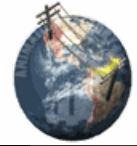


NR-10

Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade





NR10

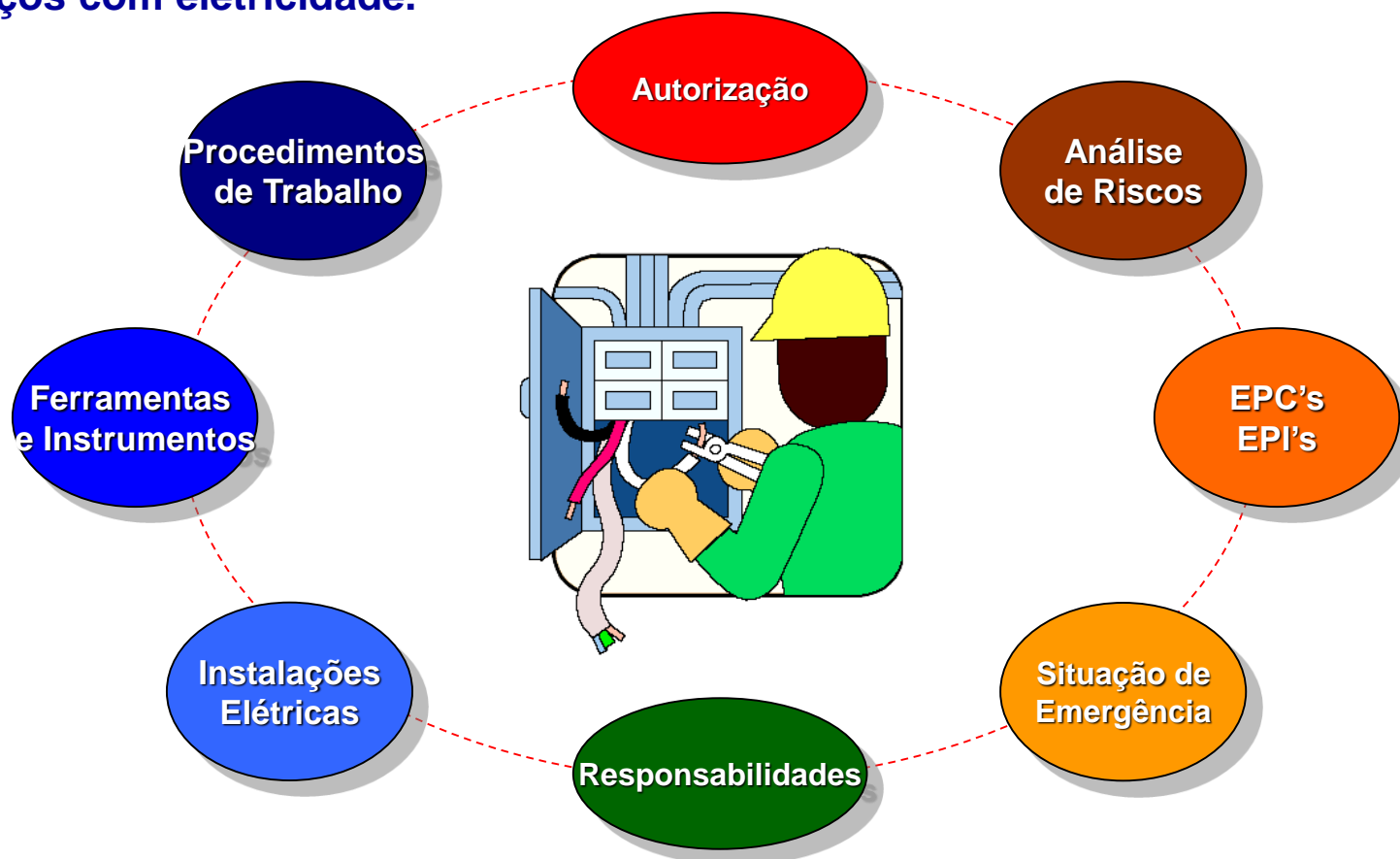
Sumário

- 10.1 - Objetivo e Campo de Aplicação
- 10.2 - Medidas de Controle
- 10.3 - Segurança em Projetos
- 10.4 - Segurança na Construção, Montagem, Operação e Manutenção
- 10.5 - Segurança em Instalações Desenergizadas
- 10.6 - Segurança em Instalações Energizadas
- 10.7 - Trabalho Envolvendo Alta Tensão
- 10.8 - Habilitação, Qualificação, Capacitação e Autorização dos Trabalhadores
- 10.9 - Proteção Contra Incêndios e Explosão
- 10.10 - Sinalização de Segurança
- 10.11 - Procedimentos de Trabalho
- 10.12 - Situação de Emergência
- 10.13 - Responsabilidades
- 10.14 - Disposições Finais
- Glossário
- Anexo I - Zona de Risco e Zona Controlada
- Anexo II - Treinamento
- Anexo III - Prazos para Cumprimento dos Itens da Norma Regulamentadora N.10

Objetivo e Campo de Aplicação (10.1)

Objetivo

- Estabelece as diretrizes básicas que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança e saúde, de forma a garantir a segurança dos trabalhadores que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.



Objetivo e Campo de Aplicação (10.1)

Campo de Aplicação

- Aplicam-se a todas as fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação e manutenção das instalações elétricas, e quaisquer serviços realizados nas suas proximidades.

Alta Tensão (Transmissão)

750kV
440kV
345kV
230kV
138kV
69kV
34,5kV

Alta/Média Tensão (Distribuição)

15kV
6,6kV
2,3kV

Baixa Tensão

127/220V
220/380V
380/440V

Normas Aplicáveis:

Não há Legislação para Tensões maiores que 36,2kV

NBR 14039 - Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 a 36,2kV

NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão de 50V a 1kV



Objetivo e Campo de Aplicação (10.1)

Campo de Aplicação

- Níveis de Tensão Conforme a NR10.

Níveis de Tensão

Extra-Baixa Tensão (EBT) – Não se aplica

< 50 Vca

< 120 Vcc

Baixa Tensão (BT)

50 Vca a 1 kVca

120 Vcc a 1,5 kVcc

Alta Tensão

> 1 kVca

> 1,5 kVcc

Medidas de Controle (10.2)

Medidas (10.2.1):

- As medidas de controle em instalações elétricas devem ser adotadas como medidas preventivas para o controle de riscos elétricos, como para aqueles adicionais não previstos, de forma a garantir a segurança e a saúde daqueles que realizam serviços em instalações;
- As medidas de controle deverão ser implantadas conforme procedimento conhecido como APT (Análise Preliminar da Tarefa), APR (Análise Preliminar de Risco) e PT (Permissão para o trabalho).

