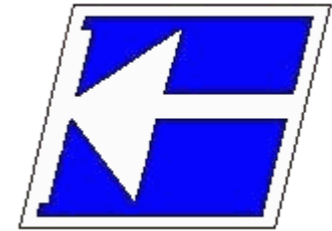


Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Máquinas Elétricas



Acionamento de Motores Sem Escovas

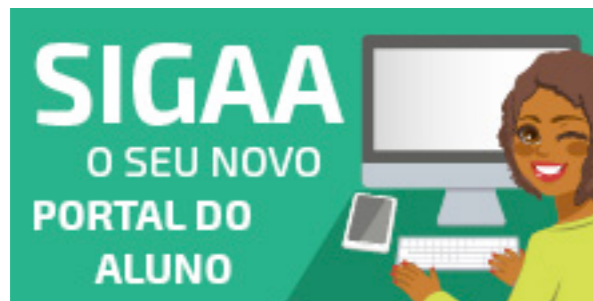
Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, abril de 2026.

Máquinas Elétricas

O material do curso está disponível em:

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



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

ProfessorPetry
Conhecimento para uma vida plena

PRINCIPAL PROJETO PUBLICAÇÕES CONTATO



Bem vindo ao Website pessoal de Clovis Antonio Petry

O objetivo desta página é a divulgação de informações sobre eletrônica, em especial eletrônica de potência. Todos os materiais disponibilizados podem ser livremente utilizados, desde que citados os autores. As disciplinas do semestre corrente podem ser acessadas clicando na imagem da esquerda abaixo. Material didático pode ser encontrado clicando na imagem da direita abaixo.



Eventos

Outubro, 2020
SNCT 2020
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2020, Florianópolis, SC.
[Acesse...](#)

Setembro, 2020
COBENGE 2020
XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e III Simpósio Internacional de Educação em Engenharia da ABENGE, Bento Gonçalves, RS. [Acesse...](#)

www.ProfessorPetry.com.br



<https://www.youtube.com>

Agenda

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.



Motivação

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

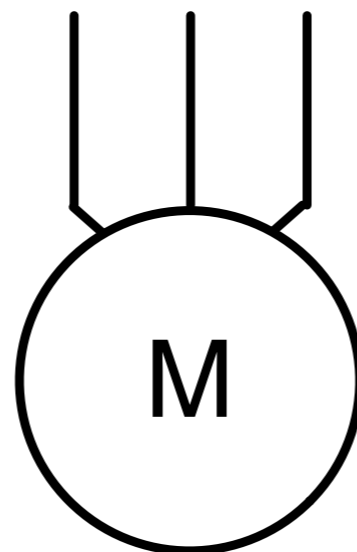


<https://www.autoracing.com.br/o-e-motor-da-mclaren/>

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).

