



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA



RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Thiago da Silva Vieira Brito

Campina Grande – Paraíba
Julho de 2010

Thiago da Silva Vieira Brito

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório apresentado junto à Coordenação do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletrotécnico.

Orientador: **Prof. Leimar de Oliveira**

Thiago da Silva Vieira Brito

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório apresentado junto à Coordenação do curso de Engenharia Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletrotécnico.

COMISSÃO EXAMINADORA

Orientador: **Prof. Leimar de Oliveira**

CONVIDADO

Campina Grande – Paraíba
Julho de 2010

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por ter me iluminado com a sabedoria necessária para entender e superar os desafios da vida, dando-me força para não desistir diante de todas as adversidades.

A meus pais, que não mediram esforços para que eu conseguisse concluir meu curso, me dando apoio em todos os momentos.

A todos os meus colegas de curso que dividiram comigo tantos momentos, durante toda a trajetória da minha vida acadêmica.

A Petrônio Lopes do Carmo, por suas lições de postura e de profissionalismo e por ter fornecido oportunidade de me desenvolver profissionalmente, durante todo o período de estágio.

A todos os funcionários da ATEC, que trabalharam sempre de forma muito profissional, facilitando assim meu aprendizado.

Aos engenheiros Valter Teixeira, Tiago Bruno, Priscila Dornas e Edivaldo que sempre foram compreensíveis e me ajudaram no que foi possível.

Aos professores Edgar Roosevelt e Leimar de Oliveira pela grande contribuição no desenvolvimento deste trabalho e pela participação valiosa em minha formação acadêmica e profissional.

A todos os outros professores do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG que participaram da minha vida acadêmica, apresentando-me todos os conhecimentos necessários para uma formação sólida em engenharia elétrica.

A todos os funcionários da coordenação de engenharia elétrica, em especial a Adail que sempre me ajudou a superar os obstáculos encontrados na vida acadêmica.

Agradeço também a todos aqueles que não foram citados, mas que de forma direta ou indireta, contribuíram significativamente para a minha formação.

DEDICATÓRIA

A meu pai, *Valmir Vieira de Brito* e à
minha mãe, *Terezinha da Silva Vieira*.

“O conhecimento abre portas, a dedicação nos ajuda a ultrapassá-las.”

APRESENTAÇÃO

O estágio foi realizado na empresa ATEC SERVIÇOS ELÉTRICOS, e teve a duração de 5 meses, durante a construção de uma Pequena Central Hidrelétrica chamada Usina paulista de energia Queluz, que é de propriedade privada e tem como empresa responsável por sua construção a empresa Alusa engenharia Ltda.

A PCH Queluz possui uma potencia instalada de 30 MW, e se localiza no município de Queluz, na região do vale do Paraíba em São Paulo. Durante o período de estágio foi realizado a supervisão e o acompanhamento de toda montagem da parte elétrica da casa de força, ainda foram realizadas atividades de acompanhamento com a equipe de obras que faz parte da coordenação e de comissionamento responsável pelos testes dos equipamentos.

As atividades de coordenação consistiam na supervisão e gerenciamento da montagem elétrica. Também foram realizadas atividades referentes ao administrativo da empresa, como contratação de funcionários.

Lista de Figuras

Figura 1 - Turbina Bulbo	4
Figura 2 - Distribuidor da PCH Queluz	5
Figura 3 - Multiplicador de Velocidade	5
Figura 4 - Gerador Síncrono	6
Figura 5 - Transformador Elevador	7
Figura 6 - Diagrama Unifilar	8
Figura 7 - Painéis de Proteção e Controle	9
Figura 8 - Gerador Diesel Cummins	10
Figura 9 - Retificadores Adelco e Banco de Baterias	10
Figura 10 - SPDA Cobertura da Casa de Força	12
Figura 11 - Leitos para Cabos	13
Figura 12 - Tubulação	13
Figura 13 - Perfilados	14
Figura 14 - Quadro Elétrico	14
Figura 15 - Exemplo de Planilha de lançamento de cabos	15
Figura 16 - Cabos em formato Trifólio	16
Figura 17 - Planilha de Interligação	16
Figura 18 - Acabamento em Painéis	17
Figura 19 - Muflas	17
Figura 20 - Aterramento em Estruturas Metálicas	18
Figura 21 - Iluminação da Sala de Baterias	18

Sumário

1 As Empresa	1
1.1 Atec Serviços Elétricos	1
1.2 Areva Koblitz	2
1.3 Alstom.....	2
1.4 Alusa	3
2 PCH Queluz	4
2.1 Equipamentos Principais	4
2.1.1 Turbinas Bulbo	4
2.1.2 Distribuidor	5
2.1.3 Multiplicador de Velocidade	5
2.1.4 Geradores	6
2.1.5 Transformador Elevador e Subestação	7
2.2 Esquema Elétrico	8
2.2.1 Sistema de Distribuição	9
2.2.2 Sistema de Controle e Proteção	10
3 Atividades realizadas	12
3.1 Sistema de Proteção Contra descarga Atmosféricas (SPDA)	12
3.2 Encaminhamento para Cabos	13
3.3 Fixação de Painéis	14
3.4 Passagem de cabos	14
3.5 Interligação de Painéis e Quadros	16
3.6 Terminações Contráteis a Frio (Muflas)	17
3.7 Aterramento	17
3.8 Iluminação	18
4 Conclusão	19
5 Referências Bibliográficas	20
Anexos	21

1. As Empresas

1.1 Atec Servicos Eletricos

A ATEC é uma empresa prestadora de serviços elétricos criada em 1997, que foi fundada por um ex-funcionário da AREVA KOBLITZ. Sua área de atuação é na montagem elétrica de usinas de cana de açúcar e de pequenas centrais hidrelétricas (PCH).

