



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

Pedro Luis Araújo Silva

Relatório de Estágio Supervisionado

Campina Grande, PB

Maio de 2013

Pedro Luis Araújo Silva

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de estágio supervisionado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D.Sc.

Instituições:

IEL – Instituto Euvaldo Lodi

CEPSL – Centro de Educação Profissional Prof. Stenio Lopes

Campina Grande, PB

Maio de 2013

Pedro Luis Araújo Silva

Relatório de Estágio Supervisionado

*Relatório de estágio supervisionado
submetido à Unidade Acadêmica de
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Campina Grande como parte dos
requisitos necessários para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Elétrica.*

Data da aprovação: ___ / ___ / _____

Banca examinadora:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D.Sc., UFCG
Orientador

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc., UFCG
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela dádiva da vida, por ter saúde e paz, e por ter o prazer de me realizar a cada dia, tanto pessoalmente como profissionalmente.

Agradeço aos meus pais, Antônio Luis da Silva e Mauricéa Araújo Silva, por terem sido instrumento de Deus para que eu pudesse nascer, por terem me guiado nos primeiros passos, sendo exemplos de humildade, honestidade e dignidade.

A minha esposa, Clivânia Ramos de Brito Araújo, que está ao meu lado há sete anos, tempo esse que, sem dúvida, foi o mais frutífero em nossas vidas, pois com toda sua garra, determinação e perseverança, tem sido e para sempre será, minha melhor amiga, irmã, companheira, meu tudo.

Ao meu orientador, Prof. Tarso Vilela Ferreira, que por sua grande sensatez, entendeu todos os meus momentos de atrasos e faltas, mas mesmo assim, ainda aceitou ser meu orientador de estágio, acreditando no meu potencial.

A todos os amigos que tive o prazer de conhecer em todas as entidades por onde passei, seja como aluno, no Colégio Alfredo Dantas, o CAD (1993–2003); na Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Elpídio de Almeida, o Estadual da Prata (2004–2005); no Centro de Educação Profissional Prof. Stenio Lopes, o SENAI da Prata (2003–2005); na Escola Técnica Redentorista, a ETER (2006) e na Universidade Federal de Campina Grande, a UFCG (2006–2013); seja como profissional, no SENAI da Prata (2010–2012) e no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, o IFPB (2012 – atualmente).

Aos meus colegas de curso que estão “enroscados” pelos braços da Engenharia Elétrica da UFCG, lembrem-se que, como diria o saudoso Martin Luther King: “Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito”.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gerador de sistemas trifásicos – GST.	12
Figura 2 – Kit de ensaios trifásicos - KET 1030.	13
Figura 3 – Painel do KET 1030.	13
Figura 4 – Forno industrial elétrico Millenium.	15
Figura 5 – Máquina de impressão offset.	17
Figura 6 – Placa eletrônica do inversor de frequência CFW-08.	17
Figura 7 – Inversores de frequência WEG: CFW-08 e CFW-09.	18
Figura 8 – Diagrama básico de um inversor de frequência (destaque para local do defeito). .	19
Figura 9 – Cabo de pares trançados.	21
Figura 10 – Padrão EIA 568B.	22
Figura 11 – Conector RJ-45.	23
Figura 12 – Esquema de um cabo crossover.	23
Figura 13 – Padrão EIA 568A.	24
Figura 14 – Esquema de crimpagem de um cabo.	24
Figura 15 – Diagrama de um conector RJ-11.	25
Figura 16 – Simbologia do padrão USB.	25
Figura 17 – Tipos de conectores USB.	27
Figura 18 – Bateria de 9 V.	28
Figura 19 – Microcontrolador PIC 16F877A.	28
Figura 20 – Display LCD.	29
Figura 21 – Diagrama de blocos do testador de cabos.	30
Figura 22 – Autotransformador do KET 1030.	33
Figura 23 – Barramento trifásico com neutro do KET 1030.	33
Figura 24 – Botoeira normalmente aberta.	34
Figura 25 – Botoeira normalmente fechada.	34
Figura 26 – Contator trifásico do KET 1030.	34
Figura 27 – Contadores do KET.	35
Figura 28 - Indicador luminoso do KET.	35
Figura 29 – Terminais do sensor indutivo do KET 1030.	36
Figura 30 – Disjuntores termomagnéticos do KET 1030.	36
Figura 31 – Eixo e terminais das bobinas do motor de indução trifásico do KET.	37

Figura 32 – Relé RCA.....	37
Figura 33 – Relé RPT.....	38
Figura 34 – Relé FSN.....	39
Figura 35 – Relé RST.....	39
Figura 36 – Relé RAX.....	40
Figura 37 – Relé RYD.....	41
Figura 38 – Relé TCS.....	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. COMPONENTES DO SISTEMA	9
2.1. Confederação Nacional da Indústria – CNI	9
2.2. Federação das Indústrias do Estado da Paraíba – FIEP	9
2.3. Serviço Social da Indústria – SESI.....	9
2.4. Instituto Euvaldo Lodi – IEL	10
2.5. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI Paraíba.....	10
3. ATIVIDADES EXECUTADAS.....	11
3.1. Elaboração de um guia de experimentos para o GST e o KET.....	11
3.2. Sugestão de experimentos com o KET 1030	13
3.3. Manutenção de forno industrial.....	14
3.4. Manutenção de máquina impressora offset.....	16
3.5. Elaboração de um projeto de um testador de cabos de rede	20
3.5.1 Tipos de cabos.....	21
3.5.1.1 Cabo RJ-45 (Cabo de rede).....	21
3.5.1.2 Padrões de crimpagem dos cabos de rede	21
3.5.1.3 Esquema de um cabo crossover.....	23
3.5.1.4 Processo de crimpagem.....	24
3.5.1.5 Cabo RJ-11 (Cabo telefônico).....	24
3.5.1.6 Cabo USB.....	25
3.5.1.7 Aspectos físicos do padrão USB	27
3.5.1.8 Tipos de conectores USB	27
3.5.2 Estrutura do testador de cabos	28
3.5.2.1. Alimentação.....	28
3.5.2.2. Conectores fixos e móveis.....	28
3.5.2.3. Microcontrolador	28

3.5.2.4. Display de cristal líquido	29
3.5.3. Funcionamento do testador de cabos	29
4. CONCLUSÃO	31
BIBLIOGRAFIA	32
ANEXOS.....	33
Anexo A – Descrição dos componentes do KET 1030	33
• Autotransformador	33
• Barramento.....	33
• Botoeiras	34
• Contatores	34
• Contadores	35
• Indicador luminoso.....	35
• Sensor indutivo	35
• Disjuntores termomagnéticos.....	36
• Motor de indução trifásico.....	36
• Relé de corrente alternada – RCA.....	37
• Relé de proteção térmica – RPT	38
• Relé de falta de fase com e sem neutro – FSN	38
• Relé supervisor trifásico – RST	39
• Relé auxiliar – RAX	40
• Relé temporizador para chave estrela-triângulo – RYD.....	40
• Relé eletrônico temporizador cíclico – TCS.....	41
Anexo B – Diagrama elétrico do forno industrial Millenium.....	42
APÊNDICES	43
Apêndice A – Guia de experimentos com o GST e o KET	43
Apêndice B – Sugestões de montagens com o KET 1030.....	50

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho visa destacar e descrever as atividades realizadas durante o estágio curricular obrigatório, na modalidade supervisionado, desenvolvido pelo aluno do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Pedro Luis Araújo Silva, na instituição Centro de Educação Profissional Prof. Stenio Lopes – CEPSL, escola profissionalizante integrante do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI.

O estágio foi realizado no período de 04 de janeiro a 02 de março de 2012, com uma carga horária de 4h/diárias, perfazendo um total de 160h no SENAI – CEPSL, o qual fica situado na Rua D. Pedro II, 788 - Prata, na cidade de Campina Grande - PB.

A disciplina de estágio supervisionado tem por finalidade propiciar ao aluno a oportunidade de colocar em prática os ensinamentos adquiridos ao longo do curso, bem como a experiência e os conhecimentos prévios ao curso.

As principais atividades desenvolvidas durante a execução do estágio tiveram embasamento no ramo de atividade da concedente de estágio, que é uma escola profissionalizante e, portanto, oferta curso nas modalidades técnica, de aperfeiçoamento e de qualificação profissional.

2. COMPONENTES DO SISTEMA

O SENAI é o maior complexo de educação profissional da América Latina, qualificando mais de dois milhões de trabalhadores brasileiros a cada ano. É uma instituição criada e mantida pela indústria mediante contribuição de 1% de todo o seu faturamento, que em contrapartida recebe mão-de-obra qualificada nas mais diversas áreas do setor secundário e da construção civil. Também apoia as empresas por meio da formação de recursos humanos e da prestação de serviços de assistência ao setor produtivo, de laboratório, de pesquisa aplicada e informação tecnológica. É parte integrante do Sistema Federação das Indústrias e compõe junto a outras entidades a Confederação Nacional da Indústria – CNI.

2.1. Confederação Nacional da Indústria – CNI

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) atua com o compromisso de fortalecer a indústria brasileira na defesa dos interesses do setor produtivo, defendendo e representando a indústria em todas as esferas do poder para assegurar um ambiente propício aos negócios. Ela atua no âmbito Legislativo, acompanhando proposições de interesse do setor industrial que estejam em tramitação no Congresso Nacional.

2.2. Federação das Indústrias do Estado da Paraíba – FIEP

A Federação das Indústrias do Estado da Paraíba – FIEP foi constituída em 1949 e filiada à CNI em 1957. Sediada em Campina Grande, é considerada como entidade de grau superior de representatividade industrial do estado da Paraíba e hoje conta com 24 sindicatos estaduais e dois nacionais, sendo integrada pelo SESI, SENAI e IEL. Destaca-se por atuar nas áreas de qualidade e produtividade, tecnologia e design, meio ambiente e energia.

2.3. Serviço Social da Indústria – SESI

Gestor das políticas de responsabilidade social do setor, promove a qualidade de vida do trabalhador. Oferece programas que abrangem a educação, a promoção da saúde e a segurança no trabalho e no meio ambiente, além da valorização de talentos nas áreas de esporte, lazer e cultura.

2.4. Instituto Euvaldo Lodi – IEL

Elo entre a indústria e o meio acadêmico, tem por objetivo promover o crescimento do setor por meio da capacitação empresarial, aperfeiçoamento da gestão e suporte à inovação. Desenvolve competências organizacionais que se traduzam em vantagens competitivas fundamentais para as empresas enfrentarem os desafios impostos por um mercado globalizado.

2.5. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI Paraíba

O SENAI é uma das mais importantes instituições de Educação Profissional do país, atuando na geração e difusão de conhecimento aplicado ao desenvolvimento industrial. Parte integrante do Sistema Federação das Indústrias do Estado da Paraíba, o SENAI apoia os setores industriais por meio da formação de recursos humanos e da prestação de serviços como assistência técnica e tecnológica, serviços de laboratório, pesquisa aplicada e informação tecnológica.

