

### Workshop

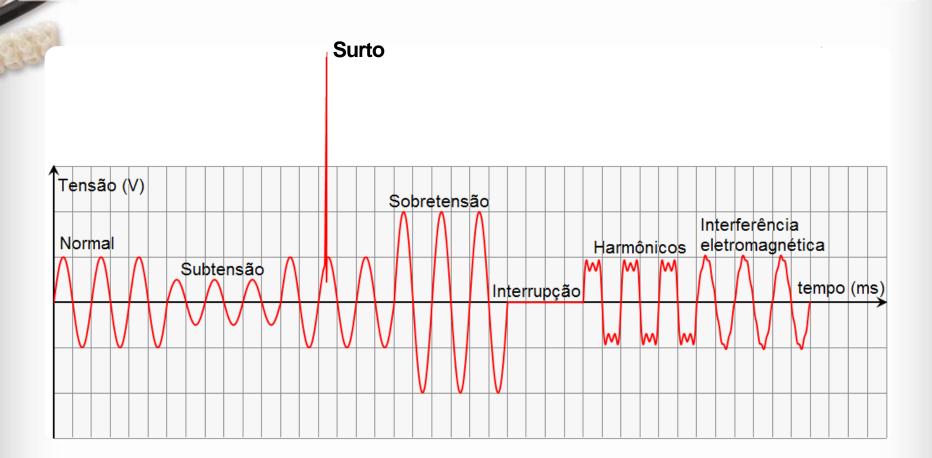
Proteção em redes de serviços via cabo coaxial







### Distúrbios em sistemas elétricos





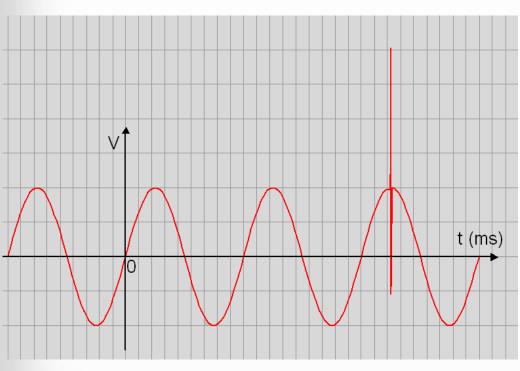








### Surtos elétricos















# Incidência de Descargas Atmosféricas Pracargas; região sudeste, sul, Mato Grosso e Goiãs 7,5 (egg milhões)













Fonte: ELAT/INPE

## Estatísticas de danos a equipamentos terminais

Queima de Decoders em operadora de TV por assinatura na cidade de Belo Horizonte:

Janeiro de 2009:

• 1000 terminais danificados durante uma tempestade.

• 5000 terminais danificados durante uma segunda tempestade (dois dias após a primeira).

Foram 7000 terminais danificados no período de dezembro de 2008 a janeiro de 2009.











## Caracterização do sistema de energia e de telecomunicações no Brasil

- Linhas de telefonia e de internet banda larga tipicamente aéreas
- Linhas de energia e de Telecomunicações compartilham a mesma posteação
  - Sistema de aterramento tipo TN, neutro aterrado
- Grande parte das instalações residenciais não possuem o condutor de proteção



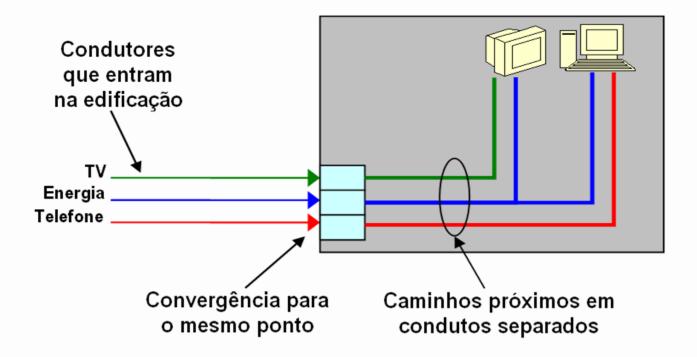








### Considerações NBR5410



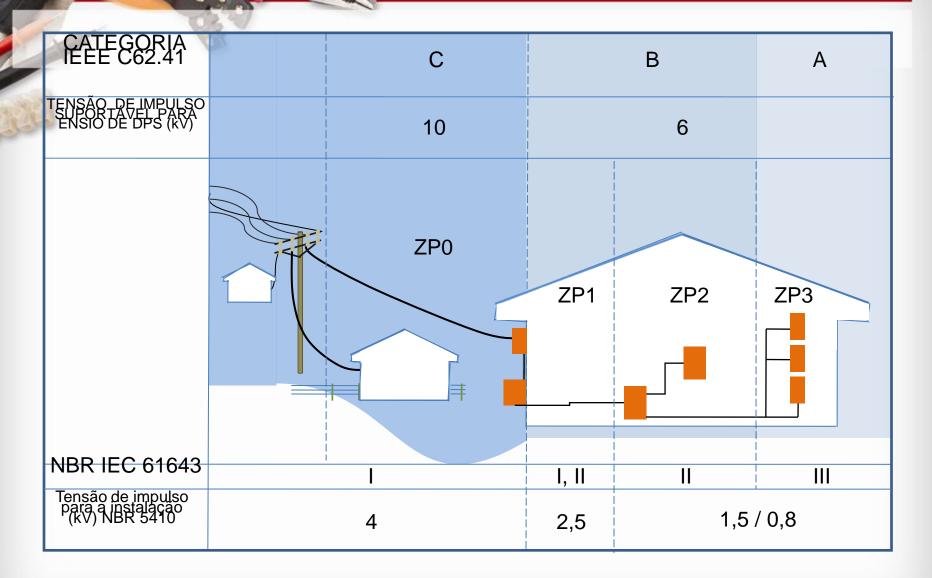






















## Suportabilidade de equipamentos terminais

- ANATEL Anexo a Resolução nº 442
  - Linha de energia: 4kV em modo comum e 2kV em modo transversal
  - Linha de sinal: 1,5kV
- NBR 5410 1,5kV para eletrodomésticos e equipamentos de utilização e 4kV para equipamentos localizados na entrada da edificação











## Estudo de caso (na África do Sul)

Corrente no cabo do Pára-raios (I)	Probabilidade de ocorrência	Tensão induzida Vp (circuito aberto)	Corrente Induzida Ip (circuito fechado)
175kA	1%	32kV	0,6kA
100kA	5%	18kV	0,3kA
60kA	15%	11kV	0,2kA
20kA	50%	3,6kV	0,1kA













Eventos de avarias na rede externa:

- 1. Desarme dos disjuntores da fonte
- 2. Queima das fontes de alimentação
- 3. Equipotêncialização





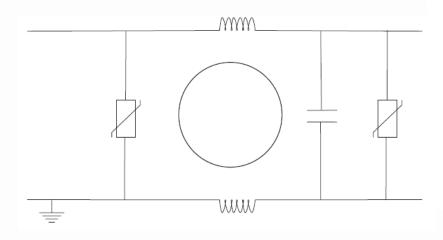






Solução adotada:

731.B.020 127/220V e 732.B.020 220V.















