

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

TRABALHO DE ESTÁGIO

Montagem de Bancada de Desenvolvimento

Edgard Luiz Lopes Fabricio

Orientador: Cursino Brandão Jacobina
fevereiro de 2010

Sumário

1	Introdução	4
2	Bancada de Desenvolvimento	4
2.1	Especificação do Projeto	4
2.2	Alimentação	5
2.3	Conversores	7
2.4	Desenvolvimento e confecção das placas	8
2.4.1	Sensores	9
2.4.2	Placa DSP	9
2.4.3	Placa DSP-Fibra	9
2.4.4	Placa Fibra-Driver	10
2.4.5	Ferramenta de Desenvolvimento	10
3	Testes	11
4	Conclusões	11

Lista de Figuras

1	Fotos da Bancada.	4
2	Layout da Bancada.	5
3	Diagrama de comando e de força.	6
4	Botoeiras de Energização.	6
5	Circuito de Proteção.	7
6	Esquema elétrico do conversor.	7
7	Circuito dos conversores após as modificações.	8
8	Bornes de acesso.	8
9	Sensores de Tensão e Corrente.	9
10	Placa DSP-BASE.	9
11	Placa DSP-FIBRA.	10
12	Placa Fibra-Driver.	10
13	Esquema elétrico montado para testes.	11
14	Resultados obtidos dos testes.	12

Agradecimento

Agradeço a Deus que desde o início da minha vida e dos meus estudos tem iluminado meus pensamentos e me conduzindo por bons caminhos. À minha família, me dando orientação, alegria e companherismo. Ao meu professor orientador Cursino Brandão Jacobina. À dedicação e paciência dos meus professores da graduação. Aos colegas do LEIAM e amigos da graduação.

1 Introdução

Neste relatório será apresentado o trabalho desenvolvido como estagiário no Laboratório de Eletrônica Industrial e Acionamento de Máquinas (LEIAM), no período compreendido entre 10 de agosto de 2009 e 5 de fevereiro de 2010.

É descrito o projeto da bancada de desenvolvimento apresentada na Fig.2. Esta bancada possibilitará a implementação de uma grande quantidade de topologias envolvendo inversores de potência. Apliando o número de implementações desenvolvidas neste laboratório.



(a) Foto Frontal da Montagem.



(b) Foto Traseira da Montagem.

Figura 1: Fotos da Bancada.

2 Bancada de Desenvolvimento

2.1 Especificação do Projeto

O projeto da bancada de desenvolvimento ocorreu devido a demanda de novas topologias de conversores de potência envolvendo um número elevado de braços do inversor. A quantidade de braço é a limitação existente nas bancadas existentes no LEIAM, que possuem no máximo seis braços. Esta bancada dará possibilidade do uso de até doze braços com o controle implementado por um processador digital de sinais, DSP.

Apresenta-se na Fig. 2 o layout da bancada de desenvolvimento. Na vista frontal observa-se os quatro conversores da Semikron identificados por (A , B , C , D), bornes de acesso aos terminais destes conversores e de alimentação do conversor e em sua base ficam localizada as indutâncias. Na vista traseira vê-se as fontes de alimentação A e B , as placas que recebem

sinais por meio de fibra óptica, o circuito de proteção e os sensores. E na vista lateral observa-se as botoeiras e os terminais de força.

