DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA COMANDOS ELÉTRICOS COM ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES VISUAIS

ROBSON TAVEIRA GONÇALVES DA SILVA(1); ALEXANDRE MAGNO FERREIRA DINIZ(2)

Bolsista(1); IFCE, Juazeiro do Norte; http://ifce.edu.br/juazeirodonorte.
Orientador(2); IFCE, Juazeiro do Norte; http://ifce.edu.br/juazeirodonorte.

1. RESUMO: A disciplina de comandos elétricos é uma das mais importantes para o curso técnico de eletrotécnica, sendo ministrada com grande carga horária de aulas práticas. As bancadas didáticas são energizadas em tensões de linha 380 V e de fase 220 V que podem oferecer riscos de choques elétricos aos usuários. Alunos do curso com deficiência visual são privados de realizarem as práticas nessas bancadas devido aos riscos inerentes. O projeto tem como objetivo apresentar uma proposta inclusiva de ensino para alunos portadores de deficiência visual na realização de aulas práticas da disciplina de comandos elétricos. A solução proposta foi desenvolver uma bancada com módulos intercambiáveis na tensão de 12 V em corrente contínua, a fim de eliminar riscos de acidente provocados por choque elétrico. Uma bancada didática foi implementada com terminais e componentes identificados na escrita Braille e submetida a testes com um aluno egresso do curso técnico em eletrotécnica com deficiência visual. O aluno fez o reconhecimento dos componentes da bancada e na montagem proposta conseguiu finalizar o experimento sem auxílio de outras pessoas e com desenvoltura.

PALAVRAS-CHAVE: Comandos elétricos, Inclusão social, Ensino da eletrotécnica, Deficiente visual.

2. INTRODUÇÃO

O Instituto Federal do Ceará (IFCE) campus Juazeiro do Norte oferta anualmente o curso técnico integrado em eletrotécnica de nível médio com duração de 3 anos. Agrade curricular do curso é formada por disciplinas do núcleo comum, por exemplo, português, matemática, física, e biologia, e do núcleo técnico. A disciplina de comandos elétricos do núcleo técnico é uma das disciplinas, mais importantes, sendo ministrada com grande carga horária de aulas. O objetivo desta disciplina é promover o aprendizado dos conceitos e técnicas fundamentais necessárias para o dimensionamento, montagem e manutenção de chaves de partida de motores elétricos. A execução das praticas desta disciplina tem como

característica os riscos físicos de choque elétrico. Quando dois alunos portadores de deficiência visual se matriculam neste curso, o professor se depara com um em previsto, pois o ambiente de laboratório não foi planejado para atender em especial este aluno. O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo projetar e desenvolver uma bancada didática de chaves de partidas elétricas com acessibilidade para deficientes visuais.

Inicialmente, foi realizado o estudo através de artigos e livros das principais chaves de partidas elétricas (partida direta, partida direta com reversão, partida estrela-triângulo) e de seus componentes. Para os estudos buscou-se compreender a finalidade das chaves de partidas elétricas de motores usadas na indústria, bem como a definição e divisão dos componentes que compõem essas chaves. Ainda, o estudo concentrou-se nos princípios de construção e funcionamento dos componentes, pois para a nova bancada proposta é necessário à construção de novos componentes que façam as mesmas funções dos componentes reais. Ao longo dos estudos iniciais, constatou-se que os componentes tem funcionamento baseados nos princípios eletromecânicos, e estes funcionam com tensões elevadas na ordem 127, 220 ou 380 volts.

Desta forma para diminuir o risco de choque elétrico foi realizado o estudo e seleção de dispositivos eletrônicos que trabalham com tensões baixas na ordem de 5, 9 ou 12 volts. A nova bancada inicialmente ia acionar um motor C.C., mas foi projetado um circuito isolador par acionar um M.I.T. Os novos componentes foram projetados para serem ligados de forma igual aos componentes tradicionais da chave de partida elétrica. Adicionando aos módulos textos na linguagem braile indicando os terminais de ligação do componente.

3. METODOLOGIA/RESULTADOS

As bancadas de comandos elétricos do IFCE são alimentadas com tensão de 220 volts entre fase e neutro e de 380 volts entre duas fases, mesmo adotando todas as medidas e procedimentos de segurança, é impensável permitir que alunos com deficiência visual possam realizar as praticas nessas bancadas. A solução proposta foi desenvolver uma bancada com módulos intercambiáveis nas tensões de 5, 9 e 12 volts em corrente continua para estas praticas, de forma a eliminar os riscos de acidente provocado por choque elétrico.