Desde a sua fundação a ATEC tem prestado serviços apenas a AREVA KOBLITZ, e as principais atividades da ATEC são:

- Serviços de Iluminação interna e externa;
- Execução de encaminhamento, lançamento e interligação de cabos entre equipamentos, painéis elétricos e demais componentes;
- Conexão de equipamentos e painéis elétricos à malha de aterramento;
- Interligação de cabos elétricos de média e baixa tensão;
- Posicionamento e fixação de painéis elétricos;
- Montagem elétrica para instrumentação de máquinas (geradores, turbinas, etc).

Para execução e supervisão dos serviços, a ATEC possui uma equipe de profissionais qualificados e selecionados para obter um bom desempenho, de forma que as atividades sejam cumpridas de acordo com o contrato definido pelo cliente.

Para realização dos serviços de montagem a equipe é composta de eletricista e supervisores e o gerenciamento da empresa é feito pela diretoria e técnicos administrativos da empresa.

Com o aumento das obras de construção de PCH, a ATEC vem dando preferência a este tipo de serviço que a faz presente em 8 PCH's, principalmente as do grupo ATIAIA ENERGIA. As mais recentes foram as obras da PCH BURITI, ESPORA ENERGETICA, PARANATINGA II, PCH PORTO DAS PEDRAS e atualmente as duas obras grupo Alusa, PCH QUELUZ E LAVRINHAS, ambas no Vale do Paraíba em São Paulo .

Em algumas obras de PCH a ATEC faz contratações de engenheiros e técnicos eletricistas, a fim de ter uma interface com a equipe de obras da empresa contratada, bem como para análise das plantas e demais assuntos de origem técnica facilitando o andamento da obra.

1.2 Areva Koblitz

Fundada em 1975 pelo Engenheiro Luiz Otávio KOBLITZ, a empresa sempre adotou as mais avançadas tecnologias e processos nos sistemas elétricos e termodinâmicos. Suas atividades estão alinhadas com as preocupações ambientais, permitindo o desenvolvimento sustentável e a preservação, para beneficiar as gerações futuras.

A Koblitz é uma empresa que atua no segmento de geração e cogeração de energia, adotando conceitos cada vez mais avançados em engenharia de sistemas elétricos e termodinâmicos. Suas atividades são desenvolvidas a partir de uma busca de alternativas para integrar sistemas de energia em sintonia com as questões ambientais.

Na área industrial, a Koblitz tem experiência no desenvolvimento de projetos para usinas de açúcar e álcool, fábricas de alimentos, bebidas, cimento, madeira, óleos vegetais, empresas de beneficiamento de arroz, papel, cerâmica, frigoríficos, siderúrgicas, têxtil, entre outros. No segmento de serviços, o destaque vai para a atuação com centrais distritais, edifícios comerciais, hospitais, hotéis e shopping centers.

Em janeiro de 2008, AREVA anunciou a aquisição de 70% da KOBLITZ em linha com a estratégia de desenvolvimento do negócio da AREVA no mercado de energia livre de CO₂.

Esta ficou responsável pelo fornecimento de painéis elétricos de proteção e controle montagem elétrica da casa de força e da subestação.

1.3 Alstom

No Brasil, a Alstom é líder como fornecedora de equipamentos e serviços para usinas hidrelétricas e termelétricas, **respondendo por mais de 60% da capacidade instalada**, através de projetos como: Itaipu, Tucuruí, Serra da Mesa, Itá, Salto Caxias e Igarapava. Também serão fornecidas pela empresa as turbinas da Rio Madeira, as Turbinas tipo Bulbo serão as maiores já fabricadas pela empresa no Brasil.

Além disso, fornece equipamentos e serviços para pequenas usinas hidrelétricas no país, **com presença em mais de 80% dos maiores projetos do Brasil.**

Na PCH Queluz, a Alstom foi responsável pelo fornecimento e montagem dos principais equipamentos elétricos, como: Geradores, Turbinas, Ponte Rolante, Compotas da tomada d'água e vertedouro.

1.4 Alusa

A Alusa Engenharia iniciou suas atividades em 1960. Em pouco tempo, a Alusa tornou-se a maior empresa prestadora de serviço no segmento de distribuição de energia, chegando a trabalhar simultaneamente para mais de 20 concessionárias em todo o País.