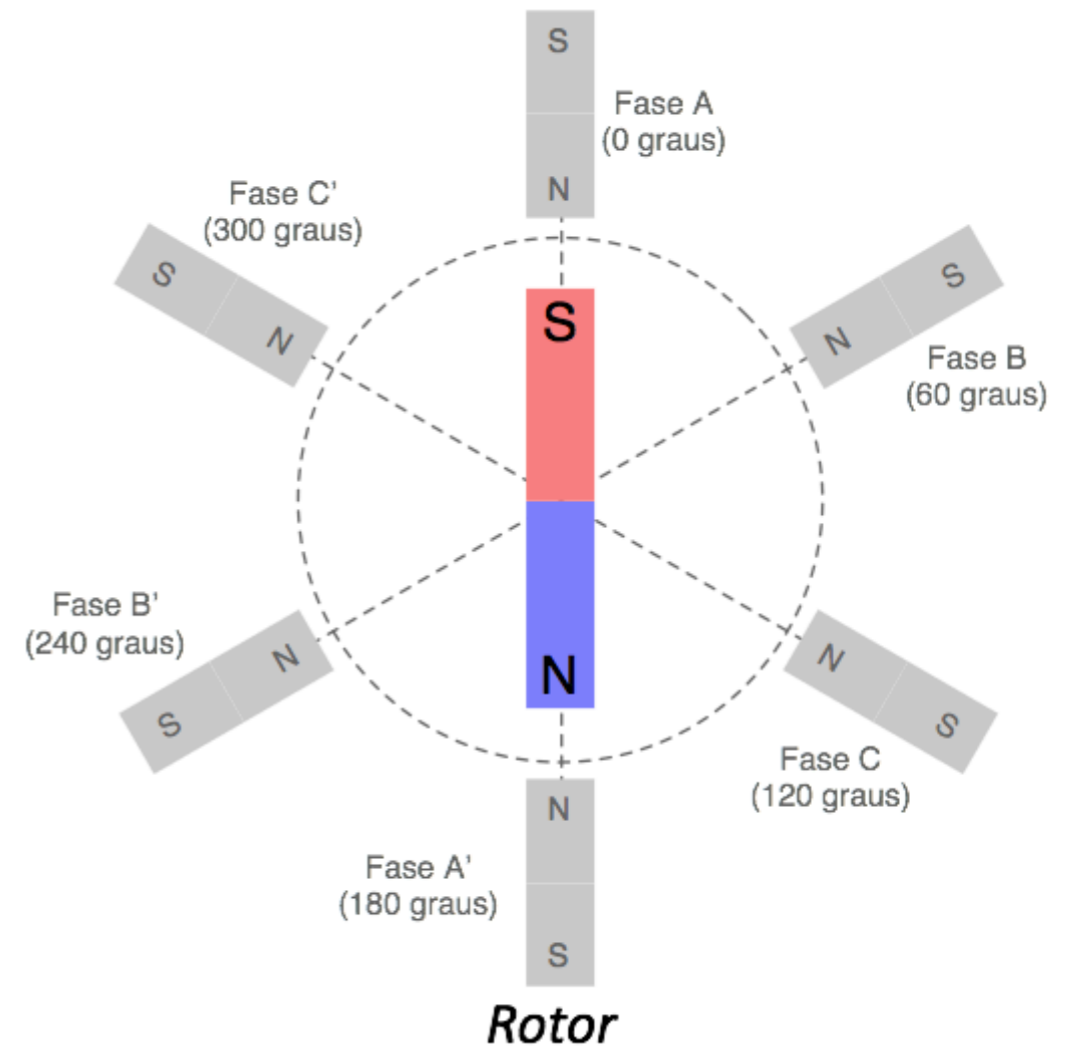