Em todo o período do projeto teve-se o acompanhamento da consulta à literatura, nos primeiros meses foi maior a intensidade de estudo par o entendimento de como as praticas de comandos elétricos são feitas, foi estudado elemento por elemento usado nas praticas, e dado foco a 3 (três) tipos de partidas, apontadas como as principais usadas na indústria e ensinadas no curso técnico, as partidas são a partida direta, direta com reversão e estrela triangulo. Após o estudo na literatura foi realizado as praticas no laboratório de máquinas elétricas do *campus*. Um dos fatores mais importante para o projeto da nova bancada foi o

entendimento do desenho de uma bancada didática, e o esquemático de suas ligações de cada módulo que compõe a bancada de comandos elétricos, onde à nova bancada vai seguir a mesma didática, conectores dos módulos distribuídos de forma semelhante da bancada comum, garantido que a dificuldade de ligação não seja alterada.

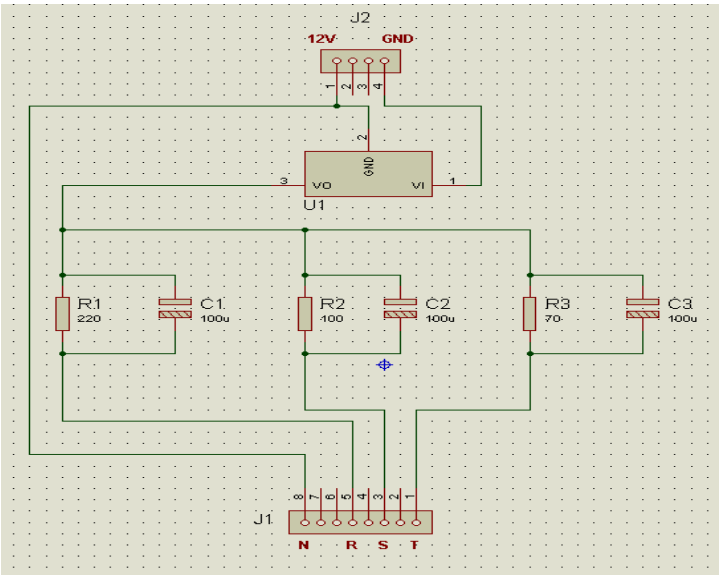
Com o entendimento de como é realizada as praticas foi iniciado o estudo de dispositivos eletrônicos para a projeção da nova bancada, após um mês de estudo em analise de circuito elétricos e componentes eletrônicos, foi dado inicio aos projetos da nova bancada. No primeiro momento o circuito foi projetado em papel e discutido seu funcionamento, em seguida este circuito era montado em software dedicado para execução de simulação, após as simulações feitas e bem sucedidas o mesmo projeto passara ser montado em Protoboard para testar o funcionamento do circuito no mundo real, onde existem vários fatores ambientais que no software de simulação não é levado em consideração, como a resposta em regime transiente de equipamentos eletrônicos em um sistema. Com o circuito montado em Protoboard passava inicio o projeto da PCI (placa de circuito impresso), em paralelo ao trabalho do projeto eletrônico foi realizado o projeto do painel do módulo, para cada componente na bancada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Planejamento e construção da bancada didática

O primeiro problema a ser solucionado foi criar um módulo de alimentação para simular um sequenciamento de fases da mesma forma em que acontece no sistema trifásico a partir de uma fonte de tensão de corrente continua. A solução encontrada foi à inserção de três resistores de valores diferentes, dispostos de forma que os resistores estão encontra em paralelo entre eles e em serie com a bateria, desta forma um circuito composto por microcontrolador, presente no módulo do motor, pode distinguir uma linha de fluxo de corrente da outra com seu pino de canal analógico.

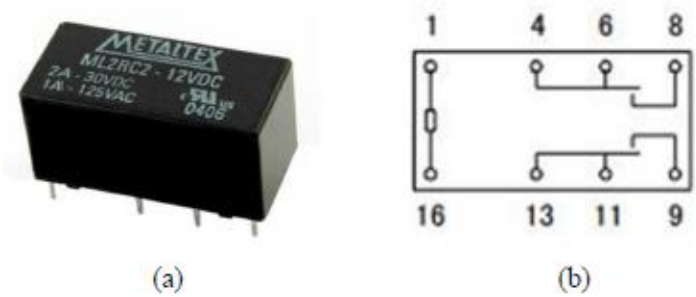
Figura 1 – esquema de ligação módulo de alimentação



Na figura 1 esta o esquema do circuito do módulo de alimentação, após os testes feitos em protoboard foi detectado a necessidade de colocar capacitores em paralelo a cada resistor para garantir o fluxo de energia no circuito.