O SENAI da Paraíba conta com três Centros de Educação Profissional: o Stenio Lopes em Campina Grande, o Odilon Ribeiro Coutinho em João Pessoa e o da Construção Civil em Bayeux; três Centros de Tecnologia: o do Couro e do Calçado Albano Franco, o da Moda e o dos Minerais, todos em Campina Grande; três Centros Regionais de Treinamento: o de Guarabira, o de Sousa e o de Sumé; um Centro de Ações Móveis com 34 unidades e um Centro de Inovação e Tecnologia Industrial, ambos em Campina Grande.

3. ATIVIDADES EXECUTADAS

Todas as atividades desenvolvidas durante o estágio são baseadas nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e foram acompanhadas por algum responsável técnico especialista naquela área.

3.1. Elaboração de um guia de experimentos para o GST e o KET

Para o uso adequado por instrutores e alunos do gerador de sistemas trifásicos – GST e do kit de ensaios trifásicos – KET foi elaborado um guia de experimentos.

Esse guia deveria abordar montagens que se referissem aos conteúdos das componentes curriculares de máquinas elétricas e comandos elétricos, os quais abarcam as noções de motores e seus tipos de partida. Diante disso, aproveitando-nos dos conhecimentos das disciplinas de laboratório de máquinas elétricas e de instalações elétricas, e explorando as funcionalidades de cada equipamento, fizemos algumas sugestões.

O GST é um equipamento que possui alimentação de entrada monofásica e fornece na saída tensões trifásicas com cinco possibilidades de valores: 110 V, 220 V, 380 V, 440 V ou 480 V, além de também contar com a opção de fornecer a saída em tensão contínua de 20 V. A saída do GST ainda pode ser ajustada com relação a outros parâmetros, como: polaridade, frequência, percentual de amplitude, ângulos de fase, rampa de subida e de descida de tensão, partida estrela – triângulo, além de três funções pré-definidas que simulam casos práticos de distúrbios de tensão.

Já o KET é um kit fabricado para ser utilizado em conjunto com o GST e conta com um motor trifásico que é ligado a um circuito que possui tacômetro digital, para medição da velocidade de giro; relé de supervisão trifásico, para monitoramento de subtensão, sobretensão e inversão das fases; e contator auxiliar. Usados em conjunto, pode-se explorar tópicos como: verificação da sequência de fases, controle de velocidade de giro do motor trifásico através da variação da frequência e proteção de mínima e máxima tensão, por exemplo. Esses dois equipamentos são fabricados pela empresa TRON – comandos elétricos LTDA.

Como resultado, obtivemos o guia de experimentos constante no apêndice A deste relatório, onde pudemos detalhar tópicos como:

- Observações de segurança: Cuidados básicos que, de acordo com a norma regulamentadora nº 10 (NR-10), todas as pessoas que manuseiam com equipamentos e/ou realizam serviços em eletricidade devem adotar;
- Visão geral dos equipamentos: Análise preliminar dos recursos disponíveis para utilização, a fim de maximizar e potencializar o seu uso, bem com, enfatizar o planejamento da execução da tarefa;
- Montagem do sistema composto pelo gerador e pelo kit: Despertar a atenção para os diagramas elétricos de conexão dos equipamentos, com o intuito de detalhar todas as interligações e evitar possíveis erros de montagem;
- Preparação do sistema para as simulações: Alimentação dos equipamentos e inicialização dos parâmetros necessários a cada nova simulação;
- Sugestão de nove tarefas para a montagem: Descrição de objetivos práticos a serem alcançados de acordo com os resultados teóricos, já vistos em sala de aula.

Sugerimos como montagens, a reversão no motor trifásico, a alteração da frequência de saída, a alteração dos percentuais de amplitude de fase, a falta de fase, a alteração no defasamento entre fases, a assimetria modular, a descida em rampa, a subida em rampa e a partida estrela-triângulo. Após cada tarefa, também sugerimos serem feitas as análises dos resultados obtidos e a organização dos comentários relevantes em forma de relatório, sendo entregue em seguida ao instrutor.

Figura 1 – Gerador de sistemas trifásicos – GST.

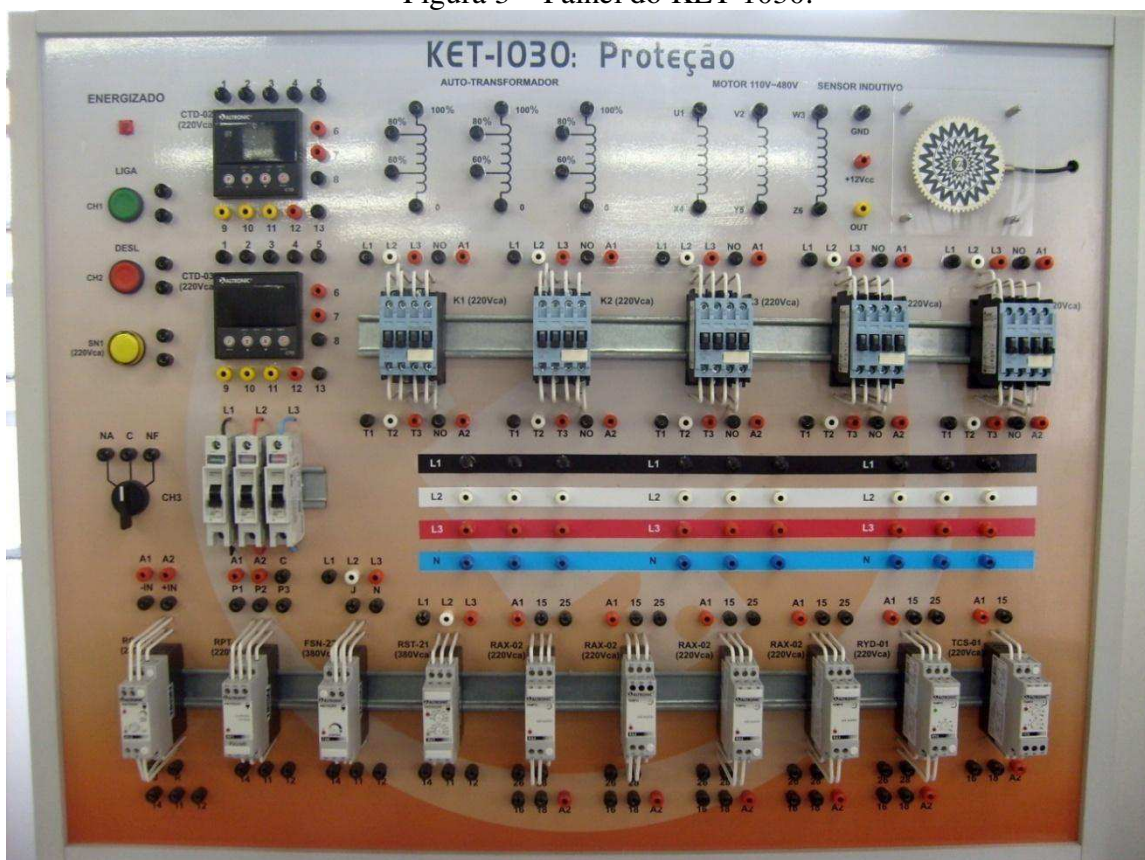


Figura 2 – Kit de ensaios trifásicos - KET 1030.



3.2. Sugestão de experimentos com o KET 1030

Figura 3 – Painel do KET 1030.



Outro equipamento que foi posto para ser usado em experimentos foi o kit de ensaios trifásicos – KET 1030, que além dos recursos descritos no KET anterior, conta com uma gama de novas possibilidades, onde dentre elas podemos destacar: autotransformador, barramento, botoeiras, motor trifásico, contatores, contadores, disjuntores, indicador luminoso, relé de falta de fase, relé auxiliar, relé de corrente alternada, relé de proteção térmica, relé supervisor trifásico, relé de tensão monofásica, relé temporizador para partida estrela-triângulo, relé temporizador eletrônico cíclico e sensor indutivo.

Com estes novos recursos, podemos ir além das montagens anteriormente sugeridas, e complementá-las com outras tarefas maiores, como: partida compensadora, partida estrela-triângulo temporizada e aplicações usando contadores de giro do motor, através do sensor indutivo. No apêndice B encontram-se algumas sugestões de montagens.

3.3. Manutenção de forno industrial

No CEPSSL existe uma panificadora-escola que oferta cursos na área de panificação, confeitaria, salgados e sobremesas. Este local conta com toda uma infraestrutura de equipamentos da área como batedeira, laminadora, fatiadeira, estufa, além de um forno elétrico industrial de duas assadeiras sobrepostas. Esse forno possui uma potência de 10 kW e conta com alimentação trifásica de 380 V.

Suas resistências são modulares e formadas por três partes: 6 resistências de piso de 700 W, 6 resistências de teto de 700 W e 2 resistências de vapor de 800 W. Na ocasião da manutenção, fomos informados que a assadeira inferior do forno em questão não estava atingindo a temperatura adequada para determinado uso, fato observado já que as duas assadeiras possuem controles independentes de temperatura.

Inicialmente, como o forno é instalado em um local projetado para este, tendo o usuário aceso somente à sua parte frontal e como o mesmo pesa cerca de 362 kg, preferimos verificar se o controlador eletrônico de temperatura da assadeira inferior estava enviando o sinal adequado ao funcionamento desta. Constatado que o problema não residia na unidade controladora de temperatura, fomos obrigados a deslocar o forno de seu local habitual, a fim de alcançarmos a sua parte traseira, onde se localizam os acessos às resistências do mesmo.

De posse do diagrama elétrico, o qual consta no anexo, cedido pelo fabricante, foram iniciados os testes-padrão para investigação da possível avaria. Como o problema relatado era de mau aquecimento, começamos verificando o nível do sinal de tensão trifásico na entrada do forno e foi constatado que os níveis de tensão medidos nas três fases estavam

dentro da faixa de tolerância dos valores nominais, descartando-se a possibilidade de subtensão.

Em seguida, procedemos à análise dos módulos de resistências, já que estas são as responsáveis pelo aquecimento do equipamento. Testadas as resistências de teto e de valor, percebemos que não havia nenhum problema, pois foram lidos valores dentro da tolerância destas resistências, todavia, ao analisarmos as resistências de piso, vimos que estas não responderam positivamente ao teste com o ohmímetro, já que apresentaram sempre valores de resistência infinita, logo, concluiu-se que o módulo de resistência estava aberto ou “queimado”.

O rompimento da resistência de piso, fato que causara o mau aquecimento da assadeira inferior do forno, a qual estava trabalhando com aproximadamente 60% da capacidade de aquecimento, possivelmente foi causado por uma sobretensão ocorrida nestes módulos, fato este que levou a uma maior circulação de corrente nestas resistências, fazendo com que elas se rompessem. Em seguida, foi feito o contato telefônico com o fabricante, a empresa Perfecta Curitiba, a fim de adquirirmos um novo módulo de resistências de piso, que ao chegarem foram repostas e o forno teve a sua plenitude de funcionamento reestabelecida.

Figura 4 – Forno industrial elétrico Millenium.



