

# MOTOR DE PASSO

## “Step Motor”

Define-se MOTOR DE PASSO como um “atuador incremental eletromagnético”.



O Motor de Passo converte “pulsos digitais de entrada” em movimentos angulares em seu eixo.

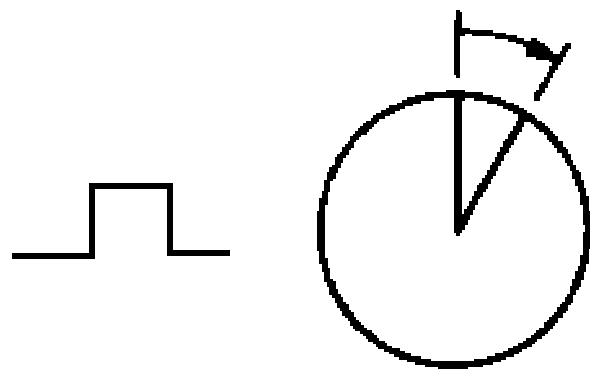


Figure 1: One Pulse Equals One Step

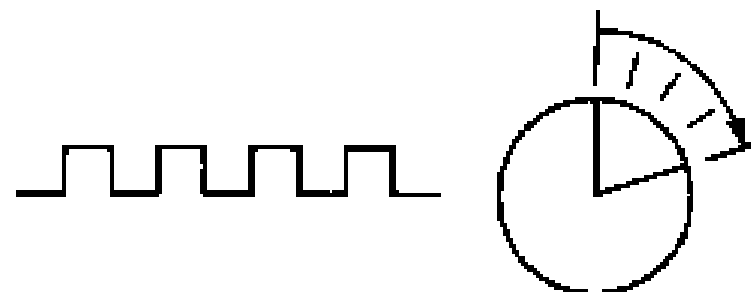
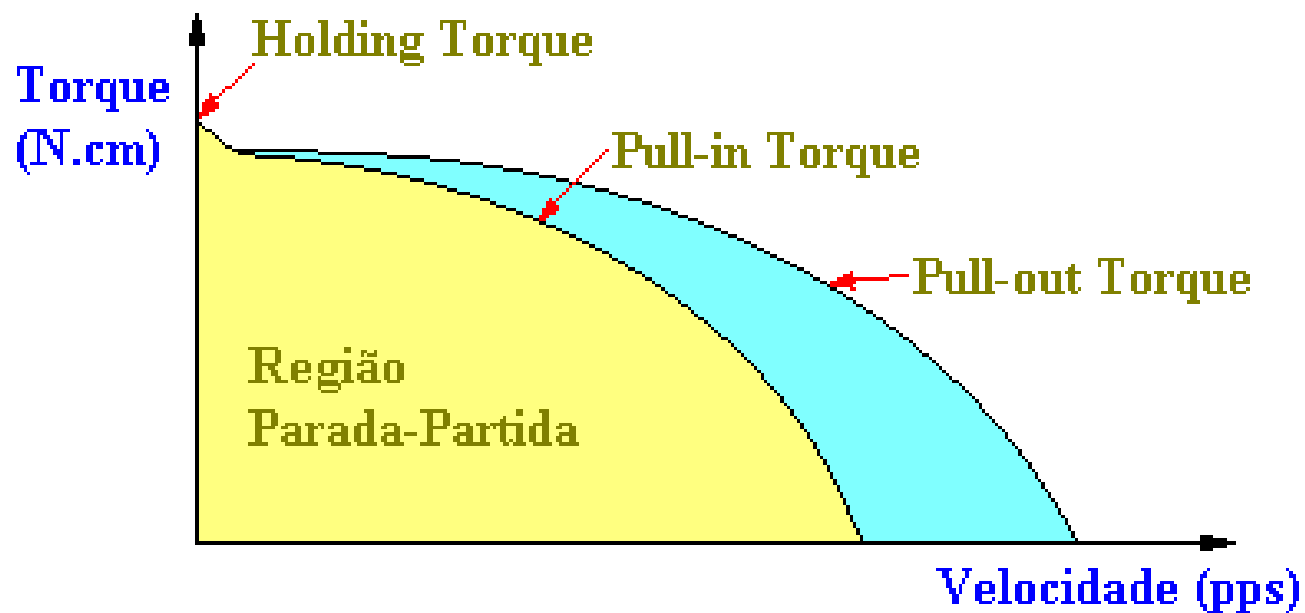