### Característica do DPS

### 1. <u>Disjuntor Retardado</u>

Este dispositivo é dotado de um disjunto com efeito retardado (Curva D), com característica de destaque a suportabilidade a correntes de partida superior à corrente nominal.











### 2. Proteção contra Surtos elétricos

Varistor de óxido de zinco: Dispõe de proteção em dois estágio coordenado através de filtro LC.

A proteção é feita através de um varistor com corrente máxima de surto de 40kA na onda 8/20µs no primeiro estágio coordenado a um segundo estágio com corrente máxima de surto de 8kA, minimizando assim a tensão residual que o equipamento receberá.











### 3. Equipotencialização

O DPS dispõe de uma conexão para vincular o aterramento ao neutro da concessionária de energia, seguindo uma recomendação da NBR 5410, funcionando este barramento com BEP (Barramento de Equalização de Potencial)











### Curiosidades

No desenvolvimento da solução foram observados:

Elevada corrente de partida, atingiu 100A;

Tensão de 40 Volts de pico entre neutro da concessionária e o terra da concessionária no ato de religar a fonte;











Consequência da utilização do DPS apresentado:

- Segurança do pessoal de campo;
- Segurança do consumidor;
- Confiabilidade do equipamento



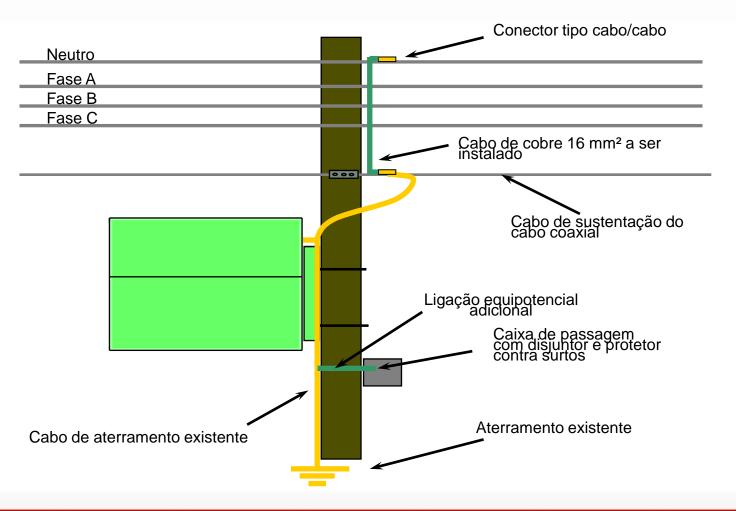








## Instalação





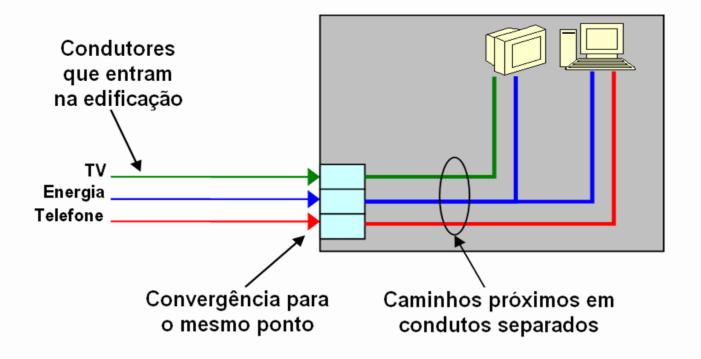








## Considerações NBR5410





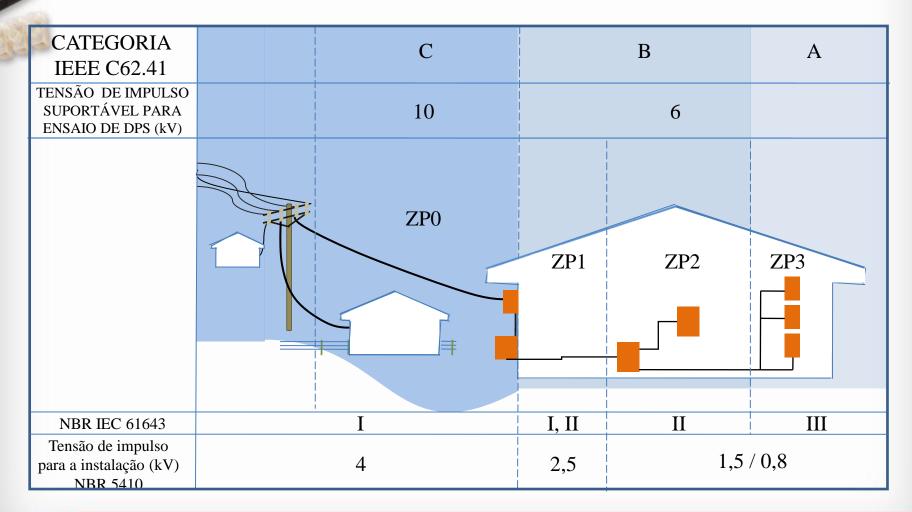








## Considerações NBR5410













Os equipamentos estão sempre submetidos a no mínimo dois potenciais de aterramento, ou seja, o neutro da rede elétrica e o terra da TV a cabo. Em caso de surtos elétricos induzidos ou conduzidos pela rede elétrica ou pelo cabo coaxial, existirá uma diferença de potencial perigosa, potencializando a de queima dos equipamentos, especificamente, as fontes e também equipamentos nos consumidores.











#### Suportabilidade de equipamentos terminais

- ANATEL Anexo a Resolução nº 442
  - Linha de energia: 4kV em modo comum e 2kV em modo transversal
  - Linha de sinal : 1,5kV
- NBR 5410 1,5kV para eletrodomésticos e equipamentos de utilização











### Características elétricas e mecânicas

- Corpo transparente
- Corrente máxima de surto de 9 kA na onda 8/20 µs (total) para linha de energia
- Corrente máxima de surto de 5 kA na onda 8/20 µs para linha de sinal
- Sinalização de status de funcionamento por meio de LED azul











### Características elétricas e mecânicas

- Pode ser alimentado em 127 ou 220V (bivolt)
- 1 tomada 2P+T na norma NBR 14136 para conexão de equipamentos
- Corrente máxima de 10 ampères
- Conexão à rede por plugue 2P+T (o terceiro pino pode ser retirado, transformando-se em um produto 2P)