3.4. Manutenção de máquina impressora offset

A eletrônica de potência, com o passar dos anos, vem tornando mais fácil o controle e acionamento em velocidade variável de motores elétricos. Com isto, sistemas que antes usavam motores CC, dada a facilidade de controle, hoje podem usar motores de indução, graças aos conhecidos inversores de frequência, também chamados de conversores de frequência. Através de uma configuração baseada apenas no fornecimento de parâmetros, tanto do sistema de alimentação, do modo de funcionamento e da carga a ser controlada, os inversores são largamente empregados nos mais diversos setores produtivos.

De modo sucinto, para entendermos o princípio básico de funcionamento de um inversor de frequência, é necessário observarmos a função de cada bloco que o constitui. O mesmo é ligado à rede elétrica, a qual pode ser monofásica ou trifásica, e em sua saída há uma carga que necessita funcionar com uma frequência diferente daquela da rede.

Para tanto, o inversor tem como primeiro estágio, um circuito retificador, responsável por transformar a tensão alternada em contínua pulsante (retificação de onda completa). Após essa etapa, existe um segundo estágio, geralmente formado por capacitores, capaz de realizar a purificação desse sinal pulsado em contínuo puro. Por último, temos a ponte inversora, neste caso particular constituída basicamente de transistores bipolares de porta isolada (IGBT's), os quais funcionam como chaves estáticas. Controladas por circuito de comando, de modo a obter um sistema de tensão alternada, cuja frequência tenha o valor desejado pela carga e suas componentes fundamentais estejam defasadas de 120° elétricos.

Na escola SENAI da Prata existe uma oficina que ministra cursos na área de artes gráficas, nos ramos de tipografia, serigrafia e impressão offset. Nesse setor existem várias máquinas impressoras offset, que é um sistema de impressão indireta na qual a tinta é gravada no papel mediante rolos compressores, os quais são movimentados por motores elétricos, que por sua vez são controlados por inversores de frequência.

Figura 5 – Máquina de impressão offset.



A máquina em questão apresentou como problema a não movimentação de seus rolos compressores, o que nos remeteu imediatamente a um problema no inversor de frequência da máquina, modelo CFW-08 da WEG. Inicialmente, verificamos a alimentação trifásica do inversor e não constatamos anormalidades, o mesmo aconteceu com os seus parâmetros de configuração, os quais foram revisados um a um, e mesmo assim não tínhamos tensão na saída no inversor.

Figura 6 – Placa eletrônica do inversor de frequência CFW-08.



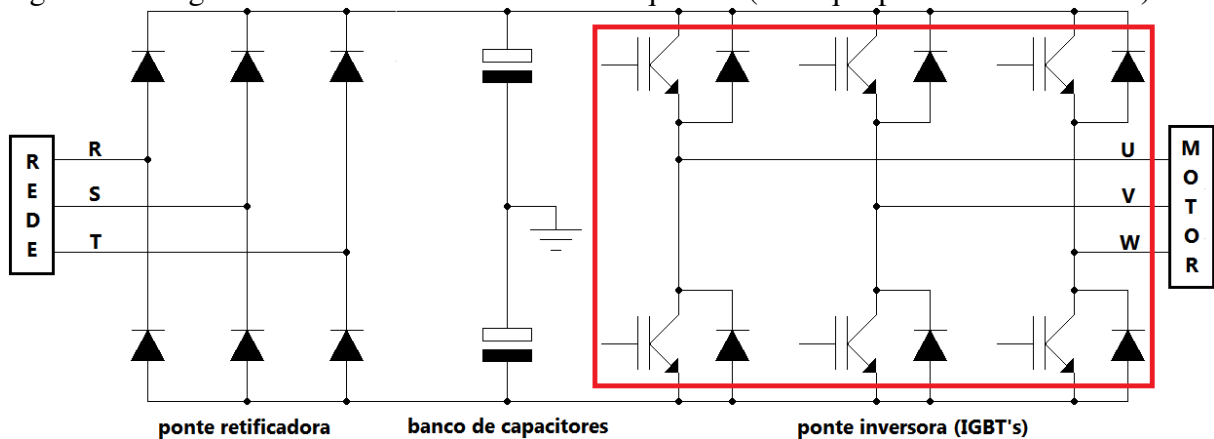
Foi quando decidimos pela substituição temporária do inversor para que este fosse analisado com maior cuidado no laboratório de eletrônica de potência e a máquina fosse liberada para conclusão do trabalho que desempenhava. Como peça de reposição, não tínhamos disponível um inversor de frequência CFW-08, tendo que substituí-lo por um de maior porte, um CFW-09, porém a diferença entre ambos reside apenas na potência máxima de motores que podem comandar, o primeiro motores até 20 cv, já o último motores até 1500 cv, tendo basicamente os mesmos parâmetros de configuração.

Figura 7 – Inversores de frequência WEG: CFW-08 e CFW-09.



Feita a substituição do inversor na máquina, esta voltou a funcionar regularmente e a peça defeituosa foi levada ao laboratório, onde constatamos que o módulo de IGBT's estava queimado, conforme se pode observar na figura 7, o que impedia que tivéssemos tensão na saída do inversor. Possivelmente, uma elevação no nível da tensão de alimentação do inversor levou à danificação da ponte inversora, dado que os seus componentes, os IGBT's, apesar de possuírem boa robustez para eventos dessa natureza, ainda são passíveis de danos quando o pico de tensão supera os seus valores de projeto.

Figura 8 – Diagrama básico de um inversor de frequência (destaque para local do defeito).



Para chegarmos a esta conclusão, foi necessário que observássemos todos os blocos da placa do inversor. De antemão, a ponte retificadora foi submetida a um teste de continuidade básico, devendo esta conduzir tensão em apenas um sentido e foi isto que ocorreu, descartando-se ser defeito desta. Depois passamos ao bloco de capacitores, os quais tinham seus valores lidos corretamente pelo instrumento de medição e não apresentavam sinais aparentes de danos, característica típica desses componentes quando encontram-se em curto-circuito, por exemplo.

Em seguida, passamos à análise da ponte inversora, constituída de IGBT's. Em um teste preliminar, os mesmos já apresentaram defeito, dado o fato de que estes componentes só devem conduzir corrente também em apenas um sentido (possuem o terminal de disparo isolado), e no teste, não apresentavam condução em quaisquer que fossem as combinações de terminais escolhida, levando-nos à conclusão de que a ponte inversora encontrava-se “em aberto”, o que também conhecemos como queimada.

Dado que a substituição desse tipo de componente torna-se uma manutenção muito onerosa, tanto em tempo de execução, como em dificuldades de encontrar a peça de reposição, quanto na qualidade do serviço a ser executado, recomendamos a substituição definitiva deste inversor por outro idêntico ou com características equivalentes.

3.5. Elaboração de um projeto de um testador de cabos de rede

Para participação na mostra de experimentos denominada INOVA SENAI foi desenvolvido um projeto de um equipamento de testes em cabos de rede. O projeto em pauta tinha como objetivos conceber um sistema testador de cabos RJ-45 (cabo de rede), RJ-11 (cabo telefônico) e cabo USB, que contasse com conectores fixos e móveis para se fazer o teste em ambas as extremidades dos cabos e tivesse como diferencial um display LCD. Nesse display podia ser visualizado um menu interativo, que dava ao usuário a possibilidade de: selecionar, dentre três opções, o cabo a ser testado; verificar de este está com falha; se estiver, identificar qual é essa falha e, ainda como grande vantagem, receber sugestões para a sua correção.

Esse tipo de equipamento já existe à venda no mercado, entretanto, com as características propostas, este torna-se um produto inovador, foco principal da mostra de projetos INOVA SENAI.

Há apenas uma década, o acesso via linha discada ainda era a modalidade mais comum de se conectar à Internet, e não era de se estranhar ver empresas onde cada computador tinha um modem e uma linha telefônica individuais, o que multiplicava os custos. Com a popularização das conexões de banda larga, a opção por ter uma rede local foi muito difundida, pois é a forma mais barata de conectar vários computadores à Internet.

Atualmente, em quase todos os locais onde se tem mais de um computador, acaba-se montando uma pequena rede para compartilhar a conexão entre eles, seja usando um modem ADSL configurado como roteador, seja usando um ponto de acesso wireless, ou usando um cabo crossover para compartilhar diretamente a conexão entre dois micros. O acesso à web tornou-se tão trivial que todas as placas-mãe já vem com uma placa de rede on-board e todos os notebooks com uma placa wireless pré-instalada.

Para uma placa de rede comum, existe um protocolo de comunicação chamado Ethernet, que por sua vez se configura em diversos padrões, que são utilizados pela maioria das tecnologias de rede local em uso, das placas mais baratas às redes wireless. Estes padrões definem em detalhes a forma como os dados são organizados e transmitidos, permitindo que produtos de diferentes fabricantes funcionem perfeitamente em conjunto. Tais padrões são desenvolvidos pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) que é, provavelmente, a maior organização profissional sem fins lucrativos existente no mundo.

3.5.1 Tipos de cabos

3.5.1.1 Cabo RJ-45 (Cabo de rede)

O IEEE dividiu os cabos de rede em categorias da 1 até a 7. Como os cabos da categoria 5 são suficientes tanto para redes de 100 quanto de 1000 Mbps, eles são os mais comuns e mais baratos, mas os cabos da categoria 6 e 6a estão se popularizando e devem substituí-los ao longo dos próximos anos.

Os cabos de par trançados são compostos por 4 pares de fios de cobre que, como o próprio nome sugere, são trançados entre si. Essa técnica cria uma “barreira eletromagnética”, protegendo as transmissões de interferências externas, sem a necessidade de usar uma camada de blindagem. Esse sistema sutil de proteção contrasta com a "força bruta" usada nos cabos coaxiais, onde o condutor central é protegido de interferências externas por uma malha metálica.

Para evitar que os sinais de um cabo interfiram com os dos vizinhos, cada par de cabos utiliza um padrão de entrançamento diferente, com um número diferente de tranças por metro, como podemos ver na foto a seguir:

Figura 9 – Cabo de pares trançados.



O uso de tranças nos cabos é uma idéia antiga, que remonta ao final do século XIX, quando a técnica passou a ser utilizada no sistema telefônico, de forma a aumentar a distância que o sinal era capaz de percorrer.

3.5.1.2 Padrões de crimpagem dos cabos de rede

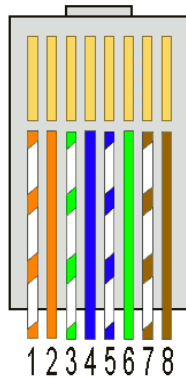
Existem dois padrões para a ordem dos fios dentro do conector, o EIA 568A e o EIA 568B (o mais comum). A diferença entre os dois é a posição dos pares de cabos laranja e verde que são diferentes dentro do conector.

Existe muita discussão em relação a qual ordem é melhor em uma rede, mas na prática não existe diferença de conectividade entre as duas. A única observação a ser feita é que o cabeamento de toda a rede deve ser feito utilizando-se o mesmo padrão.

No padrão EIA 568B, a ordem dos fios dentro do conector (em ambos os lados do cabo) é a seguinte:

Figura 10 – Padrão EIA 568B.