Gradativamente, a Alusa Engenharia ampliou suas atividades. Em 2000 passou a atuar como parceira e participante na implantação, operação e manutenção de sistemas de transmissão de energia, por meio de concessões. Cinco anos mais tarde a empresa estendeu sua atuação no segmento de geração. Hoje a Alusa atua também nas áreas de construção civil, petróleo, gás e mineração.

Em 2005 a Alusa estendeu sua atuação para o segmento de geração por meio da Alupar. No primeiro leilão realizado pela Aneel, a Alupar conquistou dois lotes: no rio Ijuí (no município gaúcho de São José) e na foz do Rio Claro (em Goiás), onde serão entregues em 2010 duas usinas hidrelétricas, com potências instaladas de 51 MW e 68,4 MW respectivamente. Assinados em 2006, ambos os contratos de concessão, têm vigência de 35 anos.

A Alusa possui ainda o controle de duas pequenas centrais hidrelétricas: uma em Queluz e outra em Lavrinhas, ambas no rio Paraíba do Sul, no Vale do Paraíba, em São Paulo, com potências instaladas de 30 MW.

Na PCH Queluz, a Alusa ficou responsável pela parte da construção civil. Foi a empresa contratada pelos sócios donos das PCH's para a execução do projeto.

2. PCH QUELUZ

A usina Paulista de Energia, PCH Queluz, fica situada na região do Vale do Paraíba no estado de São Paulo, o rio Paraíba do Sul possui uma grande capacidade de geração hidrelétrica, tendo várias instaladas durante seu 1200 km de extensão, que cortam os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.

A referida usina possui dois geradores com capacidade de 15,9 MVA cada um, devido a pequena queda d'água no local da construção foram utilizadas duas turbinas Bulbo, que são usadas em usinas com quedas inferiores a 20 metros, na PCH Queluz a queda é de 12 metros.

Sua barragem é do tipo terra, que foi retirada dos morros da área de empréstimo. Possui quatro comportas vagão na tomada d'água e quatro comportas de ensecadeira, no vertedouro possui duas comportas segmento.

2.1 Equipamentos Principais

Faremos uma breve apresentação dos principais equipamentos elétricos da PCH Queluz, mostrando suas características.

2.1.1 Turbina Bulbo

Essas turbinas se assemelham as turbinas Kaplan horizontais ou Kaplan poço, são chamadas de Bulbo, devido o gerador ficar situado em uma superfície que se assemelha a um bulbo, onde o duto de passagem de água fica em suas laterais movimentando assim as hélices da turbina.

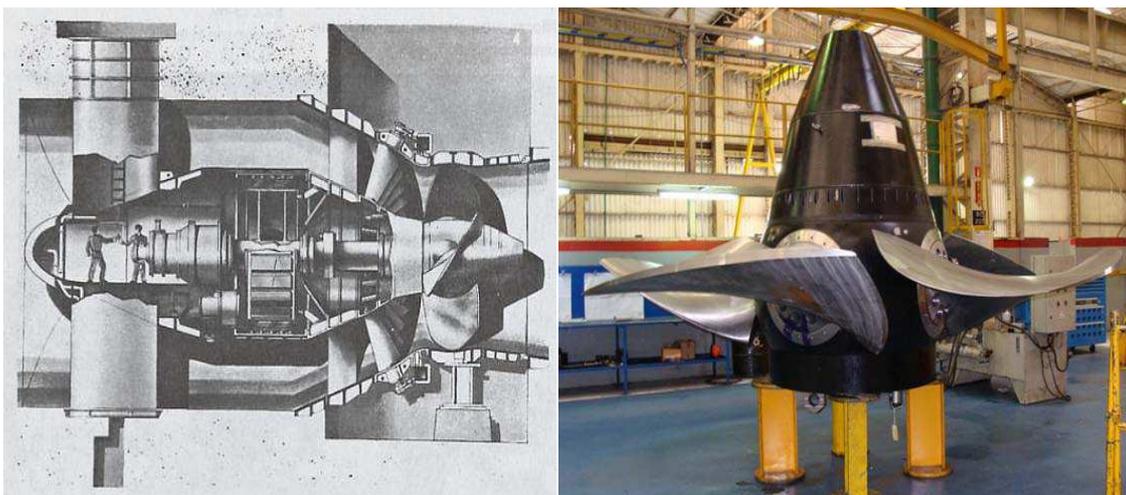


Figura 1 – Turbina Bulbo.

2.1.2 Distribuidor

Nesse tipo de turbina, a velocidade é controlada pela abertura e fechamento do distribuidor que funciona em sincronismo com as hélices da turbina, o distribuidor é um mecanismo formado por palhetas que sofrem variações no seu ângulo para aumentar ou diminuir a passagem da água, movimento acompanhado pela também abertura e fechamento das hélices da turbina.



Figura 2- Distribuidor da PCH Queluz-SP.

2.1.3 Multiplicador de Velocidade

Devido à pequena queda d'água, nessa usina fez-se necessário a utilização de um equipamento chamado de Multiplicador de Velocidade, este fica acoplado no eixo entre a turbina e o rotor da máquina. Esse equipamento nada mais é do que um jogo de catracas, que têm por finalidade o aumento da rotação obtida pela turbina, transmitindo através do eixo a rotação requerida pelo gerador. Seu funcionamento pode ser comparado ao jogo de catracas de uma bicicleta.



