



APRENDIZADO BASEADO EM PROJETO DE PESQUISA – UMA CONTRIBUIÇÃO SOBRE NOVAS METODOLOGIAS DE ENSINO

José E. L. Almeida – j.eugenio@unifei.edu.br
Jefferson M. Amâncio – jfrsonjefferson@hotmail.com
Bruno G. Pádua – bhpadua@hotmail.com
Felipe S. Silva – felipesousa15@yahoo.com.br
Luciano S. Madeira – luciano_fisica@yahoo.com.br
Amauri C. C. Júnior – junior_cristofano@hotmail.com
Universidade Federal de Itajubá
R. Irmã Ivone Drumond, 200 – Distrito Industrial II
35903-087 – Itabira – Minas Gerais

Resumo: *Esse artigo tem como objetivo alimentar a discussão sobre as novas metodologias de ensino tão propagadas e valorizadas nos dias de hoje, apresentando um processo que deu certo e que não implica em importar modelos de outros países. Através de uma experiência de sucesso, os autores mostram que o simples e objetivo é bastante eficaz e se pode conseguir resultados expressivos bastando ter-se empenho e boa vontade. Se houver ainda apoio institucional e incentivo do governo e de órgãos de fomento, o sucesso será mais expressivo. Assim, nesse artigo serão apresentadas a metodologia utilizada, o desenvolvimento técnico, os resultados obtidos, e as conclusões tanto técnicas como relativas à metodologia de ensino adotada. No curso de Engenharia Elétrica da UNIFEI, Campus Itabira, essa experiência levou a criação de uma disciplina denominada (CTE) Iniciação científica, tecnológica e empreendedora, ministrada em três períodos subsequentes, que vem apresentando bons resultados.*

Palavras-chave: *Metodologia de ensino, Ensino de Engenharia, Laboratórios remotos, Automação, Aquisição de dados.*

1. INTRODUÇÃO

O trabalho que será apresentado nesse artigo teve início devido a motivações diversas, a saber: (i) Desenvolver projeto de pesquisa que envolvesse alunos e professores buscando despertar o espírito de empreendedorismo, de trabalho em grupo, de curiosidade, de aprendizado prático, de busca do novo, do diferente. (ii) Buscar alternativas de ensino, diferentes do ensino tradicional, porém utilizando os recursos disponíveis tanto de mão de obra como de materiais. Não se pensou em prédios modernos, áreas futurísticas, investimentos astronômicos, importação de tecnologias, de metodologias ou de cabeças. Pensou-se simples: fazer um trabalho onde haja interação entre alunos e professores, onde os

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



alunos tenham condições de desenvolver um projeto de pesquisa, de aprendizado, utilizando os laboratórios disponíveis, os equipamentos e materiais de consumo já existentes. Os alunos são incentivados a aprender sobre uma série de assuntos, relativos à engenharia ou não. Eles têm que encontrar as próprias soluções, com apoio dos professores. Há necessidade de pesquisa, de se aprender sobre disciplinas que serão ministradas em períodos posteriores e também pesquisar sobre assuntos que não fazem parte da grade do curso de engenharia elétrica.

Assim, nesse exemplo, o desafio apresentado aos alunos foi a automação de ensaios que devem ser realizados nos laboratórios didáticos instalados e a serem instalados no campus de Itabira. Seguindo uma tendência mundial ([SEIXAS & MAIDANTCHIK, 1998], [THOMAS *et al.*, 1985], [ABUR & MLADEN, 1999], [SOUZA *et al.*, 2009], [DOMIJAN & SANTANDER, 1992]) busca-se desenvolver sistemas que possam permitir ensaios de forma remota e desenvolver o convívio com sistemas inteligentes. O primeiro ensaio escolhido como foco do trabalho foi o ensaio em motor de indução trifásico (MIT) englobando a partida e a parada remotas do motor, a frenagem, a inversão do sentido da rotação e medições de correntes e de tensões a qualquer momento.

Uma equipe de cinco alunos, com o apoio de vários professores, iniciou o trabalho em Outubro de 2009, quando estavam cursando o terceiro semestre do curso de engenharia elétrica. Esse fato é importante pois, nessa condição, os alunos tinham ainda muito pouco conhecimento técnico. O estudo teve início com um estudo bibliográfico e com o estudo do Software LabView® [National, 1998] e com o aprendizado do funcionamento de uma placa de aquisição da Empresa National Instruments [National, 1998]. Foi ministrado por um professor do curso de Engenharia Elétrica, um treinamento inicial sobre o LabView®, uma vez que os alunos não tinham ainda tomado contato com o mesmo. Após esses estudos partiu-se para o experimento a ser desenvolvido, isto é, a automação para testes em motor de indução trifásico.

