

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE

EWERTON DE ASSIS PEREIRA

SEGURANÇA DO TRABALHO NA PRAÇA DE MÁQUINAS

RIO DE JANEIRO

2014

EWERTON DE ASSIS PEREIRA

SEGURANÇA DO TRABALHO NA PRAÇA DE MÁQUINAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Msc.Eng.Paulo Roberto Batista Pinto

RIO DE JANEIRO

2014

EWERTON DE ASSIS PEREIRA

SEGURANÇA DO TRABALHO NA PRAÇA DE MÁQUINAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Banca Examinadora (apresentação oral):

(nome, titulação, instituição e assinatura)

(nome, titulação, instituição e assinatura)

(nome, titulação, instituição e assinatura)

Nota: _____

Nota Final: _____

Data de Aprovação: ____/____/____

Dedico esta pesquisa ao professor Paulo Roberto Batista Pinto que me despertou o interesse pelo tema proposto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo sucesso alcançado até o presente momento e à minha família que é o alicerce em que me sustento para enfrentar as dificuldades.

Acidentes não acontecem por acaso, mas sim por descaso-anônimo

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como propósito explicar a importância de um eficiente sistema de gerenciamento de segurança aplicado à bordo de navios mercantes focando a parte elétrica. Objetivando discorrer sobre a importância da norma regulamentadora 10 e expando didaticamente acerca da prática de máquinas e da parte elétrica do navio a fim de não expor somente os riscos e acidentes, mas também o ambiente e os elementos geradores daqueles.

Palavras-chave: Segurança, elétrica, NR-10.

ABSTRACT

This course conclusion work aims to explain the importance of an effective Safety Management System applied aboard Merchant Ships focusing electrical part. Aiming expatiate about the importance of the Regulation Policie 10 and explaining didatically about engine room and Merchant Shpi electrical part to do not expose just risks and accidents, but also the ambience and the elements generators of those.

Keywords: Safety, eletrical, NR-10.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A tetanização não permitiu que o trabalhador retirasse o braço da fonte de corrente elétrica.....	13
Figura 2 - Músculos envolvidos na respiração	14
Figura 3 - Queimaduras por choque elétrico	15
Figura 4 - Coração humano.....	16
Figura 5 - Desfibrilação	16
Figura 6 - Vista geral de uma praça de máquinas.....	18
Figura 7 - Gerador de eixo.	20
Figura 8 - Diesel gerador de emergência.	22
Figura 9 - CCM-engemakro.....	23
Figura 10 - Arco voltaico	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELETRICIDADE	9
3 EFEITOS FISIOLÓGICOS DO CHOQUE ELÉTRICO	13
4 A PRAÇA DE MÁQUINAS.....	18
5 PRINCIPAIS GRUPOS GERADORES DE ENERGIA E CENTROS DE CONTROLE E PROTEÇÃO DOS MESMOS À BORDO DE NAVIOS MERCANTES.	20
6 APLICABILIDADE DA NR 10 EM NAVIOS MERCANTES	24
7 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A utilização da Propulsão Elétrica vem se difundindo fortemente nos diversos setores da indústria marítima, e está se estabelecendo como uma das melhores e mais atrativas opções para promover a redução dos custos operacionais, tão desejada neste

ambiente altamente competitivo, por este motivo o presente trabalho irá focar na gestão de segurança da parte elétrica do navio, tendo como principal referência a norma regulamentadora 10(NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE) e que por seu caráter geral atende também a navios mercantes(10.1 - OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

10.1.1 Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a

implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos

trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto,

construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas

proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou

omissão destas, as normas internacionais cabíveis.).Seria leviano falar de segurança sem apresentar os elementos e o ambiente que produzem o risco de acidente e o próprio acidente, sendo assim, parte do presente trabalho dedicar-se-à em apresentar a praça de máquinas e as principais partes elétricas de um navio mercante.

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELETRICIDADE

Toda e qualquer matéria apresenta em sua essência a eletricidade.

Sabe-se que todos os átomos são constituídos por elétrons e que o livre movimento dos elétrons forma a corrente elétrica.

Assim como o movimento das moléculas de água em um sentido único constitui a corrente de um rio também uma série de cargas elétricas se deslocam seguindo o mesmo sentido. A esse deslocamento dos elétrons da-se o nome de corrente elétrica.