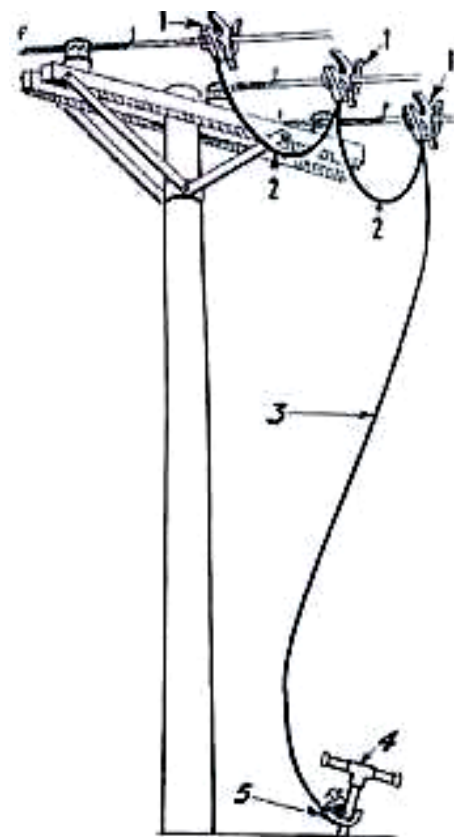
NR10 - DEFINE A OBRIGATORIEDADE DA ANÁLISE DE RISCOS E INTRODUZ O CONCEITO DE RISCOS ADICIONAIS

Medidas de Controle (10.2)

Objetivo (10.2.2):

● As medidas de controle devem integrar-se às demais medidas da empresa para:

- Extinguir risco existente;
- Na impossibilidade de extinção do risco, deve-se adotar medidas para torná-lo tolerável;
- Na impossibilidade de obtenção de um valor tolerável, conviver com a anuência da responsabilidade frente a um acidente.



Medidas de Controle (10.2)

Objetivo (10.2.2):

- As medidas de controle devem integrar-se as demais medidas da empresa para:
 - ➔ Extinguir risco existente;
 - ➔ Na impossibilidade de extinção do risco, deve-se adotar medidas para torná-lo tolerável;
 - ➔ Na impossibilidade de obtenção de um valor tolerável, conviver com a anuência da responsabilidade frente a um acidente.

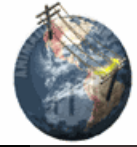


Medidas de Controle (10.2)

Objetivo (10.2.2):

- As medidas de controle devem integrar-se as demais medidas da empresa para:
 - ➔ Extinguir risco existente;
 - ➔ Na impossibilidade de extinção do risco, deve-se adotar medidas para torná-lo tolerável;
 - ➔ Na impossibilidade de obtenção de um valor tolerável, conviver com a anuência da responsabilidade frente a um acidente.





NR10

Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

Riscos em Instalações e Serviços em Eletricidade



Riscos Elétricos

Risco x Perigo

- **Risco:** capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.
- **Perigo:** situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.



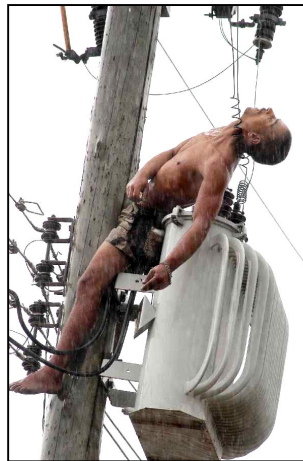
Riscos Elétricos

Riscos elétricos...



Riscos Elétricos

e as consequências fatais...



Riscos Elétricos

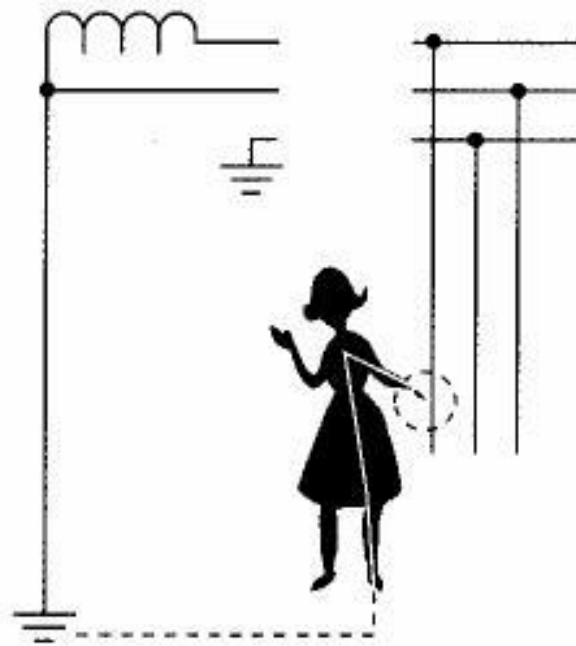


- **RISCOS VISÍVEIS:** trabalho em altura, operação de uma caldeira.
- **MENOR RESISTÊNCIA:** importância do aterramento; analogia com água, rios, etc.

Riscos Elétricos

Contato Direto

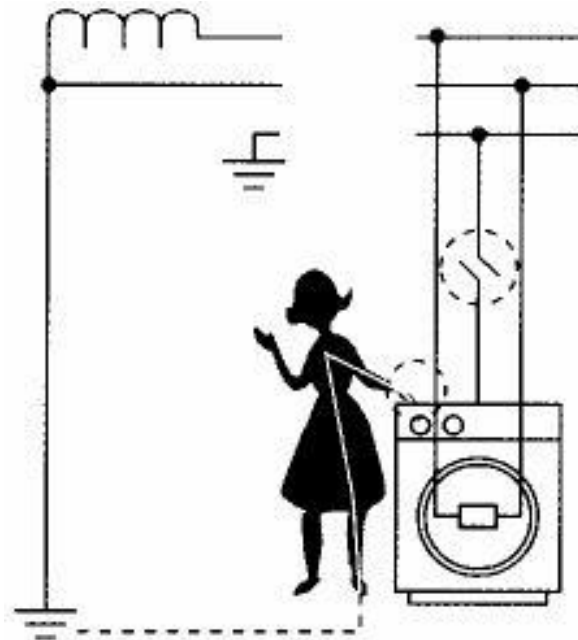
- É o contato de pessoas ou animais com partes normalmente energizadas (partes vivas da instalação, condutores, conexões).