No decorrer do período desse trabalho, que durou pouco mais de 1 (hum) ano, foram realizadas várias reuniões entre o coordenador, alunos e professores convidados, de modo a acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos, discutir sobre as dúvidas e problemas encontrados, estabelecer os próximos passos. Esbarrou-se em várias dificuldades, tanto de tempo dos alunos, pois o curso estava em andamento, como da falta de alguns materiais e componentes, além dos problemas técnicos como interferência eletromagnética e outros. Por diversas vezes, ocorreram reuniões no próprio laboratório para analisar problemas e dificuldades encontradas além de consultas a professores de outros cursos como Controle e Automação e Computação.

A disciplina criada chamada Iniciação científica, tecnológica e empreendedora ocorre nos sexto, sétimo e oitavo períodos do curso tem as siglas CTE001, CTE002 e CTE003. Na CTE001, são ministradas aulas teóricas sobre empreendedorismo e negócios além de já se desenvolver o plano de trabalho do projeto a ser desenvolvido pela equipe de alunos. Nos CTEs seguintes são efetivamente desenvolvidos os trabalhos de pesquisa prática e ao final de cada semestre os alunos são avaliados por banca de professores, que inclui o professor orientador de cada equipe, quando fazem em sala de aula, uma apresentação do trabalho. Essa forma de avaliação também é parte do processo, pois incentiva os alunos a falarem em público, a aprenderem a preparar uma apresentação e a venderem seus produtos.

Nos próximos tópicos, esse artigo descreve cada etapa do trabalho mostrando o desenvolvimento e o aprendizado de várias técnicas relativas à engenharia elétrica. Apesar dos excelentes resultados técnicos obtidos, o mais importante foi o desenvolvimento do



espírito de pesquisa nos alunos, o aprendizado de novas tecnologias e o despertar nos alunos o conhecimento de que são capazes de desenvolver trabalhos com ótimos resultados.

2. AUTOMAÇÃO PARA TESTES EM MOTOR DE INDUÇÃO

O objetivo a se alcançar de forma geral foi tornar possível o comando e controle de um experimento didático via computador, isto é, deseja-se realizar o acionamento de um motor de indução trifásico (MIT), a frenagem do mesmo, as medições de várias grandezas, tudo de forma remota.

Para isto, o conjunto utilizado foi composto de um motor de indução fabricado pela WEG com duas bobinas acopladas, montadas em suporte metálico. A finalidade das bobinas é produzir um campo magnético tal que induza correntes parasitas (efeito Foucault) no disco de alumínio, acoplado ao eixo do motor. Essas correntes parasitas induzidas geram uma força contrária ao movimento do disco e consequentemente tendendo a frear o motor.

Vale ressaltar que neste trabalho pretende-se também implementar um método para controlar a frenagem do motor, ou seja, deseja-se simular uma carga no eixo do motor através da frenagem. A Figura 1 apresenta o conjunto motor-freio utilizado.

As características técnicas mais relevantes do motor são:

- Potência Nominal ou Potência Mecânica: 0,5 [CV];
- Tensão Nominal: 220 [V];
- Corrente Nominal: 2,04 [A];
- 2 pares de pólos;
- Velocidade Síncrona: 1800 [rpm];
- Rotor tipo Gaiola de Esquilo.

Sendo assim, para o cumprimento de todos os objetivos desse trabalho, o projeto foi subdividido em etapas que serão descritas na sequência.

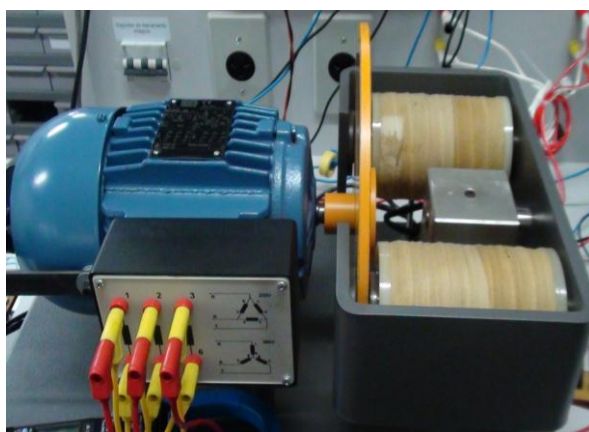


Figura 1 – MIT e bobinas do freio por indução

2.1. Acionamento do motor de indução trifásico (MIT)

Uma das primeiras prioridades de uma prática com motores é obviamente realizar a partida do mesmo, ou seja, ligar o motor. Na prática, dar partida em um motor consiste simplesmente em fechar o motor em delta, por exemplo, e aplicar a tensão nominal em seus terminais que ele partirá. Porém, como o intuito do trabalho é realizar tudo remotamente, foi



desenvolvido um sistema que, ao receber apenas a informação para ligar o motor, atuará para a partida do MIT [Fitzgerald, 2006]. Esse sistema inclui a programação via Software LabView® para enviar a informação de liga e desliga, a medida que o usuário desejar.