O módulo do relé de sobrecarga e o módulo contator foi projetado e confeccionado com micros relés, à proposta do projeto consiste em substituir os mecanismos eletromecânicos do relé de sobrecarga e contactor por mico relés para fazer o chaveamento (abertura e fechamento de contados) dos circuitos. A escolha de micro relés foi devido ao seu baixo custo e fácil aquisição no comércio. O micro relé é um dispositivo eletromecânico selado com 2 ou 4 contatos reversíveis (Normalmente fechado NF e Normalmente aberto – NA) com capacidade de corrente de 2 A na tensão de 30 V em CC ou 1 A na tensão de 125 V quando alimentado com corrente alternada. Os contatos reversíveis são comutados quando a sua bobina é energizada com 12 V em CC, a Figura 2 mostra detalhes de um micro relé de 4 contatos reversíveis usado no projeto da bancada.

Figura 2 – Micro relé de bobina com 12 V em CC



O fato de o micro relé adquirido ser de 12 V acarretou em problemas no circuito do módulo motor, o problema foi identificado na fase de testes da bancada quando os primeiros módulos estavam confeccionados, o problema se da que a queda de tensão, no módulo e alimentação, tinha que gerar tensão para o circuito na ordem de 12 V para o micro relé ser acionado, e esta tensão é muito elevada para o canal analógico do microcontrolador, que esta apto a trabalhar com no máximo 5 V. Para solucionar o problema foi apontado a troca de todos micro relés de bobina 12 V para bobinas de 5 V, por já ter todos os micro relés de 12 V em mãos e a troca ser inviável dos mesmos, foi decidido adicionar uma bateria ao módulo contator e relé de sobrecarga e um único relé de 5 V que faria a interface com o circuito de alimentação da bancada. Segue o esquema em software do módulo contator (Figura 3), e foto do circuito de comando do módulo relé de sobrecarga montado em Protoboard para teste (Figura 4).

Figura 3 – Esquema de módulo contator

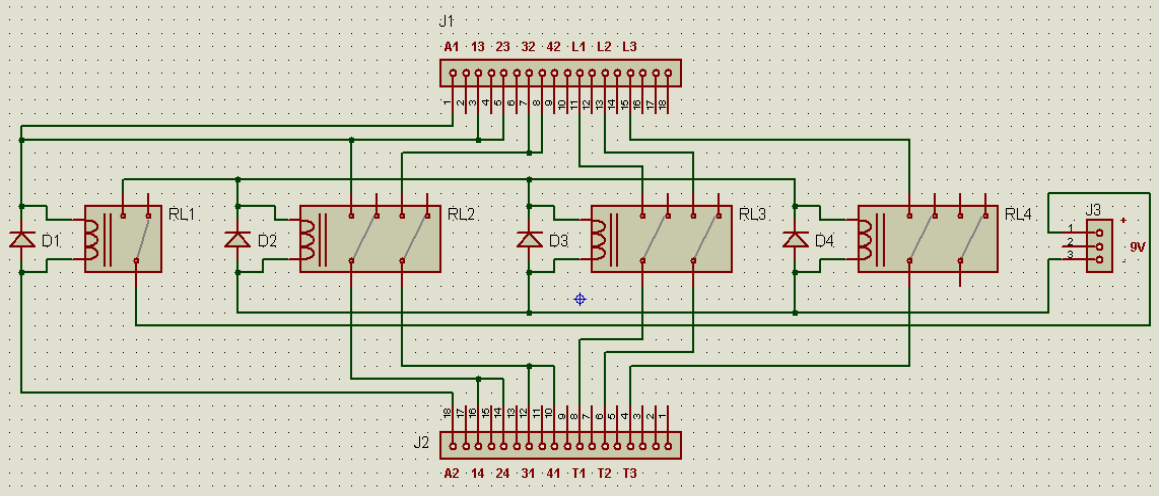
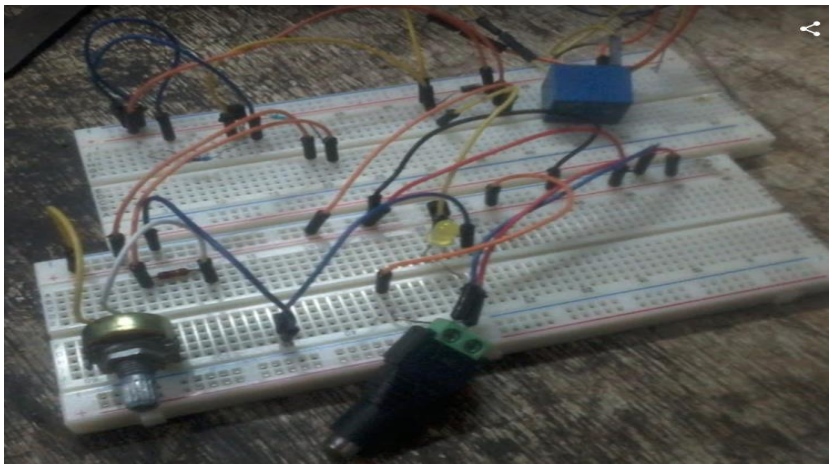