Figura 3- Multiplicador de velocidade.

2.1.4 Geradores

Os geradores são os responsáveis pela conversão da energia mecânica, aplicada pela rotação das turbinas no eixo do rotor, em energia elétrica. O gerador é constituído por uma parte girante (rotor), acoplada a turbina por meio de um eixo que está sustentado sobre mancais, e de uma parte fixa (estator). Nas hidrelétricas os geradores aplicados são síncronos, isso é, operam com velocidade constante e sincronizada com a frequência da tensão em seus terminais. Ao se excitar o rotor da máquina com corrente contínua CC, é estabelecida a tensão interna do gerador, o que possibilita a geração de tensão CA na saída de seus terminais.

Os geradores da PCH Queluz são de fornecimento Alstom, suas características principais são: potência de 15,9 MVA, fator de potência 0,95, tensão nominal de 6,9 kV, rotação de 600 rpm, rotor de pólos salientes e excitação estática.



Figura 4 – Gerador Síncrono.

Os sistemas de excitação foram muito beneficiados pelo rápido desenvolvimento dos tiristores durante a década de 60. O uso de tiristores reduziu consideravelmente o tempo de resposta do sistema de excitação e a transistorização do sistema de regulação de tensão melhorou as qualidades de “field forcing” (força do campo).

A rapidez de resposta do sistema é devida ao fato de que os únicos retardamentos existentes são na filtragem da tensão terminal e no disparo dos tiristores, sendo que um valor típico de atraso para este último equipamento é 3.3ms a 50hz. Outra vantagem é a redução do comprimento total da unidade geradora, pois não há excitatrizes piloto ou principal. Isto diminui o problema mecânico de alinhamento de eixos e mancais. Por outro lado, permanecem os problemas inerentes à presença dos anéis deslizantes do rotor do gerador.

Em anexo encontram-se algumas informações adicionais sobre o gerador, como suas curvas características, carta de capacidade, e alguns cortes de suas partes construtivas.

2.1.5 Transformador Elevador e Subestação

Na PCH Queluz, uma curiosidade do projeto, consiste na utilização de apenas um trafo elevador para as duas unidades e este encontra-se a uma distância de 300 metros da subestação elevadora, ficando alojado na parte externa da casa de força.



Figura 5 – Transformador Elevador.

Esse transformador eleva a tensão do gerador de 6,9 kV para 138 kV, para que essa possa ser transmitida da subestação de Queluz até à subestação da PCH Lavrinhas, do mesmo grupo, a uma distância de 15,7 km e desta à subestação de Santa Cabeça, pertencente a CTEEP, localizada a 13,9 km, que fará a interligação com o Sistema Interligado Nacional (SIN).

A subestação é composta por vários equipamentos de proteção e medição, dentre eles destacamos os Pára-Raios, Transformadores de potencial (TP's), Transformadores de Corrente (TC's), Chaves Seccionadoras e Disjuntores.

2.2 Esquema Elétrico

Para que tudo funcione de forma correta, são instalados uma série de painéis de proteção e controle para os equipamentos da Usina, bombas e compressores de ar para bombear óleo, água e ar comprimido para as unidades. Estes painéis também controlam o fechamento e abertura das comportas do vertedouro e tomada d'água.

Entre cada unidade Geradora e o Trafo Elevador temos o painel Supressor de Surto de Tensão(CPS) e o painel de aterramento de Neutro(CNG), que são conectados ao Gerador através de cabos de média tensão de 240 mm², sendo três cabos por fase. Entre esses painéis e o transformador temos ainda os painéis de média tensão, que possuem as chaves seccionadoras do gerador(CSG), e os painéis das seccionadoras do trafo de serviços Auxiliares(CSA), esses painéis estão interligados no mesmo barramento que possui também um cubículo com a seccionadora do Trafo Elevador(CTE). E desse barramento eles se interligam ao Trafo Elevador através de cabos de 400 mm², sendo quatro cabos por fase.

A seguir é apresentado um o diagrama unifilar com detalhes dos painéis CPS1,CNG1 e CSG1.