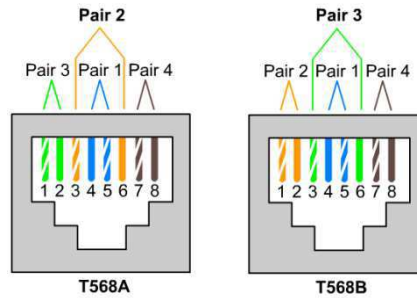
- 1- Branco com laranja
- 2- Laranja
- 3- Branco com verde
- 4- Azul
- 5- Branco com azul
- 6- Verde
- 7- Branco com marrom
- 8- Marrom



Os cabos são encaixados nessa ordem, com a trava do conector virada para baixo, como no diagrama.

Ou seja, se olharmos o conector pela parte de cima, vendo a trava, o par de fios laranja estará à direita e, se olharmos o conector pela parte de baixo, vendo os contatos, eles estarão à esquerda. Este outro diagrama mostra melhor como fica a posição dos cabos dentro do conector:

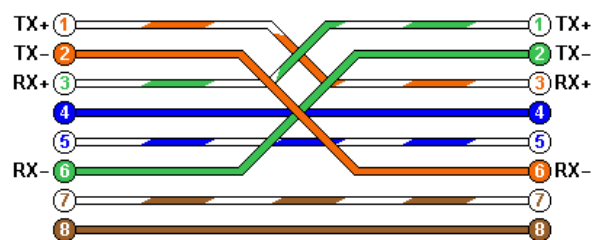
Figura 11 – Conector RJ-45.



O cabo crimpado com a mesma disposição de fios em ambos os lados do cabo é chamado de cabo reto ou paralelo. Este é o tipo normal de cabo, usado para ligar os computadores ao switch ou ao roteador da rede. Existe ainda um outro tipo de cabo, chamado de crossover (também conhecido como cross ou cabo cruzado), que permite ligar diretamente dois computadores, sem a necessidade de um hub ou switch, tornando-se uma opção mais barata quando se tem apenas dois micros.

No cabo cruzado, a posição dos fios é diferente nos dois conectores, de forma que o par usado para enviar dados (TX) é ligado na posição de recepção (RX) do segundo micro e vice-versa. De um dos lados a pinagem é a mesma de um cabo de rede normal (EIA 568B), enquanto no outro, a posição dos pares verde e laranja são trocados (EIA 568A). Daí vem o nome crossover, que significa, literalmente, "cruzado na ponta":

Figura 12 – Esquema de um cabo crossover.

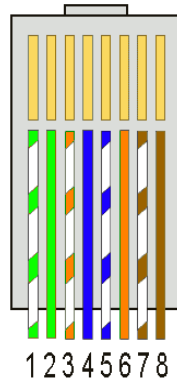


3.5.1.3 Esquema de um cabo crossover

Para fazer um cabo crossover, teremos uma das extremidades crimpadas usando o padrão EIA 568B, como visto acima, e a outra utilizando o padrão EIA 568A, onde são trocadas as posições dos pares verde e laranja:

Figura 13 – Padrão EIA 568A.

- 1- Branco com verde
- 2- Verde
- 3- Branco com laranja
- 4- Azul
- 5- Branco com azul
- 6- Laranja
- 7- Branco com marrom
- 8- Marrom



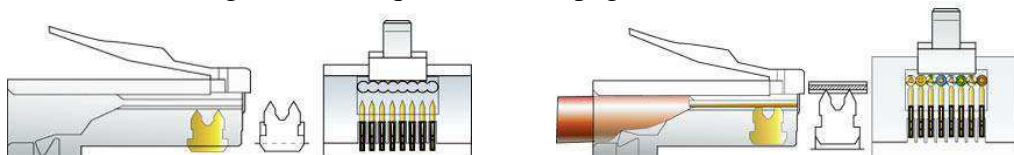
Os cabos são encaixados nessa ordem, com a trava do conector virada para baixo, como no diagrama.

3.5.1.4 Processo de crimpagem

Ao crimpar, deve-se retirar apenas a capa externa do cabo e não descascar individualmente os fios, pois isso, ao invés de ajudar, serviria apenas para causar mau contato, deixando folgado o encaixe com os pinos do conector.

A função do alicate crimpador é fornecer pressão suficiente para que os pinos do conector RJ-45, que internamente possuem a forma de lâminas, esmaguem os fios do cabo, alcançando a parte de cobre e criando o contato.

Figura 14 – Esquema de crimpagem de um cabo.



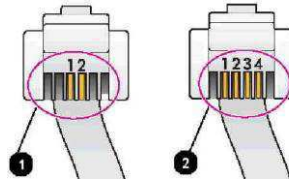
3.5.1.5 Cabo RJ-11 (Cabo telefônico)

O termo telefonia em sua essência significa “voz a distância” e exprime bem o seu objetivo principal: estabelecer uma comunicação de voz entre dois pontos longínquos. Com a evolução do sistema telefônico, foram criados equipamentos especiais que permitem a transmissão de dados, sons, imagens, e outros tipos de serviços, pelo mesmo canal de comunicação (linha telefônica) onde, a princípio, só trafegavam sinais de voz.

O RJ-11 é um conector usado geralmente na terminação de fios de telefone. Quase sempre é do tipo 6P4C, com quatro presenças, sendo somente dois utilizados. O conector com

seis vias (entradas) presentes é pouco utilizado, mas se encontra em equipamentos como gavetas de valores e outros equipamentos ligados ao computador.

Figura 15 – Diagrama de um conector RJ-11.



Em geral só são utilizados os pinos centrais do RJ-11 nas linhas telefônicas residenciais, porém em algumas aplicações são utilizadas as linhas 1 e 2.

3.5.1.6 Cabo USB

O padrão USB (*Universal Serial Bus*) é fruto de um consórcio de empresas formado pela Microsoft, Apple, Hewlett-Packard, NEC, Intel e Agere, que resolveram criar um padrão para conexão de periféricos externos, visto que na época não havia nada que compatibilizassem todos os fabricantes e resolvessem várias limitações.

Figura 16 – Simbologia do padrão USB.



Assim, em 1995, foi criado o padrão USB que tem por característica a simplicidade de conexão, pois não tem a necessidade de abrir a CPU para instalação ou de desligar o computador para fazer as ligações. As controladoras USB detectam automaticamente os periféricos adicionados (*plug and play*), permitindo a ligação de até 127 periféricos, com a ajuda de hubs, dispositivos que permitem mais encaixes.

Outra característica é o fato do periférico poder utilizar o mesmo cabo para a alimentação elétrica e de dados, ou seja, dependendo de seu consumo não há a necessidade de uma fonte externa de energia. Já em 1997, praticamente todas as placas mãe traziam, pelo menos, duas portas USB na versão 1.1.

O barramento USB, versão 1.1, transmite a 1,5 MBps (ou 12 Mbps), o que de certa forma limita o uso de periféricos como HD's, que transmitem em velocidades dezenas

de vezes mais rápidas. Esta velocidade baixa também limita o número de periféricos, visto que a velocidade é compartilhada por todos os periféricos acoplados a mesma porta. Assim, o funcionamento pode ser limitado se vários periféricos que utilizem grandes velocidades estiverem conectados na mesma porta.

Em 2000, foi lançado o barramento USB versão 2.0. Este trazia um grande avanço na velocidade de transmissão. A taxa máxima de transferência passava dos 12 Mbps (aproximadamente 1,5 MB/s) para 480 Mbps (aproximadamente 60 MB/s). O padrão USB conseguia ultrapassar o seu mais forte concorrente, o padrão Firewire (IEEE 1394). Este padrão, criado pela Sony, possuía taxa de transferência de 400 Mbps (aproximadamente 50 MB/s).

A versão 2.0 do barramento USB é totalmente compatível com a versão mais antiga, a 1.1, mas vale lembrar que se tivermos uma porta USB 2.0 em um computador e conectamos nela um hub USB 1.1, todos os periféricos ligados a este hub funcionarão na velocidade do padrão USB 1.1, mesmo que tais periféricos sejam do padrão USB 2.0.

A versão 3.0 já está em implantação e sua velocidade é de 10 vezes do padrão atual, o USB 2.0. As especificações desse padrão foram definidas no final de 2008, no entanto, os primeiros produtos compatíveis com o novo padrão começaram a chegar aos consumidores no segundo semestre de 2010. As principais características do USB 3.0 são:

- Transmissão bidirecional de dados: até a versão 2.0, o padrão USB permite que os dados trafeguem do dispositivo A para o B e do dispositivo B para o A, mas cada um em sua vez. No padrão 3.0, a troca de dados entre dois dispositivos pode acontecer ao mesmo tempo;

- Maior velocidade: a velocidade de transmissão de dados é de até 4,8 Gbps, equivalente a cerca de 600 MB por segundo, um valor absurdamente mais alto que os 480 Mbps do padrão USB 2.0;

- Alimentação elétrica mais potente: o padrão USB 3.0 pode oferecer maior quantidade de energia: 900 mA contra 500 mA do USB 2.0;

- Compatibilidade: conexões USB 3.0 poderão suportar dispositivos USB 1.1 e USB 2.0.

3.5.1.7 Aspectos físicos do padrão USB

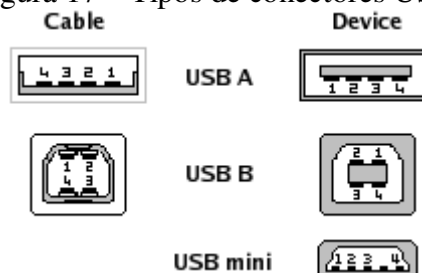
Como já informado, o barramento USB pode ser utilizado para prover energia elétrica a determinados dispositivos. Para que isso seja possível, os cabos USB contam com quatro fios internos: VBus (VCC), D+, D- e GND. O primeiro é o responsável pela alimentação elétrica. O segundo e o terceiro são utilizados na transmissão de dados (a letra "D" provém de data, dado em inglês). O quarto, por sua vez, é para controle elétrico, servindo como referência.

Vale frisar que, conforme especificações os cabos USB devem ter, no máximo, 5 metros de comprimento. Isso é necessário porque, em cabos maiores, o tempo de transmissão dos dados pode exceder o limite de 1500 nanossegundos. Quando isso ocorre, a informação é considerada perdida.

3.5.1.8 Tipos de conectores USB

A tecnologia USB conta com vários tipos de conectores, sendo o tipo A o mais conhecido, uma vez que está presente na maioria esmagadora dos computadores compatíveis com a tecnologia, além de poder ser encontrado em outros tipos de aparelhos. Uma vez que o objetivo principal do padrão USB é facilitar a conexão de variados dispositivos ao computador, geralmente os cabos desses aparelhos são do tipo A em uma ponta e de algum dos outros tipos na outra, podendo a segunda ponta ter também algum formato proprietário, isto é, específico de um fabricante.

Figura 17 – Tipos de conectores USB.



3.5.2 Estrutura do testador de cabos

3.5.2.1. Alimentação

O aparelho é alimentado por uma bateria de 9 V, utilizada para dar mobilidade e uma maior autonomia ao equipamento.

Figura 18 – Bateria de 9 V.