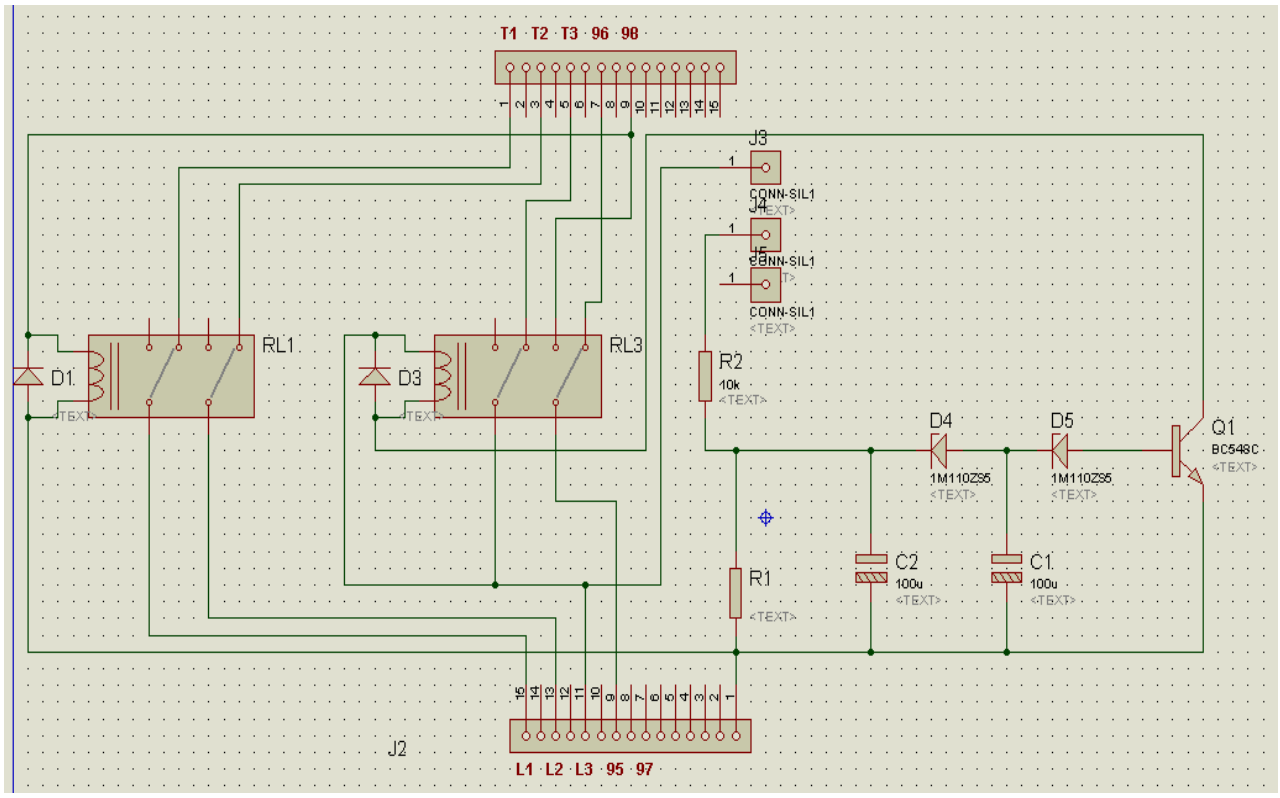
Figura 4 – Circuito de comando de módulo relé sobrecarga em Protoboard



Importante destacar que no projeto módulo relé sobrecarga apresenta um contato a mais que a bancada comum, este contato se trata da referência do circuito (GND), este

módulo tem a vantagem de se poder simular uma sobrecarga no motor, isso não é possível na bancada comum, pois os motores trabalham sem carga (vazio). O circuito eletrônico do módulo projetado tem um divisor de tensão, que ao diminuir esta resistência de um potenciômetro de seu painel, o esquema da ligação é mostrado na Figura 5, um circuito temporizador composto por capacitores e diodo zene aciona um micro relé que abre os contatos do circuito de potência do módulo.

