



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

AMANDA KARLA RODRIGUES OLIVEIRA EULÁLIO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2014

AMANDA KARLA RODRIGUES OLIVEIRA EULÁLIO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, M. Sc.

**Campina Grande, Paraíba
Novembro de 2014**

AMANDA KARLA RODRIGUES OLIVEIRA EULÁLIO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Tarso Vilela Ferreira, M. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer agradecimento que eu venha a fazer as pessoas, agradeço a Deus, pelo dom da minha vida, pela Sua presença e proteção constante e pelo dom da perseverança e sabedoria, que foram de fundamental importância para trilhar os meus caminhos acadêmicos, permitindo a conclusão deste trabalho e a vitória em mais uma etapa do meu longo caminho profissional.

Agradeço também aos meus pais, Saulo Nascimento Eulálio e Ana Letice R. O. Eulálio, por terem sido meu alicerce, meus grandes exemplos de superação e determinação, além de despertarem em mim um caráter inquestionável, pela boa educação e doação de cada um deles.

A todos os meus familiares por sempre torcerem por cada passo meu, e que sei que continuarão a torcer durante todo o meu caminhar.

Agradeço a Universidade Federal de Campina Grande, a Adail Ferreira Paz, a Tchaikowsky Brito de Oliveira, ao professor e coordenador Damásio Fernandes Júnior e ao professor Tarso Vilela Ferreira, por me orientarem e me moldarem para melhor servir a sociedade com os conhecimentos adquiridos ao longo do curso e na elaboração deste trabalho.

Agradeço em especial a Ana Helena Rodrigues de Oliveira, que me deu a oportunidade de estagiar nessa empresa, ao me indicar, e permitir que mais essa etapa do curso fosse de extrema importância para o meu futuro profissional.

Agradeço também a todos da ECOMEL empreendimentos, especialmente aos meus chefes Pedro Emanuel Mendes de Oliveira e Magna Suely Mendes de Oliveira, que sempre se mostraram dispostos a me ajudar em qualquer dificuldade que eu encontrasse ao longo do estágio.

E por fim agradeço a todos os amigos de curso, principalmente aqueles que, assim como eu, ficaram noites sem dormir, mas que souberam se desdobrar e chegar à conclusão deste curso.

*“Tudo o que fizerdes,
Fazei-o de bom coração,
Como para o Senhor,
E não para os homens.”*

Colossenses 3,23.

RESUMO

A disciplina de Estágio Integrado é oferecida aos estudantes do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande com o intuito de fazer o aluno concluinte realizar atividades em empresas, e dessa forma prepará-lo melhor para o mercado de trabalho.

O estágio foi realizado na empresa ECOMEL que atua nos mais diversos serviços na área de engenharia elétrica, contemplando desde a elaboração de projetos, montagem e manutenção elétrica em baixa e média tensão, como também montagem de subestação aérea e abrigada e grupo de geradores a diesel.

Este relatório apresenta a empresa na qual foi se deu o estágio e explana as atividades realizadas pela estagiária Amanda Karla Rodrigues Oliveira Eulálio, conjuntamente com a fundamentação teórica utilizada como base de estudo.

Palavras-chave: Britagem, ECOMEL, Engenharia Elétrica, Estágio, Motores, Subestação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Britador tipo mandíbulas e seus componentes.	4
Figura 2: Britador tipo cônico.	5
Figura 3: Britador tipo impacto.	6
Figura 4: Alimentador vibratório.	6
Figura 5: Peneira vibratória horizontal.	7
Figura 6: Conversor de frequência.	8
Figura 7: <i>Soft Starter</i>	9
Figura 8: Curva de corrente x tempo comparação dos valores iniciais entre diversos tipos de partida de motores.	10
Figura 9: Diagrama esquemático do funcionamento da britagem.	12
Figura 10: Diagrama esquemático da linha de britagem primária.	12
Figura 11: Imagens da linha de britagem primária.	13
Figura 12: Diagrama esquemático da linha de britagem secundária.	14
Figura 13: Fotos referentes à linha de britagem secundária. (a) primeira linha do diagrama esquemático; (b) britador tipo cônico; (c) peneiras de classificação das britas; (d) estoques de brita de acordo com a granulometria.	15
Figura 14: Esquema da linha de britagem terciária.	15
Figura 15: Foto referente ao processo utilizado à linha britagem terciária.	16
Figura 16: Diagrama do comando do motor 3 – CCMi-1.	22
Figura 17: Diagrama do comando do motor 2 – CCMi-1.	23
Figura 18: Diagrama de força– CCMi-01.	24
Figura 19: Projeto de disposição dos equipamentos nos painéis CCM.	25
Figura 20: Foto referente aos centros de controle de motores (CCM).	26
Figura 21: Foto referente aos centros de controle de motores (CCM).	26
Figura 22: Foto referente a visita técnica de instalação e teste dos CCM.	27
Figura 23: Diagrama final do comando remoto CCMi-01.	28
Figura 24: Fotografia da mesa comando remoto CCMi-01 e botoeira.	29
Figura 25: Foto da instalação do comando remoto CCMi-01.	29
Figura 26: Foto do painel <i>Magelis</i>	30
Figura 27: Parte do diagrama de força e comando do banco de capacitores 50kvar – linha de britagem primária.	31
Figura 28: Foto do banco de capacitores 50kvar – linha de britagem primária.	31
Figura 29: Especificações dos painéis CCM.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela referente aos motores da linha de britagem primária.	19
Tabela 2. Tabela referente aos motores da linha de britagem secundária.	20
Tabela 3. Tabela referente aos motores da linha de britagem terciária.	21

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos.....	1
1.2	Apresentação da Empresa.....	1
1.3	Principais atividades realizadas pela ECOMEL.....	2
2	O estágio.....	3
3	Fundamentação Teórica.....	4
3.1	Equipamentos da Britagem.....	4
3.2	Motores.....	7
	Partida de motores.....	7
	Compensação de Reativos.....	10
3.3	Painéis de Centro de Controle de Motores.....	11
4	Apresentação do processo.....	12
4.1	Britagem primária.....	12
4.2	Britagem terciária.....	15
5	Atividades Realizadas.....	17
5.1	Atividade Administrativa.....	17
5.1.1	Elaboração de Orçamento.....	17
5.1.2	Recebimento de Material.....	18
5.2	Atividade Técnica.....	18
5.2.1	Diagrama Funcional.....	21
5.2.2	Diagrama de Comando.....	22
5.2.3	Diagrama de Força.....	23
5.2.4	Disposição dos CCM.....	25
5.2.5	Comando Remoto.....	27
5.2.6	Compensação de reativos.....	30
5.2.7	Especificação dos Painéis.....	32
6	Conclusão.....	33
	Referências Bibliográficas.....	34

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS

Este relatório tem como objetivo apresentar a experiência de estágio integrado da aluna Amanda Karla Rodrigues Oliveira Eulálio, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, na empresa ECOMEL Emptos. e Comércio de Equipamentos Elétricos LTDA, que tem caráter obrigatório cuja carga horária é requisito para aprovação e obtenção de diploma.

O estágio integrado referido teve início no dia dois de junho de dois mil e quatorze e encerrou no dia trinta de Setembro do mesmo ano totalizando 696 horas como requerido nos termos desta instituição.

A finalidade deste estágio é integrar o saber acadêmico à prática profissional, incentivando o reconhecimento de habilidades e competências adquiridas dentro e fora do ambiente escolar, permitindo ao aluno adquirir consciência do seu perfil e que possa reconhecer necessidade de retificação de aprendizagem nos conteúdos dos componentes curriculares cursados.

1.2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa ECOMEL Emptos. e Comércio de Equipamentos Elétricos LTDA tem sede na cidade de Campina Grande, Paraíba. Tem por especialidade a elaboração de projetos e gerenciamento de obras de engenharia, montagem, instalação e manutenção elétrica em baixa e média tensão, como também montagem de subestação aérea e abrigada e grupo de geradores a diesel.

A ECOMEL foi criada com o claro objetivo de apresentar a máxima qualidade e confiabilidade em serviços de engenharia para o setor elétrico. A empresa se destaca pela sólida e ampla capacitação técnica de seus profissionais, que acumulam 32 anos de experiência.

Esta atua de maneira eficaz no atendimento aos clientes, identificando e destacando suas reais necessidades e prioridades. Desenvolver as análises de seus

projetos com precisão e rigor técnico, determinando com cuidado todos os fatores críticos que possam existir. Sempre com foco no resultado, as soluções desenvolvidas pela ECOMEL implicam diretamente no aumento da segurança e confiabilidade, consequência de um projeto tecnicamente confiável e economicamente viável para execução e conseqüentemente satisfação do contratante.