Figure 2: Pulse Count Equals Step Count

# Características importantes

- Deslocamento angular diretamente proporcional ao número de pulsos de entrada
- Erro angular por passo pequeno ( 5% do passo) e não acumulativo
- Possibilita trabalho em “malha aberta”
- Capacidade de trabalho em baixíssimas frequências
- Retenção de posição sem uso de freio, etc...

# CURVA CARACTERÍSTICA



- **Torque de Bloqueio (Holding Torque)**

Máximo Torque produzido por um deslocamento angular em seu eixo, energizando os enrolamentos

- **Torque Residual**

Máximo Torque produzido por um deslocamento angular em seu eixo, com os enrolamentos desenergizados

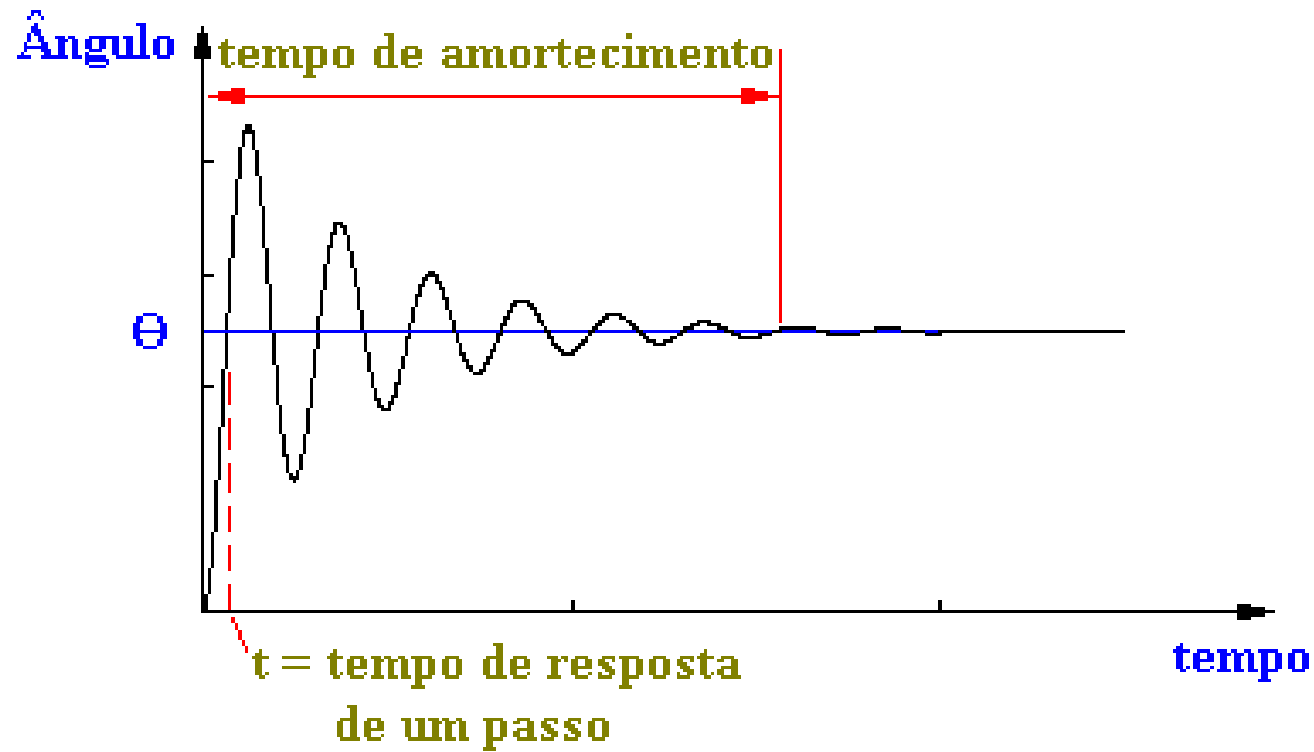
- **Pull-in Torque**

Curva que determina a região parada-partida

- **Pull-out Torque**

Curva que delimita a região máxima de operação sem perda de sincronismo

# CURVA DE RESPOSTA DE UM PASSO



# Classificação estrutural

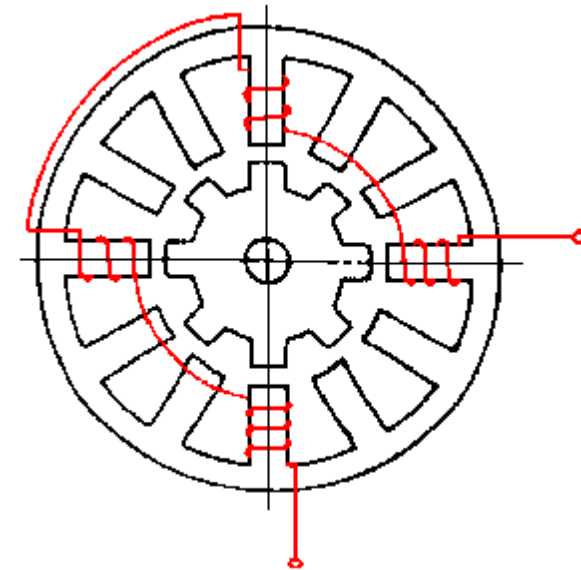
- **RELUTÂNCIA VARIÁVEL**
- **ÍMÃ PERMANENTE**
- **HÍBRIDO**

# RELUTÂNCIA VARIÁVEL

## Características principais:

- ❑ Rotor de aço doce multipolar
- ❑ Enrolamentos no Estator
- ❑ Inércia do rotor baixa
- ❑ Enrolamentos desenergizados, o Torque Residual é nulo