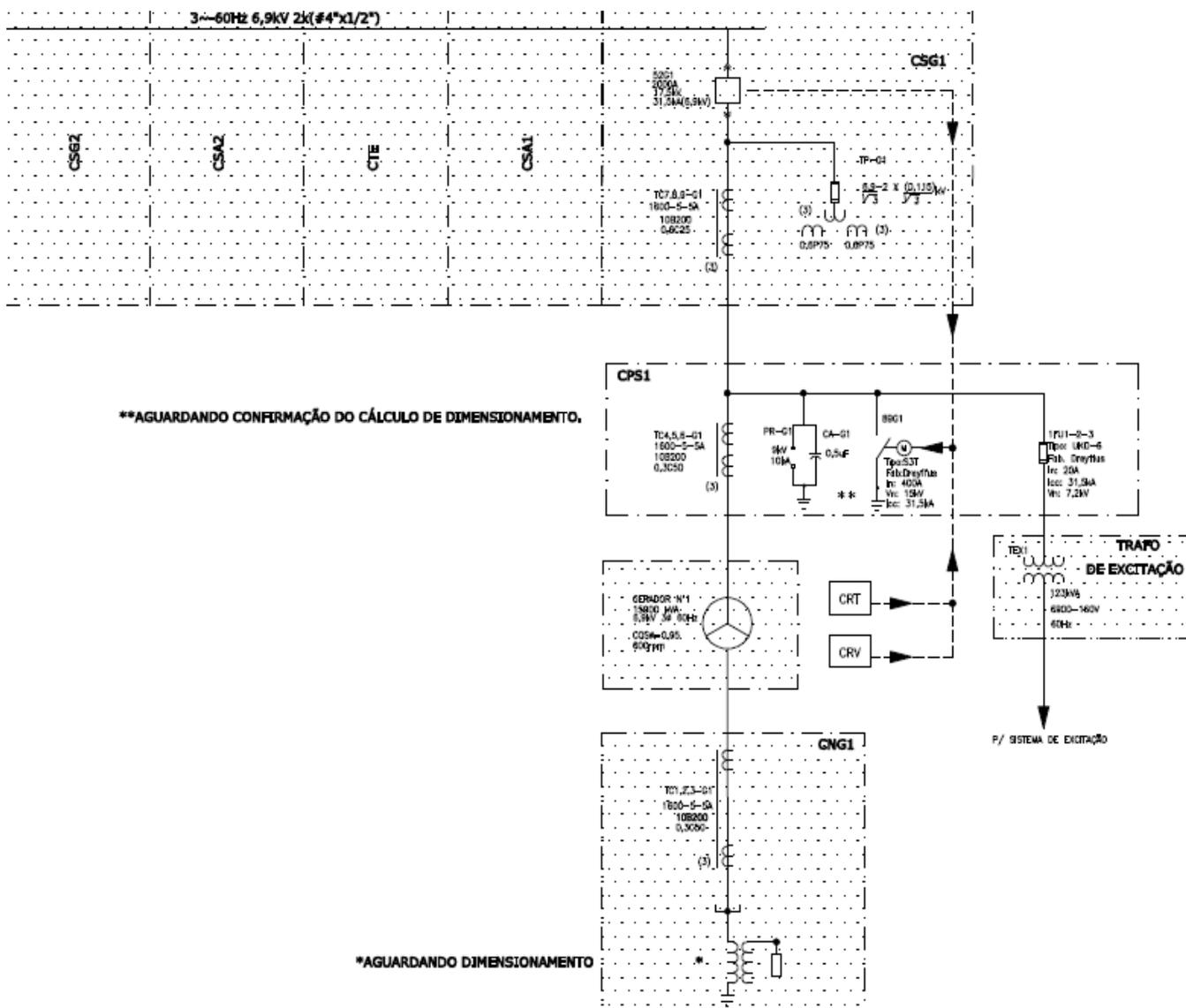


Figura 6 – Diagrama Unifilar

2.2.1 Sistema de Distribuição

A alimentação interna da Usina é feita a partir de dois transformadores Auxiliares(TSA), que são alimentados pelo barramento dos painéis de média tensão. Esses Trafos a seco alimentam o Quadro Geral de Distribuição(QGD) com tensão de 380 V, e este por sua vez, faz a distribuição para os principais painéis e equipamentos auxiliares que utilizam corrente alternada.

O QGD alimenta quadros de suma importância , como por exemplo os CCM's, que são os Centros de Controle dos Motores, que são responsáveis pelo controle das unidades Hidraulicas do regulador(UHR), do multiplicador(UHMT) e dos Mancais(UHM), além da resistência de aquecimento do Gerador. O QGD também alimenta os painéis de Drenagem(QCL-DE) e Esgotamento (QCL-EG), o sistema de vedação do eixo da turbina(QCL-VD), o quadro de distribuição 220V(QDL), o Quadro Auxiliar Geral(QAG), que alimenta os serviços de medição, a mesa de operação e mais alguns serviços. O QGD também alimenta a ponte rolante e o pórtico rolante.



Figura 7 – Painéis de Proteção e Controle

O Gerador Diesel, fornecido pela Cummins, fica conectado ao barramento do QGD, entrando em funcionamento automaticamente quando houver qualquer falha no fornecimento de corrente alternada, sendo desligado imediatamente quando for reestabelecido o fornecimento normal.



Figura 8 – Gerador Diesel Cummins

Outra função do QGD é a alimentação dos Carregadores de Bateria(CBU), esses retificadores têm como função fornecer alimentação 125 VCC da casa de força, esses ficam conectados ao Quadro de Distribuição CC(DCC), que se comunica com os demais equipamentos.

Os retificadores também são responsáveis pelo carregamento do banco de Baterias, composto por 60 Baterias ligadas em série, com 2 volts cada uma , e capacidade de 250 ampéres hora. Esse banco é projetado para continuar o fornecimento de corrente contínua para as cargas principais por quatro horas após o defeito na alimentação normal.