1.3 PRINCIPAIS ATIVIDADES REALIZADAS PELA ECOMEL

A ECOMEL oferece aos seus clientes sua experiência em serviços nas atividades de projetos básicos e executivos, estudos especiais, assessoria, consultoria, gerenciamento técnico da aquisição de máquinas e equipamentos, gerenciamento e fiscalização de obras, comissionamento, instalação e montagem eletromecânica e elétrica e manutenções em geral.

2 O ESTÁGIO

O estágio integrado teve duração de quatro meses, com início no dia dois de junho de 2014 e término dia trinta de setembro do mesmo ano, com duração de 40 horas semanais. As atividades realizadas durante esse período pela estagiária foram de cunho administrativo e técnico, propostas pela empresa ECOMEL e supervisionadas pelo Engenheiro Pedro Emanuel Mendes de Oliveira, Diretor técnico.

As atividades foram desenvolvidas em um projeto específico da empresa, a instalação elétrica de uma britagem, que são elencadas da seguinte forma:

2.1 Atividade Administrativa.

- Elaboração de Orçamento.
- Recebimento de Material.

2.2 Atividade Técnica.

- Painéis de Comando.
 - Acompanhamento da construção.
 - Acompanhamento da instalação.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

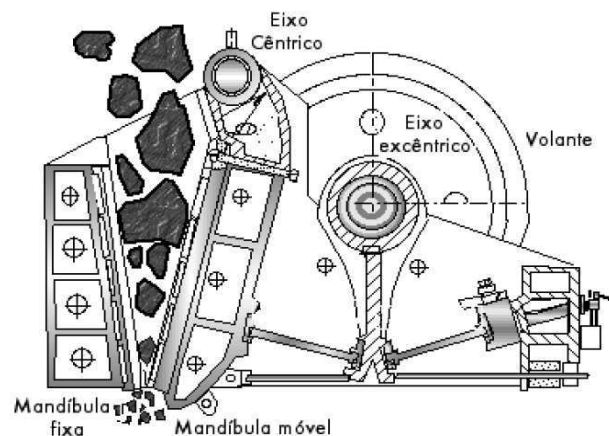
3.1 EQUIPAMENTOS DA BRITAGEM

Dentro de uma britagem o principal equipamento se chama britador. Os britadores são máquinas usadas para a redução grosseira de grandes quantidades de sólidos como materiais rochosos. O processo de trituração envolve energia mecânica de caráter compressivo, de impacto ou de cisalhamento.

Alguns dos modelos de britadores são os tipos mandíbula, cônicos e de impacto, que serão apresentados a seguir.

- a. Mandíbula: são usados na linha de britagem primária. Esse equipamento consiste de uma mandíbula fixa e uma mandíbula móvel ligada ao excêntrico, que fornece o movimento de aproximação e afastamento entre elas, fazendo com que o bloco alimentado, progressivamente desça entre as mandíbulas, enquanto ocorre a quebra do material que está sujeito à compressão (FIGUEIRA et al, 2004).

Figura 1: Britador tipo mandíbulas e seus componentes.

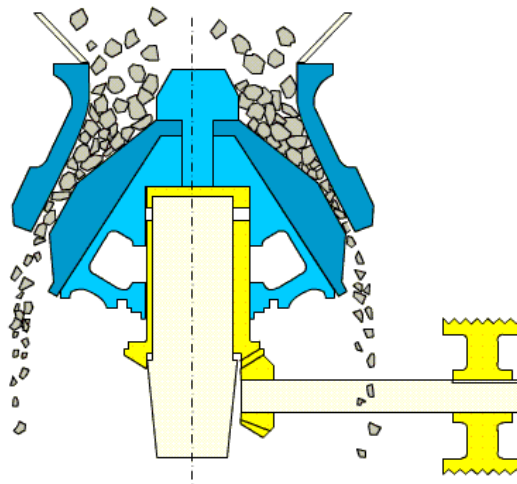


Fonte: Figueira et al., 2004..

- b. Cônicos: a fragmentação é realizada pelo movimento de aproximação e distanciamento de um cone ou manto central em relação a uma carcaça invertida, denominada côncavo, o movimento excêntrico do cone, faz

com que toda a área da carcaça seja utilizada para fragmentar as partículas, proporcionando uma maior capacidade de operação, quando comparado ao britador de mandíbulas (HONÓRIO, 2010). Grandes pedaços de pedra são quebrados uma vez e depois de caírem para uma posição inferior, são quebrados novamente, e o processo continua até que as peças sejam pequenas o suficiente para passar através da abertura (regulável) no fundo do britador.

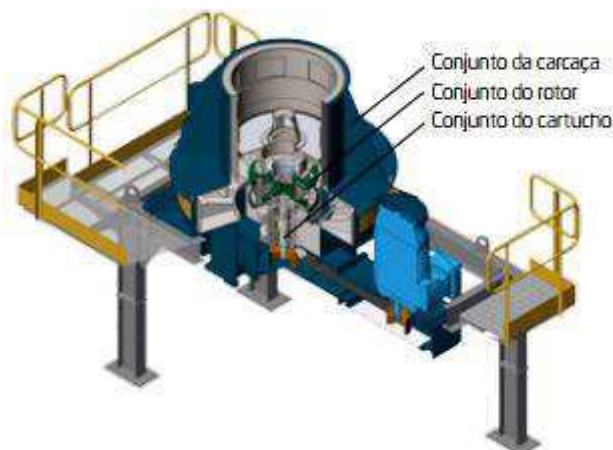
Figura 2: Britador tipo cônico.



Fonte: Formats Construction Machinery.

- c. Impacto: Seu processo interno de britagem é formado por um rotor central que lança as partículas de material contra sua câmara de britagem, que é revestida pelo próprio material beneficiado. As partículas lançadas em sua câmara de britagem tendem a chocar entre si, gerando um material mais uniforme, tanto em faixa granulométrica, como em formato (IMC,2010d).

Figura 3: Britador tipo impacto.

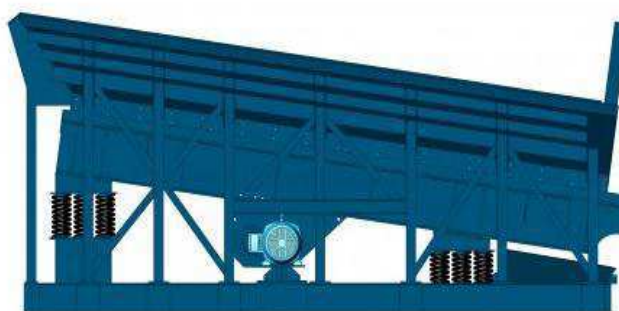


Fonte: IMC, 2010b.

O processo inicia-se quando o britador primário é abastecido de pedra bruta através do alimentador vibratório, que pode ser observado na Figura 4. Este equipamento, estruturado em perfis de aço, soldados, possui pesadas vigas longitudinais, apresentando extrema rigidez e resistência ao impacto, sendo revestida internamente (fundo e laterais) por chapas de desgaste substituíveis. Possui suspensão efetuada por intermédio de molas e um mecanismo vibratório.

Mediante alteração do ângulo de vibração da mesa bem como alteração da amplitude e velocidade de transporte do material, permite ajustar o ideal volume a ser depositado na entrada do britador.

Figura 4: Alimentador vibratório.

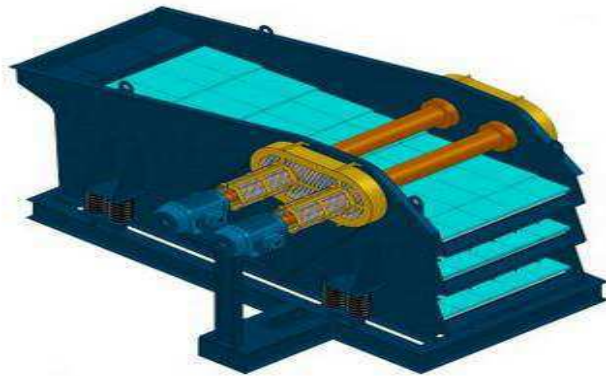


Fonte: IMIC, 2013c.

Para que haja continuidade do processo, o material proveniente dos britadores é movimentado por transportadoras de correia que o levam ou a outros britadores para novo processo de quebra, ou a peneiras vibratórias ou ainda diretamente ao seu estoque.

As Peneiras Vibratórias foram especialmente projetadas para solucionar os problemas de classificação, lavagem e desaguamento dos mais diversos tipos de materiais em processos industriais, minerações e pedreiras. Na figura 5 pode ser observar uma peneira vibratória tipo horizontal.

Figura 5: Peneira vibratória horizontal.



Fonte: IMIC, 2013d.

3.2 MOTORES

A maioria das cargas das unidades consumidoras demanda energia reativa indutiva, como motores, transformadores, lâmpadas de descarga e outros.