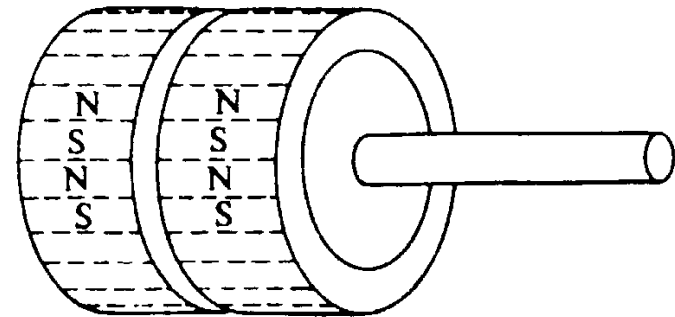
Ângulo de Passo = 15 graus





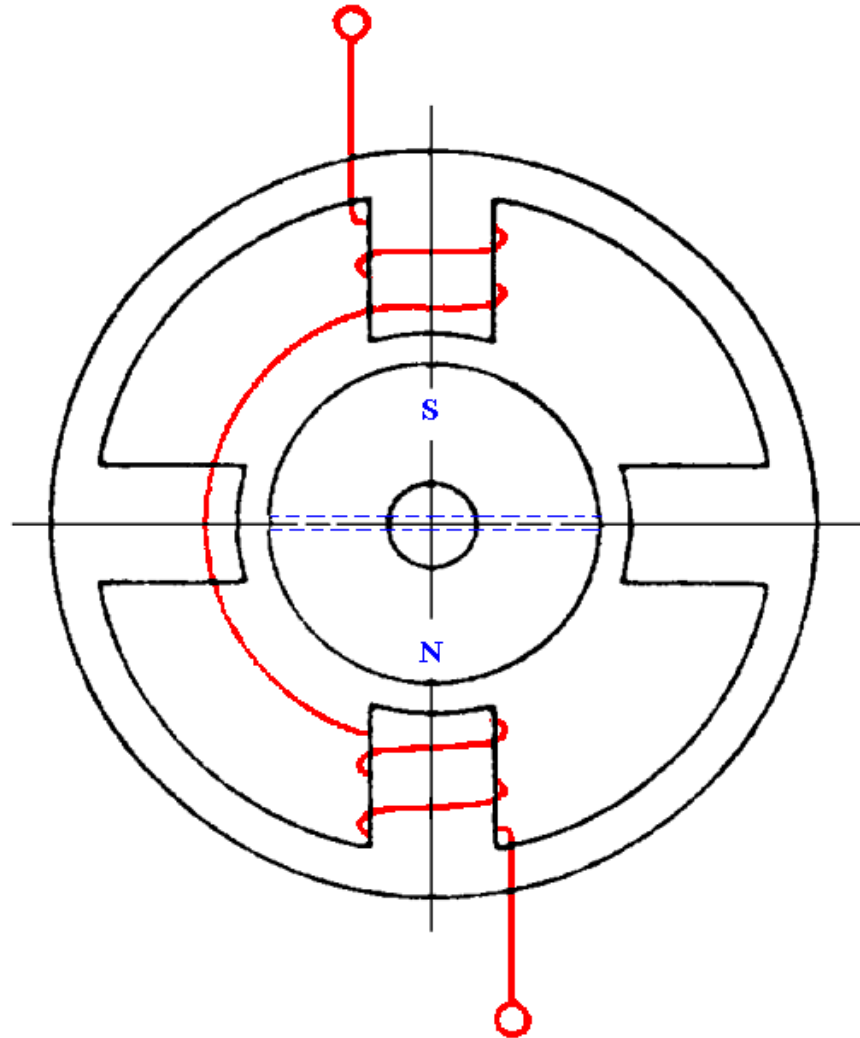
# ÍMÃ PERMANENTE

## Características principais:



- Rotor magnetizado radialmente
- Apresenta Torque de Retenção Estático (Residual)
- Materiais mais utilizados no rotor : Ferrite e Alnico

