



PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE BANCADA DIDÁTICA PARA ESTUDOS E TESTES EM ACIONAMENTOS ELÉTRICOS

Marcos José de Moraes Filho*¹, Augusto Wohlgemuth Fleury Veloso da Silveira¹, Josemar Alves dos Santos Junior², Cássio Alves de Oliveira¹, Luciano Coutinho Gomes¹

¹FEELT - Universidade Federal de Uberlândia

²NuPSE Itumbiara - Instituto Federal de Goiás

Resumo - Este trabalho apresenta desde a etapa de projeto à etapa de montagem final de uma bancada didática, a qual visa atender disciplinas que envolvam em maior ou menor grau a área de acionamentos elétricos, com foco nos cursos de engenharia elétrica, engenharia mecânica e engenharia química. A proposta viabiliza a montagem de diversos acionamentos industriais, convencionais e não convencionais, contribuindo principalmente nos aspectos que tangem a leitura e interpretação de diagramas elétricos, identificação física dos componentes comumente utilizados em painéis elétricos e desenvolvimento da lógica de montagem para tais aplicações.

Palavras-Chave - Acionamento, bancada didática, implementação, lógica de comando, motor de indução, projeto.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF DIDACTIC BENCH FOR STUDIES AND TESTS IN ELECTRIC DRIVES

Abstract - This work presents from the design stage to the final assembly stage of a didactic workbench, which aims to attend disciplines that involve to a greater or lesser extent the area of electric drives, focusing on the courses of electrical engineering, mechanical engineering and chemical engineering. The proposal enables the assembly of several industrial drives, conventional and unconventional, contributing mainly to aspects related to the reading and interpretation of electrical diagrams, physical identification of components commonly used in electrical panels and development of assembly logic for such applications.

Keywords - Assembly, design, didactic bench, drive, drive logic, induction motor.

I. INTRODUÇÃO

A etapa prática é de extrema importância em diversas áreas do conhecimento, ora para consolidar ora para validar o conteúdo visto ao longo dos estudos teóricos.

Como trabalhamos em um laboratório de pesquisa no qual a etapa experimental é de grande valia, a algum tempo identificamos que vários estudantes dos mais diversos níveis, graduação, iniciação científica, pós-graduação, iniciam suas atividades práticas com deficiências técnicas na área de acionamentos elétricos. A fim de contribuir com esta demanda propomos o projeto de uma bancada didática para estudos e testes em motores elétricos, focando principalmente o acionamento das máquinas convencionais como o motor de indução trifásico e monofásico.

Optamos por desenvolver todo projeto da bancada, e dentro do possível executar ou acompanhar a execução porque entendemos que poderíamos fazer algo que nos atendesse de forma a maximizar a relação custo/ benefício, visto que, procurando no mercado bancadas didáticas apresentam valores muito elevados e não contém a diversidade/ distribuição de elementos que necessitamos.

II. PROJETO DA BANCADA DIDÁTICA

A etapa inicial para a construção da bancada foi a definição das premissas a serem seguidas, de acordo com nossa necessidade, tal que:

a) Dimensões e peso: Deverá apresentar mobilidade facilitada, visto que poderá vir a ser deslocada de forma a atender cursos/ turmas diferentes, não permanecendo vinculada a um local físico específico.

b) Diversidade de componentes: A partir da consideração anterior, agregar diversidade dos elementos básicos, possibilitando a montagem de todas as partidas convencionais além de montagens que valorizem a compreensão da lógica envolvendo a área de acionamentos elétricos.

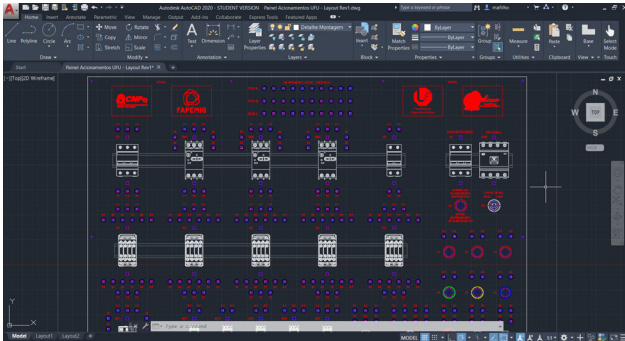
c) Segurança para o discente/ docente: A segurança em eletricidade é um fator muito importante, e como tal proposta será aplicada em ambiente de ensino deverá conter elementos de segurança tais como: elemento de sinalização, elementos de seccionamento e elementos de bloqueio.

