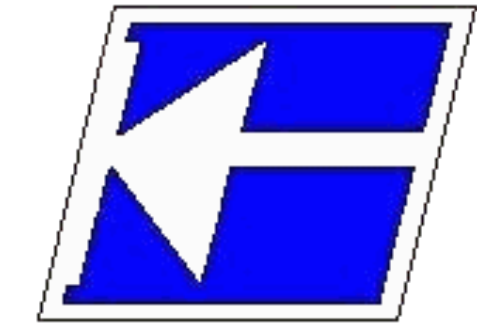




Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Eletrônica  
Acionamentos Eletrônicos



# Motores Sem Escovas

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, agosto de 2021.

# Curso Básico de Acionamentos Eletrônicos

O material do curso está disponível em:

1. Moodle para os alunos matriculados na disciplina;
2. Página do professor;
3. Canal no youtube do professor.



<https://moodle.ifsc.edu.br>



[www.ProfessorPetry.com.br](http://www.ProfessorPetry.com.br)



<https://www.youtube.com>

## Esta aula está organizada em:

1. Princípio de funcionamento dos motores sem escovas:
  - Definição e símbolo do motor elétrico sem escovas;
  - Princípio de funcionamento do motor sem escovas;
  - Principais aplicações dos motores sem escovas;
  - Principais características dos motores sem escovas.
2. Tipos de motores sem escovas:
  - Partes de um motor sem escovas;
  - Motores sem escovas de rotor interno;
  - Motores sem escovas de rotor externo.
3. Circuitos de acionamento de motores sem escovas:
  - Circuito elétrico equivalente do motor sem escovas;
  - Acionamento de motores sem escovas.



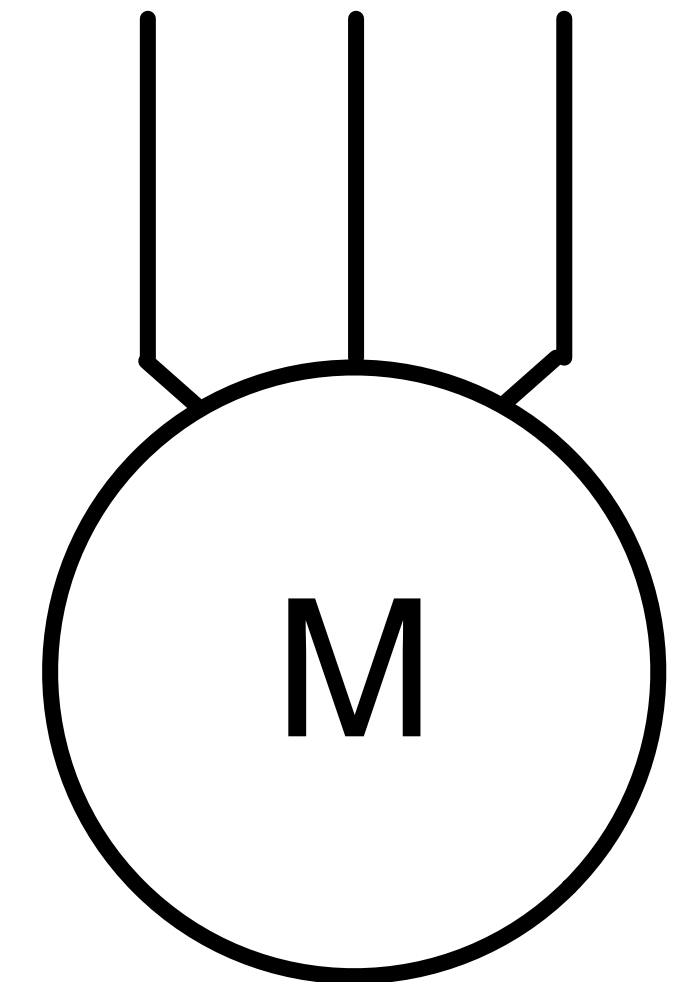
Os motores sem escovas tem diversas aplicações, inclusive para mobilidade, em veículos elétricos, por exemplo.



# Funcionamento dos motores sem escovas

## Definições e considerações:

- O motor elétrico sem escovas é uma máquina elétrica rotativa de corrente contínua, que converte energia elétrica em movimento.
- A principal diferença dos motores sem escovas para os motores de passo é a velocidade de rotação e suas aplicações, pois os últimos são motores de baixa velocidade, enquanto os primeiros podem operar com altas velocidades.
- Os motores sem escovas, também conhecidos por motores síncronos para corrente contínua, são denominados de BLDC ou BLDM (brushless direct current motor - motor de corrente contínua sem escovas).

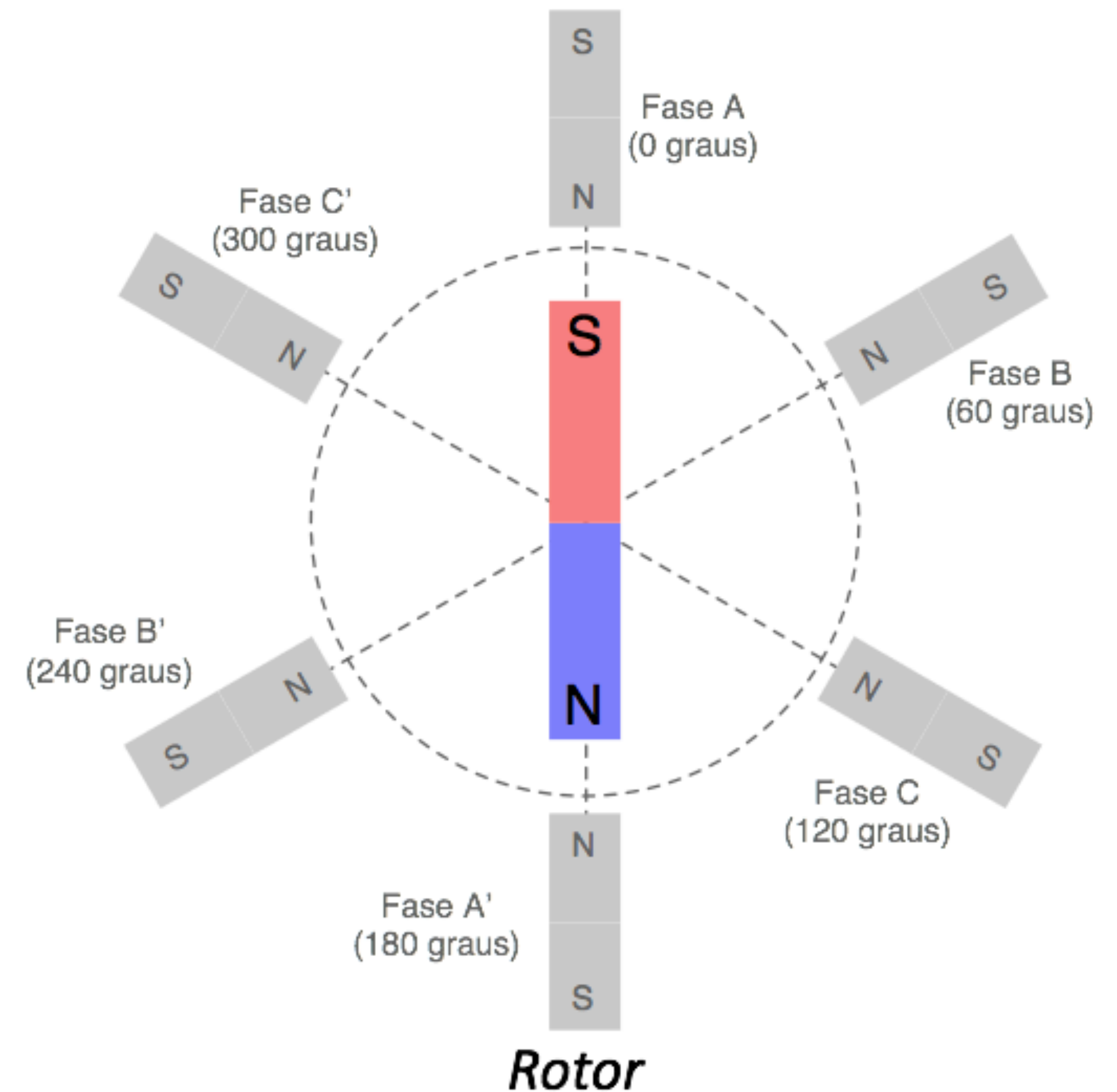
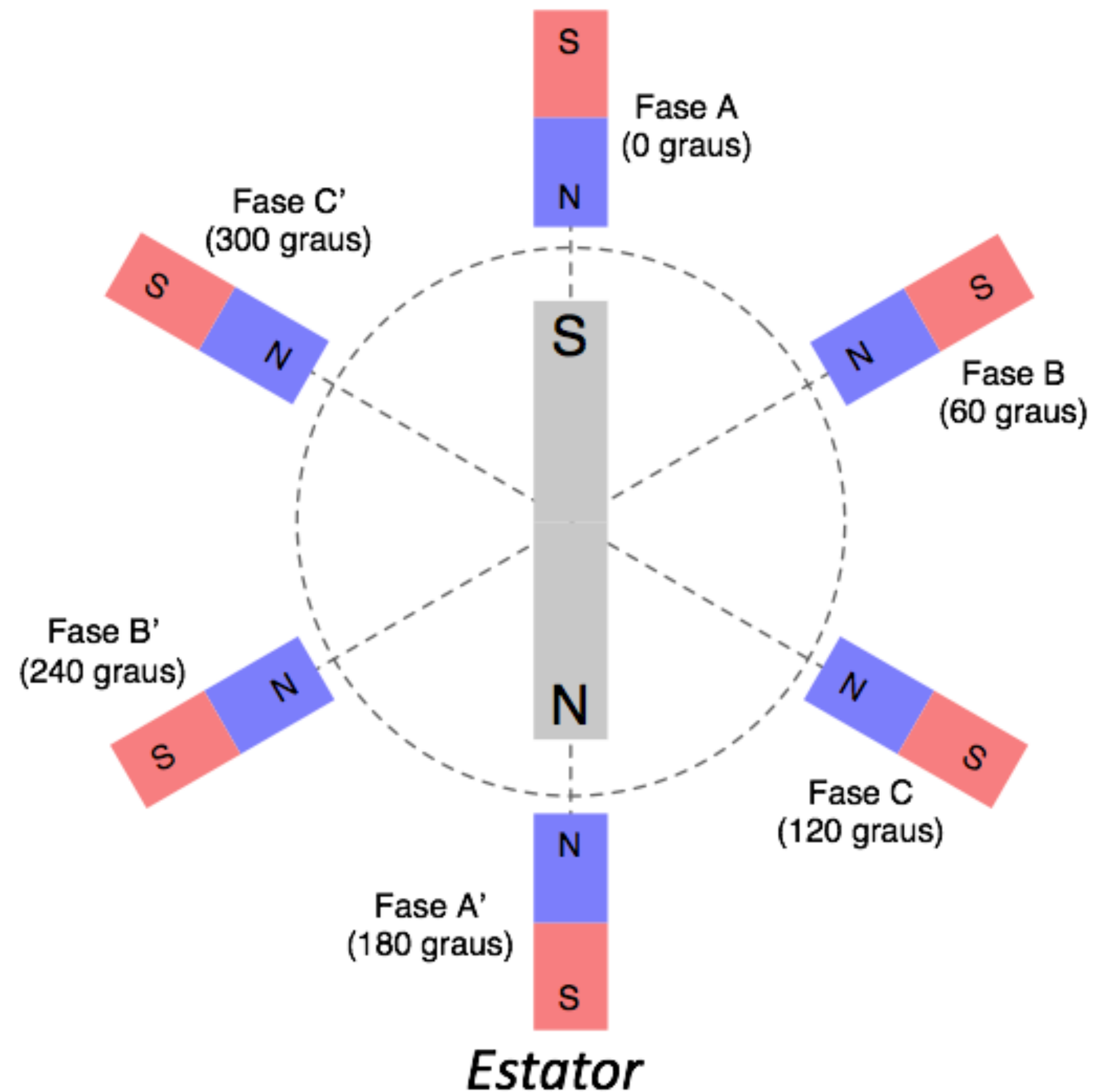


