

**REGULAMENTO PARA CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE
TELECOMUNICAÇÕES QUANTO AOS ASPECTOS DE COMPATIBILIDADE
ELETROMAGNÉTICA**

**TÍTULO I
DAS DISPOSIÇÕES GERAIS**

**Capítulo I
Dos Objetivos**

Art. 1º Este Regulamento tem por objetivo estabelecer os requisitos de compatibilidade eletromagnética a serem atendidos pelos produtos de telecomunicações, tendo em vista complementar os regulamentos específicos destes produtos, para fins de Certificação junto à Agência Nacional de Telecomunicações - Anatel.

**Capítulo II
Das Referências**

Art. 2º Para fins deste Regulamento, são adotadas as seguintes referências :

I – Anatel - Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações.

II - IEC 61000-4-2(1999) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques. Section 2 Electrostatic discharge immunity test.

III - IEC 61000-4-3 (1998) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques. Section 3 Radiated electromagnetic field requirements.

IV - IEC 61000-4-4 (1995) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques. Section 4 Electrical fast transient.

V - IEC 61000-4-5 (1995) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Test and Measurement Techniques - Section 5 : Surge Immunity Test.

VI - IEC 61000-4-6 (1996) - Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques. Section 6 Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields.

VII - IEC 61000-4-11 (1994) - Electromagnetic Compatibility (EMC): Part 4: Testing and Measurement Techniques; Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations; Immunity tests.

VIII - CISPR 11 (1997) - Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Electromagnetic disturbance characteristic - Limits and methods of measurement.

IX - CISPR 22 (1997) - Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment

X - CISPR 24 (1997) - Information technology equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement

XI - ITU-T Rec. K.21 (1996) - Resistibility of Subscriber's Terminal to Overvoltage and Overcurrents.

XII - ITU-T Rec. K.22 (1995) - Overvoltage Resistibility of Equipment Connected to an ISDN T/S Bus.

XIII - ITU-T Rec. K.38 (1996) - Radiated emission testing of physically large telecommunication systems.

Capítulo III Da Abrangência

Art. 3º Este Regulamento aplica-se aos equipamentos para telecomunicações, conforme disposto a seguir:

I - Os Requisitos de Emissão de Perturbações Eletromagnéticas aplicam-se aos equipamentos para telecomunicações passíveis de certificação compulsória, conforme definido na regulamentação específica mencionada no inciso I, do art. 2º, com exceção daqueles que utilizam o espectro radioelétrico.

II - Os Requisitos de Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas aplicam-se aos Produtos para Telecomunicações da Categoria I, conforme definido na regulamentação específica mencionada no inciso I, do art. 2º, com exceção daqueles que utilizam o espectro radioelétrico.

III - Os Requisitos de Resistibilidade a Perturbações Eletromagnéticas aplicam-se aos Produtos para Telecomunicações de Categorias I e aos produtos da Categoria II, destinados a instalação no ambiente do usuário, conforme definido na regulamentação específica mencionada no inciso I, do art. 2º. Estes requisitos somente são aplicáveis aos produtos que possuam alimentação de energia local ou que estejam conectados à rede telefônica por meio de fios ou cabos metálicos.

Capítulo IV Das Definições

Art. 4º Para fins deste Regulamento, são adotadas as seguintes definições:

I - Compatibilidade Eletromagnética: capacidade de um dispositivo, equipamento ou sistema, de funcionar de acordo com suas características operacionais, no seu ambiente eletromagnético, sem impor perturbação intolerável naquilo que compartilha o mesmo ambiente.

II - Equipamento a Ser Certificado - ESC: equipamento de telecomunicação a ser submetido aos ensaios prescritos neste Regulamento, visando sua certificação.

III - Equipamento Classe A: equipamento com características próprias para instalação em estações de telecomunicações. Estes equipamentos podem causar problemas de radiointerferência se instalados em ambientes ou áreas residenciais.

IV - Equipamento Classe B: equipamentos com características próprias para as instalações do usuário ou para a instalação em redes de acesso. Estes equipamentos podem ser utilizados em estações de telecomunicações.

V - Perturbação Eletromagnética: fenômeno eletromagnético capaz de degradar o desempenho de um dispositivo, equipamento ou sistema, ou de afetar, desfavoravelmente, matéria viva ou inerte.

VI - Polaridade: característica de uma perturbação eletromagnética unidirecional que determina o sentido de circulação da corrente elétrica através do equipamento sob ensaio. Para uma perturbação de polaridade positiva, a corrente elétrica circula do terminal do gerador para o terminal de aterramento, enquanto que, para uma perturbação de polaridade negativa, a corrente elétrica circula do terminal de aterramento para o terminal do gerador.

VII - Rede Externa: segmento da Rede de Telecomunicações suporte do STFC, destinado ao público em geral, que se estende do Ponto de Terminação de Rede - PTR, inclusive, ao Distribuidor Geral de uma Estação Telefônica.

VIII- Rede Fictícia em V (Artificial Mains Network - AMN): dispositivo utilizado para a medição de perturbações de radiofrequência emitidas pelo equipamento nos terminais de energia elétrica.

IX - Rede Interna do Assinante: segmento da Rede de Telecomunicações suporte do STFC, destinado ao público em geral, que se inicia nas dependências do imóvel indicado pelo assinante, para a disponibilidade do STFC, e se estende até o PTR, exclusive.

X - Requisitos de Emissão de Perturbações Eletromagnéticas: limites estabelecidos para as perturbações eletromagnéticas emitidas pelos equipamentos de telecomunicação, na forma conduzida ou radiada, visando proteger os serviços de telecomunicações, incluindo os de radiodifusão, contra a interferência eletromagnética.