Figura 5 – esquema do circuito do módulo relé sobrecarga

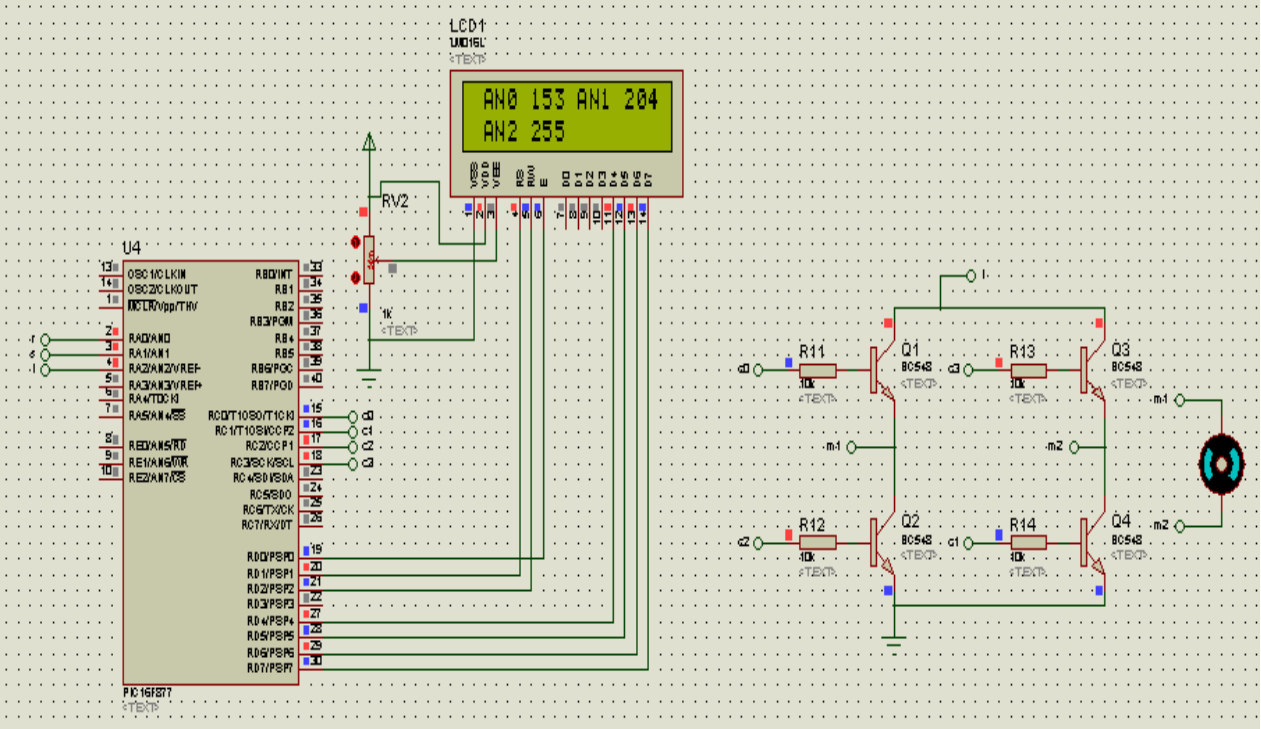


O módulo motor teve dois projetos, diferenciados na escolha de tipo de motor a ser acionado, e o tipo de microcontrolador usado, o microcontrolador implementa um sistema semelhante a de um pequeno computador. Os seus pincipais dispositivos são uma unidade lógica central de processamento (CPU), unidade de memória programavel somente de leitura (PROM) e de memória de acesso aleatório (RAM), terminais de saida e entrada digitais e analógicas, e unidade de conversores analógicos digital (A/D), este ultima foi usado nos dois projetos para entada de dados no microcontrolador para ser processado de acordo com código programado, e desta forma ter como resposta de saida o acionamento do motor em questão.

