

Maicon M. da Costa

***Circuito de Proteção Contra Transitórios para
Aplicação em um Vídeo Porteiro***

São José – SC

Julho / 2014

Maicon M. da Costa

***Circuito de Proteção Contra Transitórios para
Aplicação em um Vídeo Porteiro***

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso Superior de Tecnologia em Sistemas
de Telecomunicações do Instituto Federal de
Santa Catarina para a obtenção do diploma de
Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador:

Prof. Pedro Armando da Silva Junior, Dr.

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

São José – SC

Julho / 2014

Monografia sob o título “*Circuito de Proteção Contra Transitórios para Aplicação em um Vídeo Porteiro*”, defendida por Maicon Maurino da Costa e aprovada em 10 de julho de 2014, em São José, Santa Catarina, pela banca examinadora assim constituída:

Prof. Pedro Armando da Silva Júnior, Dr.
Orientador

Prof. Nilton Francisco Oliveira da Silva, MEng.
IFSC

Prof. Sandro Carlos Lima, MEng.
IFSC

Faça algo e, se não conseguir, faça outra coisa.

Mas, acima de tudo, tente algo.

F. Roosevelt

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela vida e saúde que possuo. A minha mãe, meus irmãos, meu filho e minha noiva pelo apoio, carinho e incentivo. A todos os professores, amigos e colegas que contribuíram durante todo o curso, em especial ao professor Pedro Armando da Silva Jr., que me orientou nesse projeto. Ao professor Dr. Adroaldo Raizer que cedeu o laboratório de Eletromagnetismo e Compatibilidade Eletromagnética - MAGLAB na UFSC para a elaboração de testes. Ao Sr. Mikael Pontes Fonseca, gerente técnico do MAGLAB que me auxiliou durante os testes. Ao engenheiro Carlos Antônio de Souza da Intebras que me ajudou durante todo trabalho. Ao ensinamento passado pelos professores do curso, que foram de grande valia para a elaboração deste trabalho.

Resumo

Com o aumento da criminalidade e o sentimento de insegurança das pessoas, o mercado de segurança eletrônica vem aumentando significativamente. A população hoje busca cada vez mais conforto, praticidade e segurança. Um dos produtos que está em ascensão no mercado é o vídeo porteiro. Este equipamento é essencial para segurança de qualquer residência, pois possibilita a visualização da imagem de quem está no portão pelo lado de fora e, além disso, possibilita a abertura do portão de dentro da sua casa ou remotamente através de um simples comando.

Por se tratar de um equipamento que fica exposto às condições climáticas da natureza e sabendo-se que nenhum equipamento eletrônico estará totalmente protegido contra descargas atmosféricas, este trabalho apresenta uma forma de minimizar a queima de um vídeo porteiro ocasionado por transientes, através de conceitos sobre descarga elétrica, utilizando componentes para supressão de surtos, tais como varistores, centelhadores e diodos supressores. É tido como exemplo e material de estudo o vídeo porteiro da Intelbras e suas principais facilidades. São apresentados os valores que a norma da Anatel determina para um equipamento ser imune a surtos elétricos e os gráficos com os testes de surto realizados sobre o equipamento.

Abstract

With the increase of crime and feelings of insecurity of the population, the electronic security market has grown significantly. Currently, the population is looking for comfort, practicality and safety. One of the products which is on the rise in the market is the video doorphones. This equipment is essential for home safety, because it gives a preview image of who is outdoor and, moreover, allows the opening of the gate/door within the home or remotely via a simple command.

Due this equipment's exposure to extreme natural climatic conditions and knowing that no electronic equipment will be fully protected against lightning, this paper presents a way to minimize the burning of a video door phone caused by transients, through concepts of electrical discharge, making use of surge suppression components such as varistors and suppressor diodes dischargers. It is taken as an example and study material the Intelbras' video doorphone and its main facilities. This paper lists the Anatel standard values that determines equipment's immunity to electrical surges and graphics with surge tests performed on the equipment.

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1	Introdução	p. 12
1.1	Problema	p. 13
2	Fundamentação Teórica	p. 14
2.1	Descargas Atmosféricas	p. 14
2.2	Índice Cerâmico	p. 15
2.3	Formação das Cargas nas Nuvens	p. 15
2.4	Formação dos Raios	p. 16
2.5	Classificação das Descargas	p. 16
2.6	Surtos elétricos	p. 17
2.7	Componentes para supressão de surtos	p. 20
2.7.1	Varistor	p. 20
2.7.2	Centelhadores a gás	p. 22
2.7.3	Diodos supressores	p. 24
2.7.4	Proteções Híbridas	p. 25
2.8	Norma da Anatel	p. 25
2.8.1	Dos Requisitos de Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas	p. 26
2.8.2	Dos Requisitos de Resistibilidade a Perturbações Eletromagnéticas	p. 27

3	O Vídeo Porteiro IV 7000	p. 29
4	Simulação de Transitórios em Média Tensão	p. 32
5	Simulação de Transitórios em Alta Tensão	p. 38
6	Análise Financeira	p. 44
7	Conclusões	p. 46
	Lista de Abreviaturas	p. 48
	Referências Bibliográficas	p. 49

Lista de Figuras

2.1	Mapa Isoceráunico do território brasileiro (ABNT, 2005).	p. 15
2.2	Formação das cargas nas nuvens (ELECTRIC,).	p. 16
2.3	Surto de origem atmosféricas (EMFIELD,).	p. 18
2.4	Surto originado por descarga eletrostática (EMFIELD,).	p. 18
2.5	Surto em rede de alimentação.	p. 19
2.6	Surto suprimido.	p. 19
2.7	Tensão residual e corrente de surto (EMFIELD,).	p. 20
2.8	Relação tensão x corrente típica de varistores (EMFIELD,).	p. 21
2.9	Exemplos de varistores comerciais.	p. 22
2.10	Interior de um varistor (EMFIELD,).	p. 22
2.11	Envelhecimento de um varistor em função da corrente nominal e do número de operações (EMFIELD,).	p. 23
2.12	Vista de um centelhador em corte (EMFIELD,).	p. 23
2.13	Formatos de centelhadores.	p. 24
2.14	Diodos de proteção.	p. 24
2.15	Exemplos construtivos de diodos de proteção (EMFIELD,).	p. 25
2.16	Exemplo de proteção híbrida.	p. 25
2.17	Curva de um surto conforme a especificação da Anatel.	p. 28
3.1	Vídeo porteiro IV 7000 HF (INTELBRAS, 2013).	p. 29
3.2	Topologia de um IV 7000 com um DVR (INTELBRAS, 2013).	p. 30
3.3	Defeitos mais comuns (INTELBRAS, 2013).	p. 31
3.4	Circuito de vídeo (INTELBRAS, 2013).	p. 31

4.1	Ilustração do cenário de testes.	p. 32
4.2	Forma de onda em aberto do surto para tensão de pico de 500 V.	p. 33
4.3	Forma de onda em aberto do surto para tensão de pico de 1.000 V.	p. 33
4.4	Diagrama representando as ligações em modo diferencial.	p. 34
4.5	Diagrama representando as ligações em modo comum.	p. 34
4.6	Surto de 500 V em modo comum.	p. 35
4.7	Surto de 500 V em modo diferencial.	p. 35
4.8	Surto de 1000 V em modo diferencial.	p. 36
4.9	Surto de 3.780 V em modo comum.	p. 37
4.10	Surto de 3.500 V em modo diferencial	p. 37
5.1	Jiga de Alta Tensão - JAT.	p. 38
5.2	Circuito original da entrada de vídeo.	p. 40
5.3	Circuito de vídeo alterado.	p. 41
5.4	Placa alterada (vista dos dois lados da placa).	p. 41
5.5	Exemplo de terra virtual em uma placa de circuito impresso.	p. 42
5.6	Placa Protótipo.	p. 43

Lista de Tabelas

- 2.1 Níveis da perturbação no ensaio de imunidade a transitórios elétricos rápidos. p. 26
- 2.2 Níveis de ensaio de imunidade a surtos. p. 26

1 Introdução

No Brasil a incidência de descargas atmosféricas é de 50 milhões por ano, é o índice mais alto do planeta (Júnior, 2013). Isso ocorre pelo fato de ser um país que fica localizado na região dos trópicos e possuir uma extensa área territorial. Apesar da sua curta duração, as descargas atmosféricas têm um alto poder destrutivo. O período entre janeiro a março é onde ocorre a maior frequência de relâmpagos, ocasionando mais frequentemente a queima de produtos eletrônicos. Além dos acidentes que a descarga atmosférica proporciona às pessoas, podendo levá-las a óbito, as empresas do setor elétrico/eletrônico têm prejuízos que chegam a R\$ 1 bilhão (Júnior, 2013). Na empresa Intelbras, do volume de produtos que retornam para conserto, cerca de 85 % são devido a descargas atmosféricas (INTELBRAS, 2013).

A descarga atmosférica pode ser definida como sendo um rompimento da isolação do ar entre duas superfícies eletricamente carregadas com polaridades diferentes, fazendo com que se estabeleça uma corrente muito intensa (COELHO, 2005). Os raios ao atingirem a rede elétrica direta ou indiretamente causam o chamado surto elétrico, que se propaga pelo caminho que tiver menor resistividade até encontrar um ponto na terra.

Sabe-se que se o raio atingir diretamente um produto/equipamento não haverá proteção que conseguirá ser eficaz. Todavia, pode-se minimizar suas consequências se o surto for de baixa intensidade.

Além das descargas atmosféricas, manobras na rede de alimentação, comutações de bancos de capacitores ou de motores de alta potência, elevado conteúdo harmônico do circuito etc, são fontes geradoras de sobretensões.

Existem componentes de proteção para circuitos elétricos e eletrônicos no mercado, alguns deles são: varistores, centelhadores a gás e diodos supressores. Porém, o dimensionamento correto, as possíveis associações entre eles e a identificação do caminho percorrido pelo surto são questões que necessitam ser formalizadas na literatura técnica/acadêmica.

1.1 Problema

O IV 7000 é um vídeo porteiro produzido pela Intelbras. Além das funções normais de um vídeo porteiro que são as de abrir a fechadura e visualizar a imagem de quem está do lado de fora, ele agrega funções de monitoramento. O equipamento possui capacidade de incluir até quatro câmeras e utiliza uma de suas saídas para conexão a um gravador digital de imagens - *Digital Video Recorder* (DVR) ou a uma central de alarme. Caso o usuário não esteja na residência é possível se comunicar com quem está no portão e abrir a fechadura remotamente através de um celular ou telefone fixo.

O vídeo porteiro IV 7000 tem se mostrado sensível aos surtos de tensão, uma vez que 90 % das manutenções deste modelo ocorrem devido a algum tipo de surto elétrico ou atmosférico (INTELBRAS, 2013). Atualmente o produto comercial não permite que seja acrescentado nenhum outro componente de proteção devido a suas limitações de espaço. A proposta deste TCC é avaliar circuitos de proteção que possam vir a ser utilizados no IV 7000, seja para aplicação imediata ou em uma nova versão do produto.

Para o desenvolvimento do trabalho serão realizadas simulações de descarga através de um aparelho de simulações de surtos. Os testes terão o intuito de conhecer o caminho que os transientes percorrem no circuito analisado. Uma vez definida esta etapa, circuitos de proteção serão dimensionados e testados para minimizar os efeitos dos surtos. O circuito proposto será testado para a verificação de sua eficiência, sem que isto venha a acarretar em perdas para o sinal de vídeo.

2 *Fundamentação Teórica*

2.1 Descargas Atmosféricas

As descargas atmosféricas, conhecidas como raios, são um fenômeno caracterizado como descarga elétrica. Estas descargas atmosféricas se neutralizam nas nuvens que se encontram carregadas, podendo ocorrer entre nuvens ou entre nuvens e a terra através de sucessivas descargas, que se iniciam na base da nuvem e buscam caminhos de menor resistência. Durante as descargas atmosféricas suas ramificações crescem e se expandem, buscando os locais que tenham a menor resistividade no solo ou em objetos condutores.

As descargas atmosféricas também são muito conhecidas pela sua luminosidade e som característico, o chamado trovão, que ocorre devido ao deslocamento da massa de ar que circula o caminho do raio em função da elevação da temperatura durante o fenômeno (DIGITEK,). Os efeitos causados por uma descarga atmosférica que atinge diretamente a rede elétrica, de telecomunicação ou um ser vivo pode provocar grandes danos materiais ou levar a morte. Por outro lado, ao atingir de forma indireta, a descarga atmosférica gera efeitos indutivos que ocasionam picos de tensão que podem chegar a uma escala muito alta nas redes elétrica e telefônica. A queima de produtos eletroeletrônicos e até mesmo choque elétrico ocorrem devido a esses picos (DIGITEK,).

A atmosfera impõe aos seres humanos diversos riscos, dentre eles se destacam as descargas atmosféricas, oriundas de trovoadas que ocorrem diariamente na terra. As trovoadas são caracterizadas normalmente por uma ou várias descargas atmosféricas bruscas, manifestando-se por uma breve e intensa claridade (relâmpago) e por um ruído seco (trovão). As trovoadas ocorrem nas manifestações finais de uma nuvem cumulonimbus. As nuvens cumulonimbus são nuvens constituídas por granizo, neve ou gelo e ficam situadas a 2 km de altura do solo (COELHO, 2005).

Os diversos tipos de trovoadas se diferenciam uma das outras pelo seu grau de desenvolvimento, pela sua intensidade e pelas condições do tempo em que estão associadas.

2.2 Índice Ceráunico

O índice ceráunico define o número de dias com trovoadas por ano em uma determinada região. O índice é obtido através de uma média das observações durante alguns anos consecutivos. Esses mapas não são tão confiáveis porque o raio varia consideravelmente de ano para ano. No entanto, fornecem uma indicação geral da frequência de relâmpagos da região.

A Figura 2.1 apresenta o Mapa Isoceráunico do Brasil obtido da norma NBR-5.419 atualizada em julho de 2005.