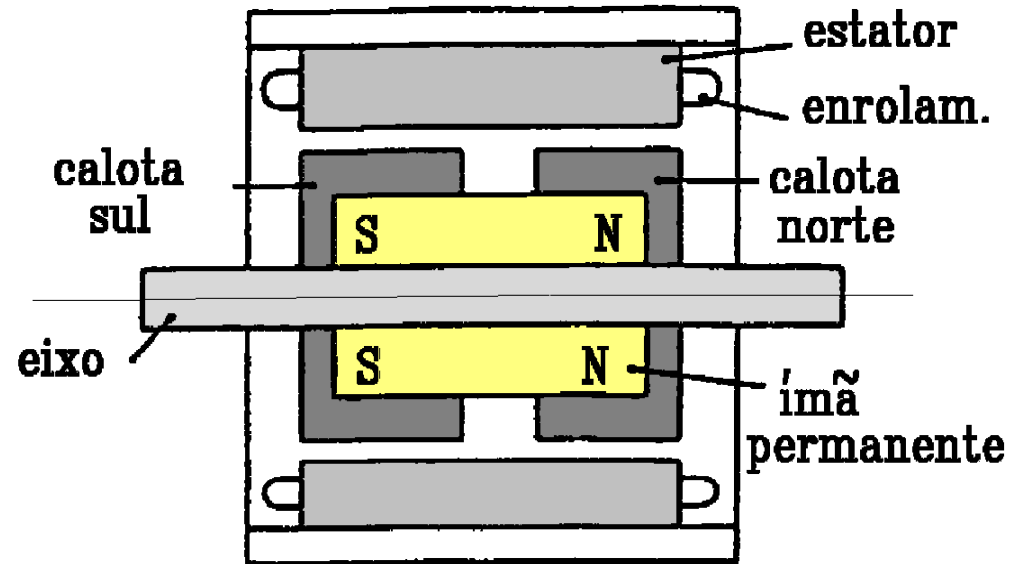
Ângulo de passo 45 graus



□ Enrolamentos no estator

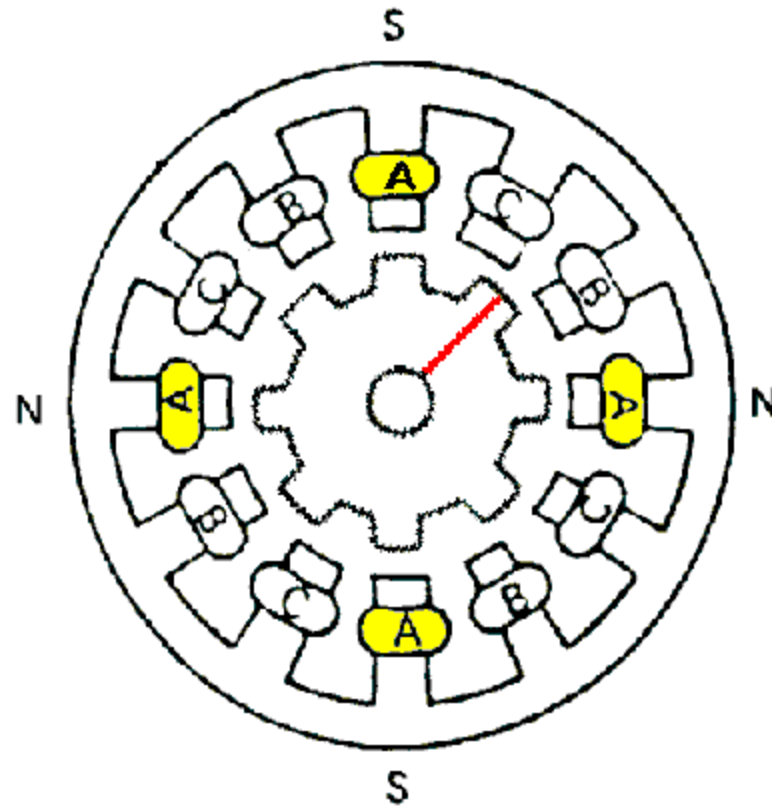
# HÍBRIDO

## Características principais:



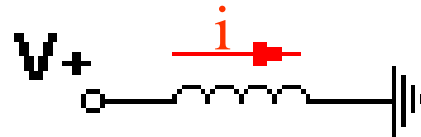
- É uma “mistura” entre os dois anteriores
- Tanto o rotor quanto o estator são multidentados
- Geralmente apresenta alta precisão de posicionamento
- Apresenta alto Conjugado por volume

