



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCEG)
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA (CEEI)
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA (UAEE)**



RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

“Acompanhamento na Ampliação da Formação (Sistemas Eletrônicos de Carga/Descarga), Racionalização do Uso da Energia Elétrica e Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica”

Empresa: Acumuladores Moura S/A

Abinadabe Silva Andrade

Orientador UFCEG: Talvanes Meneses Oliveira

Orientador MOURA: Paulo Sérgio Lago

Campina Grande/PB, Fevereiro 2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCG)
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA (CEEI)
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA (UAEE)**



“Acompanhamento na Ampliação da Formação (Sistemas Eletrônicos de Carga/Descarga), Racionalização do Uso da Energia Elétrica e Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica”

Relatório de estágio curricular integrado realizado na Empresa Acumuladores Moura S/A, sob orientação do Professor Doutor Talvanes Meneses Oliveira, como pré-requisito para o título de Engenheiro Eletricista com ênfase em Controle e Automação pela Universidade Federal de Campina Grande

Abinadabe Silva Andrade

Campina Grande/PB, Fevereiro 2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (UFCEG)
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA (CEEI)
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA (UAEE)**



“Acompanhamento na Ampliação da Formação (Sistemas Eletrônicos de Carga/Descarga), Racionalização do Uso da Energia Elétrica e Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica”

Relatório de Estágio Integrado aceito em __/02/2010
Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Talvanes Meneses Oliveira
Orientador

Prof. Dr. Cursino Brandão Jacobina
Examinador

Campina Grande/PB, Fevereiro 2010

AGRADECIMENTOS

“Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o SENHOR teu Deus é contigo, por onde quer que andares.” (Josué 1:9)

A minha família que foi minha motivação durante todo o curso, especialmente a minha esposa Erica Larissa Soares Silva Andrade, a minha mãe Arlete Silva Andrade e ao meu irmão Abdênego Felipe Silva Andrade.

Aos meus avós Eulalia Silva de Assis e Antônio Epifânio de Assis (avós maternos), Maria Ermita Batista (avó paterna) por teremorado incansavelmente pela minha felicidade.

Aos professores do curso de Engenharia Elétrica, que demonstram um grande carinho pelo curso e pelos alunos, em especial a Talvanes Meneses Oliveira que foi meu orientador de Iniciação Científica e de Estágio.

Aos meus amigos e companheiros do curso de Engenharia Elétrica, que enfrentaram junto comigo essa luta quase inacabável que é concluir este curso. Em especial a Antonio de Paula (Tony), Euller Gonsalves, Paulo de Tarso, Frederico Camusca (Fred), Rafaele Pinto, Julio Cesar.

A minha equipe de trabalho na empresa Acumuladores Moura S/A, um abraço forte para Paulo Sergio (orientador na empresa), Joseildo Torres (o cara da SE-69, se pudesse ele moraria lá), Rodrigo Santos (o cara da montagem e instalação, sabe tudo) e a Edmilson (o cara da automação).

RESUMO

O presente relatório é referente ao estágio curricular desenvolvido pelo aluno do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Abinadabe Silva Andrade, realizado na empresa Acumuladores Moura S.A.

O relatório de estágio apresenta as atividades desenvolvidas pelo discente no período no qual estagiou na Fábrica de Acumuladores Moura, localizada no Município de Belo Jardim - PE. No referido estágio o aluno desempenhou atividades de engenharia voltadas para o diagnóstico da NR 10 e atividades de acompanhamento de projetos elétricos, no setor de projetos (DEMAI) além da execução de atividades de rotina do setor.

Durante o estágio participou de treinamentos ligados aos programas de qualidade da empresa, tais como: Manutenção Autônoma, Melhoria Específica, Gerenciamento da Rotina, MASP (Método de Análise de Soluções de Problemas), Auditoria de 5S e TRF (Troca rápida de ferramentas).

O trabalho aqui apresentado contém informações gerais sobre a empresa e seus processos de fabricação de baterias, e a descrição das atividades desenvolvidas pelo estagiário e metodologia utilizada

Palavras Chaves: Energia, Proteção, Formação

CONTEÚDO

1. Objetivo.....	8
2. A empresa.....	8
3. O processo de Seleção de Estágio.....	10
4. A Bateria.....	11
4.1. Principais componentes de uma bateria	11
4.2.1. A caixa da Bateria.....	12
4.2.2. Tampa e Indicador de Carga	13
4.2.3. Blocos de Células, Placas e Grades.....	14
4.2.4. Separadores	15
4.2.5. O Eletrólito	16
4.2.6. Conexões de Células	17
4.2.7. Pólos Terminais.....	17
4.2. Princípio de Funcionamento.....	18
5. Processo de produção	21
5.1. Linha de Produtos.....	27
5.1.1. Moura com Prata - baterias para veículos automotores.....	28
5.1.2. Moura Inteligente - baterias para veículos automotores.....	28
5.1.3. Moura Log HDP - Baterias tracionárias.....	29
5.1.4. Moura Clean - Baterias estacionárias.....	29
5.1.5. Moura Boat - Baterias náuticas.....	30
6. Atividades desenvolvidas na empresa	31
6.2. Treinamentos Realizados	31
6.2.1. MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) & PDCA.....	31
6.2.1.1. Ferramentas para melhoria da qualidade.....	32
6.2.1.2. Estratificação.....	33
6.2.1.3. Gráfico de Pareto.....	34
6.2.1.4. Diagrama de Causa e Efeito.....	34
6.2.1.5. Padronização	35
6.2.2. Tratamento de Anomalias	37
6.2.3. Gestão por competência.....	37
6.3. Atividades práticas.....	37
7. Racionalização do Uso da Energia Elétrica.....	37
7.1. Descrição do Sistema Elétrico da Empresa	37

7.2.	Acompanhamento Setorial	40
7.2.1.	Especificação dos medidores	42
7.2.2.	Diagrama de medição e Composição do Consumo Setorial	42
8.	Sistema de proteção contra descargas atmosférica (SPDA).....	47
8.1.	Pára-raios.....	48
8.2.	SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosférica	49
8.2.1.	Funções do SPDA	49
8.2.2.	Tipos de SPDA.....	50
8.2.2.1.	Hastes ou do tipo Franklin	50
8.2.2.2.	Gaiola de Faraday	52
8.2.2.3.	Pára-raios radioativo	53
8.2.3.	Instalação do SPDA na Acumuladores Moura S/A.....	54
9.	Acompanhamento na Ampliação da Formação (Sistemas Eletrônicos de Carga/Descarga).....	57
9.1.	Retificador	57
9.2.	Instalação dos Módulos SPM.....	61
10.	Adequação a NR-10	63
10.1.	Prontuário.....	64
11.	Conclusão	67
12.	Bibliografia	68

1. Objetivo

Esse trabalho tem por finalidade de abordar as atividades realizadas no estágio integrado na empresa Acumuladores Moura S/A, na área de Projetos para Sistemas Elétricos no setor DEMAI. Além de descrever qual a função e o papel de um engenheiro eletricista dentro da empresa.

2. A empresa

A Moura é uma empresa que atua no mercado de baterias automotivas, tracionárias, estacionárias e náuticas. Possui 5 plantas industriais e 50 centros de distribuição comercial no Brasil, Argentina e Porto Rico, além de distribuidores independentes que atendem a toda a região do MERCOSUL e parte do continente europeu. É a principal fornecedora para a frota de veículos em circulação na América do Sul.

A empresa tem várias parcerias tecnológicas com fabricantes europeus. No final dos anos 90, esses investimentos resultaram na diversificação das suas linhas para a produção de novas categorias de acumuladores, além da linha automotiva. As baterias tracionárias, estacionárias e náuticas que passaram a ser produzidas pela Moura incorporaram diferenciais relevantes de desempenho e atendem as mais exigentes aplicações de logística, no-breaks, energia solar, náuticas e de telecomunicações.

Sua história começou no quintal de uma casa de Belo Jardim, localizada em Pernambuco (a 185 km do Recife), no Brasil. E ali, no meio do agreste pernambucano, numa região castigada pela falta de incentivo, e onde, ironicamente, só havia um carro, nasceu à fábrica Baterias Moura, em 1957.



Figura 1: UN-01 localizada no município de Belo Jardim, Pernambuco

Hoje a Moura possui seis fábricas (04 em Belo Jardim/PE, uma em Itapetininga/SP e uma em Buenos Aires - Argentina), um escritório central localizado em Jaboatão dos Guararapes/PE, uma unidade de assistência às montadoras em Belo Horizonte/MG, e mais de 62 unidades de distribuição pertencente aos 50 centros de distribuição.

O químico industrial Edson Mororó Moura, assim que se formou pela Universidade Federal de Pernambuco, junto com a sua esposa Maria da Conceição Viana Moura, foi trabalhar na fábrica de doces Mariola, onde seu pai era sócio, em Belo Jardim, cidade que nasceu e foi criado. Com o passar do tempo, viu que a fábrica não lhe renderia bons frutos. Foi quando um mecânico que trabalhava com o seu pai veio lhe falar sobre uma idéia. Agripino Farias tinha um livro que explicava mais ou menos como é que se fazia uma placa de bateria. No começo da empresa, as baterias eram muito fracas, e as vendas se resumiam ao interior de Pernambuco, da Paraíba e de Alagoas. Eram produzidas, em média, 50 baterias por mês. Além disso, o custo para se fazer as baterias era elevadíssimo e a qualidade delas era ruim. A devolução de baterias era alta. Foi quando a Moura decidiu apresentar um projeto ao Banco do Nordeste e a Sudene, com o intuito de melhorar a fábrica. Com quase 10 anos de existência, a empresa acabou conseguindo um financiamento do Banco do NE e da Sudene para a construção de uma planta industrial mais moderna, com um equipamento de qualidade para fabricar uma boa bateria. Com o avanço tecnológico, a Moura começou a produzir baterias de qualidade, expandindo as vendas para outras regiões do país. E como a Chloride, empresa inglesa com a qual firmara parceria, tinha acordos com algumas

montadoras de carros, a Moura passou a ser peça original dessas montadoras no Brasil. A partir daí a empresa começou a atuar em todo o território brasileiro. Foi quando surgiram as unidades de distribuição, que, a princípio, eram chamadas de depósitos e eram coordenadas pela própria empresa. Com o passar do tempo, numa nova gestão, essas unidades foram transformadas numa rede e ganharam certa independência. Os distribuidores, responsáveis pelas unidades, tornaram-se sócios e passaram a dividir a responsabilidade burocrática e fiscal com a Moura.

Visão

“Ser a empresa de baterias líder em vendas e rentabilidade no MERCOSUL” que pode ser interpretada como sendo a meta de atingir de forma viável econômico-sustentavelmente a liderança de vendas no MERCOSUL.

Valores

Qualidade - Fazer bem-feito é compromisso que a empresa assume, e para isso utiliza práticas estruturadas de trabalho, aprimoradas continuamente e validadas por todos os públicos com os quais interage.

Respeito e foco no cliente e consumidor - Ouvindo seus clientes e consumidores, antecipando tendências e buscando atender às suas demandas e necessidades.

Persistência - Com firmeza de propósitos, ousadia e criatividade para enfrentar obstáculos, solucionar problemas e superar desafios. Reconhecendo os erros e os transformamos em aprendizagem e sucesso.

Crença e Foco nas pessoas - Acreditando nas pessoas e trabalhando com autonomia e responsabilidade em um ambiente de flexibilidade e respeito.

Liderança pelo exemplo - A inspiração, esforço, motivação e comprometimento vêm da simplicidade e do exemplo pessoal dos fundadores e líderes da empresa.

Espírito de equipe - Tomando decisões, trabalhando, produzindo e agindo juntos, gerando sinergia e inteligência coletiva.

3. O processo de Seleção de Estágio

O processo do estágio foi iniciado com uma entrevista realizada em Campina Grande, PB, no mês de maio de 2009, com cerca de 30 candidatos. Após a aprovação, em meados de junho, foi realizada mais uma entrevista, na própria fábrica avaliando o perfil, criatividade e capacidade de argumentação de cada um dos candidatos. Ao todo foram aprovados quatro (04) candidatos, dos quais, três (03) são estudantes de engenharia química, e um (01) de engenharia elétrica.

A empresa fornece os seguintes benefícios para os estagiários:

- ✚ Remuneração mensal de dois salários mínimos;
- ✚ Moradia em república com engenheiros da fábrica;
- ✚ Refeições entre os expedientes;
- ✚ Plano odontológico básico;
- ✚ Auxílio alimentação;
- ✚ Auxílio transporte;
- ✚ Seguro de vida.

4. A Bateria

A figura 2 exibe uma variedade de baterias, que consiste de um dispositivo eletroquímico capaz de transformar energia química em energia elétrica de forma reversível, por uma centena de vezes.



Figura 2. Principais Baterias Produzidas pela Moura.

As principais funções da bateria em um veículo são:

- ✚ Fornecer energia para dar partida no motor depois que o mesmo é ligado;
- ✚ Fornecer energia para os componentes elétricos do veículo quando o alternador não estiver funcionando;
- ✚ Absorver picos de tensão do sistema elétrico do veículo protegendo os componentes elétricos mais sensíveis.

4.1. Principais componentes de uma bateria

Uma bateria de partida de 12 V contém seis células individualmente separadas e conectadas, em série, em uma caixa de polipropileno. Cada célula contém um elemento (bloco de células) que é composto por um bloco de placas positivas e negativas. Por sua vez, o bloco é composto por placas de chumbo (grade de chumbo e massa ativa) e material micro poroso de isolamento (separadores) entre as placas de polaridade oposta. O eletrólito usado é o ácido sulfúrico diluído que permeia os poros das placas e separadores e que enche os espaços livres das células. Os terminais, as conexões das

células e das placas são feitas de chumbo. As aberturas das conexões das células nas divisórias são seladas. Um processo de vedação em alta temperatura é usado para selar a tampa permanentemente à caixa da bateria. Nas baterias convencionais, cada célula possui seu próprio butijão de enchimento. Ele é usado para o enchimento inicial da bateria e a saída de gás oxigênio e hidrogênio durante o processo de recarga. Em muitas vezes, as baterias sem manutenção parecem estar totalmente seladas, mas elas também possuem furos de ventilação e, às vezes, tampas roscadas, mas estas não podem ser acessadas.

4.2.1. A caixa da Bateria

A caixa da bateria é feita de material de isolamento (polipropileno) resistente ao ácido. Normalmente, ela possui trilhos na parte inferior externa, que são usados para a sua montagem.

As paredes de separação dividem a caixa da bateria em células, que representam o elemento básico de uma bateria. Elas contêm os blocos de células, com as placas positivas e negativas e seus separadores. As células são conectadas em série por meio de conexões de células, que estabelecem a ligação através dos orifícios encontrados nas paredes de divisão. As caixas das baterias de partida modernas não são mais equipadas com nervuras para ajudar na dissipação do calor.

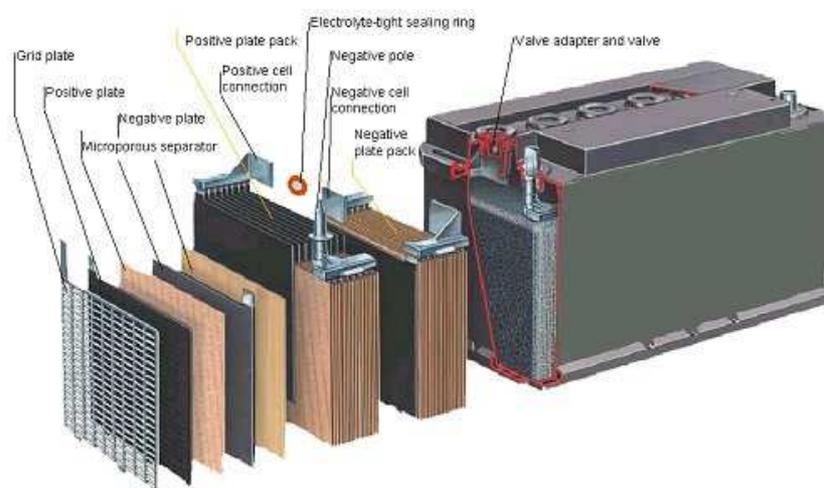


Figura 3. Bateria e seus principais componentes.