Riscos Elétricos

Contato Indireto

● É o contato de pessoas ou animais com partes metálicas das estruturas mas que não pertencem ao circuito elétrico e que se encontram energizadas acidentalmente.



Riscos Elétricos

Choque Elétrico

- Caracteriza-se pelo fluxo de corrente elétrica através de organismo humano;
- Dependendo das condições e intensidade da corrente pode haver desde uma ligeira contração superficial até uma violenta contração muscular que pode provocar a morte (eletrocussão).
- Os tipos mais prováveis são aqueles que a corrente elétrica circula da palma de uma das mãos à palma da outra mão, ou da palma da mão até a planta do pé.



OCORRÊNCIAS CHOQUE

43% Residências

30% Empresas

27% Outros

Riscos Elétricos

Choque Elétrico

Efeitos da Eletricidade no Corpo Humano

- Danifica os tecidos e lesa os tecidos nervosos e cerebral
- Provoca paralisação dos músculos
- Provoca coágulos nos vasos sanguíneos
- Pode paralisar a respiração e os músculos cardíacos
- Pode causar fibrilação ventricular
- Provoca queimaduras
- Pode causar inconsciência ou morte

Riscos Elétricos

Choque Elétrico

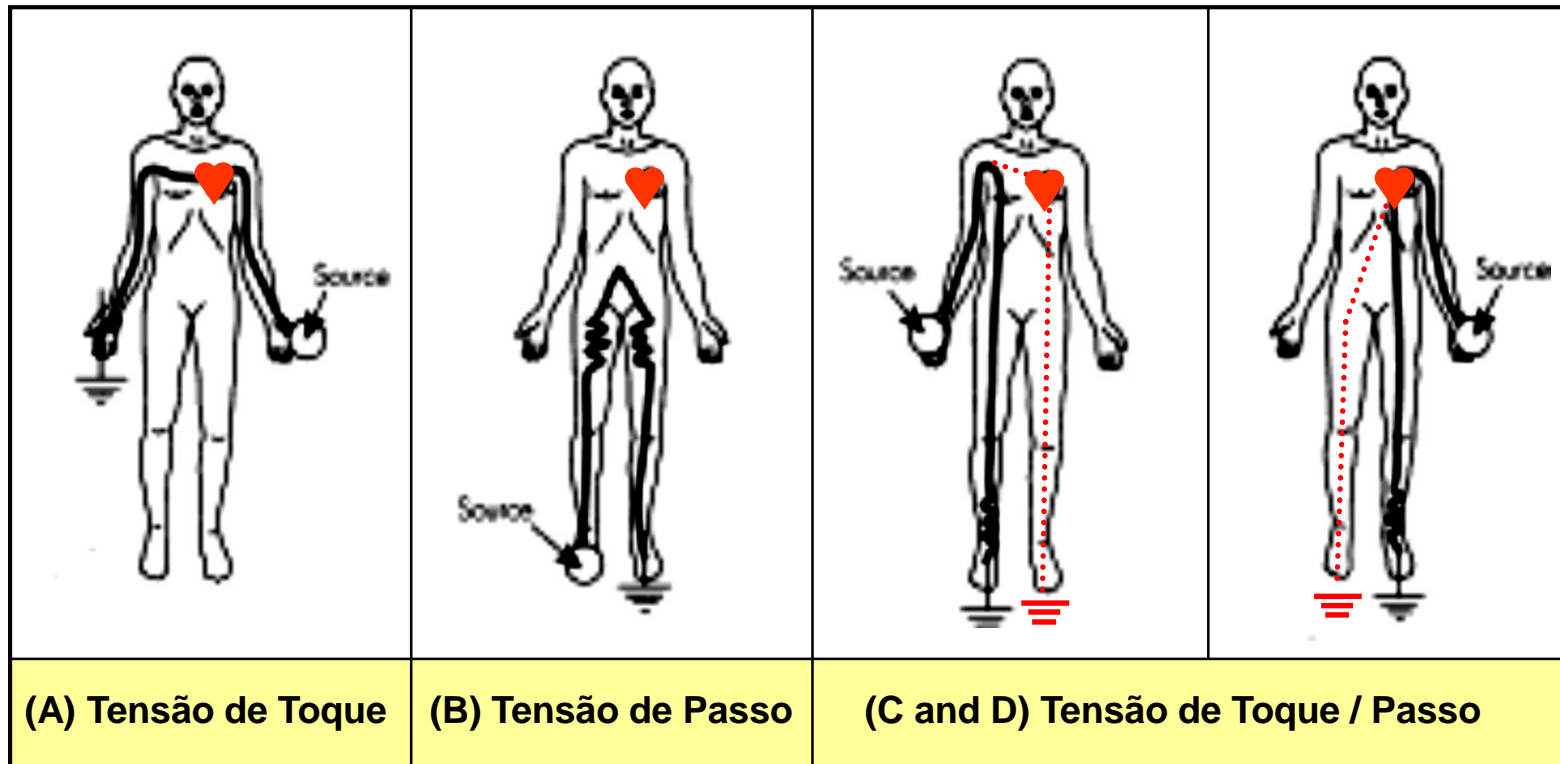
Efeitos da Eletricidade no Corpo Humano

- Trajeto da corrente no corpo humano
- Tipo da corrente elétrica
- Tensão nominal
- Intensidade da corrente
- Duração do choque elétrico
- Resistência do circuito
- Frequência da corrente
- Características físicas do acidentado

Riscos Elétricos

Choque Elétrico

Efeitos da Eletricidade no Corpo Humano



Riscos Elétricos

Choque Elétrico

Efeitos da Eletricidade no Corpo Humano

Chance de Salvamento	
Tempo após o choque para iniciar respiração artificial (min)	Chance de reanimação da vítima (%)
1	95,0
2	90,0
3	75,0
4	50,0
5	25,0
6	1,0
8	0,5

Riscos Elétricos

Choque Elétrico

Queimaduras por Choque Elétrico

- A pele humana é um bom isolante e apresenta, quando seca, uma resistência à passagem da corrente elétrica de 100.000 Ohms. Quando molhada, porém, essa resistência cai para apenas 1.000 Ohms. A energia elétrica de alta voltagem, rapidamente rompe a pele, reduzindo a resistência do corpo para apenas 500 Ohms.
- Na pele, podem aparecer duas pequenas áreas de queimaduras (geralmente de 3º grau) a de entrada e de saída da corrente elétrica.