As cargas indutivas necessitam de campo eletromagnético para seu funcionamento, por isso sua operação requer dois tipos de potência: ativa e reativa. A potência ativa, medida em Watts [W] é aquela que efetivamente realiza trabalho, gerando calor, luz, movimento, etc. Já a potência reativa, medida em volt-ampère reativos [var], é usada apenas na criação e manutenção dos campos eletromagnéticos das cargas indutivas.

As potências ativa e reativa, juntas, constituem a potência aparente, medida em volt-ampère [VA], que é a potência total gerada e transmitida à carga.

PARTIDA DE MOTORES

O acionamento de motores pode ser efetuado através de partida direta, partida com reversão, partida estrela-triângulo, por chave compensadora. Mas para este caso

daremos ênfase ao acionamento por inversores e também ao *soft starter*, já que este equipamento foi usado para partir a maioria dos motores deste projeto.

Os motores podem ser controlados de modo a prover ajuste contínuo de velocidade e conjugado com relação à carga mecânica, podendo ter partida e funcionamento usando um conversor de frequência, ou então, popularmente denominado, inversor de frequência, como se pode observar na Figura 6.

Figura 6: Conversor de frequência.



Fonte: Schneider Electric, 2012b.

Ao se variar a frequência de tensão do estator, varia-se a velocidade do campo girante. Com isso, pode-se variar a velocidade do rotor, mantendo-se constante o escorregamento da máquina e, portanto, as perdas podem ser otimizadas de acordo com as condições da carga.

Um método eficiente de controle de velocidade de motores de indução trifásicos, com menores perdas no dispositivo responsável pela variação da velocidade, consiste na variação da frequência da fonte alimentadora através de conversores de frequência, onde o motor pode ser controlado de modo a prover um ajuste contínuo de velocidade e conjugado com relação à carga mecânica (WEG, 2009).

Soft starter é um dispositivo eletrônico composto de pontes de tiristores, SCRs na configuração antiparalelo, acionadas por uma placa eletrônica, a fim de controlar a corrente de partida de motores de corrente alternada trifásicos. Este equipamento é ilustrado na Figura 7.

Figura 7: *Soft Starter*.

Fonte: *Schneider Electric, 2012a*.

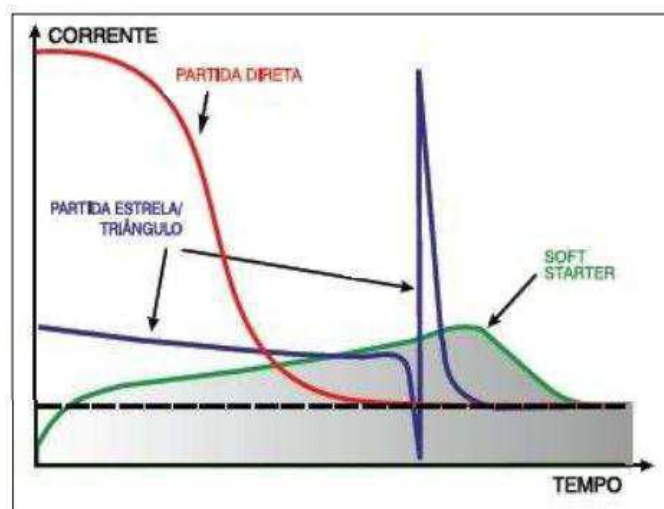
A *soft starter* controla a tensão sobre o motor através do circuito de potência, constituído por seis SCRs, o ângulo de disparo de cada par de tiristores é controlado eletronicamente para aplicar uma tensão variável no motor durante a aceleração. No final do período de partida, ajustável conforme a aplicação, a tensão atinge seu valor pleno após uma aceleração suave ou uma rampa ascendente, ao invés de ser submetido à transição brusca (SCHNEIDER ELECTRIC, 2012a).

Desse modo, pode-se controlar a corrente de partida do motor, proporcionando uma "partida suave" (*soft start* em inglês), de forma a não provocar quedas de tensão elétrica bruscas na rede de alimentação, como ocorre em partidas diretas. Costumam funcionar com a tecnologia chamada by-pass, a qual, após o motor partir e receber toda a tensão da rede liga-se um contactor que substitui os módulos de tiristores, evitando sobreaquecimento dos mesmos.

Ainda, como recurso adicional, a *soft starter* apresenta a possibilidade de efetuar a desaceleração suave para cargas de baixa inércia.

Na Figura 8 é apresentado um gráfico de uma curva de corrente x tempo que compara as partidas dos motores dentre partida direta, partida estrela-triângulo e partida por *soft starter*.

Figura 8: Curva de corrente x tempo comparação dos valores iniciais entre diversos tipos de partida de motores.



Fonte: PORTAL ELETRICISTA.

COMPENSAÇÃO DE REATIVOS

O aumento da corrente devido ao excesso de reativos leva a quedas de tensão acentuadas, podendo ocasionar a interrupção do fornecimento de energia e a sobrecarga em certos elementos da rede, gerando prejuízos econômicos e operacionais. Esse risco é, sobretudo, acentuado durante os períodos nos quais a rede é fortemente solicitada.

Um capacitor em derivação, quando ligado junto aos motores ou transformadores limita o fluxo de energia reativa através dos circuitos elétricos. A energia reativa necessária à magnetização de motores é fornecida pelos capacitores ao invés de fluir através dos circuitos de alimentação das referidas cargas.

Quando instalados em indústrias, os capacitores em derivação geram diversos benefícios entre os quais podem ser citados: correção do fator de potência, com suas conseqüências vantagens financeiras, em vista das sobretaxas impostas pelas tarifas das companhias concessionárias; liberação da capacidade nas fontes supridoras; além da diminuição de perdas na instalação.

Os capacitores podem ser instalados em paralelo com qualquer carga com baixo fator de potência, a fim de suprir a energia reativa indutiva exigida por essa carga. Estes capacitores podem ser instalados na entrada ou então perto das cargas individuais, reduzindo as perdas e aumentando a capacidade disponível do sistema, bem como melhorando o nível de tensão.

3.3 PAINÉIS DE CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES

Centro de Controle de Motores (CCM) são painéis completos (montados) que acomodam equipamentos para Proteção, Seccionamento e Manobra de Cargas. Tem uma função específica nos sistemas de distribuição de energia elétrica em unidades comerciais e industriais. São os painéis onde estão conectados os cabos provenientes das cargas.

Apesar de aproximadamente 85% das cargas industriais serem motores (motivo do nome “Centro de Controle de Motores”), o termo “cargas” é abrangente, podendo significar qualquer equipamento que consuma energia elétrica, como estufas, resistores, etc.

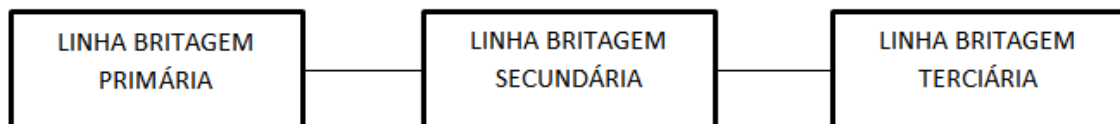
Os equipamentos de controle também podem ser instalados em compartimentos de painéis de distribuição e CCM, por exemplo. Devido aos efeitos da compatibilidade eletromagnética (EMC) e perturbações nas redes de alimentação, não se recomenda que equipamentos de controle e potência sejam instalados dentro de um mesmo compartimento em um conjunto. Entretanto, em sistemas pequenos, é comum encontrarmos este fato, tornando-se necessário neste caso, um cuidado redobrado no projeto de alocação de componentes e de cabos de potência e controle dos mesmos. Existem vários requisitos técnicos que precisam ser observados de modo a minimizarmos as influências por parte de ruídos e EMC, tanto aos equipamentos do próprio conjunto quanto aos equipamentos instalados próximos ao mesmo.

4 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO

Britagem é um empreendimento que consiste na transformação da pedra bruta proveniente da mina em brita, de diferentes tamanhos, e proporciona a sua comercialização. A Britagem é o primeiro processo de fragmentação, o seu número de estágios é definido pela granulometria da entrada e pela qualidade do produto final. O controle mais preciso do tamanho e forma dos fragmentos aumenta nos estágios secundário, terciário e quaternário (produção de areia).

Neste caso, em específico, seu funcionamento é dividido em três linhas: primária, secundária e terciária. O diagrama esquemático das linhas de britagem pode ser visualizado na Figura 9.

Figura 9: Diagrama esquemático do funcionamento da britagem.

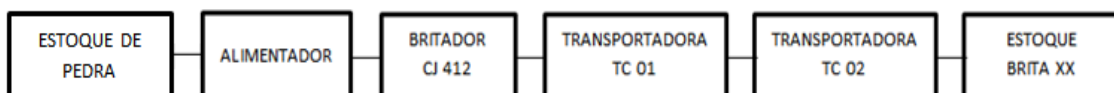


Os centros de controle de motores (CCM) dos processos foram organizados da seguinte forma: CCMi-01 compreende a linha de britagem primária e CCMi-02 é responsável pelas linhas de britagem secundária e terciária.