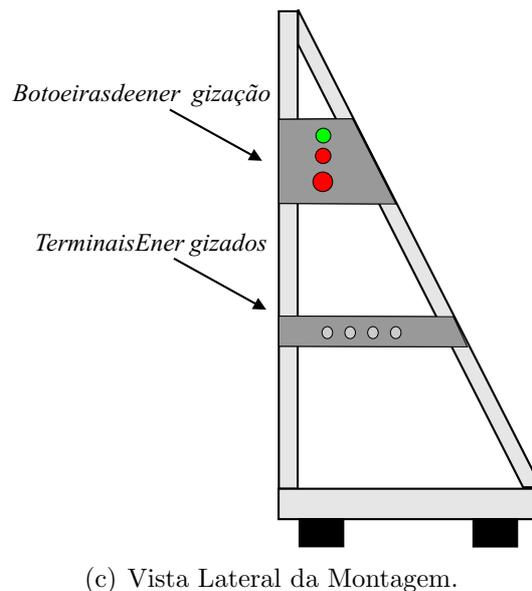
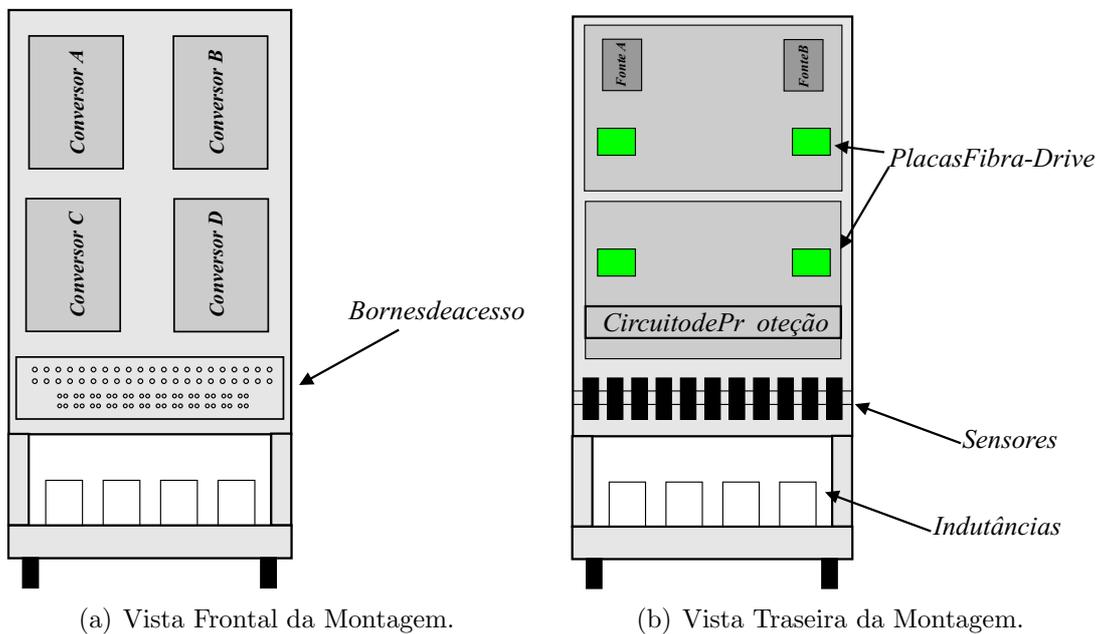


Figura 2: Layout da Bancada.

2.2 Alimentação

A alimentação da bancada é feita por um cabo tetrapolar que ao ser ligado energiza os terminais de força localizados na lateral da montagem, Fig. 2(b). De três fases destes terminais é alimentado o varivolt e de uma das fases e neutro é alimentada as fontes *A* e *B* e o circuito de comando.

Após ligado o cabo pode-se energizar os bornes frontais de acesso R , S e T apertando-se a botoeira correspondente, localizada na lateral da montagem. O diagrama do circuito de comando e de proteção pode ser visto na Fig. 2.

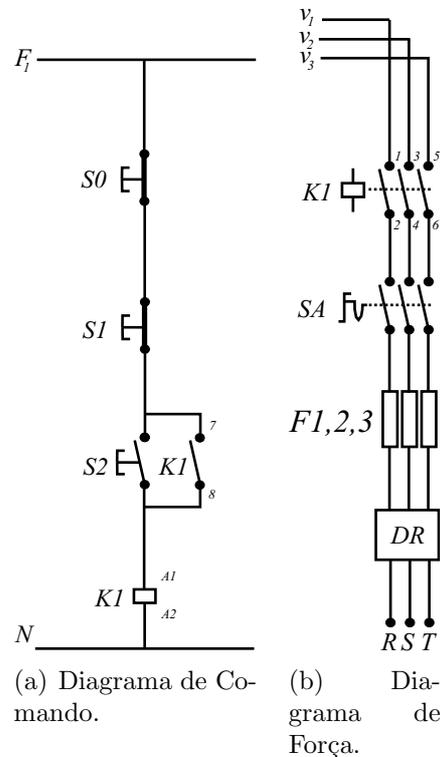


Figura 3: Diagrama de comando e de força.

Na Fig. 4 vê-se as três botoeiras de energização. A chave $S0$ corresponde ao botão de emergência, $S1$ é o botão de desligar, ambos desativam o contactor $K1$. A chave $S2$ energiza R , S e T .

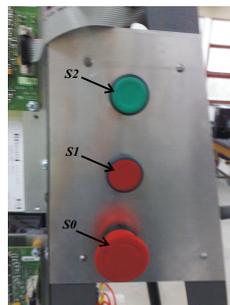


Figura 4: Botoeiras de Energização.

O circuito de proteção está instalado entre o varivolt e os bornes R , S e T , e é formado pelo contactor em série com os fusíveis, o disjuntor diferencial e o disjuntor ... , vistos na Fig.5. Este circuito é projetado para atuar quando submetido a uma corrente de $25A$ por este motivo utiliza-se cabo $2,5mm$ e fusíveis de $25A$.