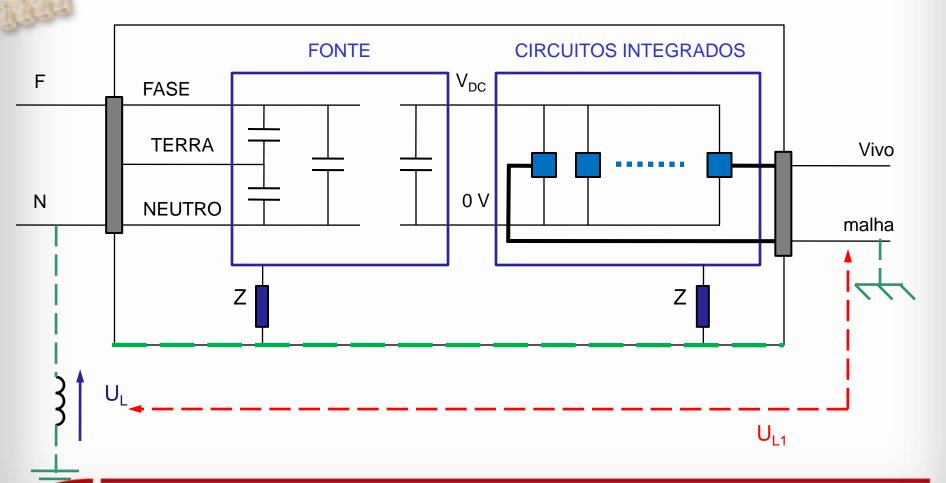








### Circuito esquemático do decoder





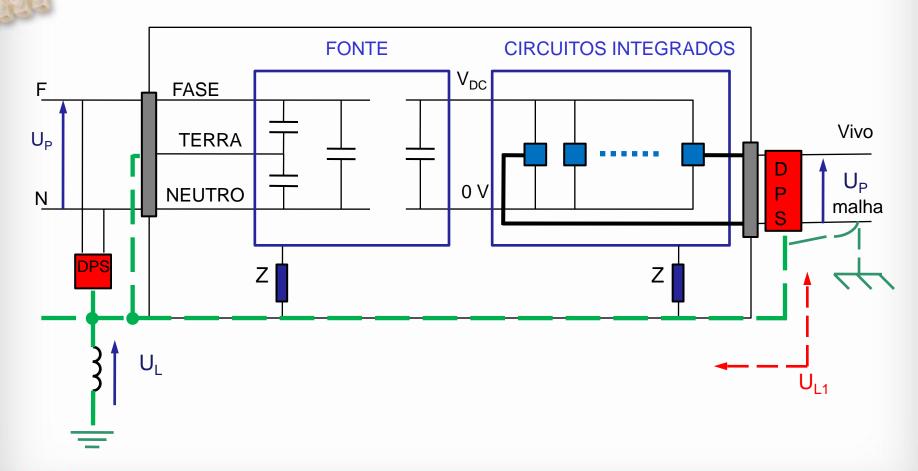








### DPS em instalação com condutor de proteção PE Condição ideal





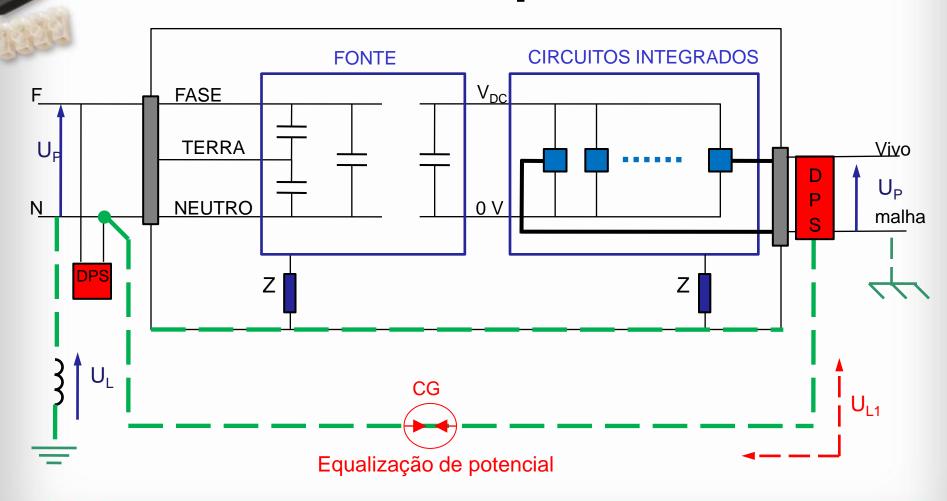








## **eClamper**





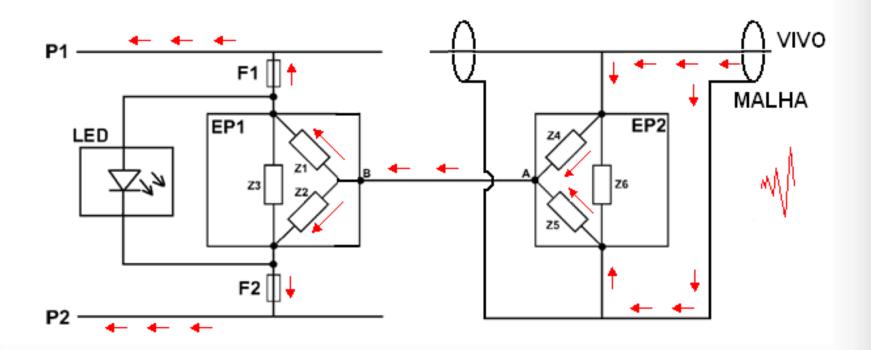








### Configuração do circuito de proteção





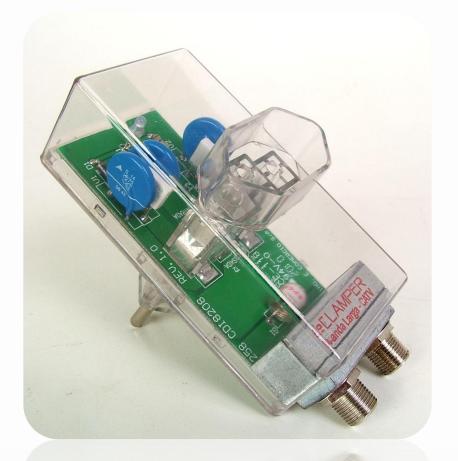








### e-CLAMPER







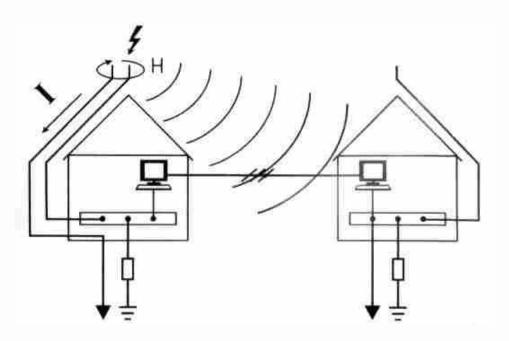






## Formas de acoplamento

Acoplamento indutivo







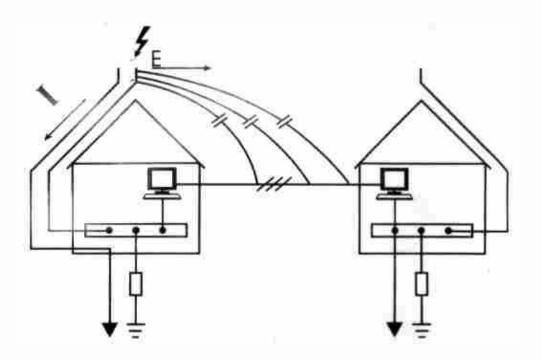






### Formas de acoplamento

Acoplamento capacitivo ou eletrostático







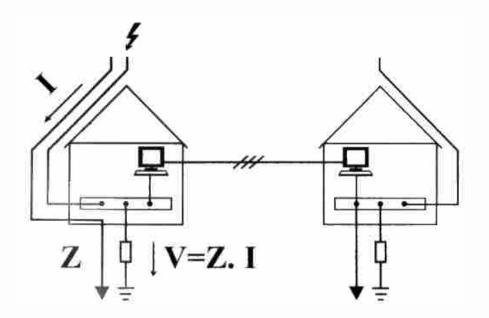






## Formas de acoplamento

Acoplamento resistivo ou galvânico











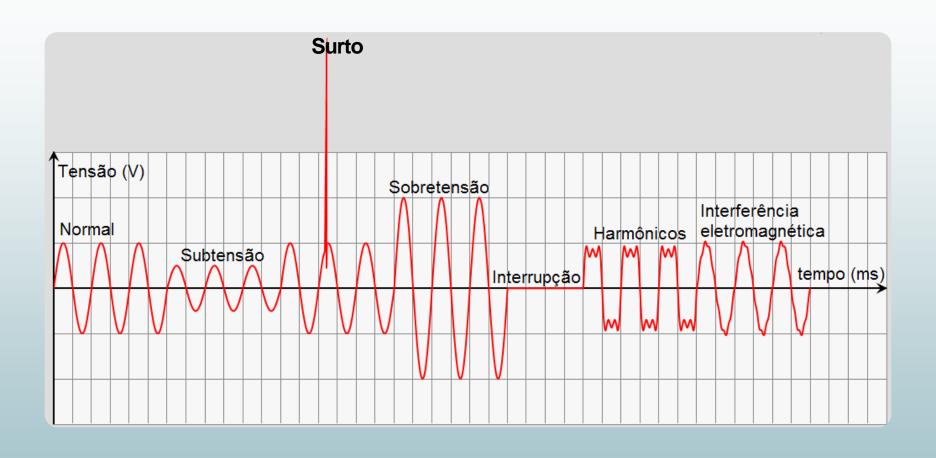




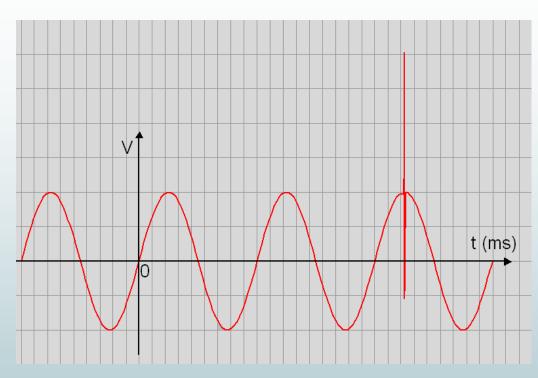
## Proteção contra surtos para terminais de telecomunicações

Wagner Almeida Barbosa Clamper Indústria e Comércio S.A.

#### Distúrbios em sistemas elétricos

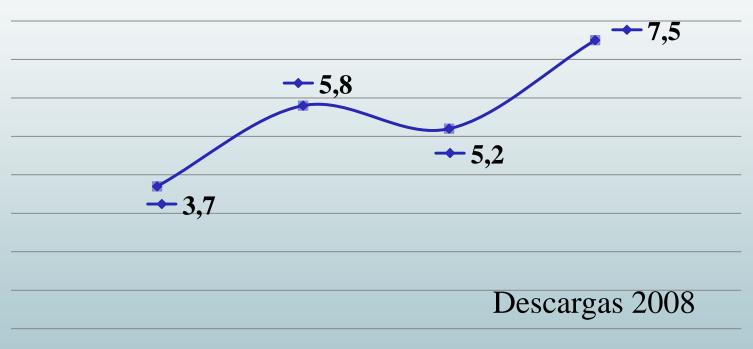


#### Surtos elétricos





# Incidência de Descargas Atmosféricas na região sudeste, sul, Mato Grosso e Goiás (em milhões)



Fonte: ELAT/INPE

#### Estatísticas de danos a equipamentos terminais

Queima de Decoders em operadora de TV por assinatura na cidade de Belo Horizonte:

#### Janeiro de 2009:

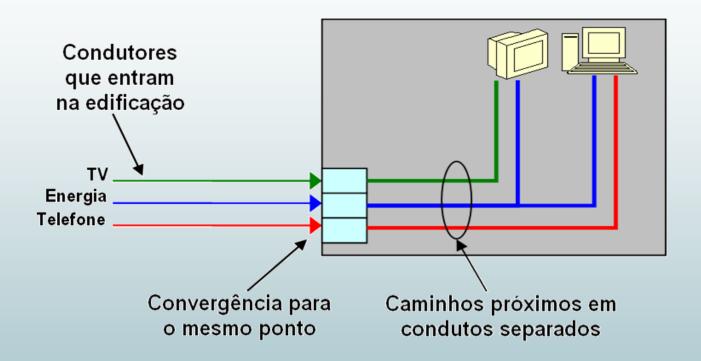
- 1000 terminais danificados durante uma tempestade.
- 5000 terminais danificados durante uma segunda tempestade (dois dias após a primeira).

Foram 7000 terminais danificados no período de dezembro de 2008 a janeiro de 2009.