4.1 BRITAGEM PRIMÁRIA

O material proveniente da mina (pedra bruta) é descarregado na baía de alimentação e lançado para dentro do britador de mandíbulas, onde é triturado transformando em pedra rachão, encaminhada através das transportadoras ao estoque de brita, que servirá de estoque para o processo em sequência que é a linha britagem secundária. Um diagrama representando a sequência do processo pode ser visto na Figura 10.

Figura 10: Diagrama esquemático da linha de britagem primária.



Na Figura 11 pode-se observar representações por meio de fotografias dos estágios que compõe o diagrama esquemático da linha de britagem primária.

Figura 11: Imagens da linha de britagem primária.



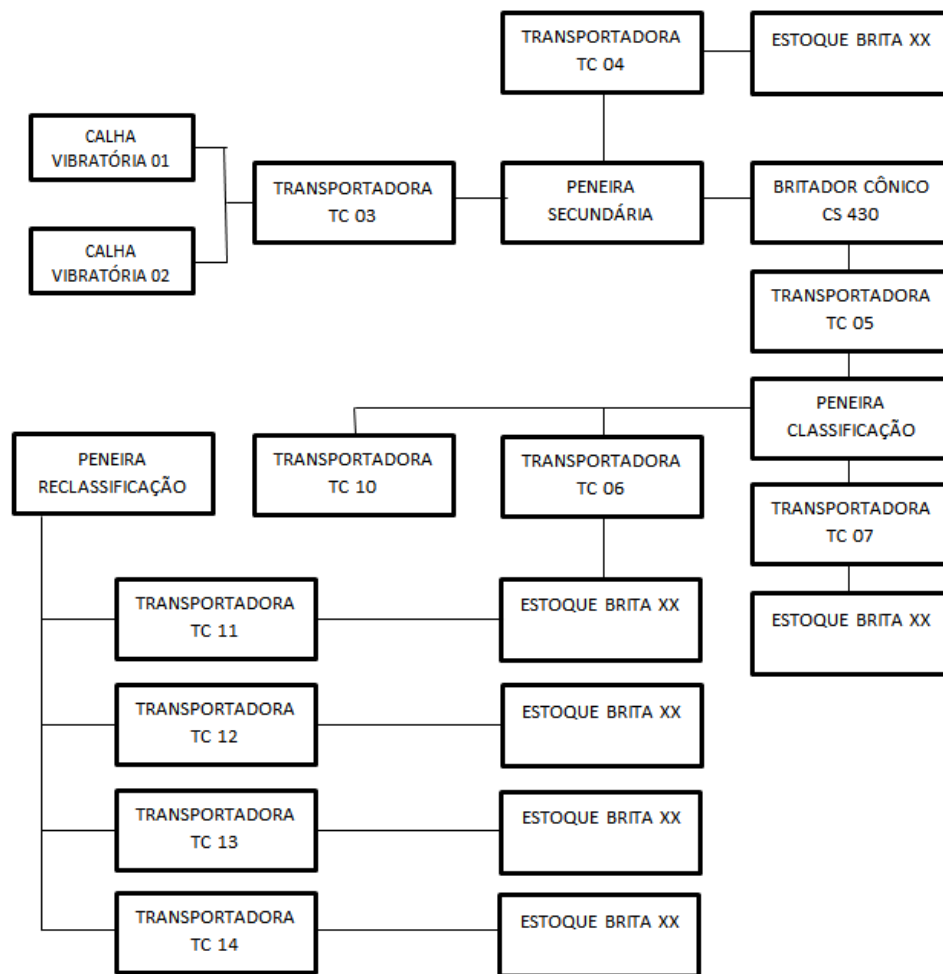
Fonte: A autora (2014).

Esse processo tem como função receber o material proveniente da britagem primária, onde é lançado para dentro do britador cônico e triturado de acordo com a abertura do britador, reduzindo ainda mais suas dimensões.

O material proveniente a partir da britagem secundária é submetido a processos de peneiramento, em peneiras vibratórias inclinadas. Todos os materiais resultantes no processo de peneiramento tem sua granulometria definida através de ensaios granulométricos e são conduzidas através das transportadoras para seus estoques específicos.

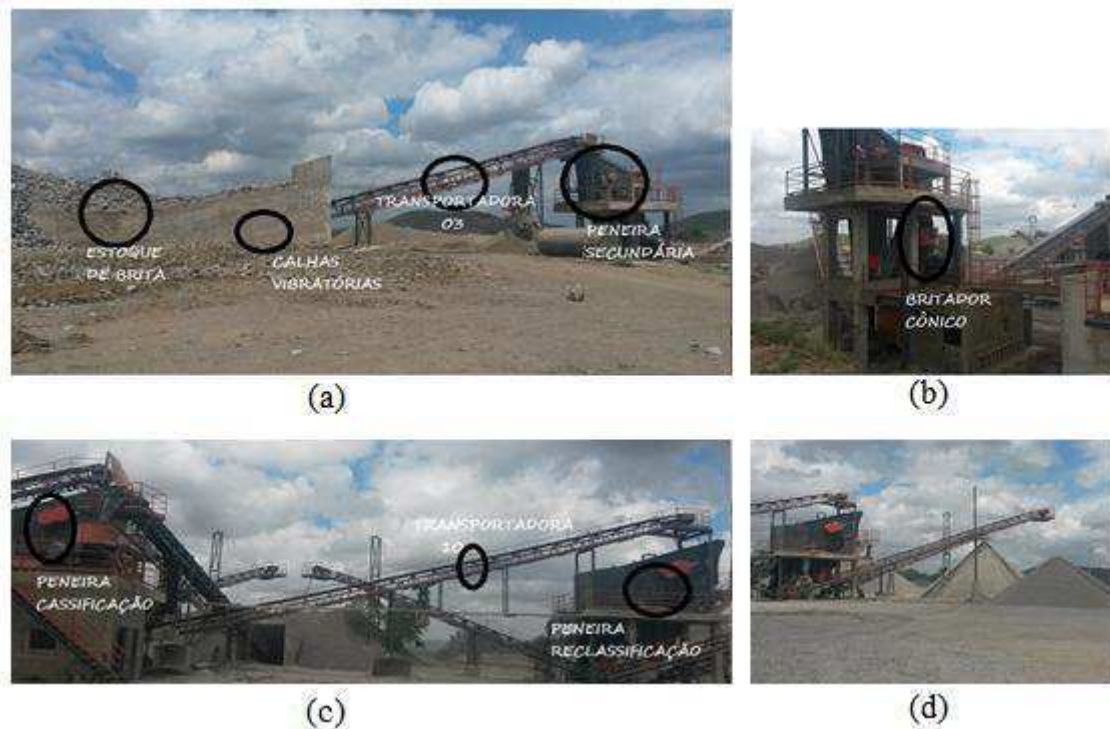
Na Figura 12 está representado o diagrama esquemático referente à linha de britagem secundária.

Figura 12: Diagrama esquemático da linha de britagem secundária.



Sequencialmente, na Figura 13 estão expostas fotos que ilustram os equipamentos que compõem o processo referente à linha de britagem secundária.

Figura 13: Fotos referentes à linha de britagem secundária. (a) primeira linha do diagrama esquemático; (b) britador tipo cônico; (c) peneiras de classificação das britas; (d) estoques de brita de acordo com a granulometria.



Fonte: A autora (2014).

4.2 BRITAGEM TERCIÁRIA

O material gerado no processo anterior é conduzido a outro britador cônico. Nesse processo o material é arremessado dentro de um compartimento circular fechado, onde ocorrem diversas colisões entre as partículas de pedra e também com as paredes revestidas, propiciando com isso uma correção no formato dos grãos do agregado, tornando-os arredondados.

A linha de britagem terciária segue, da mesma forma que as anteriores, um diagrama esquemático que pode ser observado na Figura 14.

Figura 14: Esquema da linha de britagem terciária.



De forma ilustrativa, na Figura 15 são apresentados as estruturas e equipamentos referentes à linha de britagem terciária.

Figura 15: Foto referente ao processo utilizado à linha britagem terciária.



Fonte: A autora (2014).

5 ATIVIDADES REALIZADAS

Neste capítulo serão detalhadas as atividades propostas à estagiária pela empresa concedente ECOMEL, mediante supervisão do engenheiro responsável pela obra Pedro Emanuel, cujo objetivo principal é permitir a fusão de conhecimento teórico adquirido de modo acadêmico aos conhecimentos práticos que a empresa oferece.

As atividades que foram desenvolvidas durante o estágio, se deram nas etapas de em um projeto específico, uma britagem, dentre as quais foram selecionadas as práticas de maior importância que possuíam natureza administrativa e técnica.