Símbolo do sem escovas

# Funcionamento dos motores sem escovas

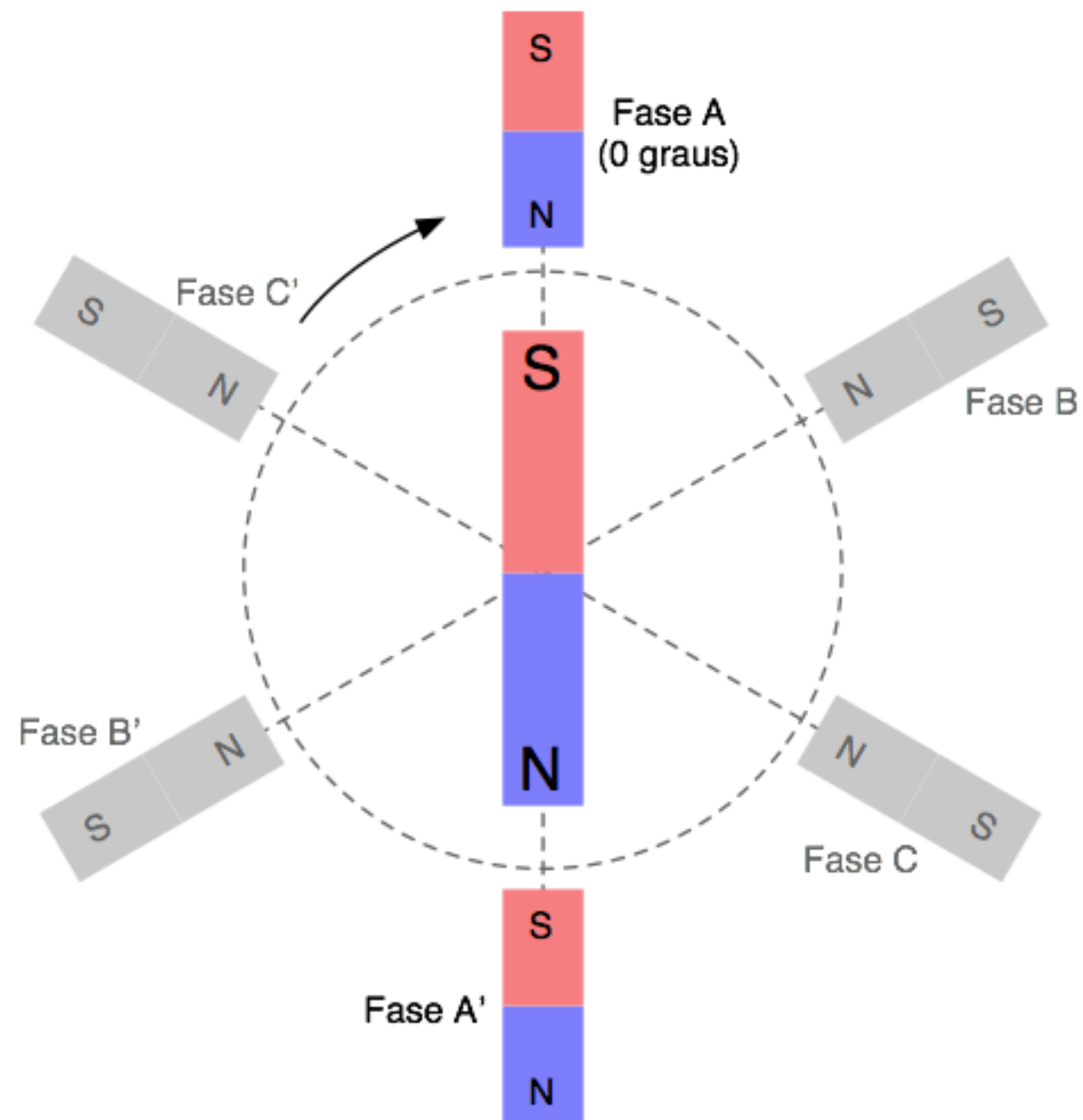
Partes elementares de um motor escovas:

- Estator;
- Rotor.

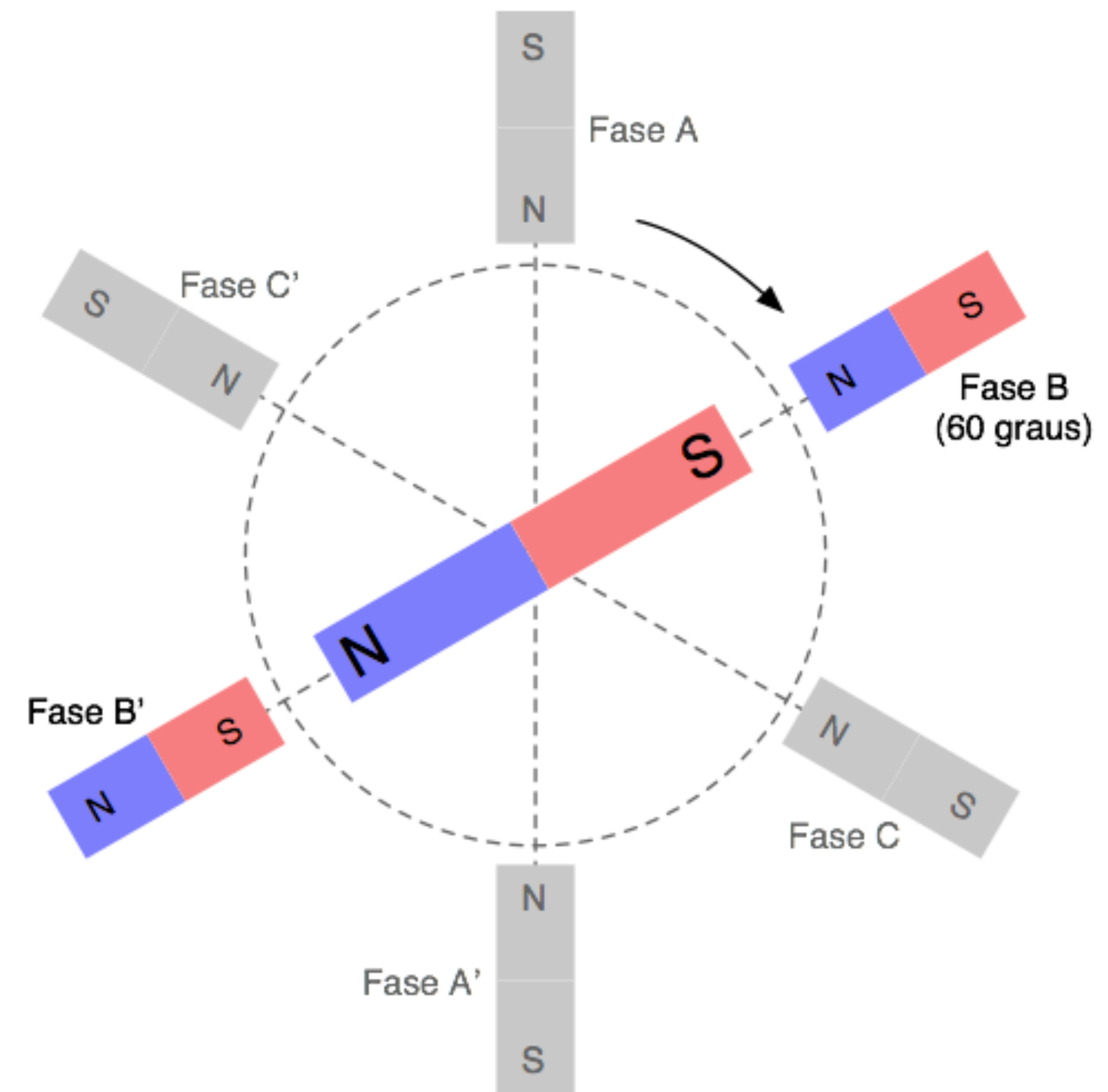


# Funcionamento dos motores sem escovas

Sequência de pulsos para girar o rotor:



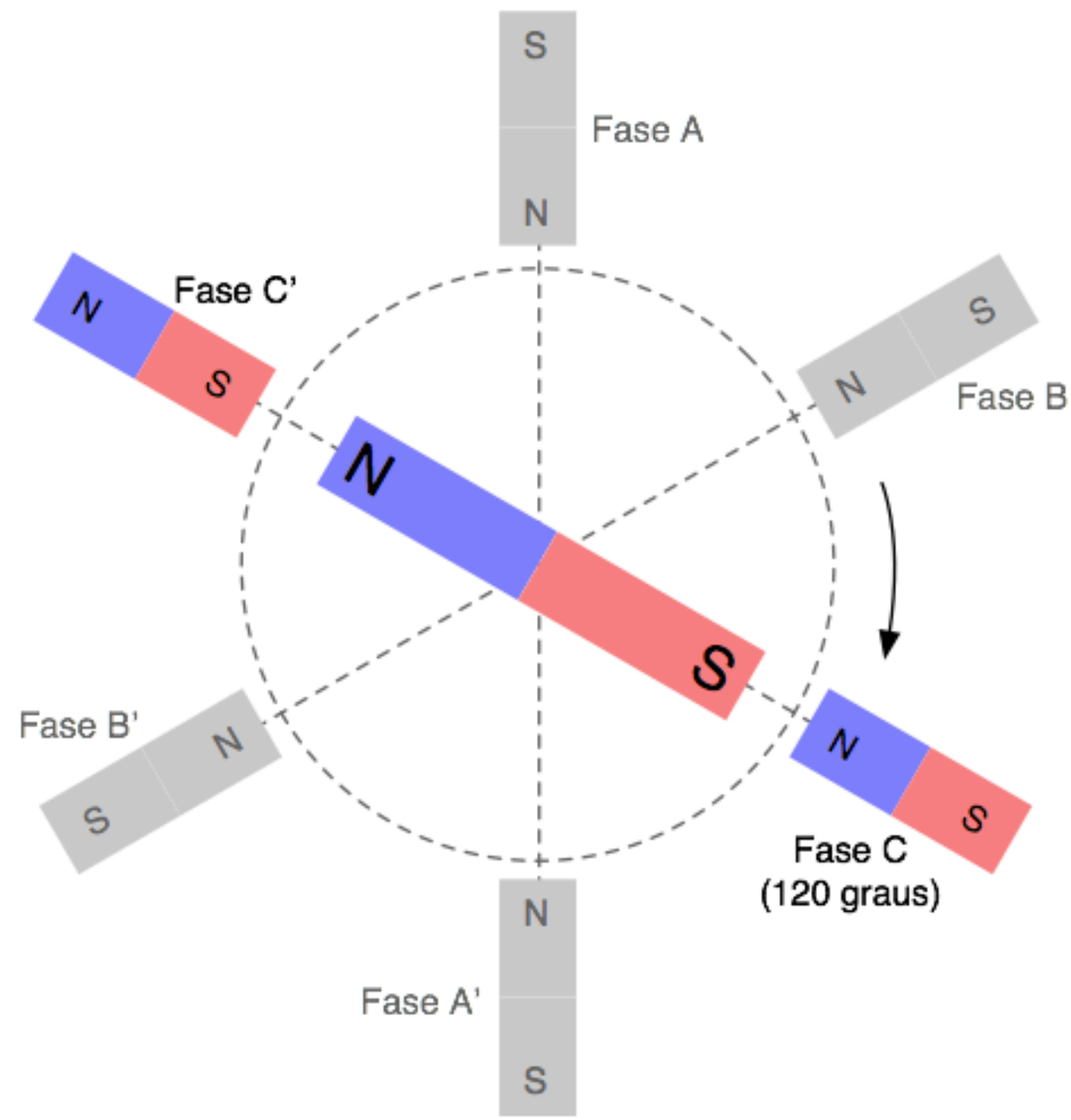
*Primeiro pulso – Fase A*



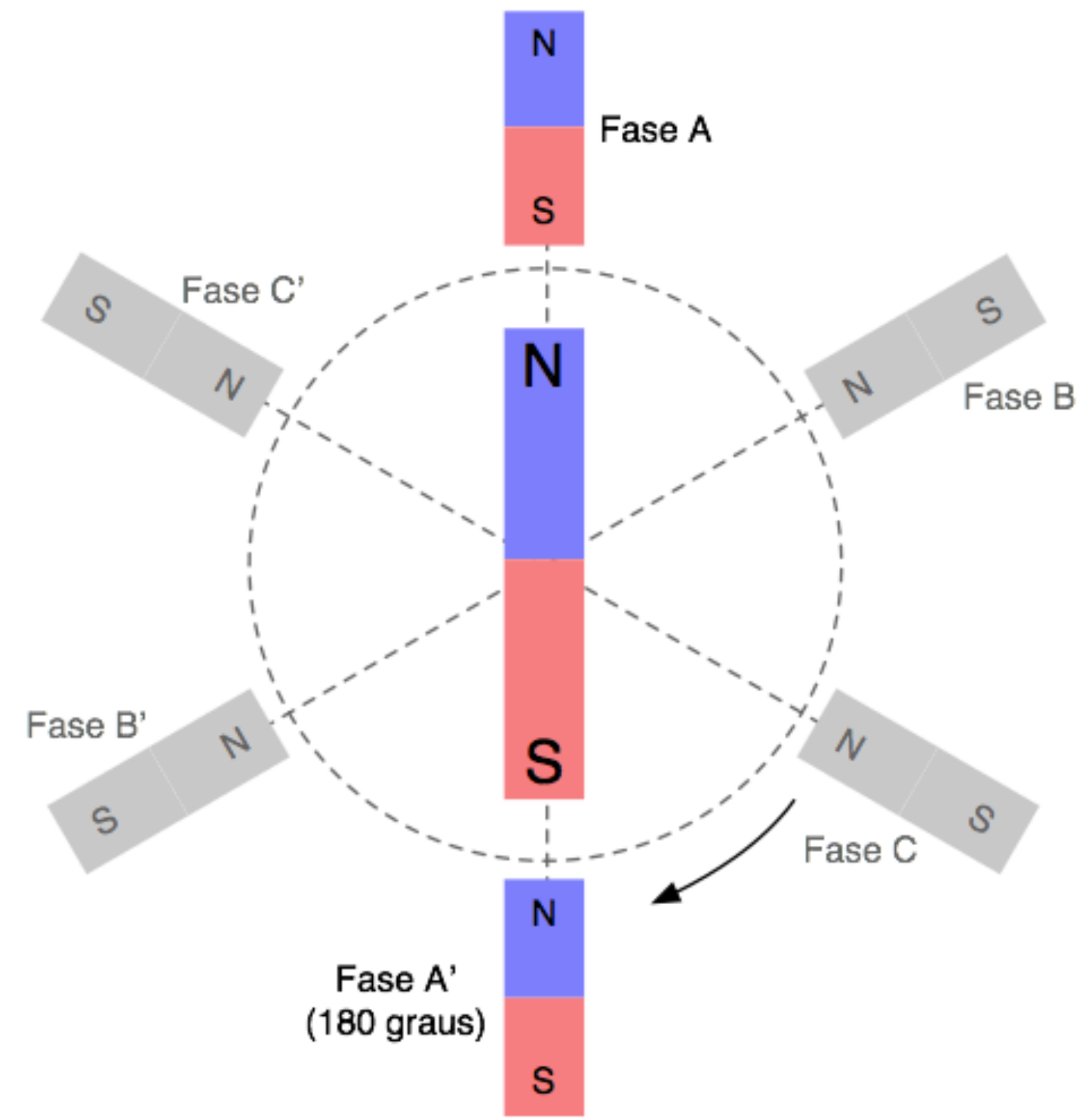
*Segundo pulso – Fase B*

# Funcionamento dos motores sem escovas

Sequência de pulsos para girar o rotor:



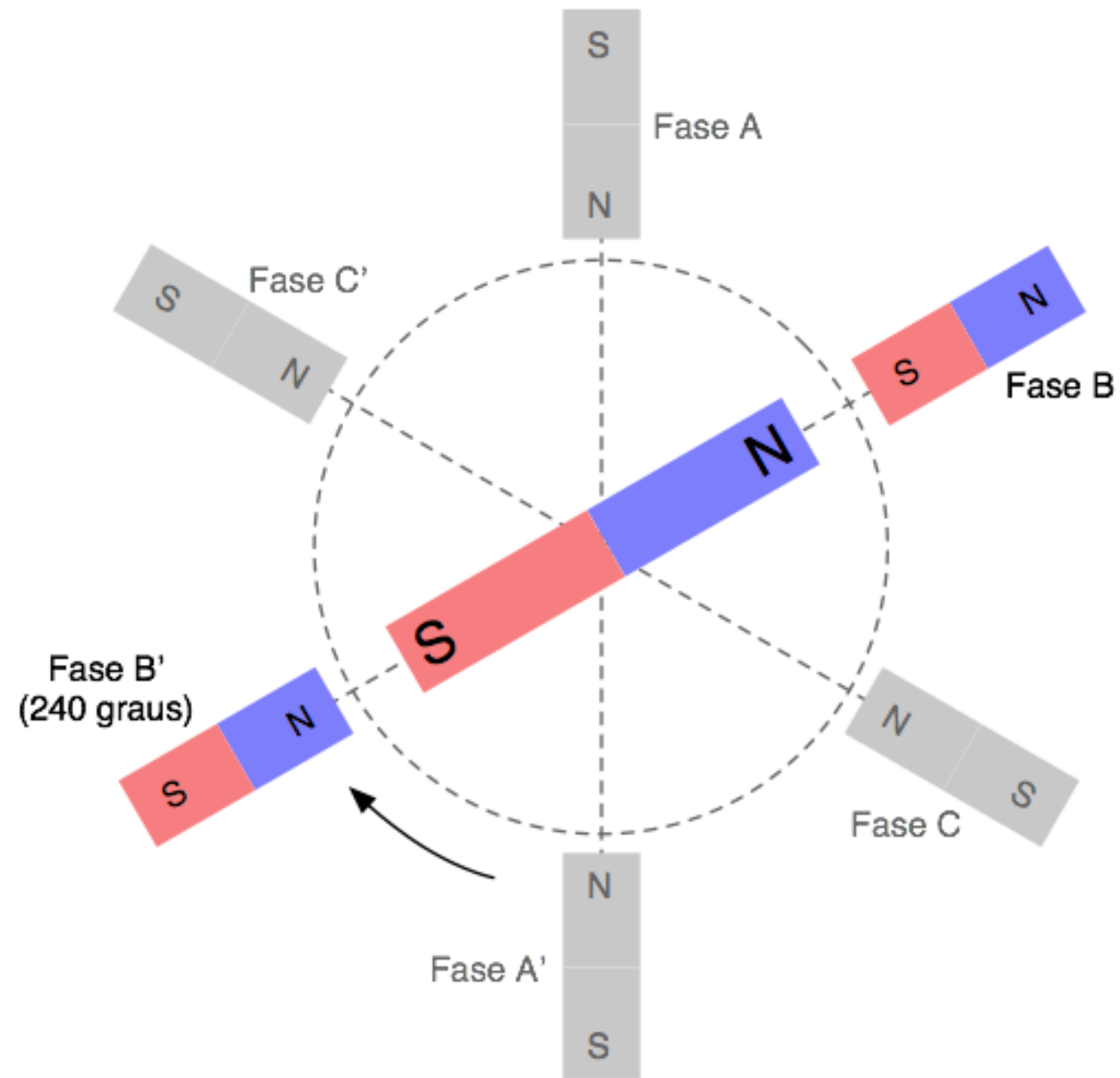
*Terceiro pulso – Fase C*



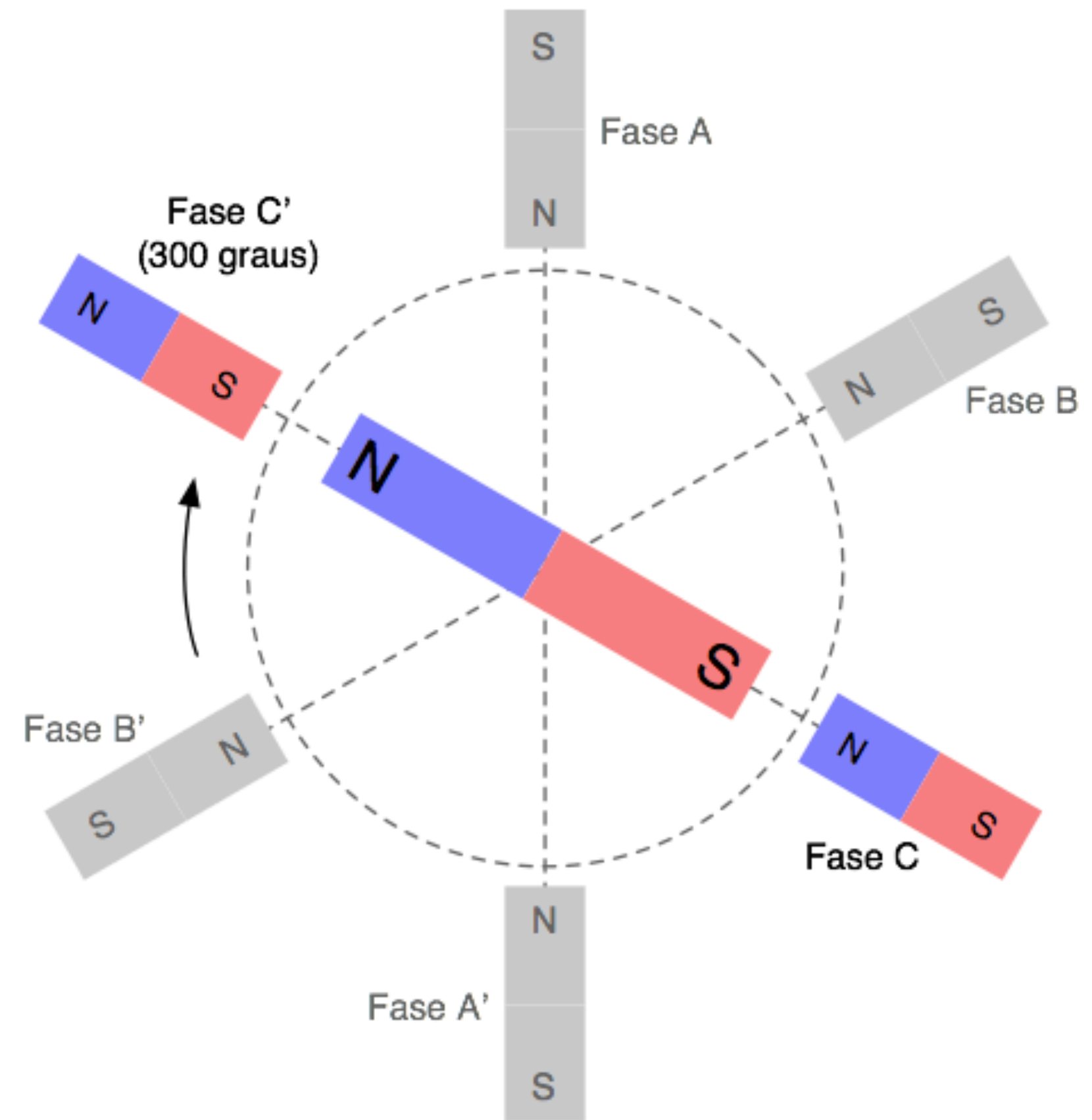
*Quarto pulso – Fase A'*

# Funcionamento dos motores sem escovas

Sequência de pulsos para girar o rotor:



*Quinto pulso – Fase B'*



*Sexto pulso – Fase C'*

# Funcionamento dos motores sem escovas

## Principais aplicações dos motores sem escovas:

- Exemplos de aplicações: drones, aeromodelos, ferramentas elétricas, instrumentação, robótica, veículos elétricos, empilhadeiras, máquinas de costura, informática, dentre outras.



Drone



Automodelo ou nautimodelo



Automação



Aeromodelo

# Funcionamento dos motores sem escovas

## Vantagens dos motores sem escovas:

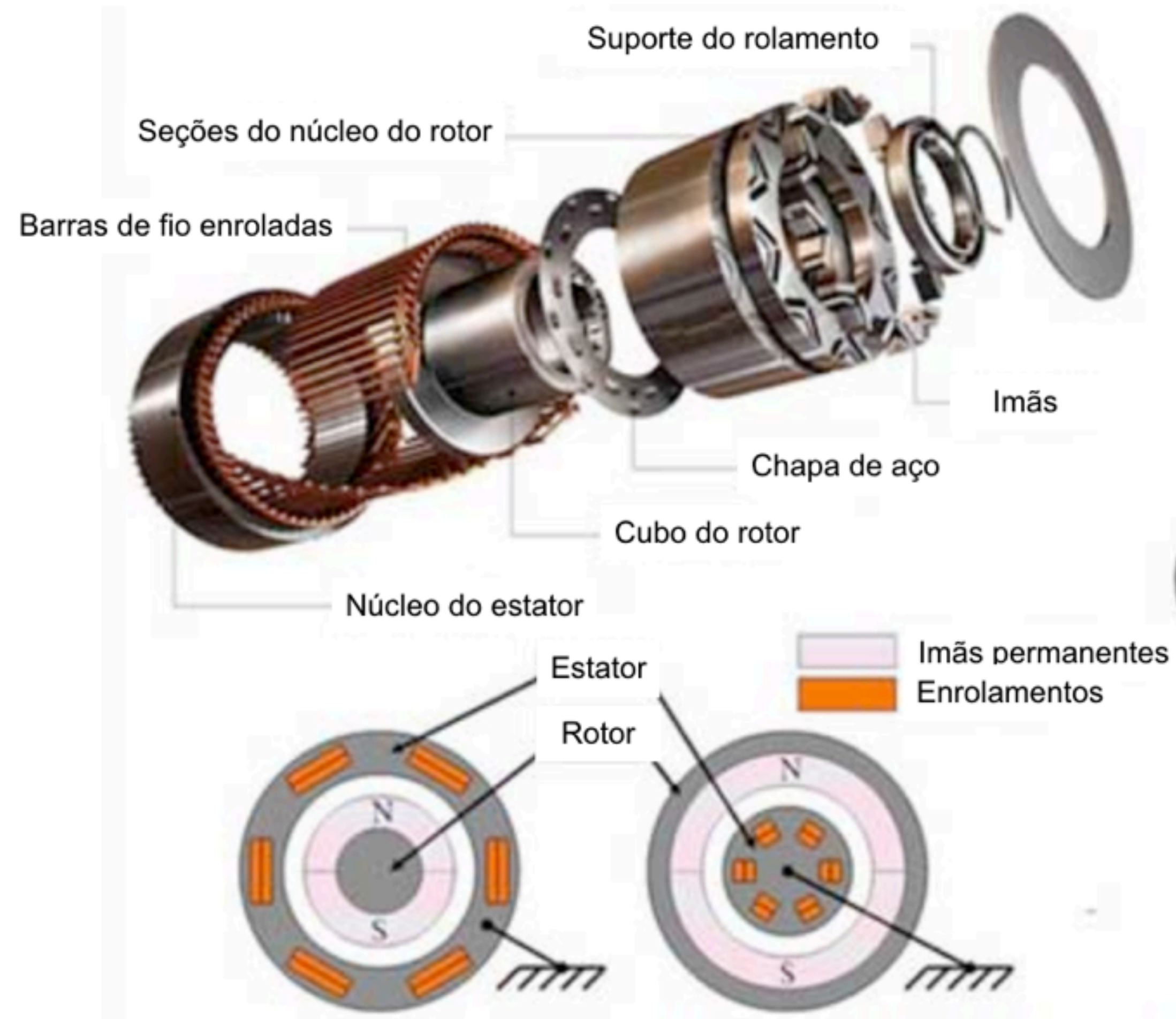
- Operação em alta velocidade - Os motores sem escovas podem operar com elevado conjugado para altas velocidades de operação, superiores a 10000 rotações por minuto (RPM), por exemplo;
- Baixa manutenção - Em sendo motores sem escovas e sem coletor, não exigem manutenção frequente como os motores de corrente contínua ou universais;
- Alta densidade de potência - Os motores sem escovas são compactos, com alta relação de potência versus volume construtivo;
- Alta eficiência - Em relação aos motores com escovas (motores de corrente contínua e universais) possuem menores perdas e mais simples de resfriar;
- Aceleração rápida - São motores com resposta rápida, permitindo acelerações e alterações no sentido de rotação rapidamente e com pouca inércia no rotor.

## Desvantagens dos motores de passo:

- Acionamento complexo - O circuito de acionamento dos motores sem escovas deve ser específico, envolvendo conversores cc-ca e interruptores rápidos;
- Necessidade de sensores de posição - Para operar com altas velocidades e com velocidade constante, os motores sem escovas necessitam de sensores para identificar a posição exata do rotor, visando se aplicar os pulsos de acionamento corretamente;
- Dificuldade para alterar a velocidade - A velocidade do motor pode ser alterada modificando-se o intervalo de aplicação dos pulsos de acionamento, o que deve ser feito no comando do circuito de potência, envolvendo eletrônica de potência, não sendo possível apenas alterar a amplitude da tensão de alimentação como é feito no motor de corrente contínua.