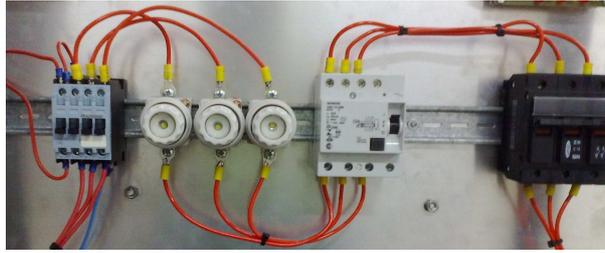


Figura 5: Circuito de Proteção.

As fontes de alimentação *A* e *B* podem fornecer até $50W$ de potência e fornecem tensões de $+15$, -15 e $+5V$. A fonte *A* alimenta a placa base para o DSP, as quatro placas fibra-driver e a fonte *B* alimenta os doze sensores. Havendo assim isolação destes circuitos.

2.3 Conversores

Utilizou-se quatro conversores da SEMIKRON cada um com inversor trifásico de três braços, drivers de acionamento para cada braço do inversor, uma ponte retificadora trifásica e outros itens de proteção e segurança do conversor, como dissipador de calor, sensor de temperatura, e estrutura mecânica para montagem e fixação. Na Fig.6 pode ser visto o circuito elétrico correspondente a este conversor.

Todas as conexões de potência envolvendo os conversores foram projetadas com cabo $4mm^2$, portanto suporta uma corrente máxima de $36A$.

Para que se tenha mobilidade nas conexões entre os inversores foram desfeitas as ligações, na placa do conversor, nos pontos demarcados na Fig. 6 retirando assim as ligações na placa entre o banco de capacitores, os braços do conversor e a ponte retificadora e também foi retirado as ponte retificadora de três destes módulos da SEMIKRON. Ficando disponível quatro pontes trifásicas controladas por IGBT's, quatro barramentos de capacitores, um retificador em ponte trifásica. Todos as identificações para estes terminais são vistos na Fig.7.

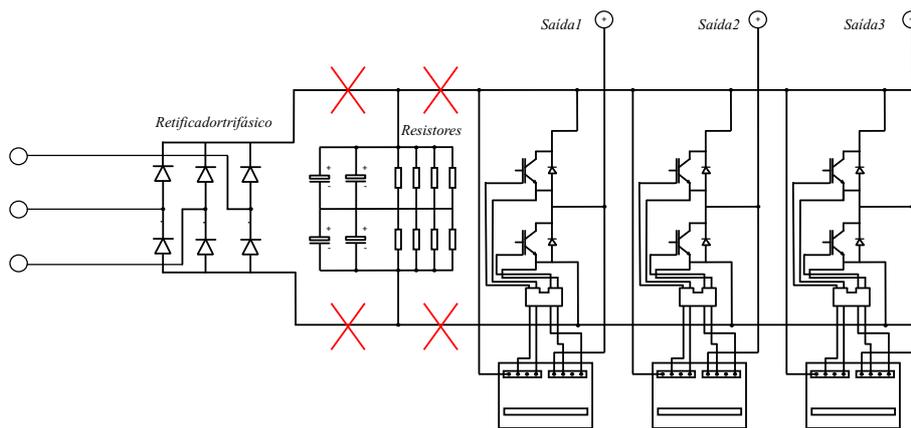


Figura 6: Esquema elétrico do conversor.

Na Fig. 7, tem-se o circuito de potência disposto pelos quatro conversores e o retificador. Em cada ponto de conexão é nomeado de acordo como estão dispostas no quadro de conexões.

2.4.1 Sensores

Confeccionou-se para esta bancada doze sensores de corrente e de tensão. O projeto destes sensores foi realizado por alunos de doutorado. A partir deste projeto foi realizado a montagem e calibração dos sensores.

Os sensores emitem sinais de 0 a 3V para a placa DSP, possuem ajustes de ganho e um pino para que seja colocado um jumper para retirar o offset de corrente.

A alimentação dos sensores é feita com +15V, -15V e 0V fornecidos pela fonte B.



Figura 9: Sensores de Tensão e Corrente.

2.4.2 Placa DSP

Para esta bancada foi confeccionada uma placa de desenvolvimento, esta placa foi desenvolvida também por alunos de mestrado.