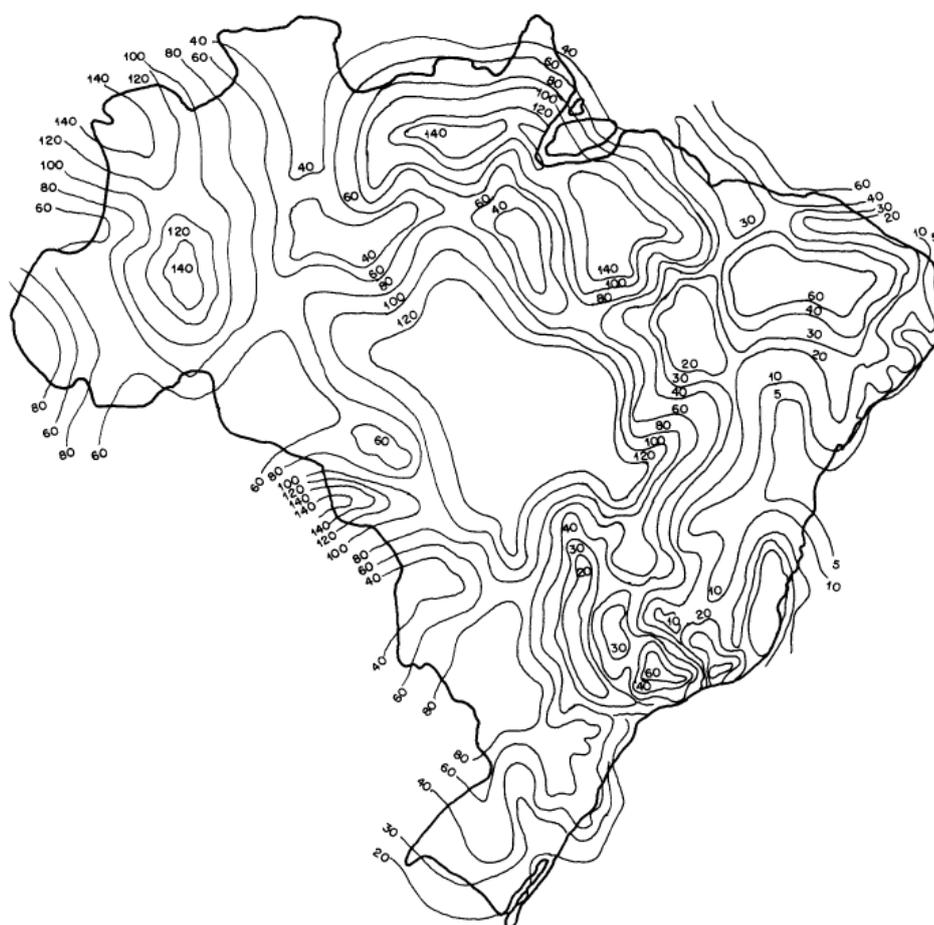


Figura 2.1: Mapa Isoceráunico do território brasileiro (ABNT, 2005).

2.3 Formação das Cargas nas Nuvens

As descargas elétricas podem ser de três formas: intranuvem, entre nuvens ou entre nuvem e a terra. Uma representação mais comum seria a formação da nuvem em forma de um bipolo com cargas positivas na parte superior e negativas na parte inferior. A nuvem com forma de

bipolo pode chegar a uma altura de 10 a 15 km e extensão de alguns km^2 (ELECTRIC,).

A Figura 2.2 ilustra a formação das cargas nas nuvens.

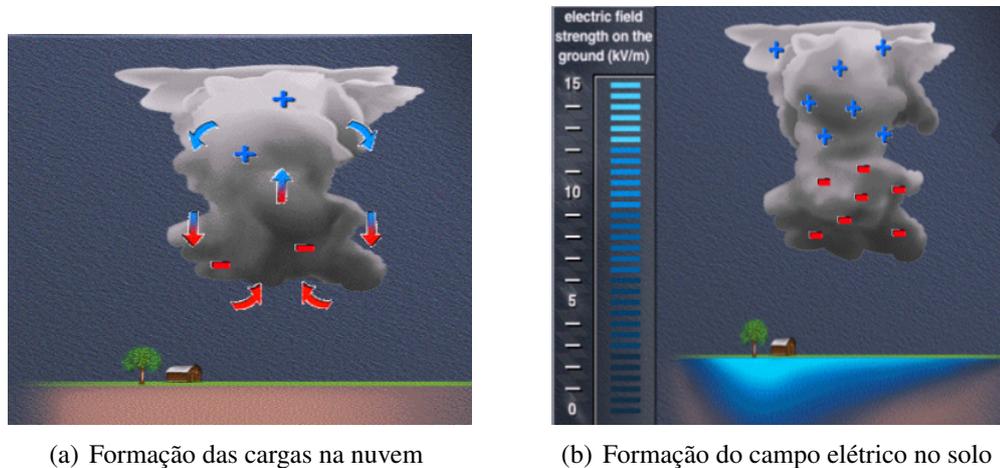


Figura 2.2: Formação das cargas nas nuvens (ELECTRIC,).

Neste modelo são formadas correntes ascendentes no centro das nuvens e descendentes nas bordas, devido à diferença de temperatura que ocorre entre a base e o teto da nuvem.

2.4 Formação dos Raios

Os raios são formados no momento em que ocorre a troca de elétrons tanto dentro das nuvens como entre nuvens e entre nuvens e o solo. Eles se originam da quebra de rigidez dielétrica ou da capacidade isolante do ar. Essa quebra ocorre no instante em que o campo elétrico está grande o suficiente para ionizar os átomos do ar e acelerar os elétrons a ponto de produzir o raio. Medidas recentes mostram que no interior das nuvens de tempestades o campo elétrico atinge valores entre 100 e 400 kV/m (ELAT,).

Após a formação dos raios, os elétrons que se encontram na região de cargas negativas são atraídos por cargas positivas, criando desta forma um canal condutor. A quebra da rigidez dielétrica normalmente é localizada próximo da região de cargas negativas da nuvem (ELAT,).

2.5 Classificação das Descargas

De um modo geral existem dois tipos de descargas: Descarga na nuvem e descarga no solo. A descarga na nuvem inicia dentro da nuvem (intranuvem) e se propaga buscando o caminho para outra nuvem (nuvem-nuvem) ou também fora da nuvem (descarga para o ar) para qualquer direção. A descarga no solo pode iniciar dentro da nuvem ou no próprio solo. Estatísticas

mostram que mais de 99 % das descargas no solo são descargas nuvem-solo. As descargas solo-nuvem são raras e, normalmente, ocorrem nos pontos mais altos, tais como montanhas ou estruturas altas (ELAT,).

Cerca de 70 % do total das descargas ocorrem dentro das nuvens, no entanto são menos conhecidas do que as descargas no solo. Isso se deve ao fato de ser menos perigosa e por ficar escondida nas nuvens, normalmente esse tipo de descarga é visível somente como um clarão no céu (COELHO, 2005).

O relâmpago ou raio em determinadas situações pode ser constituído por uma ou várias descargas, essas descargas são chamadas de descargas de retorno. Existem dois casos em que são caracterizados os relâmpagos, simples e múltiplos. No relâmpago simples a descarga de retorno tem duração de algumas centenas de microssegundos e, nos relâmpagos múltiplos o intervalo entre cada descargas de retorno é tipicamente 40 *ms*. O olho humano só consegue identificar uma descarga de retorno quando o intervalo de separação entre elas é próximo de 100 *ms* (COELHO, 2005).

Normalmente o pico de corrente de descargas de retorno subsequentes é menor do que o pico da primeira descarga de retorno. Esta corrente leva menos tempo para alcançar seu pico (cerca de 1 μs) e decai com metade deste valor (cerca de 20 μs) em relação as primeiras descargas de retorno. Consequentemente, os campos induzidos são menores em amplitude e duração do que os campos associados às primeiras descargas de retorno (COELHO, 2005).

2.6 Surtos elétricos

Segundo (EMFIELD,) o surto elétrico pode ser definido como sendo uma brusca elevação dos sinais elétricos em um curto espaço de tempo, conhecido também como transiente. Os surtos de tensão ou de corrente podem ser originados de diversas formas, tais como descargas atmosféricas, descargas eletrostáticas e o chaveamento de cargas indutivas ou capacitivas (EMFIELD,).

Sabe-se que muitos equipamentos ou componentes eletrônicos são sensíveis a brusca variação de tensão, desta forma um mecanismo de supressão de surto visa limitar a energia que ultrapassa o limiar de funcionamento do equipamento. Para minimizar a sensibilidade atualmente os circuitos analógicos e digitais utilizam componentes de estado sólido em sistemas de controle os quais são inerentemente suscetíveis a danos ou defeitos causados por surtos elétricos (IEEE,).

Os surtos elétricos são rápidos e imprevisíveis, por estas duas características se torna muito difícil medi-los. Sobretensões são prejudiciais a circuitos sensíveis e devem ser suprimidas com a aplicação de supressores de surto de tensão. No entanto, não se pode quantificar a magnitude e a duração dessa energia para selecionar o melhor dispositivo de proteção (PAUL,).

Pode-se verificar através da Figura 2.3 e da Figura 2.4 o quanto é rápido o surto, e que para tal supressão é necessário componentes de rápida atuação. A Figura 2.3 ilustra um surto de tensão originado por uma descarga atmosférica e a Figura 2.4 uma descarga eletrostática.

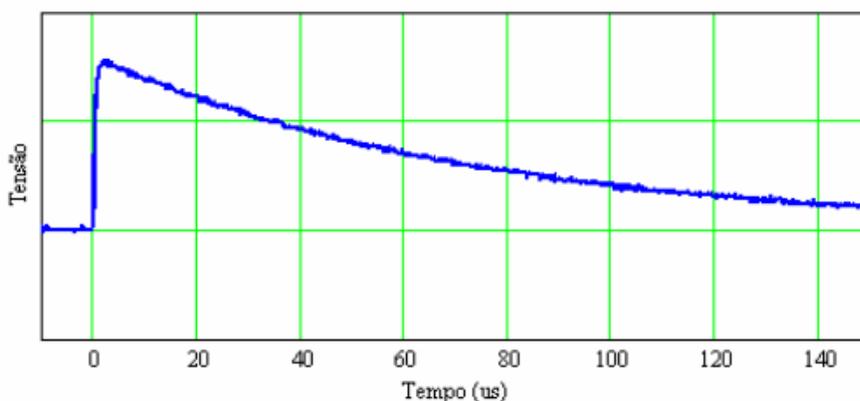


Figura 2.3: Surto de origem atmosféricas (EMFIELD,).

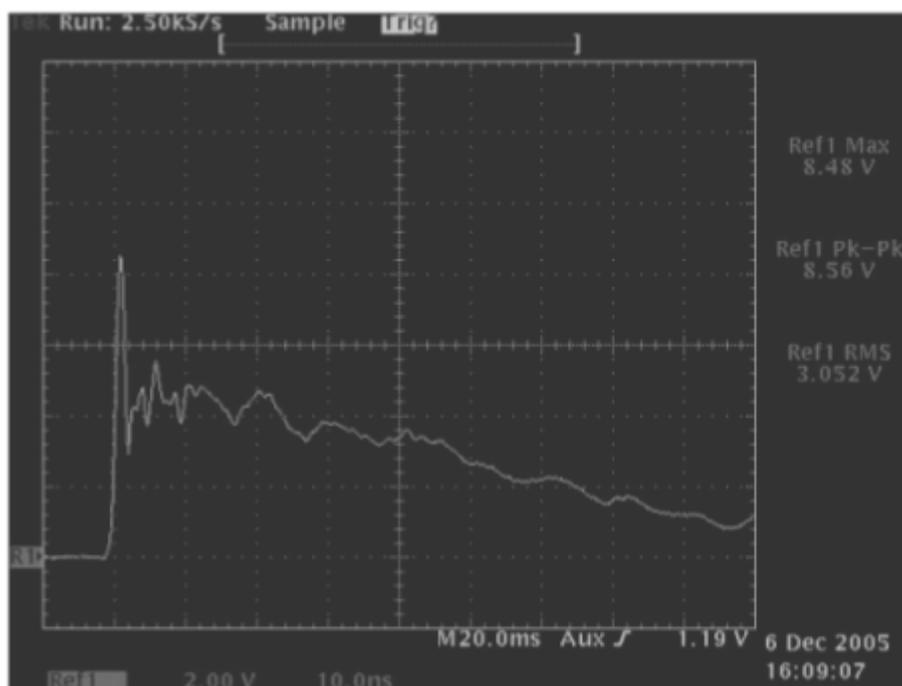


Figura 2.4: Surto originado por descarga eletrostática (EMFIELD,).

Na Figura 2.5 é possível verificar que o surto ultrapassa o limite que o equipamento suporta, podendo levá-lo a queima. Este tipo de surto normalmente se propaga até o equipamento através da rede elétrica.

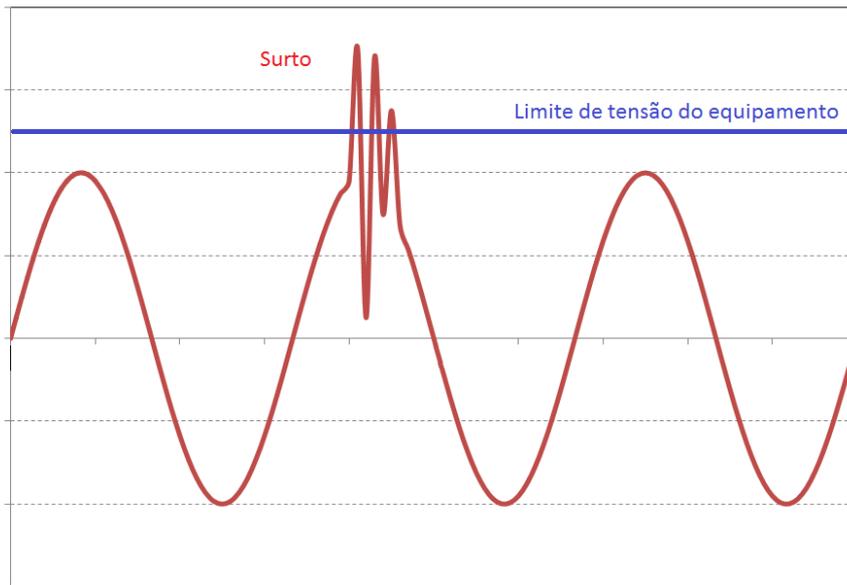


Figura 2.5: Surto em rede de alimentação.

É apresentado na Figura 2.6 o mesmo surto da Figura 2.5, só que suprimido. Nesse exemplo o surto fica abaixo da tensão que o equipamento suporta. Após a supressão do surto uma parte da tensão não é totalmente eliminada, e o valor que resulta após esta ação é conhecido como “tensão residual”.