3.5.2.2. Conectores fixos e móveis

Pontos onde o cabo a ser testado é interligado, sendo um conector fixo, que estava acoplado ao corpo do equipamento recebendo uma extremidade do cabo, e outro móvel, que podia ser levado até a outra extremidade deste, permitindo assim, o teste de um cabo mesmo que ele estivesse no interior de uma tubulação, por exemplo.

3.5.2.3. Microcontrolador

Bloco de processamento do sistema, sendo responsável por armazenar e executar o programa de testes. Para essa função foi utilizado o microcontrolador PIC 16F877A, dispositivo eletrônico programável que possui toda a arquitetura digital necessária à execução de todas as funções que o testador de cabos oferece.

Figura 19 – Microcontrolador PIC 16F877A.



3.5.2.4. *Display de cristal líquido*

Elemento de visualização dos resultados do sistema. Nele são mostrados o menu de opções de testes, o tipo do cabo que foi conectado para teste, o estado deste, se defeituoso, o tipo de problema que está ocorrendo com o cabo e o fio afetado, bem como uma possível solução para a correção deste.

Figura 20 – Display LCD.



3.5.3. **Funcionamento do testador de cabos**

O sistema em questão coloca à disposição do usuário dois conectores fêmea para cada tipo de cabo que possa ser testado. O primeiro se encontrará fixo ao equipamento, enquanto o segundo está em uma parte móvel do aparelho, permitindo assim que sejam feitos testes em cabos, mesmo que os mesmos estejam já instalados em alguma tubulação específica ou qualquer outro meio afim.

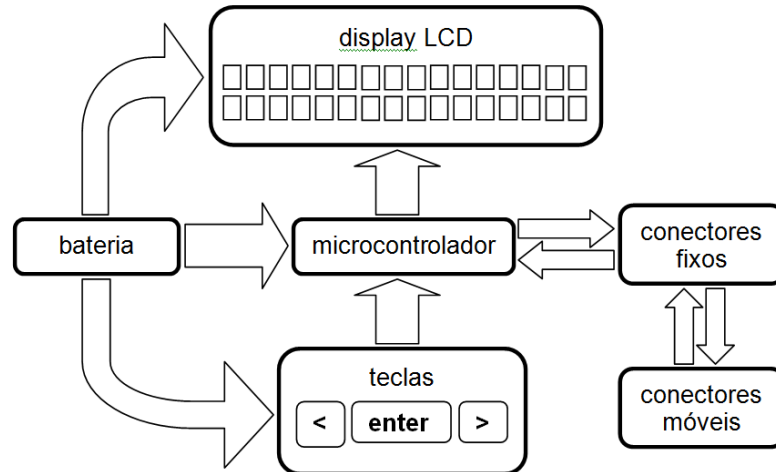
Depois de conectar o cabo ao equipamento, deve-se acessar o menu de opções e, através deste, selecionar o tipo do cabo que está em fase de testes, utilizando para isso o teclado disponível. Se o mesmo for reconhecido como sendo do tipo informado anteriormente, os testes são iniciados, caso contrário, o sistema indica ao usuário que o tipo informado não corresponde à realidade, mostra qual o tipo correto e pergunta se deve continuar os procedimentos de teste.

Após serem concluídos todos os testes, o aparelho indica por meio do display LCD o estado do cabo, onde temos algumas opções a serem descritas:

- Fio(s) X rompido: Mostra que o(s) fio(s) de numeração indicada por X (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8) encontra-se seccionado em algum ponto de seu trecho;
- Fios X em curto: Indica que os fios de numeração X estão fazendo contato elétrico direto, constituindo um curto-circuito entre eles;

- Fios X invertidos: Exprime que no momento do processo de confecção daquele cabo, foi cometido um erro na sequência de disposição dos fios no conector macho, ocasionando a troca de dois ou mais pares de fios.

Figura 21 – Diagrama de blocos do testador de cabos.



4. CONCLUSÃO

Esse estágio curricular obrigatório foi de suma importância para a colocação em prática dos vários conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso, bem como para o aperfeiçoamento de saberes práticos, mas que até então havia sido pouco testados. Não nos esquecendo dos conhecimentos prévios, essenciais para o desenvolvimento de qualquer novo aprendizado e tão úteis, como os por mim adquiridos à época no curso Técnico em Eletroeletrônica, pelo SENAI, e no curso Técnico em Telecomunicações, no Redentorista.

Em relação à concedente de estágio, o trabalho realizado foi coroado de pelo êxito, já que as minhas relações com àquela escola profissionalizante remetem há nove anos, quando adentrei nela pela primeira vez, como estudante do ensino técnico. O ambiente organizacional é muito agradável para se trabalhar e os profissionais que lá estão, são dignos de todo louvor pela sua excelência.

O momento de realização do estágio também pode ser considerado como ideal, visto que o SENAI da Paraíba, em especial o Centro de Educação Profissional Prof. Stenio Lopes, passava por grandes mudanças estruturais. Desde a construção de novos ambientes (salas de aula, laboratórios, dentre outros), até o ingresso em programas de renovação de máquinas e equipamentos, ponto onde a oficina de eletroeletrônica estava inserida e que serviu como ponto-chave de desenvolvimento de minhas atividades no estágio: participação de entrega técnica de novos equipamentos, colocação destes em testes, e elaboração de experiências e materiais que facilitassem o repasse de informações do instrutor para os alunos de nível técnico.

Enfim, esse estágio supervisionado serviu como uma experiência ímpar tanto de relacionamento interpessoal como profissional, credenciando a minha indicação como um ótimo local para o aprendizado de futuros novos estagiários daquela empresa.

BIBLIOGRAFIA

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ª ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2007.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica**. São Paulo: Mac Graw Hill Editora, 2005.

KOSOW, Irving L. **Máquinas Elétricas e Transformadores**. Porto Alegre: GLOBO editora, 1982.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down**. 5ª edição. Pearson Brasil, 2010.

MAMEDE, João. **Instalações Elétricas Industriais**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2005.

NILSSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Circuitos Elétricos**. 6ª ed. LTC, 2003.

PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC: Programação em C**. 4ª edição. São Paulo: Editora Érica, 2002.

SOUZA, D. J. **Desbravando o PIC**. 5ª edição. São Paulo: Editora Érica: 2000.

STEVENSON, W. D. et al. **Elementos de Análise de Sistemas de Potência**. 2ª edição. McGraw Hill, 1986.

TANENBAUM, Andrew J.; WETHERALL, David. **Redes de Computadores**. Tradução da 5ª edição. Pearson education, 2011.

TAUB, H. **Circuitos Digitais e Microprocessadores**. São Paulo: Mc-Graw Hill, 1984.

TOCCI, R. J. **Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1994.

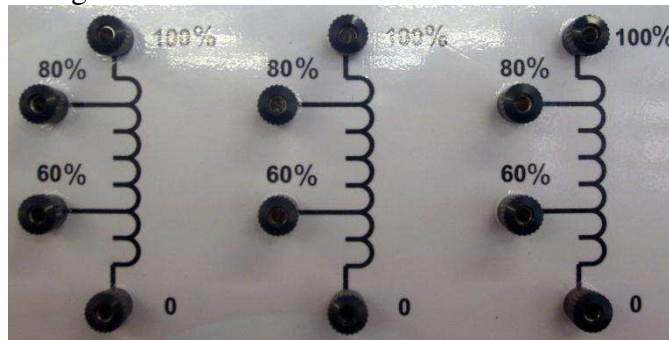
ANEXOS

Anexo A – Descrição dos componentes do KET 1030

- **Autotransformador**

Máquina elétrica estática que possui seu primário e secundário no mesmo enrolamento (bobinado) e que possui tensões de saída pré-definidas chamadas de taps (60%, 80% e 100%).

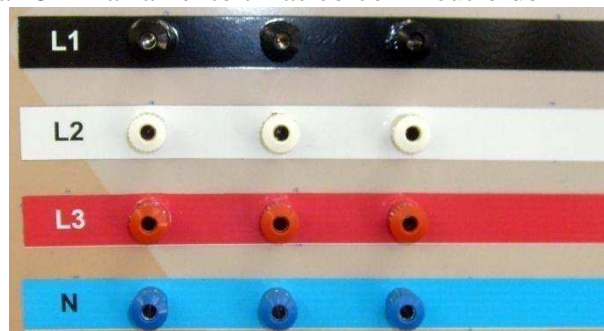
Figura 22 – Autotransformador do KET 1030.



- **Barramento**

Caminho elétrico usado para alimentar todos os componentes do sistema trifásico com neutro. Conta com vários terminais acessíveis para conexão dos componentes do sistema via plug tipo banana.

Figura 23 – Barramento trifásico com neutro do KET 1030.



- **Botoeiras**

Botões que mantêm um contato elétrico normalmente aberto, normalmente fechado ou ambos em seu interior, permitindo o acionamento ou desacionamento de cargas a depender da lógica de circuito utilizada. No KET 1030 contamos com uma botoeira de cada tipo (uma normalmente aberta e a outra normalmente fechada).

Figura 24 – Botoeira normalmente aberta.



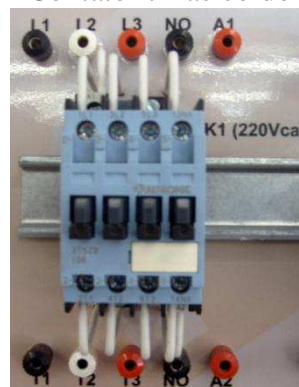
Figura 25 – Botoeira normalmente fechada.



- **Contatores**

São dispositivos de manobra de circuitos, ou seja, abrem ou fecham o circuito, mediante a alimentação ou não de sua bobina. No caso do KET 1030, ele possui cinco contatores trifásicos com bobina monofásica de 220 Vca.

Figura 26 – Contator trifásico do KET 1030.



- **Contadores**

Efetuem a contagem de determinados eventos mediante uma programação prévia, de acordo com a necessidade da ocasião: contagem progressiva, contagem regressiva, tempo, dentre outros. O KET 1030 possui dois contadores.

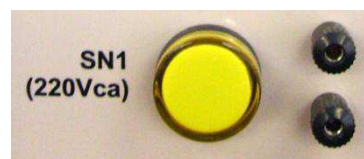
Figura 27 – Contadores do KET.



- **Indicador luminoso**

Lâmpada que serve de sinalização para o circuito a depender da forma como foi inserida neste. No KET 1030 só possui um sinalizador na cor amarela de 220 Vca.

Figura 28 - Indicador luminoso do KET.



- **Sensor indutivo**

Dispositivo capaz de fechar ou abrir um contato elétrico mediante somente a aproximação de um material metálico de sua superfície sensora. No KET 1030 o sensor indutivo fica próximo ao eixo do motor, por esse motivo que não aparece na imagem abaixo.