Dependendo do espaço disponível e do “layout” do equipamento no veículo, baterias com diferentes dimensões e configurações de terminais são exigidas. Esses requisitos podem ser cumpridos através do arranjo apropriado das células (instalação longitudinal ou transversal) e de suas interconexões. A figura 3 fornece uma visão geral

dos planos de conexão mais comuns. Conseqüentemente, o desenho técnico da caixa da bateria varia de modo correspondente.

4.2.2. Tampa e Indicador de Carga

Todas as células são cobertas e seladas por uma tampa. Essa tampa é selada de forma permanente à caixa através de um processo de vedação realizado em alta temperatura. Ela é equipada com orifícios acima de cada célula para o preenchimento inicial do eletrólito. Há um canal central de desgaseificação (especialmente para as baterias sem manutenção). Todas as células são conectadas a esse canal central de gás e as cargas gasosas escapam por um orifício central de ventilação. A bateria possui dois orifícios de ventilação, o que permite uma instalação mais flexível nos diferentes veículos. Um orifício de ventilação é fechado com uma pequena tampa, o outro é ligado a um tubo de ventilação. Isso permite que a bateria seja instalada dentro do veículo, pois os gases nocivos são conduzidos para fora do veículo pelo tubo de ventilação.



Figura 4. Tampa com orifícios de ventilação. Vista superior e inferior.

Nas baterias 100% livres de manutenção, as tampas roscadas não são acessíveis. Nesse caso, elas são ou seladas por uma etiqueta ou embutidas e cobertas por outro tipo tampa. As baterias modernas 100% livres de manutenção são equipadas com uma tampa labirinto. Nesse caso, a tampa é composta por duas partes. A segunda e menor parte contém o canal central de desgaseificação e cobre, com seu mecanismo de labirinto, os furos das células. As tampas que possuem um canal central de desgaseificação podem ser equipadas com interruptores de chamas. Primeiro, eles retêm o eletrólito quando a bateria é inclinada ou virada de cabeça para baixo. Segundo, as faíscas e chamas são impedidas de retornar e de espalhar-se na parte interna da bateria. Além disso, um sistema de controle de carga pode ser instalado em algum lugar na tampa. O indicador de carga tem a função de indicar o estado de carga em que a bateria se encontra.

4.2.3. Blocos de Células, Placas e Grades

Os blocos das células (elementos) contêm placas positivas e negativas, e os separadores que as separam. A quantidade e área de superfície dessas placas são o fator essencial que define a capacidade Ah da célula. A espessura das placas depende do campo de aplicação da bateria.



Figura 5. Conjunto de células.

As placas, chamadas de placas de grades, são compostas por grades de chumbo (o suporte da “massa ativa”) e pela própria massa ativa que é “colocada” nelas. A massa ativa, que é sujeita a processos químicos quando a corrente passa por ela, é porosa e fornece, portanto, uma grande área de superfície efetiva. No bloco de células, todas as placas positivas são soldadas a uma conexão de placas. O mesmo ocorre com as placas negativas. Essas conexões de chumbo seguram as placas individuais de maneira mecânica nas suas posições. Normalmente, cada segmento possui uma placa negativa a mais do que o total de placas positivas.

As grades são feitas de chumbo ligado a diferentes elementos químicos para obter determinadas características. As ligas das grades se classificam em: chumbo-antimônio (PbSb), chumbo-cálcio (PbCa) e chumbo-cálcio-prata (PbCaAg). Esta última é frequentemente chamada de cálcio-prata. Além dessas ligas principais e características, todas as grades contêm também substâncias adicionais que não são explicitamente mencionadas quando se falam nas diferentes tecnologias de grades.

A maior força dos modernos motores de carro, aliada a uma carroçaria mais compacta e aerodinâmica, resultou em uma temperatura média maior do compartimento do motor. Essas mudanças também afetaram a concepção da bateria de partida. Uma das mudanças mais recentes foi o uso de uma liga de chumbo melhorada para as grades da bateria das placas positivas. As grades não somente contêm menos cálcio e mais estanho, mas também contêm o elemento prata. Essa liga, em combinação com uma estrutura mais fina da grade, resultou em alta durabilidade até em temperaturas mais

altas que, normalmente, aceleram a corrosão. Isso também se aplica aos casos em que a bateria está sobrecarregada e com uma alta densidade de ácido, bem como quando a bateria está em repouso com uma baixa densidade de ácido. A geometria otimizada da grade e a condutividade elétrica otimizada permitem o uso melhorado da massa ativa, o que ainda amplia este efeito.

A geometria das grades varia, dependendo do processo de produção adotado pelo fabricante. As seguintes ilustrações mostram as diferentes geometrias de uma grade expandida (à direita) e de uma grade fundida:

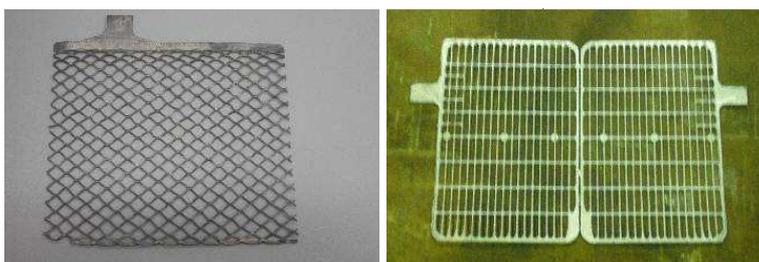


Figura 6. Grades (a) expandida e (b) fundida.

Cada grade possui um grampo através do qual ela é ligada à conexão da célula. Se o grampo for posicionado mais próximo do centro da placa, ele é chamado de “grampo central”. O grampo central permite uma fixação mais equilibrada das placas de grade dentro da caixa da bateria. Essa fixação permite o uso de placas mais finas (aproximadamente 30% mais finas em comparação com um grampo não-centralizado) e mais fortes, o que permite usar uma quantidade maior de placas. Isso, por sua vez, resulta em um melhor desempenho de partida a frio, sem perda de qualidade.

A massa ativa é a parte da placa da bateria que se altera quimicamente quando a corrente flui durante os processos de carga e descarga. A massa é porosa e, por isso, possui uma grande área de superfície.

4.2.4. Separadores

Uma vez que as considerações acerca do peso e da economia do espaço são importantes para o desenvolvimento das baterias de automóvel, as placas positivas e negativas são posicionadas muito próximo umas das outras. Elas não podem encostar umas nas outras, nem quando são dobradas e nem quando partículas se desprendem de suas superfícies. Caso contrário, a bateria é imediatamente destruída pelo curto-circuito resultante.



Figura 7. Separadores utilizados nas placas.

Divisórias (separadores) são instaladas entre as placas individuais dos elementos para garantir que há espaço suficiente entre as placas de polaridade oposta e que elas permanecem eletricamente isoladas umas das outras. Porém, esses separadores não devem impedir a migração dos íons, devem ser resistentes ao ácido e serem feitos de material poroso pelo qual o eletrólito possa circular livremente. Esse tipo de estrutura micro porosa impede que as fibras de chumbo muito finas penetrem nos separadores e causem curtos-circuitos. Hoje, uma folha de polietileno que não oxida e que resiste ao ácido é usada como material separador. Ela vem em forma de bolso e envolve (e separa) as placas negativas e positivas. Ela impede que o material ativo se desprenda das placas e impede os curtos-circuitos na parte inferior e nas bordas laterais das placas. O diâmetro médio dos poros é 10 vezes menor do que aquele dos separadores convencionais, o que é uma medida eficiente para impedir curtos-circuitos através do separador, reduzindo também a resistência elétrica.

4.2.5. O Eletrólito

O eletrólito permeia os poros das placas e dos separadores e preenche os espaços vazios das células. Portanto, o óxido e as partículas de chumbo da massa ativa estão sempre em contato com o eletrólito. Quando o ácido sulfúrico é diluído em água, as moléculas do ácido se dividem em íons de hidrogênio carregados positivamente (H^+) e em íons de resto de ácido carregados negativamente (SO_4^{-2}). Essa divisão é necessária para tornar o eletrólito condutivo e para possibilitar a reação química durante o processo de carga e descarga. Cada bateria possui uma especificação própria de concentração de eletrólito utilizado. Portanto o mesmo deve ser diluído para a concentração necessária.



Figura 8. Tanques para preparação de solução de H_2SO_4

4.2.6. Conexões de Células

As conexões de células têm a função de interligar as placas de mesma polaridade dentro de um mesmo bloco e interligar cada bloco com o seu subsequente, em série. Isso permite que a tensão gerada em cada bloco (aproximadamente 2 volts por bloco) seja somada com a do bloco seguinte até que completem 12 V (6 blocos). As conexões que ligam um bloco ao outro têm o nome de “straps”.



Figura 9. Conjunto de células ligadas aos straps e aos terminais.

4.2.7. Pólos Terminais

A conexão das placas positivas da primeira célula é conectada ao pólo terminal positivo, e aquela das placas negativas da última célula ao pólo terminal negativo. Os pólos terminais são fabricados de uma liga de chumbo e formados conicamente para causar uma baixa resistência de contato com as conexões dos cabos. Entre esses dois pólos terminais, existe uma voltagem terminal de aproximadamente 12 V. Os cabos da bateria são fixados aos pólos terminais através de terminais especiais de cabos.

Para se evitar confundir os pólos positivo e negativo, eles são marcados com a sua polaridade. Além disso, o pólo terminal positivo possui um diâmetro exterior maior do que o terminal negativo.

4.2. Princípio de Funcionamento

A conversão de energia química em energia elétrica (conversão eletroquímica), como a que ocorre em acumuladores, por exemplo, é um dos processos mais eficientes de conversão de energia.

O armazenamento de energia em um acumulador é possível por causa da diferente tendência que diferentes substâncias têm de dar e de receber elétrons, sendo este princípio que justifica a energia fornecida por uma bateria chumbo-ácido.

O dióxido de chumbo (PbO_2) é uma substância que possui uma grande tendência de receber elétrons, enquanto que o chumbo metálico (Pb) tem uma grande tendência de doar elétrons. Assim, se chumbo metálico for colocado em contato com dióxido de chumbo, e estabelecidas condições para que elétrons possam caminhar de um para outro, a transferência de elétrons do chumbo para o dióxido de chumbo dar-se-á com extrema facilidade.

No caso de um acumulador chumbo-ácido, o chumbo metálico ao perder seus elétrons e o dióxido de chumbo ao receber esses elétrons, ambos, transformar-se-ão em sulfato de chumbo ($PbSO_4$). Os íons sulfato (SO_4^{2-}) necessários a essa transformação, são provenientes do ácido sulfúrico (H_2SO_4) presente no eletrólito.

Na Figura 10 é ilustrado um diagrama dos componentes fundamentais para uma bateria chumbo-ácido e a equação da reação química que rege seu funcionamento.

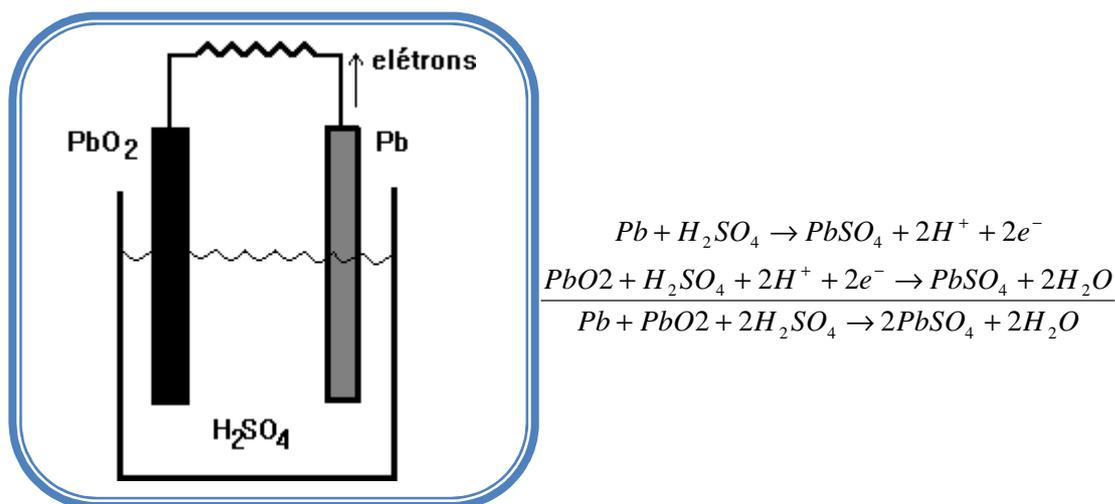


Figura 10: Funcionamento básico de uma célula de bateria chumbo-ácido.

Para que um acumulador seja útil, é importante fazer com que os elétrons transferidos no processo descrito acima, passem por um circuito elétrico externo e realizem um trabalho, por exemplo, girando um motor elétrico, acendendo uma lâmpada, etc.

Finalmente, o dispositivo só é considerado um acumulador se possibilitar que os elétrons transferidos do chumbo ao dióxido de chumbo possam ser transferidos no sentido contrário, através da aplicação de uma corrente elétrica externa, regenerando o chumbo e o dióxido de chumbo consumidos.

Os elétrons, por serem partículas de carga negativa, são atraídos por regiões de potencial elétrico positivo e repelidos por regiões de potencial elétrico negativo. Assim, em um acumulador como o descrito acima, o chumbo é o pólo negativo e o dióxido de chumbo é o pólo positivo.

A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva separadas por um separador poroso, todos imersos em uma solução de ácido sulfúrico, sendo esta unidade chamada de célula ou elemento.

Quando o acumulador está carregado, as placas positivas e negativas são constituídas essencialmente de dióxido de chumbo e chumbo, respectivamente. Durante a descarga, as placas sofrem reações e ambas são convertidas a sulfato de chumbo. Paralelamente, a solução de ácido sulfúrico diminui em concentração, reduzindo assim o valor de sua densidade.

Cada célula de um acumulador chumbo-ácido apresenta uma diferença de potencial entre as placas de cerca de 2 volts. Essa tensão é função principalmente da densidade da solução de ácido sulfúrico.

A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é função da quantidade de material ativo presente. Se o tamanho das placas dobrarem, teoricamente dobrará a quantidade de carga disponível. Ao invés de aumentar o tamanho das placas, é comum ligar outras placas positivas à placa positiva original e outras placas negativas à placa negativa original (ligação em paralelo).

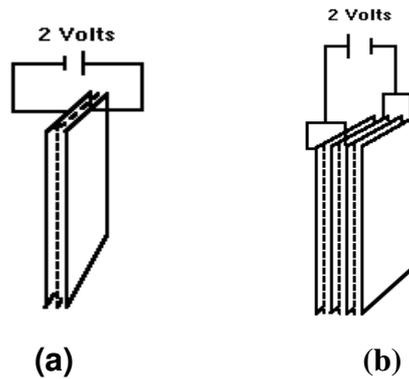


Figura 11: (a) Configuração mais simples para célula de um acumulador. (b) Representação de uma célula com mais de um par de placas

Para aumentar a diferença de potencial do acumulador, devem-se ligar dois ou mais elementos como o descrito abaixo, de modo que as placas positivas se liguem às placas negativas (ligação em série). Os elementos ligados devem estar em compartimentos separados, pois caso a solução de um elemento entre em contato com a de outro elemento, haverá uma auto-descarga dos mesmos, devido ao circuito elétrico fechado através da solução.