O primeiro projeto do módulo motor era composto por um micocontrolador PIC 16f877, este seguia mesmo principio de entrada de dados com os canis analógicos, e sua saida tinha um circuito de ponte H para acionamento de um motor CC, para identificar os

valores da leitura dos canais analógicos tinha uma tela de display, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Esquema de ligação do módulo motor com PIC 16f877



O segundo projeto foi pensado para acionar um motor de indução trifasico MIT, se trata do módelo selecionado para confecção de PCI, este é composto por microcontrolador ATmega 328 com 28 pinos baseado na tecnologia RISC (Reduced Instrucion Set Computer), este foi selecionado por apresentar mais canais A/D, este canal a mais seria necessario para adicionar um fone com frequancia sonora de tal maneira que o aluno com eficiencia visual tenha condições de determinaria o sentido de giro do motor, outro motivo da escolha do ATmega é o projeto Arduino, que usa o mesmo microcontrolador, o Arduino apresentar uma plataforma de programação (IDE) livre e de facil uso, tem uma placa de de hadware livre que pode ser usada para gravação de códigos em hexadecimal no microcontrolador ATmega 328, alem de apresentar baixo custo.

No circuito mostrado na Figura 7 é usado do ATmega 328 três canais A/D para detectar as três fases (queda de tensão), um canal A/D para acionar sinal sonoro de fone com uso da tecnica de modulação de largura de pulso (PWM), dois canais digitais para identificar que o feicahameto do motor foi realizado de forma correta (Simulando um MIT), e seis canais digitais para realiza o chaveamento do motor por meio de um módulo relé de acionaento. Como o motor é alimentado com tensões nominais foi necessario desenvolver um módulo de ligação do motor para isolar a bancada da rede elétrica. O módulo foi construido com micro relés e com opto acopladores (opto trasistor). Na Figura 8 mostra

detalhes do módulo com três optos acopladores na cor branca, bornes de entrada e saida, micro relé, diodos, resistores e transistores.

Figura 7 – Esquema de circuito de módulo motor com ATmega 328

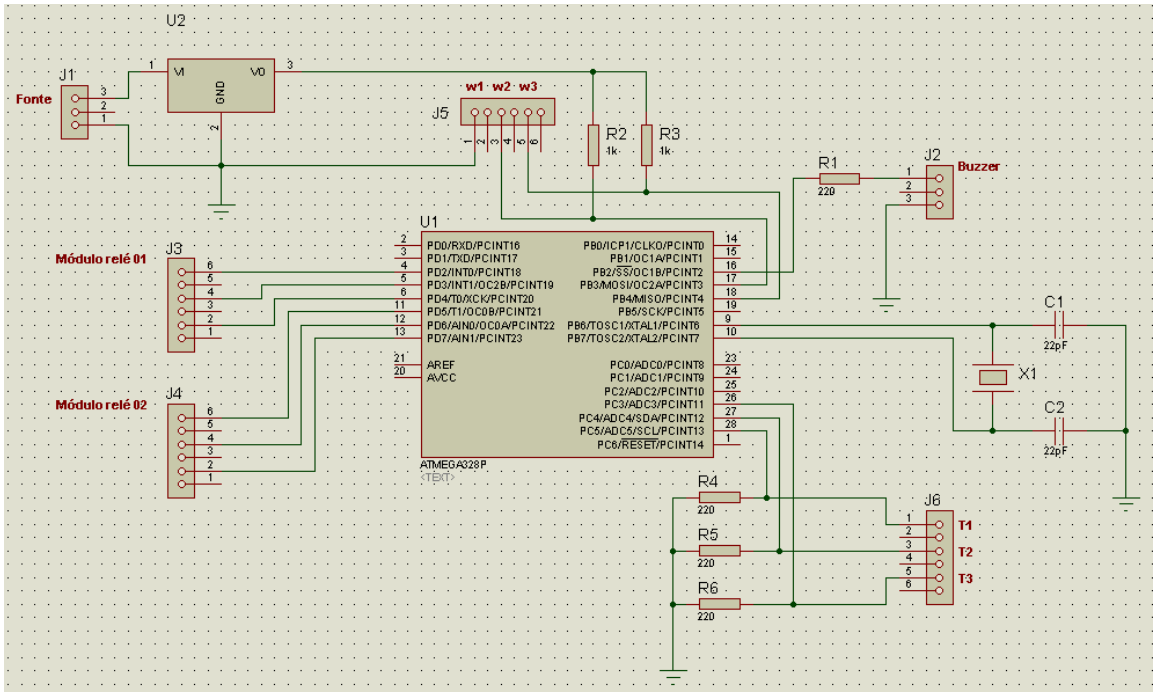
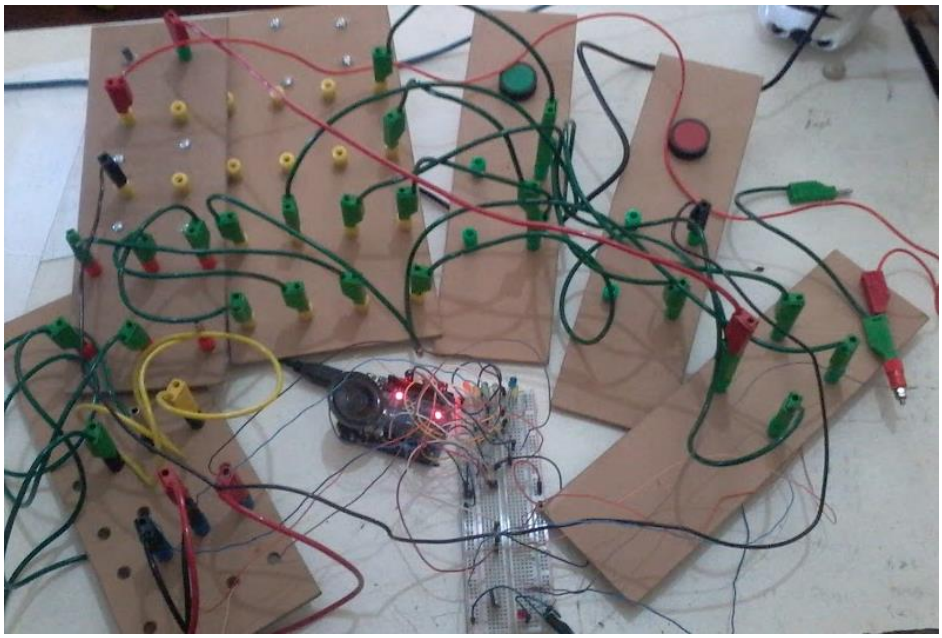