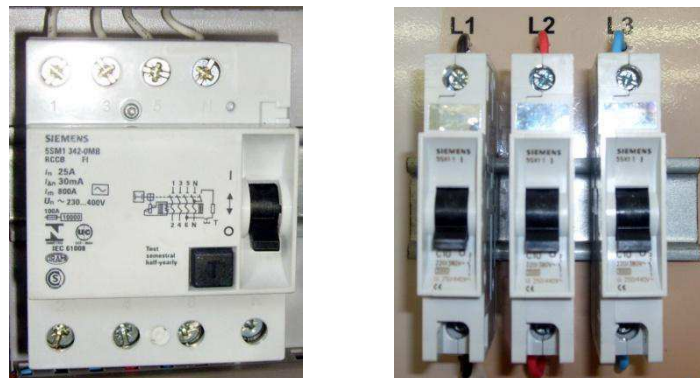
Figura 29 – Terminais do sensor indutivo do KET 1030.



- **Disjuntores termomagnéticos**

Dispositivos de manobra e de proteção que podem ser acionados manualmente e desacionados tanto manualmente quanto quando há uma sobrecarga ou um curto-circuito. O KET 1030 possui um disjuntor termomagnético trifásico na entrada da alimentação e três disjuntores monofásicos que comandam o barramento.

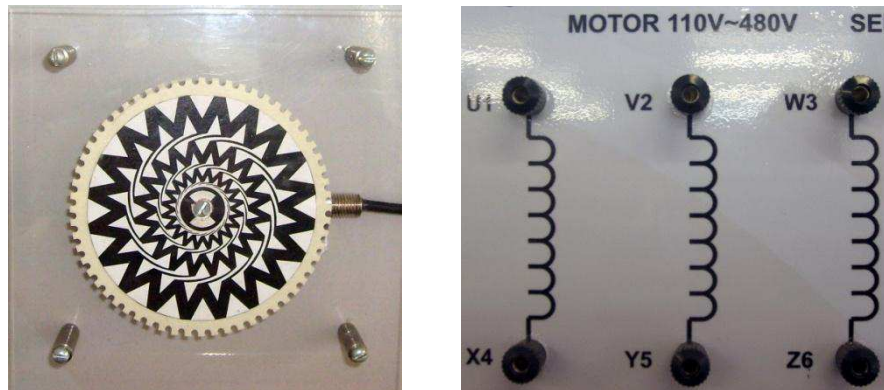
Figura 30 – Disjuntores termomagnéticos do KET 1030.



- **Motor de indução trifásico**

Máquina elétrica dinâmica capaz de gerar movimento rotativo em um eixo mecânico a partir da indução magnética de um enrolamento (bobinado) denominado indutor sobre outro enrolamento denominado induzido. No KET 1030 o motor trifásico funciona com tensões que variam de 110 V a 480 V.

Figura 31 – Eixo e terminais das bobinas do motor de indução trifásico do KET.



- **Relé de corrente alternada – RCA**

O relé de corrente RCA atua na proteção ou no controle de motores de corrente alternada (CA). Sua atuação ocorre em função da corrente que passa diretamente pelos seus terminais de monitoramento. Possui escalas de proteção/controla direta para 1,5 A (CA), ou indireta (com uso de shunt de 60 mV) e escala de 10 a 100%, com rearme (quando da atuação) automático ou manual (via botão frontal), através de jumper nos terminais do relé. São utilizados em proteção de equipamentos industriais contra variações de corrente, controlando a corrente de motores CA monofásicos e de máquinas em geral.

Figura 32 – Relé RCA.



- **Relé de proteção térmica – RPT**

O relé de proteção RPT destinado à proteção de motores e equipamentos contra elevação de temperatura. Opera com sensores do tipo PTC, cuja característica deste termistor é de reduzir bruscamente sua condutividade elétrica para um valor preciso de temperatura. A temperatura de disparo está em função do termistor "PTC" utilizado. São empregados na proteção de motores elétricos, mancais, autotransformadores de partida, transformadores em geral, bombas e outros equipamentos que possam sofrer aquecimentos.

Figura 33 – Relé RPT.



- **Relé de falta de fase com e sem neutro – FSN**

Os relés de falta de fase com e sem neutro FSN destinam-se à proteção de sistemas trifásicos contra queda de fase (ou neutro) e assimetria modular de tensão. O grau de sensibilidade às assimetrias é selecionável no ajuste frontal, e se ocorrerem subtensão ou sobretensão simétricas, as mesmas não serão detectadas. Protege instalações contra falta de fase e/ou neutro e assimetria modular que compromete o funcionamento de motores, equipamentos ou processos. O relé interno comutará, desligando o sistema sob proteção sempre que houver uma anomalia na rede.

Figura 34 – Relé FSN.



- **Relé supervisor trifásico – RST**

O relé supervisor de tensão trifásico RST destina-se à proteção de sistema trifásico contra queda de fase, subtensão e sobretensão, assimetria modular de tensão (fixa em 20%) e inversão de fase. Por ser um aparelho microcontrolado possui excelente precisão e repetibilidade de operação. Seu processo de produção é realizado através do mais sofisticado sistema SMT, que permite maior produtividade, melhor desempenho do circuito em relação sinal-ruído e conseqüentemente melhor produto. Protege instalações contra falta de fase, subtensão e sobretensão, assimetria modular de tensão (fixa em 20%) e inversão de fase, que compromete o funcionamento de motores, equipamentos ou processos.

Figura 35 – Relé RST.



- **Relé auxiliar – RAX**

O relé auxiliar RAX é um dispositivo dotado de contatos de saída eletricamente comandados por tensão e normalmente empregado como relé auxiliar na complementação de contatos para acionamentos. É utilizado em sistemas onde é requerido um maior número de contatos em relação ao que se tem disponível no sistema, onde há a necessidade de isolamento de sinais e possibilita, através de seus contatos, a utilização de cargas de potências maiores que a permitida no sistema. O KET 1030 possui quatro relés desse tipo.

Figura 36 – Relé RAX.



- **Relé temporizador para chave estrela-triângulo – RYD**

O temporizador eletrônico RYD é um dispositivo para automação de partidas Y-D (estrela-triângulo), comuns em motores elétricos pesados (acima de 5 cv). Sua lógica implementa o acionamento dos contatores Y e delta, garantindo ainda um intervalo entre estes para evitar curtos entre fases. Existe na versão analógica e microcontrolada, ambas com excelente precisão e repetibilidade de operação. É específico para utilização em controle de partida de motores trifásicos que utilizam chaves automáticas estrela-triângulo, com controles de tempos precisos e reduzido espaço físico.

Figura 37 – Relé RYD.



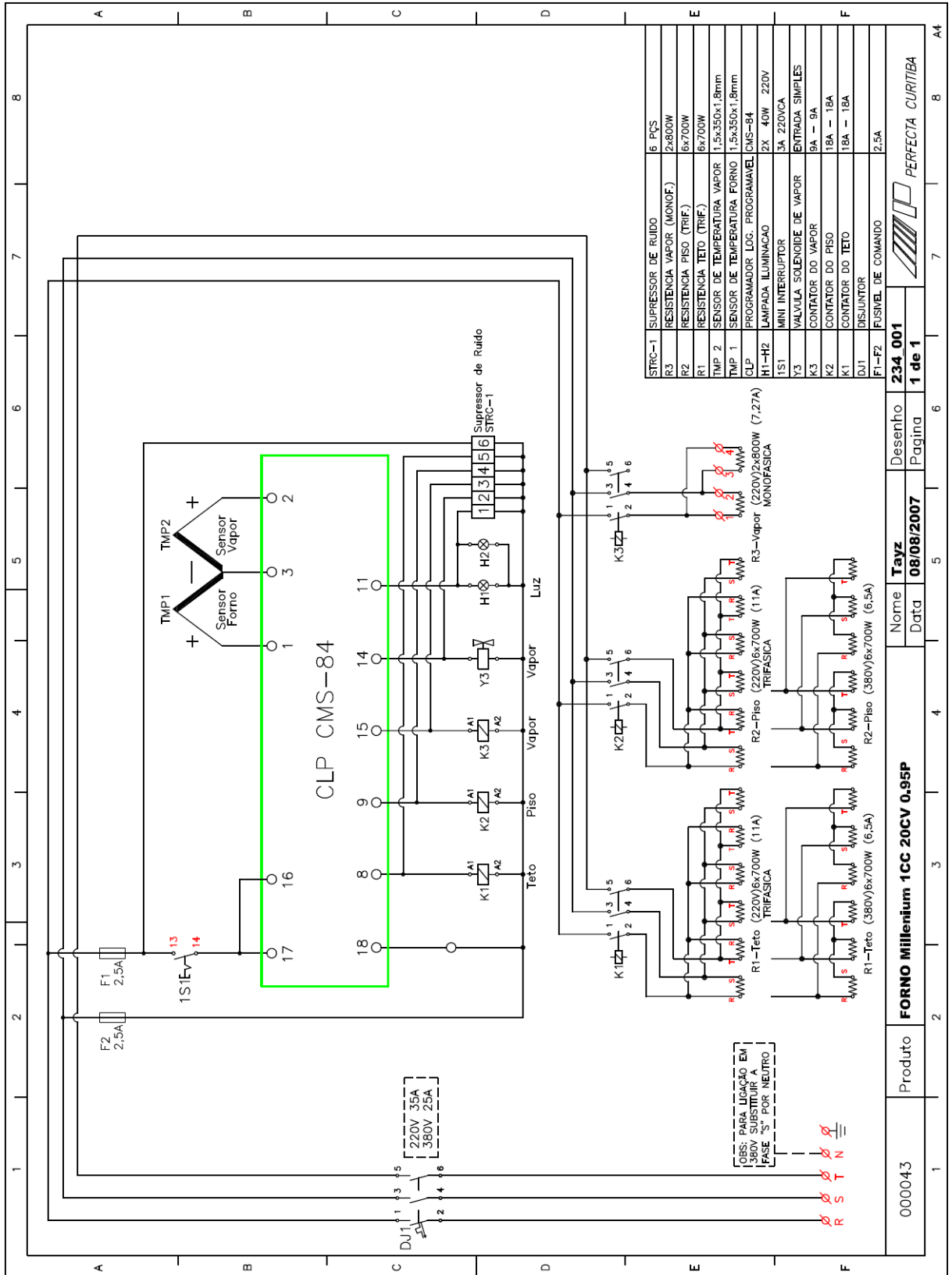
- **Relé eletrônico temporizador cíclico – TCS**

O temporizador eletrônico cíclico TCS é um dispositivo para acionamento/desacionamento elétrico de processos em função de tempos pré-selecionados. Por ser um equipamento microcontrolado, possui excelente precisão e repetibilidade de operação. Seu ciclo é composto por dois tempos selecionáveis (T1 e T2), que se alternam e comutam o estado dos contatos de saída. Seu processo de produção é realizado através do mais sofisticado sistema SMT, que permite maior produtividade, melhor desempenho do circuito em relação sinal-ruído e conseqüentemente melhor produto. É muito utilizado em sistemas de controle cíclico industriais, aplicados em comandos, automação e sincronismo industrial, entre outras diversas aplicações em processos cíclicos temporizados.

Figura 38 – Relé TCS.



