06-25.

As respostas a estes relatórios (aqui não explicitadas) foram apresentadas nas alterações documentais (ou outras incluindo NC's) realizadas.

2) Tiveram lugar reuniões, entre as quais: Eng. Vitorino Rocha (VR), Eng. Filipe Cruz (FC), Eng. Hugo Queiroz (HQ), Eng. Casimiro Barbosa (CB) (em 09-04-16 c/ rel. 09-04-21) ; Eng. FC, Vítor Ferreira (VF), Hugo Carvalhosa (HC), Eng. HQ, Eng. CB (em 09-06-16 c/ rel. 09-10-30) ; Eng. FC, Eng. HQ, Eng. CB (em 09-19-30 c/ rel. 09-11-09) ; Eng. FC, Eng. VF, Eng. HQ, Eng.ª Susana Guedes (SG), Eng. CB (em 10-04-09 c/ rel. 10-04-15 + Mail 10-04-20) ; Eng. FC, Henrique Pinto (HP), Pedro Gonçalves (PG), Eng.ª SG, Eng. CB (em 10-04-09 c/ rel. 10-04-30) ; Eng. FC, HP, PG, Eng.ª SG, Eng. CB (em 10-04-28 c/ rel. 10-05-11) ; HP, PG, Eng.ª SG, Eng. CB (em 10-05-12 c/ rel. 10-05-12) ; Eng. FC, HP, PG, Eng.ª SG, Eng. CB (em 10-05-17 c/ rel. 10-05-21) ; HP, PG, Eng.ª SG, Eng. CB (em 10-06-17 c/ rel. de 2010-06-21 + Mail de 2010-06-22).

Assinatura: 
(SQ)

Data: 2010-06-25

3 OBSERVAÇÕES:

1) - A DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE É VÁLIDA SÓ PARA OS PRODUTOS ESPECIFICADOS NO QUADRO 1 (NO CONTEXTO INTEGRAL DO QUADRO 2).

REVISÕES FUTURAS DOS DOCUMENTOS ASSINALADOS NÃO IMPLICAM ATUALIZAÇÃO DESTES DOCUMENTOS NEM DA DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE DESDE QUE NÃO TENHAM IMPLICAÇÕES DIRECTAS COM O CUMPRIMENTO DOS REQUISITOS ESSENCIAIS DA MARCAÇÃO CE .

2) A DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE A EMITIR SÓ É VÁLIDA PARA OS EQUIPAMENTOS QUE EFECTIVAMENTE CUMPREM OS REQUISITOS REFERIDOS NOS DOCUMENTOS EXCLUINDO-SE EVENTUAIS SITUAÇÕES DE PROTÓTIPOS OU OUTROS EQUIPAMENTOS QUE NÃO TENHAM SIDO SUBMETIDOS ÀS ALTERAÇÕES REFERIDAS NO DOSSIER ASSOCIADO À MARCAÇÃO CE.

3) É CONVENIENTE, NA DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE, REFERIR QUE A CONFORMIDADE COM AS NORMAS É ASSUMIDA NO CONTEXTO DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA (4SA099010 – Rev. A de 2010-06-14).

CONCLUSÃO:**ESTÃO REUNIDAS AS CONDIÇÕES PARA EMISSÃO DA DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE.**Responsável por SERVIÇOS DA QUALIDADE: 

Data: 2010-06-25

DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE

De acordo com as Directivas:

Directiva de Baixa Tensão [Directiva 2006/95/CE]

Directiva de Compatibilidade Electromagnética [Directiva 2004/108/CE]

A

Efacec Sistemas de Electrónica, S.A.

Unidade de Negócios Transportes

Rua Eng. Frederico Ulrich - Apartado 3078

4471-907 Moreira Maia

PORTUGAL

declara que o seguinte Produto: **EFAPOWER CIB S 48V / 6x50A C/Módulos SMi2800+miniPSM**

quando instalado e utilizado de acordo com as instruções do Manual Técnico, está em Conformidade com as seguintes Normas:

EN 60950-1:2006

EN300386 v1.4.1:2008

A conformidade com a Norma é assumida no contexto da Documentação Técnica:

DBT (4SA099010 – Rev. A, 2010-06-14)

DCEM (4SA099010 – Rev. A, 2010-06-14)

Data da 1ª DECLARAÇÃO CE DE CONFORMIDADE: **2010-06-28**

Data: **2010-06-28**

Eng. Hugo Queiroz
Resp. Gestão da Qualidade,
Ambiente e Segurança

Eng. José Sousa
Director Geral da
Unidade de Negócio

Eng. Alberto Martins
Administrador da
Unidade de Negócio