# Caracterização do sistema de energia e de telecomunicações no Brasil

- Linhas de telefonia e de internet banda larga tipicamente aéreas
- Linhas de energia e de Telecomunicações compartilham a mesma posteação
- Sistema de aterramento tipo TN, neutro aterrado
- Grande parte das instalações residenciais não possuem o condutor de proteção

### **Considerações NBR5410**



CATEGORIA IEEE C62.41		C		В	A
TENSÃO DE IMPULSO SUPORTÁVEL PARA ENSIO DE DPS (kV)		10		6	
		ZP0	ZP1	ZP2	ZP3
NBR IEC 61643		I	I, II	II	III
Tensão de impulso para a instalação (kV) NBR 5410	4		2,5	1,5 / 0,8	

#### Suportabilidade de equipamentos terminais

- ANATEL Anexo a Resolução nº 442
  - Linha de energia: 4kV em modo comum e 2kV em modo transversal
  - Linha de sinal: 1,5kV
- NBR 5410 1,5kV para eletrodomésticos e equipamentos de utilização e 4kV para equipamentos localizados na entrada da edificação

### Estudo de caso (na África do Sul)

Corrente no cabo do Pára-raios (I)	Probabilidade de ocorrência	Tensão induzida Vp (circuito aberto)	Corrente Induzida Ip (circuito fechado)
175kA	1%	32kV	0,6kA
100kA	5%	18kV	0,3kA
60kA	15%	11kV	0,2kA
20kA	50%	3,6kV	0,1kA

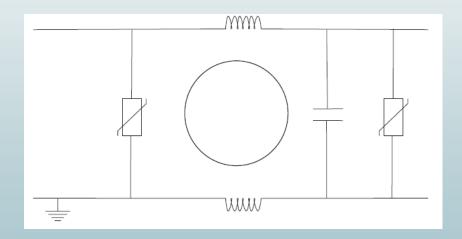


Eventos de avarias na rede externa:

- 1. Desarme dos disjuntores da fonte
- 2. Queima das fontes de alimentação
- 3. Equipotencialização

#### Solução adotada:

- 731.B.020 127/220V e
- 732.B.020 220V.





Característica do DPS

#### 1. Disjuntor Retardado

Este dispositivo é dotado de um disjunto com efeito retardado (Curva D), com característica de destaque a suportabilidade a correntes de partida superior à corrente nominal.

