

## MONTAGEM E MANUTENÇÃO DE QUADROS DE COMANDO

**Alex de Oliveira Freitas<sup>1</sup>**  
**André Luiz Silva Pereira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Goiás/Campus Jataí/Engenharia Elétrica - PVIC,  
alexfisicaufg@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Goiás /Campus Jataí/Coordenação de Indústria,  
andspa@gmail.com

### Resumo

O presente trabalho é resultado de uma proposta que teve como pontos principais: a utilização e aproveitamento tanto de dispositivos e materiais que foram armazenados sem nenhuma aplicação e nem mesmo previsão de uso, quanto do espaço físico ocupado por materiais inúteis e sucatas, do laboratório de máquinas elétricas do IFG - Campus Jataí, dessa forma buscando reestruturar e organizar; com os dispositivos e materiais citados realizar a produção e montagem de bancadas/quadro de comando com simulador de defeitos para acionamento de motores de indução trifásicos e substituir através de manutenções, elementos com defeitos instalados em bancadas de uso constante ou adicionar elementos necessários para algumas aulas, sendo fundamental para o laboratório. Assim, no desenvolvimento do trabalho são executados os projetos de uma partida direta em cadeia e de uma partida compensadora a autotransformador, explicitando os dispositivos utilizados, a lógica de comando e de força e a contribuição didática desses projetos nas aulas práticas.

**Palavras-chave:** Acionamentos Elétricos, Quadros de Comando, Máquinas Elétricas, Simulação de Defeitos.

### INTRODUÇÃO

Como indício de evolução de tecnologias disponíveis à engenharia, a automação industrial tem se beneficiado de inúmeras aplicações, o que tem permitido a expansão da indústria no aumento da produção, na inovação da infra-estrutura, na geração de empregos, e de modo geral contribuindo para o crescimento da economia do país.

Os motores elétricos como elementos percussores da automação industrial, associados aos diversos componentes eletrônicos e eletromecânicos responsáveis pelos seus comandos e acionamentos, tem desempenhado funções cada vez mais desafiadoras, que de certa forma são inerentes aos grandes avanços iniciados na era da revolução industrial e que chega aos dias atuais na robótica (SENAI-BA CIMATEC, 2002).

As diferentes formas de acionar e comandar máquinas elétricas proporciona ao projetista um maior grau de liberdade ao definir um projeto da natureza, levando em consideração fatores como custo, complexidade do projeto, ambiente de instalação, qualidade, eficiência e sem dúvida a necessidade, o que diz respeito ao tipo e a característica da carga a ser

ligada. Esses fatores são traduzidos na prática aos materiais, dispositivos e na lógica que envolve a arquitetura do projeto.

De acordo com o propósito de cada máquina em um sistema elétrico industrial, a energização de seus motores deve ser iniciada através de partidas adequadas evitando efeitos negativos causados por picos na intensidade da corrente (FRANCHI, 2009). Além disso, algumas máquinas exigem para o seu funcionamento adequado, motores com duplo sentido de rotação, o que implica em um determinado tipo de partida específica. Dentre outros parâmetros, estes são alguns que conduzem as distintas maneiras de se acionar um motor elétrico.

A priori, neste projeto foi previsto a montagem de três quadros de comandos (partida estrela-triângulo com reversão; partida compensadora a autotransformador; partida direta em cadeia) que envolve acionamentos e mecanismos diferentes para energizar motores de indução trifásicos. Contudo, devido algumas complicações e complexidade dos circuitos de comando, a etapa de instalações e testes dos primeiros quadros ultrapassou o tempo programado no cronograma de execução, impossibilitando a montagem de um dos quadros (partida estrela-triângulo com reversão).

Cabe mencionar que as bancadas citadas tem por objetivo principal simular defeitos, visto que a gama de conhecimento exigido dos profissionais de eletricidade é cada vez maior e a manutenção é parte importante do conjunto de habilidades definidas como essencial. As experiências práticas compreendem simulações de problemas dentro de um diagrama elétrico, e, portanto suas realizações permitirão a análise em busca da identificação dos problemas inseridos.