5.1 ATIVIDADE ADMINISTRATIVA

Dentre as atividades administrativas realizadas pela estagiária, destacam-se a elaboração de orçamentos e o recebimento do material que foram empregados nas construções dos centros de controle de motores do projeto.

5.1.1 ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

A elaboração de orçamento abrange o levantamento de quantitativos, em conjunto com a composição de preços unitários e a inclusão dos custos indiretos.

Para iniciar o levantamento de quantitativos é necessário estar de posse do projeto a ser executado, fazer a enumeração dos serviços e materiais recrutados, como por exemplo: quantitativo de disjuntores, contactores, cabos, painéis/quadros, *soft starter*, capacitores, instalações em geral e de iluminação.

Mediante a relação de materiais que serão utilizados na montagem, em sequência tem-se o levantamento junto aos fornecedores, em busca melhor custo-benefício para o cliente.

A montagem dos custos indiretos levam em consideração os custos com transporte, combustível, mão-de-obra indireta, equipamentos, máquinas, aluguel, alimentação, etc. e os encargos sociais para que o seu roteiro de orçamento fique bem próximo da realidade.

Em sequência encaminha-se o orçamento realizado ao cliente para aprovação e caso necessário, ajustes/troca são feitas. Após aprovação e contratação dos serviços há a liberação de pedido e a realização da prestação de serviço contratada.

A estagiária foi responsável pelo levantamento de todo o orçamento dos centros de controle de motores utilizados no projeto. Desde a etapa de listagem e enumeração dos materiais até a construção da proposta a ser apresentada ao cliente, mediante supervisão e aprovação do engenheiro responsável, participando, desse modo de todas as etapas para a confecção do mesmo.

5.1.2 RECEBIMENTO DE MATERIAL

O recebimento de materiais consiste em assegurar que o produto entregue esteja em conformidade com as especificações feita no pedido de compra e a conferência em conjunto com a nota fiscal do produto.

A abertura da embalagem e verificação se os produtos não foram danificados no transporte também é uma etapa importante, para em seguida haver a liberação do pagamento ao fornecedor.

A estagiária ficou na incumbência de receber e conferir todo o material dos CCM, desde armários, a contactores, disjuntores, soft starters e etc.

No decorrer do estágio não houve casos em que se necessitou fazer a devolução de equipamento. No projeto os dispositivos utilizados foram da empresa Schneider Electric, que atestou competência no que se refere a prazo e eficiência em entrega.

5.2 ATIVIDADE TÉCNICA

A atividade técnica consistiu basicamente no acompanhamento de projeto dos CCM, onde a estagiária participou desde a construção até a instalação dos painéis, que possibilitou o acionamento de cada um dos equipamentos dispostos no processo.

No projeto da britagem, antes de efetuar a trituração das rochas para que fiquem no formato e tamanho desejados, as mesmas são quebradas em tamanhos menores, onde esta etapa é realizada por um britador de mandíbulas. Estas máquinas são bastante robustas e para terem torque suficiente para quebrar as rochas elas utilizam motores elétricos de alta potência e grandes volantes de inércia para acumular energia cinética.

Logo da trituração, as pedras de tamanhos diversos são levadas por meio de esteiras ao processo, que seleciona por tamanhos os fragmentos (britas) obtidos do processo de britagem. Neste caso específico a separação é realizada por meio de peneiras vibratórias, que também são movidas por motores.

Os britadores, as esteiras, calhas vibratórias, peneiras, e seus respectivos motores e potências são descritos abaixo, levando em consideração a divisão das linhas de britagem onde o CCMi-1 compreende a linha de britagem primária e CCMi-2 é responsável pelas linhas de britagem secundária e terciária.

Os motores que são alocados na linha de britagem primária são descritos na Tabela 1, conjuntamente com sua potência nominal medida em cavalo-vapor [cv].

Tabela 1. Tabela referente aos motores da linha de britagem primária.

CCMi-1	
EQUIPAMENTO	POTÊNCIA NOM. (CV)
BRITADOR CJ 412	200
ALIMENTADOR MOTOR 2	40
TRANSPORTADORA TC-01 – MOTOR 7	10
TRANSPORTADORA TC-01 – MOTOR 8	10
TRANSPORTADORA TC-02 – MOTOR 3	30
TRANSPORTADORA TC-02 – MOTOR 4	30

De forma análoga, estão dispostos os motores dos equipamentos que compõem o processo da linha de britagem secundária e da linha de britagem terciária, na Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente.

Tabela 2. Tabela referente aos motores da linha de britagem secundária.

CCMi-2			
EQUIPAMENTO	POTÊNCIA NOM. (CV)	EQUIPAMENTO	POTÊNCIA NOM. (CV)
CALHA VIBRATÓRIA 01	5	BRITADOR CÔNICO CS 430	200
CALHA VIBRATÓRIA 02	5	TRANSPORTADORA TC-07 – MOTOR 06	15
TRANSPORTADORA TC-03 – MOTOR 2	30	TRANSPORTADORA TC-06 – MOTOR 04	20
TRANSPORTADORA TC-03 – MOTOR 3	30	TRANSPORTADORA TC-06 – MOTOR 25	20
PENEIRA CLASSIFICAÇÃO	20	TRANSPORTADORA TC-10 – MOTOR 19	15
TRANSPORTADORA TC-04 – MOTOR 10	25	PENEIRA RECLASSIF. MOTOR 12	30
TRANSPORTADORA TC-04 – MOTOR 11	25	PENEIRA RECLASSIF. MOTOR 13	30
TRANSPORTADORA TC-05 – MOTOR 16	15	TRANSPORTADORA TC-11 – MOTOR 20	15
TRANSPORTADORA TC-05 – MOTOR 17	15	TRANSPORTADORA TC-12 – MOTOR 21	15
PENEIRA CLASSIF. MOTOR 12	30	TRANSPORTADORA TC-13 – MOTOR 22	15
PENEIRA CLASSIF. MOTOR 13	30	TRANSPORTADORA TC-14 – MOTOR 23	15

Tabela 3. Tabela referente aos motores da linha de britagem terciária.

CCMi-2	
EQUIPAMENTO	POTÊNCIA NOM. (CV)
BRITADOR CH 440	200
CALHA VIBRATÓRIA 03 – MOTOR 24	5
TRANSPORTADORA TC-09 – MOTOR 18	15
TRANSPORTADORA TC-08 – MOTOR 8	30
TRANSPORTADORA TC-08 – MOTOR 9	30

Dada à listagem de motores, o passo seguinte é partir para a construção dos quadros mediante o projeto. Um comentário importante é que por via de regra os circuitos são descritos em diagramas funcionais, divididos em “comando”, que representa a lógica de operação do motor e “potência/força”, que representa a forma de alimentação do motor à fonte de energia, possibilitando em primeiro lugar a segurança do operador e em segundo a automação do circuito.

5.2.1 DIAGRAMA FUNCIONAL

O diagrama de funcional representa com clareza os processos e o modo de atuação dos contatos, facilitando a compreensão da instalação e o acompanhamento dos diversos circuitos na localização de eventuais defeitos. Basicamente o diagrama funcional é composto por dois circuitos, o circuito principal ou de força e o circuito auxiliar ou de comando.

O circuito de força é o diagrama onde estão localizados todos os elementos que tem interferência direta na alimentação dos motores, ou seja, aqueles elementos por onde circula a corrente que os alimenta.

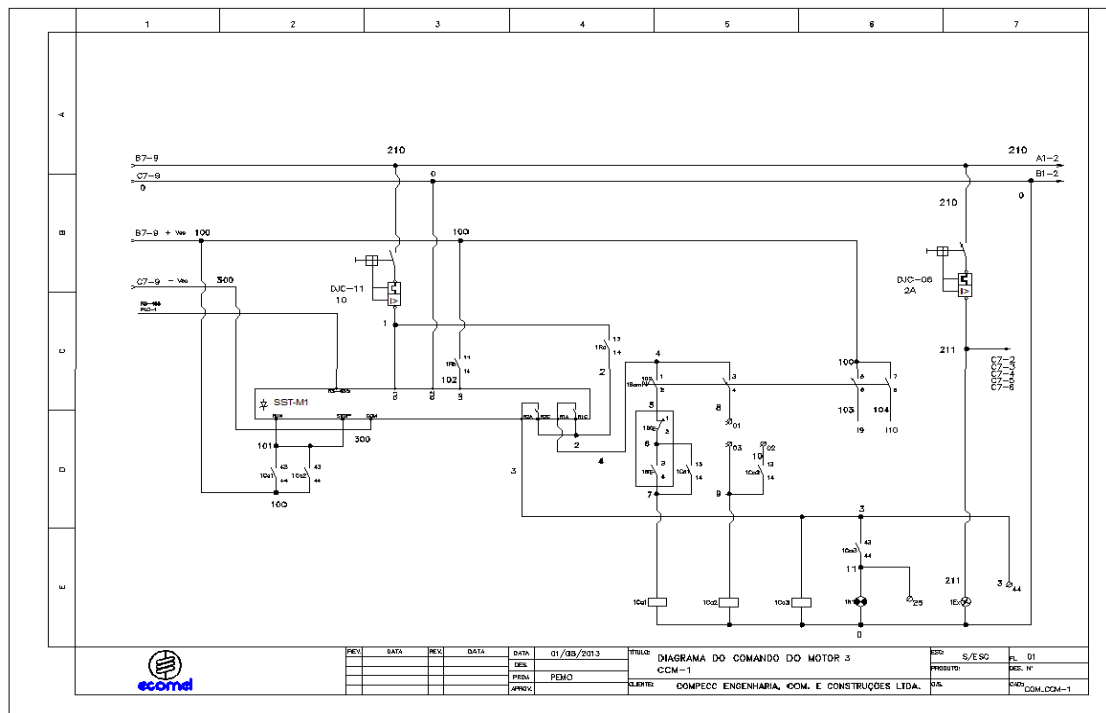
Já no circuito de comando, estão todos os elementos que atuam indiretamente na abertura, fechamento e sinalização dos dispositivos utilizados no acionamento dos motores, em condições normais e anormais de funcionamento.