Após definidas as premissas a serem seguidas, iniciou-se o desenvolvimento do projeto com a etapa de desenho, figura

*marcos.jmf@hotmail.com

1. Nesta etapa foi feito o projeto completo, contemplando tanto os elementos integrantes como sua quantidade, o layout de ligação elétrica e também o layout para o corte e furação da madeira.

Figura 1: Projeto em AutoCAD® da bancada.



A seguir abordaremos de forma sucinta os principais elementos que compõem a bancada e suas funções.

Elementos de proteção e seccionamento da bancada: Conforme supracitado uma premissa a ser seguida no projeto foi a segurança, e para tal o sistema de proteção da bancada é composto por um disjuntor tripolar termomagnético; interruptor diferencial residual tripolar, o qual exerce a proteção contra fugas de corrente; chave seletora com chave metálica e sinalização a partir de um LED bicolor, o qual indica barramento energizado/ desenergizado.

Figura 2: Elementos de proteção e seccionamento da bancada.



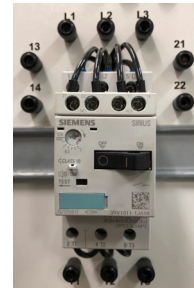
Disjuntores termomagnéticos: são dispositivos eletromecânicos cujas principais funções são: proteger a instalação/ equipamento contra curtos-circuitos, sobrecargas de longa duração e a realização de manobras (abertura/ fechamento do circuito de forma voluntária).

Figura 3: Disjuntor termomagnético.



Disjuntores motores: Basicamente são dispositivos para aplicação na proteção de motores elétricos, e como agregam a função de relé térmico, conforme observa-se na figura 4, apresentam a possibilidade de regulagem de corrente nominal e contatos auxiliares normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF), para atuarem no circuito de comando.

Figura 4: Disjuntor motor.



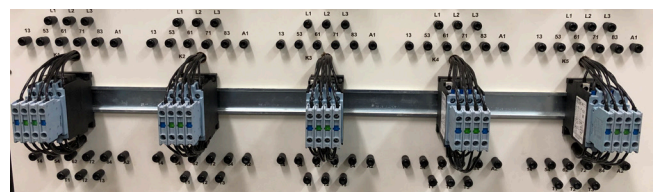
Relé de sobrecarga: Este dispositivo é utilizado para proteger os equipamentos elétricos de um possível sobreaquecimento, o que pode vir a ser causado por diversos fatores, e no caso específico de motores elétricos têm-se: sobrecarga mecânica no eixo do motor, elevado tempo de partida, falta de fase e grandes oscilações de tensão e/ ou frequência da rede de alimentação. O relé de sobrecarga assim como o disjuntor motor permite o ajuste de corrente dentro de uma faixa.

Figura 5: Relé de sobrecarga.



Contator: O contator é uma chave eletromagnética destinada a ligar ou desligar cargas elétricas, em muitas vezes possibilita a interface entre o circuito de potência e de comando em quando parte dos acionamentos elétricos. Usualmente os contatores apresentam contatos principais e contatos auxiliares. Em nossa montagem teremos um total de 5 contatores, e cada qual com 3 contatos auxiliares NAs e 2 contatos auxiliares NFs.