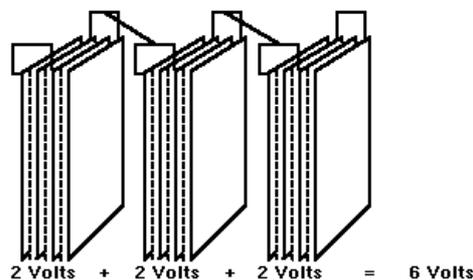


Figura 12: Representação de uma ligação de células em série

Durante o processo de recarga, além das reações de conversão do sulfato de chumbo em chumbo metálico na placa negativa e dióxido de chumbo na placa positiva, ocorrem sempre outras reações paralelas indesejáveis. Na placa positiva pode ocorrer uma oxidação da grade metálica, ou seja, uma corrosão das grades positivas. Este processo é acelerado em condições de alta temperatura e de tensão excessiva utilizada na recarga. As ligas utilizadas nas grades e o contato entre massa e grade são os fatores mais importantes na proteção contra corrosão.

Ainda na placa positiva, pode ocorrer um consumo de oxigênio proveniente da água presente na solução. Na placa negativa pode ocorrer um consumo de íons de hidrogênio. O consumo de hidrogênio e de oxigênio corresponde exatamente ao consumo de

moléculas de água, sendo assim ao longo dos ciclos da bateria pode haver a necessidade de repor essa quantidade de água perdida.

5. Processo de produção

O diagrama ilustrado na figura 13 descreve sucintamente o processo de fabricação de baterias. O processo é iniciado com a fundição do chumbo para constituição das grades e pequenas peças (como *straps*). Esta operação é realizada em máquinas chamadas fundidoras, onde o chumbo na forma de lingote é aquecido até o seu ponto de fusão (entre 400 e 500 °C) por meio de um cadinho e posteriormente escoando no interior do molde onde é resfriado para obter a forma da grade definida. As propriedades da grade não só dependem da composição da liga e da sua forma, com também da temperatura, tempo e condições de resfriamento. Caso estes parâmetros não estejam bem ajustados, as propriedades físicas da grade estarão comprometidas. Problemas como diminuição da rigidez, espaços vazios no interior da grade e má distribuição de peso de grade são problemas associados às irregularidades de fundição.

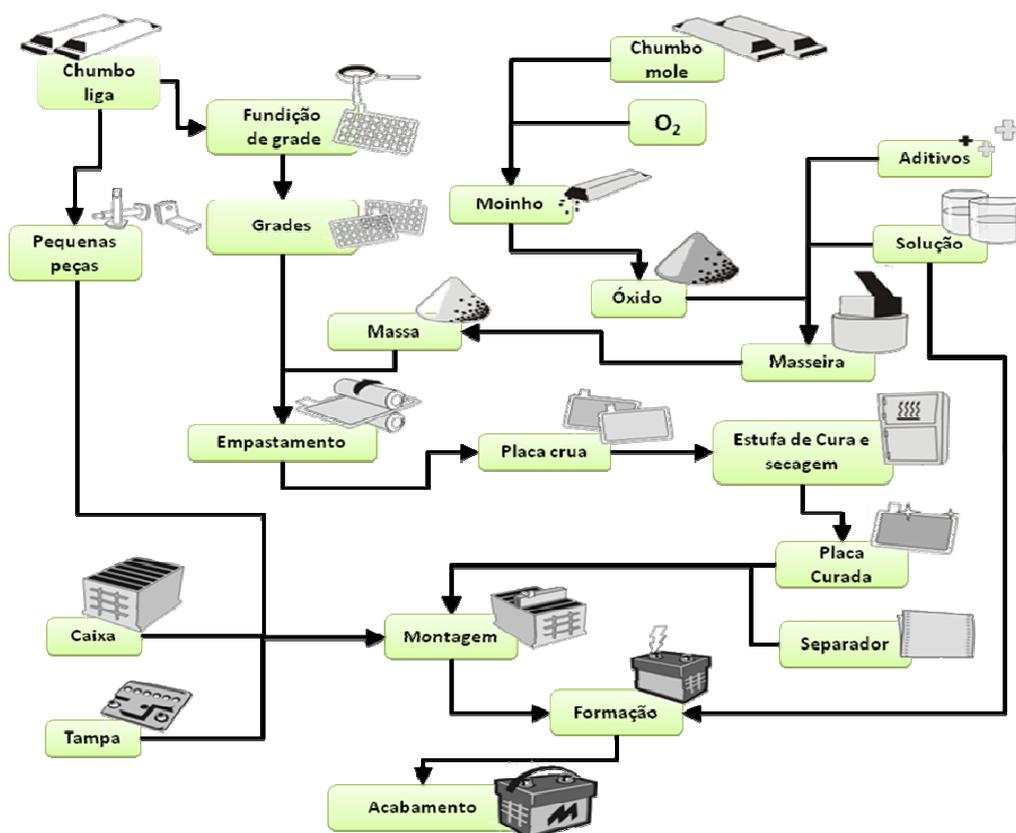


Figura 13. Fluxograma do processo de produção de baterias.

Em paralelo com a fundição do chumbo liga é realizada a oxidação do chumbo mole de acordo com a reação $Pb + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow PbO$, que pode ser realizada de duas formas distintas:

Moinho de atrito: O chumbo (em temperatura ambiente) é cortado em pedaços por meio de uma guilhotina e em seguida é adicionado ao interior do moinho, onde o atrito com as lâminas em seu interior eleva a temperatura e com a adição de ar em seu interior, ocorre a oxidação de chumbo (favorecida pela elevação de temperatura).



Figura 14. Moinho de atrito

Reator de Barton: O chumbo é fundido e inserido no interior do reator e em seguida é adicionado de ar, havendo oxidação contínua conforme o reator é misturado.



Figura 15. Reator de Barton

As diferenças no processo de formação têm como consequência, diferenças nas propriedades dos dois óxidos de chumbo formados, nos seguintes aspectos:

Tabela 1. Comparação entre os óxidos obtidos no moinho de atrito e no reator de Barton.

Forma de Oxidação	Moinho de Atrito	Reator de Barton	Relação
Granulometria	ϕ_A , forma esférica.	ϕ_B , forma elíptica.	$\phi_A > \phi_B$
% de Pb não oxidado	$Pb_{L,A}$	$Pb_{L,B}$	$Pb_{L,A} > Pb_{L,B}$
Reatividade	R_A	R_B	$R_B > R_A$
Fluidez	f_A	f_B	$f_A > f_B$

O controle sobre o processo é realizado em função da taxa de alimentação de chumbo e oxigênio, atuando diretamente sobre a granulometria, a temperatura e o teor de chumbo livre no óxido. A partir do óxido, se produzem as massas negativas e positivas, que serão empastadas na grade. As massas são produzidas em dispositivos misturadores chamados de masseiras. As duas massas possuem :

- ✚ Óxido de chumbo PbO , carga com futura massa ativa.
- ✚ Ácido sulfúrico H_2SO_4 , reagindo com o PbO , formando o $PbSO_4$.
- ✚ Água, que garante plasticidade, e ajusta a densidade e a umidade da massa necessária para um bom empastamento.
- ✚ Fibras, que fornecem consistência mecânica e impedem a queda de massa no empastamento.



Figura 16. Masseira utilizada para mistura

O que difere a composição das massas positiva e negativa é a presença de alguns aditivos, como o negro de fumo presente na massa negativa, com função de expansor (aumentando a relação área superficial/volume de massa), auxiliando também na distinção visual, pois a massa positiva possui tom alaranjado.

O empastamento ocorre imediatamente após a elaboração da massa, sendo realizado abaixo da masseira, onde são inseridas as grades, que depois de empastadas, são denominadas de placas. A umidade das placas é ajustada ao passar no interior de um túnel de secagem, nesta etapa deve-se ter uma atenção especial, pois se busca obter uma placa com exterior seco e interior úmido, livre de rachaduras. Em seguida, as extremidades das placas (chamadas normalmente de *orelhas*), são lixadas.



Figura 17. Linha de empastamento, secagem e lixação.

Posterior a lixação, as placas são agrupadas em cavaletes e são levadas ao processo de cura, onde o restante de chumbo livre é quase totalmente convertido a óxido de chumbo. Este processo ocorre numa estufa em condições de umidade específicas (entre 6% e 10%) e em temperaturas elevadas (aproximadamente 70°C). Neste processo ocorre liberação de calor, em que as partículas mais alongadas são favorecidas (produzidas no moinho de atrito). Uma cura incompleta tem como resultado a queda de massa durante o processo de formação da bateria. Após a cura ocorre o processo de secagem para fornecer coesão à massa cujo tempo e temperaturas devem ser monitoradas, para se evitem rachaduras e perdas das propriedades dos aditivos.



Figura 18. Câmaras de cura.

As placas curadas são levadas para a montagem, onde as placas positivas e negativas são agrupadas de forma alternada, isoladas por um separador de poliestireno. Após o agrupamento, as orelhas das placas são fundidas em um suporte (*strap*), por um processo semi-automático constituindo os elementos.



Figura 19. Mesa rotatória utilizada na construção dos elementos.

Essa fundição das orelhas, denominada de *strap*, possuem um poste onde será feita a soldagem (chamada solda *Inter-cell*) entre os elementos no interior da caixa, dentro da qual não pode haver folgas ou compressões exageradas, que quando sujeitas às vibrações mecânicas do veículo apresentam problemas como curtos-circuitos e queda de massa. O único contato entre os elementos deve ser por meio da solda *Inter-cell*.



Figura 20. Solda *Inter-cell*.

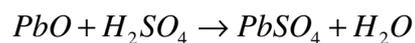
Após a inserção dos elementos na caixa e da realização da solda, ocorre a selagem da tampa na caixa. O conjunto da parte superior da caixa e parte inferior da tampa é aquecido (até que ocorra fundição parcial) por meio de um molde aquecido chamado *espelho*, sendo então pressionado até o resfriamento e com o endurecimento do plástico estará totalmente soldado.



Figura 21. Molde de aquecimento utilizado na selagem caixa/tampa.

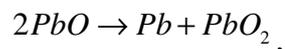
Com a tampa selada ocorre a solda entre os terminais externos e os postes internos. Para garantir que o contato interno externo foi realizado com perfeição, são realizados testes automáticos de condutividade.

A caixa selada é levada para o processo de formação, onde o eletrólito é inserido no interior da bateria e ocorre a formação do sulfato de chumbo, segundo a reação



Ocorrendo queda na densidade e acidez da solução com desprendimento de calor pela reação de sulfatação que acarreta o aquecimento a bateria. Este aquecimento não pode ser excessivo, pois dificulta a elevação da densidade do eletrólito.

Quando ocorre a passagem de elétrons entre as placas, ocorre a reação



Onde o chumbo puro encontra-se na placa negativa e o óxido de chumbo encontra-se na placa positiva. Quando as placas negativas estão formadas a passagem de eletricidade pela mesma provoca outra reação, gerando gás hidrogênio.



Figura 22. Tanques utilizados no processo de formação das baterias.

No processo de formação devem ser tomadas várias precauções nas condições deste processo, em especial nos parâmetros tempo, densidade do eletrólito e tempo do banho no carregamento. O tempo de encher e ligar a bateria não deve ser inferior a 30 minutos (tempo insuficiente para penetração de ácido nas placas para criar uma camada semicondutora) e nem superior a 90 minutos (ocorrendo reação indesejada de hidratação das placas negativas que compromete a partida a frio). Para densidades de enchimento acima de 1220g/l, utiliza-se eletrólito gelado $T < 7^{\circ}\text{C}$ (para sanar alta elevação de temperatura que pode comprometer a massa da placa positiva). Se a bateria for cheia com eletrólito diferente do especificado, a tensão e densidade final ficar fora do especificado, comprometendo a queda de massa, partida a frio, hidratação e sobrecarga. O banho das baterias deve ser iniciado imediatamente após o enchimento das baterias, caso contrário haverá perda de calor para o ambiente, baixa temperatura da água e do eletrólito durante a formação.



Figura 23. Linha de acabamento das baterias.

Após a formação, a bateria está pronta para uso. Em seguida a mesma deve ser limpa, etiquetada e embalada, pois além de relevância estética, possui importância na realização dos testes, como também estocagem. É nesta etapa que ocorrem os testes finais da bateria antes de ser enviada para o campo. Os testes realizados são os de alta descarga e de vazamento. Após o acabamento, a bateria segue para a estocagem e distribuição encerrando a produção de fabricação

5.1. Linha de Produtos

A Acumuladores Moura S./A. produz baterias para partida de veículos automotores, baterias estacionárias para uso em sistemas de telecomunicações, *no-breaks* e sistemas de energia solar e eólica, baterias tracionárias para uso em veículos

elétricos e demandas industriais, e baterias náuticas, para uso em lanchas, iates e embarcações de grande porte.

5.1.1. Moura com Prata - baterias para veículos automotores

A bateria automotiva é o principal produto do Grupo Moura. A tecnologia de utilização da prata nas baterias proporciona uma maior vida útil ao acumulador. A bateria automotiva Moura é fornecida para Volkswagen, Fiat, Ford e Renault, além de ser exportada para Inglaterra, Bélgica, Holanda, Espanha, Grécia, EUA, Argentina, Uruguai, Porto Rico, entre outros.



Figura 24: Bateria automotiva Moura com prata

5.1.2. Moura Inteligente - baterias para veículos automotores

A Bateria Inteligente tem uma vida útil superior em até 50% a das baterias automotivas convencionais. Produzida com novos agentes de natureza química, elétrica e mecânica, esta bateria oferece um comportamento especial em relação aos mais rigorosos contextos externos.

Nas situações em que as baterias automotivas comuns sofrem um intenso desgaste, a Bateria Inteligente oferece respostas corretivas. O resultado é uma maior capacidade de enfrentar os principais vilões das baterias: elevação da temperatura no compartimento do motor, descargas acentuadas e prolongadas, dilatações resultantes dos ciclos de carga e descarga, e finalmente as vibrações que são transmitidas do veículo para a bateria. Assim, é principalmente nas situações críticas de operação que a Bateria Inteligente se distingue das baterias automotivas comuns.



Figura 25: Bateria automotiva Moura Inteligente

5.1.3. Moura Log HDP - Baterias tracionárias

A linha de baterias tracionárias Moura Log HDP oferece elevado desempenho nas mais severas condições de uso, especialmente as resultantes das operações em pisos irregulares e em altas temperaturas. Esse desempenho é assegurado pela utilização das mais modernas técnicas no desenvolvimento de seus componentes e nos processos de fabricação. A tecnologia HDP possibilita o aumento da vida útil e incremento da resistência à vibração, atendendo a demanda de veículos elétricos de tração elétrica.



Figura 26: Baterias tracionárias Log HDP

5.1.4. Moura Clean - Baterias estacionárias

As baterias estacionárias da linha Moura Clean utilizam uma tecnologia completamente nova. Traz uma solução definitiva para os problemas associados à utilização de baterias reguladas a válvula (VRLA) em altas temperaturas.

Esta nova família de baterias é o resultado da experiência do Grupo Moura em projeto, desenvolvimento, industrialização e assistência técnica, associado às parcerias tecnológicas com alguns dos maiores fabricantes mundiais do setor.