5.2.2 DIAGRAMA DE COMANDO

Os diagramas de comando se assemelham entre os processos, e como o caderno de projeto referente a estes diagramas é extenso, segue abaixo representações dos mesmos, para que de forma ilustrativa sejam expostos os painéis.

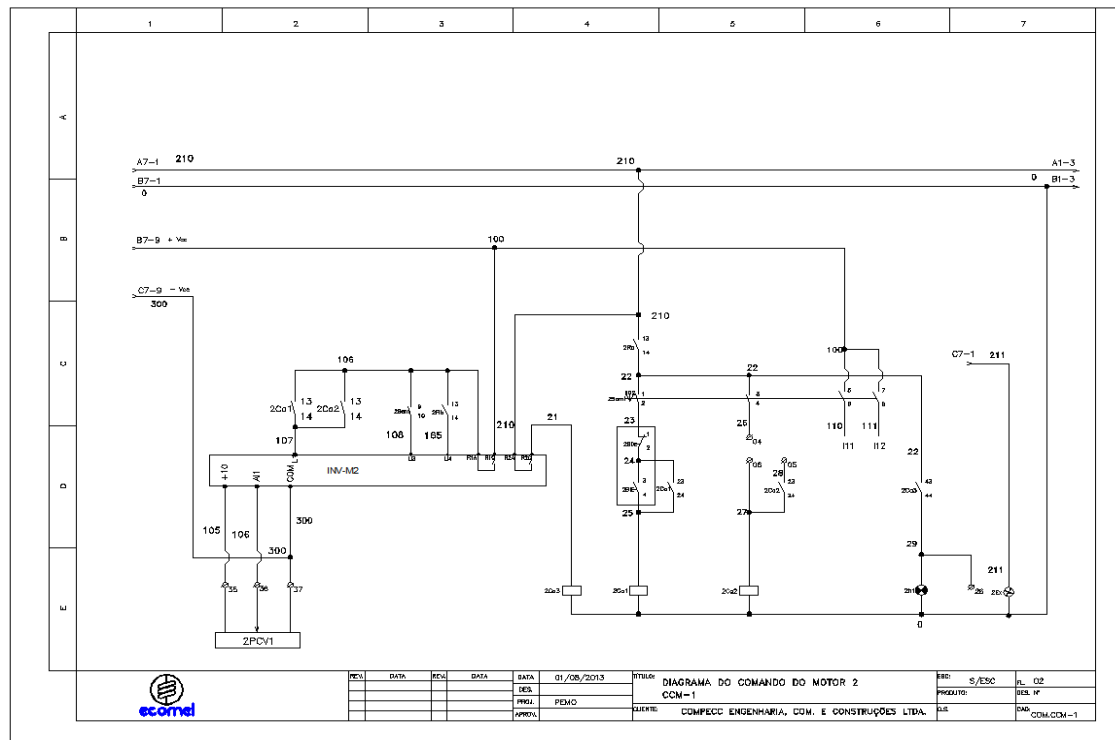
No diagrama da Figura 16 apresenta-se a partida via *soft starter*, e representa-se a lógica de contatos que acionarão os componentes que serão responsáveis por comandar as cargas presentes no diagrama de potência. Neste caso o motor elétrico trifásico da esteira transportadora da linha de britagem primária.

Figura 16: Diagrama do comando do motor 3 – CCMi-1.
Acionamento por *Soft Starter*.



Na Figura 17, é apresentado o diagrama do comando do motor dois, acionado por inversor de frequência.

Figura 17: Diagrama do comando do motor 2 – CCMi-1.
Acionamento por inversor de frequência.

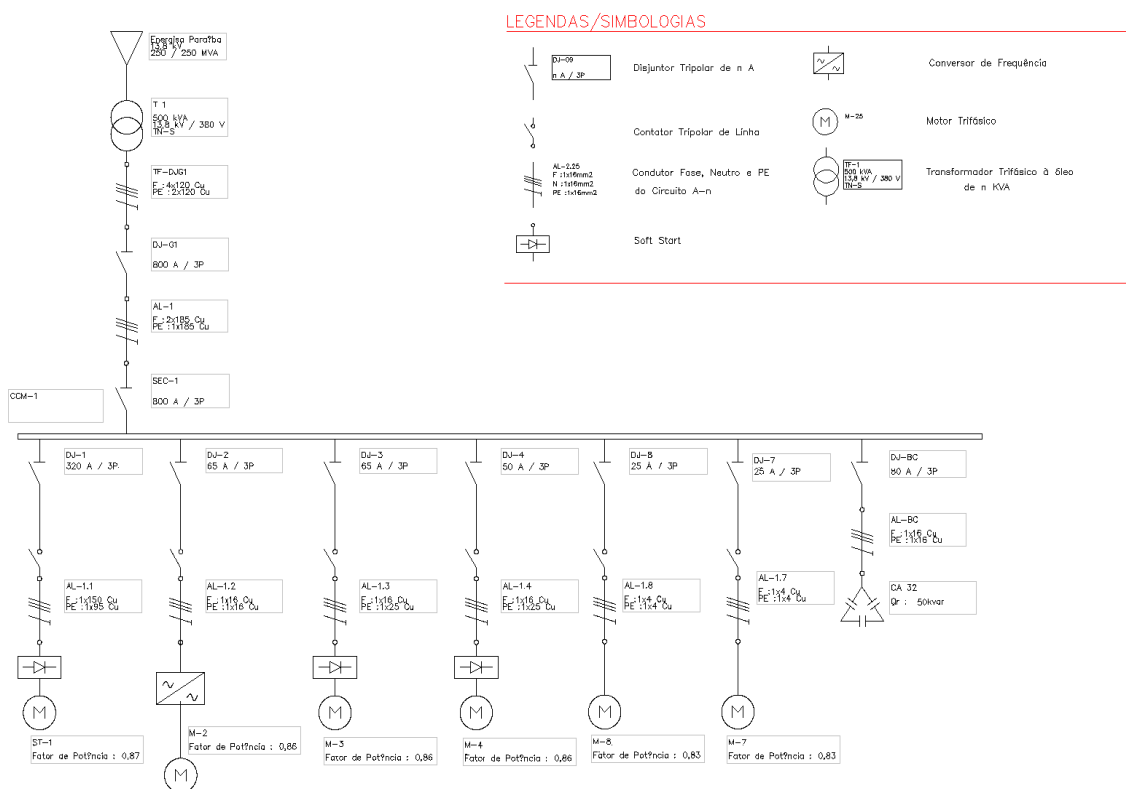


5.2.3 DIAGRAMA DE FORÇA

O diagrama de força completo da CCMi-01 encontra-se abaixo representado na Figura 18. O fluxo é dado da seguinte maneira: concessionária- transformador 500kVA - dispositivos de proteção – barramento CCMi-01.

Do barramento sai às derivações das alimentações dos motores, cada qual com o seu acionamento específico, juntamente com os seus dispositivos de proteção.

Figura 18: Diagrama de força- CCMi-01.



O conversor Altistart 48, usada no projeto, é um produto com 6 tiristores que permite a partida e a parada progressiva totalmente controlada em conjugado dos motores assíncronos trifásicos de gaiola, para potências compreendidas entre 4 e 1200kW.

O inversor do motor assíncrono é o Altivar 71. Inversores são empregados para a alimentação de motores de baixa tensão nas aplicações industriais que requerem variação de velocidade. Eles operam como uma interface entre a fonte de energia (rede) e o motor de indução.