Em uma visão geral do acionamento projetado, tem-se que um sinal de 5 [V] é liberado pelo computador quando aciona-se o motor pelo software LabView®. Esse sinal é disponibilizado na placa de aquisição e é trabalhado de tal forma que, indiretamente, aciona o contator trifásico que liga o motor.

Contudo, a placa de aquisição da National Instruments não possui tensão e nem corrente suficientes para “atracar” um contator trifásico. Por isto, recorreu-se a um circuito eletrônico tal que esse circuito chaveie um relé normalmente aberto (NA) e esse relé acione o contator trifásico. A Figura 2 mostra os referidos componentes.

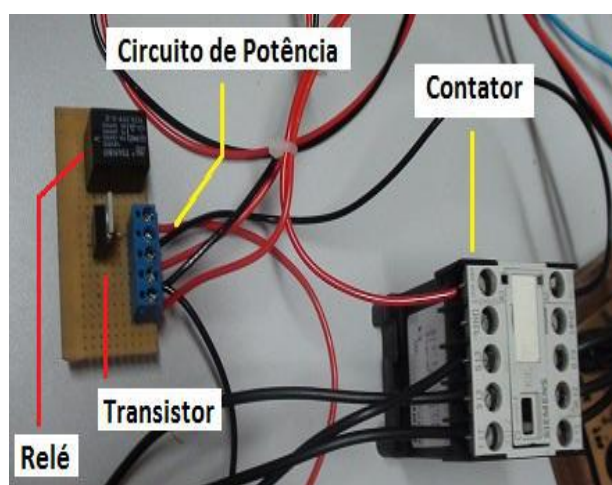


Figura 2 – Componentes do acionamento do MIT

O “atracamento” do relé se dá de forma que os 5 [V], liberados da placa de aquisição, provoquem a saturação de um transistor e conseqüentemente levam a um ganho na baixa corrente que a placa de aquisição fornece para o futuro atracamento do relé. Após a saturação do transistor, o componente chaveia uma fonte e assim aplica 12 [V] na bobina do relé. Uma vez alimentado, o relé “atraca” e dispara a alimentação de 127 [Vrms] para o contator trifásico que “atraca” e efetua a partida do motor.

O processo para desligar o MIT se dá apenas interrompendo o sinal liberado de 5 [V], através do comando na interface do LabView® e todo o processo é desligado.

Esse processo desenvolvido foi muito satisfatório visto que envolve componentes com longa vida útil, perdas reduzidas e apresenta boa velocidade de atuação. Conseguiu-se assim um ótimo resultado para o acionamento do motor de indução oriundo de um comando do usuário, via computador.

2.2. Aquisição de dados de correntes e tensões de linha

Uma vez o sistema operando, ou seja, depois de realizada a partida do motor e mantendo-o funcionando, se faz necessária a criação de um Software supervisor que possibilite comandar o motor alterando-se as condições de funcionamento do motor. Essa etapa consiste então em “aquisitar” os principais parâmetros, tais como tensões e correntes de linha do motor.



O motor teve seus enrolamentos fechados em conexão delta para o acionamento, e conforme as características técnicas, a alimentação nominal para tensão de linha é de 220 [Vrms] e a corrente nominal de linha desse motor é de 2,04 [A]. A placa de aquisição NI USB – 6210 [National, 1998] (Figura 3) não “suporta” tais valores de tensão e de corrente.



Figura 3 – Placa de aquisição de dados NI USB 6210

Para contornar esse fato, utilizou-se 3 (três) sensores Hall de tensão, um para cada tensão de linha, e também utilizou-se 3 (três) sensores Hall de corrente, um para cada corrente de linha. Vale ressaltar que a relação do sensor Hall de tensão utilizado é de 2,7 [Vrms] para cada 100 [Vrms], e a relação do sensor Hall de corrente utilizado é de 500 [mV] para cada 1 [A].

O efeito Hall [Boylestad, 2004] foi descoberto em 1879 por Edwin Hall, que submeteu um condutor elétrico a um campo magnético perpendicular a direção da corrente elétrica. Com esta experiência, Hall notou que uma diferença de potencial elétrico aparecia nas laterais deste condutor na presença do campo magnético. Este efeito se dá devido às cargas elétricas tenderem a desviar-se de sua trajetória por causa da força de Lorentz. Desta forma, cria-se um acúmulo de cargas nas superfícies laterais do condutor e conseqüentemente produz-se uma diferença de potencial.