## **OBJETIVOS**

Montar quadros de comandos com acionamentos e mecanismos distintos para a operação de motores de indução trifásicos para uso em aulas no laboratório de máquinas elétricas, e realizar alguns reparos nas demais bancadas de acionamentos elétricos do laboratório. Especificamente: reestruturar e organizar o laboratório de máquinas elétricas; empregar dispositivos que estão em desuso; instaurar alternativas práticas para a aprendizagem de disciplinas relacionadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Muitas variáveis, muitas vezes complexas definem um sistema de acionamento de motores, pois as inter-relações entre as máquinas para um funcionamento harmônico exigem uma avaliação criteriosa. Dessa forma é sempre importante a seleção do tipo de partida correspondente a carga a ser ligada (KAWAPHARA, 2000).

Sempre que possível é recomendado o uso da partida direta, no entanto há que se preocupar com as interferências no restante do sistema, devido às elevadas correntes de partida, aproximadamente 10 vezes a corrente nominal. Sendo assim o acionamento de 3 motores simultâneos elevaria corrente em 30 vezes a nominal, o que evidentemente irá interferir no sistema provocando perturbações nos sensores, acionadores e outros equipamentos sensíveis a subtensão.

Visando superar esse problema intrínseco entre as diversas cargas e o sistema elétrico industrial é proposto a montagem de partidas que visam a redução da corrente na hora da partida.

As partidas nesse caso são:

1. Partida direta em cadeia – energiza três motores em cadeia, com acionamento manual e automático.
2. Partida compensadora a autotransformador;

- Partida direta em Cadeia

A energização desses motores alternadamente em cadeia é um mecanismo que busca minimizar esses efeitos. A corrente em cadeia corresponde somente a 19% do pico resultante em comparação ao acionamento simultâneo. Por isso é uma alternativa normalmente viável, contando que o comando elaborado atenda as necessidades do processo e o da necessidade da energização alternada (cadeia), para que funcione harmonicamente dentro deste complexo sistema, como um todo (KAWAPHARA, 2000).

A nível didático, o painel tem como objetivos:

1. Caracterizar a importância dos acionamentos em cadeia de motores elétricos e fazer com que o aluno familiarize com inter-relações dentro de um mesmo sistema, de um comando manual e automático. Buscando o entendimento das lógicas didáticas apresentadas e posteriormente confrontar o sistema analisado com o sistema real (painel), evidenciando as dificuldades de testar o sistema.
2. Estimular o raciocínio para o acionamento de n motores, utilizando-se desta mesma lógica apresentada;
3. Estudar os possíveis defeitos no sistema de comando e força;
4. A análise crítica de quando utilizar este tipo de alternativa.

- Partida Compensadora a Autotransformador;

A opção de energizar um motor de indução através de uma chave compensadora a autotransformador também é uma alternativa que proporciona uma menor queda de tensão no sistema, evitando interferências em equipamentos, principalmente nos equipamentos eletro-eletrônicos. Normalmente esse tipo de partida é empregado em motores de potência elevada, acionando cargas com alto índice de atrito (MAMEDE FILHO, 2007).

O painel tem como objetivos:

1. A análise da lógica de funcionamento de uma chave compensadora a autotransformador, utilizando-se somente 1 autotrafo para 2 motores;
2. Avaliar os pontos críticos para a elaboração de um comando racional e eficiente;
3. Estudar os possíveis defeitos no sistema de comando e força;
4. Encontrar uma metodologia correta para testar todo o comando;
5. A análise crítica de quando utilizar este tipo de alternativa.

O estudo dos possíveis defeitos no sistema de comando e força é feito através de uma caixa de simulação de defeitos (contendo dispositivos que ao serem manuseados causarão o funcionamento inadequado ou o não funcionamento do circuito de comando ou de força, porém sem comprometer o sistema de proteção) agregada às bancadas.

Os diagramas de comando e de força de ambos os painéis montados estão disponíveis em anexo.