As baterias estacionárias possuem duas aplicações básicas: flutuação e ciclos constantes de carga e descarga. No regime de operação de flutuação as baterias permanecem grandes períodos sob tensão de flutuação e em caso de falta do sistema externo de abastecimento, são destinadas a compensar as perdas internas e mantê-las sempre em estado de plena carga.

Estas baterias são utilizadas em sistemas de telecomunicações, no-breaks, subestações elétricas, alarmes de vigilância eletrônica, iluminação de emergência, sinalização e hospitais.

No regime de ciclos constantes a bateria é submetida a um grande número de ciclos de carga e descarga, e fornece a energia necessária para as instalações, sendo carregada em intervalos de tempo regulares. Estas baterias são utilizadas em sistemas de energia eólica e solar, em monitoramento remoto, e sinalização marítima.



Figura 27: Bateria estacionária Moura Clean

5.1.5. Moura Boat - Baterias náuticas

As baterias da linha Moura Boat oferecem alto desempenho e durabilidade em aplicações náuticas, proporcionando total segurança. Esta linha de baterias é o resultado do constante investimento em pesquisa, associado à experiência e ao pioneirismo da Moura em desenvolvimento de tecnologia de baterias.

Em uma embarcação, as baterias podem ter duas funções distintas: partida e serviço. A primeira é utilizada para dar a partida no motor da embarcação, e é projetada para fornecer uma alta corrente durante um curto intervalo de tempo; semelhante à bateria utilizada para partir o motor de um automóvel.

A bateria de serviço é utilizada para alimentar os equipamentos e utilidades elétricas da embarcação, tais como iluminação, rádio, GPS, radar, microondas, refrigerados, bombas e outros itens de consumo, normalmente por intermédio de um inversor. A linha Moura Boat é pioneira em baterias náuticas no Brasil.



Figura 28: Bateria náutica Moura Boat

6. Atividades desenvolvidas na empresa

Durante o período de realização do estágio, foram desenvolvidas várias atividades, voltadas para a formação, adaptação e aprimoramento do profissional dentro do ambiente empresarial, que envolveram o contato direto do estagiário com as principais etapas do processo de produção de baterias.

6.2. Treinamentos Realizados

A Moura, cumprindo o seu papel de empresa com crença e foco nas pessoas, fornece cursos de capacitação para seus funcionários, para manter elevado o padrão de desempenho dos mesmos no desenvolvimento de suas atividades. No período de estágio, foram realizados os treinamentos citados a seguir.

6.2.1. MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) & PDCA

O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões que tem como principal objetivo indicar soluções de problemas de maneira o mais eficaz possível, garantindo o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização.

A sigla PDCA é um acrônimo para as palavras *Plan* (planejamento), *Do* (execução), *Check* (verificação), *Act* (ação), ou seja, esta ferramenta divide a solução de problemas em quatro etapas, sendo que cada uma destas é subdividida em outras fases.

As quatro etapas do PDCA e seus respectivos objetivos podem ser descritas da seguinte forma:

- ✚ *Plan* (planejamento): estabelecer missão, visão, objetivos (metas), procedimentos e processos (metodologias) necessários para a obtenção dos resultados.
- ✚ *Do* (execução): executar as atividades.
- ✚ *Check* (verificação): monitorar e avaliar periodicamente os resultados, avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado.

✚ *Act* (ação): agir de acordo com o avaliado e de acordo com os relatórios, eventualmente determinar e confeccionar novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

As quatro etapas do ciclo do PDCA são divididas em oito etapas, distribuídas conforme apresentados na Figura 29.

PDCA	FLUXOGRAMA	FASE	OBJETIVO
P	1 	Identificação do problema	Identificação do problema
	2 	Observação	Descoberta das “características importantes” do problema
	3 	Análise	Descoberta dos fatores do processo (causas) que afetam aquelas “características importantes”
	4 	Plano de ação	Contramedidas às causas principais
D	5 	Execução	Atuação de acordo com o “Plano de Ação”
C	6 	Verificação	Confirmação da efetividade da ação
A	7 	Padronização	Eliminação definitiva das causas
	8 	Conclusão	Reflexão sobre as atividades e planejamento para trabalho futuro
			

Figura 29: Etapas do PDCA

6.2.1.1. Ferramentas para melhoria da qualidade

As principais ferramentas utilizadas para o tratamento de problemas de qualidade são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Ferramentas de melhoria de qualidade

FERRAMENTA	APLICAÇÃO PARA A MELHORIA DA QUALIDADE
Benchmarking	Comparar um processo com o de líderes reconhecidos para identificar as oportunidades para a melhoria da qualidade
Brainstorming	Identificar possíveis soluções para problemas e oportunidades potenciais para a melhoria da qualidade
Diagrama de causa e efeito	Analisar e comunicar relações de causa e efeito. Facilitar a resolução de problemas de sintoma para a causa, até a solução
Estratificação	Separar um conjunto de dados de modo a perceber que existe um padrão
Diagrama de Pareto	Apresentar por ordem de importância a contribuição de cada item para o efeito total. Classificar as oportunidades para a melhoria

6.2.1.2. Estratificação

A estratificação é o método usado para separar um conjunto de dados de modo a perceber que existe um padrão. Quando esse padrão é descoberto, fica fácil detectar o problema e identificar suas causas. A estratificação ajuda a verificar o impacto de uma determinada causa sobre o efeito estudado e ajuda a detectar um problema.

A estratificação começa pela coleta de dados com perguntas do tipo:

- ✚ “Os turnos de trabalho diferentes podem ser responsáveis por diferenças nos resultados?”
- ✚ “Os erros cometidos por empregados novos são diferentes dos erros cometidos por empregados mais experientes?”
- ✚ “A produção às segundas-feiras é muito diferente da dos outros dias da semana?”
- ✚ “Determinado item tem mais problemas de qualidade do que outros?”

Quando a coleta de dados termina, devem-se procurar, primeiramente, padrões relacionados com o tempo ou a sequência, verificando se há diferenças sistemáticas entre os dados coletados. No caso de perguntas como as exemplificadas, devem-se analisar as diferenças entre dias da semana, turnos, operadores etc. Um exemplo comum de estratificação é o dos problemas ou anomalias encontrados nos setores e

equipamentos de uma fábrica, onde estas informações podem ser estratificadas por local do problema e por tipo de problema

6.2.1.3. Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é um gráfico de colunas nas quais se reflete a frequência dos problemas. Nele, os eventos indesejáveis ou os custos ligados à qualidade e à produtividade são estratificados, de acordo com as causas ou manifestações, e organizados em ordem decrescente de importância da esquerda para a direita. Na figura 30 é apresentado um exemplo de uma análise de Pareto.

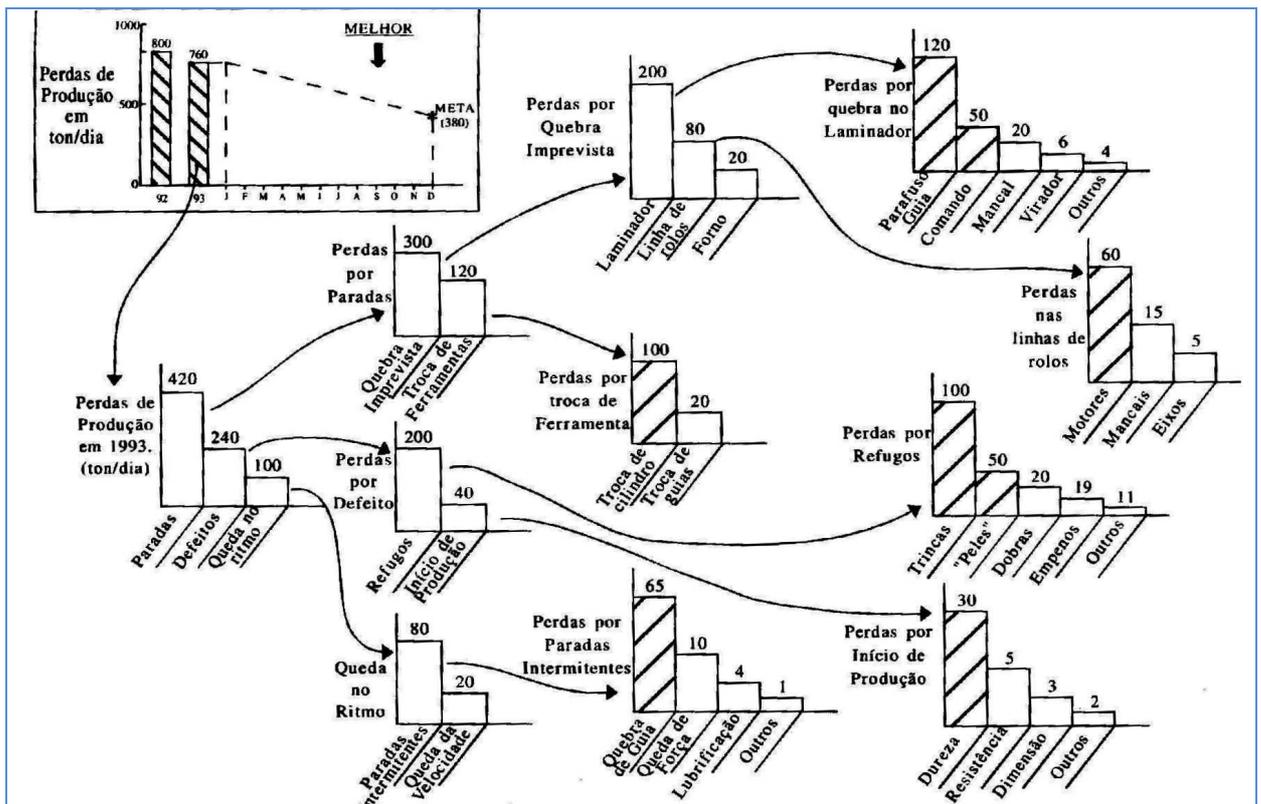


Figura 30: Exemplo de um gráfico de Pareto

6.2.1.4. Diagrama de Causa e Efeito

Outra ferramenta que permite descobrir problemas que geram a má qualidade de um produto ou serviço é o diagrama de causa e efeito, também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de *Ishikawa*.

No diagrama causa e efeito ilustrado na figura 31, vemos que o mesmo tem o formato de uma grande seta apontando para um problema, enquanto que os ramos que saem dessa seta representam as principais categorias das causas potenciais de problemas.

Em 1953, Kaoru Ishikawa, professor da Universidade de Tóquio, sintetizou as opiniões dos engenheiros de uma fábrica na forma de um diagrama de causa e efeito, enquanto eles discutiam um problema de qualidade. Esta foi considerada a primeira vez em que foi utilizada esta abordagem. Quando o diagrama foi usado na prática, ele provou ser muito útil, e logo passou a ser amplamente utilizado entre as empresas de todo o Japão. Esse diagrama identifica apenas as possíveis causas de um problema. A solução de cada um dependerá das prioridades que o grupo escolher para resolver em primeiro lugar.

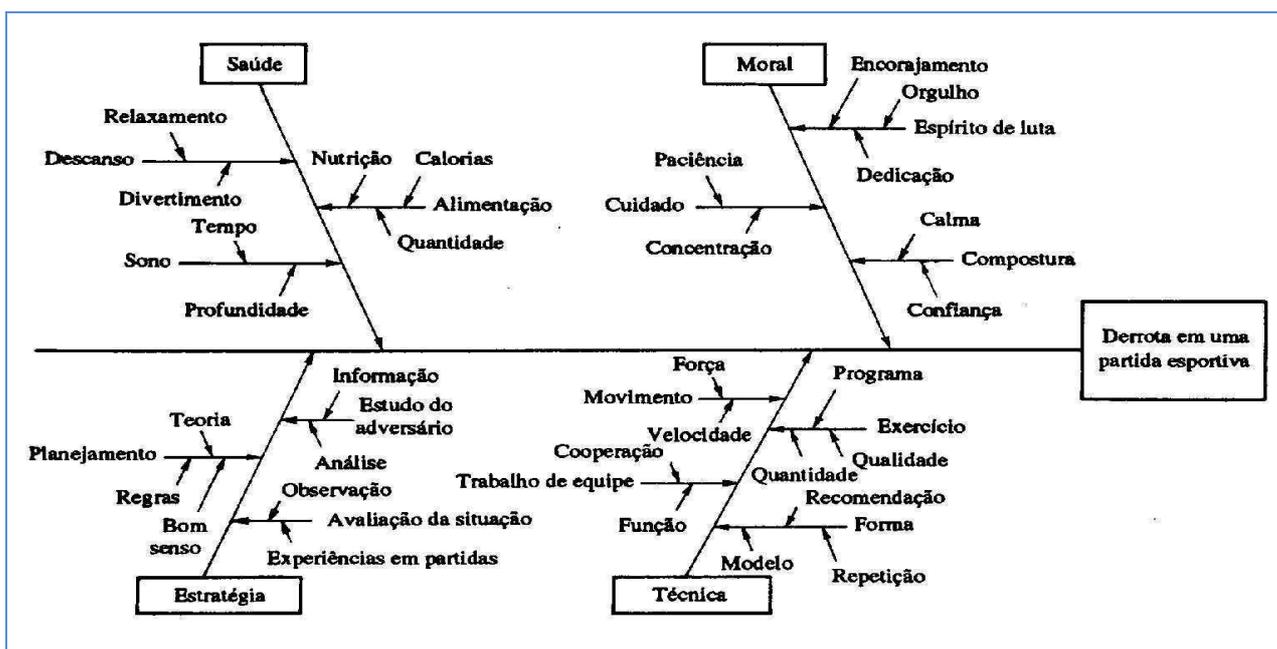


Figura 31: Exemplo de um diagrama de causa e efeito

6.2.1.5. Padronização

Em qualquer empresa, se faz necessário que todos os operadores saibam como é a forma correta de executar seu trabalho e, além disso, é preciso que eles o executem da forma mais igual possível, só assim o produto sairá padronizado e com boa qualidade.

Para cada etapa de produção existe um ou mais documentos que explicam como proceder naquela atividade, além dos parâmetros que devem ser adotados para tal. O documento que descreve a forma que uma atividade deve ser executada é chamado de Procedimento Operacional Padrão (POP), enquanto o que descreve os parâmetros que devem ser considerados para sua execução é chamado de Ficha Técnica (FT).

O objetivo do POP é fazer com que pessoas que nunca executaram uma determinada tarefa, consigam, apenas lendo o POP, fazê-la, de maneira igual. Já a FT

serve para que o operador possa manter o controle sobre os parâmetros de operação que ele utiliza.

Além dos POP's e FT's, na padronização de processos é comum também utilizar um documento chamado de padrão visual, o qual exibe de maneira bem clara, a imagem de produto de saída do processo com a qualidade desejada e ao lado a do produto com algum defeito que deve ser evitado, sendo assim, o operador tem a visualização do que de fato ele deve produzir.

Cada etapa do processo tem procedimentos operacionais padrão, fichas técnicas e padrões visuais, todos estes só fazem sentido se estiverem expostos na área de produção, pois é lá onde o operador se encontra.



Figura 32: Exemplo de um quadro de padronização exposto na área

Cada POP, FT e padrão visual exposto só tem efetivamente validade se estiver com um carimbo do controle de qualidade, que analisa previamente os documentos e libera sua exposição caso julgue-os procedentes.

Porém, mesmo existindo estes documentos que visam padronizar o processo como um todo, não é raro haver alterações no processo, a cada dia melhorias são implantadas e parte dos documentos de padronização torna-se desatualizados. Também vale lembrar que procedimentos operacionais padrão e padrões visuais têm validade de dois anos, após este período deve ser feita uma revisão para que possam torna-se válidos novamente.