Ainda comparando as duas idéias de corrente hidráulica e de corrente elétrica é importante lembrar que tanto para o processamento dos efeitos da água como da eletricidade são necessárias diversas condições que permitam a condução do fluxo através de um circuito.

Para a condução de um fluxo de água são necessárias instalações através de canais e de tubulações apropriadas de forma que o fluido percorra um circuito traçado previamente.

Da mesma forma para que se aproveite o efeito da corrente elétrica e seu transporte é preciso um sistema de condutores, geralmente fios metálicos através dos quais a corrente elétrica se dirige até o lugar de aplicação.

Este transporte de elétrons se obtém diante de uma diferença de potencial assim como a água necessita de uma diferença de nível para se deslocar de um local a outro.

Elétrons Livres

Quando um átomo apresenta energia interna acima do índice normal dizemos

que ele está excitado.

Este excesso de energia faz com que os elétrons que se encontram no exterior do átomo abandonem sua órbita.

Quando um átomo perde ou ganha elétrons passa a ser chamado de íons. Diz-se que ele se torna um íon positivo quando perde elétrons e se, ao contrário, o mesmo ganhar elétrons, ficará carregado negativamente e passará a ser chamado íon negativo.

Alguns elétrons de certos átomos metálicos estão relativamente livres para transportar-se de um átomo a outro.

Estes elétrons livres são quem constituem o fluxo de corrente elétrica nos condutores elétricos.

Condutores e Isolantes

Um bom condutor é aquele que oferece a menor resistência para o fluxo da corrente.

A energia elétrica é transmitida através dos condutores por meio do movimento dos elétrons livres que passam de átomo a átomo dentro do condutor.

O cobre é considerado um bom condutor pois possui uma grande quantidade de elétrons livres.

Cada elétron se move a uma pequena distância até o átomo vizinho retirando-se fora de sua órbita.

O corpo humano é um bom condutor de elétrons, uma vez que apresenta elevada porcentagem de água que conduz os íons, principalmente Na^+ e Cl^- .

Os maus condutores, ou isolantes, são os corpos que necessitam de elétrons

porque tem muito poucos elétrons livres. São exemplos de isolantes a madeira seca, a mica e o vidro.

Em eletricidade são utilizados os bons condutores na construção de cabos e fios metálicos e os maus condutores são empregados como isolantes.

Campos Elétricos

O espaço entre os corpos carregados eletricamente e o que os rodeia e no qual se faz sentir a influencia dessas cargas se denomina campo elétrico de forças ou campo eletromagnético.

O campo elétrico não necessita de meios de união mecânicos ou físicos com os corpos.

Pode estar presente no ar, vidro, papel, sendo que em qualquer tipo de material os campos de força de projetam em todas direções no espaço. Partindo-se do ponto de origem, estes campos de força diminuem à medida que a distância deste ponto aumenta.

Quando conectamos o polo negativo da fonte geradora ao local da aplicação observamos que os elétrons livres começam a mover-se em direção ao polo positivo.

CORRENTE INDUZIDA

Em 1831, Michael Faraday descobre que a variação na intensidade da corrente elétrica que percorre um circuito fechado induz uma corrente em uma bobina próxima. Uma corrente induzida também é observada ao se introduzir um ímã nessa bobina. Essa indução magnética teve uma imediata aplicação na geração de correntes elétricas. Uma bobina próxima a um ímã que gira é um exemplo de um gerador de corrente elétrica alternada.

O fenômeno da indução eletromagnética pode ser ilustrado através de uma experiência bastante simples. Nessa experiência, tudo se passa como se houvesse

um gerador nesse circuito fechado, que irá gerar uma força eletromotriz ou tensão.

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Tanto os motores elétricos como os transformadores baseiam-se no fenômeno da indução eletromagnética.

Se o fio tiver a forma de uma circunferência* por onde pode circular uma corrente elétrica, tem-se uma espira* circular que produz campo magnético. Como é possível visualizar na figura a seguir, se o número de espiras circulares aumenta, formando um espiral cilíndrico, está constituído um solenóide ou bobina longa.