XI - Requisitos de Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas: limites estabelecidos de modo a garantir o funcionamento normal de equipamentos de telecomunicação, quando estes são submetidos a perturbações eletromagnéticas, na forma conduzida ou radiada, com intensidade compatível com seus ambientes de operação.

XII - Requisitos de Resistibilidade a Perturbações Eletromagnéticas: limites estabelecidos de modo a garantir o funcionamento normal de equipamentos de telecomunicação, quando estes são submetidos a perturbações eletromagnéticas conduzidas, cuja intensidade seja compatível com seus ambientes de operação.

XIII - Terminais de Energia Elétrica: terminais de equipamentos de telecomunicação com alimentação local, por meio dos quais é fornecida a energia elétrica destinada ao seu funcionamento.

XIV - Terminais de Telecomunicações: terminais de equipamentos de telecomunicações por meio dos quais trafega a informação e, no caso de equipamentos telealimentados, também a energia elétrica destinada ao seu funcionamento.

Capítulo V
Da Aplicação deste Regulamento

Art. 5º A aplicação deste Regulamento deve observar as seguintes condições :

I - A quantidade de equipamentos que constitui a amostra a ser ensaiada, a quantidade de terminais de energia elétrica e de telecomunicações a ser ensaiada por equipamento, o critério de aceitação, assim como a configuração do equipamento a ser ensaiado, devem ser definidos de acordo com o regulamentado pela Anatel .

II - Alguns ensaios deste Regulamento requerem a realização de avaliações de funcionamento do equipamento a ser certificado. A descrição desta avaliação de funcionamento deve estar de acordo com o regulamentado pela Anatel.

III - O equipamento a ser certificado deve ser ensaiado durante todas as etapas de funcionamento e com duração compatível com a especificidade de cada produto, conforme a regulamentação vigente. A descrição destas etapas deve ser definida de acordo com o regulamentado pela Anatel.

TÍTULO II
DOS REQUISITOS DE EMISSÃO DE PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS

Capítulo I
Da Especificação dos Requisitos de Emissão de Perturbações Eletromagnéticas

Art. 6º As prescrições sobre emissões de perturbações eletromagnéticas a seguir apresentadas, referem-se aos equipamentos indicados no inciso I, do art. 3 , deste Regulamento, considerando as classificações definidas nos incisos III e IV, do art. 4º.

I - As emissões, a partir dos terminais de energia elétrica e dos terminais de telecomunicações do equipamento a ser certificado, devem atender aos limites apresentados nas tabelas 1 e 3, para equipamentos classe A, ou 2 e 4, para equipamentos classe B, baseados no documento referenciado no inciso IX, do art. 2º .

Tabela 1-limites de perturbação conduzida em terminais de energia elétrica para equipamentos classe A.

Faixa de frequência MHz	Limites dB(µV)	
	Quase-pico	Médio
0,15 a 0,50	79	66
0,50 a 30	73	60

Tabela 2-limites de perturbação conduzida em terminais de energia elétrica para equipamentos classe B.

Faixa de frequência MHz	Limites dB(μ V)	
	Quase-pico	Médio
0,15 a 0,50	66 a 56	56 a 46
0,50 a 5	56	46
5 a 30	60	50

Tabela 3-limites de perturbação conduzida, em modo comum, em terminais de telecomunicações para equipamentos classe A

Faixa de frequência MHz	Limites de tensão dB(μ V)		Limites de corrente dB(μ A)	
	Quase-pico	Médio	Quase-pico	Médio
0,15 a 0,50	97 a 87	84 a 74	53 a 43	40 a 30
0,50 a 30	87	74	43	30

Tabela 4-limites de perturbação conduzida, em modo comum, em terminais de telecomunicações para equipamentos classe B.

Faixa de frequência MHz	Limites de tensão dB(μ V)		Limites de corrente dB(μ A)	
	Quase-pico	Médio	Quase-pico	Médio
0,15 a 0,50	84 a 74	74 a 64	40 a 30	30 a 20
0,50 a 30	74	64	30	20

II - As emissões radiadas a partir de equipamento a ser certificado devem atender aos limites apresentados nas tabelas 5 e 6, a seguir apresentadas, baseadas no documento referenciado no inciso IX, do art. 2^o

Tabela 5 - limites para emissão de perturbação radiada de equipamentos classe A

Faixa de frequência MHz	Limites quase-pico dB(μ V/m)
30 a 230	40
230 a 1000	47

Tabela 6 - limites para emissão de perturbação radiada de equipamentos classe B

Faixa de frequência MHz	Limites quase-pico dB(μ V/m)
30 a 230	30
230 a 1000	37

III – Nas tabelas de 1, 2, 5 e 6, para as frequências de transição de faixa devem ser aplicados os limites de menor valor.

IV – Nas tabelas 2, 3 e 4, nas faixas de frequências onde os limites variam ao longo da faixa, deve-se considerar que estes limites decrescem linearmente em relação ao logaritmo da frequência.

Capítulo II Das Condições para Verificação dos Requisitos

Art. 7º As condições gerais para verificação do atendimento aos requisitos devem estar de acordo com os procedimentos de ensaio descritos nos documentos referenciados nos incisos IX e XIII, do art. 2º.

Parágrafo único. Quando Regulamentos referentes ao produto em questão, especificarem configurações de ensaio e condições de operação, aplicáveis aos ensaios de compatibilidade eletromagnética, estas devem ser obedecidas.

