



ISSN: 1984-3151

USO DO DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS EM IMÓVEIS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM MINAS GERAIS

USE OF SURGE PROTECTION DEVICE IN REAL ESTATE MY HOME MY LIFE PROGRAM IN MINAS GERAIS

Rossini Coelho Salomão¹; Thiago Luiz Alves de Melo²; Igor Amariz Pires³

- 1 Engenheiro Eletricista. UNIBH, 2012. Leme Engenharia Ltda. Belo Horizonte, MG. rospecs@gmail.com.
- 2 Engenheiro Eletricista. Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, 2012. Petrobras – Petróleo Brasileiro S/A. Belo Horizonte, MG. thiagopid@yahoo.com.br.
- 3 Doutor em Engenharia Elétrica. PPGEE/UFGM, 2011. Professor da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. igor_amariz@yahoo.com.br.

Recebido em: 17/05/2012 - Aprovado em: 07/07/2012 - Disponibilizado em: 30/11/2012

RESUMO: – Milhares de descargas atmosféricas atingem o extenso território do Brasil todos os anos, gerando prejuízos incalculáveis. Assim, surgiu a necessidade da proteção dos equipamentos eletroeletrônicos contra surtos de tensão decorrentes dessas descargas. O DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos, é um aparelho eletrônico que vem sendo utilizado na proteção desses equipamentos devido a sua boa relação custo benefício. Através de uma atuação muito mais rápida que os dispositivos seccionadores comuns, o DPS tem grande eficiência na comutação destes equipamentos, pois ao perceber um pico de tensão elevado na rede o DPS já efetua a desconexão dos equipamentos evitando danos. O objetivo deste trabalho é promover a difusão do uso do dispositivo, mesmo nas famílias com baixa renda, e conforme confirmado estatisticamente, os valores gastos nos reparos e reposições são bem mais onerosos que a utilização de um dispositivo para cada aparelho eletroeletrônico da residência. Assim, através de pesquisas em sites e livros específicos, pesquisas de campo, cotações e com base em dados estatísticos, é proposto um modelo genérico de instalação protegida, que irá abranger a vasta extensão de imóveis residenciais de baixo custo desenvolvidos nos modelos da Caixa Econômica Federal.

PALAVRAS-CHAVE: DPS. Descargas Atmosféricas. Surtos Elétricos. Proteção de Circuitos.

ABSTRACT: Thousands of lightning hit the vast territory of Brazil every year, causing incalculable damage. Thus arose the need to protect the electronic equipment against voltage surges resulting from such discharges. DPS - Surge Protection Device is an electronic device that has been used in the protection of such equipment due to its cost benefit. Through a performance much faster than common devices disconnectors, the DPS is great switching efficiency of these devices, for realizing the peak of voltage on the network since the DPS performs the disconnection of equipment to avoid damage. The objective of this work is to promote the widespread use of the device, even in low-income families, and as confirmed statistically the amounts spent on repairs and replacements are much more expensive than the use of an electronics device for each unit of residence. So through research on specific sites and books, field surveys, quotations and based on statistical data we can propose a generic model of protected facility, which will cover the vast expanse of low cost housing in developing models of the Caixa Econômica Federal.

KEYWORDS: DPS. Atmospheric Discharges. Electric Surges. Protection of the Circuits.

1 INTRODUÇÃO

O grande desenvolvimento da ciência e da tecnologia no último século culminou na utilização de uma gama de equipamentos eletrônicos sofisticados que auxiliam nas tarefas cotidianas. Podem ser citados como exemplo: computadores, impressoras, rádios, televisores, telefones etc. Assim, este grande avanço trouxe a necessidade de proteção destes aparelhos contra fenômenos elétricos, dos quais se optou por comentar o estudo sobre surto transitório de tensão que pode ocorrer devido a chaveamento no sistema elétrico de potência, descargas atmosféricas, entre outros. O funcionamento dessa proteção diminui riscos de “queima” de equipamentos, “desviando” os surtos elétricos para a terra através do condutor de aterramento (IEC 62305-4, 2010).

O raio é uma descarga elétrica que ocorre entre nuvens ou entre nuvem e terra. Representa perigo para as pessoas, edificações e equipamentos. O Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) são projetados com o intuito de amparar o esqueleto físico do imóvel e as pessoas que nele se encontram. O papel desses sistemas é filtrar a energia liberada do raio para a terra.

A instalação de SPDA deverá proceder exatamente como indicam as normas técnicas e ser executada por técnicos ou engenheiros especialistas. Enfatizando que o SPDA não protege os equipamentos eletroeletrônicos, e sim o patrimônio (edificação) e as pessoas que nele se encontram..

No Brasil, são grandes os prejuízos em função dos danos causados por queima dos equipamentos eletroeletrônicos.

Os Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS) têm baixo custo em relação ao preço dos aparelhos eletroeletrônicos. Chegam a custar de 2% a 7% do valor do aparelho. Isto possibilita o aumento da segurança pessoal com a simples instalação do DPS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção trata dos conceitos básicos na área do DPS. Serão abordados os seguintes conceitos: Origem e Formação das Descargas Atmosféricas, Fontes de Surtos e Tipos de Surtos Analisados, Supressor de Surtos, Tipos de Dispositivos e Classificação de Áreas de Proteção.