O processo de obtenção da tensão e frequência desejadas por meio de tais equipamentos passa por três estágios: Ponte de diodos - Retificação do sinal alternado - de tensão e frequência constantes - proveniente da rede de alimentação; Filtro ou Link DC - Alisamento/regulação da tensão retificada com armazenamento de energia por meio de um banco de capacitores; Transistores IGBT - Inversão da tensão contínua proveniente do link DC num sinal alternado, com tensão e frequência variáveis.

Há também o uso do disjuntor motor nos motores 7 e 8, que são disjuntores termomagnéticos adaptados à proteção e comando de motores normalmente utilizado em conjunto com um contactor conduzindo corrente em condição normal e interrompendo correntes em condições anormais (curto circuito e sobrecarga) se

constituindo em um dispositivo de partida de motor. O disjuntor-motor permite o arranque de motores à tensão plena, proteção contra sobrecargas e curto-circuitos, não necessitando de fusíveis ou interruptores adicionais.

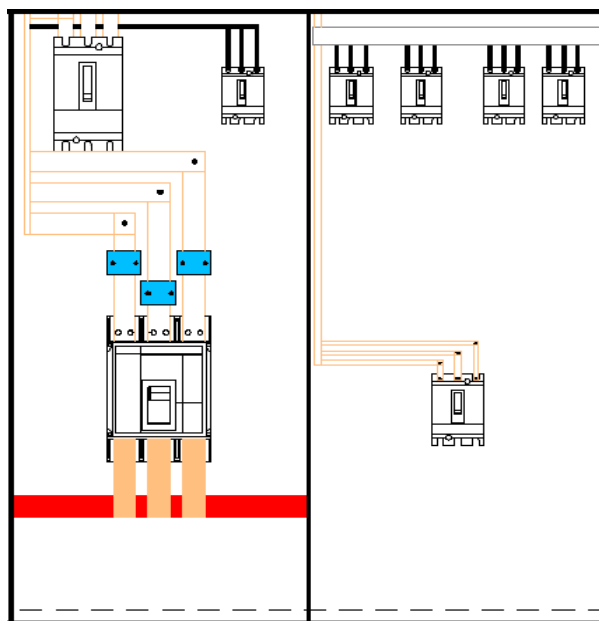
5.2.4 DISPOSIÇÃO DOS CCM

O passo seguinte é o projeto de disposição dos equipamentos nos centros de controle de motores, com suas localidades e distâncias definidas, levando em conta os espaçamentos de segurança fornecido pelos fabricantes.

A ferramenta utilizada para esse processo é o Auto Cad, que permite um projeto detalhado e de fácil visualização por parte do responsável pela montagem, diminuindo a ocorrência de erros e a possibilidade de painéis fora das normas e necessidades anteriormente definidas.

Na Figura 19 é exposto um exemplo do projeto de um CCM, com a ausência de cotas para facilitar a visualização, sendo o mesmo apenas ilustrativo.

Figura 19: Projeto de disposição dos equipamentos nos painéis CCM.



Os painéis, referente à CCMi-01 e CCMi-02, foram construídos na empresa e transportados até a o local da obra para a sua instalação e testes.

Mediante projeto foram feitas todas as ligações, através de cabeamento anteriormente providenciado, tomou-se todos os cuidados e o serviço se utilizou de duas equipes que garantiram assim a eficiência e conferência da montagem.

Segue abaixo fotos que ilustram os quadros que compõe os Centros de Controle de Motores da Britagem.

Figura 20: Foto referente aos centros de controle de motores (CCM).



Fonte: A autora (2014).

Figura 21: Foto referente aos centros de controle de motores (CCM).



Fonte: A autora (2014).

Figura 22: Foto referente a visita técnica de instalação e teste dos CCM.

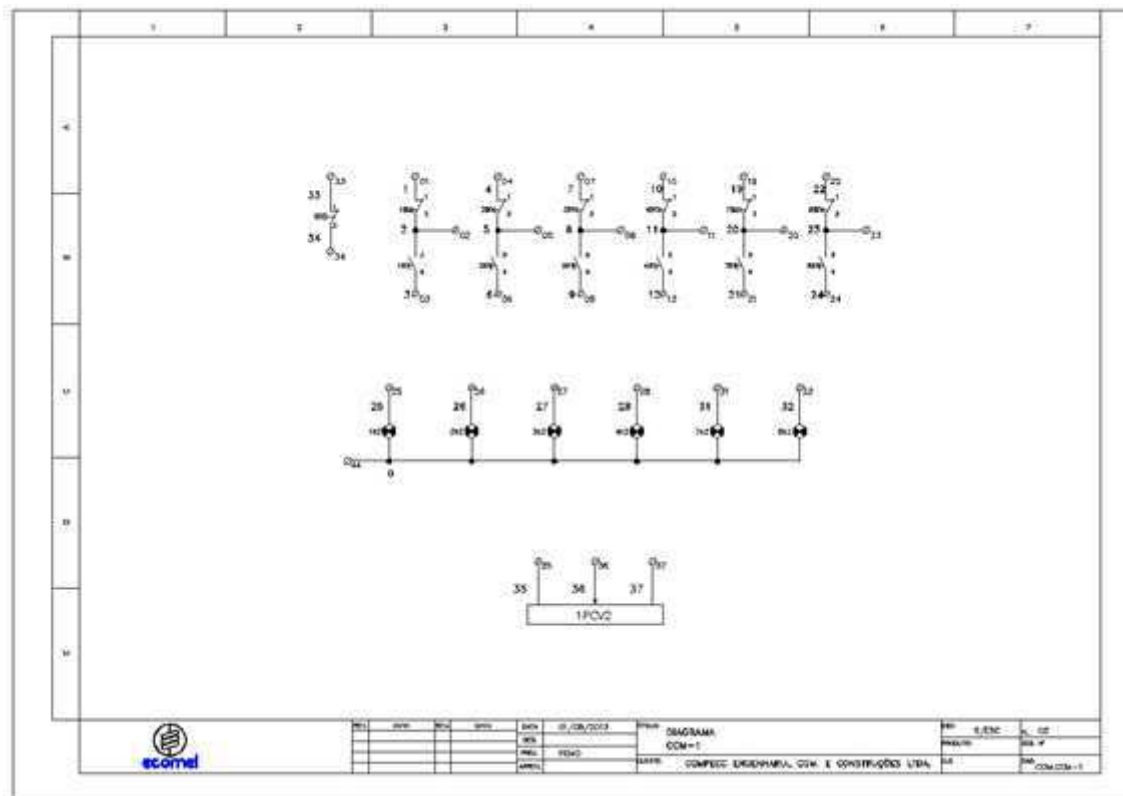


Fonte: A autora (2014).

5.2.5 COMANDO REMOTO

O comando remoto é uma das facilidades que um projeto oferece. O acionamento remoto das máquinas permite o controle das linhas de operação através de cabines de comandos e interface homem-máquina, substituindo a necessidade de operadores junto aos centros de controle de motores, sendo os mesmos alocados próximos à linha de produção. Na figura 23 é apresentado o diagrama referente ao comando remoto da CCMi-01.

Figura 23: Diagrama final do comando remoto CCMi-01.



O diagrama do comando remoto traz consigo as informações das ligações dos botões de cada motor da CCMi-01 e de emergência (primeira linha do diagrama), destacando as borneiras e os contactores normalmente fechados e normalmente abertos de cada um.

Na segunda linha, há a indicação dos bornes referente aos sinalizadores de cada um dos botões. E por fim, é apresentada a saída do inversor (motor 2 – CCMi-01) para o potenciômetro que se localiza na bancada de comando.

Na Figura 24 pode-se observar a mesa de comando remoto responsável pelo acionamento dos motores da CCMi-01. Na sequência é exposta na Figura 25 a instalação dos comandos remotos nas borneiras mediante projeto.

Figura 24: Fotografia da mesa comando remoto CCMI-01 e botoeira.



Fonte: A autora (2014).

Figura 25: Foto da instalação do comando remoto CCMI-01.



Fonte: A autora (2014).

Acoplado a bancada de acionamento remoto dos motores, há no projeto a presença da interface homem-máquina, o painel *Magelis* da *Schneider Electric*, que se encontra representado na Figura 26. A programação do *software* foi terceirizada, ficando a ECOMEL apenas os ajustes de parâmetros dos motores e instalação das mesmas no local devido.

Figura 26: Foto do painel *Magelis*.

Fonte: A autora (2014).

Esse dispositivo permite que seja feita toda a gerência da linha de produção da Britagem. O seu desenvolvimento teve referência nos processos primário, secundário e terciário de britagem explanadas anteriormente na apresentação do projeto.

A detecção do problema, nesse caso, torna-se simples e rápida sendo normalmente apenas visual, já que o sistema utiliza-se de luzes, quando na presença de qualquer anormalidade, indicando a localidade do problema. Isto atribui praticidade, flexibilidade e a economia gerada pela digitalização do sistema, além de permitir à atuação imediata do operador, evitando danos às máquinas envolvidas no processo.