Art. 8º Adicionalmente, as seguintes disposições devem ser obedecidas quando aplicáveis:

§ 1º A medição das perturbações conduzidas em terminais de energia elétrica deve ser realizada utilizando a rede fictícia em V, conforme descrito no documento referenciado no inciso IX, do art. 2º, porém, na impossibilidade do uso deste dispositivo, devido, por exemplo, aos níveis elevados de corrente, deve-se utilizar a ponta de prova de tensão especificada no documento indicado no inciso VIII, do art. 2º.

§ 2º No caso de equipamentos com vários terminais de telecomunicações, um número suficiente destes deve ser conectado ao equipamento auxiliar ou a uma carga com sua impedância nominal.

I - Na ausência de prescrições em regulamentos referentes ao equipamento a ser certificado e quando existirem várias linhas de assinantes, todas elas devem ser exercitadas durante o ensaio . Nos casos em que o número de assinantes for superior a 32, será aceito um número mínimo de 32 assinantes, escolhidos dentre os existentes, para que sejam exercitados.

§ 3º O tipo de cabeção utilizado no ensaio deve estar de acordo com as especificações e deve ser indicado no relatório de ensaio.

§ 4º Se o equipamento for concebido para operar montado em um gabinete, o ensaio deve ser realizado nesta configuração.

§ 5º A configuração de ensaio deve ser registrada no relatório de ensaio.

§ 6º Para fontes de alimentação, conversores, inversores e retificadores utilizados no suprimento de energia de equipamentos de telecomunicação, os ensaios de emissões conduzidas em terminais de energia elétrica deverão ser realizados tanto nos terminais de entrada como nos de saída.

TÍTULO III DOS REQUISITOS DE IMUNIDADE A PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS

Capítulo I

Da Especificação dos Requisitos de Imunidade a Perturbações Eletromagnéticas

Art. 9º As prescrições sobre imunidade eletromagnética a seguir apresentadas, referem-se aos equipamentos indicados no inciso II, do art. 3º, deste Regulamento.

§ 1º O equipamento deve ser imune a seqüências de transitórios elétricos rápidos, conforme as prescrições contidas no documento descrito no inciso IV, do art. 2º, sendo que, para os equipamentos abrangidos por este Regulamento, aplicam-se os níveis a seguir especificados:

Tabela 7: níveis de ensaio de imunidade a transitórios elétricos rápidos

Nível (kV)		Terminais ensaiados
Estação ⁽¹⁾	Outros locais ⁽²⁾	
0,5	0,5	Telecomunicação
1	1	Energia elétrica

(1) Para equipamentos instalados na estação de telecomunicações.

(2) Para equipamentos instalados na rede de acesso ou na instalação do usuário.

§ 2º O equipamento deve ser imune a perturbações de radiofrequência nos terminais de energia elétrica e de telecomunicações aplicadas, em modo comum, nos seus terminais de energia elétrica e de telecomunicação, conforme prescrições contidas na referência do inciso VI, do art.2º, na faixa de frequência entre 150 kHz e 80 MHz e com os níveis especificados na tabela 8:

Tabela 8: níveis de ensaio de imunidade a perturbações de radiofrequência conduzidas.

Faixa de frequência (MHz)	Nível (V) Sem modulação	
	Estação ⁽¹⁾	Outros locais ⁽²⁾
0,15 a 1,8	3	10
1,8 a 80	3	3

(1) Para equipamentos instalados na estação de telecomunicações.

(2) Para equipamentos instalados na rede de acesso ou na instalação do usuário.

§ 3º O equipamento deve ser imune a perturbações de radiofrequência irradiadas nas faixas de 80 MHz a 1 GHz e 1,4 GHz a 2,0 GHz. As características do sinal perturbador devem obedecer as prescrições contidas no documento referenciado no inciso III, do art. 2º, adotando-se os níveis especificados na tabela 9 a seguir:

Tabela 9: níveis de ensaio de imunidade a perturbações de radiofrequência irradiadas

Faixa de frequência	Nível em (V/m) Sem modulação	
	Estação ⁽¹⁾	Outros locais ⁽²⁾
80 MHz a 1 000 MHz	3	3
1,4 GHz a 2,0 GHz	3	3

(1) Para equipamentos instalados na estação de telecomunicações.

(2) Para equipamentos instalados na rede de acesso ou na instalação do usuário.

§ 4º O equipamento deve ser imune a descargas eletrostáticas com as características descritas no documento referenciado no inciso II, do art. 2º, adotando-se os níveis especificados a seguir:

Tabela 10: níveis de ensaio de imunidade a descargas eletrostáticas

Nível (kV)		Forma de Aplicação da descarga
Estação ⁽¹⁾	Outro local ⁽²⁾	
4	6	Descarga por contato
4	8	Descarga pelo ar

(1) Para equipamentos instalados na estação de telecomunicações.

(2) Para equipamentos instalados na rede de acesso ou na instalação do usuário.

§ 5º O equipamento deve ser imune a surtos cujas características atendam às prescrições contidas no documento descrito no inciso V, do art. 2º, sendo que para os equipamentos abrangidos neste Regulamento, aplicam-se os níveis especificados a seguir:

Tabela 11: níveis de ensaio de imunidade a surtos

Nível (kV)				Forma de aplicação	Terminais ensaiados
Estação ⁽¹⁾		Outros locais ⁽²⁾			
Interno ⁽³⁾	Externo ⁽⁴⁾	Interno ⁽³⁾	Externo ⁽⁴⁾	Linha p/ terra	Telecomunicação
0,5	1,0	0,5	1,0		
0,5		1,0			
1,0		2,0		Linha p/ terra	Energia elétrica

(1) Para equipamentos instalados na estação de telecomunicações.

