

MINISTÉRIO DA DEFESA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA  
Seção de Engenharia Elétrica (SE/3)

## **Projeto de Sistemas Embarcados**

Trabalho 1 - Partida Estrela-Delta

1º Ten Alberto Felipe De Lima LUCKWU Silva  
Asp Of R2 Matheus Calixto de Lima PONTES

Rio de Janeiro, RJ  
Março de 2025

# 1. Cálculo das Correntes de Partida

Com base nas características fornecidas na imagem do motor **SEW-EURODRIVE DZ71K4**, podemos realizar os cálculos das correntes de partida nas configurações estrela e triângulo, bem como discutir as vantagens e desvantagens da partida estrela-triângulo. Vamos utilizar os dados fornecidos:

## Dados do Motor:

- **Tensão nominal (V):** 220/380 V (trifásico)
- **Corrente nominal (In):** 1,06 A (para 220 V) / 0,61 A (para 380 V)
- **Relação entre corrente de partida (Ip) e In (Ip/In):** 3,5
- **Potência nominal (P):** 0,15 kW
- **Frequência (Hz):** 60 Hz
- **Fator de potência ( $\cos\phi$ ):** 0,70

### a) Partida direta em triângulo ( $\Delta$ ):

Para descobrir a corrente de partida, deve-se observar o valor especificado no motor. De acordo com os dados do trabalho, aferiu-se que o valor da relação de correntes de partida e nominal, indicado pelo índice ( $I_p/I_n$ ), é de 3,5. Somado a isso, observa-se que, para a tensão de 220V, o valor da corrente nominal  $I_n$  é de 1,06 A. Assim, para encontrar o valor da corrente de partida é dada pela multiplicação dos dois fatores.

$$I_{partida,\Delta} = \left( \frac{I_p}{I_n} \right) \cdot I_n = 3,5 \cdot 1,06 = 3,71 A$$

### b) Partida em estrela (Y):

Na partida em estrela, a tensão aplicada a cada enrolamento do motor é reduzida por um fator de  $\frac{1}{\sqrt{3}}$ . Como a corrente é proporcional à tensão, a corrente de partida em estrela também é reduzida por esse fator:

$$I_{partida,Y} = \frac{I_{partida,\Delta}}{\sqrt{3}} = \frac{3,71}{\sqrt{3}} \approx 2,14 A$$

## **2. Vantagens e Desvantagens da Partida Estrela-Triângulo**

### **Vantagens:**

Devido a uma corrente de partida menor o impacto na rede elétrica tenderá a ser menor, uma vez que diminui as quedas de tensão e o aquecimento dos enrolamentos por Efeito Joule, o que prolongará a vida útil do motor. Outro fator a se analisar é o custo benefício, pois a partida estrela-triângulo é uma solução econômica para motores de média potência, pois não requer equipamentos adicionais complexos, como soft-starters ou inversores de frequência.

### **Desvantagens:**

A comutação de delta para estrela na partida do motor pode apresentar algumas desvantagens. Um dos fatos a se analisar é que o torque de partida é reduzido em comparação à conformação delta, o que pode ser insuficiente para cargas com inércia elevada. Outro fator é o tempo de comutação após a partida que, se não for feito no momento correto, pode causar sérios danos ao motor. Finalmente, vale ressaltar que essa comutação só pode ser feita em motores que operam em duas tensões, como no caso do motor estudado que opera entre as tensões de 220V e 380V.

### 3. Acionamento com Microcontrolador 8051

O esquemático das conexões do microcontrolador com os relés que irão acionar os contatos corretor do motor está representado abaixo.