2.1 ORIGEM E FORMAÇÃO DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A formação de cargas nas nuvens e a sua consequente descarga (raio) na terra é um fenômeno normal e natural que assola a Terra e aflige a humanidade, gerando avarias nos materiais e mortes. (KINDERMANN, 1992).

De acordo com (KINDERMANN, 1992) a formação de cargas nas nuvens não é um fenômeno totalmente conhecido. Existem vários princípios a respeito, um deles refere-se aos fluxos dos ventos ascendentes, carregando grande quantidade de umidade. Esta umidade encontra, nas regiões mais altas, uma temperatura baixa, se condensa formando várias gotículas de água, que ficam suspensas no ar. Estas gotículas aglomeram-se formando maiores e, pela influência da gravidade, começam a cair.

Ao caírem, as gotículas se encontram com outras, tornando-se maiores. Sendo o solo da terra negativo, são induzidas, nas gotas de água, cargas positivas na parte inferior e cargas negativas na parte superior (KINDERMANN, 1992).

De acordo com o mesmo autor, a descarga atmosférica é uma centelha elétrica, que espalha rapidamente sobre a terra, provocando danos. Nesse momento enxerga-se uma luz forte criada pelo arco elétrico do raio. O estrondo (trovão) é produzido pelo deslocamento do ar devido ao brusco calor gerado pela descarga do raio.

Kindermann (1992) afirma que a nuvem carregada, induz no solo cargas positivas, que ocupam uma área correspondente ao tamanho da nuvem. Como a nuvem é arrastada pelo vento, a região de cargas positivas no solo acompanha o deslocamento da mesma, criando praticamente uma sombra de cargas positivas que segue a nuvem.

Segundo (IEC 62305-4, 2010), quando a descarga atmosférica atinge a rede elétrica, são geradas tensões e correntes com formas de ondas padronizadas. Uma das formas de ondas padronizadas é a amortecida, com uma onda senoidal exponencialmente amortecida que atinge o valor de crista em 0,5 ms e depois oscila com a frequência de 100 kHz. E a outra forma de onda é conhecida como onda combinada, é uma onda produzida por um gerador de impulso que em vazio fornece um impulso de tensão com a forma 1,2/50 e em curto circuito fornece uma onda de corrente de forma 8/20.

Nilsson e Riedel (2009) afirmam que os surtos transitórios de tensão são distúrbios resultantes de súbitas descargas de energia elétrica armazenada, as quais provocam efeitos de indução elétrica e magnética ocasionando grandes danos materiais a equipamentos eletroeletrônicos. O circuito mostrado na FIG. 1 ilustra uma situação de chaveamento em redes elétricas de uso doméstico, na qual o resistor R_b é um aparelho doméstico que foi desligado em $t=0$ ocasionando um surto em outro aparelho R_a .

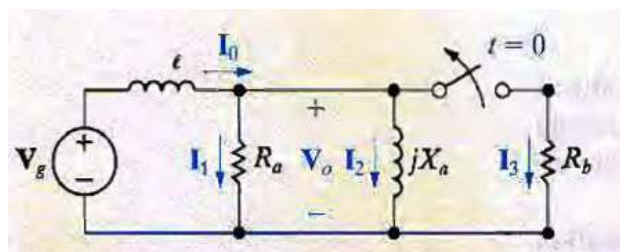


Figura 1 - Chaveamento em redes elétricas de uso doméstico

Fonte: NILSSON; RIEDEL, 2009,p.374

De acordo (NILSSON; RIEDEL, 2009) os surtos de tensão são motivados por descargas atmosféricas, desligamento de sistemas muitos indutivos, acidentes entres redes de distribuição e outros. Na FIG.2 são apresentados os tipos de distúrbios elétricos.

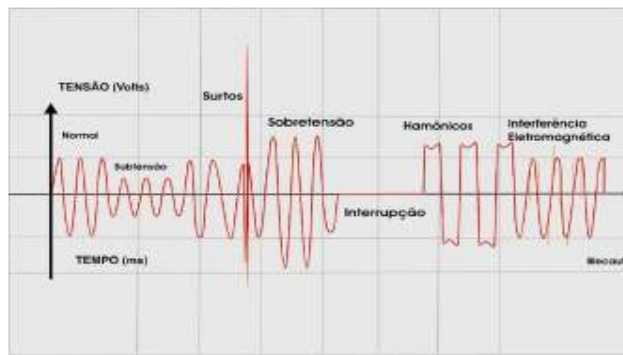


Figura 2 - Tipos de distúrbios elétricos

Fonte: CLAMPER, 2010, p.5.

2.2 FONTES DE SURTOS E TIPOS DE SURTOS ANALISADOS

Segundo (IEC 62305-2, 2006), os surtos de energia acontecem quando algo exalta a carga elétrica em algum ponto da rede elétrica. Causando um aumento na energia potencial elétrica, que pode aumentar a corrente que flui para ponto da instalação. Há vários motivos para isso acontecer.