Observe atentamente que no interior do solenóide o campo magnético é praticamente constante.

A imantação de um ferro pode ser pelo campo magnético de um solenóide. Basta inseri-lo no interior do solenóide e seus domínios ficarão orientados.

É esse, de modo geral, o princípio pelo qual se obtém a corrente alternada. Graças ao fenômeno da indução eletromagnética é possível construir geradores como o dínamo, motor de arranque e alternador. Tais aparelhos transformam energia mecânica em energia elétrica e têm seus funcionamentos baseados no fenômeno da indução eletromagnética.

As características destes equipamentos estão relacionadas com o conceito de fluxo magnético.

Existem três maneiras de aumentar a intensidade do campo magnético em uma bobina, também conhecida por solenóide:

- aumentando o número de espiras;
- aumentando a intensidade de corrente elétrica e
- inserindo um material ferromagnético no interior das espiras.

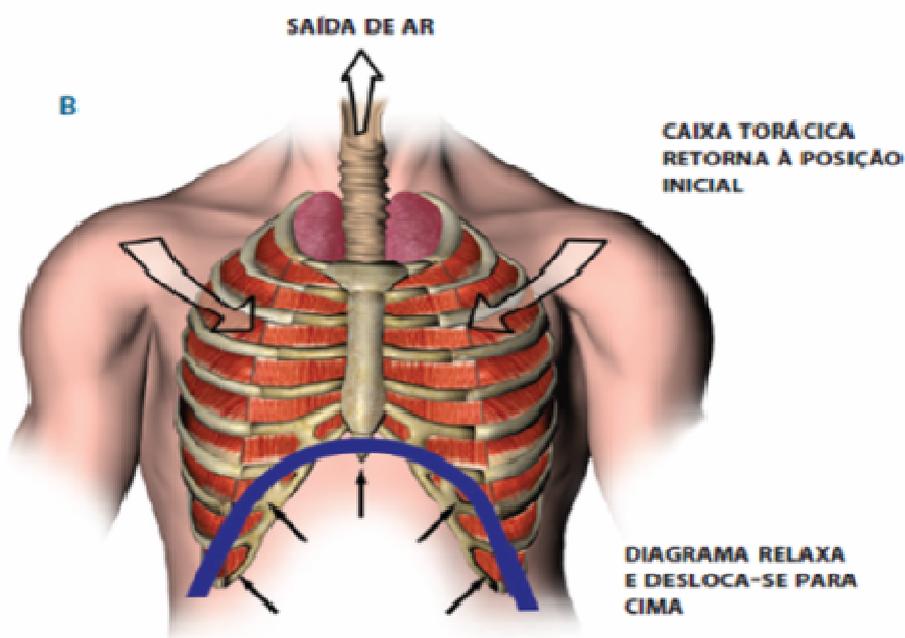


Figura Erro! Indicador não definido. - Músculos envolvidos na respiração

Fonte:

&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=lnh5U4ubkj9DjM&tbnid=4fICQvo2jZLVHM:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A%2F...nar.html&ei=OTTdU5Cole6-sQTyyIBo&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNE-aG31tzQROayox3qe8fKG5Rwlrw&ust=14070

QUEIMADURAS : a corrente elétrica circulando pelo corpo humano é acompanhada pelo desenvolvimento de calor produzido pelo Efeito Joule, podendo produzir queimaduras em todos os graus , dependendo da intensidade de corrente que circular pelo corpo do indivíduo. Nos pontos de contato direto a situação é ainda mais crítica, pois as queimaduras produzidas pela corrente são profundas e de cura mais difícil, podendo causar a morte por insuficiência renal.



Figura Erro! Indicador não definido. - **Queimaduras por choque elétrico**

Fonte: https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=I-GTpVM&tbnid=yTze_w6hAe0ZjM:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A%2F%2Fcabuloso.xpg.uol.com.br%2Fportal%2Fgalleries%2Fmorto-por-choque-eletrico&ei=8zTdU62UMuHesATyloCgDQ&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNG8eT8jFqKagnqMh9_6wb94xVWA&ust=1407092328354599

FIBRILAÇÃO VENTRICULADA : a corrente atingindo o coração, poderá perturbar o seu funcionamento, os impulsos periódicos que em condições normais regulam as contrações (sístole) e as expansões (diástole) são alterados e o coração vibra desordenadamente (perde o passo). A fibrilação é um fenômeno irreversível que se mantém mesmo depois do cessado o contato do indivíduo com a corrente, só podendo ser anulada mediante o emprego de um equipamento conhecido "desfibrilador".