Figura 9 - Retificadores Adelco e Banco de Baterias

2.2.2 Sistema de Controle e Proteção

O sistema de controle também é uma parte muito importante para o funcionamento da Usina, a maioria dos equipamentos têm quadros de controle local que fazem seu gerenciamento. Esses quadros são monitorados pelo Painel da Remota de Serviços Auxiliares(PCSA), este painel possui um PLC que faz a comunicação com a sala do supervisor, painéis do vertedouro e tomada d'água e com a subestação via fibra ótica. Esse tipo de sistema reduz significamente o número de pessoas na operação da usina, pois a maioria das manobras podem ser controladas de forma remota.

Para realizar esse controle são instalados vários sensores, dos mais variados tipos, esses podem ser sensores de nível, no caso dos poços de drenagem e esgotamento, e baseados nas indicações destes é lançado o comando para acionar as bombas equivalentes. Os medidores de pressão, Pressostatos, também são instalados para controlar a pressão do óleo nas unidades hidráulicas, compressores de ar, acionamento dos freios das unidades geradoras. Fluxostatos são instalados para medir o fluxo de ar e óleo nas tubulações. Sensores de variação de temperatura(PT 100), também são instalados para controlar a temperatura nas unidades.

Esses sensores são conectados a painéis que possuem dispositivos elétricos que entendem esses sinais e tomam as decisões para qual cada situação foi programada. Os relés têm papel fundamental nessa automação do sistema, eles controlam sistemas fundamentais para o funcionamento da usina, como por exemplo o sistema de freios das unidades.

O sistema de Proteção garante a integridade dos equipamentos e pessoas no interior da usina, esse sistema também é controlado por relés e fazem atuar os disjuntores que podem retirar as máquinas do sistema em caso de defeitos, desligar equipamentos para que esses não se danifiquem ou possam danificar os demais.

Sem esses sistemas, torna-se impossível o funcionamento de uma usina de geração, seja qual for a fonte primária de geração, sendo este apenas adequado para operar em cada situação específica.

3 Atividades realizadas

A empresa Atec foi contratada pela Areva Koblitz para realizar a instalação elétrica da Casa de Força, iluminação interna e externa, execução do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), Interligação em Baixa e média tensão, interligação de cabos de comando, execução do encaminhamento para cabos, instalação dos auxiliares mecânicos, instalação da rede lógica de comunicação.

Coube a mim a função de comandar e fiscalizar todos os serviços executados pela empresa, além de apoiar na parte administrativa, realizando a marcação da folha de ponto dos funcionários bem como participando na contratação.

A seguir serão descritas todas as atividades realizadas na casa de força.

3.1 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

A Primeira atividade realizada na casa de força foi a instalação do SPDA na cobertura da estrutura da casa de força, primeiramente foram colocados os isoladores para os cabos, depois fez-se a passagem dos cabos de cobre nu com bitola de 35mm². Esses cabos se conectam entre si e depois faz-se a interligação a malha de aterramento da casa de força.



Figura 10 – SPDA cobertura da Casa de Força.

3.2 Encaminhamento para cabos

Na parte interna da Casa de Força foram montados diferentes tipos de encaminhamentos para cabos, dependendo do equipamento a ser ligado e da sua localização, eles foram:

Leitos: os leitos foram divididos em 3(três) grupos, para cabos de Média Tensão(MT), para cabos de Baixa Tensão(BT) e para cabos de corrente contínua.

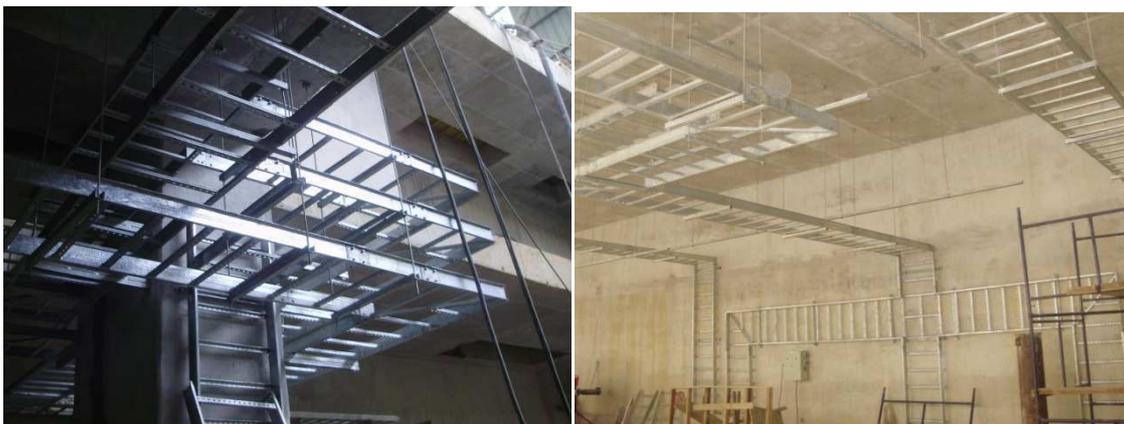


Figura 11 – Leitos para Cabos.