Kindermann (1992) afirma que o motivo mais famoso dos surtos é o raio, quando um raio atinge de uma forma indireta/direta na rede elétrica, seja uma rede elétrica subterrânea ou fiação aérea em um edifício, essa energia elétrica aumenta a tensão para milhares de volts. Isso causa um pico de energia extremamente grande que irá sobrecarregar qualquer estabilizador de energia.

O mesmo autor afirma que o surto de energia ou transitório de tensão é um aumento significativo na tensão da rede elétrica. A Companhia Energética de Minas Gerais S.A (CEMIG) fornece a tensão de entrada de 127 volts para a grande maioria das residências. Se essa tensão aumenta acima de 127

volts, poderão acontecer problemas na rede elétrica ocasionando danos a aparelhos eletroeletrônicos.

Quando esse aumento de tensão dura cerca de três nano segundos (bilionésimos de um segundo) ou mais, é chamado de surto elétrico. Quando dura apenas um ou dois nano segundos, é chamado de pulso espúrio (IEC 62305-4, 2010).

Outra fonte comum de surtos elétricos é a operação de dispositivos elétricos de alta potência, como elevadores, condicionadores de ar e refrigeradores. Esses equipamentos de alta potência requerem muita energia para ligar e desligar componentes de grandes cargas.

Esses chaveamentos criam demandas breves e repentinas de energia, causando distúrbio na tensão estável no sistema elétrico. Esses surtos são muitos pequenos comparados com a intensidade de um surto por raio, entretanto, é suficiente para danificar componentes, imediata ou gradualmente, e ocorrem regularmente nos sistemas elétricos da maioria dos edifícios (IEC 62305-1, 2006).

Outros tipos de surtos elétricos de acordo com o (IEC 62305-1, 2006) são as fiações defeituosas, avarias com os equipamentos da concessionária de energia e redes elétricas deterioradas. O sistema de transformadores e linhas de distribuição que traz eletricidade de um Grupo Motor Gerador (GMG) de energia para as tomadas das residências ou escritórios é complexo. Há vários possíveis pontos de falhas, e muitos erros em potencial que podem resultar em um escoamento irregular de energia.

2.3 SUPRESSORES DE SURTOS

São os dispositivos que tem a finalidade de evitar que surtos de tensão danifiquem os equipamentos do mesmo circuito elétrico. Os supressores absorvem a energia dissipada na ocorrência de surto de tensão

não permitindo que esta carga de energia excedente atinja outros equipamentos (IEC 62305-4, 2010).

Na FIG 3 tem-se um supressor de surto muito usado, o varistor. Os varistores são resistores cuja resistência varia com a tensão aplicada sendo, por isso, também denominados VDR (Voltagem Dependent Resistor).

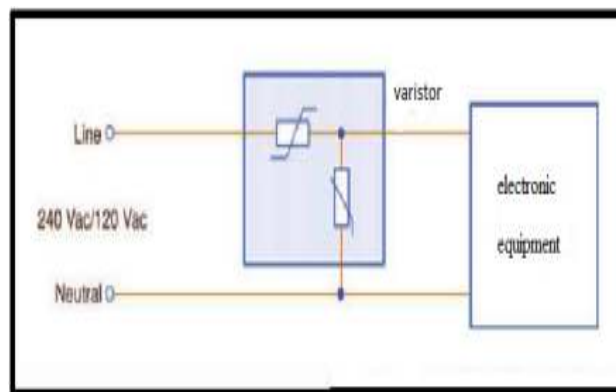


Figura 3 - Circuito de um supressor de surtos

Fonte: GOOGLE IMAGENS, 2011, p.1

Assim, na verdade, existem dispositivos e/ou equipamentos a serem usados como supressores de surtos como: capacitores, filtros de linha etc.

2.4 TIPOS DE DISPOSITIVOS

Como esclarecido anteriormente, há vários tipos de surtos, com isto diferentes formas de agressão à rede elétrica e sem mencionar que cada aparelho eletroeletrônico possui suas próprias características de respostas aos surtos (IEC 62305-4, 2010).

De acordo (IEC 62305-4, 2010), sugiram vários modelos de dispositivos de proteção, com diferentes componentes, princípios de funcionamentos e preços. Tudo isso para abranger uma gama maior de equipamentos lhes propiciando melhor proteção.

Os modelos mais usuais são; Centelhador a gás (Spark gap), Varistor de óxido de zinco e o diodo supressor de avalanche. Suas respectivas características são exibidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela comparativa dos dispositivos DPS.