O processo de padronização é de extrema importância para qualquer processo produtivo, essa questão vai além do gerenciamento da qualidade de seu produto, basta citar que para obter uma certificação a padronização é obrigatória.

6.2.2. Tratamento de Anomalias

São as atividades seqüenciais realizadas após a identificação da anomalia e que fazem com que sejam tomadas as ações corretivas e preventivas necessárias para a sua eliminação e prevenção.

O sistema de tratamento de anomalias procura atuar de forma a fazer com que o padrão (que saiu do normal) retorne a situação de normalidade. Tem por objetivo colocar o processo sob controle, eliminando as causas das anomalias especiais, restando apenas aquelas crônicas que deverão ser tratadas no PDCA.

6.2.3. Gestão por competência

Visando a conscientização da empresa e colaboradores, quanto às prioridades de desenvolvimento dentro da organização, a melhor utilização das competências internas e a clareza de necessidade de desenvolvimento da percepção, qualidade do ambiente de trabalho, competência visando aumentar o aprendizado e o desempenho, modernização, profissionalização e crescimento por parte dos colaboradores Moura.

6.3. Atividades práticas

Durante o estágio, o estagiário ficou responsável para acompanhar e supervisionar alguns projetos em execução na empresa. As principais atividades desenvolvidas são:

- ✚ Racionalização do uso da energia elétrica;
- ✚ Sistema de Proteção contra Descargas Atmosférica;
- ✚ Acompanhamento na ampliação da formação (Sistemas eletrônicos de carga/descarga);
- ✚ Adequação a NR-10;
- ✚ Atividades referente a rotina de trabalho.

7. Racionalização do Uso da Energia Elétrica

7.1. Descrição do Sistema Elétrico da Empresa

O sistema de distribuição da fábrica é composto por uma subestação 69kV/13,8kV (10-12,5 MVA.) e mais sete subestações de 13,8 kV/380V, estas sete subestações de “média” tensão alimentam os quadros gerais de baixa tensão, onde estes alimentam os quadros de força e estes por último alimentam os quadros de máquina.

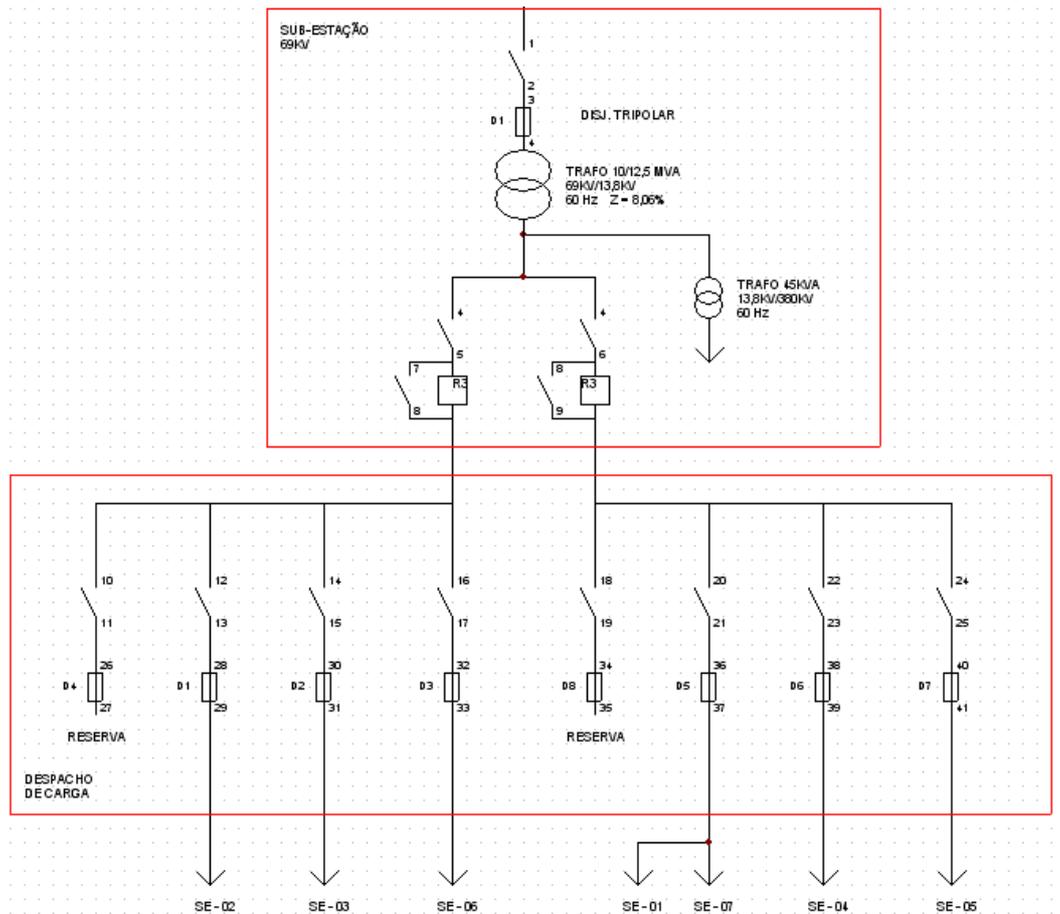


Figura 33: Esquema Elétrico da UN-01

A subestação de 69kV distribui a energia para um centro de despacho de carga através de dois alimentadores. Cada alimentador da SE-69 alimenta 4 disjuntores, totalizando 8 disjuntores, que por sua vez distribuem a carga dentro da fábrica. Os Disjuntores estão distribuídos da seguinte maneira:

Alimentador 1

- 🔌 Disjuntor 01: reserva.
- 🔌 Disjuntor 02: atende a subestação 02.
- 🔌 Disjuntor 05: atende a subestação 06.
- 🔌 Disjuntor 06: atende as subestações 03.

Alimentador 2

- 🔌 Disjuntor 04: atende a subestação 05.
- 🔌 Disjuntor 03: atende a subestações 01 e 07.
- 🔌 Disjuntor 07: atende a subestação 04.
- 🔌 Disjuntores 08: reserva.

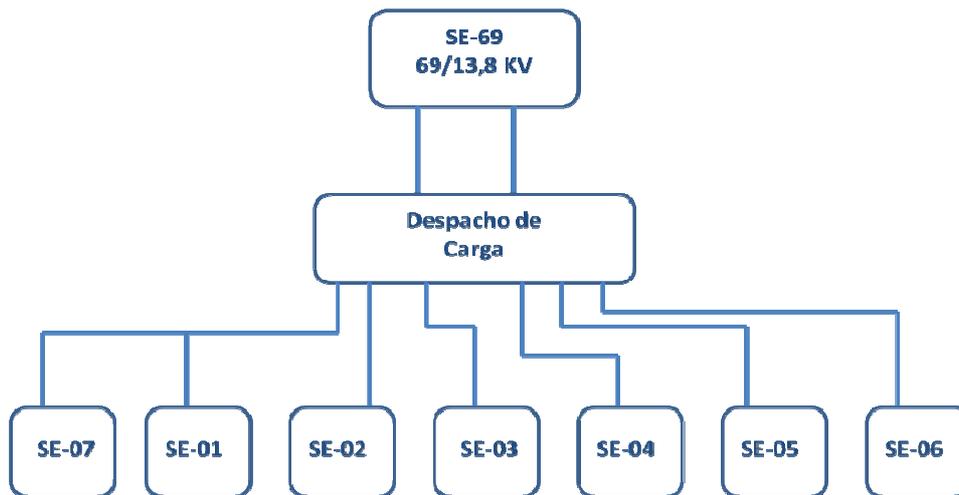


Figura 34: Diagrama Elétrico das Subestações

A SE-01 é composta por dois transformadores que recebem tensão de 13,8kV e tem na sua saída 380/220V com uma potência de 2MVA cada, fornecendo assim uma potência total de 4MVA. A SE-01 atende a demanda da UGB1 (Unidade Gerencial Básica 01).

A SE-02 é composta por quatro transformadores sendo que três recebem tensão de 13,8kV e tem na sua saída 440/254V (dois transformadores de 1MVA e um de 1500kVA) e mais um transformador de 750kVA - 380/220V, estes transformadores atendem a demanda da UGB4 (Unidade Gerencial Básica 04).

A SE-03 é composta por um transformador que recebe a tensão de 13,8kV e tem na sua saída 380/220V com uma potência de 2MVA, ela atende a demanda das linhas de montagens das baterias.

A SE-04 é composta por dois transformadores que recebem tensão em 13,8kV e tem na sua saída 380/220V sendo ambos com uma potência de 300kVA gerando uma potencia total de 600kVA, ela atende a demanda do acabamento.

A SE-05 é composta por dois transformadores, sendo que um recebe tensão de 13,8kV e tem na sua saída 440/254V (transformador de 2MVA) e mais um transformador de 160kVA - 380/220V, estes transformadores atendem a demanda da UGB4 (Unidade Gerencial Básica 04), na parte da formação 02, esta demanda é atendida através de circuitos que alimentam o carregamento das baterias. O transformador de 160kVA é para serviços auxiliares como iluminação e tomadas de força.

A SE-06 é composta por um transformador que recebe tensão em 13,8kV e tem na sua saída 380/220V tendo uma potência de 750kVA, ela atende a demanda do acabamento (novas instalações).

A SE-07 é composta por um transformador que recebe tensão em 13,8kV e tem na sua saída 380/220V tendo uma potência de 150kVA, ela atende a demanda de setores administrativos, laboratórios e consultórios.

7.2. Acompanhamento Setorial

Durante a vigência do estágio curricular do discente foi montado um comitê de energia sob gestão do engenheiro elétrico responsável pela UN-01 com o objetivo de implementar ações de eficiência energética e conscientização por parte dos colaboradores, nesse contexto uma premissa para o bom desempenho do comitê seria as medições setoriais e sua confiabilidade.

Uma das atividades do discente está relacionada em analisar a confiabilidade das medições e organizar informações sobre o sistema de medição através de um manual.

Basicamente as medições setoriais da UN-01 são realizadas por dois tipos de medidores, o SAGA-2500 e UPD-200 totalizando 16 medidores estando todos os medidores interligados ao sistema de comunicação via rádio ou via cabo que recebe as informações via protocolo RS-232 e os distribui para módulos de medição. Esses módulos estão localizados na subestação 69kV, no caso da Acumuladores Moura existe um sistema supervisor de medição e controle – Gestal que recebe as informações desses módulos e faz a supervisão e controle dos 16 medidores distribuídos. Abaixo segue a tabela contendo os 16 medidores contendo tipo, endereço e localização dentro da planta elétrica da Acumuladores Moura S/A.

Tabela 3: Localização, Tipo e Endereço dos Medidores

Endereço	Tipo	Local
END 0	MED/CONSE	SE-69
END 1	UPD-200	Despacho de carga SE-1
END 2	UPD-200	Despacho de carga SE-2
END 3	UPD-200	SE-3
END 13	SAGA-2500	SE-3
END 4	UPD-200	SE-4
END 5	UPD-200	Despacho de carga SE-5
END 6	UPD-200	SE-6
END 7	SAGA 2500	SE-7
END 8	SAGA 2500	SE-4
END 9	SAGA 2500	SE-4(MOX 6)
END 10	SAGA 2500	SE-4 (CENTARL 4)
END 11	SAGA 2500	SE-02 trafo 1500kVA
END 12	SAGA 2500	CENTRAL 1
END 14	SAGA-2500	SE-1 TRAF01 2000kVA
END 15	SAGA-2500	SE-1 TRAF02 2000KVA
END 16	SAGA-2500	OFICINAS AG,DEMAI

7.2.1. Especificação dos medidores

Na tabela 04 segue as características técnicas dos medidores usados no sistema de medição setorial da Acumuladores Moura S/A:

Tabela 4: Especificação dos Medidores

Medidor	Tensão de Alimentação	Tensão Máxima	Corrente Máxima	Exatidão
UPD - 200	Modelo Padrão: 196			
	a 300 V CA			Tensão e Corrente:
	Opicional:	Fase-Neutro: 300		0,5% ± 2dígitos
	85 a 265 V / 95 a	V CA	6 A	Potência
	300 V CA	Fase-Fase:		1% ± 2dígitos
	Frequencia:	520 V CA		
50 / 60 Hz				
Consumo: 4 VA				
SAGA - 2500	Modelo Padrão: 196			
	a 253 V CA			Tensão e Corrente:
	Opicional:	Fase-Neutro: 300		0,5% ± 2dígitos
	85 a 265 V / 95 a	V CA	6 A	Potência
	300 V CA	Fase-Fase:		1% ± 2dígitos
	Frequencia:	520 V CA		
50 / 60 Hz				
Consumo: 4 VA				

7.2.2. Diagrama de medição e Composição do Consumo Setorial

A seguir a disposição dos medidores e sua localização relacionada aos setores da fábrica:

UGB1 (SE-1) e SE-7

A razão das duas subestações juntas no diagrama vem do fato da alimentação das duas sair do mesmo ponto do despacho de carga como pode ser visto na figura 35.

O medidor presente UPD-200 localizado no despacho de carga que medirá o consumo das duas subestações. Em baixa tensão, temos dois medidores relacionados diretamente com a SE-1 e um medidor medindo o consumo da SE-7.

O fato da central de compressores 1 ter um medidor instalado pode ser visto por duas razões: A primeira relacionado a projetos de eficiência energética (diminuição dos vazamentos na rede de ar comprimido) e a segunda está relacionado com o fato, que apesar da central 1 ser alimentada pela SE-1, ela alimenta também a montagem, ou seja,

uma fração da leitura dessa central deve ser incorporada a montagem no rateio do consumo da UN 1.

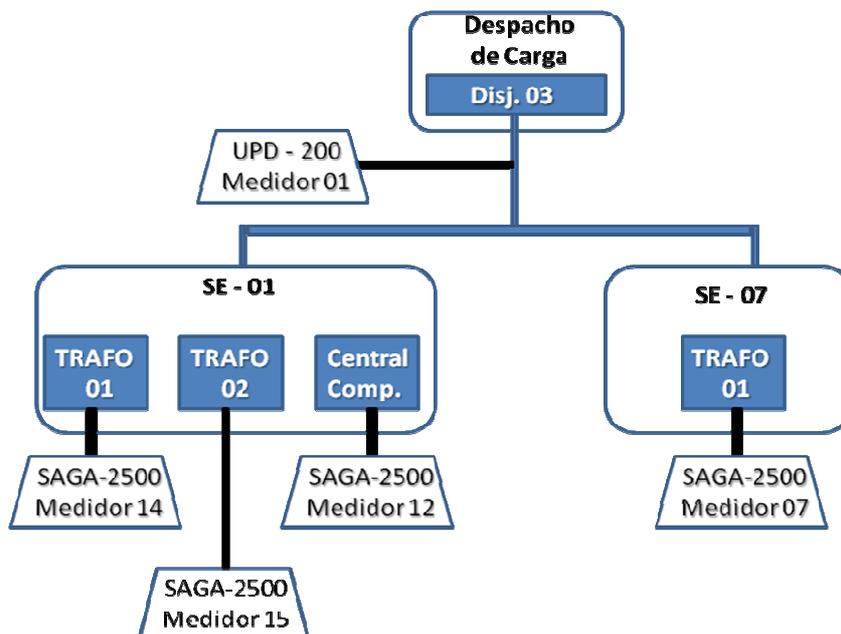


Figura 35: Diagrama de medição UGB-1 SE-7

Desta forma a totalização do consumo da UGB-01 é feita utilizando os seguintes medidores:

MEDIDOR 1 – Esse medidor está localizado no despacho de carga (média tensão 13,8 kV) na leitura desse medidor está embutido o consumo da UGB-1 (SE-1) e SE-7 (administrativo) e da central 1 de compressores. Esse medidor é de suma importância para formação do consumo da UGB-1, pois possibilita a medição das perdas de transformação.