Tubulação: no Projeto da PCH Queluz, a conexão entre os painéis e os leitos foram feitas basicamente através de tubulação galvanizada, que variava conforme a necessidade em tubos de 2(duas), 3 (três) ou 4(quatro) polegadas. Esses tubos também foram usados em outros pontos, como iluminação e tomadas das salas, sendo nesse caso tubos de secção inferior.



Figura 12 – Tubulação

Perfilados: Para fazer a conexão entre os painéis e os geradores e unidades hidráulicas foram postos perfilados nas canaletas, outros pontos de iluminação e os cabos de rede foram usados perfilados.



Figura 13 – Perfilados.

3.3 Fixação de Painéis

Em seguida, foram fixados os painéis fornecidos pela Areva Koblitz em seus locais pré-determinados, para isso foi usada a ponte rolante para transferi-los para a galeria eletromecânica, depois estes foram fixados com parafusos.



Figura 14 – Quadro Elétrico.

3.4 Passagem de Cabos

Para iniciar-se a passagem de cabos, primeiramente foram elaboradas planilhas de lançamento de cabo, com essas planilhas em mãos, media-se as distâncias reais entre os equipamentos a serem interligados e depois cortava-se esse cabo nas bobinas, marcando de forma provisória sua identificação(TAG), nas duas pontas do cabo.

TAG	ORIGEM	DESTINO	COMP.(m)	FORMAÇÃO(mm ²)	BOBINA
CCM1-F013A	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM1-F013B	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM1-F013C	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM1-F013T	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM2-F013A	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM2-F013B	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM2-F013C	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4
CCM2-F013T	CCM1/3	PCTS	41	1x16	B4

Figura 15- Exemplo de Planilha de lançamento de cabos.

Observando o TAG, esses cabos são lançados observando-se sua origem e seu destino, eles ficam amarrados nos seus encaminhamentos de forma ordenada.

Os cabos na CF são classificados em três tipos: cabos de comando, cabos de baixa tensão (BT) e cabos de média tensão(MT). Cabos de comando possuem uma isolamento menor que os cabos de BT devido à baixa corrente que os mesmos conduzem. Portanto deve-se ter cuidado para não lançar cabos usados para comando como cabos de BT. Nas eletrocalhas e canaletas existe um separador chamado de septo divisor, com a função de separar os cabos de comando dos de BT.

Os cabos de média tensão são ligados sempre no formato trifólio, para que as correntes nos cabos de mesma fase sejam iguais, pois devido as elevadas correntes que esses conduzem, geralmente são passados mais de um cabo por fase. A configuração em trifólio visa equilibrar as indutâncias mútuas. A figura 16 mostra essa forma de ligação.

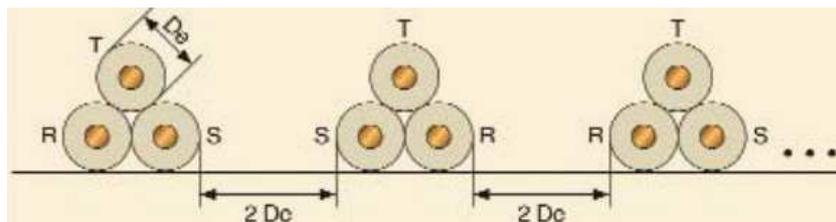


Figura 16 – Cabos em Formato Trifólio.

3.5 Interligação de Painéis e Quadros

Depois de lançados os cabos, começa-se a fazer as interligações dos cabos entre painéis ou entre painéis e equipamentos, para isso é utilizada uma planilha de interligação, que define onde cada condutor (veia) do cabo deve ser conectada, mostrando a régua e o borne onde cada condutor deve ser ligado.