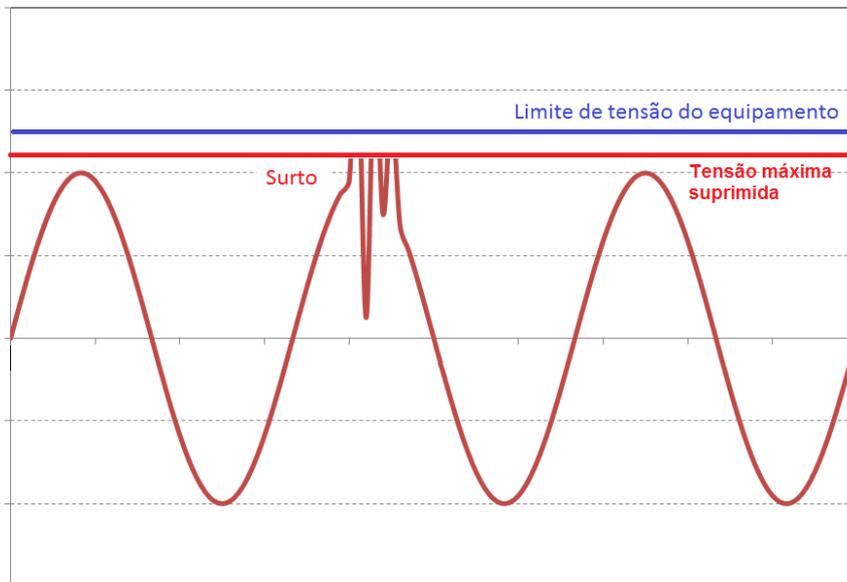


Figura 2.6: Surto suprimido.

Com base no exposto anteriormente, pode-se constatar que o supressor de surto funciona como um limitador de tensão, limitando a tensão de acordo com sua tensão nominal. A Figura 2.7 ilustra a tensão residual e a corrente de surto de um supressor.

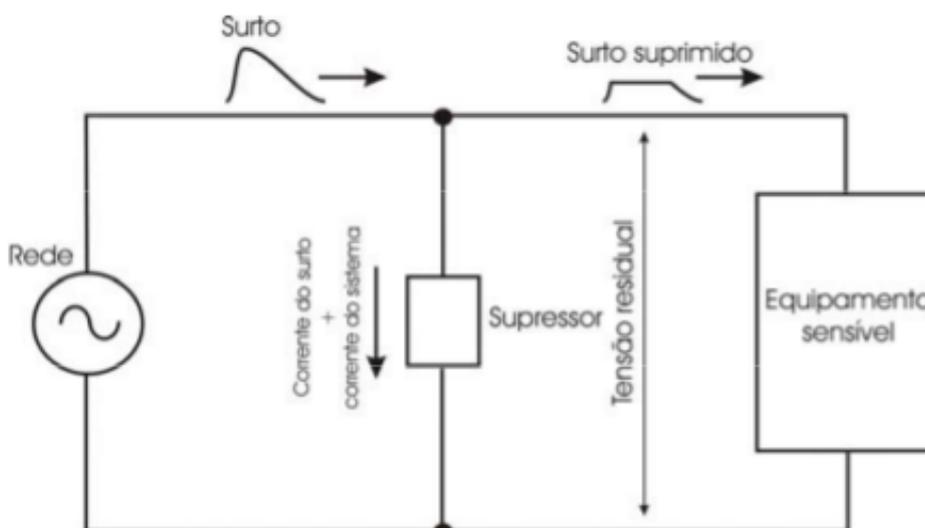


Figura 2.7: Tensão residual e corrente de surto (EMFIELD,).

2.7 Componentes para supressão de surtos

Esta seção busca apresentar os principais componentes para supressão de surto existentes no mercado.

2.7.1 Varistor

O varistor (resistor dependente de tensão ou *voltage-dependent resistor* (VDR) da sua sigla original em inglês) é um componente eletrônico conhecido pela sua não linearidade em relação à lei de Ohm, pois a sua resistência diminui à medida que a diferença de potencial sobre ele aumenta. O VDR também pode ser denominado *metal-oxide varistor* ou *movistor* (MOV) e *Siemens metal-oxide varistor* (SIOV).

Os varistores geralmente são utilizados para proteção contra transientes de tensão e são montados em paralelo com o circuito que se deseja proteger. A proteção é feita desviando a sobretensão ou sobrecorrente para o terra, uma vez que o varistor se comporta como um curto-circuito quando é submetido a altas tensões.

O material mais utilizado para a fabricação do varistor é o óxido de zinco, que possui características não lineares de tensão versus corrente.

A Figura 2.8 apresenta uma curva típica de tensão versus corrente de um varistor. Para tensões inferiores à tensão nominal de operação, o componente limita a corrente a alguns μA . A partir da tensão de operação o varistor passa a conduzir grandes correntes elétricas (EMFIELD,).

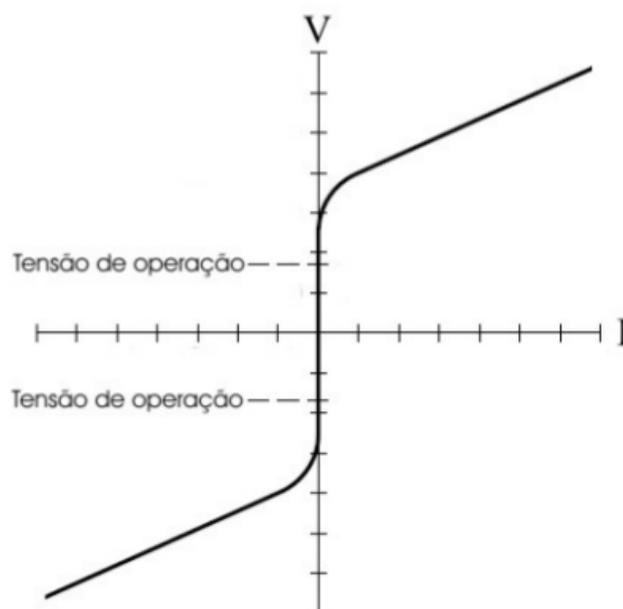


Figura 2.8: Relação tensão x corrente típica de varistores (EMFIELD,).

A seguir são apresentadas as principais características dos varistores:

- Alta capacitância;
- Corrente de escoamento;
- Rapidez na operação (algumas dezenas de ns);
- Capacidade máxima de operação de até $80 kA$;
- Baixo custo;
- Facilidade de utilização.

Para redes de comunicações de alta frequência os varistores se tornam inadequados pelo fato de possuírem uma alta capacitância. A corrente de escoamento em regime permanente também é um fator limitador quando a energia típica do sistema a ser protegido é baixa. Como exemplo, pode-se citar a rede telefônica. Se todos os consumidores utilizassem proteções com varistores, a corrente de fuga destes componentes obrigaria as concessionárias a possuírem equipamentos mais potentes em suas centrais telefônicas, o que elevaria o custo do serviço (EMFIELD,).

A Figura 2.9 apresenta alguns varistores comerciais de vários formatos e potências para serem aplicados nas mais diversas situações.

Os grãos de óxido de zinco, material pelo qual o varistor é constituído, possuem características que determinam o princípio de funcionamento do varistor. As interfaces entre os



Figura 2.9: Exemplos de varistores comerciais.

grãos possuem uma resistência elétrica alta e no momento em que o varistor opera dentro da tensão nominal estas interfaces dificultam a passagem da corrente (EMFIELD,).

Na Figura 2.10 é apresentado um modelo do interior de um varistor.

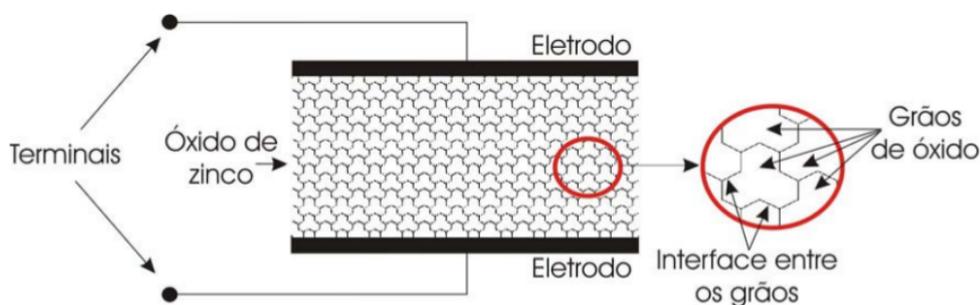


Figura 2.10: Interior de um varistor (EMFIELD,).

Ao ser submetido a tensões mais elevadas, ou seja, acima da sua tensão nominal, o varistor fica com baixa resistência e passa a conduzir mais corrente elétrica. A baixa resistência ocorre devido as interfaces entre os grãos de zinco serem afetadas pelo campo elétrico. Após o surto a única corrente que circula pelo varistor é a corrente de escoamento (corrente de fuga).

Depois de ser exposto a vários surtos elétricos o varistor vai sofrendo o chamado envelhecimento, os grãos de zinco pelo qual é composto vão perdendo suas características e o varistor aos poucos perderá seu isolamento elétrico entre os eletrodos. A Figura 2.11 apresenta a curva de envelhecimento de um varistor em função do número de aplicações e da corrente que atravessa o componente.

2.7.2 Centelhadores a gás

O centelhador a gás é constituído de uma pequena câmara contendo um gás pressurizado e é fabricado com dois ou três eletrodos de descarga. Seu princípio de funcionamento é simples, pois ele opera como uma chave dependente da tensão. Quando a tensão chega em um estágio superior ao seu valor de corte (operação) um arco é criado entre seus terminais, oferecendo um caminho de baixa impedância pelo terminal de menor resistência que deverá estar conectado ao terra. Esta operação oferece proteção a sistemas eletro-eletrônicos contra surtos de corrente e

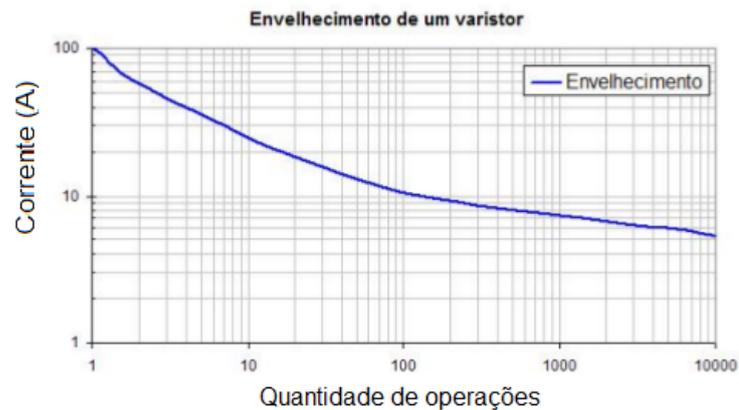


Figura 2.11: Envelhecimento de um varistor em função da corrente nominal e do número de operações (EMFIELD,).

tensão, permitindo que o sistema opere em seus níveis normais (EMFIELD,).

A Figura 2.12 ilustra a vista em corte de um centelhador a gás.

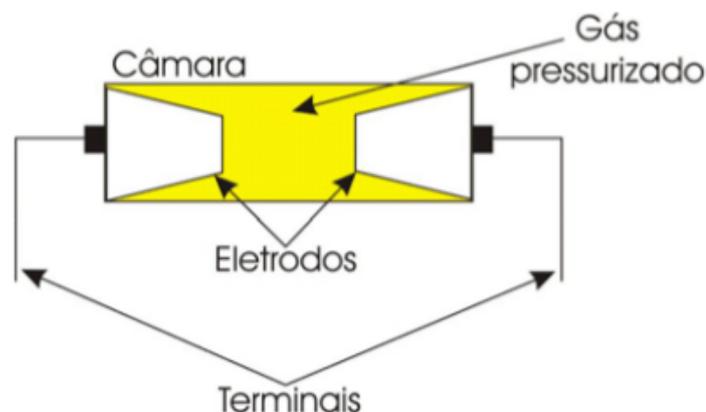


Figura 2.12: Vista de um centelhador em corte (EMFIELD,).

As principais características dos centelhadores são:

- Baixa capacitância;
- Tempo de operação lento (alguns μs);
- Não possuem corrente de escoamento;
- Capacidade máxima de operação na ordem de 100 kA;
- Introdução de ruídos de alta frequência no circuito a ser protegido por ocasião da operação.

Os centelhadores comerciais são fabricados em uma grande variedade de formatos e tamanhos, alguns exemplos são apresentados na Figura 2.13.

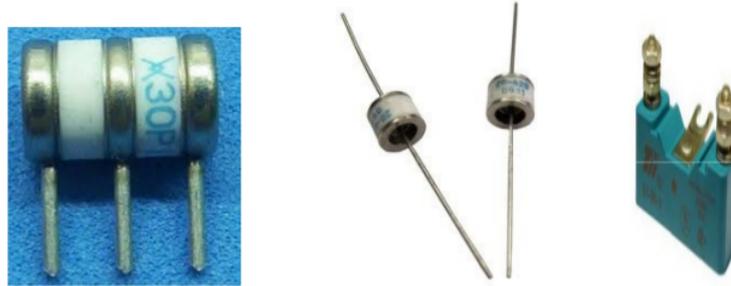


Figura 2.13: Formatos de centelhadores.

2.7.3 Diodos supressores

O diodo supressor, ou *Transient Voltage Suppressor* (TVS), é um componente com características similares a de um diodo zener, mas que no entanto foi projetado para agir mais rapidamente e absorver maiores quantidades de energia. Ele atua tanto em surtos de origem atmosférica de baixa energia quanto em descargas eletrostáticas.

Dependendo da necessidade de proteção o TVS pode ser unidirecional ou bidirecional, como mostrado na Figura 2.14.

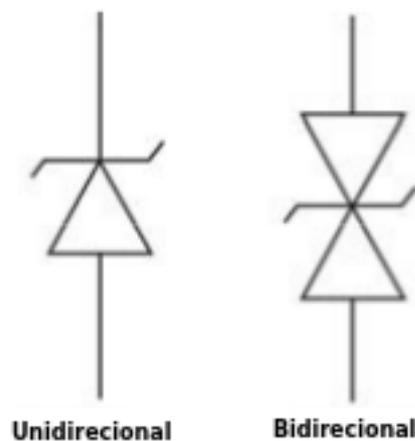


Figura 2.14: Diodos de proteção.

As principais características dos diodos supressores são:

- Operação rápida (dezenas de ns);
- Baixa capacitância;
- Tensões de operação típicas de 2 V a 200 V;
- Baixa capacidade de dissipação (corrente típica de 100 A ou mais);

- Necessita a instalação de resistor em série para limitar a corrente de surto em aplicações de maior potência.

O fato de o TVS ter limitações para dissipar energia, dificulta o uso em redes de alimentação com grande corrente de curto circuito e tensões elevadas (EMFIELD,).

Na Figura 2.15 são apresentados alguns tipos de invólucros de diodos supressores.