Elemento	Tempo de Atuação	Imáximo @ 8/20 μ s	Características relevantes
Spark Gap ou Centelhador a gás	0,1a 10 μ s (depende do dV/dt)	5kA até 560kA (depende do modelo)	Grande capacidade de condução de corrente; Alta tensão residual; Capacitância paralela baixa (<2pF); e Lento (mesmo se comparado ao MOV)
Varistor de Óxido de Zinco	25 ns	100A a 480kA (depende do diâmetro)	Vida longa (média superior a 5 anos); Grande variedade de opções de corrente e tensão; Bom tempo de resposta (se comparado ao Spark Gap ou Centelhador a gás)
Diodo de Avalanche de Silício	1 ps	20A a 20kA (depende do modelo e da tensão)	Vida infinita (desde que a corrente de impulso não seja ultrapassada); Extremamente rápido; Níveis precisos quanto a limitação de tensão.

Fonte: CLAMPER, 2010,p.42.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO

Segundo a NBR-5410 deve ser provida proteção contra sobretensões transitórias em toda linha de sinal, seja de telefonia, de comunicação de dados, de vídeo ou qualquer outro sinal eletrônico nos pontos de entrada e/ou saída da edificação. (ABNT, 2004, p.32).

Segundo (IEC 62305-4, 2010) para facilitar a escolha da proteção correta, foram classificadas as áreas de proteção em zonas, segundo seu grau de proteção e características atípicas. Essas zonas são:

ZP0A – Fora da área de proteção do SPDA. Com ocorrências diretas de descargas e fortes campos.

ZP0B – Dentro da área protegida pelo SPDA, porém com campos magnéticos e correntes parciais.

ZP1 – Correntes bem menores graças ao DPS instalado em ZP0B.

ZP2 – Correntes bem menores graças ao DPS instalado em ZP1

Podem-se identificar facilmente as delimitações das zonas conforme a FIG. 4.

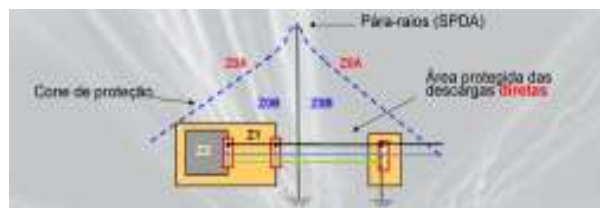


Figura 4 - Identificação das zonas de proteção

Fonte: CLAMPER, 2010,p.24.

Assim como as zonas de proteção, os dispositivos DPS também receberam uma distinção de classes de acordo com o local de instalação na FIG. 5.



Figura 5 - Classificação dos DPS

Fonte: CLAMPER, 2010,p.25.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho se classifica, segundo Gil (1989) como pesquisa experimental, pois apresenta as características de uma pesquisa bibliográfica, constituído com base em material já elaborado, essencialmente de livros e artigos científicos. E outra parte, de coleta de dados em campo, que se caracteriza como experimental.

Os procedimentos metodológicos foram iniciados com a elaboração do referencial teórico, que teve por finalidade nivelar o conhecimento dos pesquisadores sobre o tema, além de obter dados para a discussão dos resultados.

O segundo passo consistiu em definir uma residência padrão, como o modelo mais simples, utilizado pela Caixa Econômica Federal (CEF), voltado para o público de pouca renda, na cidade de Belo Horizonte.

Após a definição do modelo de residência padrão, o próximo passo foi especificar o melhor sistema de proteção dos aparelhos eletrônicos que se adapta à edificação piloto através dos DPS. Com o objetivo de apresentar as diferenças e exposição dos erros possíveis em relação ao projeto, sem a proteção, desenvolveu-se o projeto executivo para segurança não somente dos aparelhos eletrônicos, mas também para a segurança pessoal.

Como já dito, a ligação dos DPS com aparelhos eletroeletrônicos é por meio físico. Assim foi projetada

uma proteção dos aparelhos eletroeletrônicos em uma edificação piloto, através do aterramento e equipotencialização. Para analisar o custo benefício, vai-se comparar os projetos sem e com a proteção dos Dispositivos de Proteção Contra Surtos.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Este estudo de caso vem demonstrar como especificar o uso de Dispositivos de Proteção Contra Surtos em imóveis do Programa Minha Casa Minha Vida em Minas Gerais e fazer a análise do custo benefício.

4.1 DEFINIÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA PILOTO

O modelo de edificação para projeção do sistema foi desenvolvido para edificações com 4 pavimentos e com 16 apartamentos por bloco.

Na FIG.6 tem-se o *layout* dos apartamentos com uma área da unidade de 42m², área interna de 37m², com uma sala, uma cozinha, uma área de serviço, um banheiro social e dois dormitórios.

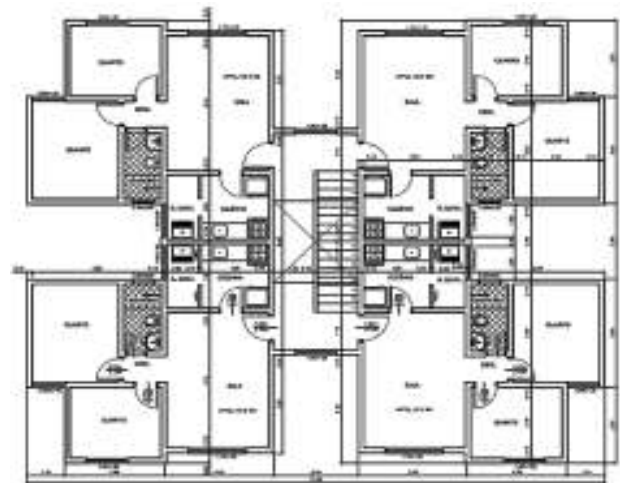


Figura 6 - Planta modelo Minha Casa Minha Vida

Fonte: CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2009, p.7.

A Residência é constituída de cinco compartimentos e mais uma área de serviço parcialmente coberta,

totalizando aproximadamente quarenta e dois metros quadrados de área construída. Esta edificação refere-se a uma construção de baixo padrão, seguindo o modelo da Caixa Econômica Federal.

Na tabela 2 tem-se o quadro de cargas referente ao apartamento padrão.

Tabela 2 - Quadro de cargas

QUADRO RESUMO – APARTAMENTO COM 2 QUARTOS				
CIRCUITO	ESPECIE	POTÊNCIA(W)	CORRENTE(A)	DISJUNTOR(A)
1	ILUMINAÇÃO	600	4,72	15
2	TOMADAS – COZINHA /A.S	2000	16,54	20
3	TOMADAS	800	6,30	20
4	CHUVEIRO	4400	34,65	40
5	RESERVA	X	X	X

4.2 ESPECIFICAÇÃO DO DPS

As especificações do DPS foram escolhidas conforme dados da relação entre os bens duráveis da pesquisa do IBGE. Apesar de ser o eletrodoméstico com mais presença nos lares mineiros, o fogão não entrará na relação dos eletrodomésticos protegidos, pois se entende que esses, em sua maioria, não são elétricos.

Para especificar o DPS adequado é importante descobrir a suportabilidade a surtos elétricos de cada equipamento e seguir a seguinte regra:

$$U_p < V_{\text{impulso do aparelho}} = \text{Aparelho protegido}$$

Durante o surto, os DPS limitam o surto elétrico a uma tensão chamada nível de proteção (UP) ou tensão residual (clamping).

Atualmente as residências não usam o (SDPA) externo, portanto, tem-se uma proteção média com um DPS do tipo II, para proteção contra sobretensões e o DPS é instalado no Ramal de Entrada de energia

e/ou no Quadro de Distribuição Primária. Na Tabela 3, mostra como especificar os DPS para cada tipo de edificação.

Tabela 3 - Tabela de especificações

MODELO			12ka	20ka	45ka	12,5/60ka
Edificação localizada em Zona	Edificações	DPS Utilizado como proteção				
Rural	Com pára-raios (SPDA)	Primária				v
		Complementar		v	v	
	Sem pára-raios (SPDA)	Primária			v	v
		Complementar		v	v	
Urbana	Com pára-raios (SPDA)	Primária				v
		Complementar	v	v	v	
	Sem pára-raios (SPDA)	Primária	v	v	v	v
		Complementar	v	v	v	

Fonte: CLAMPER, 2010,p.29.

Como nos imóveis do plano Minha Casa Minha Vida não possuem SPDA, esses imóveis foram classificados em zona ZP0A, assim os DPS especificados para o Ramal de Entrada de Energia de cada imóvel deve ser trifásico Classe I e com Categoria de suportabilidade de surto IV.

Após o Ramal de Entrada de Energia do prédio, a alimentação se diverge para os quadros individuais de cada apartamento subsequente. Devido ao DPS instalado no Ramal de Entrada de Energia, utiliza-se agora a área onde se encontram esses quadros, pois passa a ser Zona ZP1, então se utilizou DPS Monofásicos Classe II, com Categoria de suportabilidade de Surto III.

E, finalmente, para proteção individual de cada aparelho eletroeletrônico especificadamente foi utilizado um DPS Classe III, Categoria de Suportabilidade de Surto I todos aplicáveis nessa Zona ZP2.

Como preconiza a ND-5.2 da CEMIG, instalações com carga superior a 75KW se encaixam no padrão tipo K com três fases e um neutro. Assim com auxílio do fluxograma na FIG. 7, foram determinados os modelos.

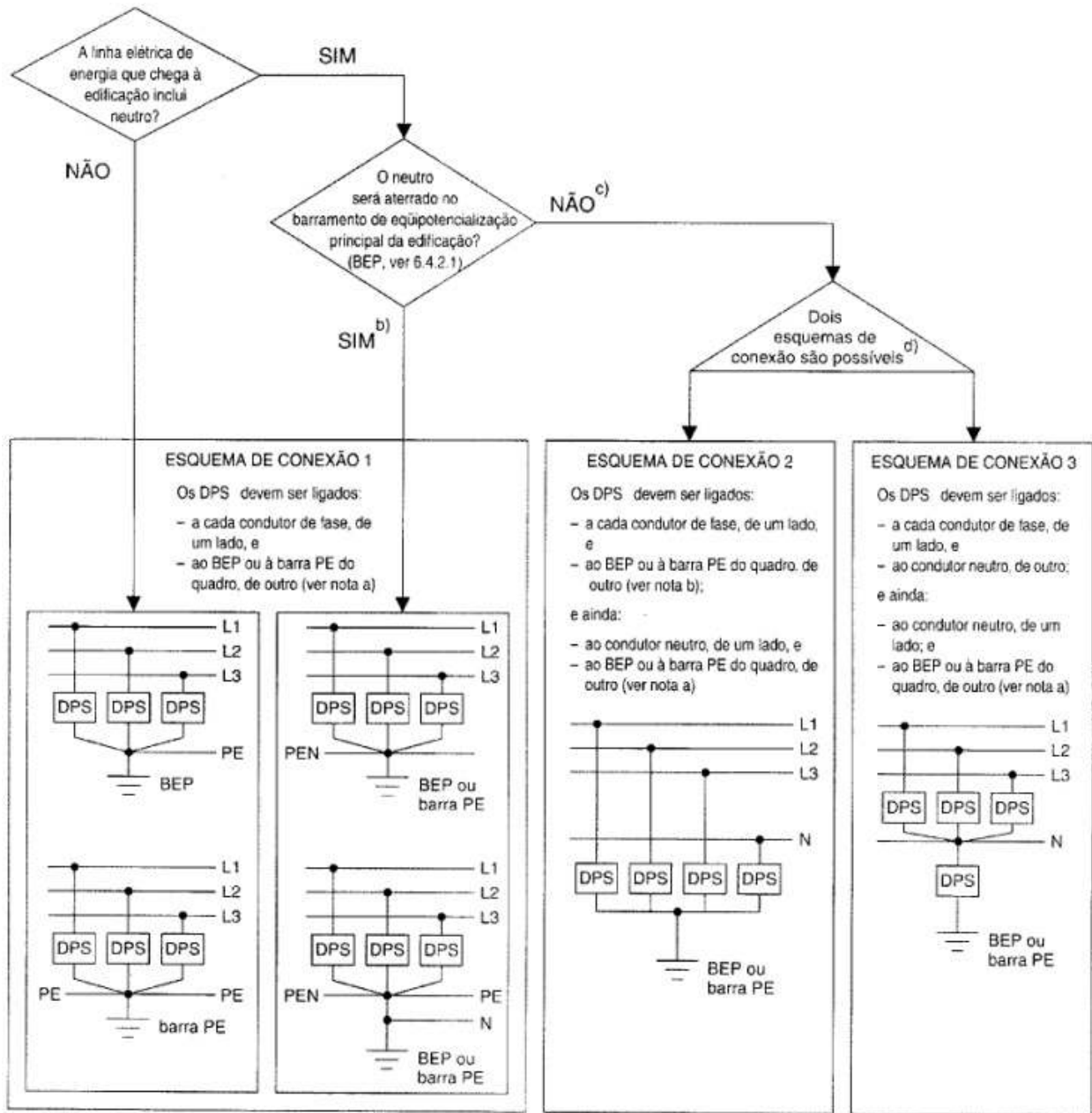


Figura 7 - Fluxograma para determinar os DPS

Fonte: NBR-5410, 2004, p.139.

A seguir está descrita a relação dos dispositivos utilizados, conforme a suportabilidade apresentada pela Tabela 4.

Ramal de Entrada de Energia:

Três DPS (um para cada fase) Modelo GCL Slim

Classe I (Centelhador) com suporte para descargas atmosféricas até 100 ka. Seguindo o Esquema de Conexão 1, o mesmo será ligado na BEP (Barra de Equipotencialização).

Tabela 4 - Suportabilidade a impulso exigível dos componentes de instalação

Tensão nominal da instalação V		Tensão de impulso suportável requerida kV			
		Categoria de produto			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição e circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115-230 120-240 127-254	4	2,5	1,5	0,8
220/380, 230/400, 277/480	–	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5

Fonte: NBR-5410, p.79.

Quadro de Distribuição Primária:

Um DPS (Fase/Neutro) Modelo VCL Slim Classe II (Varistor de Óxido de Zinco) com suporte para surto de intensidade até 20 ka., ligado em paralelo com o Dispositivo de Proteção (Disjuntor Alimentador).

No mercado há também uma intensa variedade de dispositivos de proteção portáteis, que dispensam alterações na instalação elétrica. Esses são de fácil uso e podem ser aplicados pelo próprio proprietário do imóvel como uma redundância de segurança.

4.3 ANÁLISE DO CUSTO BENEFÍCIO

O campo de aplicações de sistemas de proteção com uso do DPS é inovador e vasto, pois o foco dos fabricantes de dispositivos de proteção de equipamentos até recentemente era o segmento industrial. Contudo, o trabalho está direcionado a sistemas residenciais, fato esse que se deve ao aumento do poder aquisitivo da população de um modo geral.

Isso pode ser observado pelos dados estatísticos produzidos pelo IBGE (2010) relacionados na Tabela 5, que retrata o perfil dos domicílios, cujas coletas estatísticas foram realizadas entre os anos de 2008 e 2009, para domicílios particulares permanentes, usados como base para a definição do projeto elétrico.