MEDIDOR 14 – Está localizado na saída do trafo 1 da SE-1.

MEDIDOR 15 – Está localizado na saída do trafo 2 da SE-1.

MEDIDOR 10 – Está localizado na SE-4. Esse medidor é responsável pela leitura da central 4 de compressores. A central 4 é alimentada pela SE-4, no entanto essa central alimenta 3 setores da fábrica UGB1, formação e acabamento que juntos formam a UGB-4. Logo, uma fração desse medidor deve ser incorporada a UGB-1.

MEDIDOR 12 – Medidor localizado na central 1 de compressores. Como a central 4 esse medidor alimenta mais de um setor. No caso da central 1, temos dois setores: a montagem; e a UGB-1. Nesse caso deve-se incorporar a leitura final da UGB-1 uma fração desse medidor.

Montagem (SE-03)

Na montagem (UGB2 e UGB3), têm-se dois medidores instalados em baixa tensão localizados na subestação 3. As leituras nesses medidores são somadas a uma fração do medidor da central 1 de compressores.

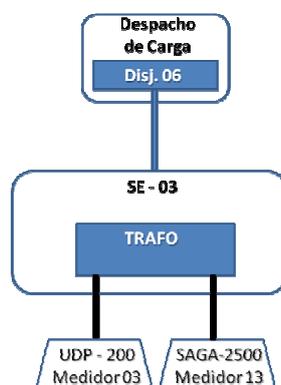


Figura 36: Diagrama de Medição Montagem

Desta forma a totalização do consumo da MONTAGEM é feita utilizando os seguintes medidores:

MEDIDOR 12 - Medidor localizado na central 1 de compressores. Nesse caso deve-se incorporar a leitura final da UGB-2 uma fração desse medidor.

MEDIDOR 3 – Medidor localizado na SE-3 responsável por parte do consumo da montagem.

MEDIDOR 13 – Medidor localizado na SE-3 responsável por parte do consumo da montagem.

FORMAÇÃO (SE-5 & SE-2)

A formação a qual faz parte da UGB-4 é alimentada pela SE-2 e SE-05. A formação é dividida em seções, as seções estão divididas da seguinte forma: Seções 1,2,3 e 4 alimentada pela SE-02 e seção 05 pela SE-5. Como pode ser visto nas figuras 37 e 38, os dois medidores referentes às duas subestações estão localizados em média tensão no despacho de carga.

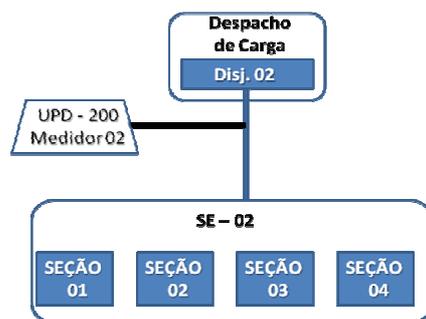


Figura 37: Diagrama de Medição da Formação (SE-02)

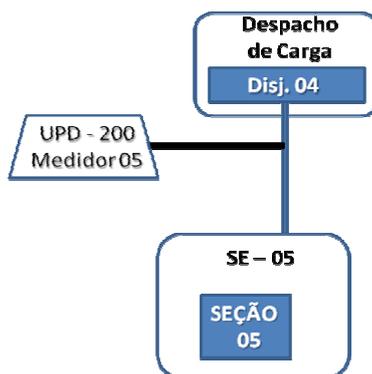


Figura 38: Diagrama de Medição da Formação (SE-05)

Desta forma a totalização do consumo da FORMAÇÃO é feita utilizando os seguintes medidores:

MEDIDOR 2 – Nesse medidor tem-se a leitura do consumo da SE-2 que alimenta as seções 1,2,3 e 4.

MEDIDOR 5 – Nesse medidor tem-se a leitura do consumo da SE-5 que alimenta a seção 5.

MEDIDOR 10 – Uma fração do consumo da central 4 dos compressores é destinado à formação, logo essa fração deve ser incorporado ao consumo da formação.

ACABAMENTO (SE-6)

No acabamento tem-se apenas um medidor localizado em baixa tensão.

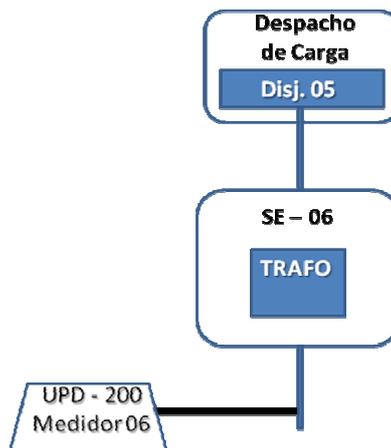


Figura 39:Diagrama de Medição do Acabamento

Desta forma totalização do consumo do ACABAMENTO é feita utilizando os seguintes medidores:

MEDIDOR 10 – Uma fração do consumo da central 4 dos compressores é destinado ao acabamento, logo essa fração deve ser incorporado ao consumo do acabamento

MEDIDOR 6 – Localizado na SE-6 e por meio da leitura desse medidor tem-se o consumo das três linhas de montagem do acabamento

SE-4

Na subestação SE-4 tem-se 3 medidores, onde sua disposição é ilustrado pela figura 40. A leitura do medidor localizado na central de compressores 4 é rateada conforme seu consumo já que a central 4 alimenta a UGB-1, UGB-4 (Formação e acabamento).

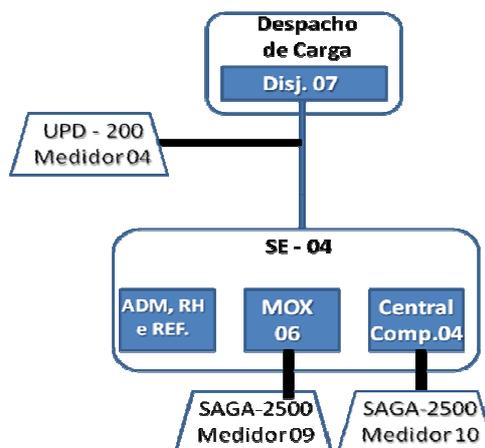


Figura 40:Diagrama de Medição na SE-04

8. Sistema de proteção contra descargas atmosférica (SPDA)

As descargas atmosféricas são fenômenos da natureza que podem causar dano. Na indústria o prejuízo que um raio pode trazer para a empresa é muito grande, sem falar no risco das pessoas que trabalham na mesma. Sendo assim, há uma necessidade de elaborar um sistema para a proteção, tanto do patrimônio, quanto das vidas envolvidas.

Antes de falar do sistema de proteção contra as descargas atmosférica, é necessário que se entenda como essas descargas se originam. As descargas atmosféricas originam-se de uma diferença de cargas positivas e cargas negativas que se forma entre as nuvens e o solo e pode ser representado pelo modelo das nuvens de cargas (ver figura 41).

A forma mais comum de explicar a formação das cargas e o modelo das nuvens é a representação bipolar. A nuvem como um enorme bipolo com cargas positivas na parte superior e as negativas na inferior, induz no solo cargas positivas, que ocupam uma área correspondente ao tamanho da nuvem. Como a nuvem é arrastada pelo vento, a região de cargas positivas no solo acompanha o deslocamento dela, criando uma forma de sombra de cargas positivas que seguem a nuvem (ver figura 41).

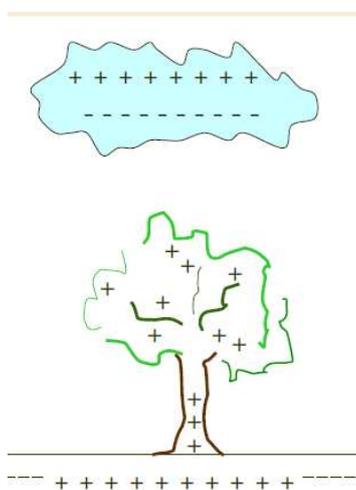


Figura 41: Indução das cargas positivas no solo

Esse bipolo tem uma altura de 10 a 15 km e extensão de alguns km². A diferença de temperatura entre a base e o teto da nuvem (65 a 70 °C) provoca a formação de correntes ascendentes no centro da nuvem e descendentes nas bordas.

Essas correntes de ar deslocando as partículas provocaria o atrito e seu carregamento, formando o bipolo.

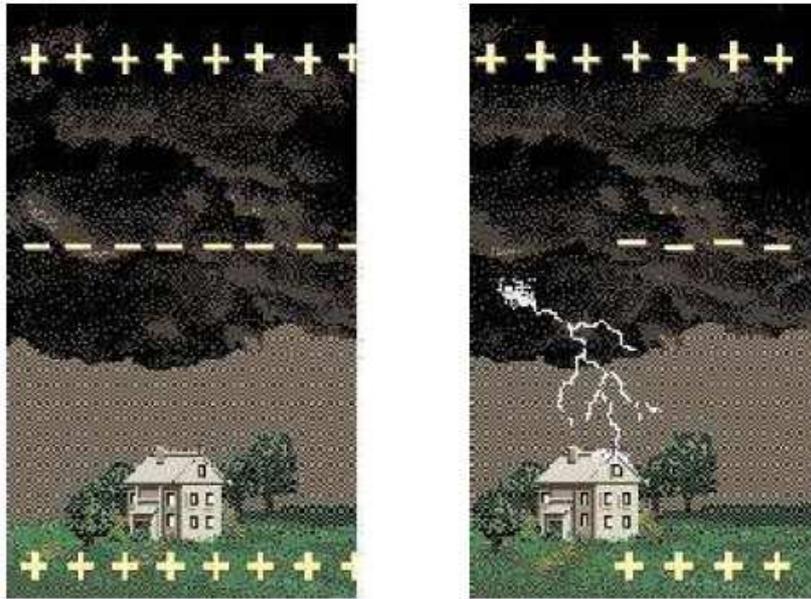


Figura 42: Formação das descarga atmosféricas

O raio ocorre quando a diferença de potencial entre a nuvem e a superfície da Terra ou entre duas nuvens é suficiente para ionizar o ar (os átomos do ar perdem alguns de seus elétrons) dando início a uma corrente elétrica (descarga).

8.1. Pára-raios

Sabe-se que as descargas elétricas provenientes das nuvens de tempestade se dirigem normalmente para o solo. Sendo assim o campo elétrico que sai do pára-raios intercepta a carga para aterrar. O resultado é uma grande descarga elétrica, chamada de raio.

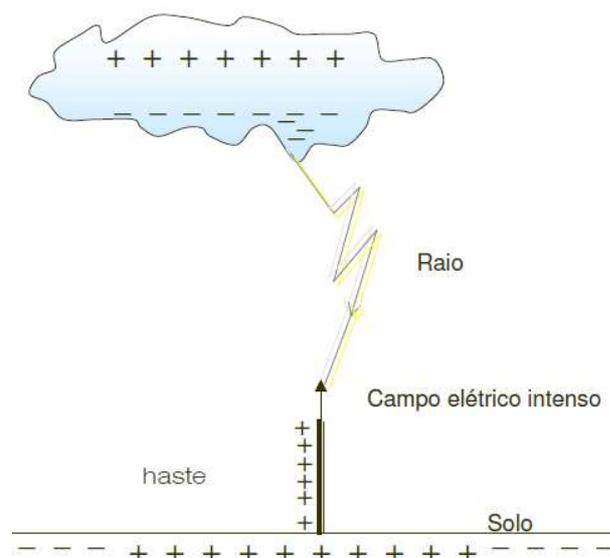


Figura 43: Caminho Fechado entre a Nuvem e o Solo

8.2. SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosférica

A NBR 5419/2001 conceitua o SPDA como sendo um “Sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. Ele é composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção. O sistema externo de proteção consiste em subsistema de captores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento. O sistema interno de proteção é um conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga atmosférica dentro do volume a proteger (DPS – dispositivo de proteção contra surtos).”

O SPDA tem como objetivo encaminhar a energia do raio, desde o ponto que ele atinge a edificação até o aterramento, sendo rápido e seguro. É interessante comentar que o SPDA não pára, não atrai e nem evita que o raio caia, ele simplesmente fecha o circuito conduzindo por um caminho de impedância reduzido.

8.2.1. Funções do SPDA

O SPDA tem como funções:

- ⚡ Neutralizar, pelo poder de atração das pontas, o crescimento do gradiente de potencial elétrico entre o solo e as nuvens, por meio do permanente escoamento de cargas elétricas do meio ambiente para a terra.
- ⚡ Oferecer à descarga elétrica que for cair em suas proximidades um caminho preferencial, reduzindo os riscos de sua incidência sobre as estruturas.

8.2.2. Tipos de SPDA

Existem basicamente dois tipos de SPDA: os de pontas ou hastes ou captor Franklin; e a Gaiola de Faraday. Os sistemas que utilizam o efeito das pontas são mais econômicos, mas para edifícios longos, como fábricas, o princípio da “gaiola” pode se tornar mais econômico. E no caso de edifícios destinados a equipamentos eletrônicos torna-se indispensável. Outro tipo de pára-raios utilizado são os radioativos.

8.2.2.1. Hastes ou do tipo Franklin

O método proposto por Franklin tem por base uma haste elevada. Esta haste, em forma de ponta, produz, sob a nuvem carregada, uma alta concentração de cargas elétricas, juntamente com um campo elétrico intenso. Isto produz a ionização do ar diminuindo a altura efetiva de nuvem carregada, o que propicia o escoamento dos elétrons através do “rompimento” da rigidez dielétrica da camada de ar.

Já o captor tipo Franklin utiliza a propriedade das pontas metálicas de propiciar o escoamento das cargas elétricas para a atmosfera, chamado de poder das pontas. O captor é formado por um mastro galvanizado, suportes isoladores para o mastro, base de fixação e um condutor de descida que leva a descarga elétrica até a malha de aterramento.

Se o diâmetro do cabo de descida, conexões e aterramento não forem adequados, as tensões ao longo do sistema que constitui o pára-raios serão elevadas e a segurança estará comprometida. Ao se instalar um sistema de proteção com pára-raios, deve-se ter sempre o princípio básico da proteção:

O projeto de um SPDA deve ser feito de forma bem dimensionado, pois o mal dimensionamento dos componentes de um SPDA faz com ele o sistema não atue de forma correta, danificando o patrimônio protegido. Por isso, *é preferível não ter pára-raios do que ter um mal dimensionado ou mal instalado.*



Figura 44: Pará-raio tipo haste com o captor Franklin

Os Componentes do sistema tipo Franklin:

- ✚ Captor – principal componente do pára-raios, formado por três pontas ou mais de aço inoxidável ou cobre.
- ✚ Mastro ou haste – é o suporte do captor, constituído de um tubo de cobre de comprimento igual a 5 m e com 55 mm de diâmetro. A sua função é suportar o captor e servir de condutor metálico.
- ✚ Isolador – é a base de fixação do mastro ou haste. Em geral, de porcelana vitrificada ou de vidro temperado para nível de tensão de 10 kV.
- ✚ Condutor de descida – é o condutor que faz ligação entre o captor e o eletrodo de terra.

Os condutores de descida devem ser instalados nos cantos principais da edificação e ao longo das fachadas, de acordo com o nível de proteção. No caso de edifícios com os andares superiores em balanço, não é permitido que o condutor de descida contorne o balanço. Poderia por em risco a segurança de uma pessoa que aí estivesse. Neste caso é obrigatório que o condutor de descida passe por um local protegido como um poço interno, por exemplo.