A grande vantagem do sensor Hall como elemento de medida do campo magnético é a capacidade de medir tanto campos contínuos (DC) como alternados (AC) em um único instrumento. Na Figura 4 é possível notar que existem 7 (sete) sensores Hall, sendo os 3 (três) da direita para a esquerda os sensores Hall de tensão, logo em seguida da direita para esquerda tem-se mais 3 (três) sensores Hall de corrente. O último sensor Hall da esquerda se trata de um sensor Hall de tensão o qual é responsável pela adequação da tensão gerada no tacogerador para a placa de aquisição. O objetivo da aquisição de dados de um tacogerador é efetuar leituras da rotação do eixo do motor.

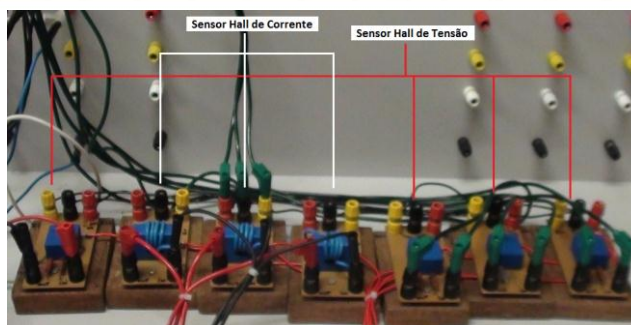


Figura 4 – Transdutores de tensão e de corrente utilizados

Em suma, a parte de aquisição de dados baseou-se principalmente na correta ligação dos sensores de efeito Hall e principalmente na programação do LabView® para que se efetuasse a aquisição dos dados e obtendo-se a leitura dos parâmetros do motor na forma de gráficos na interface com o usuário. Com isto, o usuário, após dar partida no motor pelo computador, tem disponível todas as formas de ondas das tensões e das correntes do MIT.

2.3. Aquisição de dados – rotação do MIT

O transdutor utilizado para realizar a medição da velocidade angular do eixo do motor foi o tacogerador. O tacogerador basicamente é um gerador DC (corrente contínua) de ímã permanente que, uma vez acoplado mecanicamente ao eixo de uma máquina, gera uma tensão contínua nos terminais elétricos do estator [Fitzgerald, 2006]. Para a conexão do transdutor de velocidade ao eixo do motor, de modo a não danificar o motor, fez-se uso de algumas adaptações. A ideia principal foi efetuar o acoplamento mecânico do eixo do tacogerador com a ponta do eixo do motor, logo depois da ventoinha.

Primeiramente, efetuou-se, com o auxílio de uma mini-lixadeira, uma abertura de 50 [mm] de diâmetro na parte da frente da proteção da ventoinha do MIT. Em seguida, surgiu a dificuldade do acoplamento dos eixos do tacogerador e do motor, uma vez que eles possuem diâmetros diferentes. Tal problema foi contornado com a confecção de uma bucha de alumínio confeccionada em um torno mecânico, conforme Figura 5.

Após a etapa de acoplamento do transdutor ao motor, foi necessário estabelecer uma proporcionalidade entre velocidade angular e a tensão gerada. O tacogerador empregado gera em seus terminais uma tensão contínua que varia de 0 a 65 [Volts]. Para se obter uma escala proporcional, levantou-se, experimentalmente, várias tensões de saída do tacogerador para várias rotações diferentes no motor. Com os dados de tensão, plotou-se um gráfico e efetuou-se a regressão linear, com isto comprovou-se que os valores de saída de tensão do tacogerador são proporcionais em relação à rotação do mesmo. Assim, precisou-se apenas implementar uma escala diretamente proporcional no LabView® para se obter a rotação instantânea do motor. Essa proporção foi de forma que 0 [V] correspondeu a 0 [rpm] e 65 [V] correspondeu a 1800 [rpm].

O resultado foi um monitoramento gráfico da rotação do eixo do motor onde se conseguiu efetuar uma boa leitura das condições de giro do motor a vazio e principalmente observar a queda de velocidade angular quando se aplica a frenagem ou simulação de carga no eixo.

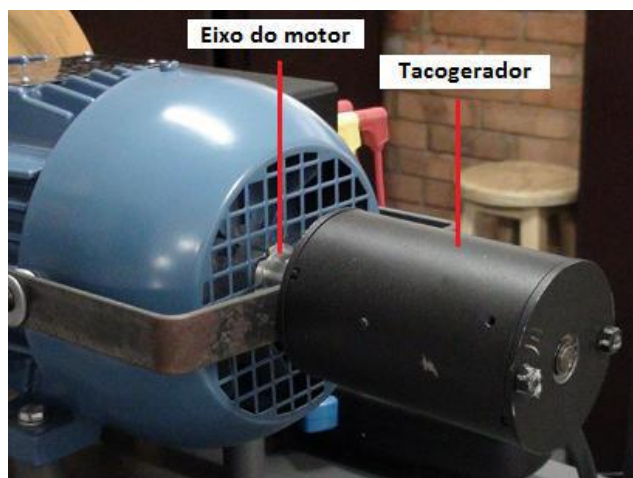


Figura 5 – Tacogerador e acoplamento mecânico

2.4. Frenagem por indução

A realização da frenagem do motor foi indubitavelmente a parte mais trabalhosa, uma vez que surgiram vários problemas e obstáculos que precisaram ser contornados para o cumprimento dessa etapa. Um dos maiores problemas que se encontrou, foi a interferência eletromagnética no circuito eletrônico do microcontrolador. Essa interferência fazia com que o microcontrolador travasse, e com isto se perdia toda a comunicação com a bancada.

Houve vários estudos sobre problemas de interferência eletromagnética e foram realizadas tentativas de solução para o problema em questão. Efetuou-se a troca de cabos de comunicação, entre computador e microcontrolador, por cabos blindados e aterrados. Também inseriu-se núcleos de ferrite nos cabos de alimentação elétrica de todos os equipamentos utilizados. Percebeu-se assim, que houve uma sensível redução das interferências eletromagnéticas e o circuito funcionou dentro do esperado.

Contudo, para a frenagem do motor, necessitava-se de um controle preciso de quanto seria aplicado de força para realizar a frenagem. Essa necessidade se dá pelo fato de se querer simular uma vasta faixa de cargas possíveis para o motor.

A universidade possui um torquímetro que, a primeira vista, seria o equipamento a ser utilizado para alimentar as bobinas do freio por indução. Automatizar a frenagem seria apenas utilizar um motor de passo acoplado ao controlador de força do torquímetro e estaria solucionado. Porém, o torquímetro não possui o controle desejado da frenagem, isto é, não havia uma boa precisão para um controle da frenagem.

Buscou-se um controle preciso tal que se pudesse alterar de forma bem eficiente o valor da tensão média que seria aplicada na bobina de indução. Foi utilizado um sistema eletrônico para realizar tal objetivo. Esse sistema de frenagem possui basicamente um microcontrolador PIC16F88 [MICROCHIP, 2010] (responsável pelo sinal PWM (Conversor com modulação por largura de pulso) e um circuito Chopper (eletrônica de potência responsável pela tensão aplicada nas bobinas do freio) [RASHID, 1999]. Uma explanação mais detalhada de cada parte desse sistema será apresentada nas subseções seguintes.



LabView®

Com o auxílio do LabView®, pôde-se realizar toda a parte de controle para o sistema físico montado na bancada. Nesse software foram implementadas todas as rotinas de comando para as diversas partes desse projeto, desde o comando para a partida do motor até o comando para a comunicação com o microcontrolador.

O LabView® possui 2 (dois) ambientes para programação que são: O diagrama de blocos (*Block Diagram*) e o painel frontal (*Front Panel*). No diagrama de blocos, desenvolveu-se uma programação em que se converte um número decimal, ou seja, um vetor de bits em uma string, de acordo com a tabela ASC II. Essa conversão existe porque implementou-se um botão de controle, que varia de 0 (zero) a 100 % da carga que será entregue para as bobinas. Essa variação de 0 a 100 é entendida pelo software como um vetor de bits e logo precisa ser convertido em uma string. Essa conversão se faz necessária uma vez que a string é o elemento que é processado pelo programa e não o vetor de bits. Ao final, o programa entende o valor ajustado pelo botão e libera seu respectivo sinal de tensão na saída serial do computador.

A interface serial ou porta serial é também conhecida pela sigla RS-232. Esse meio de comunicação se dá pela transferência de bits em fila, isto é, os bits de dados são transferidos um de cada vez [ROGER, 2010]. A saída serial do computador disponibiliza tensões da ordem de ± 15 [V], e estes são valores não aceitáveis para o microcontrolador, uma vez que o PIC 16F88 trabalha com níveis TTL (transistor transistor logic) [ROBERT & JOHN, 1978], isto é, o microcontrolador entende como nível lógico alto e baixo como 5 [V] e 0 [V] respectivamente.

Microcontrolador PIC16F88

O PIC é um circuito integrado produzido pela Microchip Technology Inc., que pertence à categoria dos microcontroladores, ou seja, um componente integrado que em um único dispositivo contém todos os circuitos necessários para realizar um completo sistema digital programável [MICROCHIP, 2010].