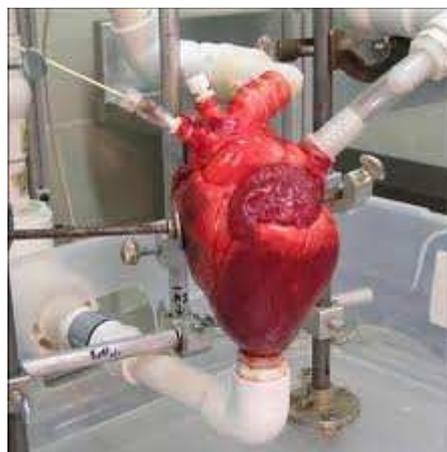


Figura Erro! Indicador não definido. - **Coração humano**

Fonte:

s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=uin7E3pV0EXqKM&tbnid=OyLXp8PpX6hxxM:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A
ora-de-um-corpo-Foto-V%25C3%25ADdeo&ei=rTXdU_6CNlvJsQTG_oH4Dw&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNE0vFQ-4



Figura Erro! Indicador não definido. - **Desfibrilação**

Fonte: <https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=-7n0y9VQYM&tbnid=BOC5081iBE91HM:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A%2F%2Fpublicasht.blogspot.com%2F2013%2F04%2Fde-nos-centros-comerciais.html&ei=-TXdU5XuMvHMsQTKnoKwDQ&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNG3KEbaQs9-NaEcLvKIWIllkNnQYQ&ust=1407092552827337>

7n0y9VQYM&tbnid=BOC5081iBE91HM:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A%2F%2Fpublicasht.blogspot.com%2F2013%2F04%2Fde-nos-centros-comerciais.html&ei=-TXdU5XuMvHMsQTKnoKwDQ&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNG3KEbaQs9-NaEcLvKIWIllkNnQYQ&ust=1407092552827337

4 A PRAÇA DE MÁQUINAS

A praça de máquinas é um dos principais departamentos das embarcações movidas por propulsão mecânica. Nela se encontra todo o equipamento responsável pela produção de energia da embarcação e pelo seu deslocamento mecânico. Dependendo da embarcação ela pode conter todo o equipamento responsável pelo aquecimento e ventilação (inclusive ar-condicionado - AVAC) e os sistemas de água e esgotos.

A praça de máquinas é chefiada por um oficial denominado “Oficial Superior de Máquinas”(OSM) que é o Chefe de Máquinas e que responde diretamente ao comandante do navio. O trabalho bem desempenhado pelo chefe de máquinas é de fundamental importância para a segurança de todos na embarcação. Torna-se necessário também existir um Primeiro Oficial de Máquinas(1ºOM). Além disso, dependendo da embarcação é importante a existência de três Oficiais de Máquinas denominados “Segundo Oficial de Máquinas”(2ºOM). Existem ainda os profissionais dos escalões de mestragem e marinhagem, que variam conforme o tipo de embarcação e a finalidade de cada uma.

É importante ressaltar que já na definição da equipe que trabalha na praça de máquinas há uma legislação específica de segurança marítima em conformidade com a IMO que determina, de acordo com a potência dos sistemas propulsores da embarcação, quais profissionais e em qual quantidade serão necessários para garantir o bom funcionamento e a segurança da embarcação.