Anexo B – Diagrama elétrico do forno industrial Millenium



STRC-1	SUPRESSOR DE RUÍDO	6	PQS
R3	RESISTENCIA VAPOR (MONOF.)	2x	800W
R2	RESISTENCIA PISO (TRIF.)	6x	700W
R1	RESISTENCIA TETO (TRIF.)	6x	700W
TMP 2	SENSOR DE TEMPERATURA VAPOR	1,5x	350x1,8mm
TMP 1	SENSOR DE TEMPERATURA FORNO	1,5x	350x1,8mm
CLP	PROGRAMADOR LOG. PROGRAMAVEL	1	CMS-84
H1-H2	LAMPADA ILUMINACAO	2x	40W 220V
IST1	MINI INTERRUPTOR	3A	220VCA
Y3	VALVULA SOLENOIDE DE VAPOR	ENTRADA SIMPLES	
K3	CONTATOR DO VAPOR	9A - 9A	
K2	CONTATOR DO PISO	18A - 18A	
K1	CONTATOR DO TETO	18A - 18A	
DJ1	DISJUNTOR		
FI-F2	FUSIVEL DE COMANDO		2,5A

Nome	Tavz	Desenho	234 001
Data	08/08/2007	Pagina	1 de 1
Produto	FORNO Millenium 1CC 20CV 0,95P		
	1	2	3
	4	5	6
	7	8	A4
PERFECTA CURITIBA			

APÊNDICES

Apêndice A – Guia de experimentos com o GST e o KET



SENAI – Departamento Regional da Paraíba
CEPSL – Centro de Educação Profissional Prof. Stenio Lopes
Oficina de Eletroeletrônica

Aluno(a): _____

Curso: _____ Turma: _____ Turno: _____

Guia de experimentos Gerador de Sistemas Trifásicos / Kit de Ensaio Trifásicos

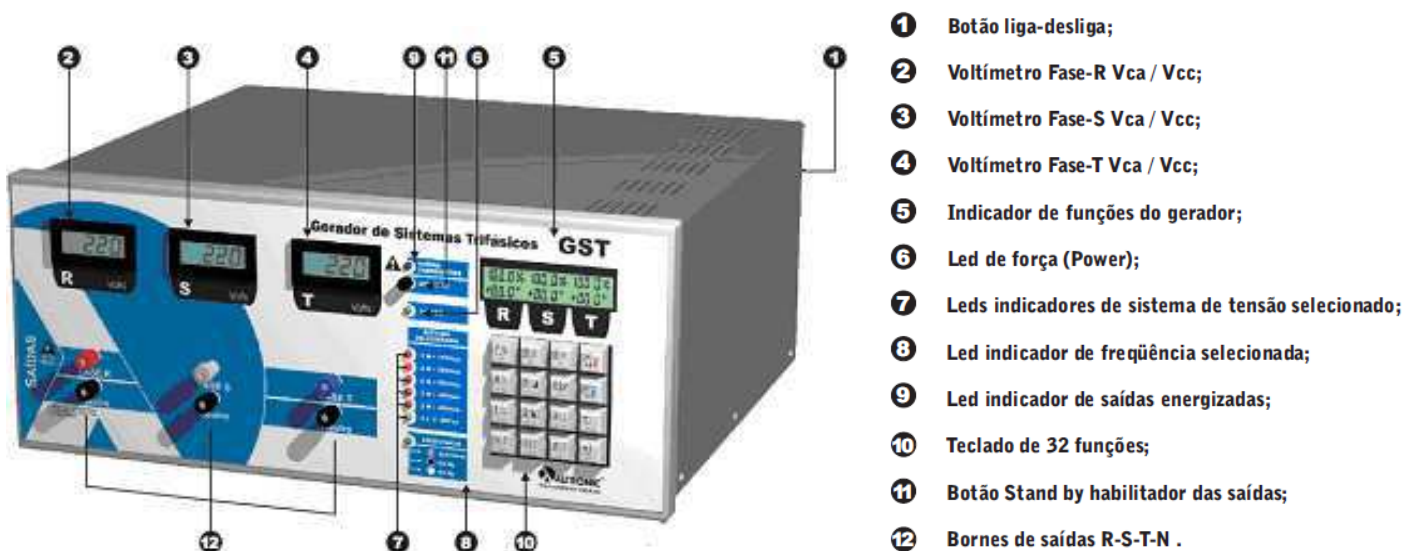


1 – Observações de segurança

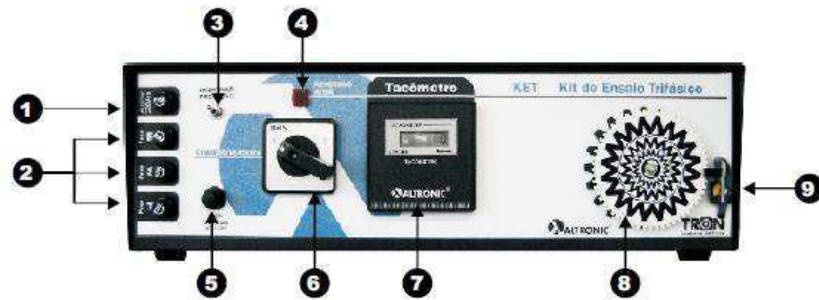
- Nunca toque na parte condutora dos bornes de saída, especialmente quando estiverem energizados. Para conexão e desconexão dos equipamentos, desenergize as saídas utilizando o botão “stand by” e certifique-se que o led indicador de saídas energizadas esteja apagado.
- Observe sempre a existência de equipamentos, fios ou plugs conectados aos bornes de saída antes de energizá-los.
- A conexão e desconexão de cargas às saídas deverá sempre ser feita com estas desenergizadas, utilizando-se para isso o botão “stand by”.
- Ao manusear, mover ou transportar, trate o equipamento como frágil, apesar de ser robusto e de possuir peso elevado, o GST possui circuitos sensíveis e como tal, vibrações e impactos devem ser evitados.
- Observe a seleção de tensão de alimentação configurada do equipamento na etiqueta traseira e compatibilize-a com a rede na qual se pretende ligá-lo.
- Não posicione o equipamento em locais que possam vir a obstruir o sistema de ventilação forçada, localizado na parte lateral, traseira e superior.

2 – Visão geral dos equipamentos

Gerador de Sistemas Trifásicos (GST):



Kit de Ensaio Trifásico (KET):



- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | Fusível da alimentação auxiliar; | 6 | Chave reversora para inversão de fase; |
| 2 | Fusíveis de Proteção do Gerador (GST); | 7 | Tacômetro Digital; |
| 3 | Chave do supervisor Trifásico (By Pass); | 8 | Roda dentada; |
| 4 | Indicador Inversão de Fase; | 9 | Sensor Óptico. |
| 5 | Chave Liga / Desliga; | | |

3 – Montagem do sistema

- Ligue os cabos de alimentação do motor trifásico do KET nos bornes de saída do GST, de forma que cada fase fique conectada à sua correspondente: conector verde na fase R, conector amarelo na fase S e conector azul na fase T. Em seguida, escolha uma dessas fases e conecte os cabos de alimentação do relé auxiliar entre esta e o neutro do sistema: conector preto na fase escolhida e conector vermelho no neutro;
- Antes de energizar o equipamento, verifique se este está bem posicionado e com a tensão de alimentação compatível com a de sua rede local, conforme especifica o item “Observações de segurança”. Acione o botão “liga/desliga” na parte traseira. O led de força deverá acender indicando que o equipamento está ligado, bem como o led indicador de tensão selecionada em 3N ~ 110 Vca (leia-se: sistema trifásico com neutro, tensão alternada de 110 V).

4 – Preparação



4.1 – No Kit de Ensaio Trifásicos (KET):

- Mantenha a chave de by pass do relé supervisor trifásico posicionada para baixo, a fim de manter a proteção ativa;

- Coloque a chave reversora na posição 0.

4.2 – No Gerador de Sistemas Trifásicos (GST):

- Selecione o sistema de tensão trifásica 440 Vca por meio das teclas

 +  , o led referente ao sistema trifásico 440 Vca deverá acender;

- Selecione a frequência de trabalho como 60 Hz, para isso, acesse



 +  , o led indicador de frequência selecionada deverá ficar apagado;

- Pressione o botão “stand by” para habilitar as saídas. Se tudo foi feito corretamente o led indicador de saídas energizadas irá acender e o motor irá girar no sentido horário com sua velocidade nominal (ver placa do motor).

Obs.: Para a execução dos próximos passos sempre desabilite as saídas do GST por meio do botão “stand by”, proceda às modificações indicadas no passo e, somente ao final, pressione novamente o botão “stand by” para liberar as saídas. Ao final da execução de cada passo, anote os valores encontrados.

5 – Simulações

5.1 – Reversão no motor trifásico: No KET, coloque a chave reversora na posição 1. Ligue o sistema e descreva o que acontece com o motor em relação à sequência de fases. Desligue o sistema e, em seguida, realize esse mesmo procedimento com a chave de by pass do relé supervisor trifásico (RST) posicionada para cima, a fim de desabilitar a proteção e explique o que ocorreu. Desligue o sistema e retorne a chave reversora para a posição 0 e a chave de by pass para baixo.

5.2 – Frequência de saída: Pressione as teclas  +  para entrar no modo

de ajuste de frequência. Pressione as teclas  ou  para dar acréscimos ou


decréscimos no valor da frequência previamente ajustada e descreva o que ocorrerá com a velocidade de giro do motor, observada no tacômetro digital do KET. Em seguida

retorne à frequência nominal de 60 Hz por meio de  + .








5.3 – Percentuais de amplitude de fase: Selecione as três fases de forma simultânea

através de  +  e varie a amplitude da tensão utilizando as teclas  e








. Descreva o que ocorrerá com a velocidade do motor e observe a atuação da proteção contra sobre/subtensão. Em seguida, realize esse mesmo passo com a chave de by pass do RST posicionada para cima e indique o que ocorreu. Ao final restabeleça o valor nominal da tensão previamente ajustada, isto é, 100%, por meio de






 +   +   +   e coloque novamente a chave de by pass para baixo.

5.4 – Falta de fase: Desfaça a seleção simultânea das fases também por meio de










 +  , e agora selecione apenas a fase R usando  +  e então













































simule a falta desta fase através de  +  . O que ocorreu com o funcionamento do motor? Agora, realize esse mesmo procedimento com a chave de by pass posicionada para cima e explique o que ocorreu. Ao final restabeleça o valor nominal da tensão previamente ajustada, isto é, 100%, por meio de







 +   +   +   e retorne a chave de by pass para a posição original (para baixo).





5.5 – Defasamento entre fases: Insira um desequilíbrio no defasamento entre as fases de -60° a $+60^\circ$, por exemplo, decrémente o ângulo da fase S em 60° e incremente o da

fase T em 60°. Para isso acesse  +  ϕ S,  $\pm 20Vcc$ +  Pr_2 ϕ S +  -50Hz +  ϕ ϕ Hz,  +  ϕ T e  $\pm 20Vcc$ +  Pr_2 ϕ S +  +60Hz +  ϕ ϕ Hz. Explique o que aconteceu com o motor. Em seguida, restabeleça o defasamento normal de 120° entre as fases teclando  +  ϕ S,  Pr_2 +  ϕ ϕ Hz,  +  ϕ T e  Pr_2 +  ϕ ϕ Hz; e também coloque a chave de by pass para baixo.