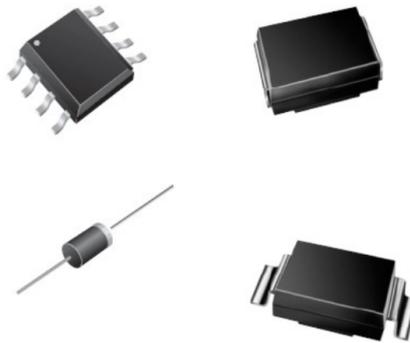


Figura 2.15: Exemplos construtivos de diodos de proteção (EMFIELD,).

2.7.4 Proteções Híbridas

Uma proteção híbrida empregando os diversos componentes pode ser utilizada para se obter uma maior eficiência na proteção contra surtos de tensão, evitando a queima do equipamento ou circuito que se deseja resguardar.

A Figura 2.16 ilustra um exemplo de proteção híbrida.

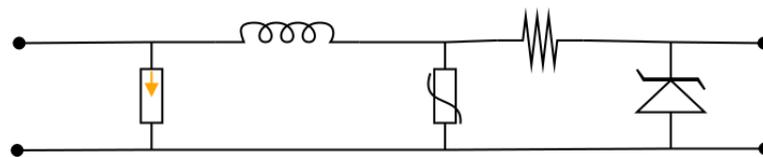


Figura 2.16: Exemplo de proteção híbrida.

2.8 Norma da Anatel

A Resolução 442 de 21 de julho de 2006, adotando como referência para surtos as normas IEC 61000-4-4 (2004) - Secção 4: Transientes Elétricos Rápidos e IEC 61000-4-5 (2001) - Secção 5: Testes de Imunidade a Surtos, estabelecem os requisitos de compatibilidade eletromagnética a serem atendidos pelos produtos de telecomunicações.

Segundo essa norma, o vídeo porteiro é classificado como sendo um equipamento Classe B. Esta classe está destinada a equipamentos de uso em ambiente doméstico ou residencial com características próprias para instalação do usuário, para a instalação em redes de acesso ou para situações de local não fixo de uso (ANATEL,).

Os ensaios são realizados em modo comum e diferencial. Em modo comum os ensaios são aplicados entre os condutores da porta de ensaio e o terra e no modo diferencial entre os condutores da porta sob ensaio (ANATEL,).

2.8.1 Dos Requisitos de Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas

Este requisito visa estabelecer limites que garantam pleno funcionamento do equipamento quando este for submetido a perturbações eletromagnéticas, na forma conduzida ou radiada, com intensidade compatível com seus ambientes de operação (ANATEL,).

O equipamento submetido aos ensaios contra transientes rápidos deve ser imune a transitórios cuja frequência de repetição seja de 5 kHz. Os níveis de tensão devem ser aplicados de acordo com a Tabela 2.1 (ANATEL,).

Nível (kV)	Portas ensaiadas
0,5	Telecomunicações
1,0	Energia elétrica (c.a e c.c.) ¹

1 - c.a. - corrente alternada e c.c. - corrente continua.

Tabela 2.1: Níveis da perturbação no ensaio de imunidade a transitórios elétricos rápidos.

Os níveis de ensaios de imunidade a surtos devem seguir a Tabela 2.2.

Nível (kV)		Forma de aplicação	Portas ensaiadas
Portas Internas	Portas Externas		
0,5	1,0	Linha p/ terra	Telecomunicação
1,0		Linha p/ linha	Energia elétrica em c.a.
2,0		Linha p/ terra	Energia elétrica em c.a.

Nota: O requisito de imunidade a surto não é aplicável para portas de energia elétrica em c.c.

Tabela 2.2: Níveis de ensaio de imunidade a surtos.

As portas internas seriam uma interface específica do equipamento que se conecta a condutores que ficam restritos aos limites da edificação, e as portas externas se estendem além dos limites da edificação (ANATEL,). Pode-se utilizar uma analogia de uma central telefônica como exemplo, a porta da central onde é conectado o cabo que vem da rede pública seria considerada a porta externa, enquanto a do ramal da central que faz as conexões entre os telefones dentro de uma residência ou escritório seria a porta interna.

2.8.2 Dos Requisitos de Resistibilidade a Perturbações Eletromagnéticas

Este requisito visa estabelecer limites que garantam pleno funcionamento do equipamento, após este for submetido a perturbações eletromagnéticas, cuja intensidade seja compatível com seus ambientes de operação (ANATEL,).

Para o equipamento ser aprovado nos testes de resistibilidade contra perturbações eletromagnéticas a norma exige que deve suportar 1.500 V de pico (tensão de circuito aberto) nas portas externas de telecomunicações. As aplicações devem ser realizadas em modo comum e em modo diferencial, sendo dez aplicações para cada tipo de modo. Destas, cinco são feitas na polaridade positiva e cinco na negativa. Para cada polaridade devem ser realizadas três aplicações com o enlace aberto e duas com o enlace fechado. Enlace aberto e fechado referem-se a equipamentos que realizam chamadas ou comunicação. Enlace aberto seria com o equipamento sem chamada e enlace fechado com chamada. Enlace aberto e fechado também são conhecidos como *Off hook* (aberto) e *On hook* (fechado). O gerador que simulará as perturbações eletromagnéticas, quando em circuito aberto, deverá gerar uma perturbação na forma de onda de tensão impulsiva, com $10 \pm 3 \mu s$ de tempo de subida e $700 \pm 140 \mu s$ de tempo de descida (ANATEL,).

As portas internas de telecomunicações devem suportar 1.000 V de pico (tensão de circuito aberto). As aplicações devem ser realizadas somente em modo comum, sendo cinco na polaridade positiva e cinco na negativa. Para cada polaridade devem ser realizadas três aplicações com o enlace aberto e duas com o enlace fechado. O gerador que simulará as perturbações eletromagnéticas, quando em circuito aberto, deverá gerar uma perturbação na forma de onda de tensão impulsiva, com $1,20 \pm 0,36 \mu s$ de tempo de subida e $50 \pm 10 \mu s$ de tempo de descida (ANATEL,).

Um outro cenário que deve ser testado é aplicando 600 V eficazes (tensão de circuito aberto) nas portas externas de telecomunicações, onde são realizadas cinco aplicações em modo comum e cinco em modo diferencial. Para cada modo devem ser realizadas três aplicações com o enlace aberto e duas com o enlace fechado. O gerador de surto deve produzir uma perturbação eletromagnética nas formas de onda de tensão (em circuito aberto) ou de corrente (em curto-circuito) descritas por ondas senoidais com frequência de 60 Hz, e com duração de $200 \pm 30 ms$ (ANATEL,).

Nas portas externas de energia elétrica a tensão em circuito aberto do gerador deve ser de 4000 V de pico em modo comum e 2000 V de pico em modo diferencial. As aplicações devem ser realizadas dez em modo comum para cada condutor e dez em modo diferencial, sendo cinco

na polaridade positiva e cinco na polaridade negativa. É necessário que este gerador produza uma forma de onda de tensão impulsiva com $1,20 \pm 0,36 \mu s$ de tempo de subida e $10 \mu s$ de tempo de descida. Quando em curto-circuito o gerador deve gerar uma perturbação com a forma de onda de corrente impulsiva com $8,0 \pm 1,6 \mu s$ de tempo de subida e $20 \pm 4 \mu s$ de tempo de descida (ANATEL,).

Vale lembrar que o intervalo para aplicações sucessivas deve ser no mínimo de 1 minuto. A Figura 2.17 ilustra, a partir de ensaio realizado no laboratório de Eletromagnetismo e Compatibilidade Eletromagnética - MAGLAB da UFSC, a curva do surto segundo especificações da Anatel.

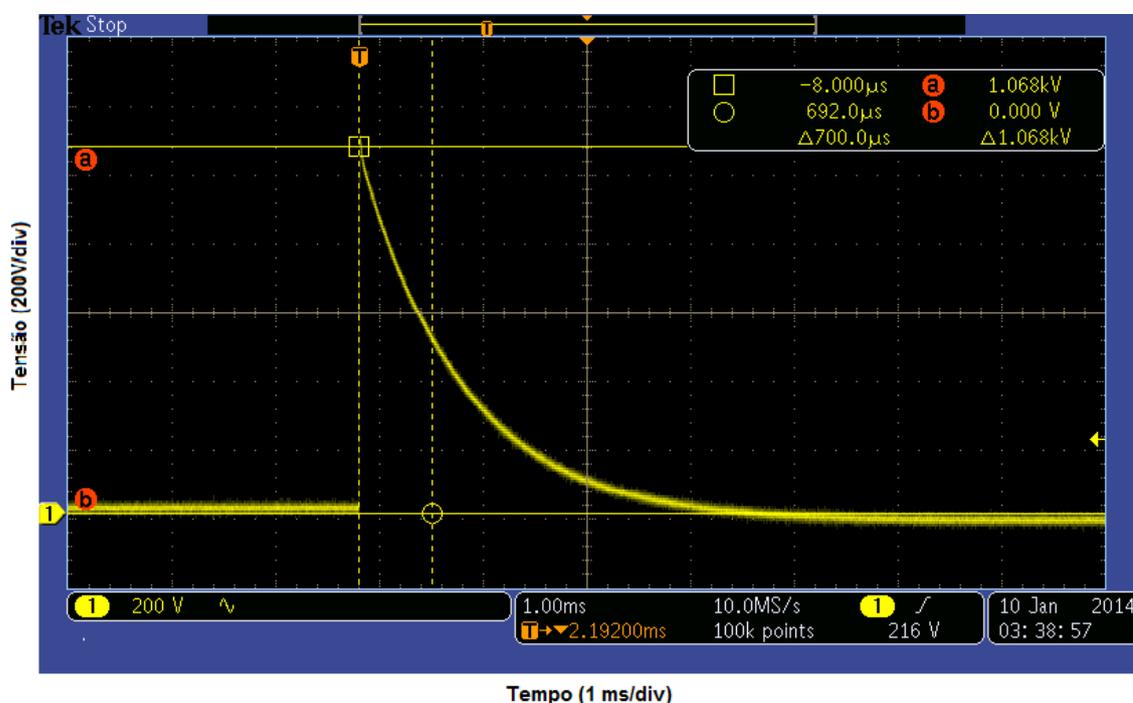


Figura 2.17: Curva de um surto conforme a especificação da Anatel.

3 *O Vídeo Porteiro IV 7000*

O vídeo porteiro IV 7000 HF possui capacidade para até quatro canais de vídeo, possibilitando a visualização de até quatro ambientes. Com esta característica o usuário poderá monitorar uma área mais ampla dependendo da sua necessidade.

Ele é composto por inúmeras configurações dentre as quais se destacam a sua compatibilidade com centrais de alarme, DVRs e PABX. Com seu *display* TFT-LCD *widescreen* de 7", ele permite que as imagens sejam visualizadas em ângulos de até 65° sem distorção de cores.

Este equipamento possui uma interface simplificada e intuitiva, se tornando um produto fácil de instalar e operar. O IV 7000 HF também pode ser utilizado para o acionamento de portões individuais e de garagem, porque possui capacidade para duas saídas de fechadura.

A Figura 3.1 apresenta o vídeo porteiro IV 7000.



Figura 3.1: Vídeo porteiro IV 7000 HF (INTELBRAS, 2013).

Este equipamento permite a visualização das imagens das câmeras de modo sequenciado e temporizado, ou seja, é possível programar quais câmeras e por quanto tempo as imagens aparecerão no monitor.

O módulo externo (parte que fica do lado da rua) possui uma câmera oculta com seis *leds* infravermelhos para visualizar as imagens à noite.

Um diferencial do IV 7000 HF é sua função “Siga-me”, que permite ao usuário fazer o acionamento de fechaduras através do telefone convencional ou celular.

A figura 3.2 ilustra uma topologia de um IV 7000 HF com um DVR.

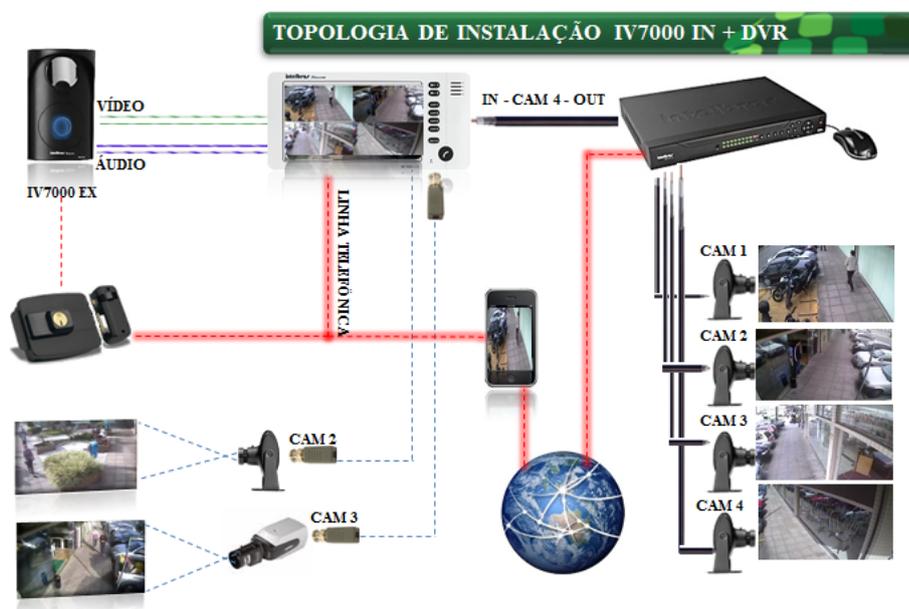


Figura 3.2: Topologia de um IV 7000 com um DVR (INTELBRAS, 2013).

Assim como outros equipamentos eletrônicos expostos ao tempo, o vídeo porteiro também possui certa fragilidade quanto as descargas atmosféricas. Em virtude disso, os departamentos de P & D (Pesquisa e Desenvolvimento) e do Pós Vendas da empresa Intelbras vêm analisando e buscando soluções para minimizar este impacto para o consumidor.

O gráfico da Figura 3.3 apresenta os defeitos mais comuns do vídeo porteiro IV7000 HF. Os dados para a edição deste gráfico foram obtidos da base de dados da Intelbras, referentes aos anos de 2011 a 2014 de um total de 3.109 equipamentos avaliados.

Segundo o departamento de P & D, 74 % dos defeitos avaliados no período de 2011 a 2014 são ocasionados por descargas atmosféricas. A Intelbras possui um custo médio de R\$ 21,50 com cada manutenção feita nos vídeos porteiros, isso sem incluir o custo logístico. No ano de 2013 foi gasto R\$ 66.843,50 com manutenções.

No vídeo porteiro IV 7000 HF o circuito que mais apresenta queima devido a descargas é o de vídeo, onde estão localizados os relés de estado sólido RL2, RL3, RL4, RL5, RL6 e RL7. A Figura 3.4 ilustra este circuito (INTELBRAS, 2013).

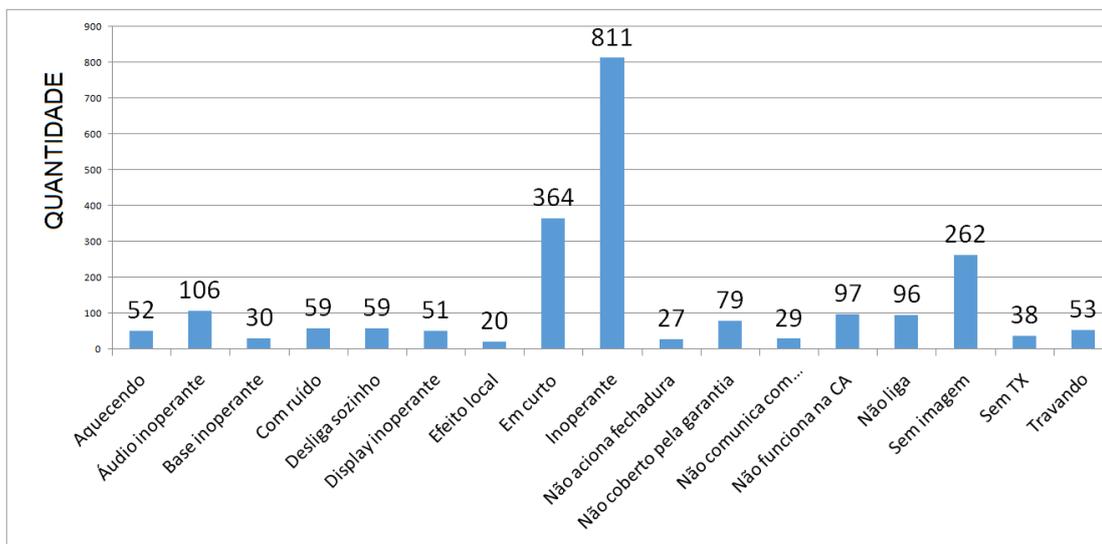


Figura 3.3: Defeitos mais comuns (INTELBRAS, 2013).

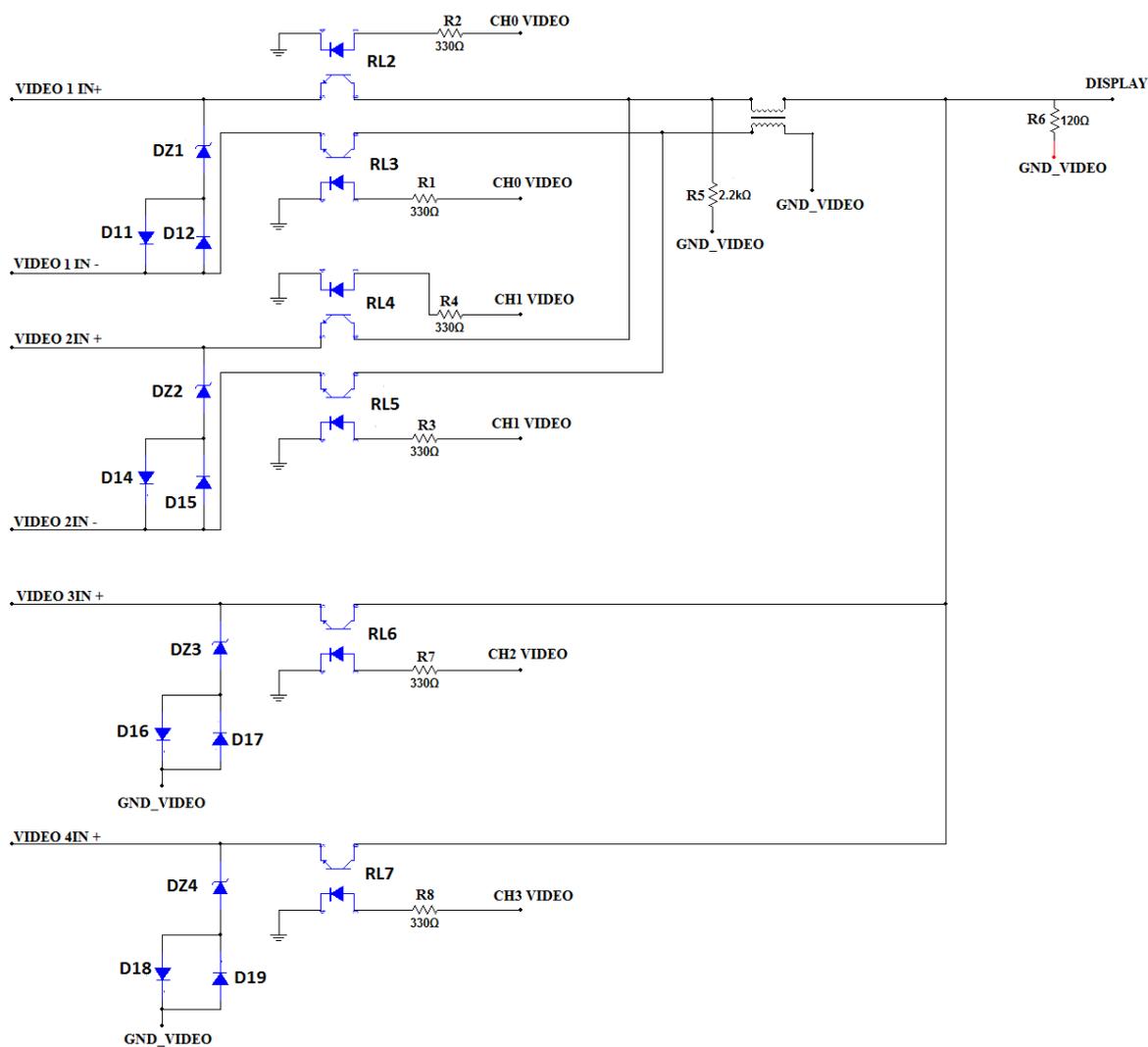


Figura 3.4: Circuito de vídeo (INTELBRAS, 2013).

4 *Simulação de Transitórios em Média Tensão*

Para verificar se o vídeo porteiro IV 7000 HF atende os requisitos de compatibilidade eletromagnética estabelecidos por norma aos produtos de telecomunicações, foram realizados testes utilizando um gerador de surtos no laboratório de eletromagnetismo e compatibilidade eletromagnética - MAGLAB da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Os equipamentos empregados nos testes foram um gerador de surtos modelo TSS 500M, um osciloscópio modelo DPO 3034 associado a ponteiros de alta tensão modelo P5210, ambos da Tectronix, para aquisição e análise dos sinais de tensão. O gerador TSS 500M pode produzir transitórios de até 4.000 V.

Na Figura 4.1 é ilustrado o cenário com a disposição dos equipamentos durante a realização dos testes.

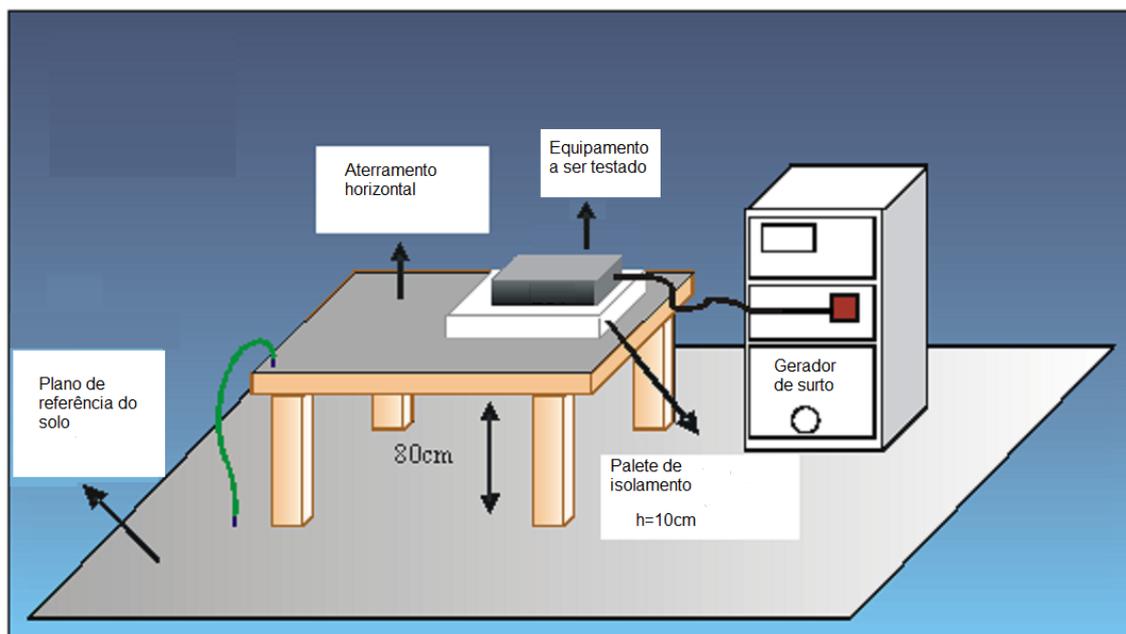


Figura 4.1: Ilustração do cenário de testes.

A Figura 4.2 e a Figura 4.3 ilustram o comportamento do surto de tensão gerado pelo TSS 500M na condição do gerador operando sem carga e com tensões de pico de 500 V e 1.000 V, respectivamente.

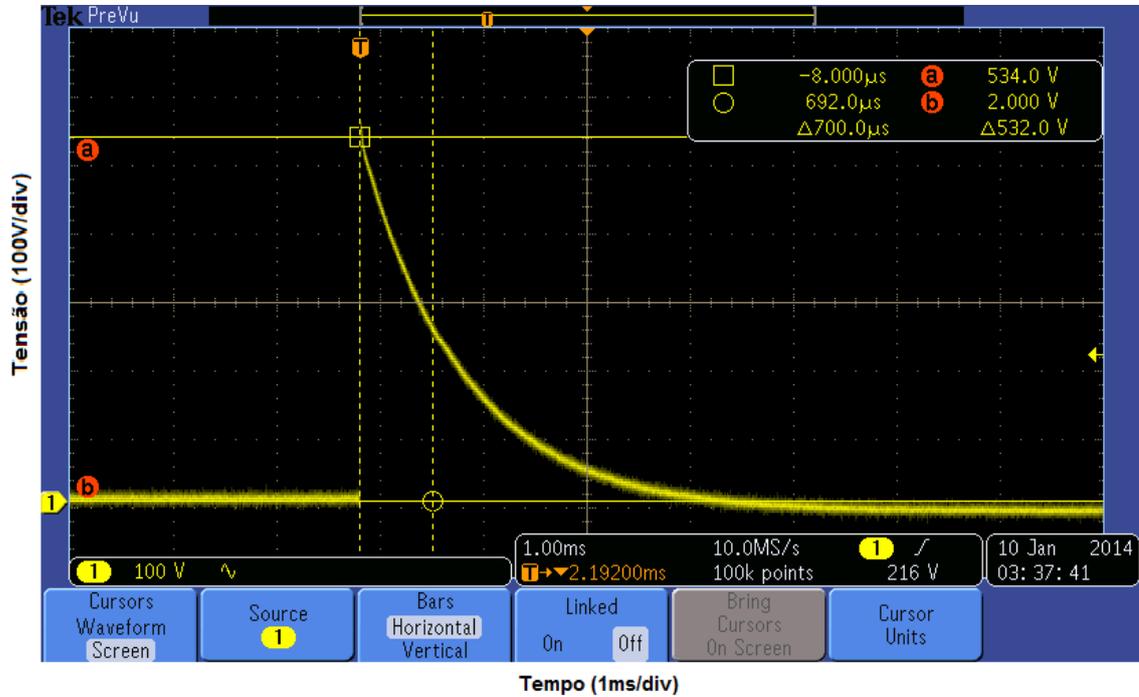


Figura 4.2: Forma de onda em aberto do surto para tensão de pico de 500 V.

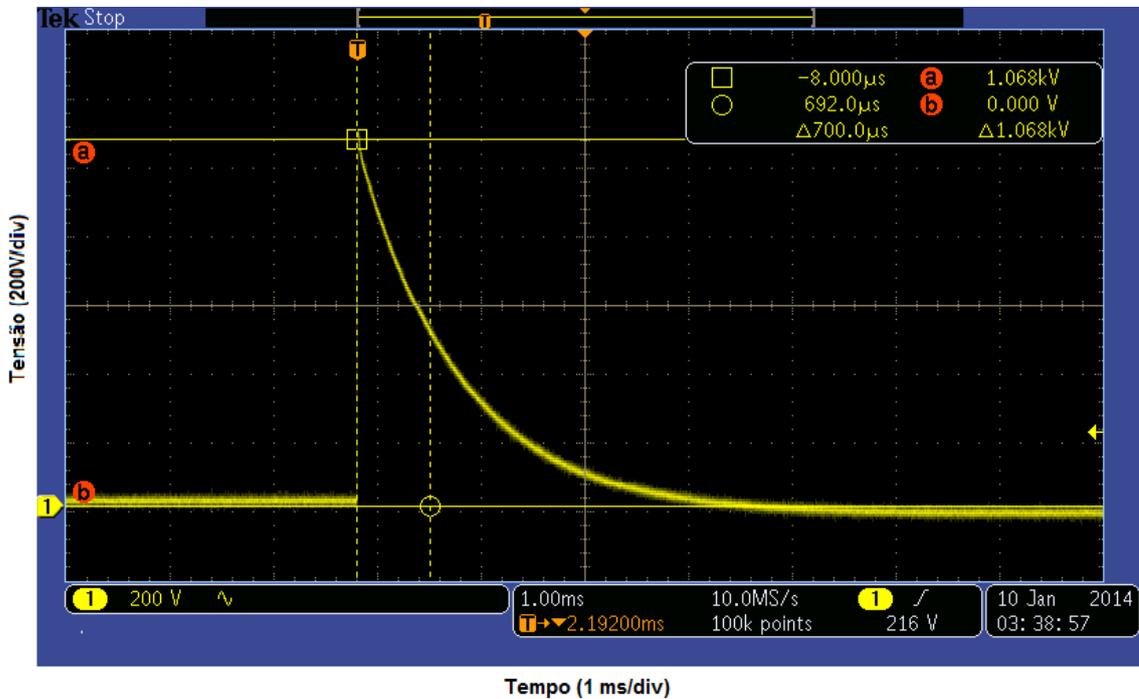


Figura 4.3: Forma de onda em aberto do surto para tensão de pico de 1.000 V.