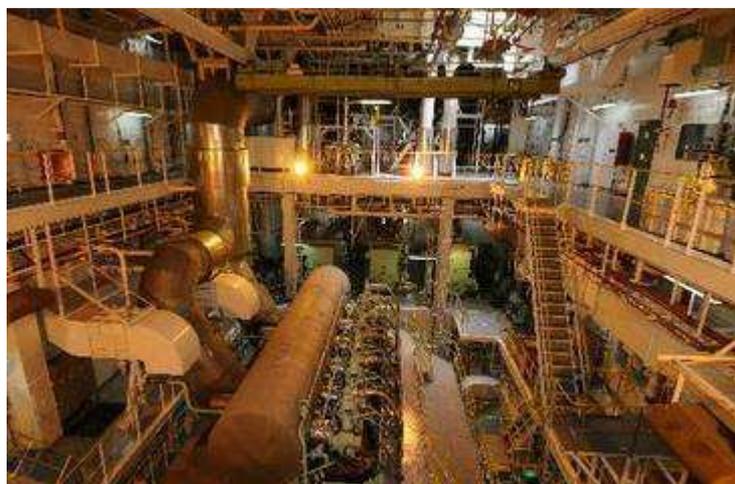


Figura Erro! Indicador não definido. - **Vista geral de uma praça de máquinas**
Fonte:

source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=K_hxTtbxAtWPkM&tbnid=YAcSDPUV28pd1M:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A%
-candido-2012.html&ei=czjdU_mSBJTIsATzxILQAw&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNG2IFEas-ZUir9U6sPu6RuWOzS

5 PRINCIPAIS GRUPOS GERADORES DE ENERGIA E CENTROS DE CONTROLE E PROTEÇÃO DOS MESMOS À BORDO DE NAVIOS MERCANTES.

1-Sistemas de geração de energia

1.1-Gerador de eixo(Shaft Generator):

Os geradores de eixo são máquinas síncronas acionadas pelo MCP. Durante os anos 80 o uso dos geradores de eixo tornaram-se comuns a bordo de navios ao invés de geradores normais, isso aconteceu devido a impossibilidade dos geradores a óleo diesel operarem eficientemente com óleos pesados. Como os geradores de eixo são capazes de suprir o consumo de eletricidade do navio em regimes de cruzeiro e devido a economia de combustível que esse gerador é capaz de proporcionar, os geradores de eixo tornaram-se muito usados na indústria naval.



Figura Erro! Indicador não definido. - Gerador de eixo.

Fonte:

&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=d2ptWo77L7O6eM&tbid=53rAm7wuWp3AUM:&ved=0CAQQjB0&indexE.html&ei=hD_dU8TsHOvIsASNx4HQBQ&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNEwMHMIh5iV_RIVBfMo8w2ogQCLDA&

1.2-Grupos Diesel geradores:

O sistema de geração de energia elétrica para alimentação dos sistemas de força e iluminação do navio é composto basicamente pelos seguintes equipamentos:

-Três (3) grupos diesel-geradores instalados na praça de máquinas, com motor diesel de 4

tempos, média rotação, simples efeito, turbo-alimentado, partida a ar comprimido com

sistemas de óleo lubrificante, resfriamento e óleo combustível totalmente incorporado e

montado no motor, adequados para queima de óleo combustível pesado (óleo diesel

para

partida e parada), cada motor com potência adequada para acionar um gerador elétrico

através de acoplamento direto e montados em base única;

-Três (3) geradores elétricos principais potência nominal para apenas um (1) gerador operar na condição de navegação normal no mar, tensão nominal 450 Vca, frequência 60

Hz, trifásico, tipo síncrono, auto-excitado sem escovas, auto-ventilado, com regulação de voltagem; 10

-Um (1) grupo diesel-gerador de emergência em compartimento próprio na superestrutura, para operação em caso de falha do sistema de geração principal, partida

automática e manual, para alimentação dos sistemas de emergência.

O motor diesel do gerador de emergência será de quatro tempos, alta rotação, simples

efeito, construção vertical, injeção direta, refrigerado a água com radiador, adequado para

queima de óleo diesel marítimo, partida por meio de baterias e ar comprimido, potência

adequado ao acionamento do gerador de emergência.

O gerador de emergência tem como características básicas tensão de 450 Vca, 60 Hz,

trifásico, tipo síncrono, auto-excitado, sem escovas, auto-ventilado, regulador automático

de tensão. Motor e gerador são diretamente acoplados e montados em base comum.

TIPOS DE ACIONAMENTO:

Soft Start;

Inversor;

Compensadora;

Estrela Triângulo;

Partida direta.