#### 2. Proteção contra Surtos elétricos

Varistor de óxido de zinco: Dispõe de proteção em dois estágio coordenado através de filtro LC.

A proteção é feita através de um varistor com corrente máxima de surto de 40kA na onda 8/20µs no primeiro estágio coordenado a um segundo estágio com corrente máxima de surto de 8kA, minimizando assim a tensão residual que o equipamento receberá.

#### 3. Equipotencialização

O DPS dispõe de uma conexão para vincular o aterramento ao neutro da concessionária de energia, seguindo uma recomendação da NBR 5410, funcionando este barramento com BEP (Barramento de Equalização de Potencial).

#### 4. Curiosidades

No desenvolvimento da solução foram observados:

Elevada corrente de partida, atingiu 150A;

Tensão de 40 Volts de pico entre neutro da concessionária e o terra da concessionária no ato de religar a fonte;

5. Consequência da utilização do DPS apresentado:

- Segurança do pessoal de campo;
- Segurança do consumidor;
- Confiabilidade do equipamento;

Proteção contra surtos dos seguintes equipamentos terminais

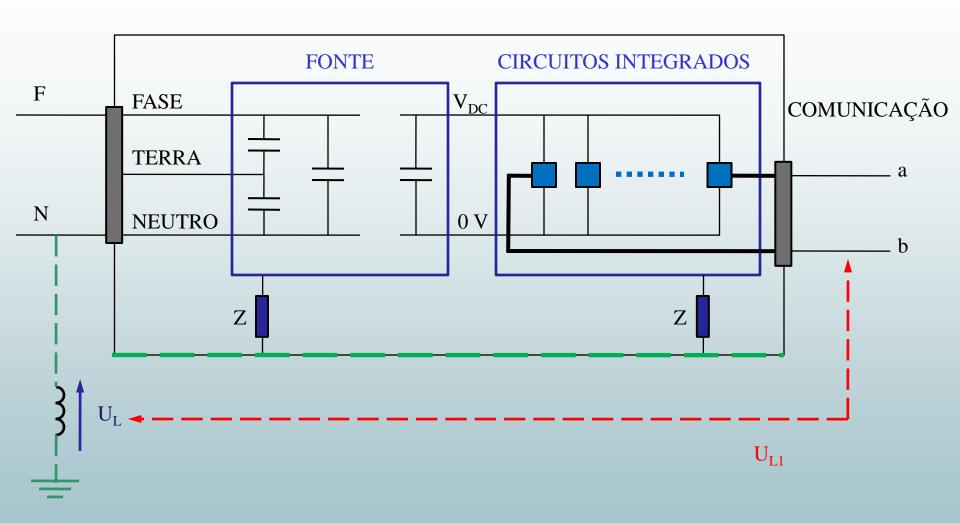
- Modem ADSL
- Decoder de TV a cabo
- EMTA (linha telefônica via cabo coaxial)
- Cable modem

#### Resistibilidade

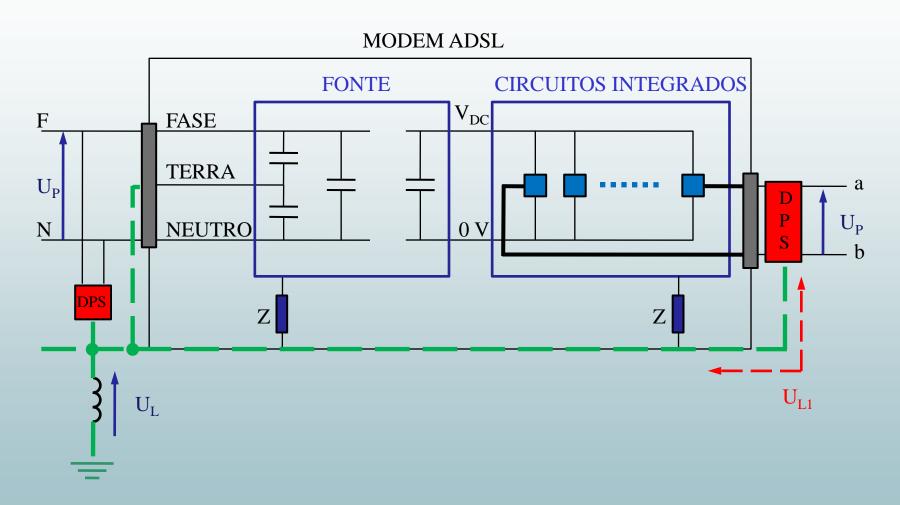
Foram avaliados em laboratório, conforme norma IEC 61000-4-5 e Resolução Anatel 442 a resistibilidade de vários equipamentos terminais:

Equipamentos sem certificação Anatel apresentaram resistibilidade inferior a 1kV entre fase e neutro

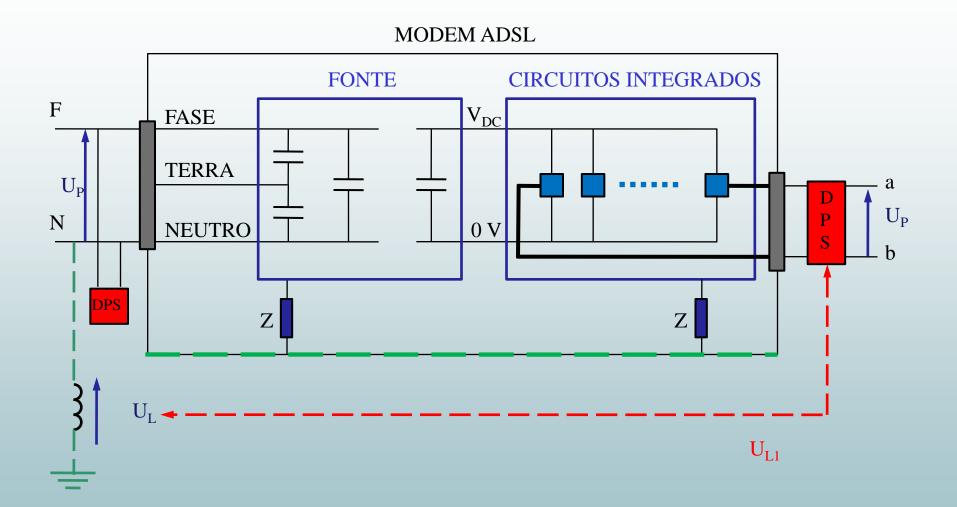
### Circuito esquemático de um Modem ADSL



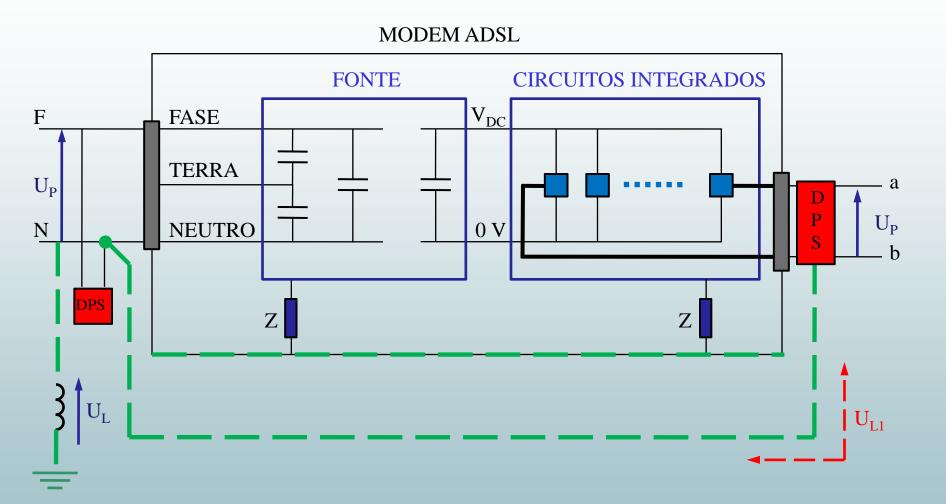
# DPS em instalação com condutor de proteção PE Condição ideal



#### Proteção transversal (sem condutor de proteção)



### Solução proposta



### Solução proposta

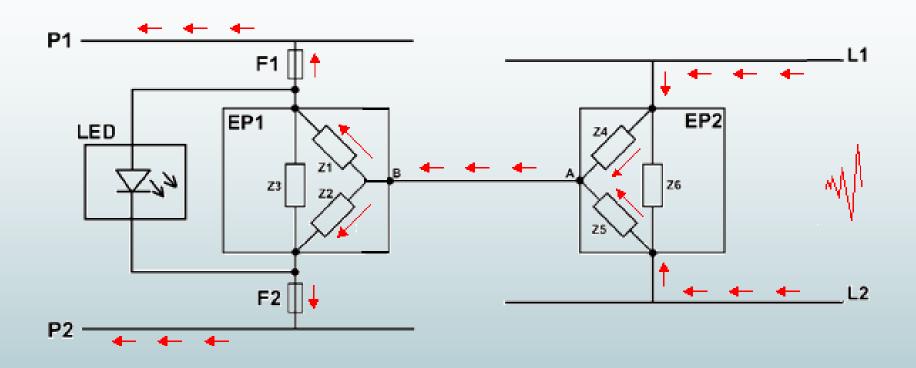


Diagrama esquemático de DPS para linhas ADSL

#### Solução proposta

- Prover caminhos de baixa impedância em regime de surto, para que as correntes de surto das redes de energia e sinal sejam desviadas para o mesmo ponto da instalação.
- Funcionamento do circuito independente de polarização do neutro na tomada de energia.

#### Ensaios de laboratório dos circuitos propostos

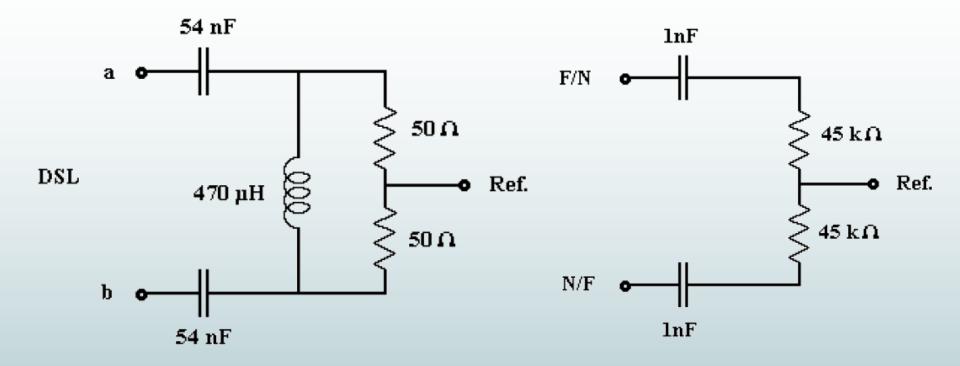
Para sistemas ADSL, foram utilizadas terminações que simulam a linha de energia e a linha do modem conforme UIT-G.992.1.

Para sistemas de sinal que utilizam cabos coaxiais, foram utilizadas amostras de decoders, cable modems, EMTA e aparelho de TV. Os ensaios foram realizados com todos os equipamentos energizados

Nos procedimentos de ensaios foram utilizadas as seguintes normas de referência:

- UL 1449
- Rsoluções Anatel 442 e 238
- IEC 61000-4-5
- NBR 5410

### Linhas tipo ADSL - terminações

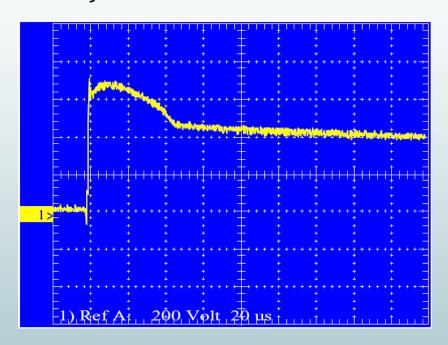


Terminação da linha de sinal, para simulação do modem ADSL, de acordo com UIT-G.992.1

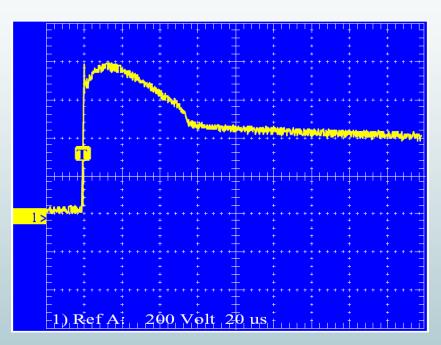


Montagem do DPS e terminações para aplicação de impulsos

Impulso em modo diferencial na linha de energia Medição - fase e neutro

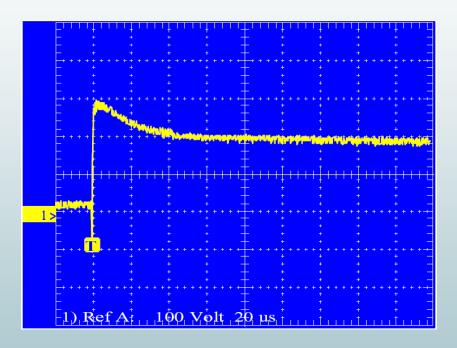


Impulso de 2 kV<sub>pico</sub>, saída 712 V<sub>pico</sub>.



Impulso de 4 kV<sub>pico</sub>, saída 792 V<sub>pico</sub>.

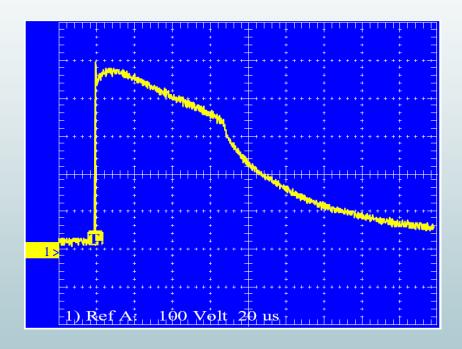
Impulso em modo diferencial na linha de energia Medição – ref. Telecom / neutro (terra)



Impulso de 2 kV<sub>pico</sub>, saída 296 V<sub>pico</sub>.