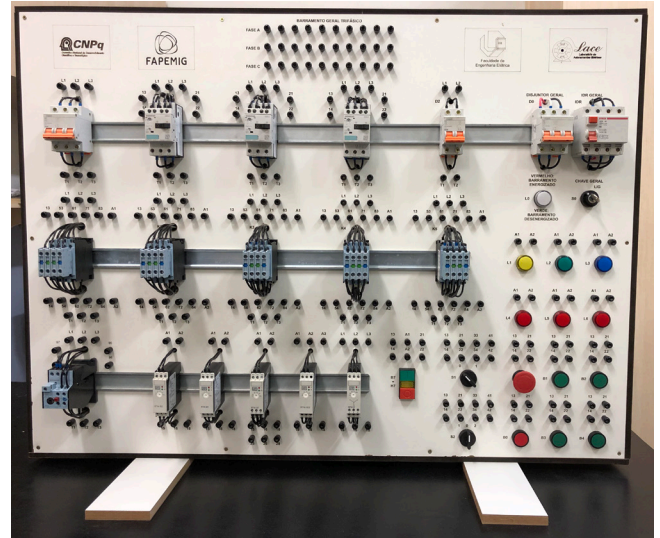
Figura 6: Contatores dispostos na bancada.



III. MONTAGEM FINAL

A partir da composição citada na seção anterior, tem-se a montagem final da bancada foco do trabalho, figura 10.

Figura 10: Montagem final da bancada didática de acionamentos elétricos.



Relés temporizadores e de proteção: Os relés temporizadores são dispositivos eletrônicos que possibilitam a comutação de um sinal de saída de acordo a função de temporização e o intervalo selecionado, podendo os mesmos apresentarem diversos modos de operação, tal como: retardo na energização, pulso na energização, retardo na energização, retardo na desenergização sem comando, cíclico com 1 ou 2 ajustes, dentre outros.

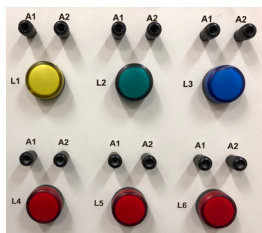
Os relés de proteção geralmente são dispositivos para o monitoramento de grandezas ou situações específicas, atuando sempre que houver alguma situação atípica interrompendo a operação do processo. A partir da relação custo/ benefício/ aplicações optamos por inserir na bancada 2 relés temporizadores com retardo na energização, 1 relé temporizador com retardo na desenergização sem comando, 1 relé estrela-triângulo e 1 relé falta e sequência de fase.

Figura 7: Relés temporizadores e de proteção dispostos na bancada.



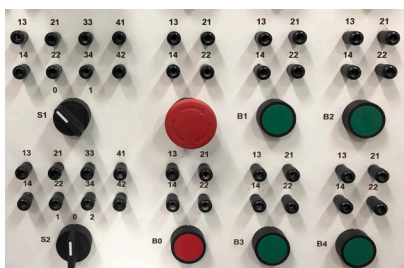
Elementos de sinalização: Os elementos de sinalização são utilizados a fim de fornecer uma indicação visual do estado da máquina ou de determinado processo. Disponibilizamos LEDs vermelho, verde, azul e amarelo, conforme figura 8.

Figura 8: Elementos de sinalização dispostos na bancada.



Botões: Os botões são elementos frequentes nos circuitos de comando, e dispomos na bancada dos modelos mais utilizados: botão pulsador verde e vermelho, botão de emergência com trava e comutadores de 2 e 3 posições.

Figura 9: Elementos de sinalização dispostos na bancada.



Ressaltamos que para garantir a montagem prática optou-se por utilizar plugs do tipo banana, adaptando os autotransformadores, figura 11; motores de indução trifásicos de 6 e 12 terminais, figura 12; motores monofásicos; inversores de frequência, figura 13; e soft-starters.

Figura 11: Autotransformador com plug tipo banana.

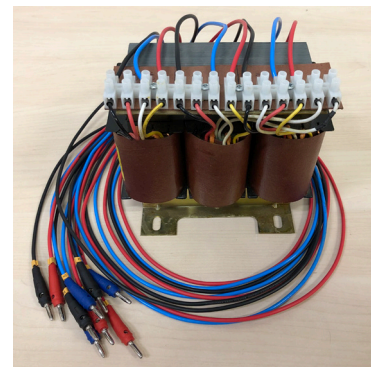


Figura 12: Motores de indução trifásicos de 6 e 12 terminais com plugs tipo banana.