(2) Para equipamentos instalados na rede de acesso ou na instalação do usuário.

(3) Interno – condutores ligados à rede interna.

(4) Externo – condutores ligados à rede externa.

§ 6º Equipamentos alimentados pela rede elétrica, devem ser imunes a reduções e interrupções da tensão da rede, conforme descrito no documento referenciado no inciso VII, do art. 2º, com os níveis especificados a seguir:

Tabela 12: níveis de ensaio de imunidade à redução e à interrupção da tensão da rede elétrica

Nível	Porcentagem de redução da tensão (%)	Duração em períodos
		(ciclos)
1	>95	0,5
2	30	25
3	>95	250

Capítulo II

Das Condições para Verificação dos Requisitos

Art. 10 O equipamento deve ser colocado em uma condição representativa de sua operação normal e, durante o ensaio, deve apresentar características de desempenho de acordo com o especificado no art. 12.

Parágrafo único – No caso de inexistência de especificação em outro Regulamento referente ao equipamento a ser certificado, e desde que aplicável, os seguintes parâmetros devem ser verificados na avaliação das características de desempenho do equipamento:

I - indicação de alarmes;

II - possibilidade de estabelecimento ou de interrupção de ligações ;

III - taxas de erro nas interfaces digitais;

IV - nas interfaces de canal de voz - nível de sinal diferencial resultante da demodulação da perturbação de radiofrequência. Neste caso, na ausência de outra prescrição, adota-se como limite o nível de -55 dBm, medido seletivamente em 1 kHz com faixa de passagem menor ou igual a 100 Hz, estando a linha ativa e conectada ao equipamento auxiliar ou a uma carga com sua impedância nominal.

Art. 11 Para efeito de verificação do atendimento aos requisitos de imunidade eletromagnética de equipamentos, definem-se os seguintes critérios a serem observados na avaliação do desempenho:

I - Critério A - durante o ensaio, o equipamento deve funcionar normalmente atendendo às suas especificações técnicas.

II - Critério B – anormalidades no desempenho dos equipamentos somente serão admitidas no momento da aplicação da perturbação. Não poderá, no entanto, ocorrer perda de ligação, alarmes ou perda de dados memorizados. Cessada a aplicação da perturbação, o equipamento deverá apresentar as condições originais de operação, de acordo com suas especificações técnicas.

III - Critério C – admite-se o funcionamento anormal do equipamento com perda de funcionalidades, durante o tempo de realização dos ensaios, entretanto, cessados os ensaios, o equipamento deverá apresentar as condições originais de operação, automaticamente ou por intervenção externa.

Art. 12 A verificação dos requisitos de imunidade eletromagnética descritos no art. 9º, deve obedecer às seguintes prescrições:

§ 1º A imunidade a transitórios elétricos rápidos deve ser verificada conforme procedimentos apresentados no documento referenciado no inciso IV, do art. 2º, adotando-se o critério B de desempenho definido no inciso II, do art. 11.

§ 2º A imunidade a perturbações de radiofrequência em terminais de energia elétrica e de telecomunicação deve ser verificada conforme procedimentos apresentados no documento referenciado no inciso VI, do art. 2º, adotando-se o critério A de desempenho definido no inciso I, do art. 11.

§ 3º A imunidade a perturbações de radiofrequência irradiadas deve ser verificada conforme procedimentos apresentados no documento referenciado no inciso III, do art. 2º, adotando-se o critério A de desempenho definido no inciso I, do art. 11.

§ 4º A imunidade do equipamento a descargas eletrostáticas deve ser verificada conforme procedimentos apresentados no documento referenciado no inciso II, do art. 2º, adotando-se o critério B de desempenho definido no inciso II, do art. 11.

§ 5º A imunidade do equipamento a surtos deve ser verificada conforme procedimentos apresentados no documento referenciado no inciso V, do art. 2º, adotando-se o critério B de desempenho definido no inciso II, art. 11.

§ 6º A imunidade do equipamento a reduções e interrupções da tensão da rede de energia elétrica de corrente alternada deve ser verificada conforme procedimentos apresentados no documento referenciado no inciso VII, art. 2º, adotando-se o critério B de desempenho para o nível 1 indicado na tabela 12 e critério C, para os níveis 2 e 3 indicados na mesma tabela. Ambos os critérios são definidos no art. 11.

TÍTULO IV DOS REQUISITOS DE RESISTIBILIDADE A PERTURBAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS

Capítulo I Da Especificação dos Requisitos de Resistibilidade

Art.13 O equipamento a ser certificado deve suportar a aplicação de perturbações eletromagnéticas nos seus terminais de telecomunicações e de energia elétrica, cujas intensidades máximas são especificadas a seguir. Após a aplicação das perturbações, o equipamento a ser certificado deve apresentar funcionamento normal, de acordo com suas especificações.

§ 1º O equipamento a ser certificado deve suportar a aplicação de perturbações eletromagnéticas de 1,5 kV de pico (tensão de circuito aberto) nos terminais de telecomunicações conectados à rede externa. Estas perturbações devem ser produzidas pelo gerador descrito no art.16, parágrafo 1º, e aplicadas segundo as condições descritas nos artigos 14 e 15.

§ 2º O equipamento a ser certificado deve suportar a aplicação de perturbações eletromagnéticas de 1,0 kV de pico (tensão de circuito aberto) nos terminais de telecomunicações conectados à rede interna. Estas perturbações devem ser produzidas pelo gerador descrito no art.16, parágrafo 2º e aplicadas segundo as condições descritas nos artigos 14 e 15.