Figura 8 – Módulo de ligação do MIT

4.2. Teste da bancada didática

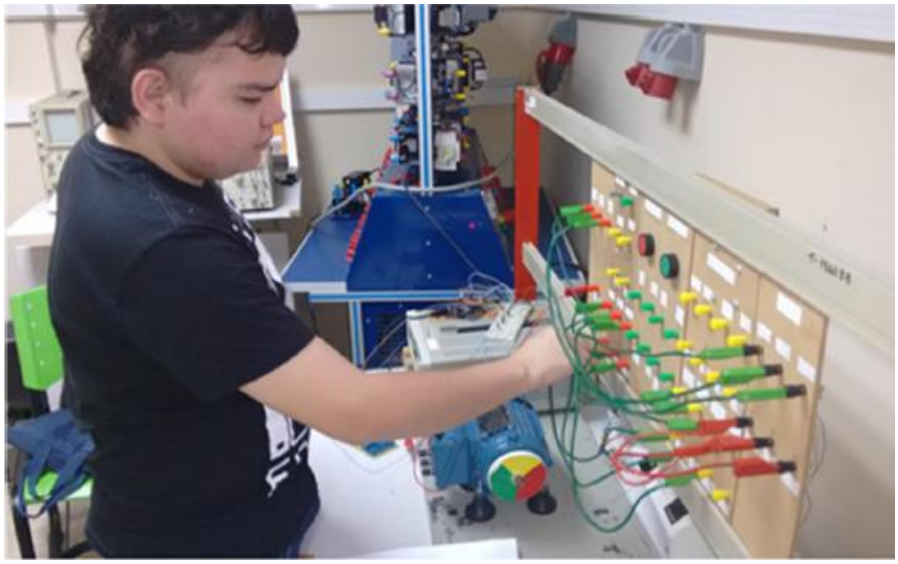
Após as primeiras PCI serem confeccionadas, os primeiros testes realizados em laboratório pelo próprio aluno pesquisador, foi identificado o problema da tensão da bobina de 12 V nos micro relés, danificando o microcontrolador, os novos circuitos com as soluções implementadas, foi realizado em Protoboard e testado varias vezes, mostrando bom funcionamento e sem apresentar problemas, a Figura 9 mostra imagens destes testes.

Figura 9 – Teste inicial da bancada



Completada esta fase inicial de testes, novos testes foram realizados com um engesso do curso técnico em eletrotécnica com deficiência visual. O esquema do circuito da chave de partida foi confeccionado em papel em gramatura 120 g especial para escrita em Braile e os desenhos esquemáticos foram feitos usando à técnica de perfuração com o mesmo papel. A Figura 10 mostra o aluno com deficiência visual realizando a prática de partida direta no laboratório de máquinas elétricas do IFCE – campus Juazeiro do Norte.