Na tabela 5 estão relacionados os quesitos de bens duráveis utilizados no Brasil, que em uma residência tem, em média, os seguintes aparelhos eletrônicos: Geladeira, Freezer, Máquinas de Lavar Roupas, Rádio, Televisão, DVD e Microcomputador. Esses aparelhos serão protegidos pelo sistema de proteção com os DPS a serem projetados.

Segundo dados de pesquisa do IBGE de 2008/2009, as relações dos bens duráveis possuídos pelas famílias mineiras indicam a grande predominância de alguns eletrodomésticos que se fazem presentes em quase todos os lares. Essa informação pode ser confirmada pela Tabela 5.

Tabela 5 – Relação dos eletrodomésticos comuns às famílias mineiras

Total de casas Entrevistadas em Minas Gerais	6117	100 %
1– Fogão	6065	99,14%
2 – Geladeira	5750	94,00%
3 – Freezer	600	9,8%
4 – Maq. Lavar	1986	32,46%
5 – Rádio	5623	91,92%
6 – Televisão	5885	96,20%
7 – DVD	4153	67,89%
8 – Computador	1924	31,45%

Fonte: Adaptado IBGE, 2010

A relação entre esses bens duráveis é observada no gráfico da FIG 8.



Figura 8 - Gráfico da relação entre os bens duráveis

Fonte: Adaptado IBGE,2010

De acordo com os dados estatísticos do IBGE, apresenta-se um gráfico dos bens duráveis, 55% dos bens duráveis de uma residência em Minas Gerais são aparelhos eletroeletrônicos.

Através dessas informações pode-se confirmar a presença frequente de alguns eletrodomésticos, os

quais serão listados no item subsequente para análise dos Dispositivos de proteção de Surto.

A Tabela 6 apresenta os preços dos materiais elétricos para execução das instalações elétricas de um apartamento sem DPS no Ramal de Entrada Energia do prédio e no Quadro de Distribuição Primária do apartamento. Comparando o custo total da obra do apartamento pelo custo do DPS que deve ser instalado no Quadro de Distribuição Primária, o valor do DPS apresentou 3,17% do custo total da obra. Entende-se que é benéfica a sua instalação, pois, quando se compara o preço do equipamento com o valor dos aparelhos eletroeletrônicos, comumente encontrados nas residências, o primeiro corresponde a 1,15% do valor dos aparelhos eletroeletrônicos.

Analisando os custos percebeu-se que é um valor insignificante se comparado ao preço total dos aparelhos eletroeletrônicos e eletrodomésticos presentes em um apartamento padrão da Caixa Econômica Federal. Vale ressaltar que embora o custo seja menor que 3,17% do valor da obra, a maioria das empresas que executam as instalações

elétricas, durante a obra, não instalam os DPS conforme obrigatoriedade constante na NBR-5410.

Tabela 6 - Custo percentual do DPS em relação à obra e os aparelhos eletroeletrônicos

MATERIAIS PARA EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UM APARTAMENTO COM 2 QUARTOS PADRÃO CEF	QTD	UNID	PREÇO (RS/U)	TOTAL (RS)
Caixa 4x2 amarela de embutir	21	UN.	2,01	42,26
Caixa 4x4 amarela de embutir	2	UN.	3,51	7,02
Caixa octogonal 4x4 amarela de embutir	5	UN.	3,22	16,10
Eletroduto corrugado amarelo 3/4"	60	M	1,38	82,80
Espelho 4x2, (diversos)	22	UN.	2,64	58,08
Espelho 4x4, (diversos)	2	UN.	5,39	10,79
Interruptor pulsador, simples, simples / tomadas - 1ss+t - 2p+t	6	UN.	6,95	41,70
Quadro embutir c/ barramento PVC	1	UN.	64,40	64,40
Tomada simples 2p+t	10	UN.	7,54	75,44
Tomada dupla 2p+t	1	UN.	11,82	11,82
Cabo 1,5mm				
Fase + neutro + retorno (verme, branco, preto, az. Claro, cinza)	54	M	0,46	24,84
Terra (verde)	12	M	1,48	17,80
Cabo 2,5mm				
Fase + neutro (vermelho, branco, preto, azul claro)	52	M	0,68	35,28
Terra (verde)	26	M	1,00	26,01
Cabo 6,0mm				
Fase + neutro (vermelho, branco, preto, azul claro)	70	M	3,29	230,23
Terra (verde)	35	M	3,29	115,12
TOTAL DOS MATERIAIS				859,69
MÃO DE OBRA	1	VB		1.203,56
PREÇO TOTAL DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO APARTAMENTO				2.063,25
DPS	QTD	UNID	PREÇO (RS/U)	TOTAL (RS)
Protetor VCL 175 v 12,5/60ka slim - instalar no quadro de distribuição primária do apto	1	UN.	65,46	65,46
CUSTO DO DPS EM RELAÇÃO AO TOTAL DA OBRA (%)				3,17%
EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS DO APARTAMENTO	QTD	UNID	PREÇO (RS/U)	TOTAL (RS)
Televisão de led 32"	2	UN.	979,00	1958,00
DVD com karaokê	1	UN.	89,90	89,90
Microcomputador ou notebook	1	UN.	1.698,00	1.698,00
Telefone sem fio	1	UN.	129,90	129,90
Fogão 4 bocas	1	UN.	269,90	269,90
Geladeira	1	UN.	649,90	649,90
Micro-ondas	1	UN.	199,90	199,90
Rádio portátil	1	UN.	89,90	89,90
Máquina de lavar	1	UN.	599,00	599,00
TOTAL DE ELETROELETRÔNICOS DO APARTAMENTO				5.684,40
DPS CUSTO DO DPS EM RELAÇÃO AO TOTAL DE ELETROELETRÔNICOS (%)				1,15%