Os cabos do vídeo porteiro foram conectados nas saídas do gerador e foram aplicados surtos em modo comum e em modo diferencial, alternando manualmente as conexões dos cabos

na saída do gerador. A Figura 4.4 e Figura 4.5 apresentam as formas de conexão entre o equipamento a ser testado e o gerador de surtos.

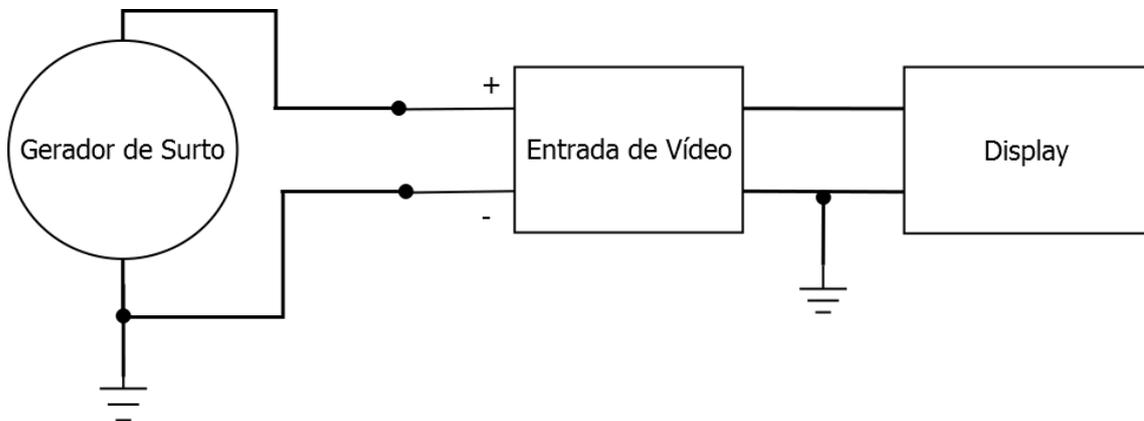


Figura 4.4: Diagrama representando as ligações em modo diferencial.

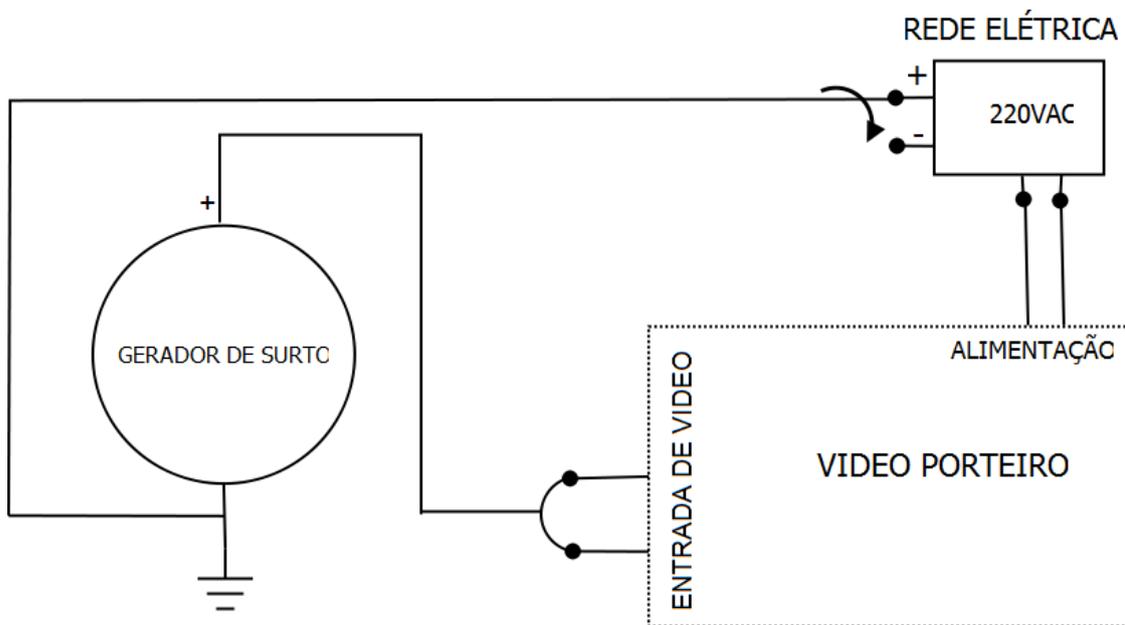


Figura 4.5: Diagrama representando as ligações em modo comum.

A Figura 4.6 apresenta o sinal de um surto de 500 V em modo comum aplicado ao vídeo porteiro.

Na Figura 4.7 é mostrado o resultado do teste de um surto de 500 V em modo diferencial. Observou-se que para esta condição a proteção original do vídeo porteiro atuou perfeitamente, limitando a tensão em 20 V.

A Figura 4.8 mostra o resultado do teste para um surto de 1.000 V em modo diferencial. Da mesma forma que na condição anterior, a proteção do vídeo porteiro atuou, limitando a tensão de entrada em 20 V.

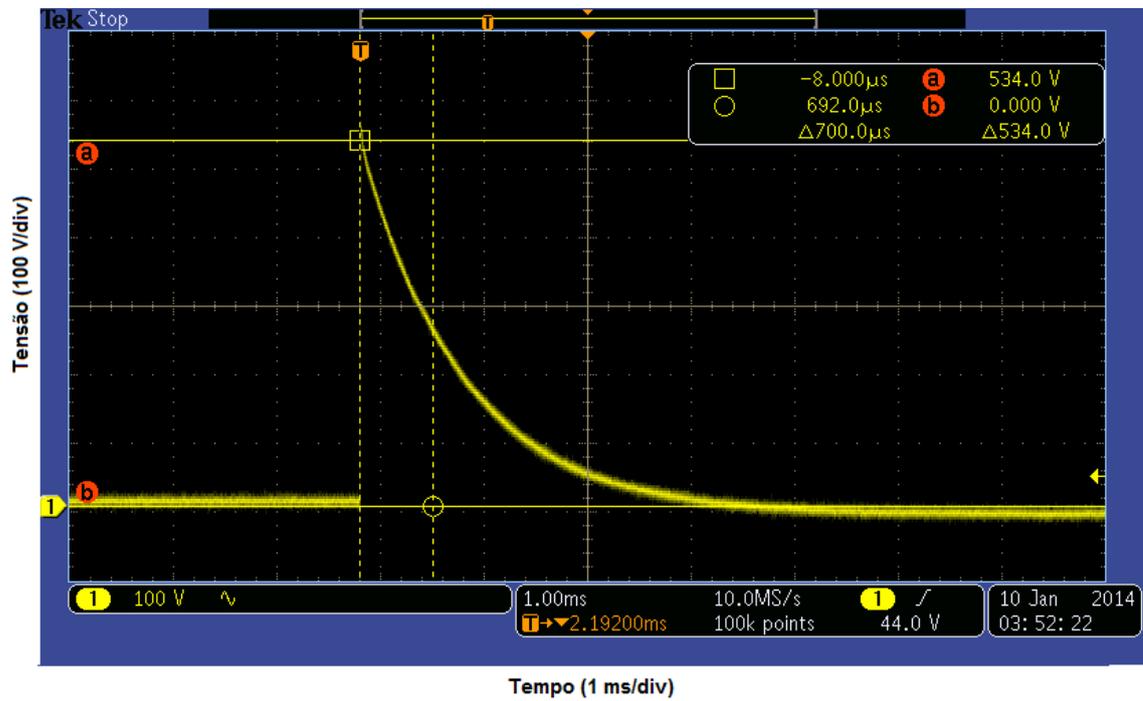


Figura 4.6: Surto de 500 V em modo comum.

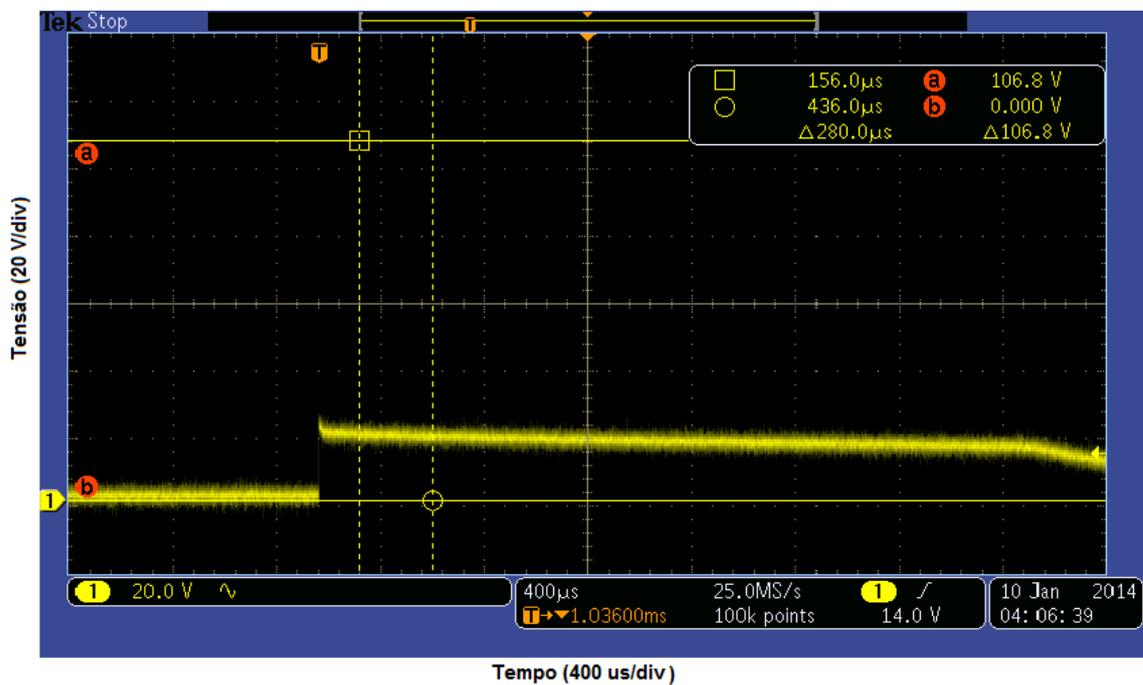


Figura 4.7: Surto de 500 V em modo diferencial.

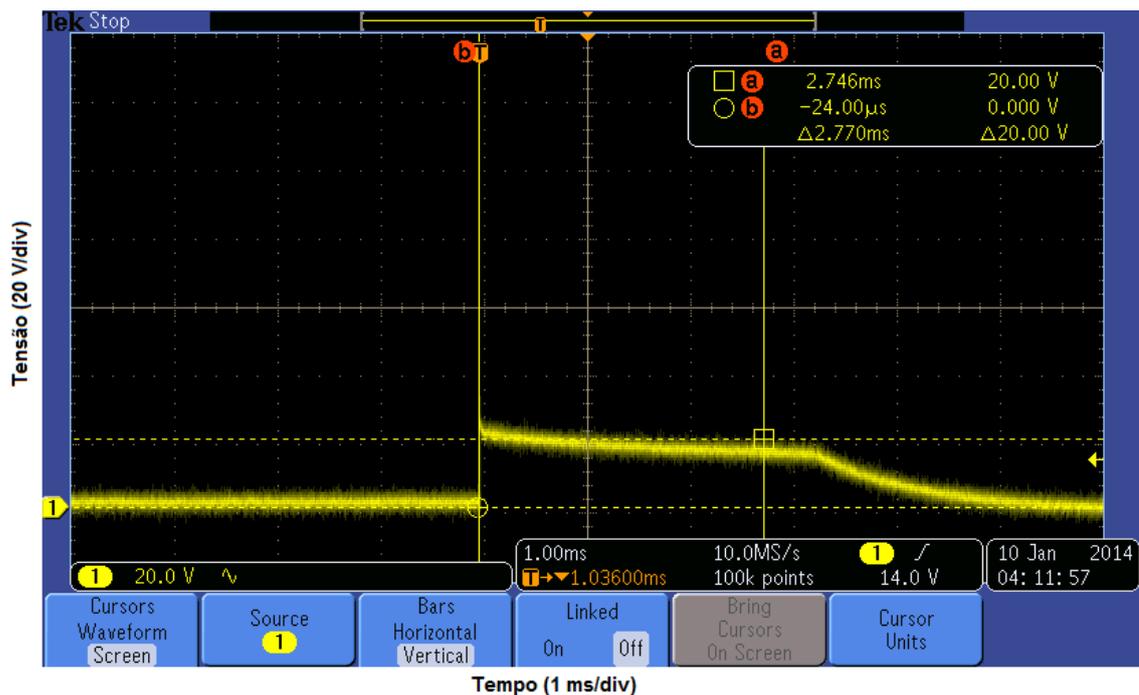


Figura 4.8: Surto de 1000 V em modo diferencial.

Para testar o equipamento em uma condição superior ao estabelecido por norma de forma a simular uma sobretensão originária de uma descarga atmosférica, foram simulados surtos de 3.780 V e 3.500 V em modo comum e diferencial, respectivamente. Estes valores foram escolhidos por serem as amplitudes máximas que o gerador de surto TSS 500M pode fornecer.

A Figura 4.9 mostra o resultado do surto de 3.780 V em modo comum aplicado ao vídeo porteiro.

O resultado do teste em modo diferencial é apresentado na Figura 4.10, no qual a tensão de surto foi de 3.500 V de pico.

Nos testes realizados a proteção original do vídeo porteiro IV 7000 HF atuou de maneira adequada, não permitindo a queima de componentes do equipamento e mantendo todas as suas características de funcionalidade.