Para a partida compensadora a autotransformador foram utilizados: 6 contatores de força com contatos auxiliares: 2 NF e 2 NA; 9 contatores auxiliares, 3 com 4 contatos NF e 4 NA, e 6 com 2 contatos NF e 2 NA; 2 relés bimetálico de sobrecarga; 4 temporizadores; 1 chave comutadora; 2 botões de impulso com 2 contatos NA por botão; 2 botões de impulso com contatos NF; 1 botão de impulso com contato NF e NA; 11 fusíveis do tipo “D”, 2 A, 9 deles substituindo 3 disjuntores tripolares; 10 bornes; aproximadamente 35 m de fio 1,5/2,5 mm; 2 m de trilho DIN; 1 autotransformador 220/380; 1 amperímetro e 1 volímetro; 1 bancada de madeira.

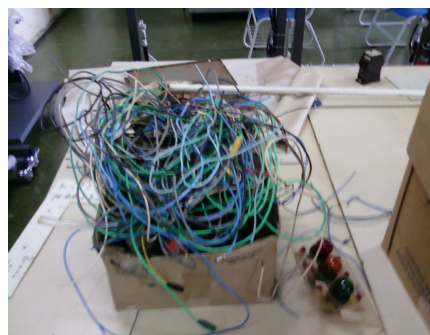
E para a partida direta em cadeia: 3 contatores de força com contatos auxiliares: 2 NF e 2 NA; 5 contatores auxiliares, 4 com 4 contatos NF e 4 NA, e 1 com 2 contatos NF e 2 NA; 3 relés bimetálico de sobrecarga; 2 temporizadores; 1 chave comutadora; 3 botões de impulso com 2 contatos NA por botão; 4 botões de impulso com contatos NF; 2 botões de impulso com contato NF e NA; 11 fusíveis do tipo “D”, 2 A; 12 bornes; aproximadamente 30 m de fio 1,5/2,5 mm; 1 m de trilho DIN; 1 bancada de madeira.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

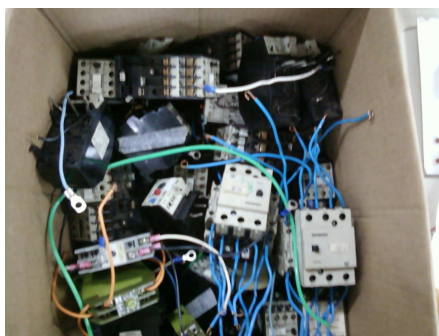
Inicialmente foram testados todos os componentes que se encontravam disponíveis sem uso no laboratório, os que estavam com defeito e sem condições de recuperação foram descartados, alguns foram recuperados e uma grande quantidade que estavam em condições regulares de operação foram separados. Na Figura 1, pode-se observar o estado de tratamento e armazenamento dos dispositivos anteriormente.



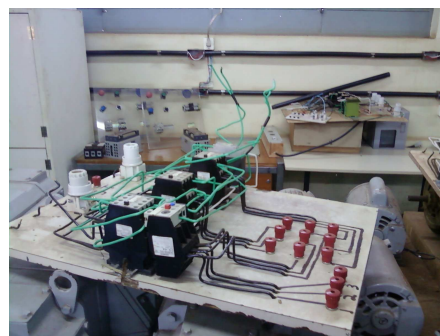
a)



b)



c)

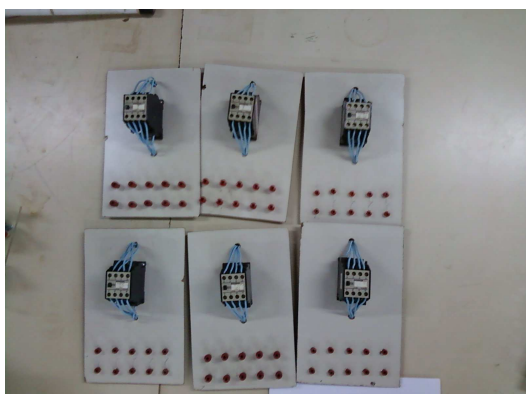


d)

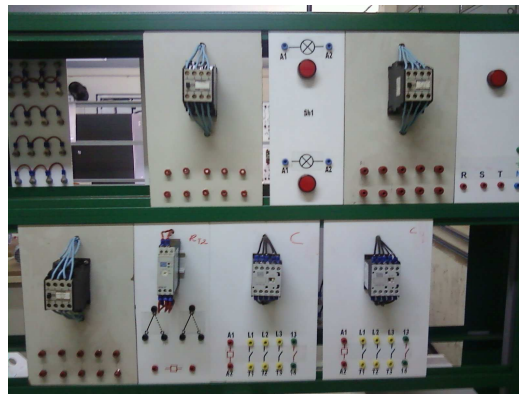
**Figura 1: Alguns dispositivos anteriormente em desuso no laboratório de máquinas elétricas.**

Em seguida foi realizado um levantamento do material a disposição para eventuais manutenções em bancadas do laboratório e para a montagem dos painéis.