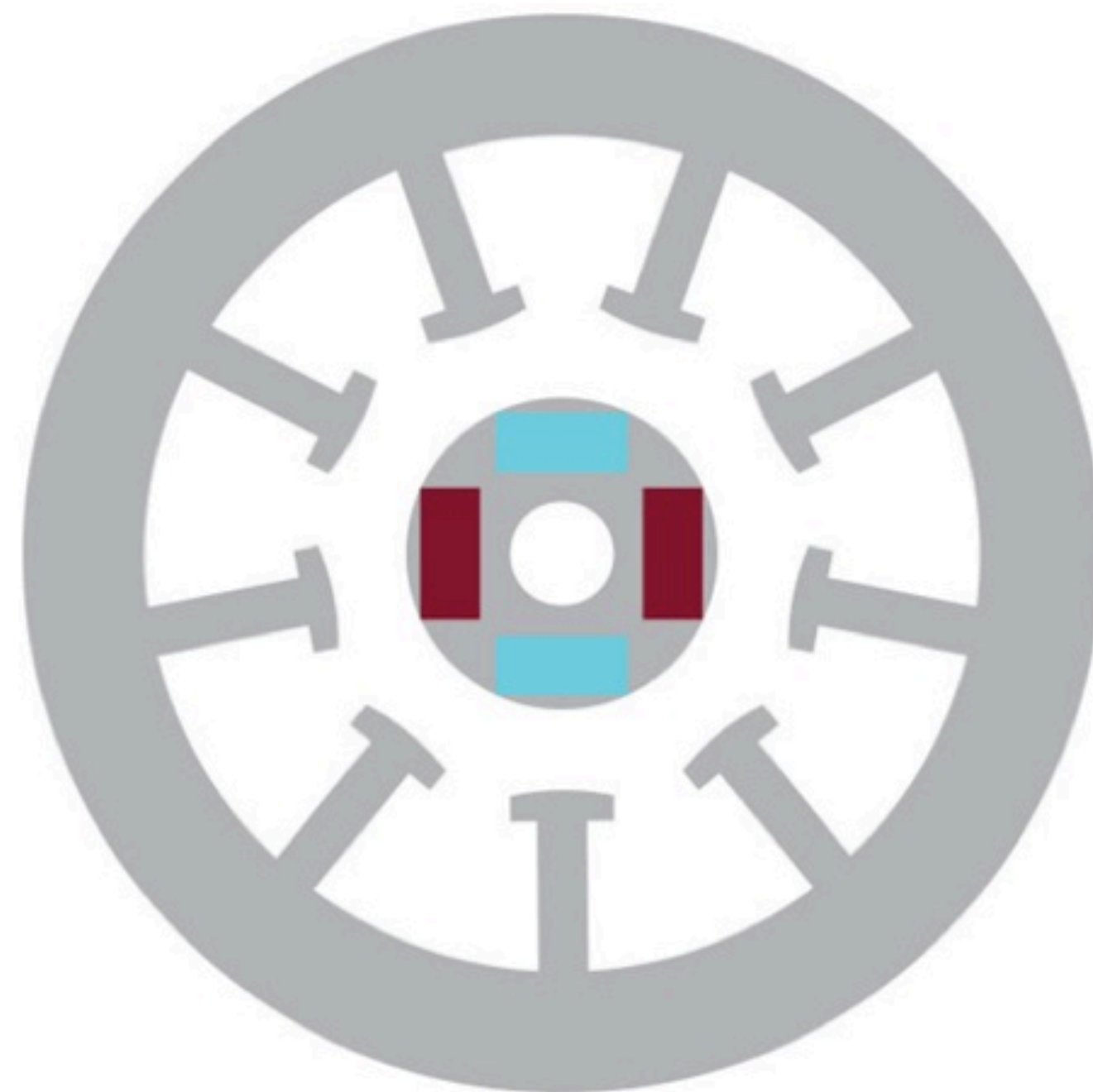
# Tipos de motores sem escovas

Partes de um motor sem escovas:

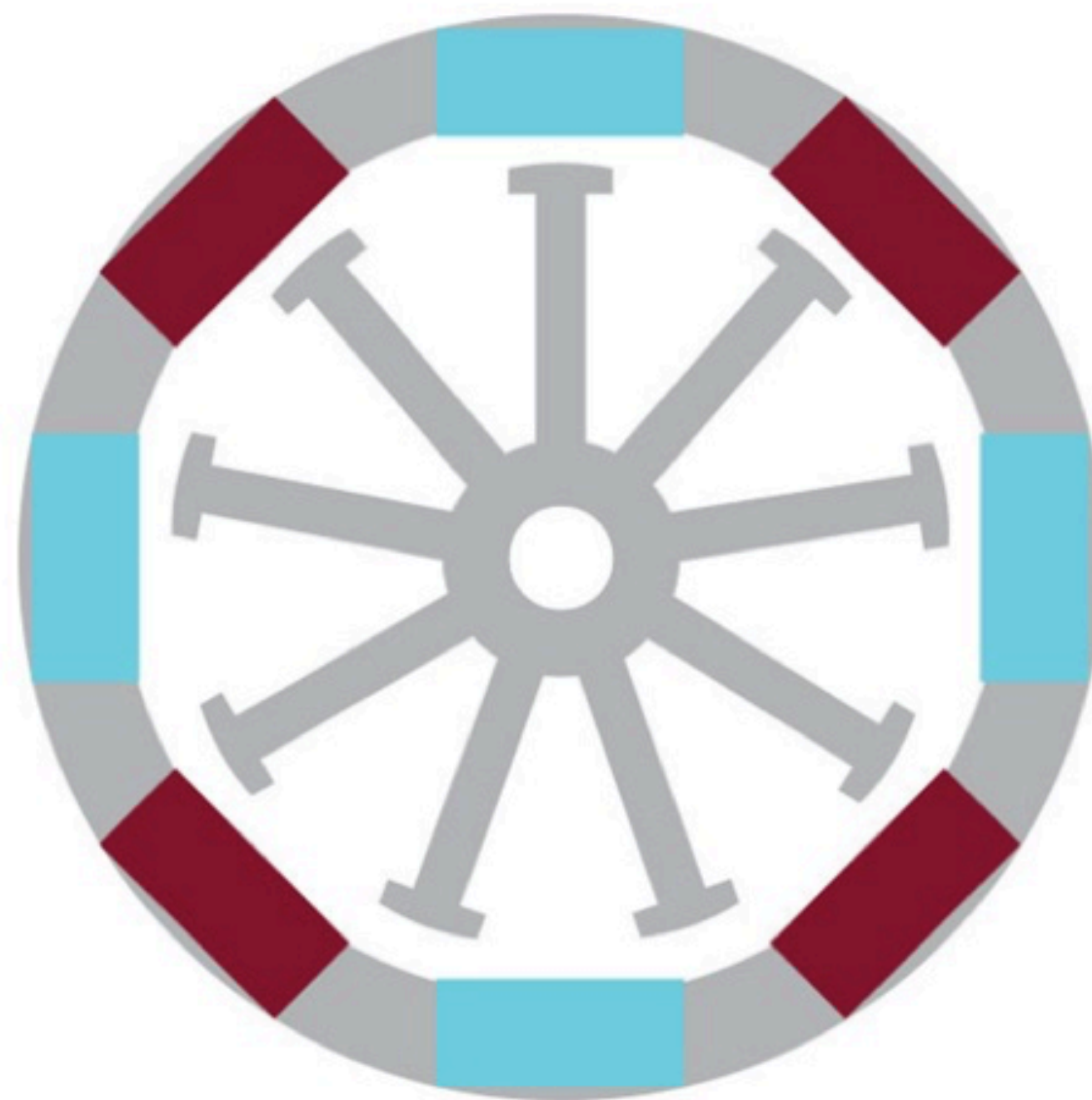


## Tipos de motores sem escovas

Tipos de motores sem escovas:



*Rotor interno (inrunner)*



*Rotor externo (outrunner)*

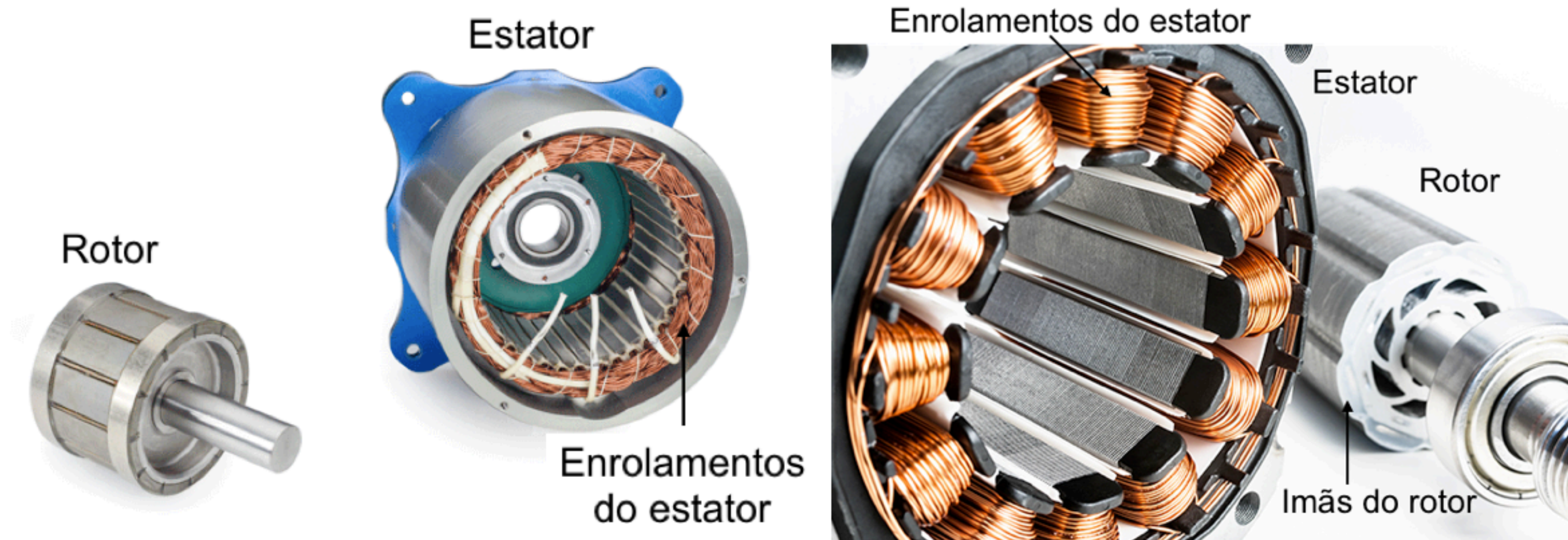
Fonte: <https://www.analog.com>



Fonte: <https://www.amazon.com>

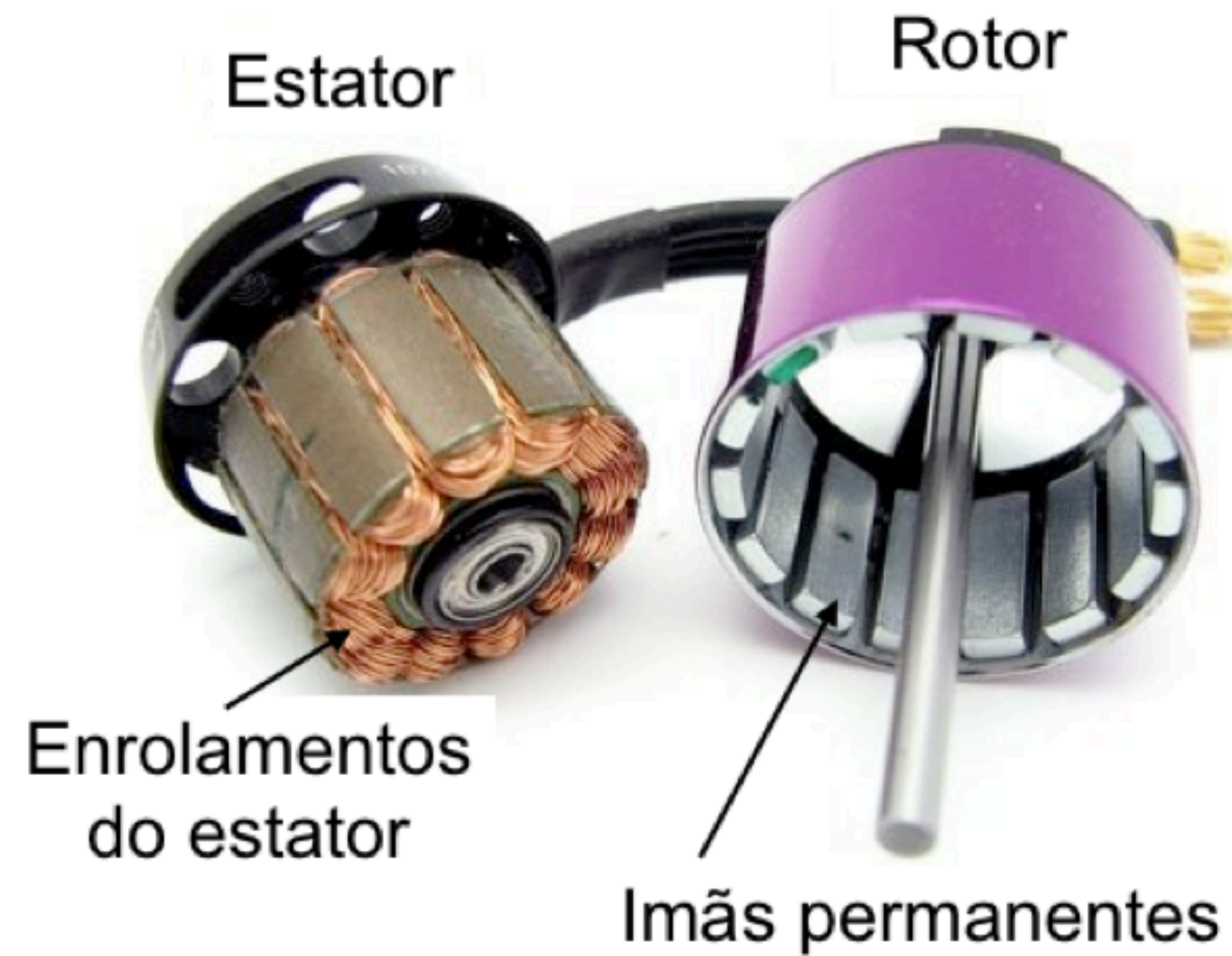
# Tipos de motores sem escovas

Motor sem escovas de rotor interno (inrunner):



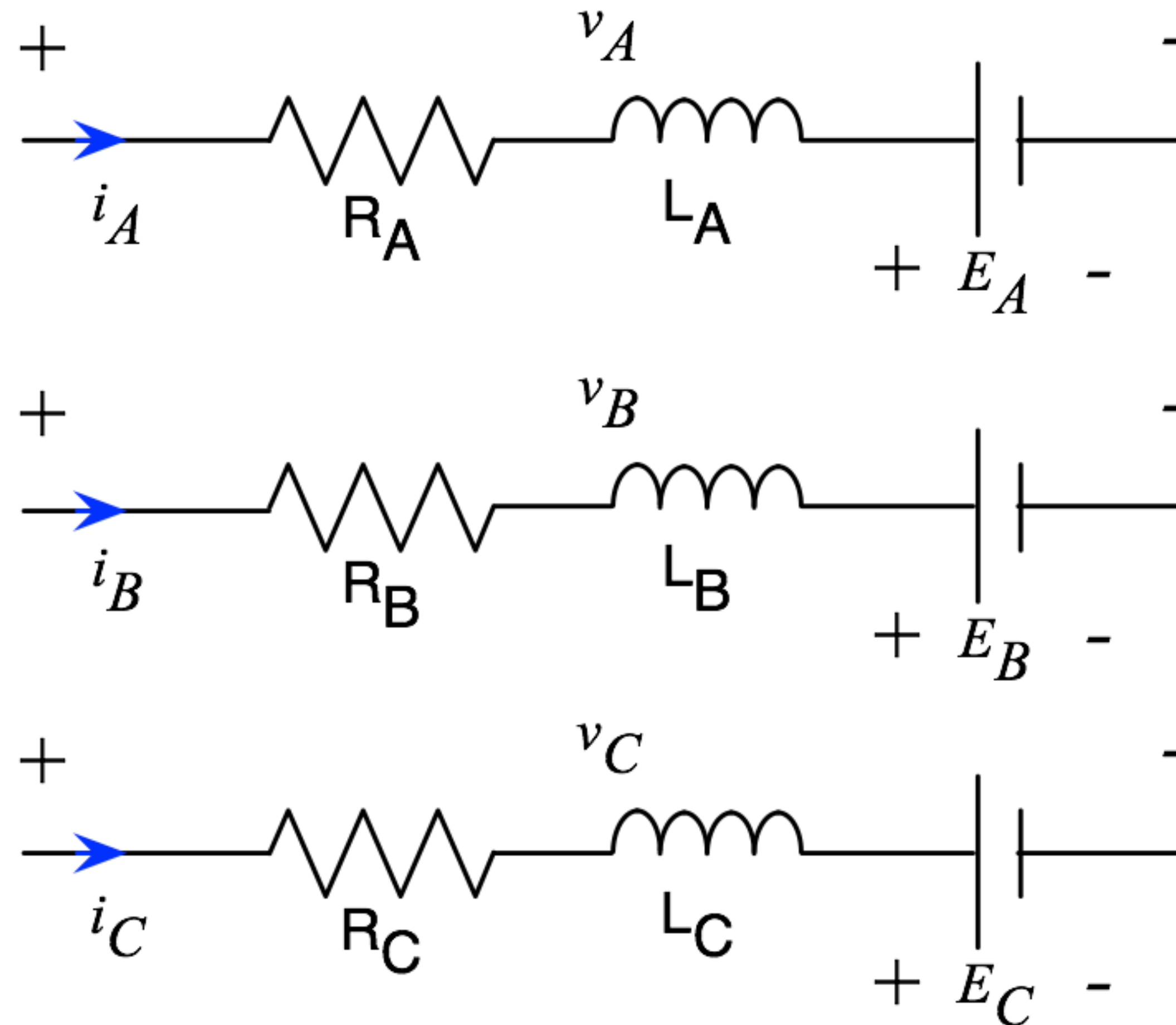
## Tipos de motores sem escovas

Motor sem escovas de rotor externo (outrunner):



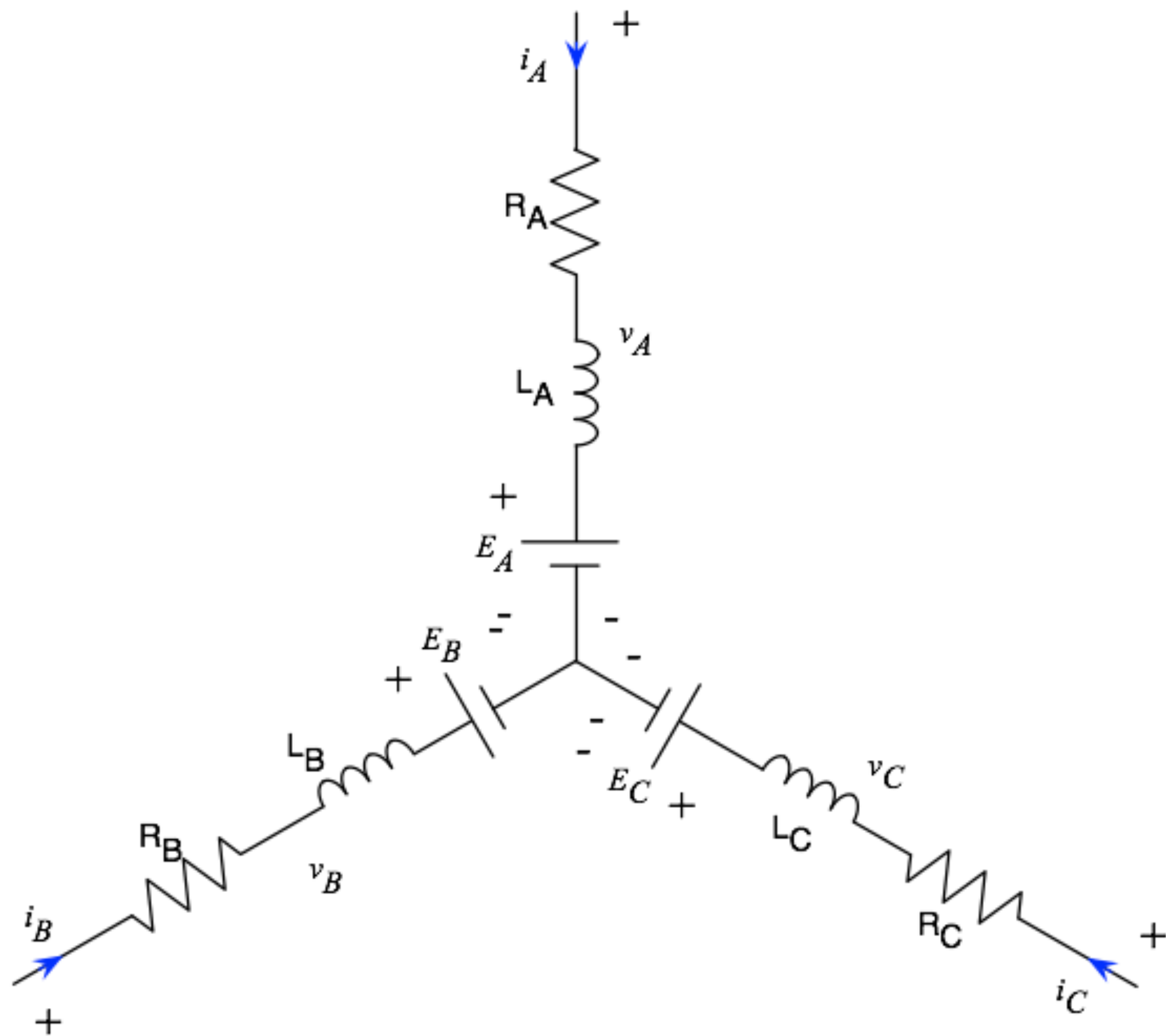
# Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Circuito elétrico equivalente do motor sem escovas trifásico:

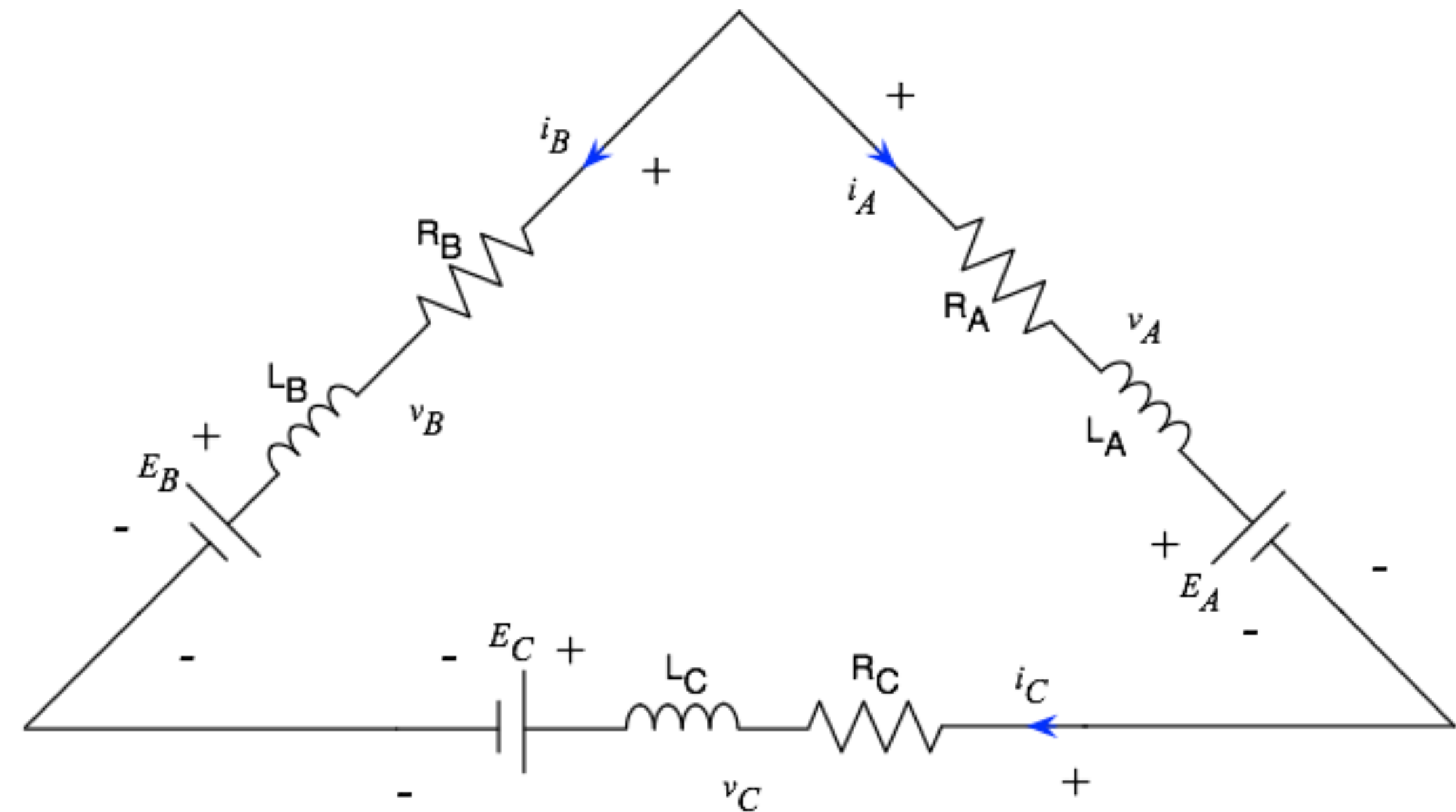


# Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Conexões das fases de um motor sem escovas:



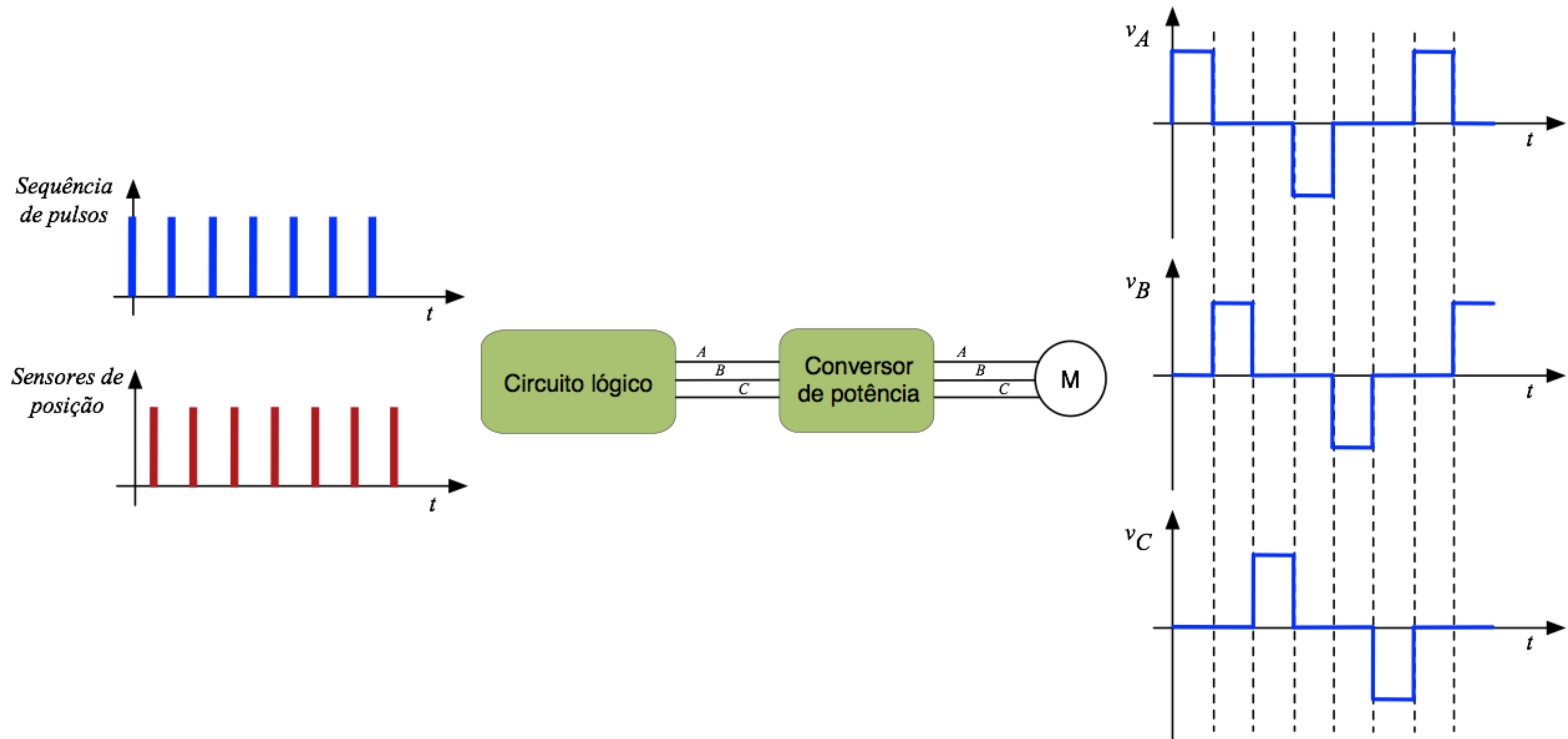
*Estrela*



*Triângulo ou delta*

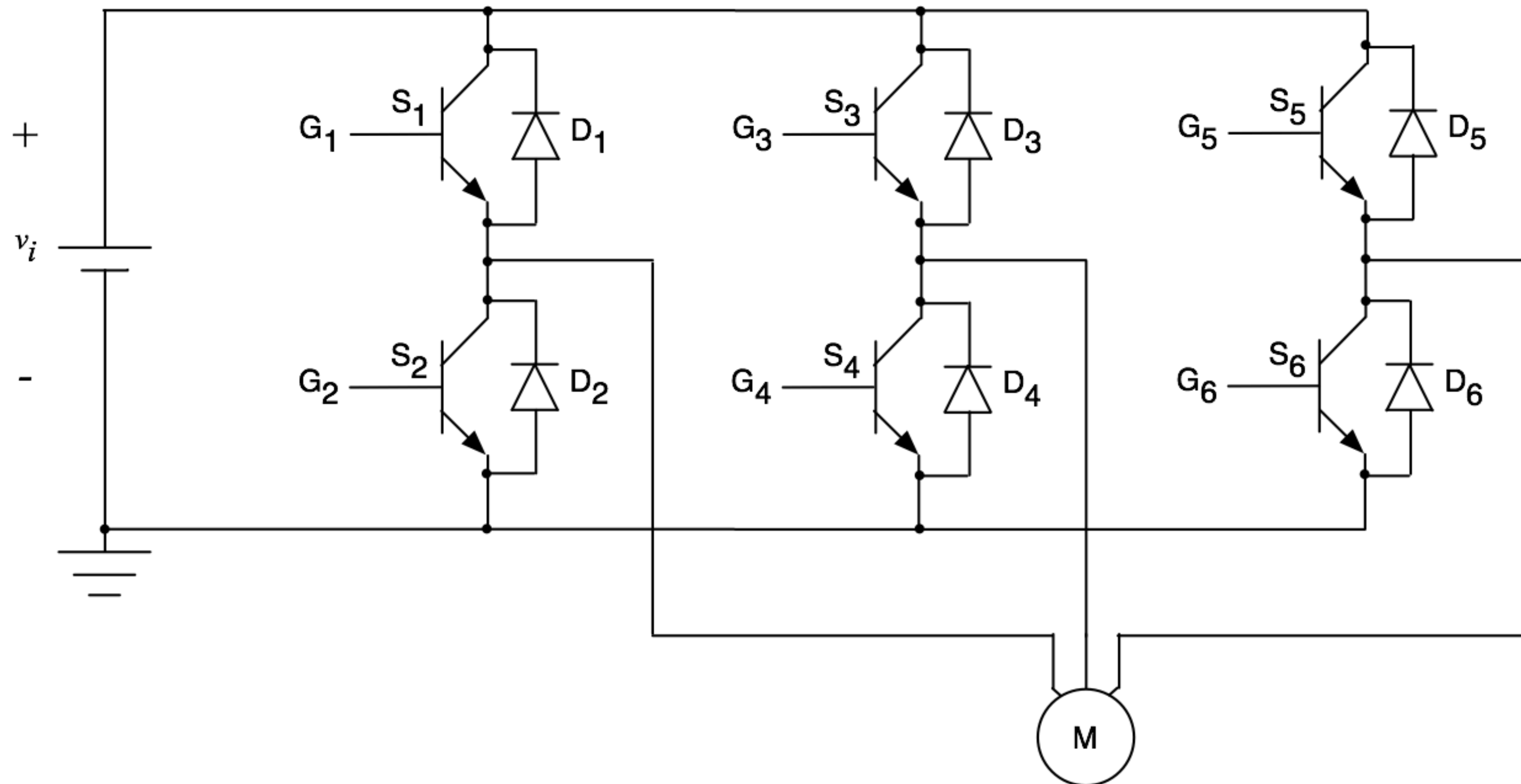
# Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores sem escovas:



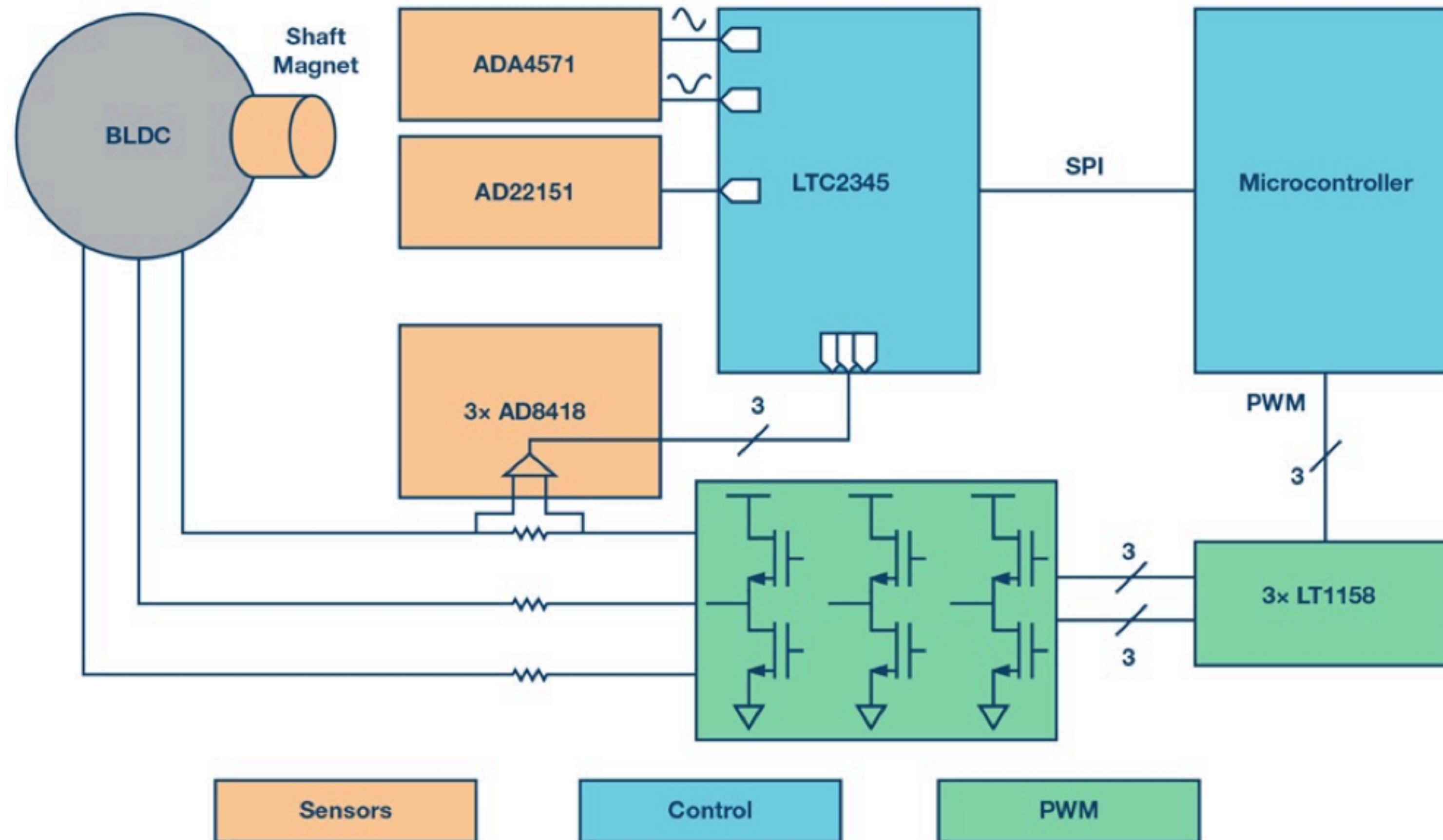
# Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores de sem escovas trifásico:



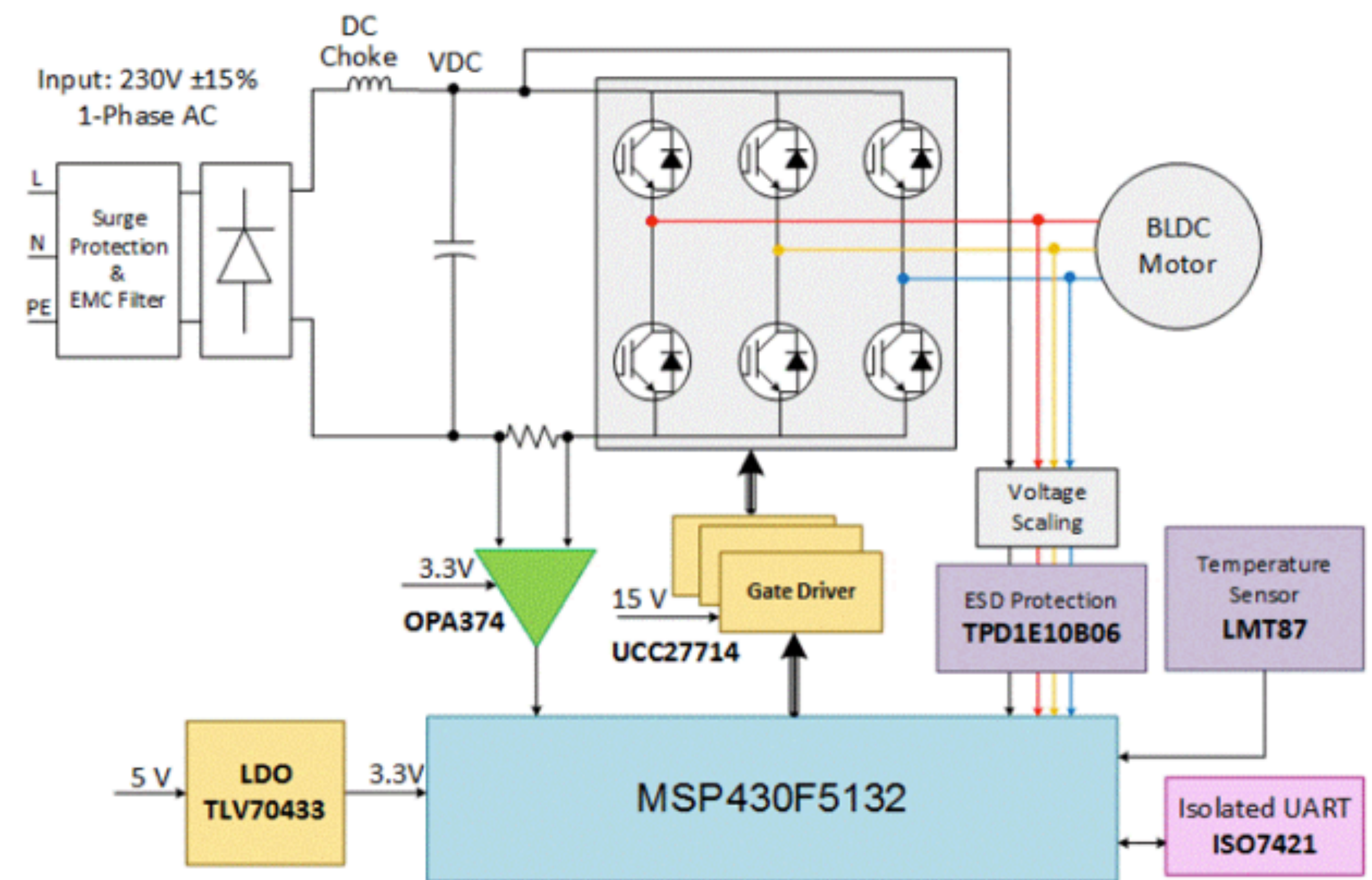
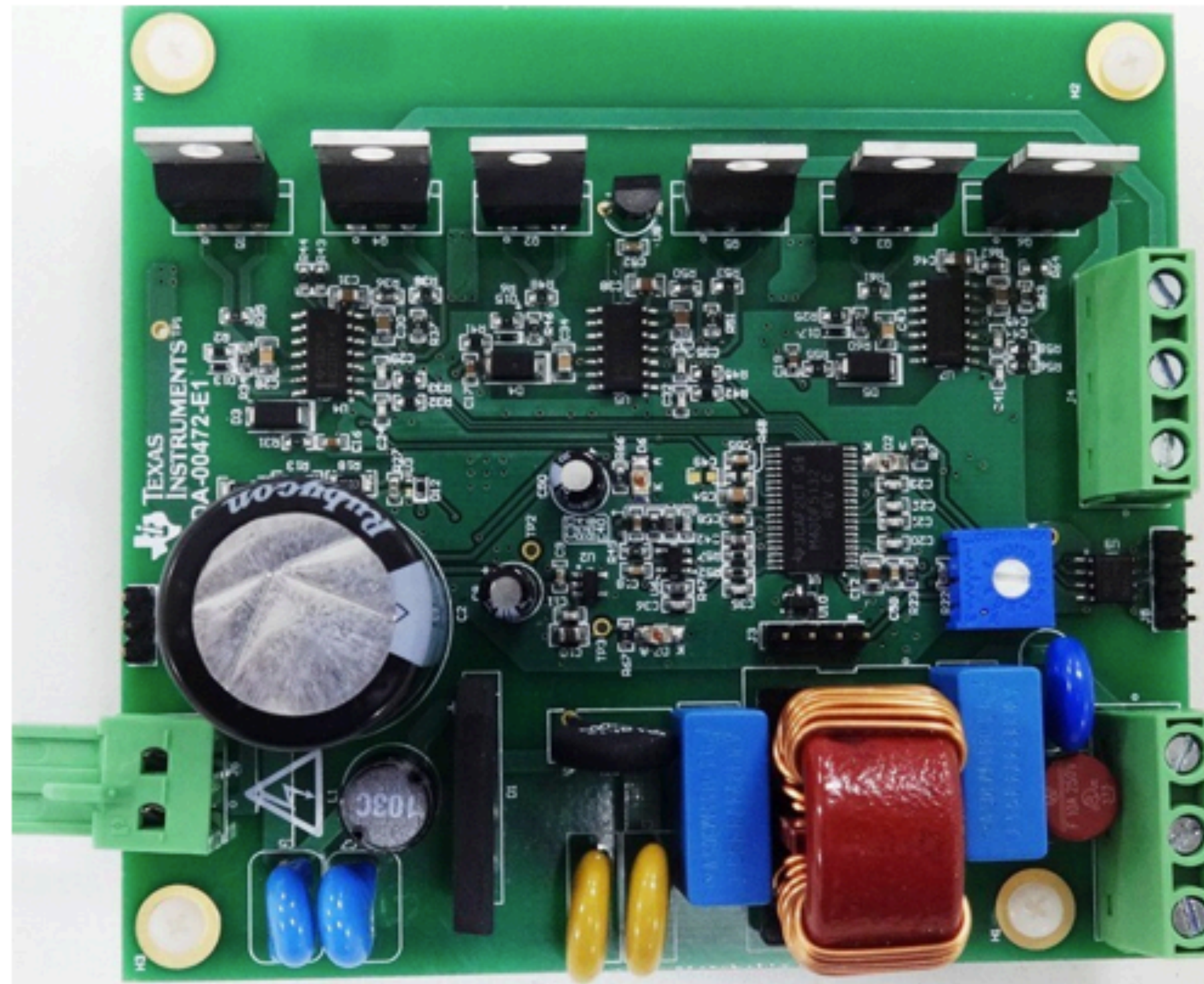
# Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores sem escovas com circuitos integrados:



# Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores sem escovas com circuitos integrados:



## Motores de indução monofásicos



Uso geral



Bombas



Ar condicionado



Ventiladores



Compressores



Linha branca



Processador alimentos



Linhas dedicadas

Exemplos de motores de indução monofásicos

Fonte: <https://www.weg.net>