Figura Erro! Indicador não definido. - CCM-engemakro
Fonte: <http://www.engemakro.com.br/ccm.htm>

6 APLICABILIDADE DA NR 10 EM NAVIOS MERCANTES

1-Principais aspectos da Nr 10 a serem observados à bordo:

1.1) 10.3 - SEGURANÇA EM PROJETOS

10.3.1 É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos

que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da

condição operativa(normalmente feito com uma luz de notificação);

10.3.4 O projeto deve definir a configuração do esquema de aterramento, a obrigatoriedade ou não da interligação

entre o condutor neutro e o de proteção e a conexão à terra das partes condutoras não destinadas à condução da

eletricidade.(No navio o aterramento é feito no próprio casco);

10.3.9 O memorial descritivo do projeto deve conter, no mínimo, os seguintes itens de segurança:

a) especificação das características relativas à proteção contra choques elétricos, queimaduras e outros riscos

adicionais(EPI adequado);

b) indicação de posição dos dispositivos de manobra dos circuitos elétricos: (Verde – “D”, desligado e Vermelho -

“L”, ligado);

c) descrição do sistema de identificação de circuitos elétricos e equipamentos, incluindo dispositivos de manobra,

de controle, de proteção, de intertravamento, dos condutores e os próprios equipamentos e estruturas, definindo

como tais indicações devem ser aplicadas fisicamente nos componentes das instalações(também é exigência para qualquer outro maquinário em navio mercante);

d) recomendações de restrições e advertências quanto ao acesso de pessoas aos componentes das instalações(local de ter o 'lock-up', ou seja, só poderá ser acessado por quem efetivamente estiver na 'faina');

e) precauções aplicáveis em face das influências externas;

f) o princípio funcional dos dispositivos de proteção, constantes do projeto, destinados à segurança das pessoas;

g) descrição da compatibilidade dos dispositivos de proteção com a instalação elétrica.

1.2)10.4 - SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO, MONTAGEM, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

10.4.3.1 Os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às

tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou

recomendações dos fabricantes (um exemplo é o piso emborrachado próximo à equipamentos elétricos que muitas vezes se desgastam e não são substituídos causando graves acidentes à bordo, principalmente por arco voltaico);



Figura 11 – Câmera da subestação mostrando o instante da ocorrência do arco

Figura Erro! Indicador não definido. - Arco voltaico

Fonte:

ges&cd=&cad=rja&uact=8&docid=SPT_AIRf4c1TaM&tbnid=589mtYIVs0y6YM:&ved=0CAQQJB0&url=http%3A%2F%2Fwww.os
elétrica-complexa-e-sua-analise-investigativa.html&ei=_UfdU4OSBMP38AG7IIG4Dg&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCNF

1.3)10.5 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DESENERGIZADAS

10.5.1 Somente serão consideradas desenergizadas as instalações elétricas liberadas para trabalho, mediante os

procedimentos apropriados, obedecida a seqüência abaixo:

- a) seccionamento;
- b) impedimento de reenergização;

7 CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS

queimaduras por choque elétrico. Disponível em:

<https://www.google.com.br/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&docid=I-nxKDrwAGTpVM&tbnid=yTze_w6hAe0ZjM:&ved=0CAQQjB0&url=http%3A%2F%2Fcabuloso.xpg.uol.com.br%2Fportal%2Fgalleries%2Fview%2Fquase-morto-por-choque-eletrico&ei=8zTdU62UMuHesATyloCgDQ&bvm=bv.72197243,d.cWc&psig=AFQjCN G8eT8jFqKagnqMh9_6-6wb94xVWA&ust=1407092328354599> Acesso em: 2 ago. 2014

Resultados da tetanização. Disponível em:

<https://www.google.com.br/search?q=imagens+do+efeito+de+tetaniza%C3%A7%C3%A3o&espv=2&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=sCvdU5G9LNDJsQSp9IDQAw&ved=0CBsQsAQ&biw=1920&bih=979#facrc=_&imgdii=_&imgrc=8xTCyFSnj4nr8M%253A%3BHO-Gc-AO-9yATM%3Bhttp%253A%252F%252Fdc335.4shared.com%252Fdoc%252FU2Kmq_cR%252Fpreview_html_3353fe66.png%3Bhttp%253A%252F%252Fdc335.4shared.com%252Fdoc%252FU2Kmq_cR%252Fpreview.html%3B340%3B407> Acesso em: 2 ago. 2014