Já atendendo uma necessidade, dez contatores auxiliares com 2 contatos NA e 2 NF, foram montadas em pequenas placas de madeira sendo úteis em uma bancada de acionamentos para práticas de partidas de motores. A Figura 2 mostra como foram montadas e alocadas na bancada.



a)



b)

**Figura 2: Contatores auxiliares empregadas em uma bancada de acionamentos para prática de partidas de motores.**

Nesta bancada os dispositivos são móveis, ou seja, são adicionados ou removidos de acordo com o tipo de partida/ prática estudada. A falta de contatos NF e principalmente NA no kit da bancada foi solucionada com contatores auxiliares disponíveis na reserva.

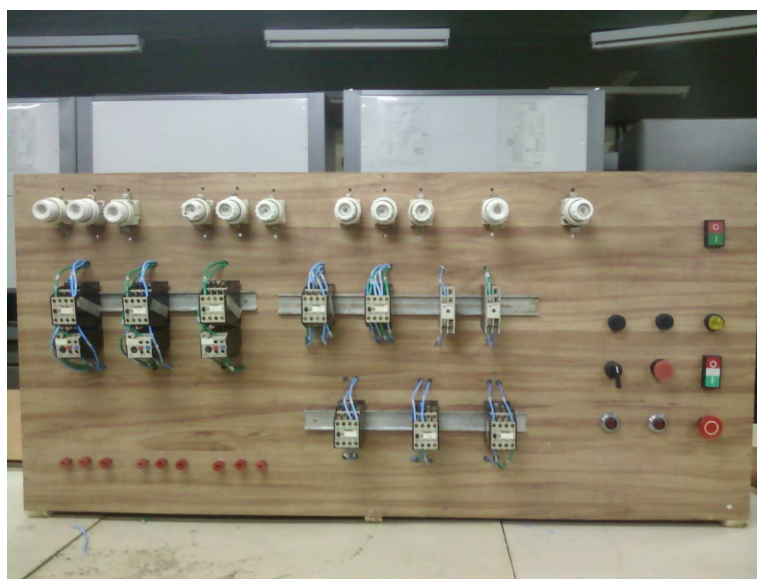
Quanto à montagem dos quadros de comando proposta, a estrutura foi confeccionada em madeira e fornecida pelo IFG – Campus Jataí, os modelos ficaram distintos, verificando que a primeira estrutura (montada a partida direta em cadeia) foi a de teste e a segunda já uma versão melhorada e estendida em tamanho, levando em conta que a mesma necessita de uma maior quantidade de componentes.

Cada painel teve início com as instalações do circuito de comando, foram testados e os erros identificados foram corrigidos, na sequência ocorreram as instalações do circuito de força. A Figura 3 mostra os dois painéis montados.





a)



b)

**Figura 3: Quadros de comando montados. a) Partida compensadora a autotransformador b) Partida direta em cadeia.**

Uma consideração de extrema relevância neste projeto, é a viabilidade dos quadros serem implementados em termos de custos. Só houve gasto apenas com a estrutura de madeira, e, no entanto, se for comparado com o valor de mercado de uma bancada didática com simulador de defeitos pode até se desconsiderar esse custo.

## CONCLUSÕES

As instalações e demais atividades de reparo e manutenção concluídas, permitiram viabilizar a reestruturação e organização do laboratório de máquinas elétricas do Instituto Federal de Goiás no campus de Jataí, onde um grande número de dispositivos que foram utilizados nos quadros estavam em desuso apesar de estarem em boas condições, quando quadros como tais são de extrema importância para fins didáticos, e que de fato são prioridades para o laboratório.