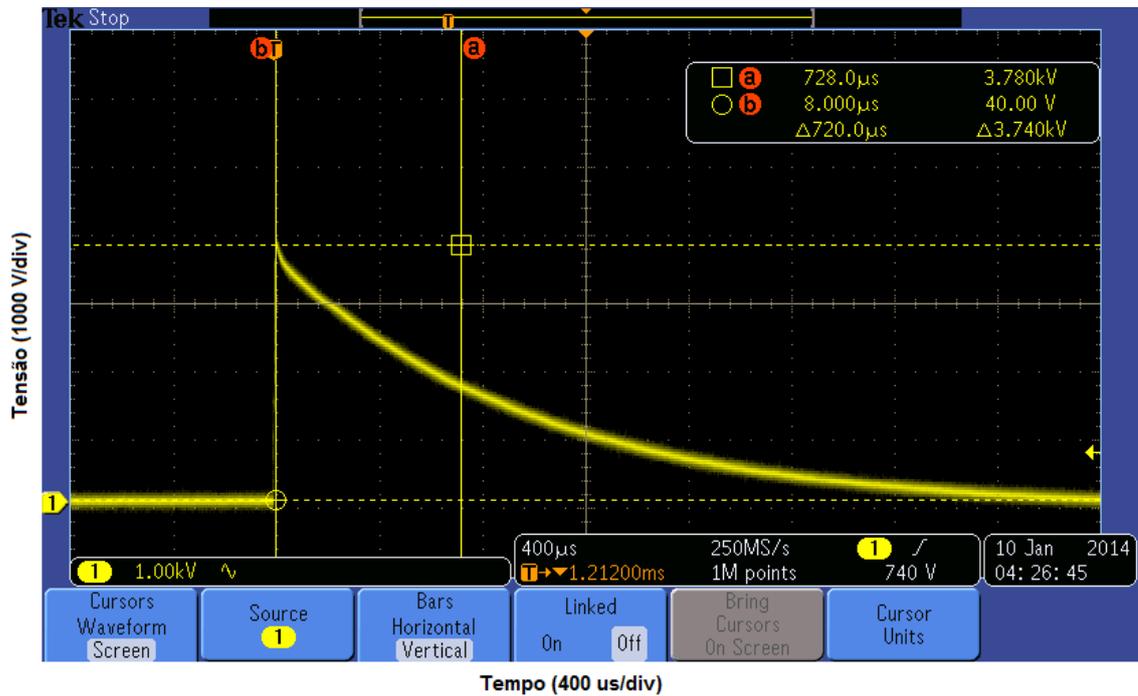


Figura 4.9: Surto de 3.780 V em modo comum.

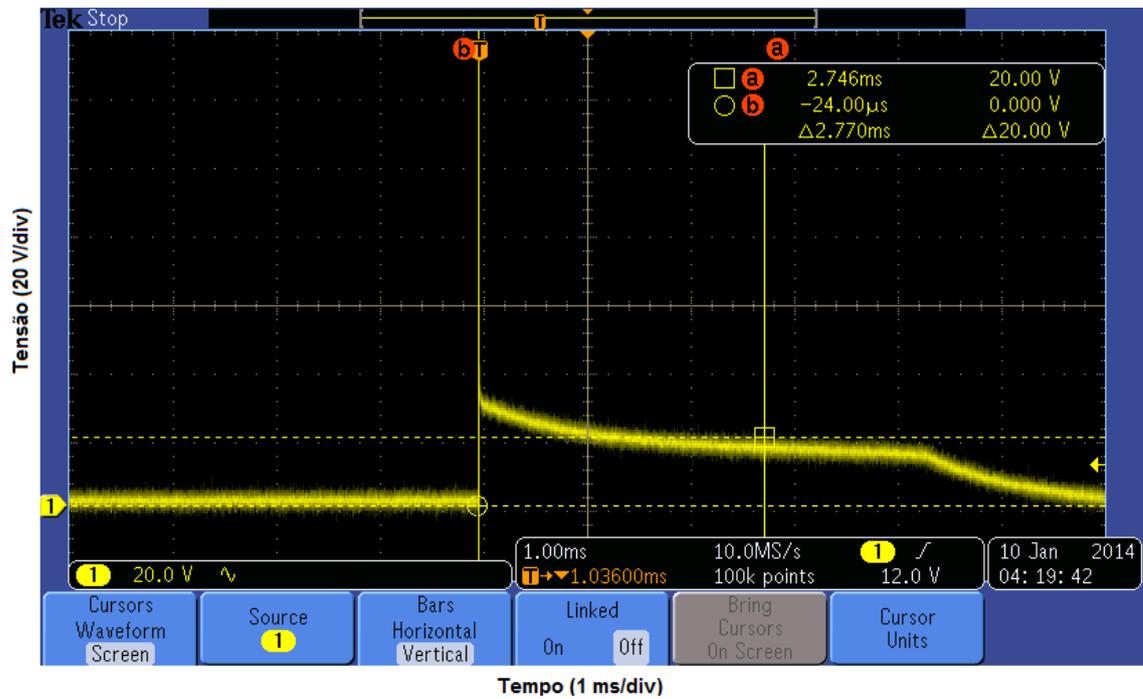


Figura 4.10: Surto de 3.500 V em modo diferencial

5 *Simulação de Transitórios em Alta Tensão*

De acordo com o que a norma determina, o vídeo porteiro está atendendo os requisitos de imunidade a surtos de tensão. Porém, observou-se que em campo ocorrem situações onde a energia a ser suportada está acima do que a norma especifica. Deste modo, houve a necessidade de realizar testes que simulassem a queima do vídeo porteiro. Para estes casos o departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) da Intelbras desenvolveu a JAT (Jiga de Alta Tensão) que pode simular surtos de até 21,5 kV.

A JAT carrega um capacitor de 12 nF com uma tensão de até 21,5 kV e, após o acionamento de uma chave, descarrega a tensão armazenada no capacitor sobre o circuito específico do equipamento em teste. O limite máximo de 21,5 kV foi devido a limitações da construção da Jiga, não sendo um valor específico de alguma norma. Na Figura 5.1 é apresentada uma visão geral da bancada de testes.

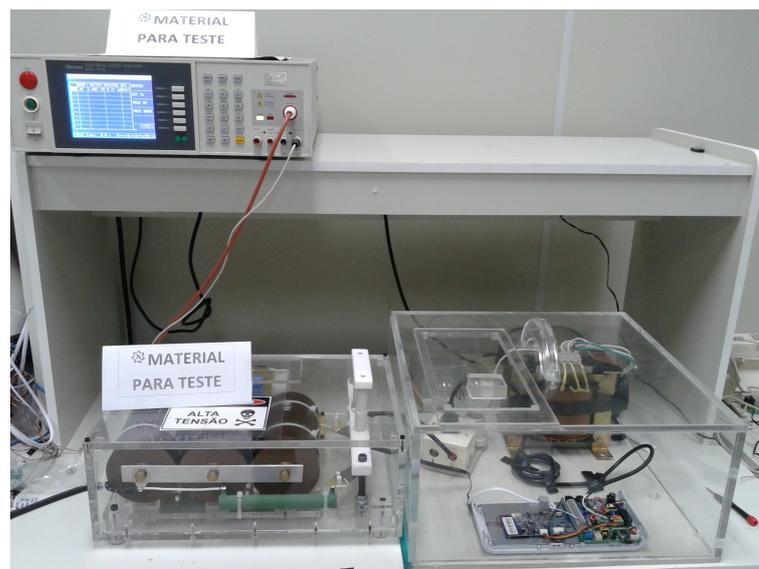


Figura 5.1: Jiga de Alta Tensão - JAT.

Sendo as entradas de vídeo uma das principais queimas em campo, os testes no vídeo porteiro IV 7000 HF foram realizados em modo comum aplicando uma tensão de 21 kV. Após

a primeira bateria de testes todos os reles queimaram. Além deles outros componentes sofreram algum tipo de alteração, pois as teclas permaneceram acesas e não respondiam ao toque.

Para analisar o que de fato estava queimando e tentar visualizar o caminho que o transiente percorre, foi alterada a tensão de surto para 5 kV. No entanto a proteção atual do circuito funcionou perfeitamente e nenhuma anormalidade foi detectada.

A queima da entrada de vídeo foi comprovada quando a tensão da JAT foi alterada para 7 kV e aplicada nas quatro entradas de vídeo, CAM1, CAM2, CAM3 e CAM4. Após uma bateria de testes somente as entradas de vídeo CAM1 e CAM2 queimaram. Analisando o circuito, foi possível observar que as entradas de vídeo CAM3 e CAM4 possuíam um terra em comum e, por isso, não estavam sendo afetadas pelo surto com tanta facilidade.

As entradas CAM1 e CAM2 possuem *balun* interno, que servem para retirar o ruído inserido no cabo de vídeo quando este estiver inserido em um meio ruidoso e, por isso, não possuem terra em comum. O fato de ser utilizado somente *balun* nessas duas entradas é devido à limitação de ser instalado até dois módulos externos. Desta forma, garante-se que quando forem instalados os dois módulos não seja preciso nenhum acessório. Se fosse inserido o *balun* nas demais entradas de vídeo o instalador, obrigatoriamente, deveria conectar as demais câmeras com cabo UTP e não com cabo coaxial, que é o normalmente utilizado no mercado para instalação de câmeras.

A Figura 5.2 ilustra o circuito original de vídeo.

Com base no que foi observado no circuito, retirou-se dois diodos de cada entrada de vídeo CAM1 e CAM2 e acrescentou-se um TVS com polaridade inversa do que já existia. As interligações do terra foram feitas colocando-as no mesmo ponto, conforme ilustra a Figura 5.3.

A Figura 5.4 apresenta a placa alterada com os pontos de terra das entradas das câmeras interligados.

Após a alteração foram realizados testes de 21 kV nas entradas de vídeo de 1 a 4 e todas se comportaram perfeitamente, não apresentando nenhuma avaria. Observou-se que durante os disparos dos surtos ocorreram muitos faiscamentos pela placa. O transiente, não tendo por onde escoar, se deslocava pelo caminho de menor resistência que encontrava.

A placa do vídeo porteiro possui limitações de espaço em seu leiaute, não sendo possível fazer qualquer modificação de hardware. Sabe-se que o transiente buscará sempre o caminho mais fácil para percorrer, então por que não fazer com que ele retorne pela própria alimentação de 110/220 V? A partir desta ideia foi criada uma placa protótipo para simular as proteções dos TVS e nela elaborou-se um terra virtual.

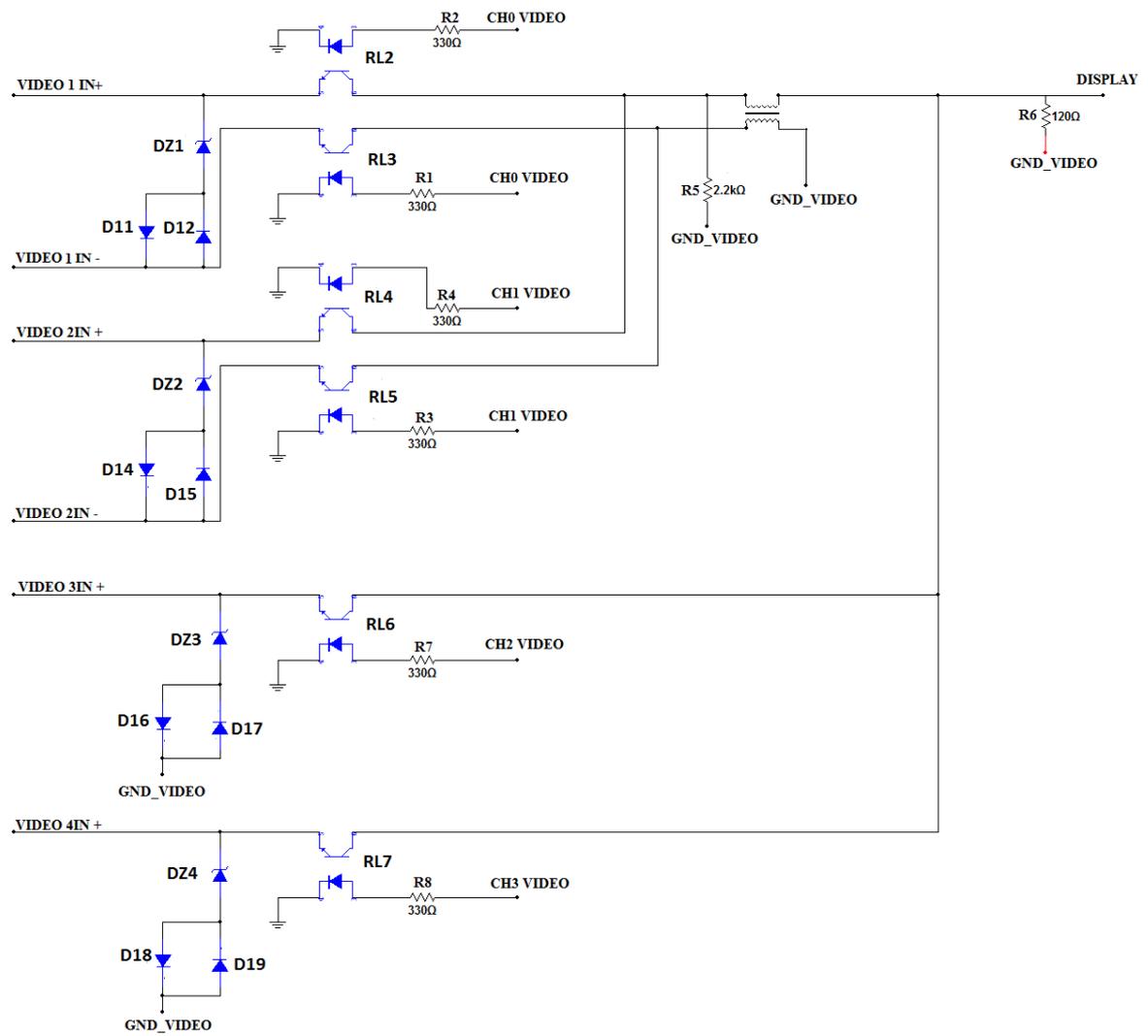


Figura 5.2: Circuito original da entrada de vídeo.