5 CONCLUSÃO

As concepções de proteção dos aparelhos eletrônicos são fatores preponderantes para que os DPS atuem corretamente. Constatam-se vários requisitos das normas NBR 5410 e NBR 5419 para elaboração dos projetos das instalações elétricas, entretanto, os Engenheiros Eletricistas visam o custo benefício do seu produto para a satisfação do cliente. Está comprovado que há necessidade de se utilizar o SPDA em uma edificação e/ou residência para prevenção contra raio e surtos transitórios elétricos.

Com o aumento das tempestades nos últimos anos e devido às mudanças climáticas constantes, quando acontece uma descarga atmosférica em um ponto qualquer, gera um campo eletromagnético refletido. Isto cria um surto induzido em uma rede elétrica de alta/média/baixa tensão ou numa rede de telefonia independente da distância, pois, há registros de raios, que atingem um local de até 5 km do ponto da descarga atmosférica. Uma vez que as entradas de energia das residências são realizadas por ligação aérea, há grande chance de atração desse campo eletromagnético, danificando os aparelhos eletrônicos.

Na ligação subterrânea a proteção dos aparelhos eletrônicos são maiores, pois os condutores não ficam expostos ao ar-livre para atração desses campos eletromagnéticos criados pelas descargas

atmosféricas. A norma ND-5.2 da CEMIG, que especifica os requisitos para ligação aérea e/ou subterrânea, informa que só existe ligação subterrânea quando o cliente solicita. Todavia, a Concessionária de Energia não responsabiliza pelos ônus decorrentes da construção, instalação e futuras manutenções na rede primária do cliente até a rede secundária, ou seja, caso aconteça algum roubo das instalações, o cliente deverá arcar com todas as despesas. Já a NBR-5410 especifica a instalação do DPS somente no Ramal de Entrada de Energia e no Quadro de Distribuição Primário, portanto, as empresas contratadas pela Caixa Econômica para o Projeto Minha Casa Minha Vida possivelmente não irão atender às normas.

O custo de uma obra de instalações elétricas de uma residência é um valor muito irrisório se comparado com os custos da obra civil. Concluindo que é viável instalar DPS para proteção dos aparelhos eletroeletrônicos em uma residência.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao UniBH por viabilizar este estudo, especialmente à Prof.^a Ms. Arlete Vieira da Silva e ao Engenheiro Eletricista José Barbosa Oliveira, da Termotécnica Para-raios Ltda, pelo incentivo e presteza no auxílio nas atividades e discussões sobre o tema deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24.p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5419** - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005. 48.p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 5410** – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT 2004. 217.p.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida: moradia para famílias, renda para os trabalhadores, desenvolvimento para o Brasil**. Brasília/DF: CEF, 2009.40.p. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/cartilhaCompleta.pdf> Acesso em: set.2011.

CEMIG - **Manual de Distribuição - ND-5.2** - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Coletivas (versão de dezembro de 2008).

CLAMPER, Marcone. **Dispositivos de Proteção Contra Surtos Elétricos (DPS)**. Lagoa Santa/MG/Brasil. maio/2010. 55.p.

DEUSTSCHE, W. **Radio Training Centre Electronic Components – Resistors**. Belo Horizonte/MG,2002. 35p. Disponível em <http://www9.dw-world.de/rtc/infotheque/electronic_components/resistors.html> Acesso em: 14 out. 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar Projetos de uma Pesquisa**. São Paulo/SP, 2002. 176p. Disponível em <<http://www.hospitaeducacional.com/pesquisa/prj.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 6.4** - Domicílios particulares, por existência de alguns bens duráveis, segundo as

Unidades da Federação – 2008-2009. Brasília/DF:IBGE, 2010.4.p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/tabelas_pdf/sintese_ind_6_4.pdf> Acesso em: 14 out.2012.

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305-1 - **Protection against lightning** - Part 1: General principles. Genebra, 2006. 65.p.

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305-2 - **Protection against lightning** - Part 2: Risk management. Genebra, 2006.171.p.

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305-4 - **Protection against lightning** - Part 4: Physical damage to structures and life hazard. Genebra, 2010. 86.p.

KIDERMANN, G. **Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia**. São Paulo: ABDR Editora, 1997.132.p.

NILSSON, James W.; RIEDEL, Susan A. **Circuitos Elétricos**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 575.p.