5.6 – Assimetria modular: Introduza um desequilíbrio no módulo das fases, por exemplo, faça com que a fase R apresente 75% do seu valor nominal, a fase S 115% e a fase T 95%. Para isso, acesse  +  ϕ R,  ϕ R +  ϕ S +  Pr_1 ϕ S,  +  ϕ S,  ϕ R +  ϕ S +  ϕ T +  Pr_1 ϕ S,  +  ϕ T,  ϕ T +  ϕ S +  Pr_1 ϕ S. Observe o que aconteceu com o motor e logo após, assim como nos itens anteriores, realize esse mesmo procedimento com a chave de by pass colocada para cima e explique o que ocorreu. Ao final, restabeleça o valor nominal da tensão por meio de  +  Pr_1 ϕ S,  ϕ S +  Pr_2 ϕ S +  Pr_2 ϕ S +  Pr_1 ϕ S e coloque novamente a chave de by pass para baixo.

5.7 – Descida em rampa: Faça com que a tensão das fases seja reduzida gradualmente por um intervalo de tempo entre 5 e 127 segundos, por exemplo, 60 segundos, e observe qual o percentual mínimo da tensão nominal que o motor ainda consegue trabalhar. Acesse  $\pm 20Vcc$ +  Pr_2 ϕ S +  ϕ S +  ϕ S e em seguida anote esse valor.

5.8 – Subida em rampa: Faça também com que a tensão das fases seja elevada gradualmente por um intervalo de tempo também entre 5 e 127 segundos, por exemplo, 60 segundos, e observe qual o percentual mínimo da tensão nominal que o motor entra

em funcionamento. Acesse  +  +  +  e em seguida anote esse valor.

5.9 – Partida Y-Δ (estrela-triângulo): Esta função proporciona uma partida suave ao motor de indução, pois partindo do patamar de 58% da tensão nominal, eleva-se esse valor até atingir os 100%. Para realizá-la em um tempo entre 5 e 127 segundos, por

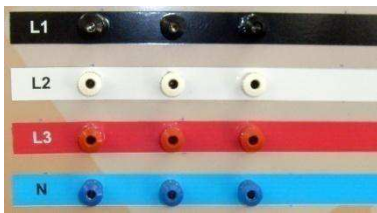
exemplo 30 segundos, tecla  +  +  + .

6 – Análise dos resultados: Examine os resultados obtidos e teça os comentários necessários à análise destes. Reúna todas essas informações e organize-as em forma de relatório final do experimento a ser entregue ao instrutor.

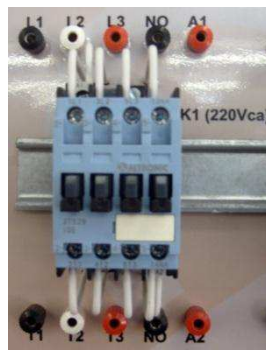
Apêndice B – Sugestões de montagens com o KET 1030

Partida direta sem reversão

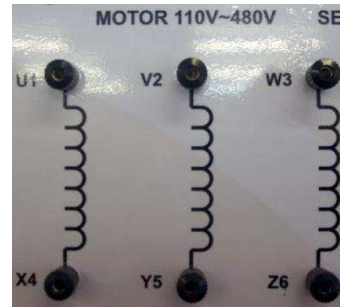
- Blocos utilizados:
 - ↳ Circuito de força:



barramento



contator



bobinas do motor

- ↳ Circuito de comando:



botoeira desliga



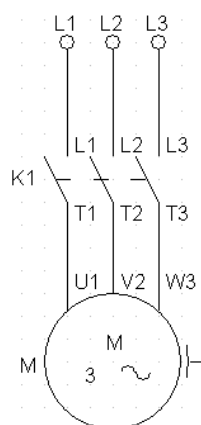
botoeira liga



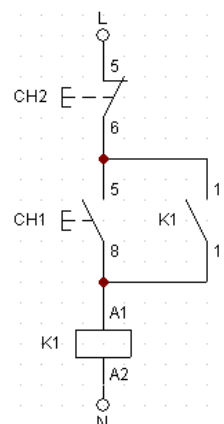
relé auxiliar

- Diagramas:

Força:

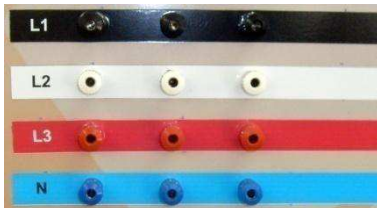


Comando:



Partida estrela-triângulo sem reversão

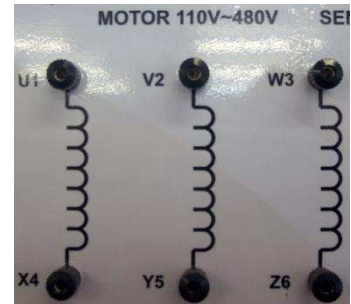
- Blocos utilizados:
 - Circuito de força:



barramento



3 contatores



bobinas do motor

- Circuito de comando:



botoeira desliga



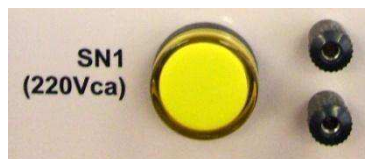
botoeira liga



3 relés auxiliares



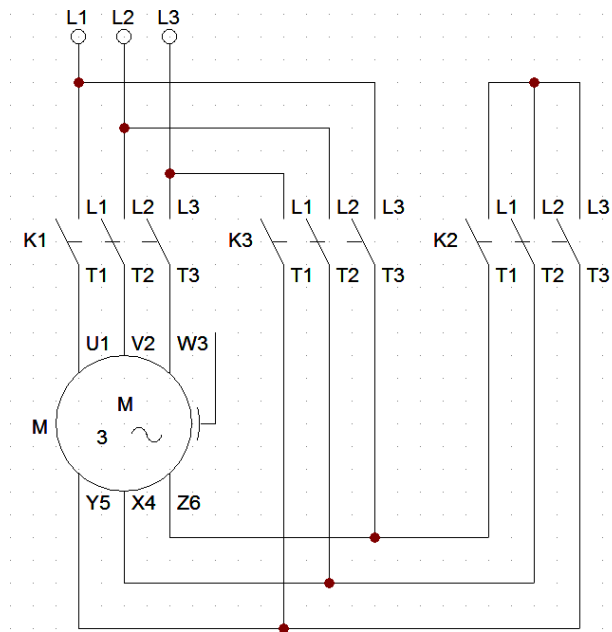
relé Y-Δ



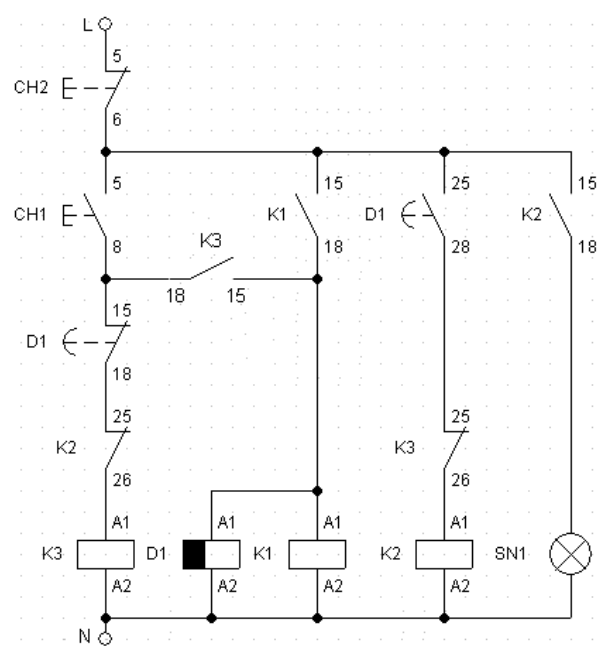
indicador luminoso

- Diagramas:

Força:

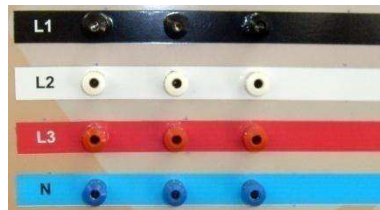


Comando:

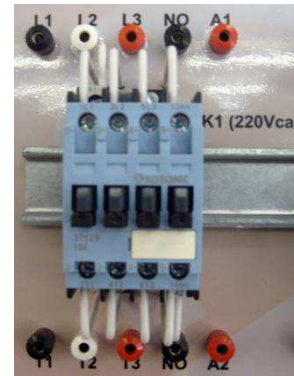


Partida compensadora sem reversão

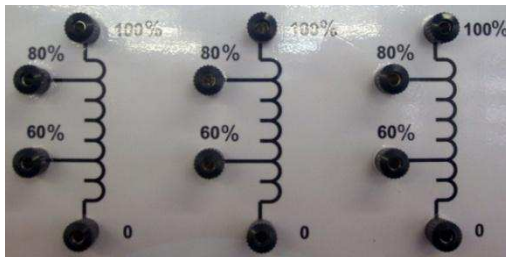
- Blocos utilizados:
 - Circuito de força:



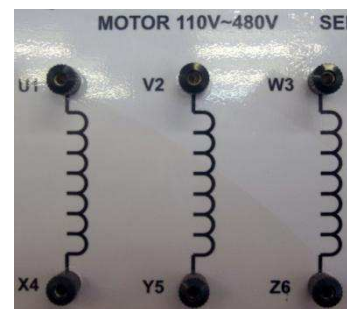
barramento



3 contadores



autotransformador



bobinas do motor

- Circuito de comando:



botoeira desliga



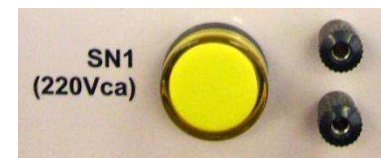
botoeira liga



3 relés auxiliares



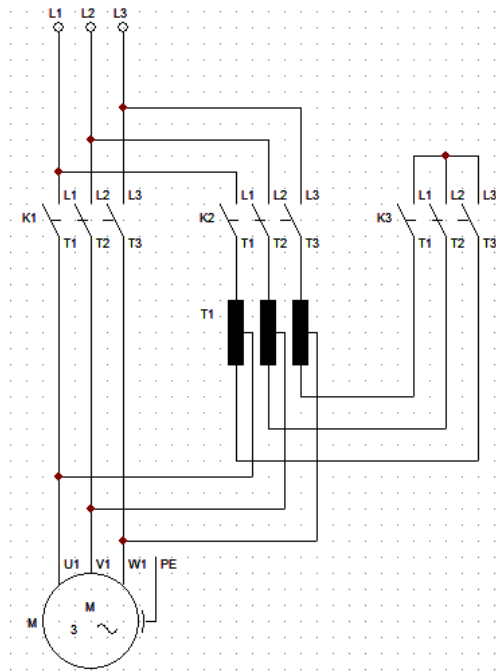
relé Y-Δ



indicador luminoso

- Diagramas:

Força:



Comando:

