

Breves noções sobre RQS e Qualidade da Energia Eléctrica

António Machado e Moura

DEEC – FEUP

Outubro de 2016

Introdução

· Natureza peculiar do produto electricidade

- Não pode estar sujeito a verificações para garantir a sua qualidade antes de ser utilizado;
 - A qualidade pode ser influenciada por cada um dos actores do sistema eléctrico (fornecedor, distribuidor, cliente);
 - A qualidade do produto é muito dependente das avarias e contingências verificadas na rede de distribuição;
 - A falta de qualidade tem vindo a agravar-se devido à utilização crescente de cargas não-lineares (electrónica, informática, multimédia, etc.);
 - Para consumidores diversos o conceito de qualidade é muito diferente;
 - Sensibilidade crescente dos equipamentos à qualidade da tensão de alimentação;
 - Maiores exigências impostas pelos consumidores e implicações de ordem económica.
-

Qualidade da Energia Eléctrica

· Critérios a considerar

Técnica

- Continuidade de serviço;
 - ◆ Ausência de interrupções
- Qualidade da onda de tensão;
 - ◆ Amplitude e frequência constantes em relação aos valores nominais;
 - ◆ Sistema de tensões equilibrado e simétrico;
 - ◆ Formas de onda sinusoidais.

Comercial

- Qualidade comercial;
 - ◆ Atendimento;
 - ◆ Informação disponibilizada (contratos, serviços, etc.);

Cobertura legal garantida pelo RQS desde 1 de Janeiro de 2001

Regulamento da Qualidade de Serviço (RQS)

Estabelece um quadro de relacionamento entre os operadores de redes e o consumidor

Promove a melhoria dos serviços prestados pelos operadores

Fixação de padrões mínimos de qualidade

Fixação de sanções

Estabelecimento de mecanismos de actuação e de monitorização



Regulamento da Qualidade de Serviço (RQS)

Engloba disposições de natureza técnica e comercial

Continuidade de serviço

Qualidade da onda

Qualidade comercial

As disposições podem variar com as circunstâncias locais

O actual RQS introduz melhorias em relação ao anterior

- Aumento da exigência dos padrões de Qualidade;
 - Adopção do pagamento automático de compensações;
 - Compensações a pagar mais elevadas;
 - Constituição de fundo para investimento na melhoria da qualidade de serviço
-

Regulamento da Qualidade de Serviço (RQS)

Excluem-se as situações de incumprimento de padrões de qualidade originadas por casos fortuitos ou de força maiores como sejam:

Ocorrência de greve geral

Alteração de ordem pública

Incêndio

Naturais: terramoto, inundação, ventos fortes, descargas atmosféricas directas

Sabotagem

Intervenção de terceiros



Regulamento da Qualidade de Serviço (RQS)

Fiscalização integral do cumprimento do RQS é da responsabilidade da ERSE

A entidade concessionária da RNT e dos distribuidores vinculados procedem à recolha e registo da informação necessária à verificação do RQS

Plano de monitorização permite identificar eventuais áreas de melhoria



Fundamentos da Qualidade de Serviço

Qualidade técnica ao nível das características da onda de tensão

Aspecto muito importante para distribuidores e clientes com equipamento sensível

Os parâmetros usados para definir a qualidade da forma de onda estão definidos pela **NP EN 50160** para a baixa e média tensão



Fundamentos da Qualidade de Serviço

Qualidade Comercial

Qualidade do relacionamento entre um fornecedor e os seus clientes

Apenas alguns dos aspectos do relacionamento são mensuráveis e reguláveis

- Tempo decorrido para efectuar uma ligação

- Tempo para responder a uma reclamação

- Número de leituras executadas

- Tempo de resposta do atendimento telefónico



Continuidade de serviço

Características mais importantes:

Tipo de interrupção - planeada ou não

Duração das interrupções - longas ou curtas

Nível de tensão

Indicadores de continuidade de serviço - número e duração das interrupções



Continuidade de serviço - Indicadores

Energia não Fornecida (ENF)

Tempo de Interrupção Equivalente (TIE)

Tempo Médio de Reposição de Serviço do Sistema (SARI)

Frequência Média de Interrupções Longas do Sistema (SAIFI)

Duração Média das Interrupções Longas do Sistema (SAIDI)



Continuidade de serviço

Indicadores apresentados não poderão exceder valores limites indicados no RQS.

Os valores apresentados pelo RQS tentam promover dois tipos da qualidade:

- a continuidade de serviço ao nível dos consumidores
- a qualidade do sistema global



Continuidade de serviço

Indicadores	Tensão	Zonas Geográficas	Padrão
SAIFI (Número)	MT	A	3
		B	5
		C	7
	BT	A	3
		B	5
		C	7
SAIDI (Horas)	MT	A	3
		B	4
		C	7
	BT	A	3
		B	5
		C	8

□ Zonas Geográficas

- Zona A - Capitais de distrito e local. > 25 000 habit.
- Zona B - Local. com nº de habit. entre 2500 a 25000
- Zona C - Restantes locais

Qualidade da Onda de Tensão

A qualidade da onda de tensão não é apenas responsabilidade da rede de distribuição e transporte, depende também dos produtores e dos consumidores finais

Individualmente os consumidores terão necessidades diferentes de qualidade da forma da onda



Origem das principais perturbações que afectam a rede eléctrica

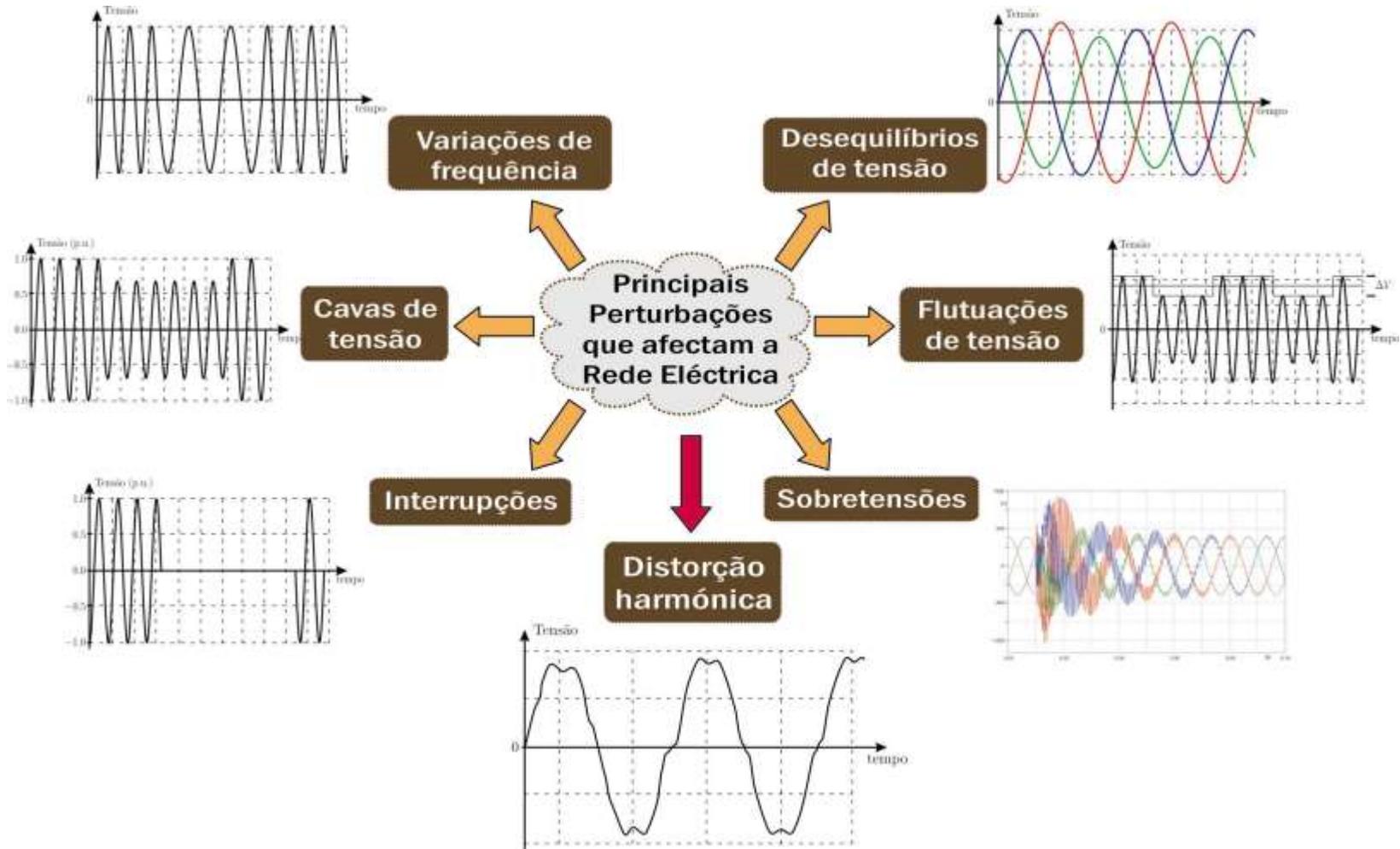
Internas

- ↳ Cargas não lineares
- ↳ Curto circuitos
- ↳ Manobras de operação
- ↳ Comutação de cargas
- ↳ Comutação de baterias de condensadores

Externas

- ↳ Descargas atmosféricas
- ↳ Outras causas naturais (quedas de árvores, aves, fogos, etc.)

Principais perturbações que afectam a rede eléctrica



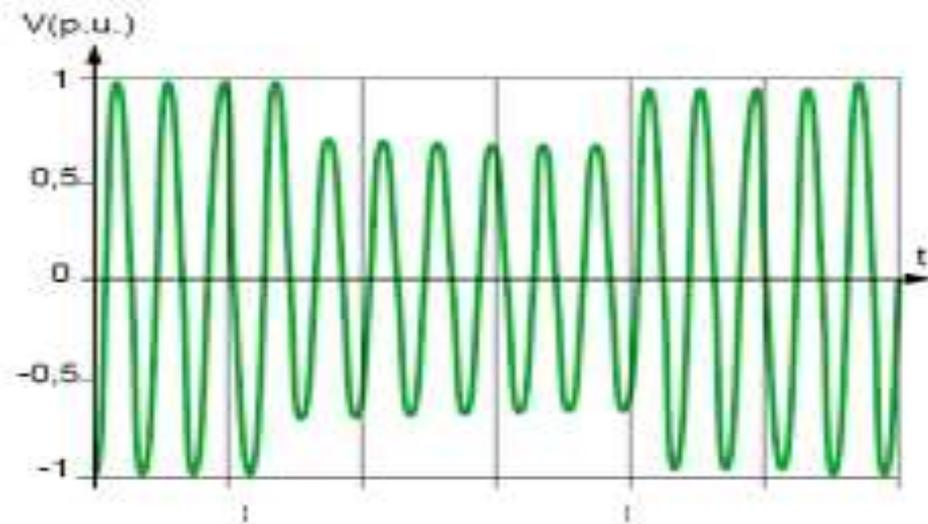
EN/NP 50160 - Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de EE

Perturbações na Qualidade da Onda

Cavas de tensão

Diminuição brusca da tensão para valores entre 90% e 5% do valor declarado. A maior parte das cavas de tensão dura menos de 1 minuto e tem uma amplitude inferior a 60%

As Causas mais frequentes são os defeitos e as manobras na rede, as anomalias nas instalações dos consumidores, a ligação/desligação de cargas importantes



Perturbações na Qualidade da Onda

Origem das cavas

1 – Arranque de uma grande carga

Um motor assíncrono absorve no arranque entre 3 a 6 In. O arranque de um grande motor pode provocar um abaixamento de tensão que pode chegar a cava

2 – Magnetização de um grande transformador

Quando se liga um grande transformador, a corrente necessária para o magnetizar é muito elevada. Os utilizadores ligados nas proximidades, podem sentir uma variação da tensão que em alguns casos cabe na categoria de cavas.



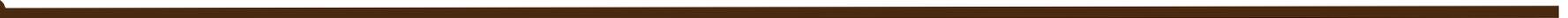
Perturbações na Qualidade da Onda

3 - Cablagens defeituosas

Por exemplo um aperto defeituoso é uma elevada impedância que origina uma queda de tensão suplementar quando existe uma solicitação de corrente muito elevada

4 – Avarias nos reguladores de tensão

O Nível de tensão é regulado automaticamente na distribuição e no transporte por reguladores automáticos. Estes dispositivos são principalmente constituídos por condensadores e transformadores com tomadas variáveis. Estas avarias são no entanto muito pouco prováveis.



Perturbações na Qualidade da Onda

Tremulação (flicker)

Impressão de instabilidade da sensação visual provocada por flutuações da tensão

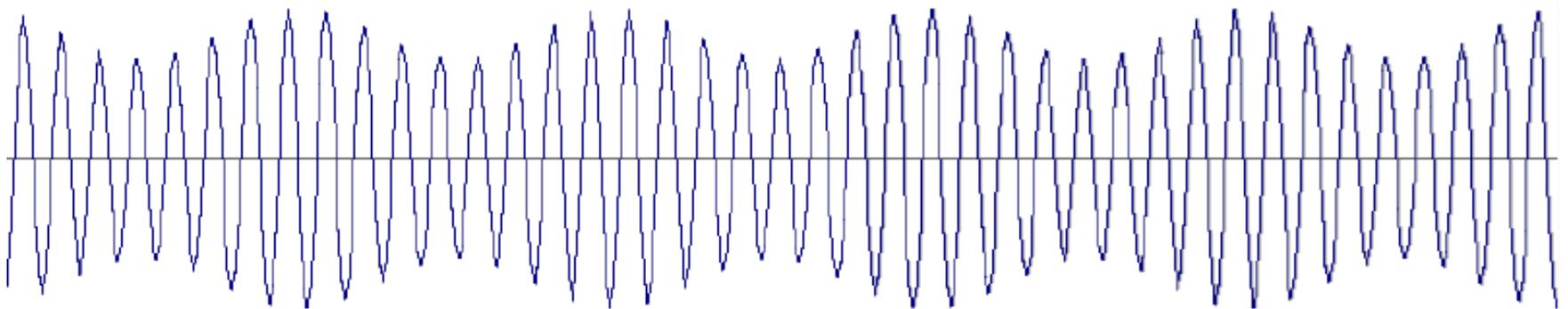
As tensões inter-harmónicas, as manobras na rede, os incidentes e as variações das cargas são alguns dos motivos



Perturbações na Qualidade da Onda

Tremulação (flicker)

A tremulação resulta das flutuações contínuas periódicas da tensão, que são percebidas pelo ser humano como variação das intensidades do fluxo luminoso produzido por lâmpadas.



Perturbações na Qualidade da Onda

Desequilíbrio da tensão

Quando os valores eficazes das tensões nas fases ou as defasagens entre tensões de fases consecutivas, num sistema trifásico, não são iguais.

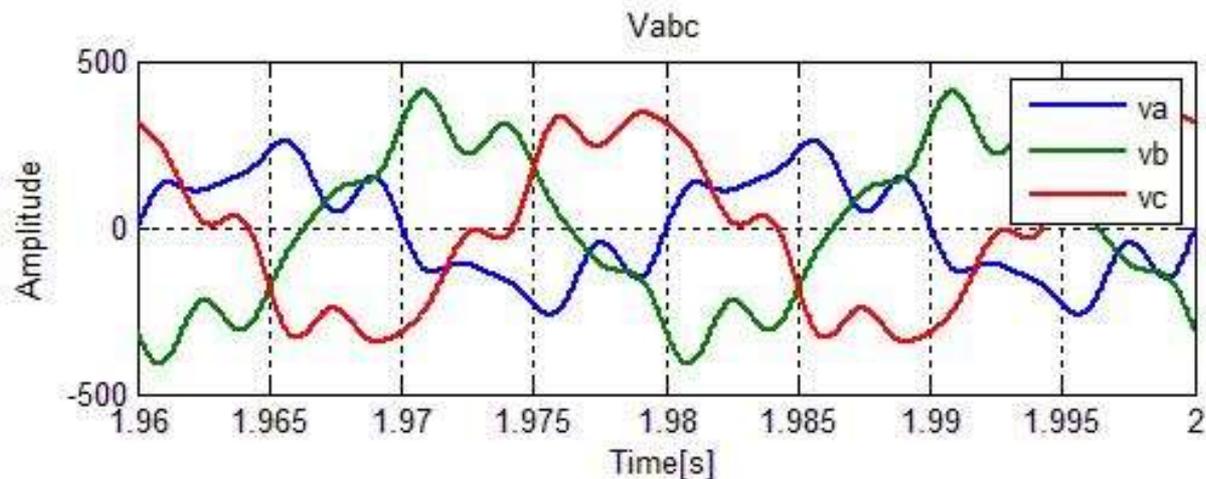
Origem na má distribuição das cargas numa rede de distribuição, ou quando estamos em presença de significativas cargas monofásicas.



Perturbações na Qualidade da Onda

Harmónicos

- A origem



Correntes não sinusoidais resultam de correntes que atravessam cargas que não se relacionam linearmente com a tensão aplicada sobre elas



Cargas Não Lineares



HARMÓNICOS

Conteúdo harmónico crescente

A utilização intensiva de cargas não lineares é generalizada nas instalações modernas.

Um edifício de escritórios ou comércio apresenta hoje em dia mais de 60% de cargas não lineares. Em muitas indústrias as cargas não lineares representam mais de 45% da carga total

As cargas não lineares geram harmónicos de corrente.



Harmônicos

· Principais fontes de contaminação

■ Conversores estáticos de elevada e média potência;

- ◆ Transmissão em DC (sistemas de tracção);
- ◆ Fornos de indução (siderurgia);
- ◆ Variadores de velocidade (indústria transformadora).



■ Rectificadores AC/DC;

- ◆ Equipamentos informáticos (computadores, impressoras, etc.);
- ◆ Equipamentos multimédia (tv, LCD, etc);
- ◆ Reguladores de velocidade para motores.



■ Iluminação;

- ◆ Lâmpadas fluorescentes convencionais;
- ◆ Lâmpadas fluorescentes compactas;
- ◆ Lâmpadas de vapor de alta pressão (sódio, mercúrio).



Harmónicos

· Principais fontes de contaminação

- Equipamentos de arco eléctrico;
 - ◆ Fornos de arco (siderurgias);
 - ◆ Equipamentos de soldadura.

- Motores assíncronos (indução);
 - ◆ Electrodomésticos;
 - ◆ Climatização;
 - ◆ Equipamentos industriais;
 - ◆ Elevadores.

- Transformadores de potência;
 - ◆ Corrente de magnetização.



Harmónicos

· Efeitos nos componentes do sistema eléctrico

- **Aquecimento dos condutores e outros dispositivos;**
 - ◆ Efeito pelicular;
 - ◆ I_{ef} superiores \Rightarrow aumento das perdas por efeito de Joule $R \cdot I_{ef}^2$
- **Disparo de protecções;**
 - ◆ Sinais com harmónicos podem ter I_{ef} baixo e no entanto atingir valores de pico elevados levando ao disparo de disjuntores e diferenciais;
 - ◆ Aquecimento leva ao disparo de dispositivos magnetotérmicos;
- **Ressonância;**
 - ◆ Condensadores em paralelo com circuitos indutivos formam circuitos ressonantes capazes de amplificar harmónicos de certas frequências;
 - ◆ $X_c = 1/\omega C$, diminui com o aumento da frequência.
- **Deterioração da forma de onda da tensão;**
 - ◆ Correntes harmónicas ao percorrerem as impedâncias da linha e da fonte (transformador) de alimentação originam tensões harmónicas (que são tanto maiores quanto maiores forem estas impedâncias. A impedância do transformador aumenta com a frequência fazendo assim com que aumente a taxa de distorção da tensão).

Harmónicos

· Consequências nos componentes do s.e.

■ Cabos e condutores;

- ◆ Sobreaquecimento generalizado, em particular do neutro no caso de existirem harmónicos homopolares;

■ Máquinas eléctricas;

- ◆ Sobreaquecimento dos enrolamentos (aumento das perdas no cobre e no ferro) ⇒ diminuição do rendimento;
- ◆ Variações do binário ($T=kV^2$) nos motores assíncronos;
- ◆ Variações da velocidade (harm +, harm -) nos motores AC;
- ◆ Redução da vida útil das máquinas (motores e transformadores).

■ Condensadores;

- ◆ Sobrecarga e destruição;

■ Equipamentos electrónicos (informáticos e outros);

- ◆ Falhas de funcionamento nas fontes de alimentação AC/DC ⇒ Reinicializações esporádicas e conseqüente perda de dados;

■ Aparelhos de medida;

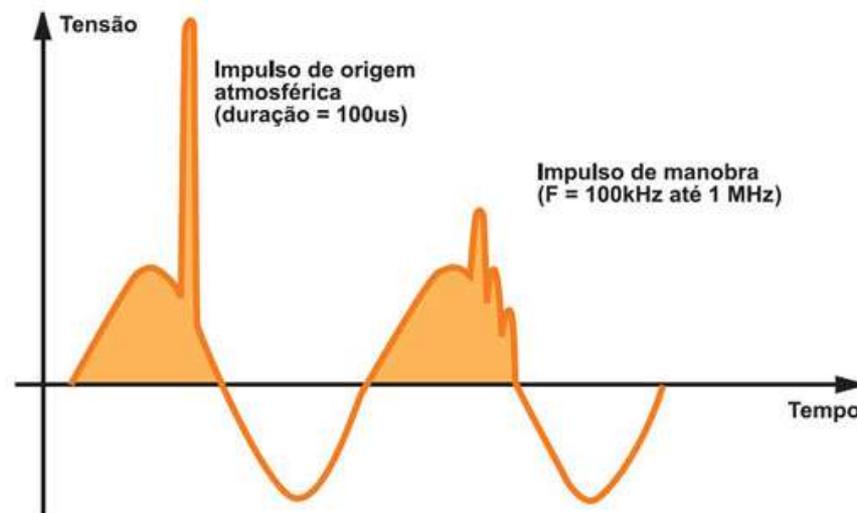
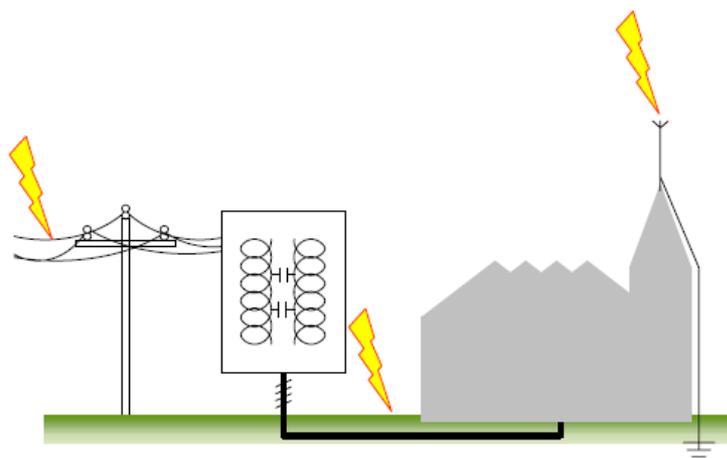
- ◆ Erros de leitura.
-