Os painéis foram construídos de maneira a oportunizar o aprendizado prático e permitir a observação dos efeitos criados pelos fenômenos elétricos capazes de promover situações de cunho didático.

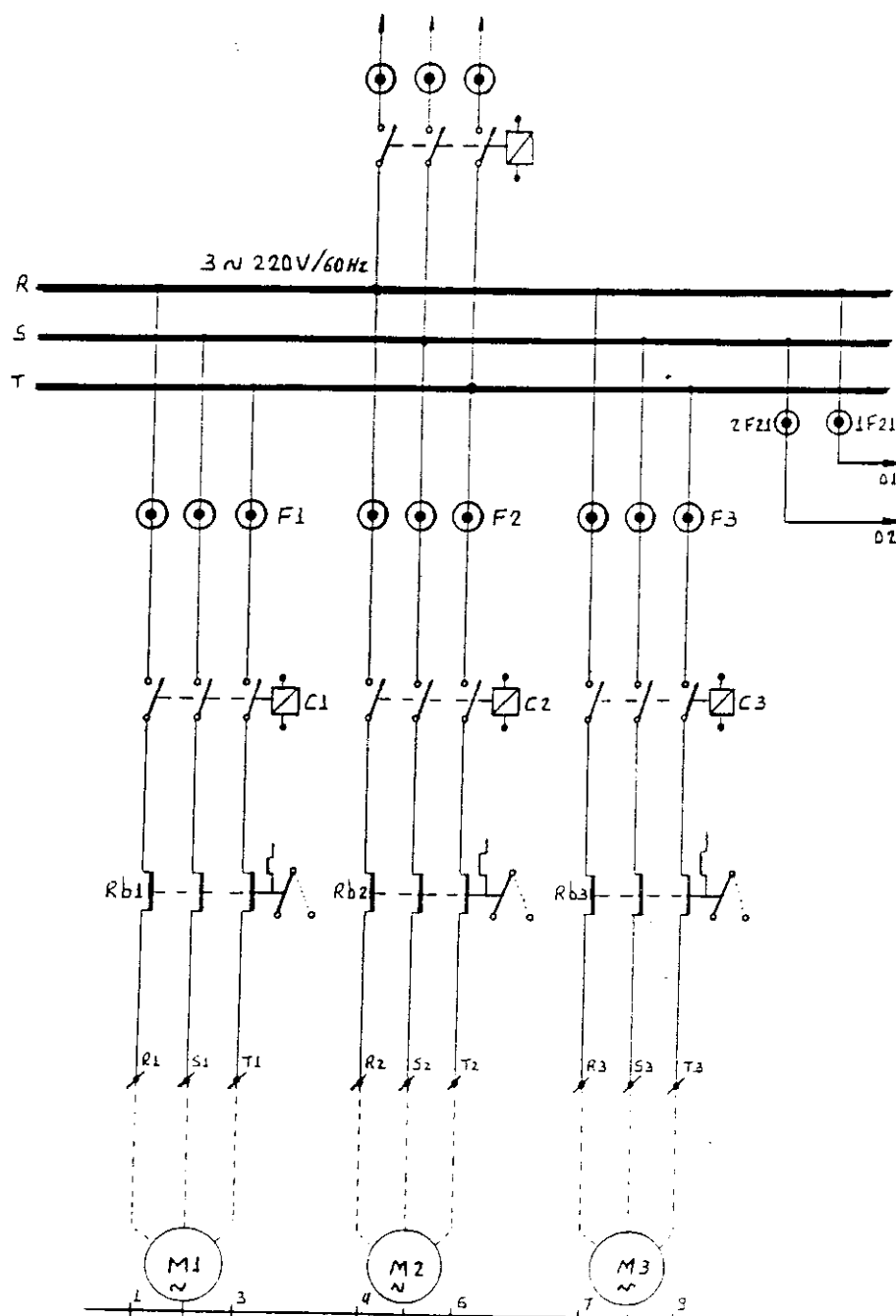
## REFERÊNCIAS

- FRANCHI, C. M. Acionamentos Elétricos. 4º ed. São Paulo: Érica, 2009.
- KAWAPHARA, M. K. Apostila da disciplina “Eletrotécnica III”. 2000. 240p.
- MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. 7º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- SENAI-BA CIMATEC – Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia. Acionamento de Máquinas. Salvador, 2002. 66p.



## ANEXOS

### Diagrama de Força – Partida Direta em Cadeia



### Diagrama de Comando – Partida Direta em Cadeia

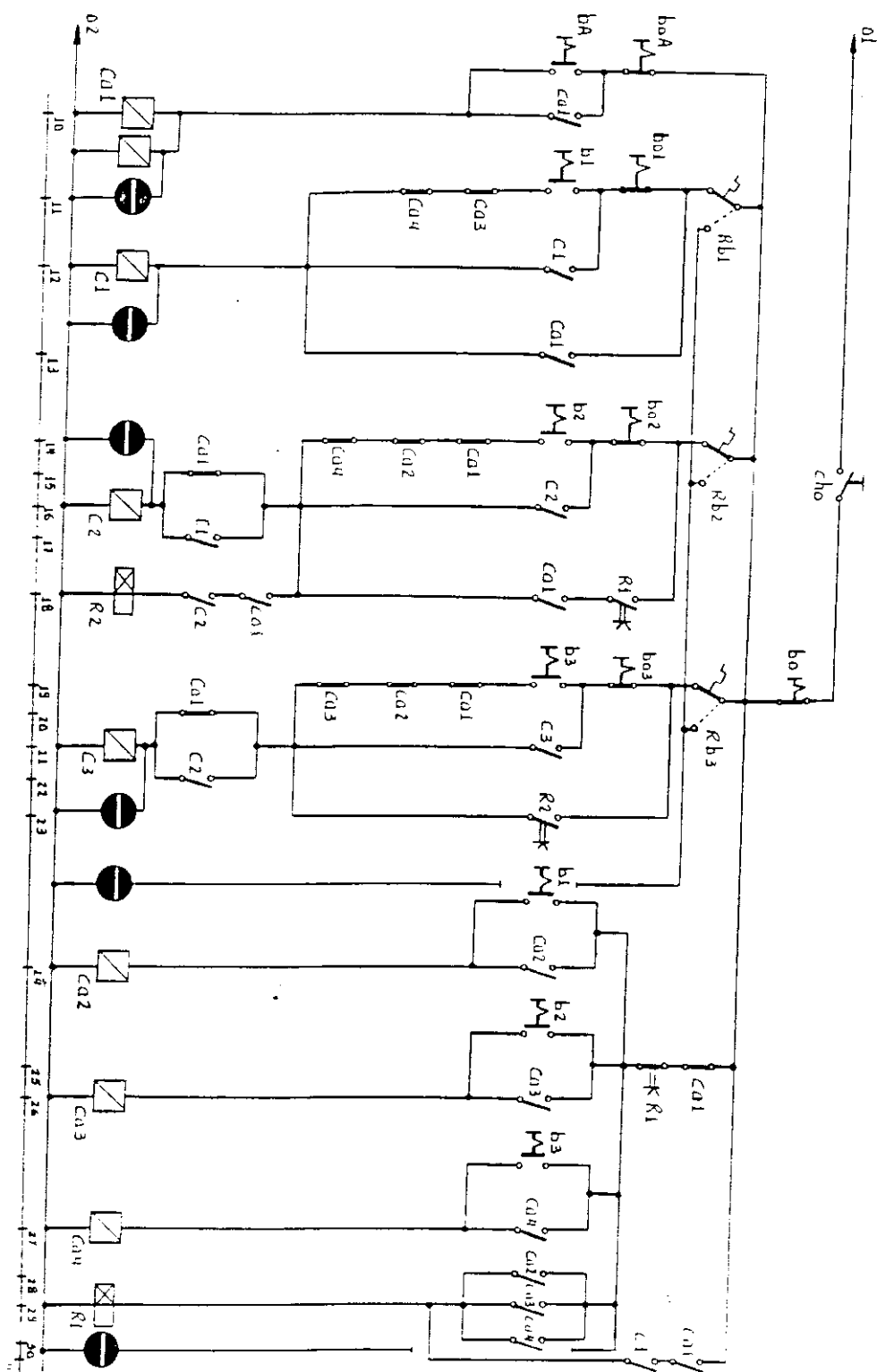