# TEORIA DE OPERAÇÃO

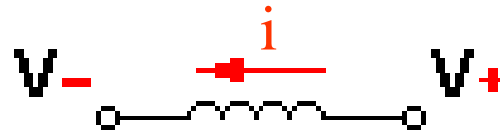


# MODOS DE OPERAÇÃO DOS ENROLAMENTOS

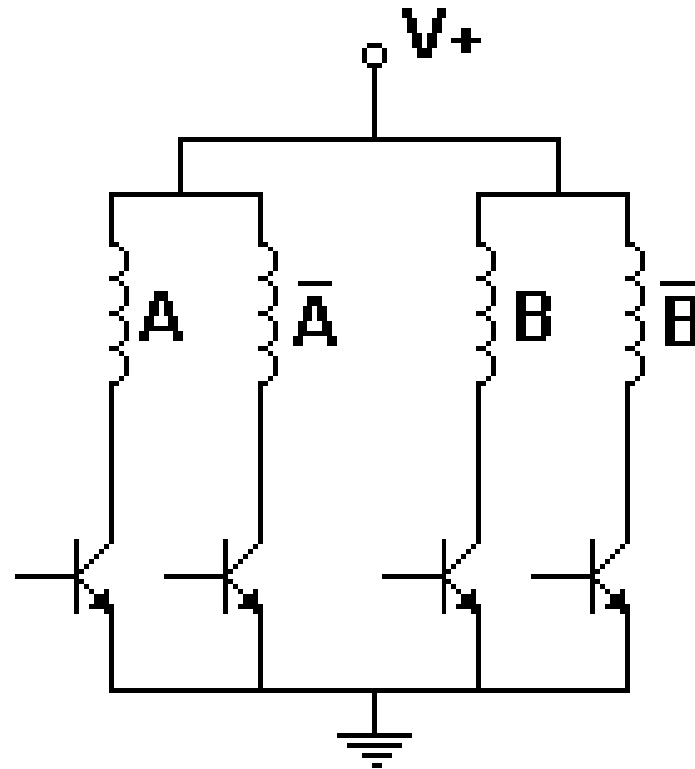