Perturbações na Qualidade da Onda

Sobretensões transitórias

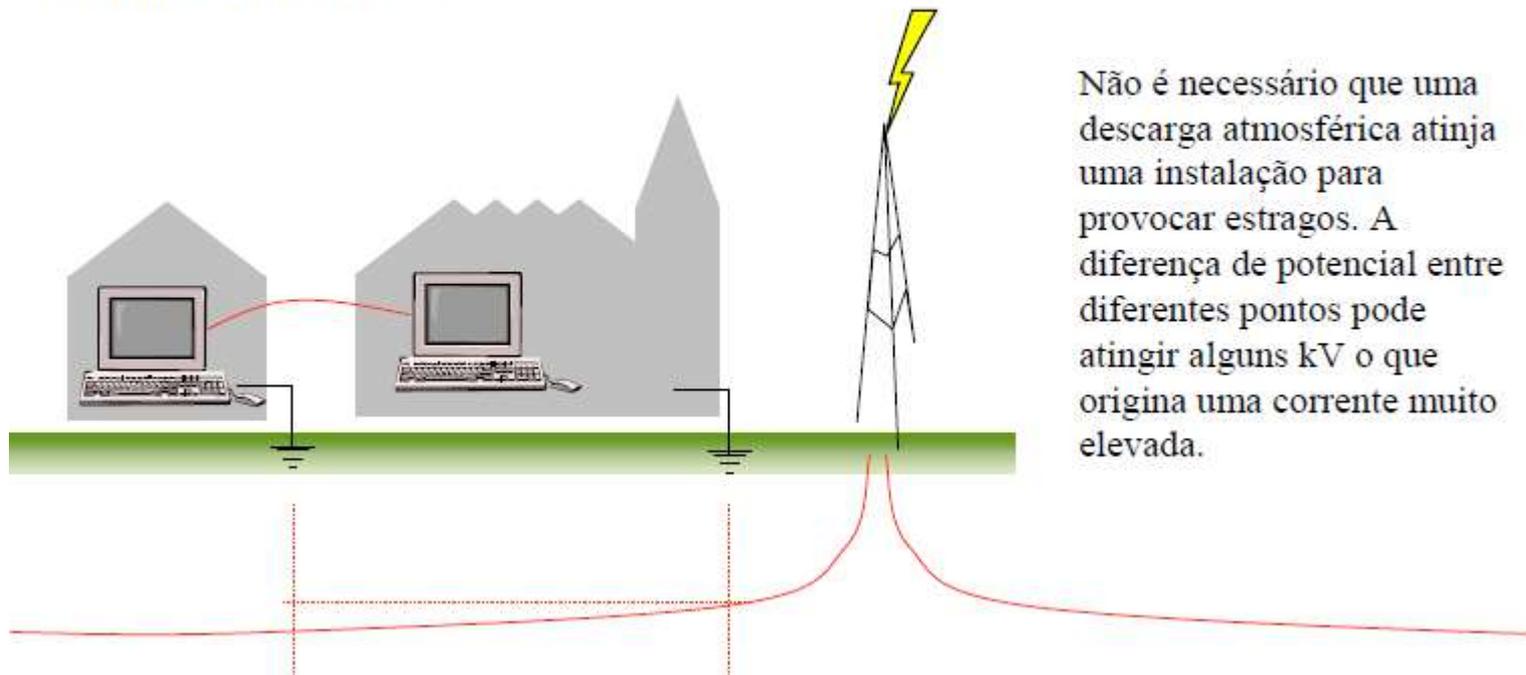
Sobretensão, oscilatória ou não, de curta duração e em geral fortemente amortecida e com uma duração máxima de alguns milissegundos.

Têm geralmente origem nas descargas atmosféricas, nas manobras na rede (comutação de baterias de cond.) e na fusão de fusíveis



Perturbações na Qualidade da Onda

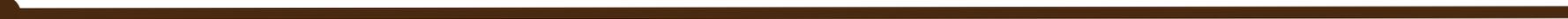
Sobretensões transitórias – Descargas atmosféricas



Perturbações na Qualidade da Onda

Interrupções

- Interrupções de curta duração
 - Apesar do RQS não definir valores limites para estas interrupções, o seu número e duração são contabilizados na determinação dos índices SAIDI (duração média das interrupções do sistema) e SAIFI (frequência média de interrupções do sistema). Cerca de 70% das interrupções têm uma duração inferior a 1 seg.
- Interrupções de longa duração
 - O RQS define em função da zona e da rede os limites máximos anuais admissíveis, em número e horas, para estas interrupções



Conclusões

■ Os problemas relacionados com qualidade da energia eléctrica são uma realidade, onde a Distorção Harmónica aparece como uma das principais perturbações que é necessário minimizar.

O RQS é um instrumento de incentivo à melhoria dos padrões de qualidade de serviço para os operadores das redes de transporte e de distribuição.

O RQS contribui de forma muito significativa para a melhoria da produtividade e competitividade industriais.



■ MUITO OBRIGADO PELA VOSSA ATENÇÃO!