Diagrama de Força – Partida com Chave Compensadora a Autotransformador

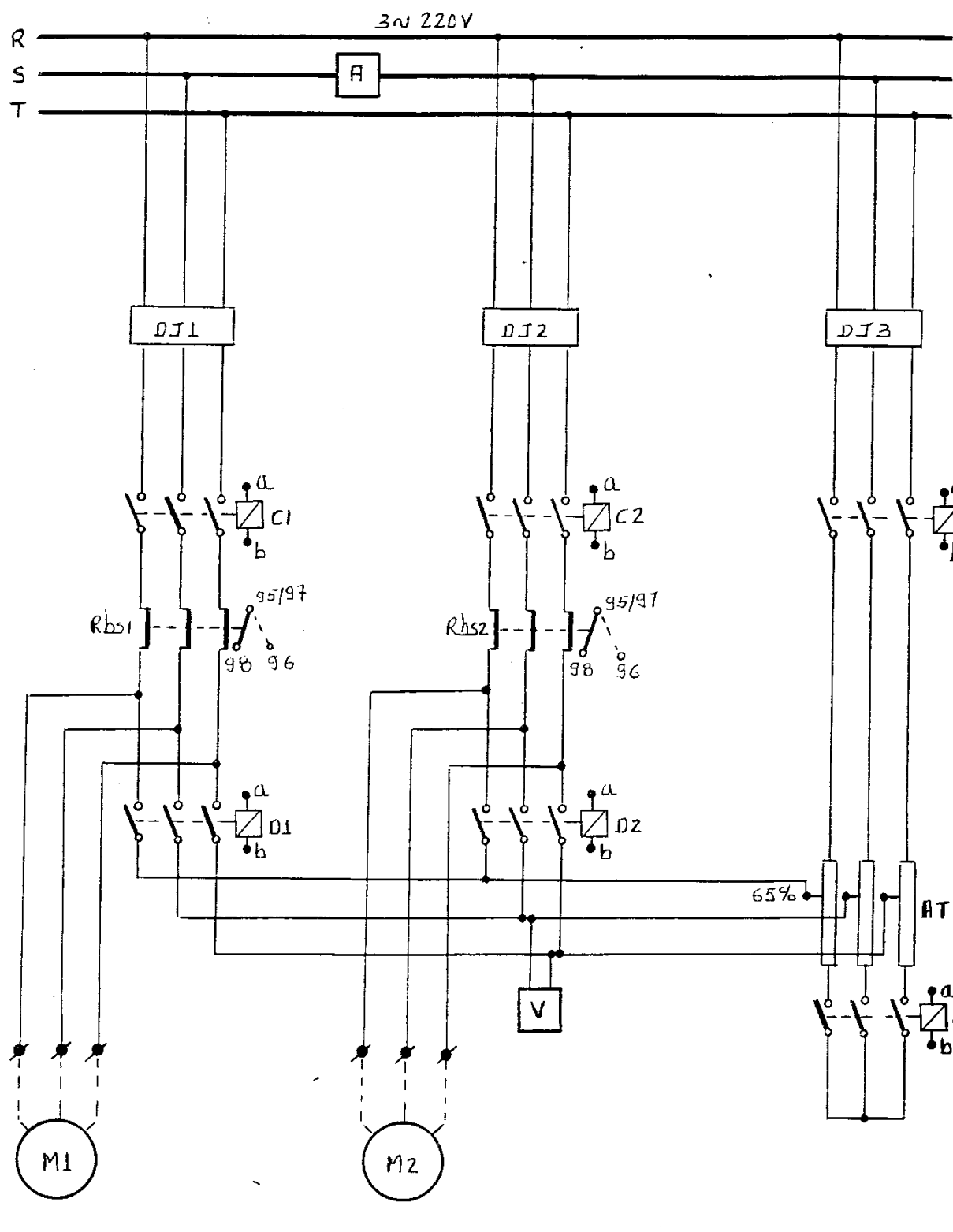


Diagrama de Comando – Partida com Chave Compensadora a Autotransformador