Riscos Eléctricos

Choque Eléctrico

Acidentes por Choque Eléctrico



Riscos Eléctricos

Choque Eléctrico

Acidentes por Choque Eléctrico



Riscos Eléctricos

Choque Eléctrico

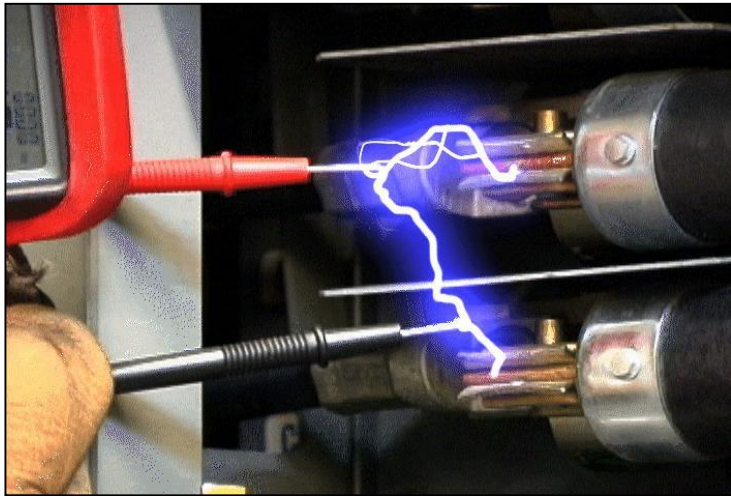
Acidentes por Choque Eléctrico



Riscos Elétricos

Arco Elétrico

- Caracteriza-se pelo fluxo de corrente elétrica através de um meio “isolante”;
- No caso de falhas elétricas ou curtos circuito é um fenômeno que libera além de calor, partículas de metais ionizadas, que podem conduzir corrente, deslocamento de ar com aparecimento de alta pressão (prejudicial ao sistema auditivo), e raios ultravioleta (prejudiciais à visão).



OCORRÊNCIAS ARCOS

78% Monofásico

20% Bifásico

2% Trifásico

90% DAS OCORRÊNCIAS

- 1º Retirada de fusível NH com carga
- 2º Explosão de gavetas em manobras
- 3º Medição com equipamento inadequado

Riscos Elétricos

Arco Elétrico

Efeitos do Arco Elétrico no Corpo Humano

- Queimaduras de 1°, 2° e 3° graus nos músculos do corpo;
- Aquecimento do sangue com sua conseqüente dilatação;
- Aquecimento podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens;
- Queima das terminações nervosas e sensoriais da região atingida;
- Queima das camadas adiposas ao longo da derme, tornando-as gelatinosas.

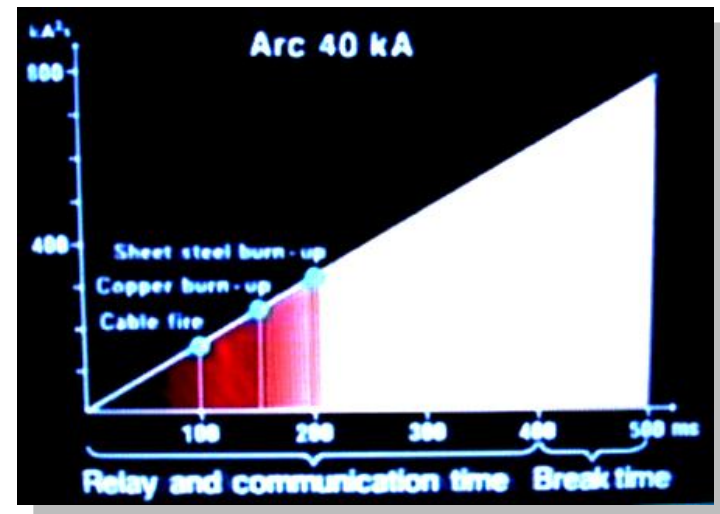


Riscos Elétricos

Arco Elétrico

Características

- Arco elétrico **20.000°C**
- Superfície do Sol **5.000°C**
- Fusão do metal **1.000°C**
- Queima de roupas **370 a 760°C**
- Morte das células **96°C**
- Queimadura curável **63°C**