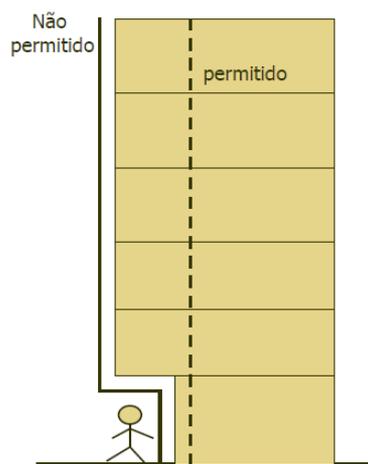


Figura 45: Conductor de Decida em Prédios que tem Balanço

As armaduras de concreto armado podem ser consideradas condutores de descida naturais, desde que: Cerca de 50% dos cruzamentos de barras da armadura, incluindo os estribos, estejam firmemente amarrados com arame de aço torcido e as barras na região de trespasse apresentem comprimento de sobreposição de no mínimo 20mm de diâmetros, igualmente amarrados com arame de aço torcido, ou soldadas, ou interligadas por conexão mecânica adequada.

A função do aterramento nos SPDA é dissipar no solo as correntes dos raios recebidas pelos captosres e conduzidas pelas descidas. Quando da dissipação, devem ser satisfeitas as seguintes condições:

- ✚ Não devem surgir diferenças de potencial entre equipamentos ou partes de um mesmo equipamento;
- ✚ Não devem surgir no solo diferenças de potencial que causem tensões de passo perigosas às pessoas;
- ✚ Não devem surgir entre as partes metálicas e o solo diferenças de potencial que causem tensões de toque ou descarga laterais às pessoas.

Para que estas condições sejam atendidas, deve-se equalizar os referenciais de potencial das diferentes entradas (força e telefone, por exemplo) de modo que não surjam diferenças de potencial perigosas aos equipamentos.

8.2.2.2. Gaiola de Faraday

A gaiola de Faraday é um equipamento que "blinda" o seu interior contra manifestações ou perturbações causadas por campos eletromagnéticos, ou seja, descargas atmosféricas, que possam criar ou impelir carga elétrica, utilizando um material condutor. Esta blindagem é possível quando o comprimento de onda dos

campos eletromagnéticos são maiores do que o tamanho da malha da gaiola. Assim, quanto mais o tamanho do comprimento de onda se aproximar do tamanho da malha, mais eficaz será a blindagem no seu interior. Largamente utilizado em bancos, instalações de segurança, na aviação e em componentes de computadores, entre outras, foi inventado e aperfeiçoado por Michael Faraday (1791-1867), quando estudava o comportamento das cargas elétricas no interior de um corpo.

Para provar que a gaiola de Faraday realmente isola o que está em seu interior, podemos fazer o seguinte experimento:

Um corpo A eletricamente carregado atrai o pêndulo, pois estes tem cargas opostas; mas, quando colocamos o pêndulo dentro de uma gaiola de Faraday, o corpo A não consegue atrair o pêndulo, pois não haverá interação elétrica entre eles.

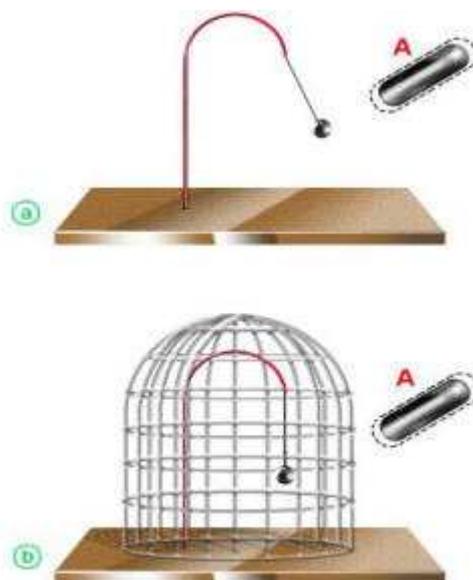


Figura 46: Exemplo de uma gaiola de Faraday

8.2.2.3. Pára-raios radioativo

Sua ação ativa é produzida pelos elementos radioativos que bombardeiam o ar, ionizando-o. Esta ação radioativa ocorre permanentemente durante toda a vida útil do pára-raios. É semelhante ao pára-raios de Franklin. No seu captor são colocados os elementos (material) radioativos. Inicialmente era utilizado o elemento radioativo Rádio-266 que emite partículas alfa (núcleos de Hélio), mas como existe sempre em equilíbrio com o Radônio-222, gás nobre e altamente difusível, foi abandonado por emitir radiações alfa e gama. Atualmente tem sido utilizado elementos sintéticos, como o transurânico Amerício 241, que praticamente não emite radiações gama.

Os motivos para a abolição do pára-raios radioativo no Brasil são:

- ✚ A zona espacial de proteção não é muito maior que a do pára-raios tipo Franklin.
- ✚ Risco na armazenagem e manuseio durante a instalação
- ✚ Risco no uso indiscriminado de pára-raios nos edifícios com alturas distintas.
- ✚ Vida útil do elemento radioativo (média de 450 anos), muito maior que a vida útil do edifício e dos elementos que compõem o pára-raio.
- ✚ Quando o pára-raios ficar velho e fora de uso, onde guardar a carcaça radioativa?

8.2.3. Instalação do SPDA na Acumuladores Moura S/A

A situação da Acumuladores Moura S/A em relação a um Sistema de Proteção contra Descarga Atmosférica (SPDA) estava em desacordo com as duas norma NBR-5419 e a norma do corpo de bombeiros de Pernambuco.

Em vista dessa não conformidade foi designado um projeto de SPDA feito pela N2A Engenharia. Ficando a cargo do estagiário a cotação e análise do material a ser usado no SPDA. Sendo o estagiário responsável por vistoriar e acompanhar a instalação do SPDA em conformidade com o projeto.

O projeto de um SPDA adequado de acordo com a NBR-5419, passa pelas seguintes etapas:

1º Seleção do Nível de Proteção

Deve-se selecionar na tabela 5 qual o nível de proteção exigido para a edificação que queremos proteger.

Tabela 5: Nível de Proteção para o SDPA

Tipos de Edificações	Nível de Proteção
Edificações de Explosivos, Inflamáveis, Industrias Químicas, nucleares, Laboratórios Bioquímicos, Fabrica de Munição e Fogos de Artíficios, Estações de Telecomunicações, Usinas Elétricas, Refinarias, Industrias com Risco de Incêndio, etc.	I
Edificações Comerciais, Bancos, Teatro, Museus, Locais Arqueologicos, Hospitais, Prisões, Casas de Repousos, Escolas, Igrejas e Áreas Esportivas.	II
Edifícios Residenciais, Industrias, Estabelecimento Agropecuários e Fazenda com Estrutura de Madeira.	III
Galpões com Sucata ou Conteúdo Desprezível, Fazendas e Estabelecimento com Estrutura de Madeira	IV

2º Seleção do Método de Proteção

Definido o nível de proteção, define-se o método a ser utilizado e o espaçamento entre os condutores de descida, indicada pela tabela 6.

Tabela 6: Seleção do Método de Proteção

Ângulo do Captor Franklin									
Nível de Proteção	Raio Esfera (m)	Até 20m	21m a 29m	30m a 44m	45m a 59m	h>60m	Malha da Gaiola	Espaçamento das descidas	Eficiência do SPDA
I	20	25°	A	A	A	B	5 x 10	10	95 a 98%
II	30	35°	25°	A	A	B	10 x 20	15	90 a 95%
III	45	45°	35°	25°	A	B	10 x 20	20	80 a 90%
IV	60	55°	45°	35°	25°	B	20 x 40	25	Até 80%
unidades	metros	graus	graus	graus	Graus		metros	metros	porcentagem
<p>A = aplicar somente a gaiola de Faraday ou Esfera Rolante B = Aplicar somente Gaiola de Faraday h = altura do Captor Franklin em relação ao solo</p>									

3º Seleção dos Condutores

Definidos os parâmetros anteriores, deve-se definir o tipo de condutor e conseqüentemente a seção (bitola) deste condutor, indicada pela tabela 7.

Tabela 7: Seleção de Condutores

Nível de Proteção	Material	Captor e anéis intermediários	Descidas até 20m	Descidas acima de 20m	Aterramento	Equalizações de potenciais mm ²	
						Alta Corrente	Baixa Corrente
I a IV	Cobre	35	16	35	50	16	6
	Aluminio	70	25	70	-	25	10
	Aço						
	Galv. a fogo	50	50	50	80	50	16

Após a análise de risco o projeto contemplou a instalação do sistema de proteção contra descarga atmosférica em 6 galpões da UN-01 em mais três locais onde haveria

uma incidência maior de prejuízos no caso de uma descarga atmosférica. Foram utilizados três métodos: gaiola de Faraday; Franklin; e o método eletrogeométrico.



Figura 47: Anel lateral no Antigo Galpão da Expedição



Figura 48: Anel Lateral e Superior no Antigo Galpão da Expedição

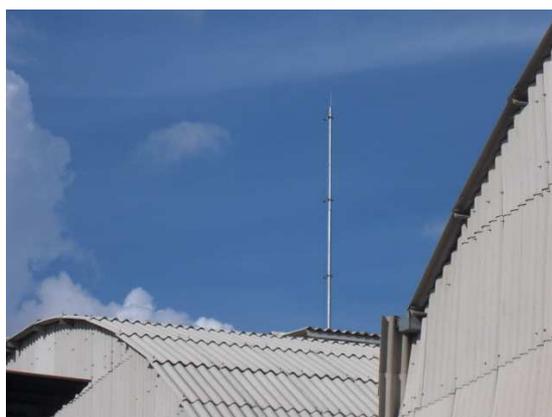


Figura 49: Haste com o captor Franklin no Novo Galpão da Formação

No caso dos novos galpões, como a estrutura é de aço, a própria estrutura funciona como a gaiola de Faraday, com isto, foi instalado apenas o captor Franklin. A tabela 6 mostra como ficou a distribuição da proteção nos galpões.

Tabela 8: Local, Tipo e Nível de Proteção

Local	Nível de Proteção	Tipo de Proteção
1 – Novo galpão da Expedição e Acabamento	Gaiola de Faraday e Captor Franklin	III
2 – Novo Galpão da Formação	Gaiola de Faraday e Captor Franklin	III
3 – Novo Galpão da UGB-01	Gaiola de Faraday e Captor Franklin	III
4 – Antigo Galpão da Montagem	Gaiola de Faraday	II
5 – Antigo Galpão da Formação	Gaiola de Faraday e Captor Franklin	III
6 – Antigo Galpão da Expedição	Gaiola de Faraday	II
7 – SE-02 e TQ`s	Gaiola de Faraday e Captor Franklin	III
8 – TQ`s	Eletrogeometrico	I
9 – Caldeira e Gás	Gaiola de Faraday	II

9. Acompanhamento na Ampliação da Formação (Sistemas Eletrônicos de Carga/Descarga)

A formação é o setor responsável por “formar” a bateria, ou seja, carregá-la. O circuito elétrico utilizado para realizar tal procedimento são os conversores CA/CC, mais conhecidos como retificadores. Esses retificadores são compostos por pontes retificadoras semicontroladas, as quais são controladas através de um microcontrolador que se comunica com um computador, que armazena um programa o qual determina a tensão média aplicada ao conjunto de baterias, bem como, a corrente média aplicada de acordo com a bateria a ser “formada”. Esses parâmetros são controlados de acordo com a temperatura interna da bateria.

O circuito completo recebe o nome de SPM, ele é composto do retificador, indutor, placa de controle e a sonda de temperatura e pode ser montado tanto em um painel quanto em cavaletes dependendo da necessidade.

9.1. Retificador

A alimentação dos circuitos de carga, ou seja, a alimentação das baterias que serão carregadas é feita de acordo com o ilustrado na figura 50:

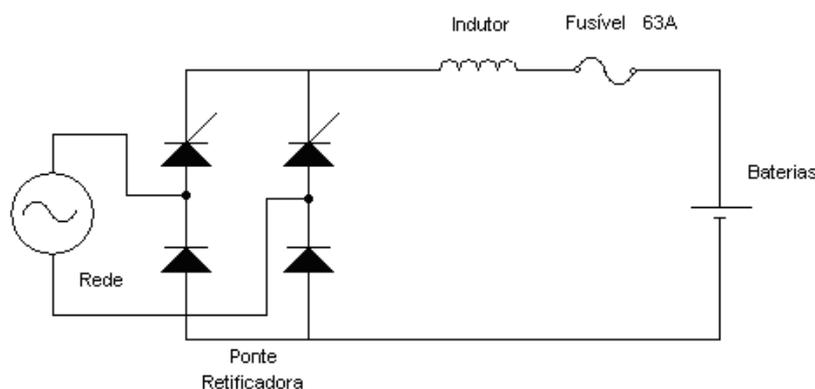


Figura 50: Representação do Circuito de Carga

Como pode ser visto, a saída do módulo retificador é ligada ao banco de baterias a ser carregado. A função do indutor é não deixar que a corrente da carga varie e o fusível é responsável pela proteção do conjunto.

A alimentação das baterias é feita através de cabos de 25mm² os quais são ligados a um banco contendo de 12 a 17 baterias por circuito, onde esse número depende do tipo da bateria, essas baterias são ligadas em série.

O princípio de funcionamento do circuito é o seguinte: A alimentação vinda dos transformadores a 254V fase-neutro é retificada por uma ponte semicontrolada, constituída por um tiristor e um diodo em um mesmo braço como pode ser visto na figura 50. Com o controle do ângulo de disparo ou gatilho, pode-se determinar a tensão média aplicada às baterias, bem como, a corrente média aplicada e dessa forma carregar as baterias de modo mais eficiente e controlado.

O controle do ângulo de disparo é feito através de uma placa eletrônica que envia pulsos para o terminal de “gate” do tiristor fazendo com que um par tiristor/diodo venha a conduzir. A seguir uma explanação melhor do funcionamento:

A configuração do retificador ilustrado na figura 51, no semiciclo positivo da fonte aí representada pela rede, o tiristor T1 e diodo D2 ficam polarizados positivamente. Para que T1 possa conduzir, o circuito de disparo representado pela placa de controle, deve enviar um pulso para o terminal de gate desse tiristor. O instante de disparo do tiristor depende exclusivamente da tensão e corrente média desejada na saída do circuito, para tal controle a placa eletrônica ou de controle, recebe como parâmetros a tensão e corrente de saída, bem como a temperatura interna (da solução) da bateria. A temperatura interna da bateria a ser carregada deve ser controlada para que

seja possível determinar se a tensão e corrente aplicadas às baterias estão excedendo o seu limite térmico.

Assim quando T1 é disparado como na figura 51 temos a sua condução em conjunto com D2.