A placa de desenvolvimento possui TMS320F28335 operando em 150MHz, 16 memórias SDRAM 34Kbytes, 16 memórias flash de 128Kbytes, 18 saídas de PWM, 6 saídas HRPWM com uma resolução de 150 ps MIPS (mega instruções por segunda) e 16 canais de conversores Analógico Digital. A alimentação desta placa é feita com +15V, -15V e 0V fornecidos pela fonte A.

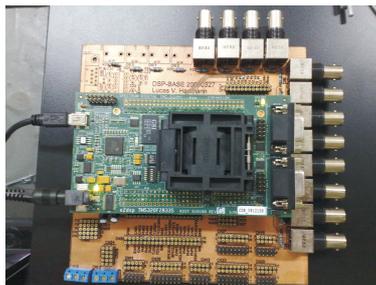


Figura 10: Placa DSP-BASE.

2.4.3 Placa DSP-Fibra

Entre a placa de controle que é composta principalmente pelo DSP TMS320F28335 e o conversor foram utilizadas fibras ópticas para conduzir os sinais *PWM*. Portanto não existe nenhuma conexão elétrica entre a parte de controle e a parte de potência do sistema, protegendo assim a placa de controle dos ruídos e interferências gerados pelo chaveamento do conversor.

A placa DSP-Fibra possui doze saídas de fibra para os sinais *PWM* e quatro para sinais de enable. O projeto desta placa foi realizado tomando como base outra já desenvolvida por alunos de mestrado.

Esta placa é alimentada por +5V e 0V fornecidos pela fonte A.

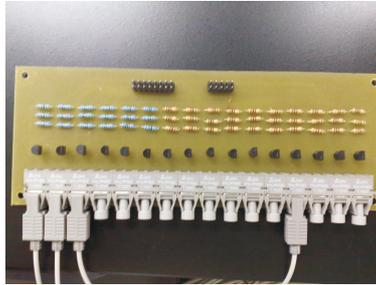


Figura 11: Placa DSP-FIBRA.

2.4.4 Placa Fibra-Driver

A placa Fibra-Driver fica localizada na parte traseira da montagem, como visto na Fig. . São utilizadas quatro destas placas, uma para cada conversor. Elas são alimentadas com +15, +5 e 0V da fonte A.

Cada uma possui três entradas de fibra para sinais *PWM* e uma entrada para o sinal enable que habilita a saída destes sinais para o driver, possui também 3 leds para indicar q houve sobre corrente no driver. Esta placa também fornece a alimentação aos drivers.

A placa Fibra-Driver é uma modificação de outra já desenvolvida por alunos de mestrado, foi reduzido o número de entradas de fibra para sinais *PWM* de 4 para 3, retirou-se a saída de fibra para o bit de erro e foram acrescentado três leds para o caso de erro.

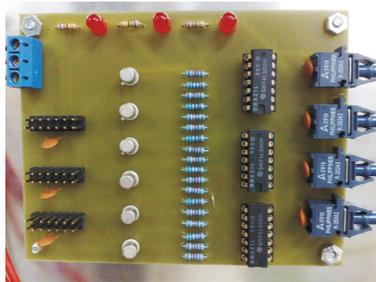


Figura 12: Placa Fibra-Driver.

2.4.5 Ferramenta de Desenvolvimento

Para auxiliar no desenvolvimento de aplicações em DSP, a Texas Instruments oferece o kit de Desenvolvimento TMS320F28335 DSP Starter Kit (DSK). Este produto compõe-se da placa de desenvolvimento e do software de desenvolvimento Code Composer Studio, ambos funcionando em conjunto.

Já o software de desenvolvimento Code Composer Studio (CCS) é o ambiente computacional onde se escreve o programa em C ou Assembly que vai ser compilado, otimizado e então carregado no DSP.

3 Testes

Realizou-se testes para averiguar o funcionamento de todos os dispositivos que compõem a bancada de desenvolvimento.

Primeiro foram testadas as placas de DSP, DPS-FIBRA e FIBRA-DRIVER. Para isto foi implementado uma rotina para que seja emitido três sinais PWM, escalares, e verificada na placa FIBRA-DRIVER esses sinais e seus complementares em níveis de tensão de 0 e 15V. Pode-se observar na Fig. 14 (a) os sinais de gatilho do IGBT.

Em seguida foi montado o esquema da Fig. 13, um retificador trifásico, alimentado pelo variavolt, seguido de um barramento CC e um inversor trifásico que alimenta um motor CA.

Foi implementado o controle em malha aberta, impondo tensões defasadas de 120° no inversor.

Os testes foram realizados para os quatro conversores. Os resultados da Fig. 14 é referente a apenas um deles.