Riscos Elétricos

Arco Elétrico

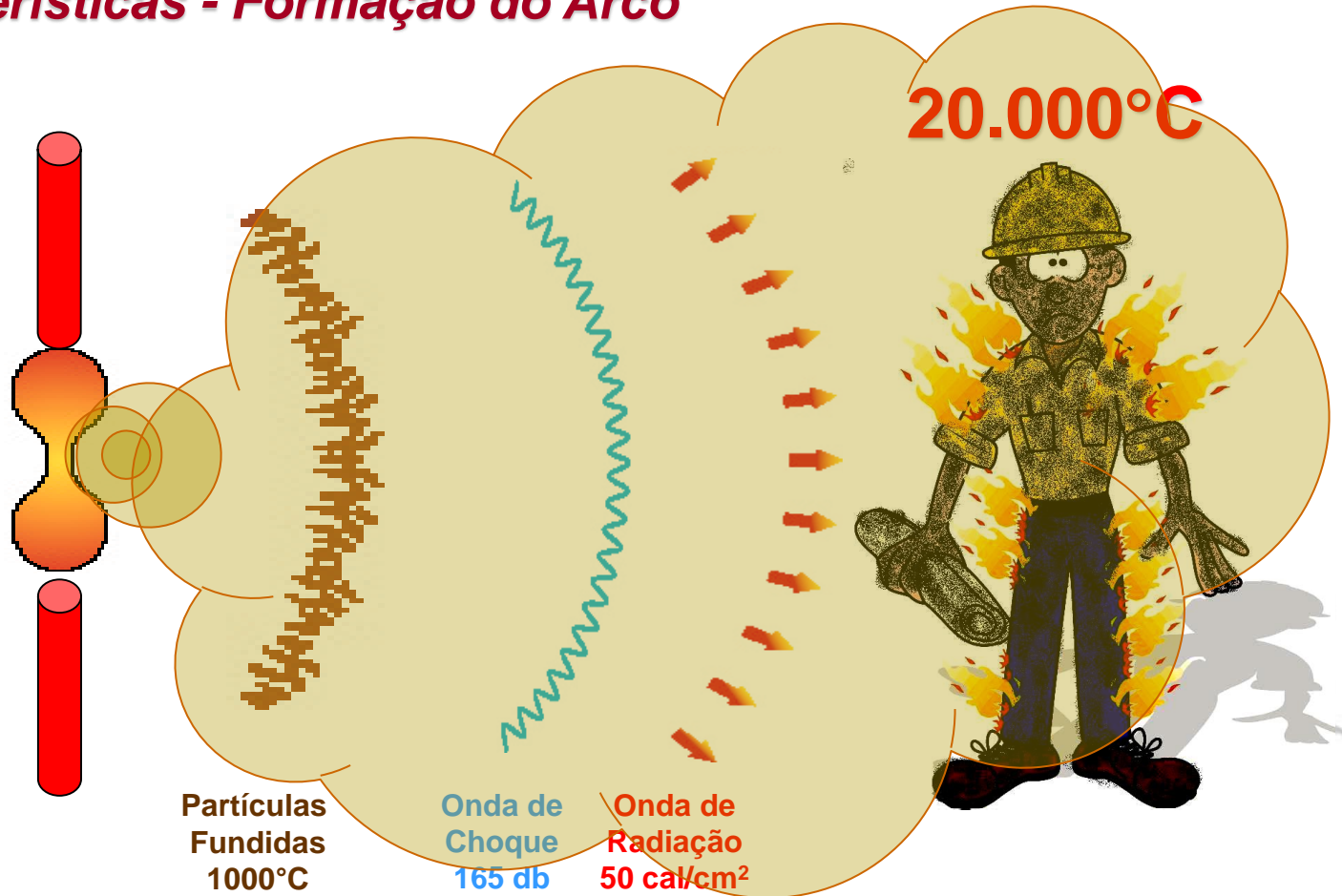
Características

- **Radiação térmica intensa;**
- **Som;**
- **Expansão explosiva do ar pelo rápido aquecimento;**
- **Fundição e vaporização dos componentes metálicos.**

Riscos Elétricos

Arco Elétrico

Características - Formação do Arco



Riscos Elétricos

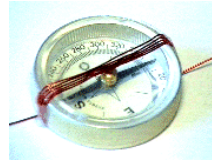
Arco Elétrico

Gravidade causada pelo Arco Elétrico depende...

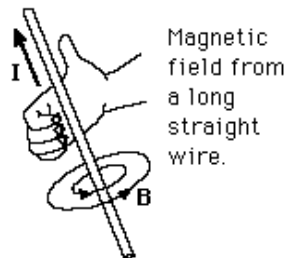
- **Tensão**
- **Corrente de curto-circuito**
- **Distância de trabalho ao ponto de falha**
- **Tempo de interrupção da falha**

Riscos Elétricos

Campos Eletromagnéticos



- Uma corrente que percorre um condutor gera um campo eletromagnético. Esse campo eletromagnético caracteriza-se por um determinado número de linhas de força.
- A lei de Faraday assim se enuncia: “A força eletromotriz (f.e.m.; medida em volts) induzida é proporcional ao número de espiras e à rapidez com que o fluxo magnético varia.”
- Ao lembrarmos que a corrente alternada passando por um condutor produzirá um campo eletromagnético variável, e se existirem nas suas imediações outros condutores desenergizados, neles será induzida uma tensão elétrica.

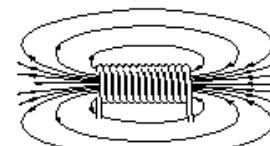


Magnetic field from a long straight wire.

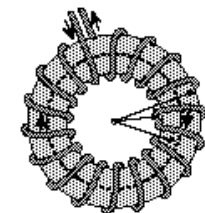
a toroidal coil.



Magnetic field inside conductor



Magnetic field inside a long solenoid.



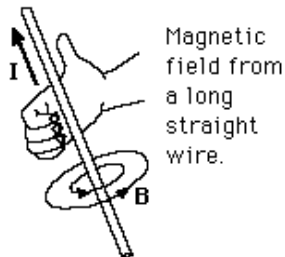
Magnetic field inside a toroidal coil.

Riscos Elétricos

Campos Eletromagnéticos



- ◆ Descargas atmosféricas também geram campos eletromagnéticos.
- ◆ Temos dois riscos relacionados às tensões induzidas por campos eletromagnéticos:
 - ▶ Acidente por choques elétricos em circuitos considerados desenergizados, mas sob tensão induzida (contato indireto);
 - ▶ Influência de campos eletromagnéticos em equipamentos de comunicação, controle, medição, podendo gerar também acidentes pela alteração de seu funcionamento (perturbação eletromagnética).

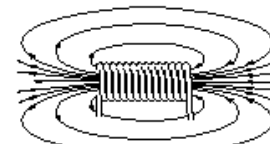


Magnetic field from a long straight wire.

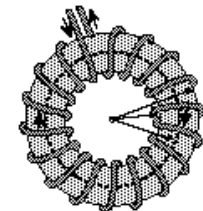
a toroidal coil.