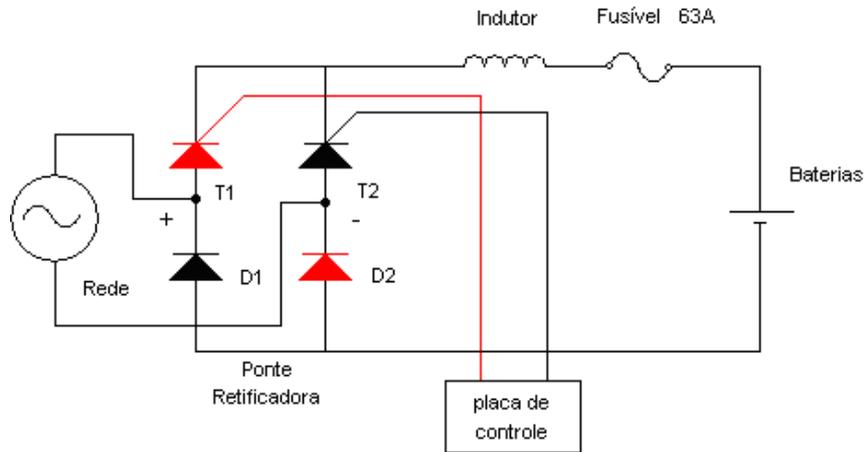


Figura 51: Instante em que T1 e D2 estão sendo acionado

Com o semiciclo positivo o tiristor T1 é disparado, conduzindo, e quando a tensão da fonte passa a ser negativa, ou seja, no semiciclo negativo diodo D1 entra em condução e D2 entra em estado de bloqueio. Se o tiristor T2 não é disparado, o circuito fica em roda livre até que o circuito de disparo envie o comando para que T2 possa conduzir. A corrente se mantém constante devido a presença do indutor. Pode-se ver na ilustração da figura 52 o comportamento do circuito nessa condição:

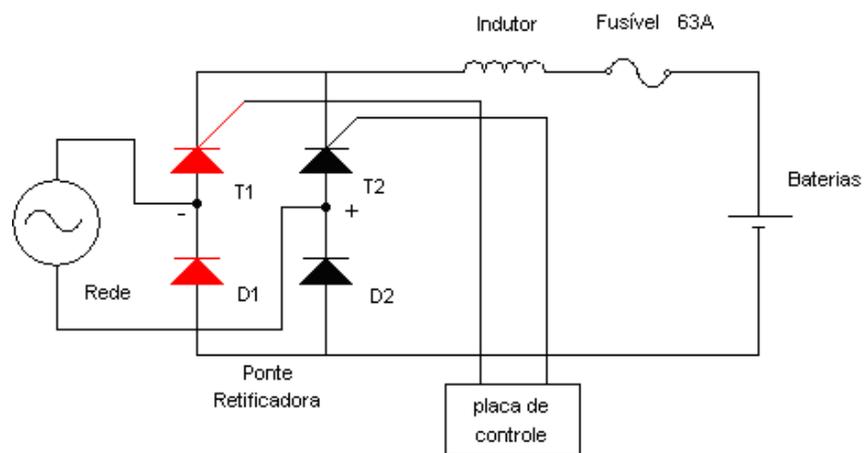


Figura 52: Instante em que T1 e D1 estão sendo acionado

Quando o circuito de disparo envia o comando para o tiristor T2 o mesmo passa a conduzir juntamente com o diodo D1 e a tensão da rede passa a ser aplicada ao conjunto de baterias. Essa condição pode ser visualizada na figura 53:

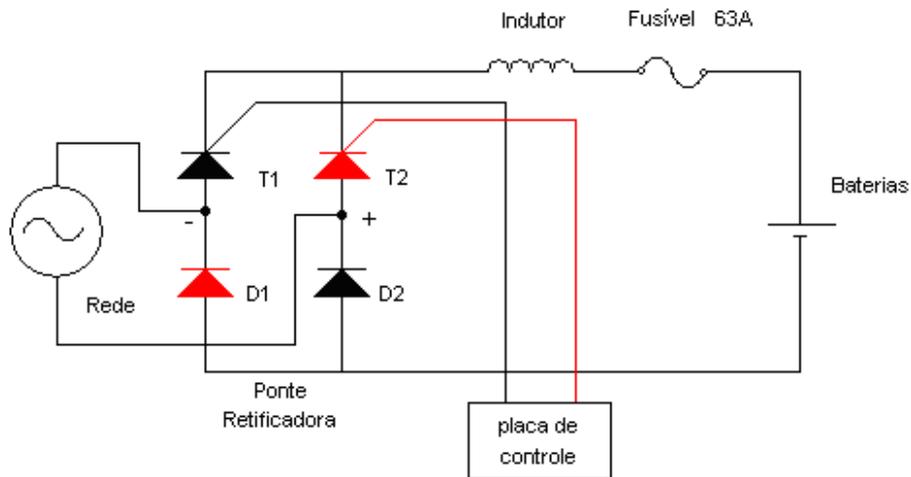


Figura 53: Instante em que T2 e D1 estão sendo acionado

Quando a tensão da fonte passa a ser novamente positiva o diodo D1 bloqueia e o diodo D2 passa agora a conduzir, se o tiristor T1 não é disparado e T2 continua conduzindo, o circuito fica em roda livre e dessa forma a corrente que passa nas baterias continua constante devido a presença do indutor. Esta condição exposta na figura 54:

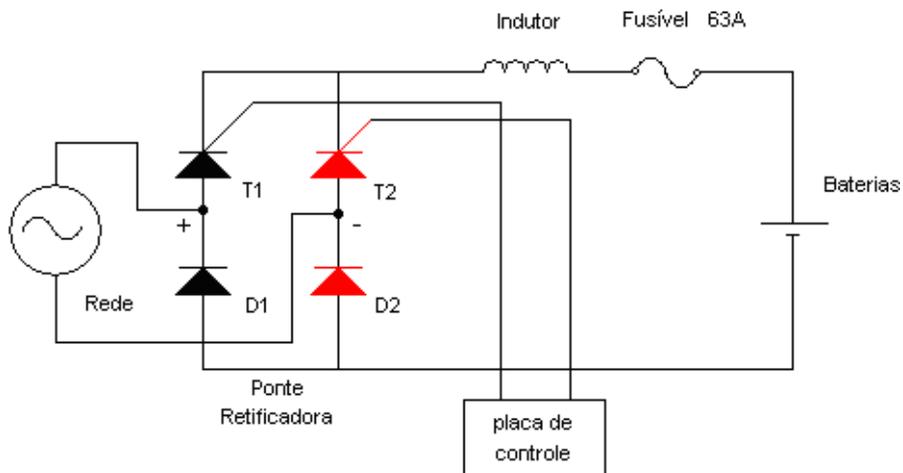


Figura 54: Instante em que T2 e D2 estão sendo acionado

A forma de onda da tensão e da corrente na saída do retificador esta apresentada na figura 55 (figura retirada do guia do Laboratório de Eletrônica de Potência, disciplina ministrada no curso de engenharia elétrica na UFCG). Ou seja, a variação do ângulo de disparo determinar o valor da corrente que é lançada na bateria. Este valor de corrente é

determinado pelo setor de Engenharia de Produto da Empresa, baseada no tipo de bateria que está sendo formada.

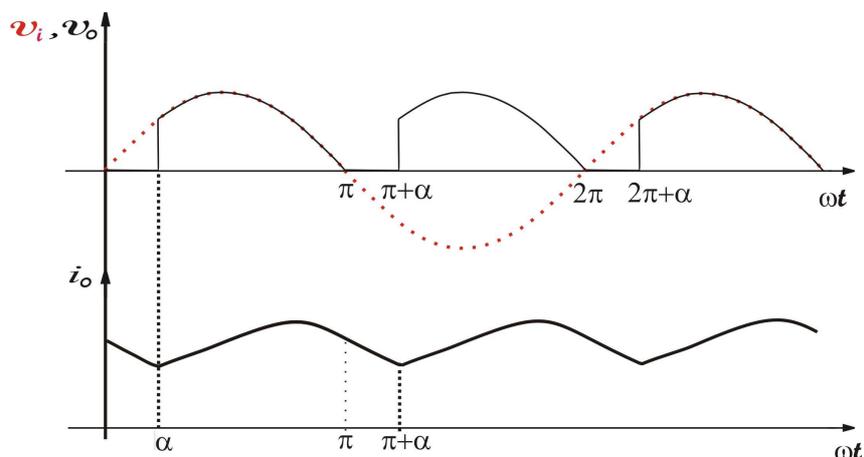


Figura 55: Forma de Onda na Saída do Retificador

As variáveis controladas pela placa eletrônica de controle são a tensão e corrente de saída e o valor dessas variáveis são controladas de acordo com a própria tensão de saída, corrente de saída, temperatura da ponte retificadora e temperatura interna das baterias que estão sendo carregadas. Todos os sensores são ligados à placa de controle que possui um microcontrolador ADUC844 o qual atua sobre o disparo dos tiristores controlando assim a carga entregue às baterias e a atuação do contator que alimenta todo o circuito de potência.



Figura 56: Placa Eletrônica de Controle

9.2. Instalação dos Módulos SPM

A instalação dos módulos referente a ampliação da formação, foi realizada na seção-05. Já existiam 16 bancos de formação cada um contendo 13 circuitos SPM. O

estagiário ficou responsável pela instalação de mais 6 bancos com os mesmos 13 circuitos por banco, totalizando 78 circuitos.

Os Módulos SPM (ver figura 57) são montados em cavaletes, como pode-se perceber na figura 58. Os indutores são instalados em uma sala específica por causa de dois motivos. O primeiro é devido ao calor, já que o indutor libera uma quantidade de calor considerável pelo efeito Joule, verificou-se que além dessa vantagem o fato dos indutores estarem numa distância considerável do retificador, a própria impedância do cabo (que por sua natureza é indutiva) produz um resultado benéfico na forma de onda que vai para as baterias.



Figura 57: Módulo SPM



(a)



(b)

Figura 58: Cavaletes de Montagem (a) Cavalete Referente aos Circuitos já existentes da Seção-05 (b) Cavaletes onde foram instalados os circuitos referente a ampliação da seção-05



(a)



(b)

Figura 59: (a) Indutor na saída do retificador (b) Sala dos Indutores

10. Adequação a NR-10

Depois da visita da DRT a UN-01 constatou-se a necessidade de adequação das instalações elétricas a norma regulamentadora 10.

A NR 10 com suas alterações feitas em 2004 dispõe sobre as diretrizes básicas para a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, destinados a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que direta ou indiretamente interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade nas fases de geração, transmissão, distribuição e instalações elétricas, e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.

A primeira parte do trabalho ficou centrada na parte de diagnóstico das não conformidades da UN-01, sendo que para essa parte foi contratada uma empresa de consultoria em engenharia - N2Aengenharia, outras questões a serem tratadas em termos de urgência seriam a questão das vestimentas adequadas dos eletricitistas, e do prontuário das instalações elétricas. Durante essa etapa também foram realizados os cursos de NR-10 básico e o curso de SEP (Sistema Elétrico de potência), sendo o primeiro curso necessário para os funcionários que vão interagir com a parte de baixa tensão já o segundo curso é direcionado para os funcionários que vão atuar diretamente no sistema elétrico de potência (SEP) da UN-1.

Temos então a divisão dos funcionários em dois grupos:

- ✚ Eletricistas de Manutenção industrial (curso básico NR-10)
- ✚ Eletricista de Manutenção industrial/SEP (Curso básico NR-10/ SEP)

A função do estagiário ficou especificamente centrada em reunir informações necessárias para o acompanhamento dos consultores da N2Aengenharia como reunir os documentos necessários para o prontuário de instalações elétricas.

10.1. Prontuário

A NR-10 tem como item em sua norma que instalações com potência superior a 75KW devem possuir prontuário de instalações elétricas contendo informações importantes sobre as instalações (**item 10.2.4 da NR-10**). Esse prontuário ainda deve ser de fácil acesso a todos funcionários que interagem diretamente com o sistema elétrico da planta.

Inserido nesse contexto alguns documentos foram reunidos pelo discente. Como o escopo desses documentos é muito grande expomos nesse relatório apenas os principais.

- ✚ Autorização de trabalho para eletricitistas;
- ✚ Relatório das não conformidades NR-10 com cronograma de adequação;
- ✚ Laudo técnico das instalações elétricas em áreas classificadas;
- ✚ Cópia dos Certificado dos cursos NR-10 e SEP dos eletricitistas;
- ✚ Documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descarga atmosférica.

Outro mapeamento feito pelo discente durante a vigência do estagio curricular foi o levantamento das atribuições dos funcionários para cada função como descrito abaixo:

Eletricista de Manutenção industrial

As atividades mais freqüentes são:

- ✚ Utilizar EPI e EPC, e seguir procedimentos e/ou normas de segurança, conforme o trabalho, responsabilizando-se pelos aspectos de segurança, operacional, de ordem e de limpeza do local de trabalho;
- ✚ Tomar conhecimento dos procedimentos (NR-10), OSS, APR e PTR;
- ✚ Executar medições de grandezas elétricas, utilizando instrumentos analógicos e digitais;
- ✚ Selecionar e utilizar adequadamente as ferramentas na execução dos serviços;
- ✚ Identificar, e utilizar adequadamente materiais e componentes de aplicação em eletricidade;
- ✚ Interpretar desenhos e diagramas elétricos;
- ✚ Identificar condições anormais de funcionamento em instalações elétricas, circuitos de iluminação, de força e de medição, dispositivos e equipamentos;
- ✚ Executar serviços de manutenção em equipamentos e componentes elétricos;
- ✚ Registrar as atividades de manutenção elétrica nos planos, nas ordens de serviços;
- ✚ Manutenção preventiva e corretiva de quadros elétricos;
- ✚ Inspeções em máquinas e equipamentos.

Limitações e Restrições

Não executar serviços em:

- ✚ Subestação (Alta Tensão);
- ✚ Intervenção de serviços em redes de distribuição de alta tensão;
- ✚ Intervenção de manutenção em Grupo Geradores.

Eletricista de Manutenção Industrial/SEP

As atividades mais freqüentes são:

- ✚ Utilizar EPI e EPC, e seguir procedimentos e/ou normas de segurança, conforme o trabalho, responsabilizando-se pelos aspectos de segurança, operacional, de ordem e de limpeza do local de trabalho;
- ✚ Tomar conhecimento dos procedimentos (NR-10), OSS, APR e PTR;
- ✚ Executar medições de grandezas elétricas, utilizando instrumentos analógicos e digitais;
- ✚ Selecionar e utilizar adequadamente as ferramentas na execução dos serviços;

- # Identificar, e utilizar adequadamente materiais e componentes de aplicação em eletricidade;
- # Interpretar desenhos e diagramas elétricos;
- # Identificar condições anormais de funcionamento em instalações elétricas, circuitos de iluminação, de força e de medição, dispositivos e equipamentos;
- # Executar serviços de manutenção em equipamentos e componentes elétricos;
- # Registrar as atividades de manutenção elétrica nos planos, nas ordens de serviços;
- # Manutenção preventiva e corretiva de quadros elétricos;
- # Inspeções em máquinas e equipamentos;
- # Subestações;
- # Intervenção em redes de distribuição de alta tensão.

11. Conclusão

O período de estágio na Acumuladores Moura representou para o autor a oportunidade de consolidar os conhecimentos recebidos ainda no ambiente acadêmico e sentir o impacto da prática da engenharia no ambiente industrial.

Sob a responsabilidade do engenheiro estão muitas pessoas e diariamente inúmeras decisões devem ser tomadas de forma rápida. Na rotina das atividades de estágio, tomou-se o conhecimento técnico como princípio fundamental da atividade profissional e se tem como aprendizado que a criatividade e poder de comunicação são ferramentas valiosas nas mãos do engenheiro.

12. Bibliografia

- # <http://www.praticandofisica.com.br/curiosidades-da-fisica/gaiola-de-faraday.htm>
(Acessado em Janeiro de 2010)
- # Edison Roberto C. da Silva, "Apostila de Eletrônica de Potência". Campina Grande: DEE/UFCG, 2008;
- # Norma Regulamentadora - NR-10;
- # Instalações Elétricas Industriais – João Mamede Filho, 6 Edição – Livros Técnicos e Científicos Editora;
- # Documentações da Empresa Acumuladores Moura S/A;
- # **DINIZ**, Flamarion B. *Acumuladores Chumbo-Ácido Automotivos*. 2ª Edição
- # *Manual de Baterias Bosch*, disponível em http://www.bosch.com.br/br/autopecas/produtos/baterias/downloads/Manual_de_Baterias_Bosch_6_008_FP1728_04_2007.pdf