Foram obtidos a tensão do barramento CC, visto na Fig. 14 (b), as tensões de pólo, Fig. 14 (c) e as correntes de entrada do motor, Fig. 14 (d).

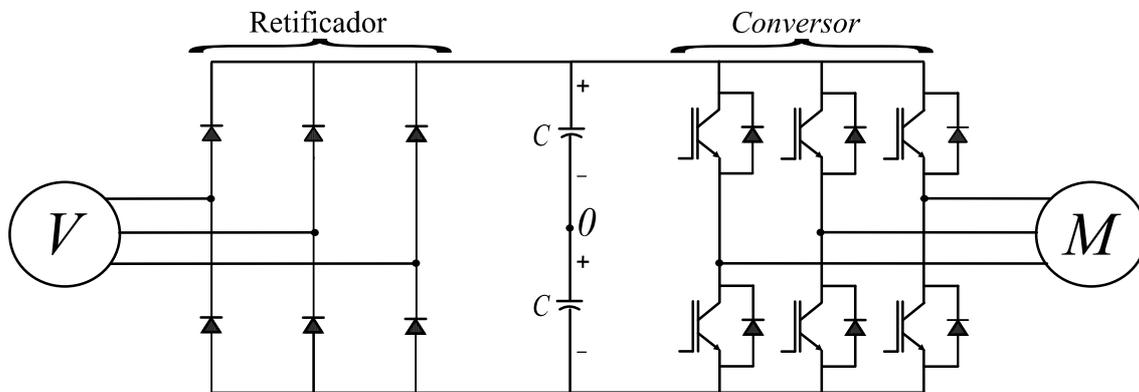
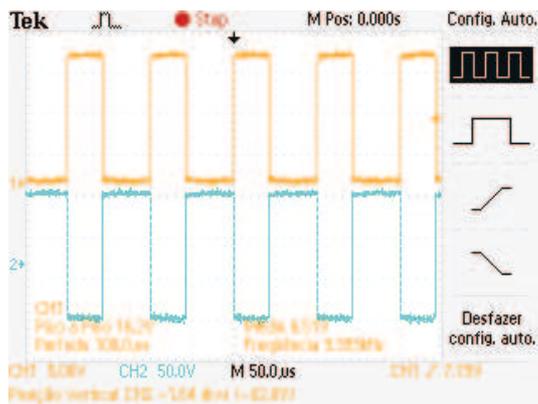


Figura 13: Esquema elétrico montado para testes.

4 Conclusões

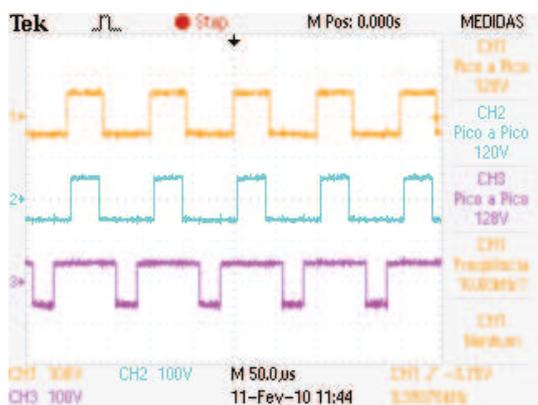
Através deste estágio pode-se finalizar a montagem de uma bancada didática possuindo 12 braços podendo ser estendida a 16 braços. Explorou-se a confecção de placas e o entendimento dos circuitos eletrônicos que envolvem toda a montagem, também foi explorado o circuito de proteção e acionamento da bancada e também as características do DSP (TMS320F28335) que será utilizado nessa bancada para implementar as estratégias de controle e gerar o pulso de gatilho para as chaves.



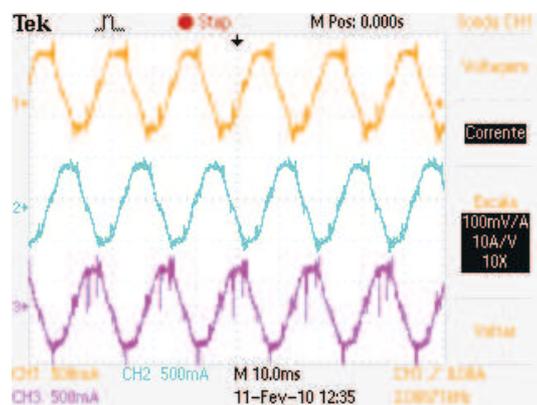
(a) Tensão de gatilho do IGBT e seu complementar.



(b) Tensão do barramento.



(c) Tensões de polo.



(d) Correntes de entrada do motor.

Figura 14: Resultados obtidos dos testes.