Magnetic field inside conductor



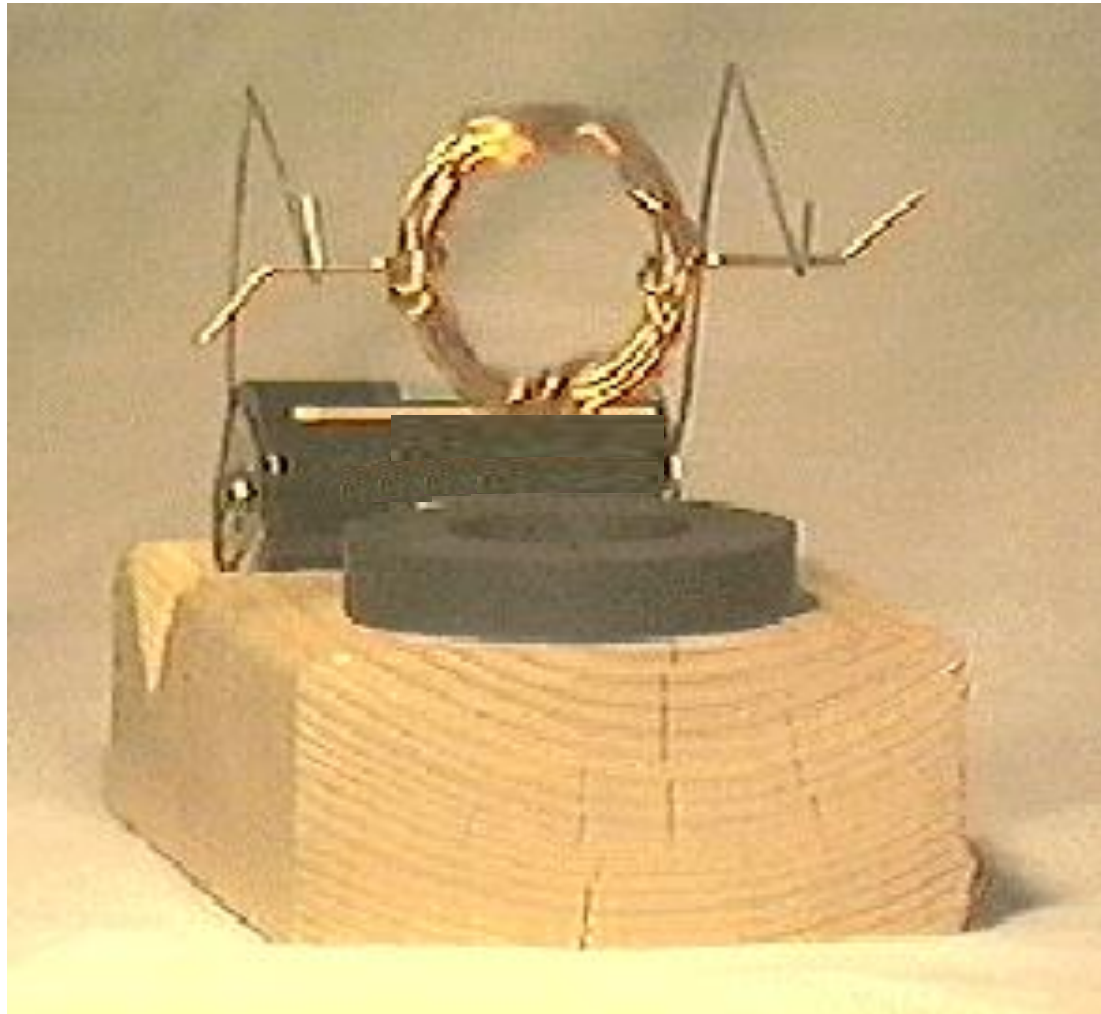
Magnetic field inside a long solenoid.



Magnetic field inside a toroidal coil.

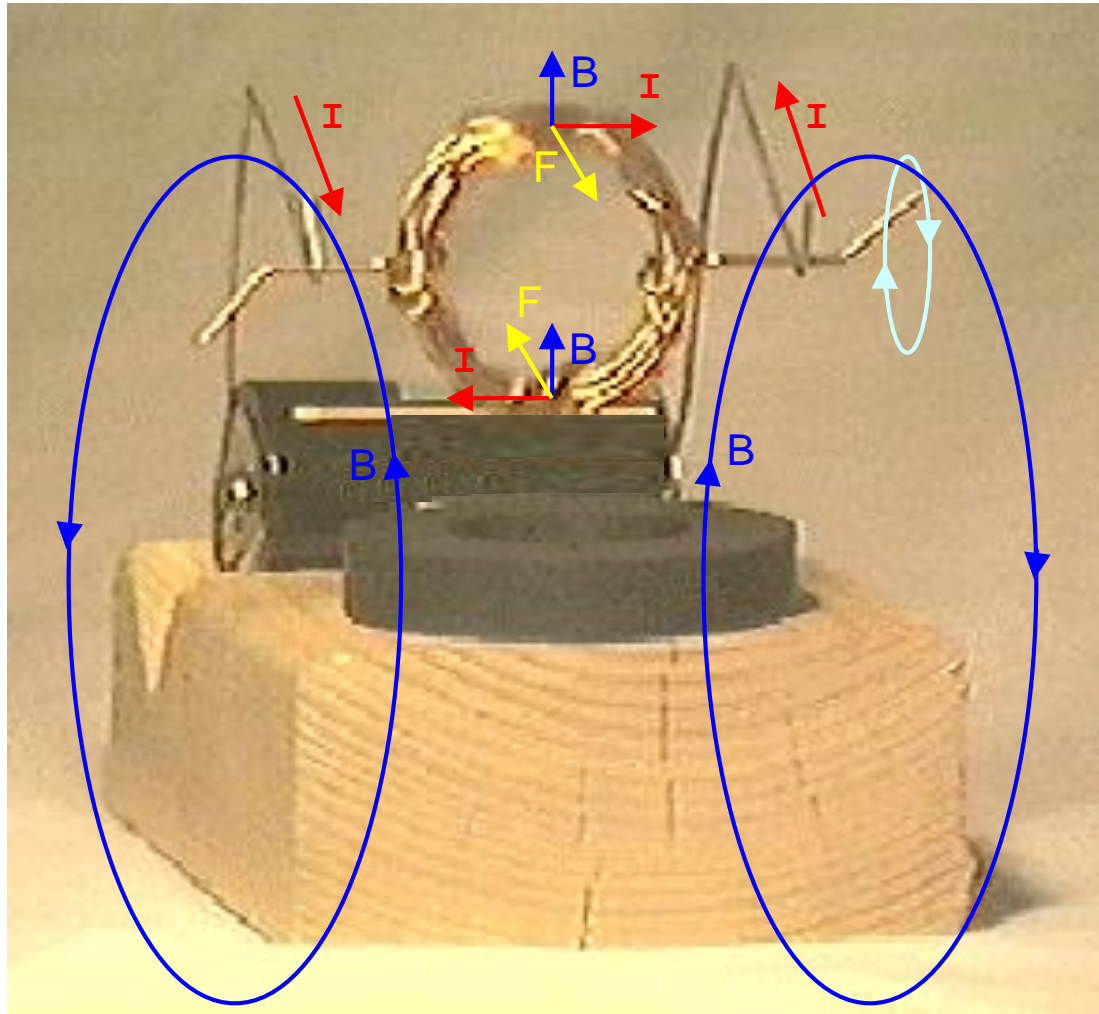
Riscos Eléctricos

Campos Magnéticos



Riscos Elétricos

Campos Magnéticos



Riscos Elétricos

Eletricidade Estática



- **Eletrização por Atrito:** Pode-se eletrizar um corpo atritando-o á outro, fazendo com que um deles perca elétrons, e conseqüentemente deixando-o com carga elétrica (positiva ou negativa).
- **Eletrização por Contato:** Ao se pegar um corpo eletrizado e encostá-lo em um neutro, este cede uma parte de sua carga ao corpo neutro, deixando-o com carga de mesmo sinal que o primeiro.
- **Eletrização por Indução:** Aproximando um corpo eletrizado de um corpo neutro, as cargas de mesmo sinal na área eletrizada se afastarão e o corpo ficará com suas cargas separadas pela sua área.