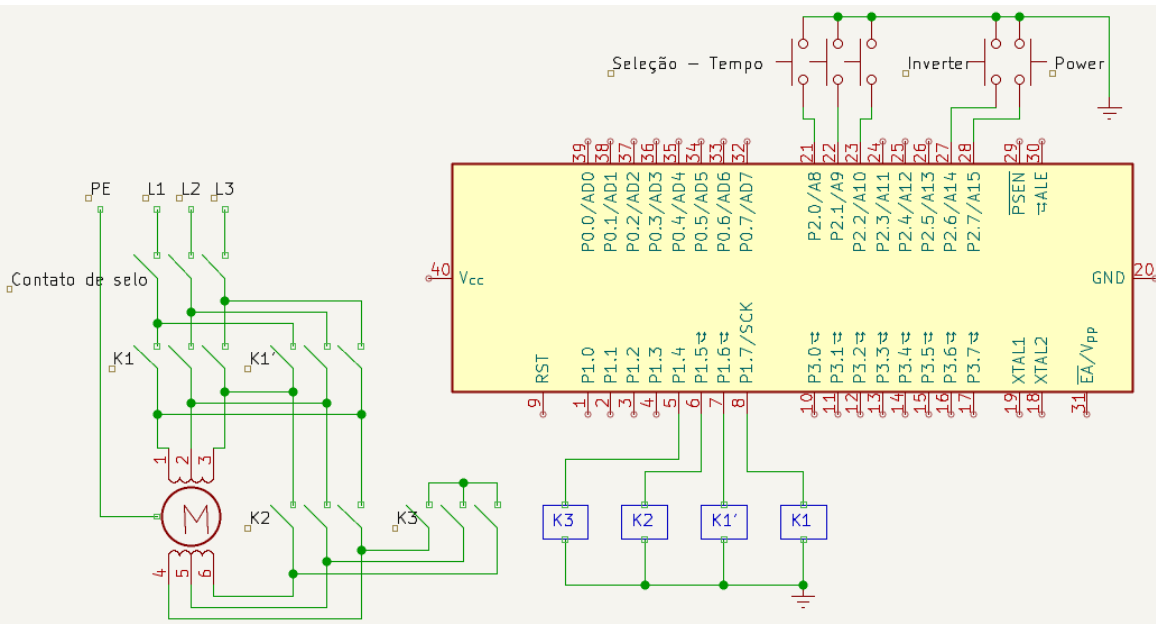


Figura 1: Esquemático das conexões

Pino	Função
P2.7	Liga/Desliga
P2.6	Definir sentido de rotação
P2.2	Seleção de tempo de comutação
P2.1	Seleção de tempo de comutação
P2.0	Seleção de tempo de comutação
P1.7	Aciona K1
P1.6	Aciona K1'
P1.5	Aciona K2
P1.4	Aciona K3

Tabela 1: Funções dos pinos utilizados.

### 3.1 Configuração Inicial

Como configuração inicial, o operador deverá escolher o tempo de espera para a comutação estrela-delta e também o sentido de rotação a ser acionado no motor, conforme às tabelas abaixo.

P2.1	P2.1	P2.0	Tempo (segundos)
1	1	1	8
1	1	0	7
1	0	1	6
1	0	0	5
0	1	1	4
0	1	0	3
0	0	1	2
0	0	0	1

Tabela 2: Escolha do tempo de espera

Pino	Valor	Função
P2.7	1	Desligado
P2.7	0	Ligado
P2.6	1	Sentido Horário
P2.6	0	Sentido Anti-horário

Tabela 3: Lógica dos pinos ligados aos botões

### 3.2 Fluxograma

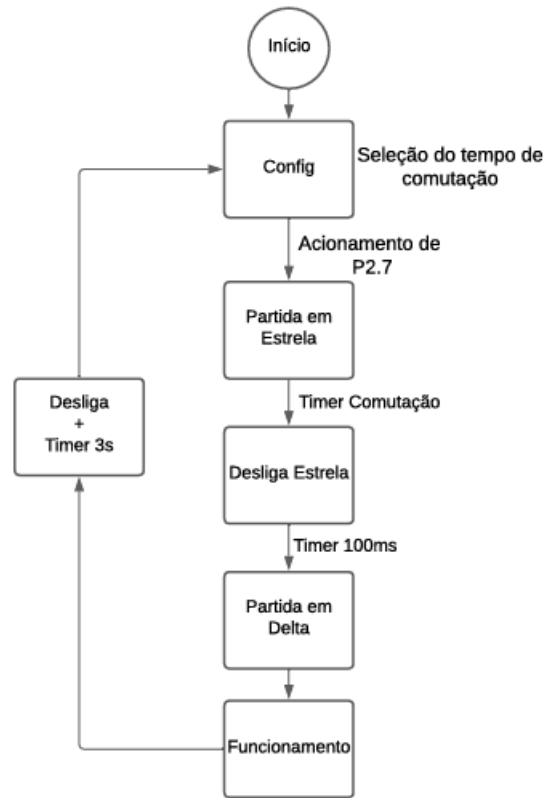


Figura 2: Fluxograma do programa

1. Uma vez ligado, o dispositivo entra no modo de configuração, onde é possível escolher o tempo de comutação e o sentido da rotação do motor
2. Com o acionamento do botão ligado a P2.7 é iniciada a partida em estrela.
3. Após o período de comutação selecionado a configuração estrela é desligada.
4. Após um intervalo de 100ms, a configuração delta é acionada.
5. A configuração delta é mantida em funcionamento até que o motor seja desligado ou que o botão para inverter seu sentido de rotação seja acionado.

6. No caso do motor ser desligado ou tenha seu sentido de rotação invertido, o circuito é desligado e após um atraso de 3 segundos, o motor retorna para o modo de configuração.

## 4. Conclusão

Conclui-se, portanto, que este trabalho contribuiu significativamente para o aprofundamento dos conhecimentos em engenharia, principalmente sobre o que tange a disciplina de Projetos de Sistemas Embarcados. O entendimento de como utilizar um microcontrolador 8051 para automatizar processos, como o de fazer a partida estrela-triângulo de um motor elétrico, foi substancial para a compreensão da matéria de modo prático. Por meio de uma análise teórica e prática, foi possível compreender os benefícios e limitações dessa configuração, como a redução da corrente de partida e o impacto no torque, além de explorar a implementação de um sistema automatizado utilizando um microcontrolador.