PAINEL DA REMOTA DOS SERVIÇOS AUXILIARES - PCSA								
EQUIPAMENTO P C S A		CABO			P A R A			NOTAS
DISPOSITIVO	BORNE	IDENTIFICAÇÃO	FORMAÇÃO	COND.	EQUIPAMENTO	DISPOSITIVO	BORNE	
X0	1	CTE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	1	CTE	E1X1	1	
	2	CTE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	2	CTE	E1X1	2	
	3	CTE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	3	CTE	E1X1	3	
	4	CTE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	4	CTE	E1X1	4	
	5	CTE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	5	CTE	E1X1	5	
	6	CTE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	6	CTE	E1X1	6	
	7	CTE-C005	1c - 4 x 4,0 mm ²	1	CTE	E1XS	1	
	8	CTE-C005	1c - 4 x 4,0 mm ²	2	CTE	E1XS	2	
	9	CTE-C005	1c - 4 x 4,0 mm ²	3	CTE	E1XS	3	
	10	CTE-C005	1c - 4 x 4,0 mm ²	4	CTE	E1XS	4	
	11	TE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	1	CXTE	X1	68	
	12	TE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	2	CXTE	X1	69	
	13	TE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	3	CXTE	X1	70	
	14	TE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	4	CXTE	X1	71	
	15	TE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	5	CXTE	X1	72	
	16	TE-C001	1c - 6 x 5,0 mm ²	6	CXTE	X1	73	
	17	TE-C002	1c - 2 x 5,0 mm ²	1	CXTE	X1	66	
	18	TE-C002	1c - 2 x 5,0 mm ²	2	CXTE	X1	67	
X1	1	TE-C003	1c - 7 x 1,5 mm ²	1	CXTE	X1	15	
	2	TE-C004	1c - 7 x 1,5 mm ²	1	CXTE	X1	17	
	3	TE-C003	1c - 7 x 1,5 mm ²	2	CXTE	X1	16	
	4	TE-C004	1c - 7 x 1,5 mm ²	2	CXTE	X1	4	
	5	TE-C003	1c - 7 x 1,5 mm ²	3	CXTE	X1	20	
	6							
	7	TE-C003	1c - 7 x 1,5 mm ²	4	CXTE	X1	22	
	8	TE-C004	1c - 7 x 1,5 mm ²	3	CXTE	X1	24	
	9	TE-C004	1c - 7 x 1,5 mm ²	4	CXTE	X1	26	
	10							
	11	TE-C003	1c - 7 x 1,5 mm ²	5	CXTE	X1	46	
	12	TE-C004	1c - 7 x 1,5 mm ²	5	CXTE	X1	48	
	13							

Figura 17 – Planilha de interligação.

Após a identificação dos bornes onde vão ser interligados, retira-se a capa protetora dos cabos e os mesmos são cortados com a metragem adequada. A

interligação nos bornes é feita com terminais à compressão tipo agulha ou terminal olhal, dependendo da régua de bornes a ser interligada. Depois da interligação inicia-se o processo de acabamento, que corresponde à colocação definitiva dos TAG's por meio de anilhas e fixação dos mesmos nos cabos correspondentes por meio de abraçadeira. Na figura abaixo pode ser visualizado o acabamento de um painel após sua interligação.



Figura 18 – Acabamento em Painel.

3.6 Terminações Contrateis a Frio (Muflas)

Muflas são terminações nos cabos de Média Tensão (MT) com o objetivo de fazer uma transição suave nos campos elétricos devido a uma brusca mudança de permeabilidade elétrica dos isolantes. A interrupção do isolamento sólido do cabo de MT provoca uma concentração das linhas de campo que pode danificar o isolamento. As muflas são projetadas para fazer também a impermeabilização no ponto de término do isolamento, evitando assim a entrada de umidade, que também pode danificar o cabo naquele ponto. Esses cabos possuem uma blindagem que deve ser conectada a malha de terra. Na figura a seguir são mostradas as muflas nos cabos de MT.



Figura 19- Muflas.

3.7 Aterramentos

Depois de terminadas as interligações, deve-se aterrar todos os equipamentos, painéis e todas as estruturas metálicas onde teremos condução de energia elétrica. Esse aterramento foi feito com cabos de cobre nu de 70mm² nos equipamentos e de 25mm² nas estruturas metálicas. Esses cabos foram interligados à malha de terra da Usina.



Figura 20 – Aterramento de estruturas metálicas.

3.8 Iluminação

A Iluminação da Casa de Força foi feita logo em seguida, incluindo a cobertura, sala de comando, sala de baterias e etc. O circuito de iluminação foi composto por fios de 2,5mm² nas salas e de 4,0 mm² na cobertura. Na sala de baterias as luminárias possuem uma proteção anti-explosão, devido o risco de vazamento de gases das baterias.



Figura 21 – Iluminação da sala de Baterias

4. Conclusão

A experiência de estágio foi fundamental para consolidação do conhecimento adquirido na universidade, tais como noções de geração de energia, instalação de rede industrial, gerenciamento, etc.

Viu-se que as Turbinas Bulbo são propícias para esse tipo de usina onde a queda d'água é muito pequena, e ainda que mesmo em PCH's, o sistema de proteção e controle é muito moderno, reduzindo em muito a mão de obra na operação dessas usinas.

Além disso, o trabalho em equipe com profissionais de diferentes áreas e com ampla experiência, foi de grande importância para minha formação profissional. No período de estágio através das atividades de acompanhamento junto com a equipe de coordenação, tive a oportunidade de observar todos os setores, tais como, casa de força e subestação, e as etapas realizadas, verificando a cada dia a instalação e funcionamento dos equipamentos instalados e a qualidade do serviço nas obras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografia

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Editora LCT, 2007.

MAMEDE FILHO, João. **Manual de Equipamentos Elétricos**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Editora LCT, 2005

VISACRO FILHO, Silverio. **Aterramentos Elétricos**. 1ª edição .São Paulo: Editora Artliber,2002.

Intertechne. **Projeto Elétrico Usina Paulista de Energia Queluz**. 2009.

Bibliografia consultada

ELETROBRAS: **Diretrizes para Estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas**. Disponível em: < www.eletronbras.com.br>

KOBLITZ. **Homepage da AREVA KOBLITZ**. Disponível em: <www.arevakoblitz.com.br>

Alstom. www.power.alstom.com/hydro.