Utilizou-se o PIC16F88 para realizar a variação da tensão média do sinal de PWM. Para tal, fez-se necessário a programação do componente utilizando o software MikroC PRO for PIC [IBRAHIM, 2008]. Nesse software configurou-se o PIC16F88 e ele foi programado de forma que recebesse a informação da porta serial. Foi determinado também um tempo de 1[ms] para atualização de nova leitura recebida pelo computador. Após a gravação do microcontrolador, construiu-se uma placa eletrônica com todos os componentes necessários para realizar a comunicação entre a porta serial e o PIC16F88.

Circuito chopper

Esse circuito é largamente utilizado em aplicações industriais quando se necessita converter uma fonte de tensão CC não controlada em fonte CC controlada. O circuito Chopper seria o equivalente CC de um transformador CA. Suas principais aplicações se dão no controle de tração de motores em automóveis elétricos, guindastes marinhos, empilhadeiras de almoxarifados e transporte em minas [RASHID, 1999].

Para a aplicação desse projeto, o circuito chopper consiste da utilização de um transistor de potência, conhecido como IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) [AHMED, 2000] e de um circuito Driver [RASHID, 1999], responsável pelo ajuste de tensão para a saturação do IGBT.



O IGBT é chaveado por uma tensão de 15 [V] e -8 [V], ou seja, ele funciona como uma chave fechada quando se aplica uma tensão de 15 [V] e como uma chave aberta quando aplicado uma tensão de -8 [V]. Contudo, o sinal que faria o controle do tempo de chave fechada e tempo de chave aberta, seria o sinal de PWM (modulação por largura de pulso), porém, o sinal PWM proveniente do PIC 16F88 se trata de um sinal digital com níveis de tensão de 0 [V] e 5 [V] [POMILIO, 2005].

Um circuito Driver se faz necessário uma vez que os níveis de tensão oriundos do microcontrolador não são suficientes para o corte e saturação do IGBT. Esse circuito Driver consiste basicamente em um circuito que disponibiliza os sinais analógicos necessários para chavear o IGBT, que são -8 [V] e 15 [V], a partir do sinal digital do PWM [RASHID, 1999], que são 0 [V] e 5 [V].

O valor da tensão que será entregue à carga depende da relação de tempo que a chave permanece no estado fechado e do tempo que está aberta. Essa relação é controlada pela largura do pulso do PWM. Contudo, para a frenagem por indução utilizando o circuito chopper, necessitou-se retificar a tensão da rede (127 [Vrms]) e em conjunto com o sinal PWM, aplicar ao circuito de potência. Vale ressaltar que a frequência de chaveamento do IGBT foi de 5 [kHz].

Por fim, todas as partes foram agrupadas em uma só programação e criou-se então uma interface de comando do experimento. Essa interface permite a visualização de todos os gráficos das tensões de linha e correntes de linha assim como os valores eficazes. Há também uma escala de monitoramento da rotação instantânea no motor de indução. Para o controle da intensidade da frenagem, foi criado um botão que fornece a possibilidade do usuário regular a porcentagem de carga que desejar aplicar ao motor. O controle do acionamento da máquina é feito através de uma chave virtual liga-desliga e que possui um *led* indicador do estado atual, o que pode ser visto na figura 6.

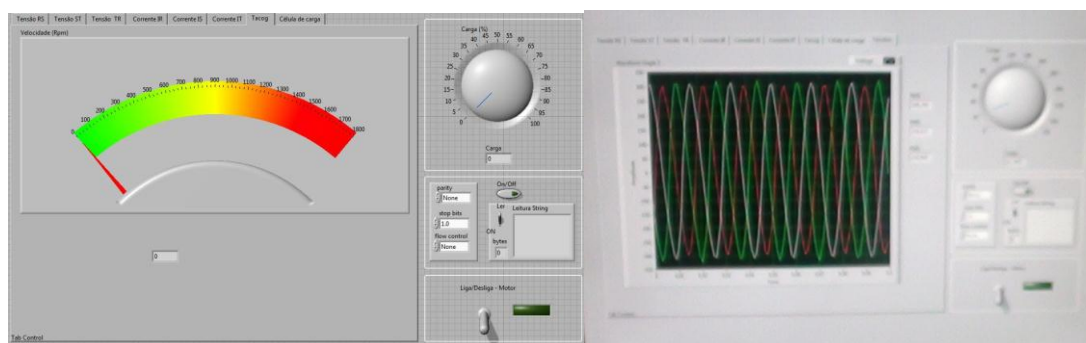


Figura 6 – Painel de controle virtual do experimento e formas de ondas

2.5. Resultados obtidos e análise dos mesmos

Os resultados obtidos foram satisfatórios uma vez que se conseguiu realizar o controle do motor de indução trifásico (MIT) e monitorar várias variáveis do motor tais como as tensões e as correntes elétricas assim como a rotação.