Figura 10 – Teste da bancada didática



Inicialmente, o aluno fez o reconhecimento dos componentes da bancada e em seguida a montagem, conseguindo finalizar a pratica proposta com desenvoltura. Em depoimento, o aluno afirmou que foi a primeira vez que realizava a prática sem ajuda de outras pessoas e que a principio teve dificuldades em seguir o caminho dos cabos de ligação. Mesmo assim, ele acredita que com algum tempo de trabalho na bancada esse problema é superado.

Estes testes realizados com o engesso do curso técnico em eletrotécnica com deficiência visual alguns dos módulos já estavam confeccionados a PCI e outros módulos montados em Protoboard. Após a boa execução dos testes foi confeccionado a PCI dos módulos restantes, quando foi realizado o teste destas placas foi identificado problemas no funcionamento destas PCI, o mesmo circuito foi mais uma vez montado em Protoboard e testado não apresentando falhas, desta forma concluindo que o problema esta na confecção das PCI finais. Novas placas de circuito impresso não foram confeccionadas, pois o período da pesquisa já havia encerrado porem o bolsista e o orientador se mantem empenhados em construir estas placas, por ter reconhecimento do beneficio que este projeto traz para a comunidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma bancada didática com acessibilidade aos alunos com deficiência visual foi projetada e implementada para ensino das chaves de partida direta e direta com reversão de rotação do MIT. O projeto buscou minimizar os custos utilizando dispositivos eletrônicos de fácil aquisição e preço baixo. O projeto foi concebido visando construir uma bancada com mesmas características das bancadas existentes em laboratório de maquinas elétricas o IFCE, e que permitisse que o aluno ao realizar a pratica com total segurança contra choques

elétricos. Os testes da bancada foram realizados com um aluno egresso do curso técnico em eletrotécnica com deficiência visual.

Por fim, a construção a bancada didática e as futuras expansões com novos módulos para montagem de outras chaves de partidas de motores proporcionam ao aluno deficiente visual condições adequadas para o desenvolvimento intelectual e a sua inserção social no ambiente escolar.

5. REFERÊNCIAS

BELZ, C. D. **O Estudo de Ângulos por Cegos**. 2002. Monografia (Especialização Educação Matemática) – Setor Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Programa TECNEP** - Educação, Tecnologia e Profissionalização para Pessoas com Necessidades Educativas Especiais. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Censinho TECNEP**. Brasília, 2008.

CARVALHO, Rosita Edler. **A nova LDB e a educação especial**. Porto Alegre: Mediação, 1999.

DINIZ, A.M.F; FIGUEIREDO, L.O; LUCENA, A.L; SANTOS, G.M. D**iagrama circular de Heyland em 3d para motor de indução adaptado para pessoas com deficiência visual.** Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, CONBEGE, Juiz de fora, 2014.

FILHO, G.E.F; ALVES, R. **Comandos elétricos** - componentes discretos, elementos de manobra e aplicações. São Paulo: Érica, 2014.

GONZÁLEZ, J. A. T. **Educação e diversidade**: bases didáticas e organizativas. Porto Alegre: Artmed, 2002.

KOSOW, I.T. **Máquinas elétricas e transformadores**. 9.ed.Porto Alegre: Globo, 1993.

MITTLER, P. **Educação inclusiva**: contextos sociais. Porto Alegre, Artmed, 2003.

NASCIMENTO, G. **Comandos elétricos** - Teoria e atividades. São Paulo: Érica. 2011.

NETO, J.A.A. **Comandos elétricos**. São Paulo: Eltec, 2002.

PAPENKORT, F. **Esquemas elétricos de comando e proteção**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

RODRIGUES, K. G.; BARNI, E. M. **A utilização de recursos tecnológicos com alunos deficientes visuais no curso superior a distância de uma instituição de ensino de Curitiba-PR**. IV Congresso Nacional de Educação – Educere. PUCPR, 2009.

SOUZA, G.T. **Máquinas e comandos elétricos**. Apostila: Curso técnico em mecatrônica. Escola Técnica Estadual Pedro Ferreira Alves. Mogi-mirim-Sp. 2004.

STAINBACK, Susan; STAINBACK, Willian. **Inclusão**: um guia para educadores. Porto Alegre: Artmed, 1996.