Riscos Elétricos

Eletricidade Estática

Acidentes por Eletricidade Estática

- Na aviação, a eletricidade estática é fator relevante à segurança das aeronaves. Um avião após aterrissar necessita ser descarregado estaticamente, pois a tensão desenvolvida pode facilmente ultrapassar 250.000 Volts.
- Nos automóveis também ocorre a eletrização quando estes são submetidos a grandes velocidades ao ar seco, podendo seus ocupantes ao sair ou entrar no veículo tomarem uma descarga elétrica.
- Ocorreu um acidente que presume-se foi causado pela descarga de uma centelha estática num foguete brasileiro na base aero-espacial de Alcântara, cuja explosão causou a morte de diversos técnicos e engenheiros.

Riscos Elétricos

Eletricidade Estática

Acidentes por Eletricidade Estática



Riscos Elétricos

Eletricidade Estática

Acidentes por Eletricidade Estática



Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos

Curto-Circuito



Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos

Curto-Circuito

- É uma ligação de baixa impedância entre dois pontos a potenciais diferentes. Essa ligação pode ser metálica quando se diz que há um curto circuito franco ou por arco elétrico, que é a situação mais comum.
- Com a elevação da corrente (podendo ser de até 10x a nominal), surgem esforços mecânicos entre os condutores ou entre os componentes dos equipamentos e aquecimentos dos condutores ou das partes condutoras dos equipamentos.

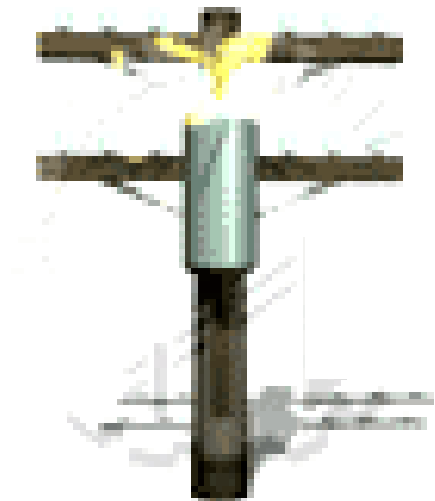
Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos

Curto-Circuito

● São causados por uma falha na isolação sólida, líquida ou gasosa. A falha na isolação pode ser causada por:

- ➔ danos mecânicos;
- ➔ uso abusivo;
- ➔ umidade;
- ➔ descargas parciais;
- ➔ sobretensões.



Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos

Curto-Circuito

◆ Dispositivos de proteção:

- ▶ **Fusível:** pela fusão de uma parte especialmente projetada, abre o circuito e interrompe a corrente quando excede um dado valor durante um certo tempo.
- ▶ **Disjuntor:** pela separação rápida entre os contatos móvel e fixo e através de um meio de extinção do arco (sopro magnético, vácuo, gás SF6, óleo, ar comprimido) abre o circuito e interrompe a corrente quando esta excede um dado valor detectado por um relé o qual comandou sua operação.

Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos

NBR 6151 - Proteção Contra Choques Elétricos (Equipamentos) - CANCELADA

- **Classe 0:**

- ▶ **Somente Isolação Básica (não recomendada)**

- **Classe I :**

- ▶ **Isolação Básica**

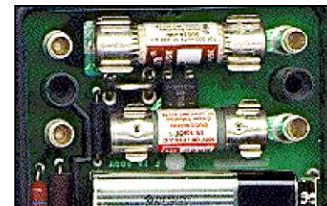
Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências Externas (10.4.3)

Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos - Medições Elétricas

Segurança em DMM (Digital MultiMeter)

- Caixas quebradas, soltas...
- Bornes com problemas
- Usá-los dentro das especificações
- Usar meters próprios para circuitos de energia
- Usar fusíveis especificados pelo fabricante
- Nenhum meter será seguro se usado de forma errada



Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos - Medições Elétricas

Segurança nas Pontas

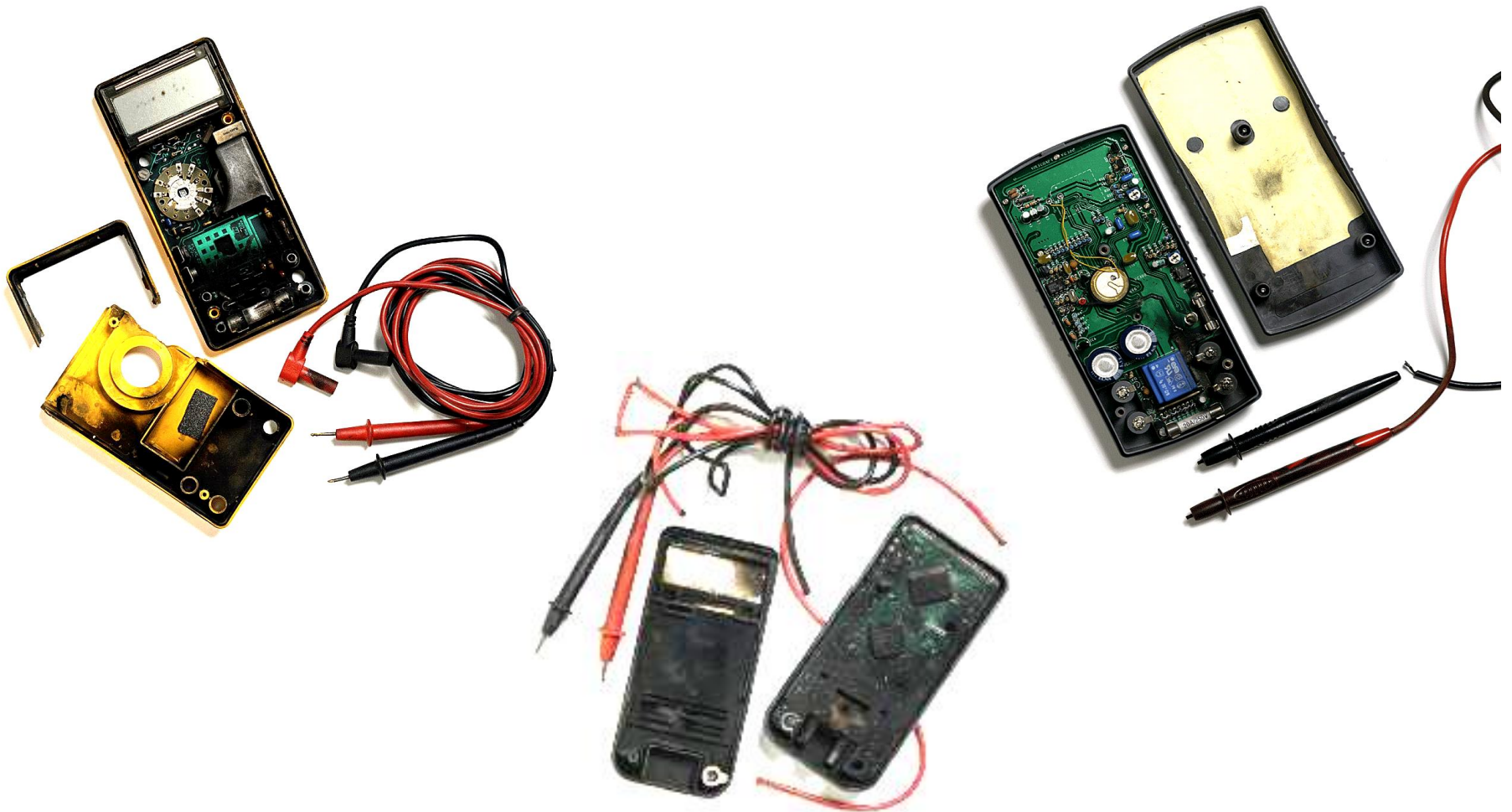
- Não deixe que as pontas se tornem o problema
- Especificação CAT III-1000V
- Isolação dupla
- Conectores protegidos
- Anéis para proteção
- Isolação não danificada: derretida, esticada quebrada, etc
- Conectores: com a isolação adequada nos terminais
- Agulhas: intactas e de dimensão adequada