Impulso em modo comum (fase e neutro não aterrado em relação a linha de sinal aterrada )

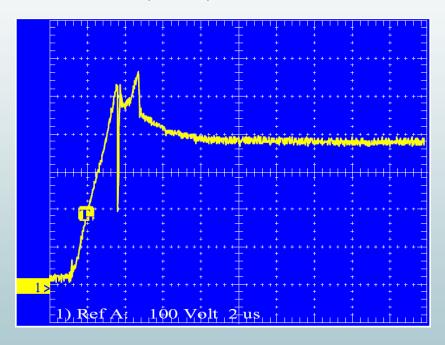
Medição – ref. de telecom / ref. de energia



Impulso de 2 kV<sub>pico</sub>, saída 494 V<sub>pico</sub>.

Impulso em modo comum (nos fios a e b) em relação ao neutro aterrado

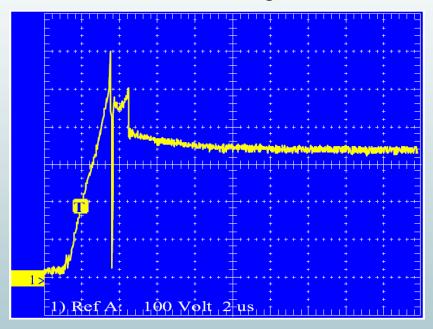
Medição - ref. Telecom / neutro (terra)



Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 562 V<sub>pico</sub>.

Impulso em modo comum (nos fios a e b) em relação ao neutro aterrado

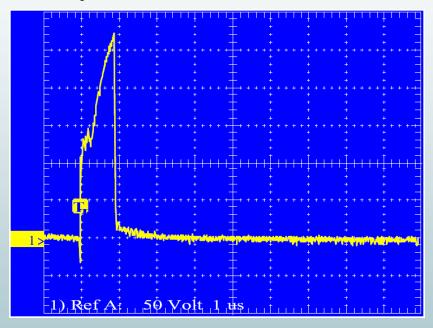
Medição - ref. Telecom / ref. Linha de energia



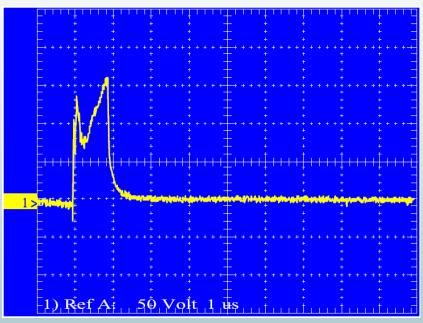
Impulso de 1,5 k $V_{pico}$ , saída 598  $V_{pico}$ .

Impulso em modo comum (nos fios a e b) em relação ao neutro aterrado

Medição - saída telecom entre os fios a e b



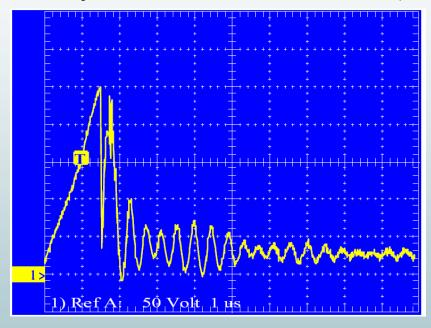
Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 271 V<sub>pico</sub> (comutador de tensão).



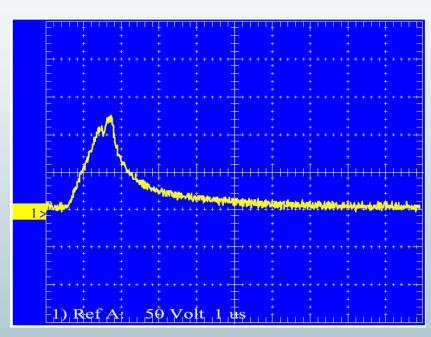
Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 160 V<sub>pico</sub> (solução híbrida).

Impulso em modo diferencial entre fio a e fio b aterrado, mantendo o neutro aterrado

Medição - ref. Telecom / neutro (terra)



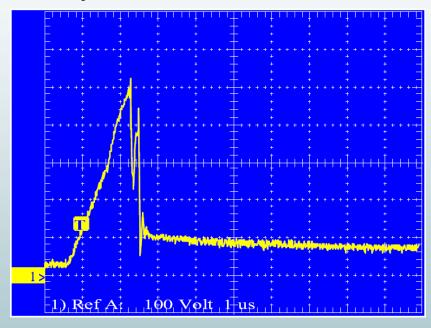
Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 247 V<sub>pico</sub> (comutador de tensão).



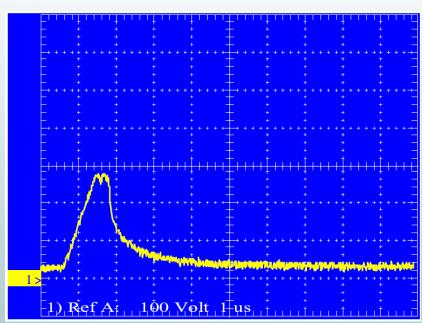
Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 126 V<sub>pico</sub> (solução híbrida).

Impulso em modo diferencial entre fio a e fio b aterrado, mantendo o neutro aterrado

Medição – saída telecom entre os fios a e b



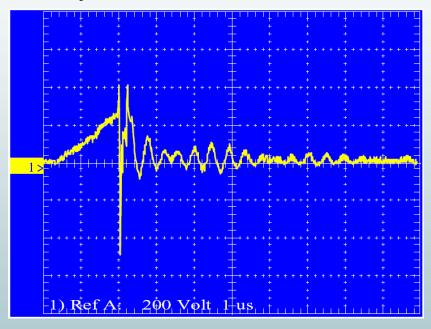
Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 158 V<sub>pico</sub> (comutador de tensão).



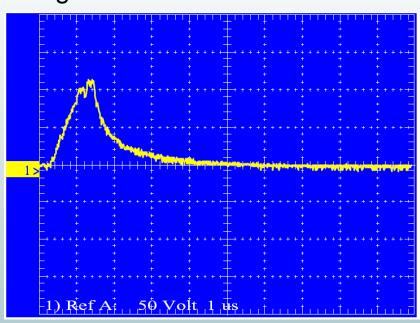
Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 270 V<sub>pico</sub> (solução híbrida).

Impulso em modo diferencial entre fio a e fio b aterrado, mantendo o neutro aterrado

Medição – ref. Telecom / ref. Linha de energia



Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída +420 V - 480 V<sub>pico</sub> (comutador de tensão).



Impulso de 1,5 kV<sub>pico</sub>, saída 119 V<sub>pico</sub> (solução híbrida).

### Tabela resumo das medições

		Medição			
Aplicação		F/N	Ref. Telecom/Neutro	Ref. Telecom/ref. Energia	Saída de sinal a e b
Linha elétrica	Modo comum	-	-	494V	-
	Modo transversal	792V	296V	-	-
Linha de sinal	Modo comum	-	562V	598V	271V
	Modo transversal	-	247V	480V	270V

## Configuração do circuito para aplicação em cabos coaxiais

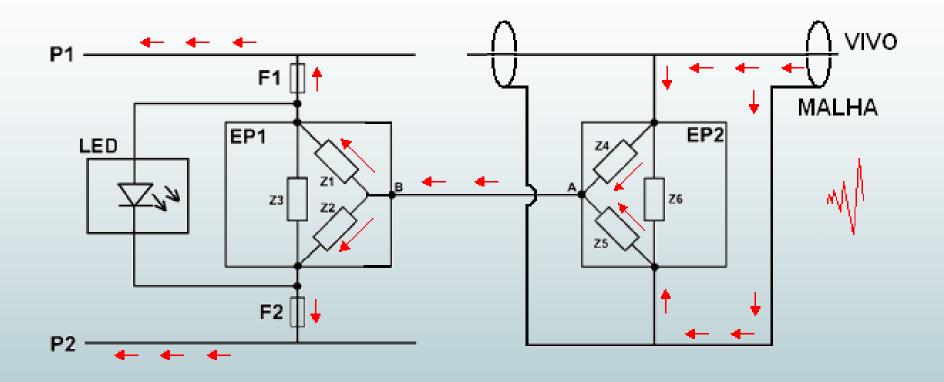


Diagrama esquemático de DPS para linhas de sinal via cabo coaxial



DPS, TV e decoder analógico





DPS e Cable Modem

Conjunto de DPS e EMTA

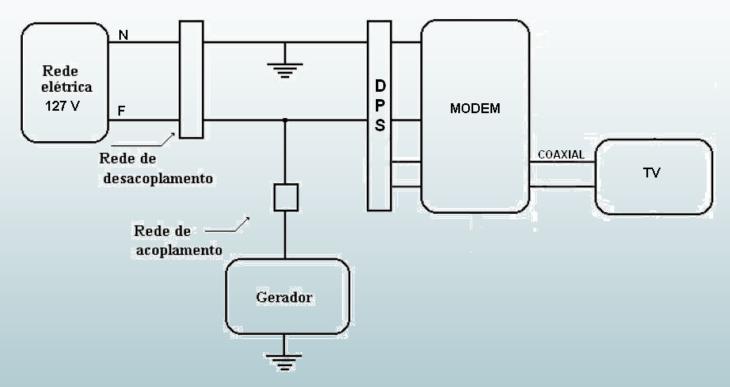
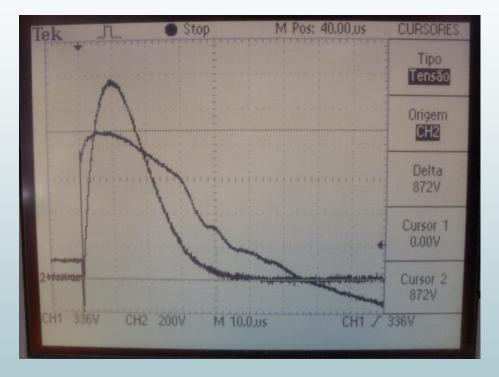


Diagrama da montagem do ensaio

Impulso em modo diferencial na linha de energia Medição - fase e neutro



Tensão residual com aplicação de 4 kV em onda 1,2/50 μs e 2 kA em onda 8/20 μs com gerador de onda combinada – saída 872V de pico.

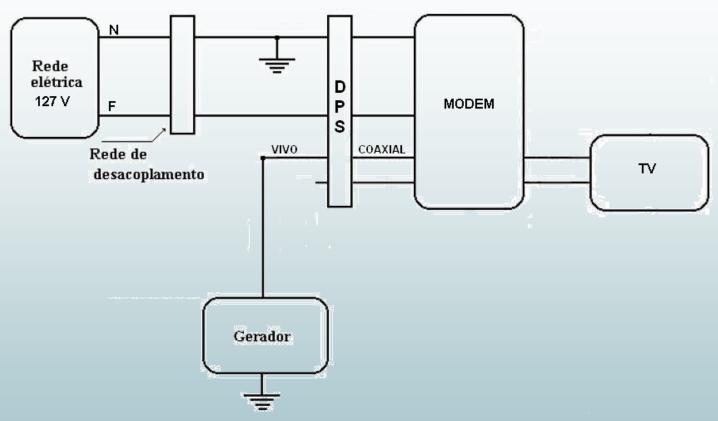
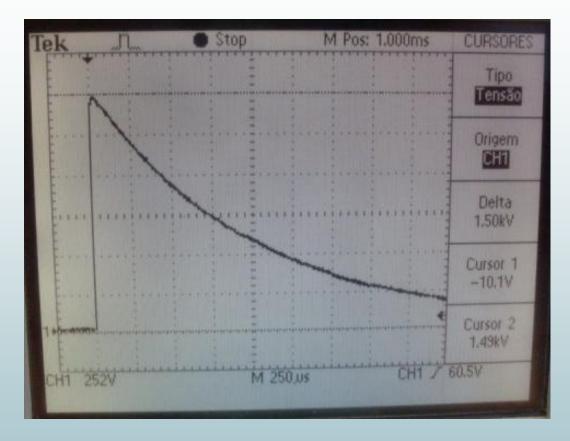


Diagrama da montagem do ensaio

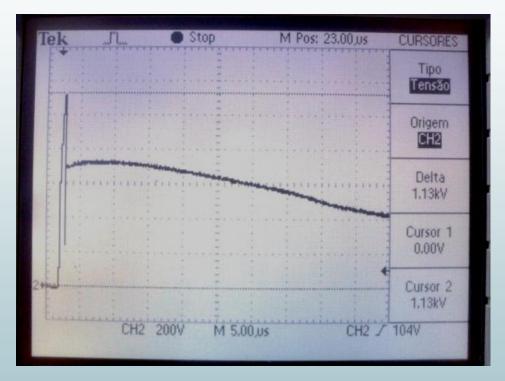


DPS utilizado em testes com 1,5 kV e onda 10/700 µs



Amostra de pulso de tensão 10/700 µs com 1,5 kV

Impulso em modo comum na linha de sinal Medição - entre vivo e Neutro



Tensão disruptiva e tensão residual sob impulso – 1,13 kV e 750 V de pico, respectivamente

#### Conclusões

- Os resultados puderam comprovar a eficiência do circuito em limitar as sobretensões transitórias induzidas nas linhas de energia e/ou de sinal em instalações sem a presença de um condutor de proteção e que utilizam sistema tipo TN, ou seja, neutro aterrado na entrada da edificação.
- O princípio de equalização de potencial interno proposto foi efetivo na limitação das sobretensões entre as linhas de sinal e de energia, funcionando tanto para sinais via cabos telefônicos quanto para sinais via cabos coaxiais.
- As tensões residuais dos circuitos propostos nos diversos modos estão compatíveis com os níveis de resistibilidade dos modems ADSL conforme estabelecido pela Resolução 442 Anatel.

#### Conclusões

- As tensões residuais do circuito proposto para sinais em cabo coaxial de decoders, cable modems e EMTA, nos diversos modos estão compatíveis com os níveis de resistibilidade desses equipamentos e inferiores aos níveis de suportabilidade a surtos, requerida para as instalações elétricas de baixa tensão, equipamentos de utilização (eletrodomésticos) e especialmente protegidos, níveis I e II respectivamente da NBR 5410.
- Os circuitos propostos não oferecem proteção contra choque, contato indireto, dentre outras faltas no sistema elétrico, portanto não invalida as recomendações da NBR 5410 no que se refere à utilização do condutor de proteção nas instalações elétricas de baixa tensão.



### Obrigado

**Wagner Almeida Barbosa** 

Tel.: 31-36899568

Cel.: 31-99542648

wagner@clamper.com.br