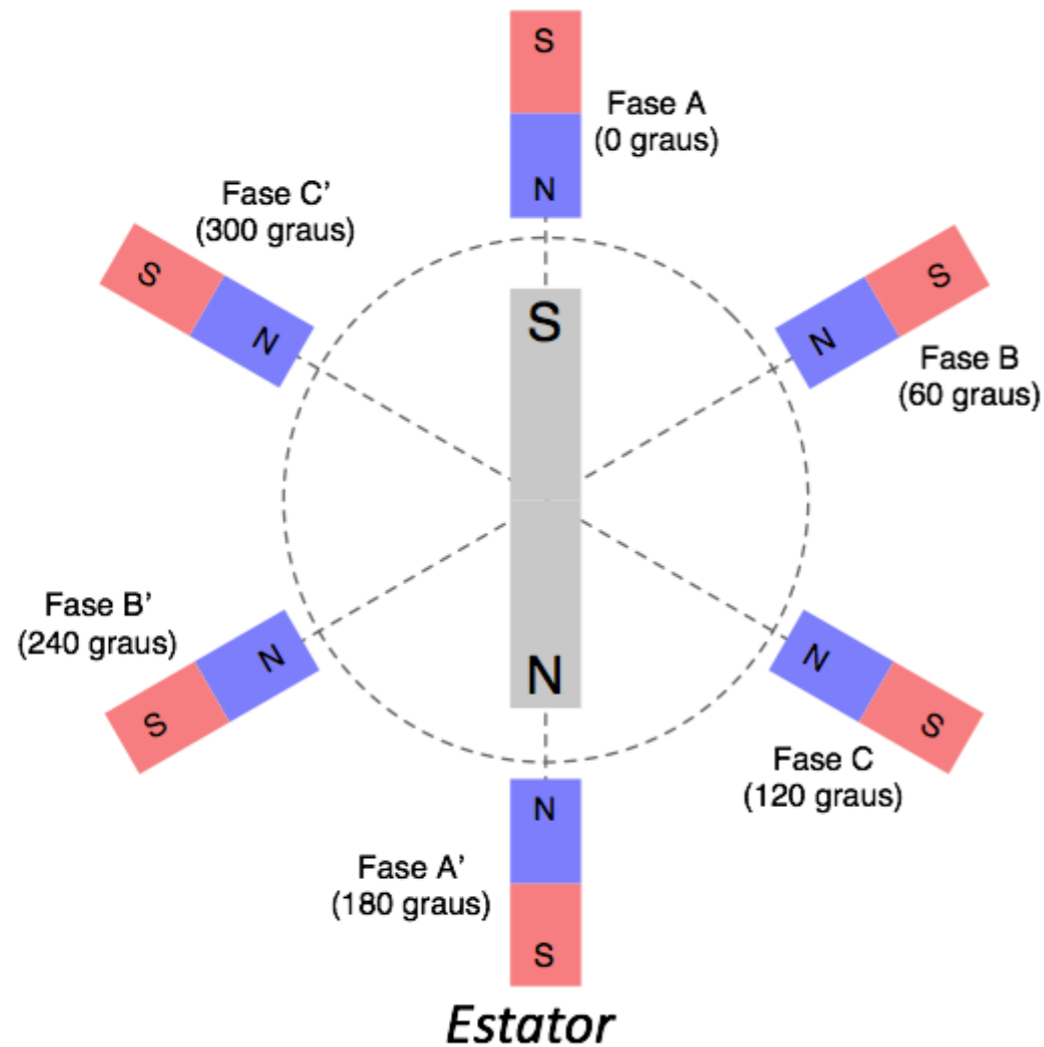