□ Unipolar



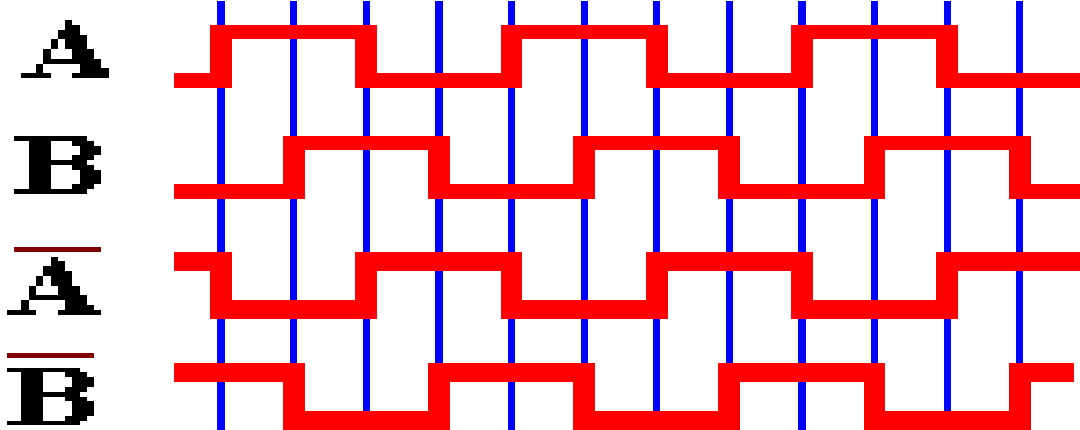
□ Bipolar



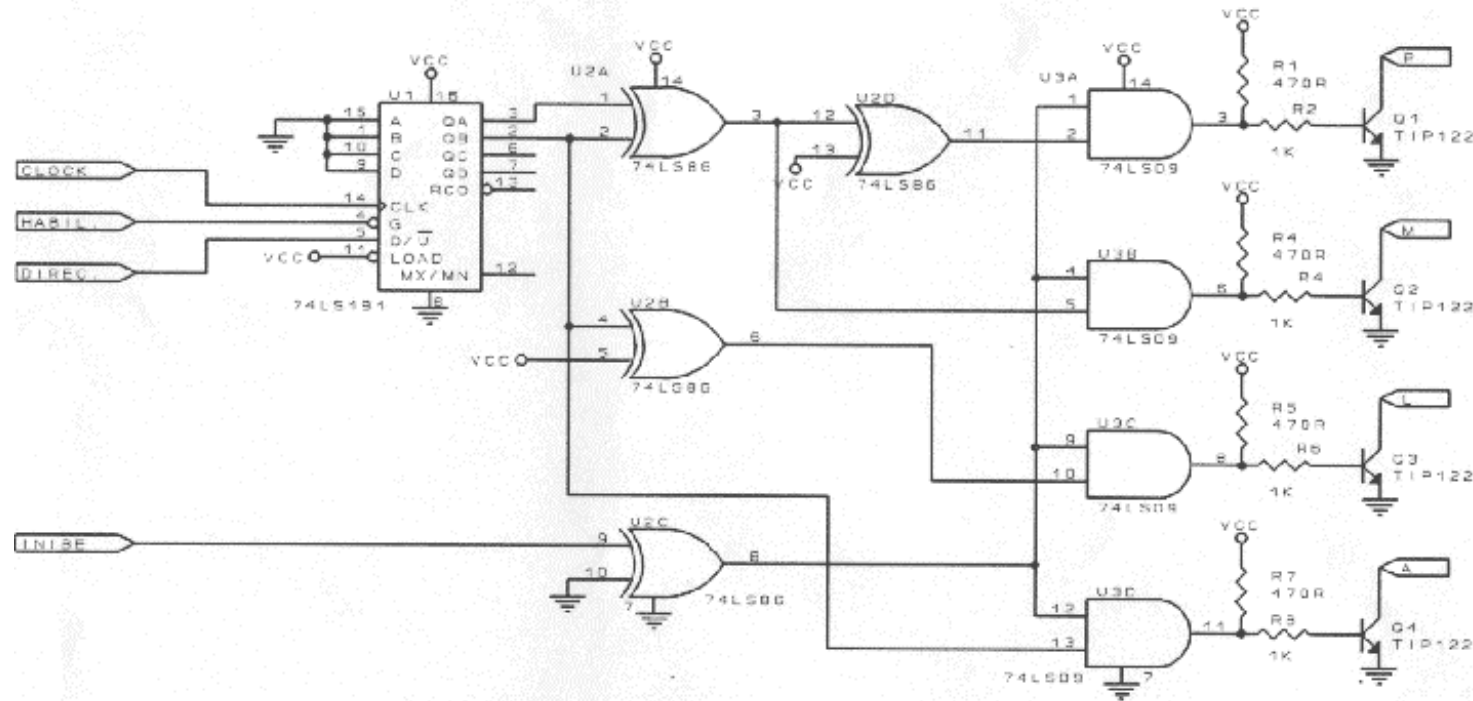
# Circuito de Controle UNIPOLAR simplificado