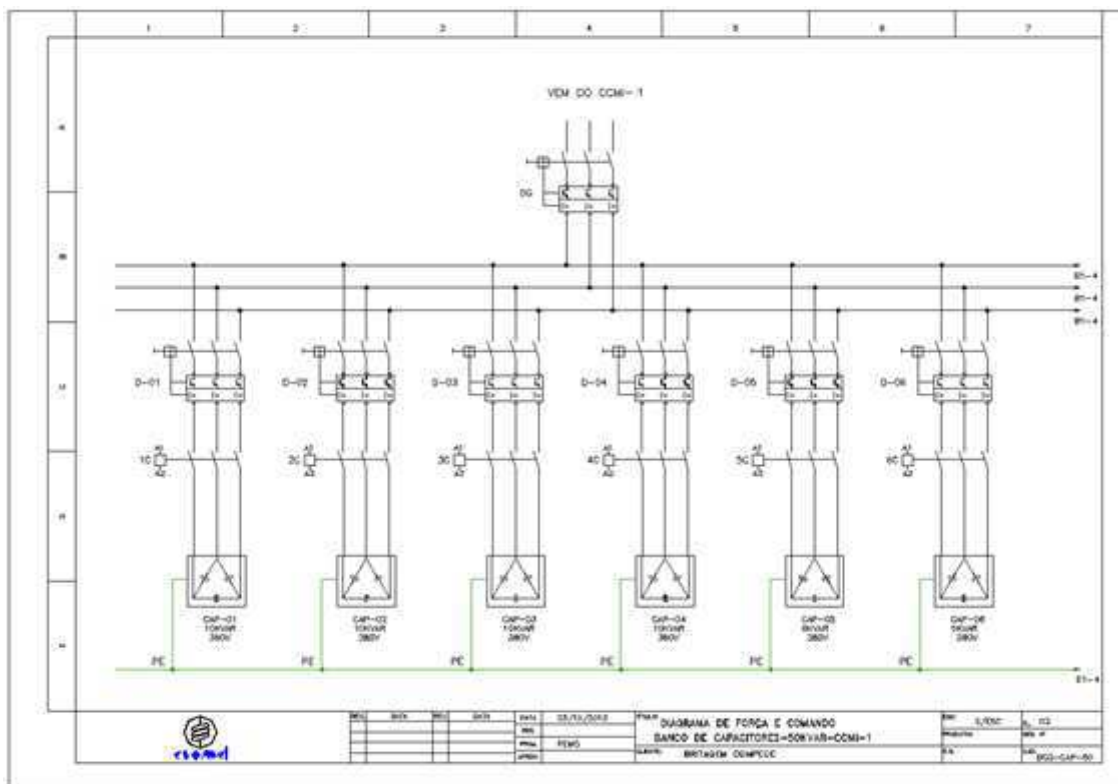
Esse equipamento por ser sensível, ainda não foi instalado na Britagem, pela falta de infraestrutura das cabines que se alocam as mesas de comando remoto, já que a poeira proveniente do processo de transformação da pedra em brita poderia danificá-las.

5.2.6 COMPENSAÇÃO DE REATIVOS

Como visto anteriormente, a britagem é acionada basicamente por motores assíncronos que demandam energia reativa indutiva, por conseguinte a necessidade da compensação de reativos no sistema.

De forma ilustrativa, por conter um número reduzidos de motores, está sendo exposto o banco de capacitores que é responsável pela compensação de reativos do centro de controle de motores 01 (CCMi-01) de 50 kvar. Na Figura 27 pode-se observar o diagrama de força e comando do Banco de Capacitores 50kvar.

Figura 27: Parte do diagrama de força e comando do banco de capacitores 50kvar – linha de britagem primária.



Na Figura 28 apresenta o banco de capacitores instalados na CCMi-01 responsável pela compensação de reativos da linha de britagem primária.

Figura 28: Foto do banco de capacitores 50kvar – linha de britagem primária.



Fonte: A autora (2014).

6 CONCLUSÃO

Este relatório teve como objetivo descrever as atividades realizadas e as informações obtidas durante o período de estágio integrado realizado na empresa ECOMEL.

O estágio realizado foi bastante proveitoso devido ao contato com equipes de trabalho variadas. Houve atividades relacionadas com a parte administrativa, atividades relacionadas à parte técnica, contemplando uma intimidade com projetos de instalações elétricas e eletromecânicas. Dessa forma, existiu a interação desde os fornecedores, passando pelo engenheiro responsável e equipes técnicas da empresa, até outras equipes prestadoras de serviço do mesmo projeto, o que permitiu ao estagiário um contato inicial com uma visão geral das atribuições de um profissional de engenharia.

Os projetos dos centros de controle de motores foram finalizados em tempo hábil, instalados e testados de forma segura. As centrais de comando remoto, diferente das CCM, ainda encontram-se inacabadas já que, por falta de infraestrutura e treinamento dos operadores, as interfaces homem-máquina ainda foram instaladas.

A experiência de estágio foi engrandecedora, haja vista que o conhecimento não ficou limitado a projetos, mas a vivência e gerência de atividades, acrescentando outros valores ao conhecimento acadêmico adquirido durante todo o curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ELECTRIC, SCHNEIDER. **Altivar 71. Conversores de partida e parada progressivas. Manual de operação.** 2012a. Disponível em: <<http://www.schneider-electric.co.uk/sites/uk/en/products-services/automation-control/products-offer/motion-and-drives/soft-starter/altistart-48.page>>. Acesso em: 03 de Novembro de 2014.

ELECTRIC, SCHNEIDER. **Altistart 48. Inversores de frequência para motores assíncronos. Manual de instalação e de programação.** 2012b. Disponível em: <<http://www.schneider-electric.com/products/br/bz/2900-partida/2940-soft-starters/689-altistart-48/>>. Acesso em: 03 de Novembro de 2014.

<https://www.inverterdrive.com/file/Schneider-Altistart-ATS48-Manual>>

FIGUEIRA, H. V. O.; ALMEIDA S. L. M.; LUZ, A. B.; Cominuição; In: **Tratamento de Minérios.** Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia Mineral, 2004; Capitulo quatro.

FORMATS CONSTRUCTION MACHINERY. **Britador Cônicos Série CS.** Disponível em: <<http://pt.trituradoras-de-roca.com/Britador-fixo/Britador-C%C3%B4nicos-S%C3%A9rie-CS.html>>

HJ CRUSHER. **Britadores.** <<http://www.hjcrusher.com.pt/2-crushing-machine.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

HONÓRIO, O. **Estudo De Aumento De Capacidade Da Planta De Britagem Da Usina I De Germano.** Monografia de Especialização. Universidade Federal de Ouro Preto, 2010.

IMIC. **Britador de Impacto.** 2013a. Disponível em: <<http://www.imic.com.br/produtos-novos/britador-de-impacto/>>. Acessado em 19 de novembro de 2014.

IMIC. **Britador de Impacto.** 2013b. Disponível em: <<http://www.imic.com.br/wp/content/uploads/2013/08/4-Britador-de-Impacto.pdf>>. Acessado em 19 de novembro de 2014.

IMIC. **Alimentador Vibratório Padrão.** 2013c. Disponível em: <<http://www.imic.com.br/wp/content/uploads/2013/07/1-Alimentador-Vibratorio-Padrao.pdf>>. Acessado em 19 de novembro de 2014.

IMIC. **Peneira Vibratória Horizontal.** 2013d. Disponível em: <<http://www.imic.com.br/wp/content/uploads/2013/08/10-Peneira-Vibratoria-Horizontal.pdf>>. Acessado em 19 de novembro de 2014.

PETRUZELLA, FRANK D.. **Motores Elétricos e Acionamentos.** Traduzido por AMGH Editora LTDA, 2013.

PORTAL ELETRICISTA. **Chave Soft-Starter: partida Suave de Motores em Corrente Alternada.** Disponível em: <<http://www.portaleletricista.com.br/wp-content/uploads/2014/03/Corrente-na-Partida-de-Motores-de-Inducao-em-CA.jpg>>. Acessado em 20 de novembro de 2014.

NBR 5060 – **Guia para Instalação e Operação de Capacitores de Potência – Procedimento.**

RASHID, MUHAMMAD HARUNUR. **Power Electronics – Circuits, devices and applications.** 2ª ed. Prentice Hall, New Jersey: 1993

TLA CAPACITORES. **Normas para instalação de Bancos Capacitores**. Disponível em: <<http://www.tlacapacitores.com.br/arquivos/uploads/2011/09/normas-para-instalacao-de-banco-de-capacitores.pdf>>. Acesso em: 22 de Outubro 2014.

WEG, Equipamentos Elétricos S.A.. **Guia Técnico. Motores de indução alimentados por inversores de frequência PWM**. 2009.