CAT III-1000V



Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos - Medições Elétricas - Acidentes



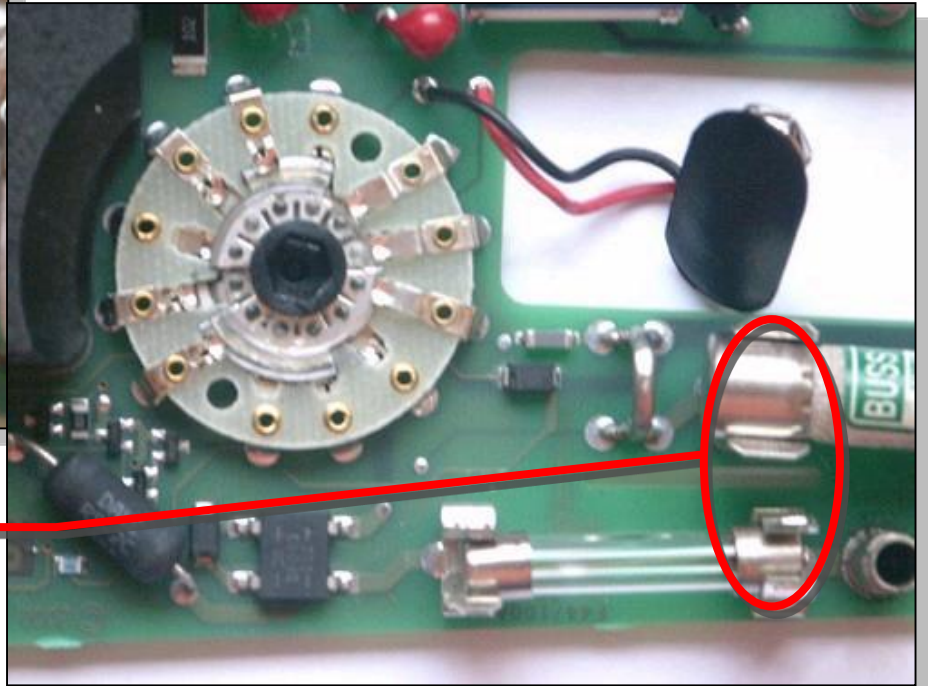
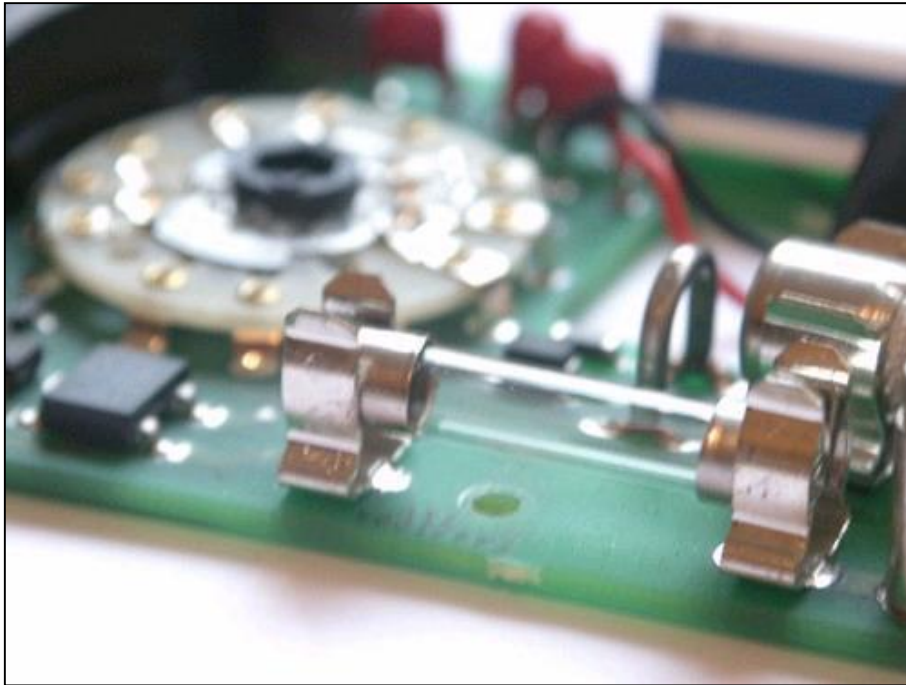
Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos - Medições Elétricas - Acidentes



Riscos Elétricos

Evitando Perigos Ocultos - Medições Elétricas - Acidentes



*Substituições
Perigosas*

Riscos Elétricos

FIM DA APRESENTAÇÃO