# Comutação nas Fases (excitação dupla)



# Circuito Acionador (Indexer + Driver) de Motor de Passo (excitação dupla)





# Controle de Motor de Passo com Microcomputador

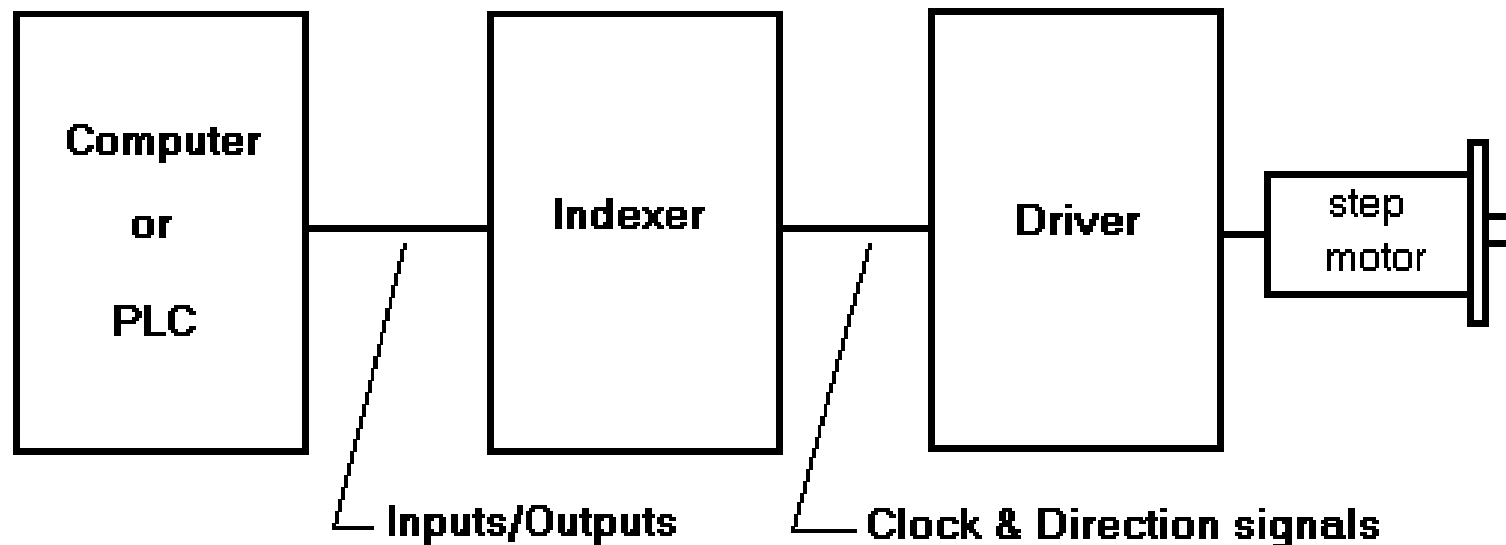


Figure 8: Typical Step Motor System