As tecnologias estudadas foram bem absorvidas pelos alunos, possibilitando o futuro desenvolvimento de trabalhos técnicos de maior vulto.

No decorrer dos trabalhos, deparou-se com várias dificuldades tais como: interferência eletromagnética, falta de componentes específicos, necessidades de acionar dispositivo de



comando com sinal de baixa potência. Essas dificuldades foram importantes para o crescimento dos alunos e para o aprendizado de novas técnicas que nem estavam previstas no início do projeto.

A Figura 7 mostra o conjunto final do ensaio.

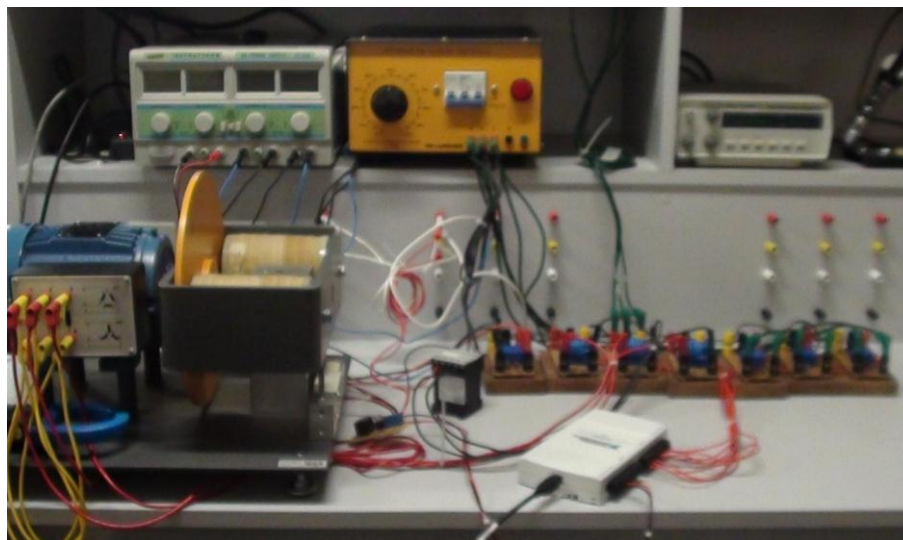


Figura 7 – Conjunto final

2.6. Continuidade

Com o progresso e bom resultado obtido nesse trabalho, visível pelo crescimento dos alunos em conhecimento e interesse, surgiu a ideia de se criar uma disciplina que incentivasse a pesquisa, o aprendizado autônomo, a busca pelo saber, pelo gosto de aprender. Assim, criou-se no curso de Engenharia Elétrica da UNIFEI no Campus Avançado de Itabira a disciplina CTE, Iniciação Científica, Tecnológica e Empreendedora. Essa disciplina é ministrada em três períodos seguidos, de modo a se poder constatar o progresso dos trabalhos. São escolhidos assuntos entre alunos e professores orientadores, por sugestão tanto de uns como de outros. Os alunos são apoiados, acompanhados e orientados pelos professores. Outros professores, sejam do curso em questão ou não, podem ser consultados para ajudar em algum tema. Fabricantes são contatados e os assuntos vão avançando. Os alunos percebem o progresso e se animam. No final de cada período, é feita uma avaliação de cada grupo, através da apresentação de um relatório final e de uma apresentação dos resultados para os professores e alunos. Cada equipe recebe notas do orientador e dos professores convidados para a banca de avaliação. Treinam assim a falar em público, a se comunicar, a “vender seus produtos”.

O progresso de um período para outro é sensível o que incentiva a continuidade do trabalho com essa nova modalidade de disciplina.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto foi de grande importância para o desenvolvimento e amadurecimento técnico-científico de todos os alunos integrantes do grupo de pesquisa. Foi também



importante para o coordenador do projeto que, engenheiro com 20 (vinte) anos de trabalho em várias empresas, com ABB, Hidroservice, EPC, Soluções Engenharia e Grupo Rede Energia, vê-se agora com o desafio do Engenheiro Professor, isto é, educar nossos alunos, tecnicamente e no sentido mais amplo.

Assim, o projeto proporcionou, entre outras coisas, o contato com temas que atualmente estão em foco tais como aquisição de dados, automação, instrumentação virtual e acesso remoto.

Talvez um dos maiores ganhos para os alunos, foi o aprendizado, que se deu através da prática, de que seja qual for o projeto desenvolvido, esse sempre estará suscetível a apresentar problemas de execução e imprevistos, cabendo à equipe de trabalho ter muita dedicação e persistência para buscar as soluções de tais problemas.

Dentre as várias dificuldades, destacou-se a necessidade de conseguir vencer fatores primordiais tais como tempo, dificuldades técnicas e escassez de recursos. Dentre elas pode-se destacar a falta de espaço físico, a falta de componentes específicos para desenvolver os trabalhos, a interferência eletromagnética, porém, de uma forma geral, o cômputo final foi positivo, pois o aprendizado de várias tecnologias e software compensou tais fatos.

Outro ponto a ser destacado é que por ser uma pesquisa, não se sabe previamente o resultado que será alcançado, pois muitos fatores são imprevisíveis, e pode-se com empenho, chegar-se a desenvolver produtos e processos que poderão ser úteis para a sociedade como um todo.

Aprendemos que devemos e podemos sonhar, porém, não há necessidade de prédios modernos e caros e tecnologias de ensino importadas. Não há nada contra novas metodologias, novos equipamentos, melhores instalações. O que se destaca é que não se deve inverter os valores. Nada funciona a contento sem dedicação, interesse, comprometimento e empenho, tanto dos alunos, como dos professores e da alta administração.

Agradecimentos

A equipe desse projeto agradece aos professores da UNIFEI Itabira, Ivan Lucas, Ebenzer, Clodualdo, Marcel, Mara, Dair, Dênis e Roger e aos técnicos Geovane e Maxwell pelo apoio durante a execução do mesmo.

Agradecemos também à Fapemig pelo apoio quanto à participação no congresso.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUR A.; MLADEN K. A simulation and Testing Laboratory for Addressing Power Quality Issues in Power Systems. **IEEE Transaction on Power Systems**. v. 14, n° 1, February, 1999.

AHMED, A.. Eletrônica de Potência. 1ª Edição. Editora Prentice Hall, 2000.

BOYLESTAD, R. L.. Introdução à Análise de Circuitos. 10ª Edição. Editora Prentice-Hall, 2004.

DOMIJAN A. J.; SANTANDER E. A novel electric power laboratory for power quality and energy studies: training aspects. **IEEE Transaction on Power Delivery**. v. 7, n°. 4, Nov. 1992.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C. Máquinas Elétricas. 6ª Edição. 2006.

IBRAHIM D.. Advanced PIC Microcontroller Projects in C: from USB to RTOS with the PIC18F Series. London: Elsevier, 2008, Cap 3 e 4, C programming Language, Functions and Libraries in MikroC, pp 119-218.

MICROCHIP. **Datasheet do PIC16F88**. Disponível em:

<<http://www.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30487c.pdf>>. Acesso em 19 de Abril de 2010.



- NATIONAL Instruments. LabView® **User Manual, 1998**; <<http://www.digital.ni.com>> . Acesso em 22 de Outubro de 2009.
- POMILIO, José A. Fontes Chaveadas. FEEC, 2005.
- RASHID, M. H.. Power Electronics, and Applications. 2ª Edição. Prentice-Hall, 1999, Cap. 8 e 9, pp 321-430.
- ROBERT L. M. e JOHN R. M.. Projetos com Circuitos Integrados TTL. Editora Guanabara, 1978.
- ROGER. **Porta serial**. Disponível em:
<<http://www.rogercom.com/PortaSerial/PortaSerial.htm>> Acesso em 18 de Março de 2010.
- SEIXAS, J. M.; MAIDANTCHIK C. Teia de interconexão de laboratórios virtuais segundo uma concepção multidisciplinar e colaborativa. **COPPE/EE** - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SOUZA, N; GERICOTA, M. G.; ALVES, G. R. Um Laboratório Remoto, Múltiplas Potencialidades. **II Jornada Luso-brasileira de Ensino e Tecnologia em Engenharia**. JLBE, 2009.
- THOMAS, R. J. *et al*. The Cornell University Kettering Energy Systems Laboratory. **IEEE PES Winter Meeting**, paper n° C85-187-0, 1985.

LEARNING BASED ON RESEARCH PROJECT - A CONTRIBUTION ABOUT NEW METHODOLOGIES OF TEACHING

***Summary:** This article is intended to discuss the new teaching methodologies propagated on these days, showing a process that went well and it doesn't import other countries models. Through an experience of success, the authors show that the simple and straightforward process is quite effective. It is possible to get expressive results by simply having commitment and goodwill. If there is still institutional support and encouragement of the Government, the success will be more expressive. So, in this article, it is going to be presented the methodology used, the technical development, the gotten results, and technical and methodological conclusions. In electrical engineering course of UNIFEI, Campus Itabira, this experience led us to create the discipline called scientific initiation, technological and enterprising, taught in three subsequent periods, which has been showing good results.*

***Keywords:** Teaching methodology, Engineering teaching, Remote Laboratories, Automation, Data acquisition.*