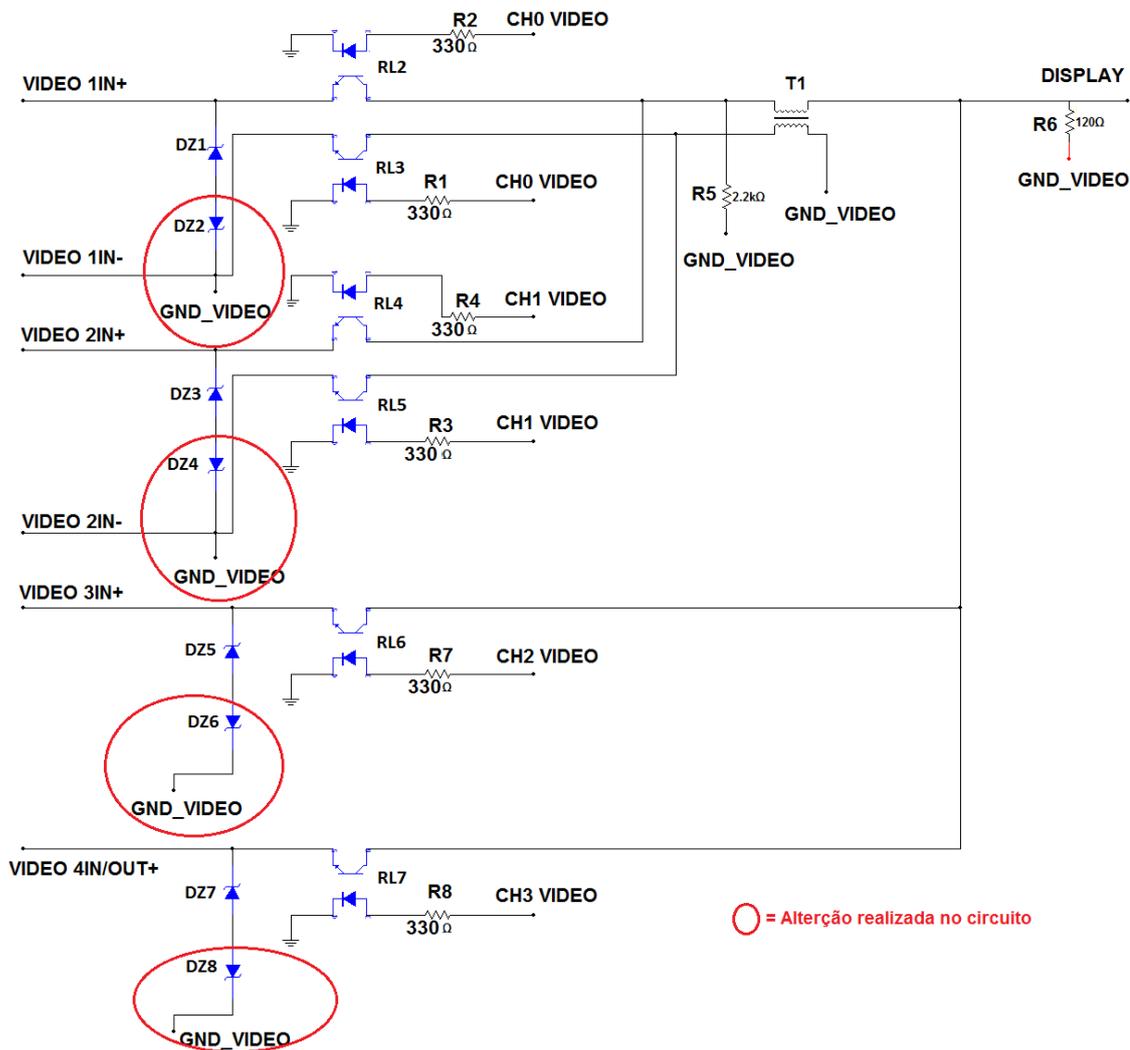


Figura 5.3: Circuito de vídeo alterado.



Figura 5.4: Placa alterada (vista dos dois lados da placa).

O terra virtual é uma trilha de circuito impresso isolada, com o intuito de conduzir o transiente elétrico oriundo do circuito a ser protegido para um “terra real”. Esta condução é feita através de centelhadores de trilha confeccionados no próprio circuito impresso. Não há uma distância mínima ou máxima para delimitar o espaço entre as trilhas na placa de circuito impresso que farão o centelhamento, isto deve ser avaliado a partir dos testes realizados no circuito.

Para o circuito testado, a distância entre as trilhas do terra virtual foi definida em 0,82 mm, medida na qual surtos a partir de 1 kV começam a centelhar. A Figura 5.5 ilustra o terra virtual em uma placa de circuito impresso confeccionada com este objetivo. Esta placa foi desenvolvida para uma nova versão do vídeo porteiro IV 7000.

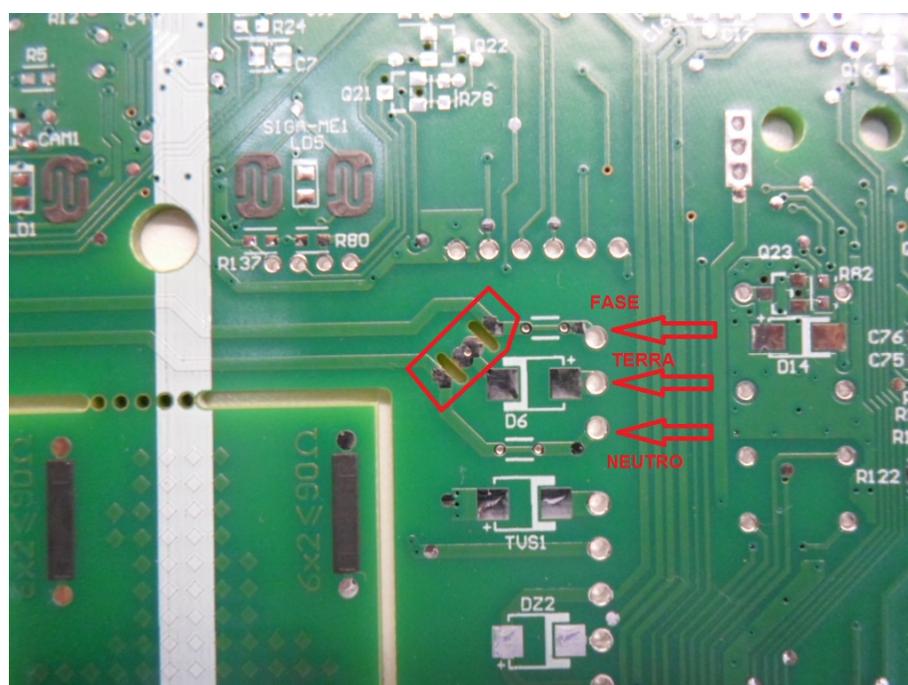


Figura 5.5: Exemplo de terra virtual em uma placa de circuito impresso.

O fato de não ser utilizado centelhador a gás nesta solução se deve ao custo do componente e ao seu alto tempo de resposta, necessitando do auxílio de outros componentes de supressão de surto.

Outro componente descartado para esta aplicação é o varistor, por ser um componente com alta capacitância e lento para entrada em operação. Utilizando-se somente este componente não seria possível escoar de maneira satisfatória o transiente.

A Figura 5.6 apresenta a placa proposta neste TCC para aplicação nos modelos de vídeo porteiro instalados em campo.

Com a placa protótipo instalada junto ao vídeo porteiro novos testes foram realizados e nenhuma avaria foi detectada para tensões de até 21 kV (em modo comum).

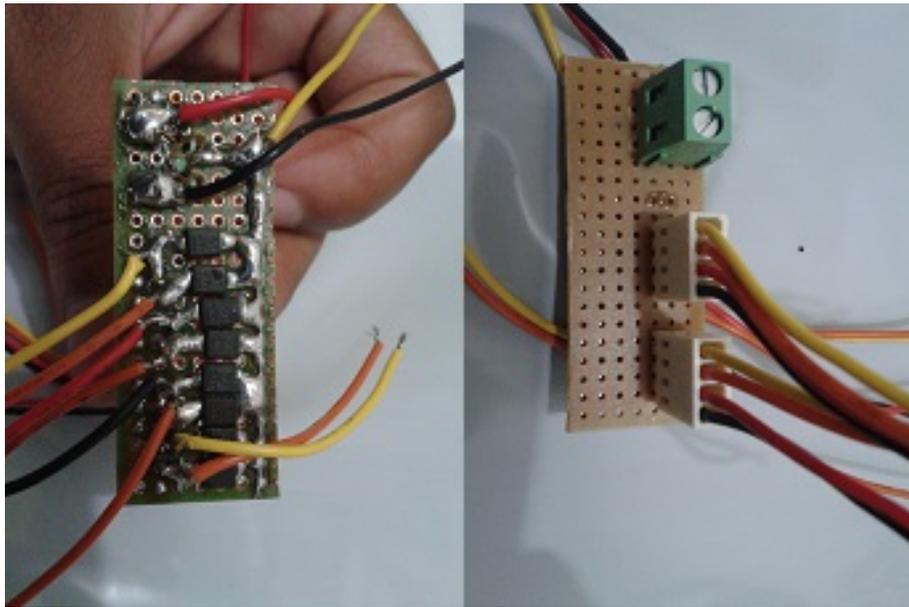


Figura 5.6: Placa Protótipo.

O surto ao entrar no circuito proposto faz o centelhamento entre o terra e a alimentação de 110/220 V, protegendo os componentes eletrônicos da placa do vídeo porteiro.

O TVS escolhido para a aplicação foi o SMBJ13A do fabricante Littelfuse. Este TVS limita a tensão máxima entre seus terminais em 13 V. Foi utilizado este modelo porque esta é a tensão mínima para proteger o circuito sem que afete o funcionamento do mesmo.

6 *Análise Financeira*

Toda empresa que preza em manter a integridade de sua imagem procura oferecer aos seus clientes produtos com qualidade. Quando um equipamento apresenta defeito, mesmo não sendo por falha no processo produtivo, gera insatisfação e desconfiança por parte do cliente. No produto analisado neste trabalho a opção para minimizar esta questão será a aplicação do circuito da placa protótipo no vídeo porteiro. Para a confecção da placa protótipo em escala foram estimados os investimentos especificados a seguir:

- R\$ 0,48 - placa de circuito impresso;
- R\$ 2,96 - para 8 diodos TVS;
- R\$ 0,12 - conectores;
- R\$ 0,19- caixa para embalar;
- R\$ 0,11- saco antiestático;
- R\$ 0,03- etiqueta para o saco antiestático;
- R\$ 0,10- etiqueta para a caixa;
- R\$ 2,03 - mão de obra para montagem

A partir dos valores apresentados anteriormente, chega-se a um custo total de uma placa protótipo de R\$ 6,02.

Da versão analisada do vídeo porteiro foram produzidas 37.000 unidades, retornando para conserto cerca de 760 peças por ano com defeito provocado por surto. O custo de manutenção neste caso é de R\$ 21,50 por peça, totalizando R\$ 16.340,00 anuais. Para inserir a placa protótipo nestes 760 vídeos porteiros seriam gastos R\$ 4.560,00.

Apesar da Intelbras estar comercializando este modelo de vídeo porteiro a apenas três anos, estima-se que a vida útil deste produto seja de 8 anos. Ou seja, a tendência é que a média anual

de peças que retornam para manutenção diminua com a implementação do circuito proposto neste trabalho.

O retorno financeiro direto da placa protótipo não pode ser calculado sem que se faça uma série de considerações, tornando o resultado final impreciso. Todavia, como citado inicialmente nesta seção, a principal motivação do emprego desta placa será a preservação da imagem de qualidade que a Intelbras imprime em seus produtos, deixando a análise financeira a um patamar de menor importância.

7 *Conclusões*

Este trabalho teve como intuito estudar e analisar a eficiência de proteção contra surtos de tensão em um vídeo porteiro específico, o IV 7000 da Intelbras.

Para compreender as causas e os efeitos dos surtos elétricos foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, identificando os componentes de supressão de surto mais comuns, bem como as especificações determinadas pela norma da Anatel.

Inicialmente, a ideia era utilizar componentes de supressão de surto para criar um circuito híbrido para ser utilizado no vídeo porteiro. Porém, após testes realizados observou-se que o equipamento estava protegido adequadamente em modo diferencial e sua fragilidade era apresentada somente em modo comum, não sendo possível utilizar uma solução híbrida neste caso.

Nos testes preliminares o equipamento suportou as tensões previstas em norma, tanto em modo comum como em modo diferencial. Com base nestes testes, observou-se que o que deve estar ocorrendo em campo são descargas com uma energia acima do especificado pela norma.

Para simular testes com tensões acima do previsto pela Anatel, utilizou-se uma Jiga de testes elaborada pelo departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Intelbras - P & D. Esta Jiga fornece tensões de até 21,5 kV. O limite máximo de 21,5 kV foi devido a limitações da construção da Jiga. Para identificar a partir de qual tensão o vídeo porteiro começava a queimar e qual o caminho que o transiente estava percorrendo, foram realizados testes em modo comum com tensões a partir de 1 kV. O vídeo porteiro começou a apresentar defeito com uma tensão de aproximadamente 6 kV.

Após a identificação do caminho percorrido pelo surto na placa e a tensão máxima que os seus componentes suportavam, avaliou-se um caminho alternativo para escoar este transiente. Tendo em vista que o hardware do vídeo porteiro possui limitações de espaço físico, foi elaborada uma placa protótipo visando escoar esse transiente pela própria rede elétrica. Neste protótipo foi criado um terra virtual diretamente na placa de circuito impresso, com o intuito de induzir este transiente a sair pelo terra da placa e centelhar para a alimentação 110/220 V.

Os resultados dos testes com a placa protótipo foram significativos. Mesmo com uma tensão de 21 kV o vídeo porteiro não apresentou quaisquer fragilidades. É válido lembrar que esta solução já está sendo implementada nos novos produtos. Entretanto, a quantidade de vídeo porteiros com a placa antiga em operação justifica o investimento para disponibilizar o protótipo desenvolvido para os produtos que já se encontram instalados, mesmo para aqueles que se encontram fora de garantia de fábrica.

Lista de Abreviaturas

AC *Auxiliary Channel*

VDR *voltage-dependent resistor*

MOV *metal-oxide varistor ou movistor*

SIOV *Siemens metal-oxide varistor*

TVS *Transient Voltage Suppressor*

DVR *Digital Video Recorder*

PABX *Private Automatic Branch Exchange*

UTP *Unshilded Twisted Par*

Referências Bibliográficas

ABNT. *Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas*. julho 2005. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL. Resolução nº 442. Acesso em 06/03/2014. Disponível em: <<http://legislacao.anatel.gov.br/resolucoes/2006/352-resolucao-442>>.

COELHO, V. L. *Influência das descargas atmosféricas no desempenho de sistemas aéreos de distribuição de energia elétrica*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2005.

DIGITEK. *Descargas Atmosféricas*. Acesso em 01/07/2013. Disponível em: <<http://www.digitek.com.br/home1/conceitos?start=2>>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. ELAT - Grupo de eletricidade atmosférica. Acesso em 02/07/2013. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>>.

ELECTRIC, S. *Proteção contra descargas atmosféricas*. Acesso em 01/07/2013. Disponível em: <<http://www.schneider-electric.com.br>>.

EMFIELD. *Componentes de proteção contra surtos elétricos*. Acesso em 01/07/2013. Disponível em: <<http://www.emfield.com.br>>.

IEEE. Recommended practice on surge voltages in low-voltage ac power circuits. INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS - IEEE. IEEE Std C62.41-1991.

Base de dados da Intelbras. Base consultada no 1º semestre de 2013.

PAUL, D. Low voltage power system surge over voltage protection.