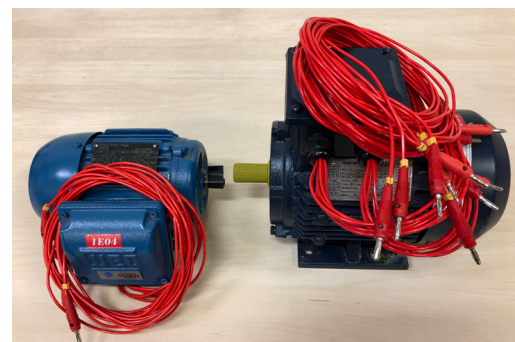


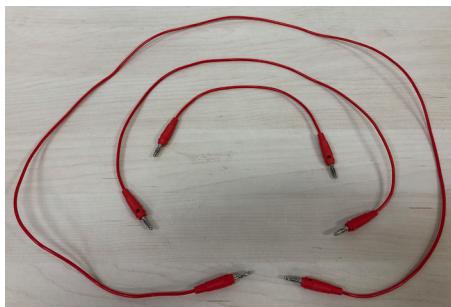
Figura 13: Inversor de frequência com plug tipo banana.



Com a implementação dos terminais no inversor de frequência e soft-starter podemos utilizar de forma simples e segura as entradas digitais e saídas a relés destes elementos, integrando-os a plataforma proposta.

A fim de realizar a conexão elétrica entre os elementos, foram confeccionados cabos com tamanhos padronizados (25, 60 e 120 cm) e fixados em suas pontas terminais do tipo banana macho, figura 14.

Figura 14: Cabos de conexão elétrica.



A documentação referente as partidas também foram tomadas como parte integrante do projeto, de forma que utilizando-se o software SEE Electrical[®], o qual é específico para tal aplicação, foram elaborados os seguintes diagramas elétricos:

- Partida direta;
- Partida direta com reversão;
- Partida direta com reversão instantânea;
- Partida estrela-triângulo (relé temporizador com retardo na energização);
- Partida estrela-triângulo com reversão (relé temporizador com retardo na energização);
- Partida estrela-triângulo (relé estrela-triângulo);
- Partida estrela-triângulo com reversão (relé estrela-triângulo);

- Partida compensadora;
- Partida compensadora com reversão;
- Partida série-paralelo;
- Partida série -paralelo com reversão.
- Acionamento de motor de indução monofásico de 6 terminais, em 127 e 220 V.

Visto a importância da correta elaboração dos diagramas, o apêndice I mostra a partida série-paralelo com reversão, como exemplo da documentação elaborada. Para todos os acionamentos acima listados forma elaborados os diagramas de força e comando, com mesmo padrão do exemplo apresentado no apêndice I.

Apesar da documentação elaborada, a plataforma proposta permite o desenvolvimento de situações problema, partidas não convencionais ou mesmo variações das partidas convencionais.

IV. CONCLUSÕES

Entendemos que a plataforma foco deste trabalho vem a contribuir na qualificação dos discentes que têm trabalhos desenvolvidos com auxílio da mesma, pois, mesmo em ambiente reduzido esta possibilita contato com elementos físicos comumente utilizados em ambientes industriais, e instiga o raciocínio lógico ao longo das montagens e situações problemas propostas; o que se traduz em qualidade para soluções de problemas reais que venham a ser enfrentados pelos discentes, seja em ambiente acadêmico ou industrial.

A partir do princípio de modularidade dos sistemas propostos um próximo passo que esta em desenvolvimento e o projeto de módulos com relés inteligentes ou controladores lógicos programáveis (CLPs), possibilitando a interação entre elementos eletromagnéticos, inversores de frequência e CLPs, aproximando o discente do ambiente industrial.

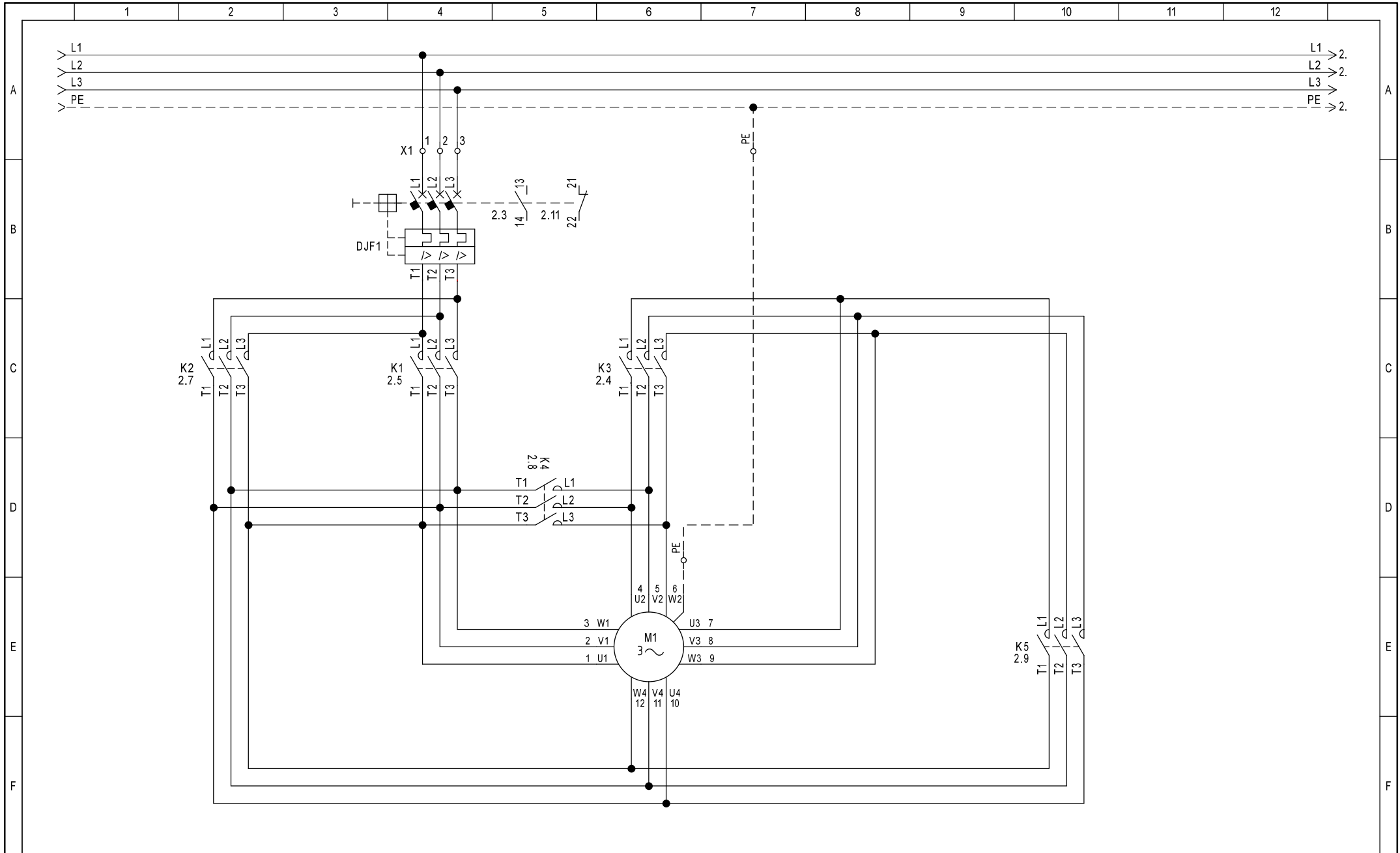
AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES, CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro, e à Universidade Federal de Uberlândia pela infraestrutura disponibilizada.

REFERÊNCIAS

- Bim, E., *Máquinas elétricas e acionamentos*, Elsevier, 3ª edição, 2014.
- Mamede Filho, J., *Instalações elétricas industriais*, LTC, 9ª edição, 2017.

Apêndice I



Projeto Elétrico Industrial
 Acionamento de motor elétrico trifásico
 Partida série-paralelo com reversão - Circuito de força

Arquivo:		Partida série-paralelo com reversão		Escala:	
				Sem Escala	
Projeto:	Revisão:	Data:	Folha / De:		
Marcos J. Moraes	00	05/08/2018	1 / 2		

Apêndice I