§ 3º O equipamento a ser certificado deve suportar a aplicação de perturbações eletromagnéticas de 600 Vef (tensão de circuito aberto) nos terminais de telecomunicações conectados à rede externa. Estas perturbações devem ser produzidas pelo gerador descrito no art.16, parágrafo 3º e aplicadas segundo as condições descritas nos artigos 14 e 15.

§ 4º O equipamento a ser certificado deve suportar a aplicação de perturbações eletromagnéticas nos terminais de energia elétrica. A tensão de circuito aberto do gerador deve ser de 4,0 kV de pico para as perturbações aplicadas em modo comum e 2,0 kV de pico para as perturbações aplicadas em modo diferencial. Estas perturbações devem ser produzidas pelo gerador descrito no art.16, parágrafo 4º e aplicadas segundo as condições descritas nos artigos 14 e 15.

Capítulo II Das Condições para Verificação dos Requisitos

Art.14 Para efeito de verificação dos requisitos de resistibilidade, o equipamento a ser certificado deve ser tratado como um volume cujos limites devem ser claramente identificados pelo fornecedor. Todo dispositivo de proteção situado dentro do limite deste volume deve ser considerado como parte permanente do equipamento. A partir do volume correspondente ao equipamento a ser certificado poderão ser identificados :

I - um conjunto de terminais de telecomunicações para conexão à rede externa;

II - um conjunto de terminais de telecomunicações para conexão à rede interna;

III - um conjunto de terminais de energia elétrica;

IV - um terminal de aterramento.

§ 1º O conjunto de terminais de telecomunicações pode ser constituído de terminações para pares metálicos balanceados ou para cabos coaxiais.

§ 2º O conjunto de terminais de energia elétrica pode ser constituído por fase(s) e neutro, para o caso de alimentação em corrente alternada, ou positivo e negativo, para o caso de alimentação em corrente contínua.

§ 3º Quando o equipamento a ser certificado não apresentar um terminal de aterramento, o mesmo deve ser colocado sobre uma placa metálica e esta deve ser utilizada como terminal de aterramento.

§ 4º Os requisitos de resistibilidade devem ser verificados estando o equipamento sob ensaio em recinto com temperatura ambiente de $(25\pm 3)^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $(60\pm 10)\%$.

Art.15 Para verificação dos requisitos de resistibilidade, o equipamento a ser certificado deve estar em funcionamento. As Figuras 1 e 2 (no anexo) mostram o esquema de ligações para a verificação destes requisitos, para perturbações eletromagnéticas aplicadas nos terminais de telecomunicações e de energia elétrica, respectivamente.

§ 1º Para evitar que as perturbações eletromagnéticas sejam conduzidas para a rede de alimentação elétrica, os terminais de energia elétrica devem ser conectados à rede através de impedâncias, conforme a Figura 2. A corrente de curto-circuito dos terminais de energia elétrica medida junto ao equipamento a ser certificado, deve ser superior a 10 A.

§ 2º Para as perturbações eletromagnéticas aplicadas nos terminais de telecomunicações ou de energia elétrica, todos os outros terminais de telecomunicações que não estiverem sendo submetidos ao ensaio devem ser conectados ao terminal de aterramento por meio de centelhadores a gás (ver Figuras 1 e 2).

§ 3º O acoplamento do gerador de perturbações com o equipamento a ser certificado deve ser realizado por meio de centelhadores a gás para os terminais de telecomunicações e de varistores para os terminais de energia elétrica, conforme mostrado nas Figuras 1 e 2, respectivamente, observando-se as seguintes condições :

I - A tensão de atuação destes dispositivos deve ser a mínima possível, desde que não interfira no funcionamento do equipamento a ser certificado.

II - O gerador descrito no art. 16, parágrafo 2º deve ser conectado diretamente aos terminais do equipamento a ser certificado (sem o uso de centelhadores a gás).

§ 4º A aplicação das perturbações deve ser feita em Modo Comum e em Modo Diferencial, conforme descrito nas Figuras 3, 4, 5 e 6, observando-se as seguintes condições :

I - Para as perturbações impulsivas especificadas no art.13, parágrafos 1º, 2º e 4º, devem ser aplicadas 10 (dez) perturbações para cada modo (modo comum e modo diferencial), sendo 5 (cinco) perturbações na polaridade positiva e 5 (cinco) na polaridade negativa.

II - Para a perturbação de corrente alternada especificada no art.13, parágrafo 3º, devem ser aplicadas 5 (cinco) perturbações para cada modo (modo comum e modo diferencial).

III - Para terminais do tipo coaxial, onde o elemento externo estiver conectado ao terminal de aterramento do equipamento a ser certificado, devem ser aplicadas perturbações apenas em modo diferencial (entre elemento interno e externo).

IV - O intervalo entre aplicações sucessivas deve ser de no mínimo 1 (um) minuto.

V - A critério do laboratório, poderão ser aplicadas perturbações adicionais, com intensidades (tensão de circuito aberto) inferiores à especificada, de forma a verificar a resistibilidade do equipamento a ser certificado para estas perturbações.

Capítulo III Dos Geradores de Perturbações Eletromagnéticas

Art.16 Os geradores de perturbações eletromagnéticas aplicadas a equipamento submetido a ensaio estão definidos com base nos documentos referenciados nos incisos V, XI e XII, do art.2º.

§ 1º Para a verificação da resistibilidade do equipamento a ser certificado, quando submetido às perturbações eletromagnéticas especificadas no art.13, parágrafo 1º, deve ser utilizado um gerador como definido na Figura 7. Este gerador, quando em circuito aberto, deve gerar uma perturbação eletromagnética na forma de uma onda de tensão impulsiva descrita por uma função dupla-exponencial, com 10 µs de tempo de subida e 700 µs de tempo de descida, até atingir seu valor médio, conforme definido na Figura 11.

§ 2º Para a verificação da resistibilidade do equipamento a ser certificado, quando submetido às perturbações eletromagnéticas especificadas no art.13, parágrafo 2º, deve ser utilizado um gerador como definido na Figura 8. Este gerador, quando em circuito aberto, produz uma perturbação eletromagnética na forma de uma onda de tensão impulsiva descrita por uma função dupla-exponencial, com 1,2 µs de tempo de subida e 50 µs de tempo de descida, até atingir seu valor médio, conforme definido na Figura 11.

§ 3º Para a verificação da resistibilidade do equipamento a ser certificado, quando submetido às perturbações eletromagnéticas especificadas no art.13, parágrafo 3º, deve ser utilizado um gerador como definido na Figura 9. Este gerador 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. Devem também ser observadas as seguintes condições :

I - a duração da perturbação eletromagnética deve ser de 1 (um) segundo;

II - em nenhum momento o valor de pico da tensão transitória de circuito aberto deve ultrapassar o valor de pico em regime permanente, em mais de 10%;

III - a razão entre os valores eficazes da tensão de circuito aberto e da corrente de curto-circuito deve ser igual a 600Ω ;

§ 4º Para a verificação da resistibilidade do equipamento a ser certificado, quando submetido às perturbações eletromagnéticas especificadas no art.13, parágrafo 4º, deve ser utilizado um gerador que, quando em circuito aberto, produza uma perturbação eletromagnética na forma de uma onda de tensão descrita por uma função dupla-exponencial, com $1,2 \mu\text{s}$ de tempo de subida e $50 \mu\text{s}$ de tempo de descida até atingir seu valor médio, conforme definido na Figura 11. Quando em curto-circuito, este gerador deve gerar uma perturbação eletromagnética na forma de uma onda de corrente descrita por uma função dupla-exponencial, com $8 \mu\text{s}$ de tempo de subida e $20 \mu\text{s}$ de tempo de descida até atingir seu valor médio, conforme definido na Figura 11. A razão entre os valores de pico da tensão de circuito aberto e da corrente de curto circuito deve ser igual a $2,0 \Omega$. A Figura 10 sugere um circuito para este gerador, onde os valores dos parâmetros devem ser ajustados de modo a possibilitar a obtenção de perturbações eletromagnéticas com as características anteriormente descritas.

ANEXO
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE GERADORES DE PERTURBAÇÕES
ELETROMAGNÉTICAS PARA ENSAIOS DE RESISTIBILIDADE

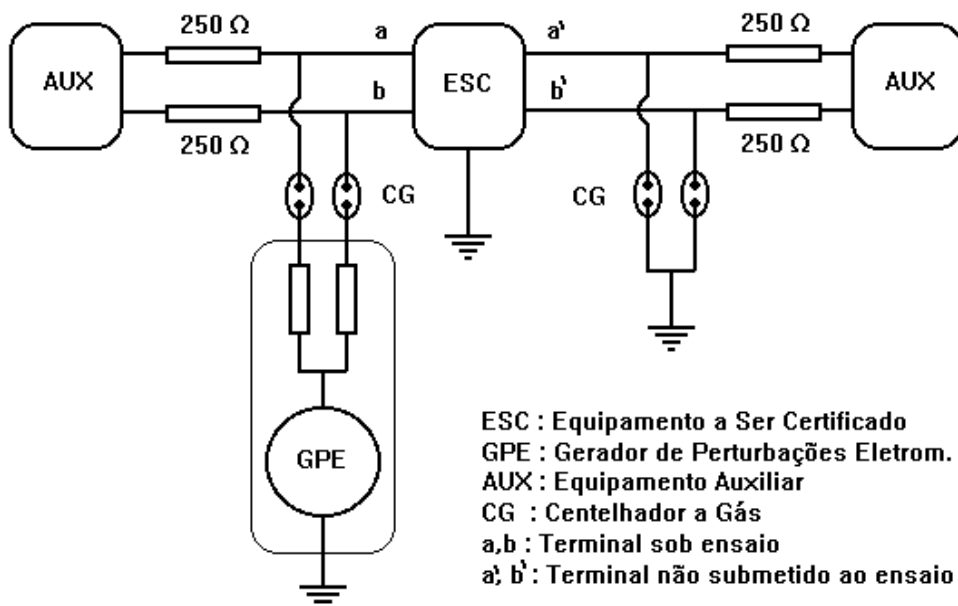


Figura 1 - Exemplo de Aplicação de Perturbação Eletromagnética em Terminais de Telecomunicações (Modo Comum).

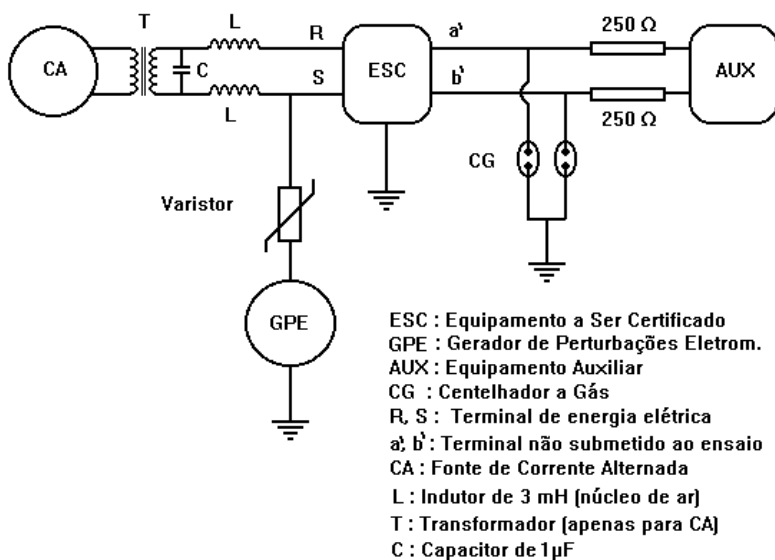
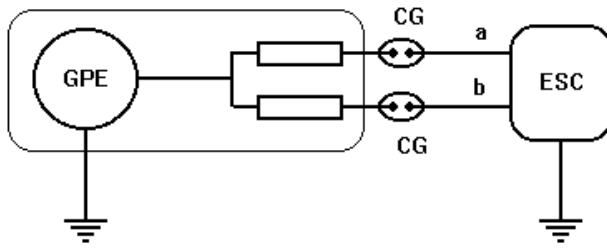
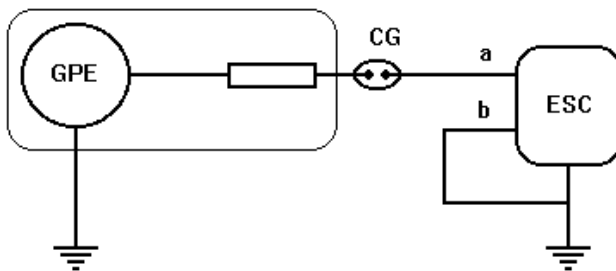


Figura 2 - Exemplo de Aplicação de Perturbação Eletromagnética em Terminais de Energia Elétrica (Modo Comum).



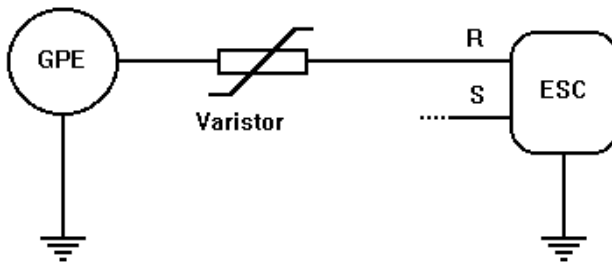
GPE : Gerador de Perturbações Eletromagnéticas
 ESC : Equipamento a Ser Certificado
 CG : Centelhador a Gás

Figura 3 - Aplicação de Perturbações Eletromagnéticas em Modo Comum em Terminais de Telecomunicações.



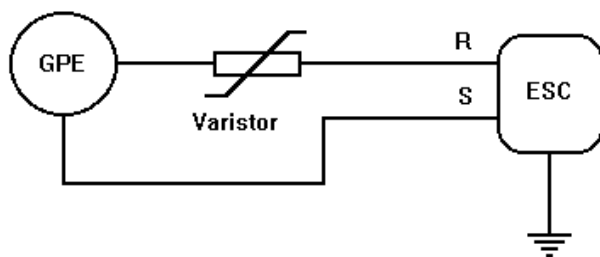
ESC : Equipamento a Ser Certificado
 GPE : Gerador de Perturbações Eletrom.
 CG : Centelhador a Gás

Figura 4 - Aplicação de Perturbações Eletromagnéticas em Modo Diferencial em Terminais de Telecomunicações.



ESC : Equipamento a Ser Certificado
 GPE : Gerador de Perturbações Eletrom.
 R, S : Fase / Neutro, Fase / Fase ou Positivo / Negativo

Figura 5 - Aplicação de Perturbações Eletromagnéticas em Modo Comum em Terminais de Energia Elétrica.



ESC : Equipamento a Ser Certificado
 GPE : Gerador de Perturbações Eletrom.
 R, S : Fase / Neutro, Fase / Fase ou Positivo / Negativo

Figura 6 - Aplicação de Perturbações Eletromagnéticas em Modo Diferencial em Terminais de Energia Elétrica.

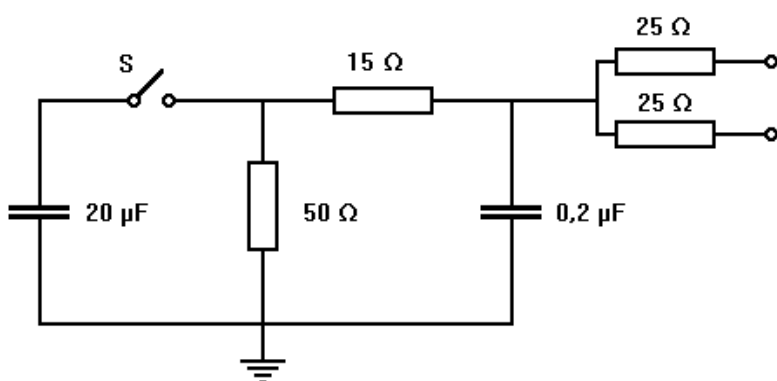


Figura 7 - Gerador de Perturbações Eletromagnéticas Induzidas na Rede Externa de Telecomunicações por Descargas Atmosféricas.

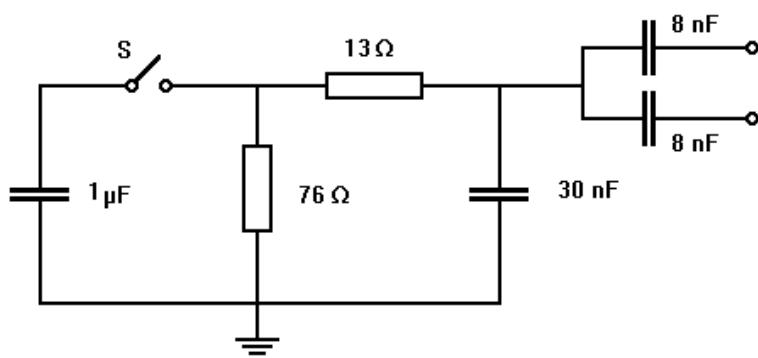


Figura 8 - Gerador de Perturbações Eletromagnéticas Induzidas na Rede Interna de Telecomunicações por Descargas Atmosféricas.

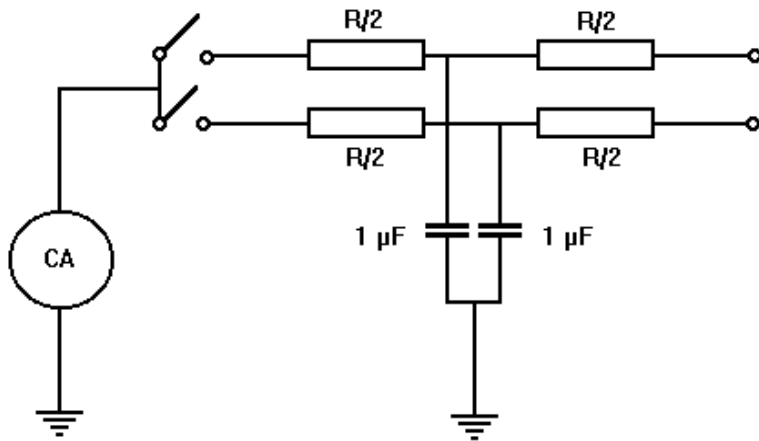


Figura 9 - Gerador de Perturbações Eletromagnéticas Induzidas na Rede Externa de Telecomunicações por Linhas de Energia Elétrica.

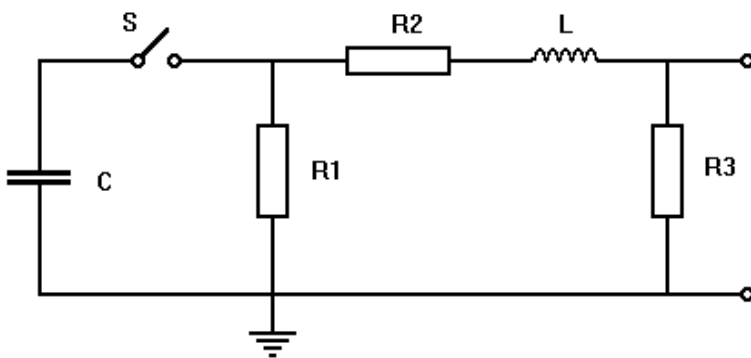


Figura 10 - Gerador de Perturbações Eletromagnéticas Induzidas na Rede de Energia Elétrica por Descargas Atmosféricas.

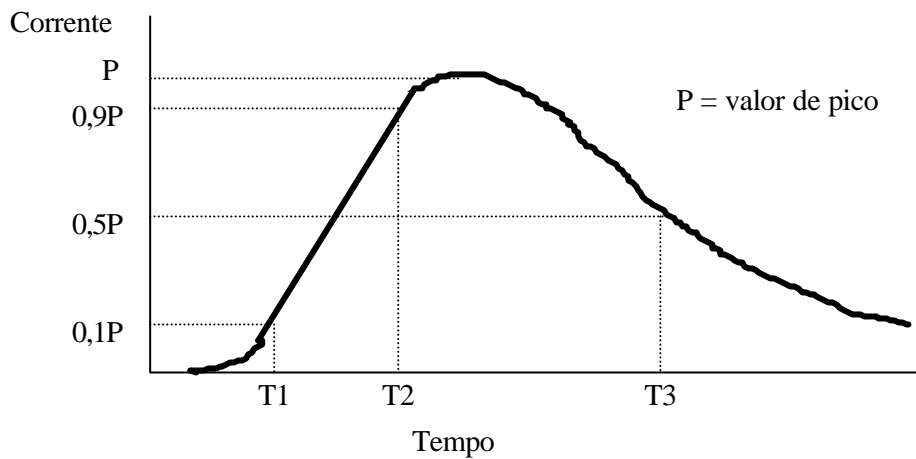


Figura 11 - Forma de Onda Dupla Exponencial, cujos parâmetros são calculados conforme descrito a seguir :

- Para uma onda de corrente, o tempo de subida é definido a partir de uma leitura de T1 correspondendo a 10% do valor de pico (0,1P).

- Para uma onda de tensão, o tempo de subida é definido a partir de uma leitura de T1 correspondendo a 30% do valor de pico (0,3P).

- Tempo de Subida $(T_s) = \begin{matrix} 5/4 (T_2 - T_1) & \text{para corrente} \\ 5/3 (T_2 - T_1) & \text{para tensão} \end{matrix}$

- Tempo de Descida $(T_d) = \begin{matrix} T_3 + 1/8 T_2 - 9/8 T_1 & \text{para corrente} \\ \text{ou } T_3 + 1/2 T_2 - 3/2 T_1 & \text{para tensão} \end{matrix}$

- Tolerâncias:

Valor de Pico : (+/-) 5% (cinco por cento)

Tempo de Subida : (+/-) 20% (vinte por cento)

Tempo de Descida : (+/-) 10% (dez por cento)

Exemplo :

Uma onda de $1,2/50 \mu\text{s}$ corresponde a um tempo de subida (T_s) de $1,2 \mu\text{s}$ e um tempo de descida (T_d) de $50 \mu\text{s}$.