Símbolo do motor sem escovas

Funcionamento dos motores sem escovas

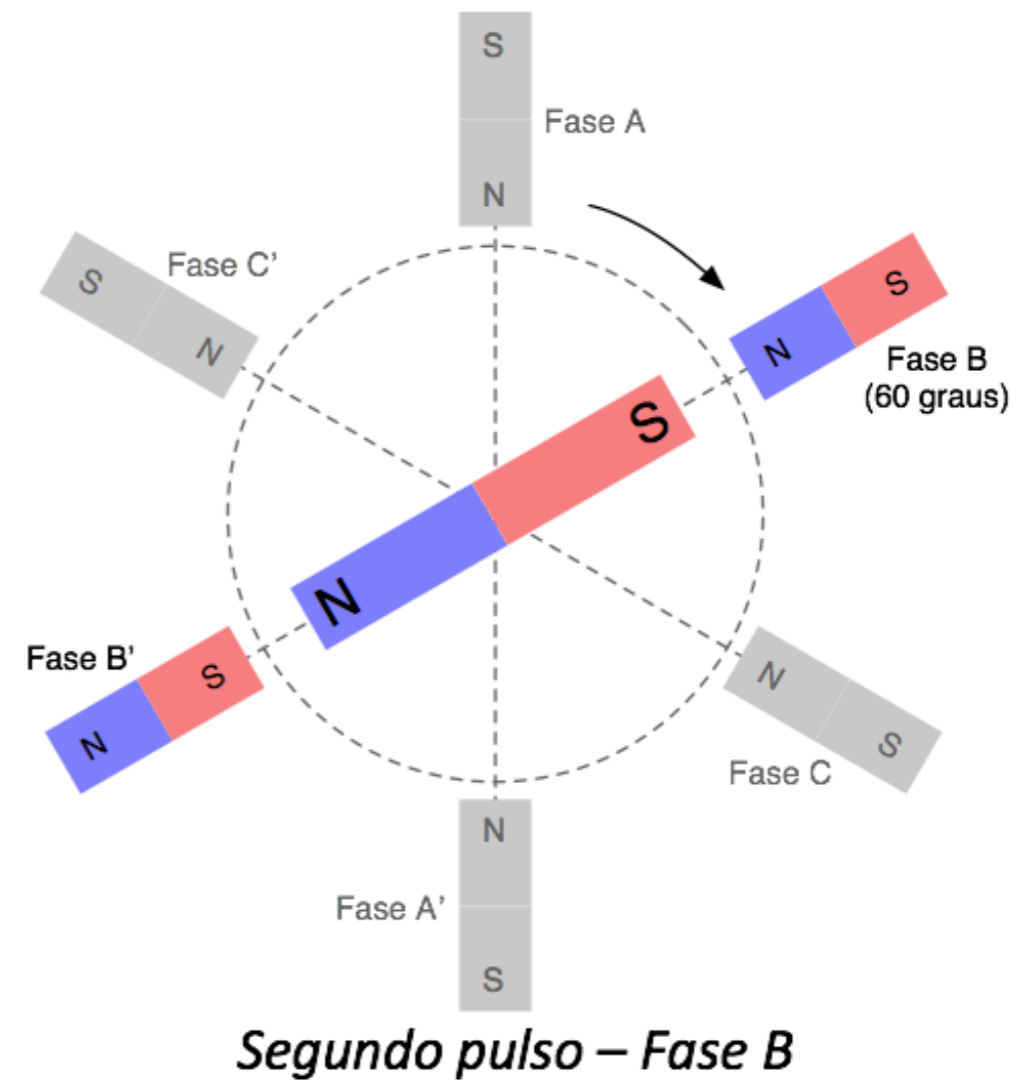
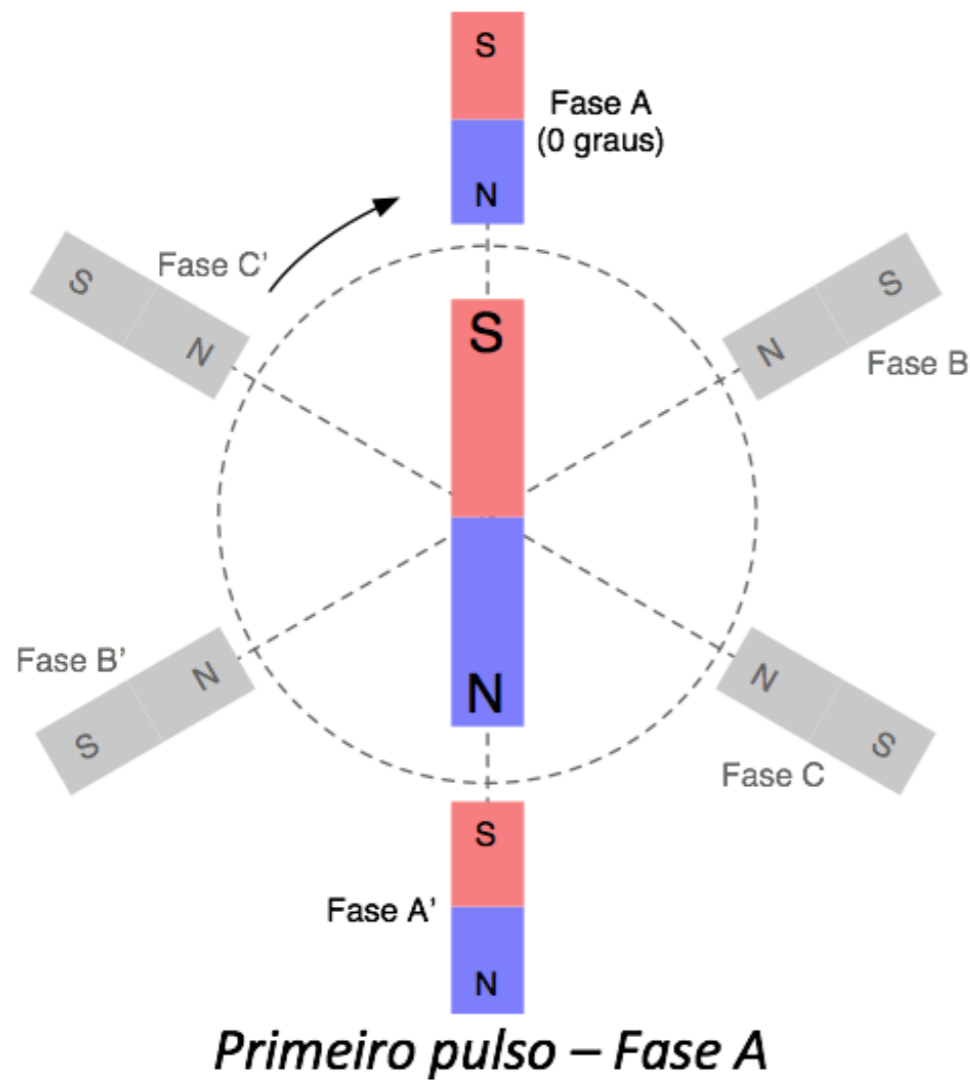
Partes elementares de um motor sem escovas:

- Estator;
- Rotor.



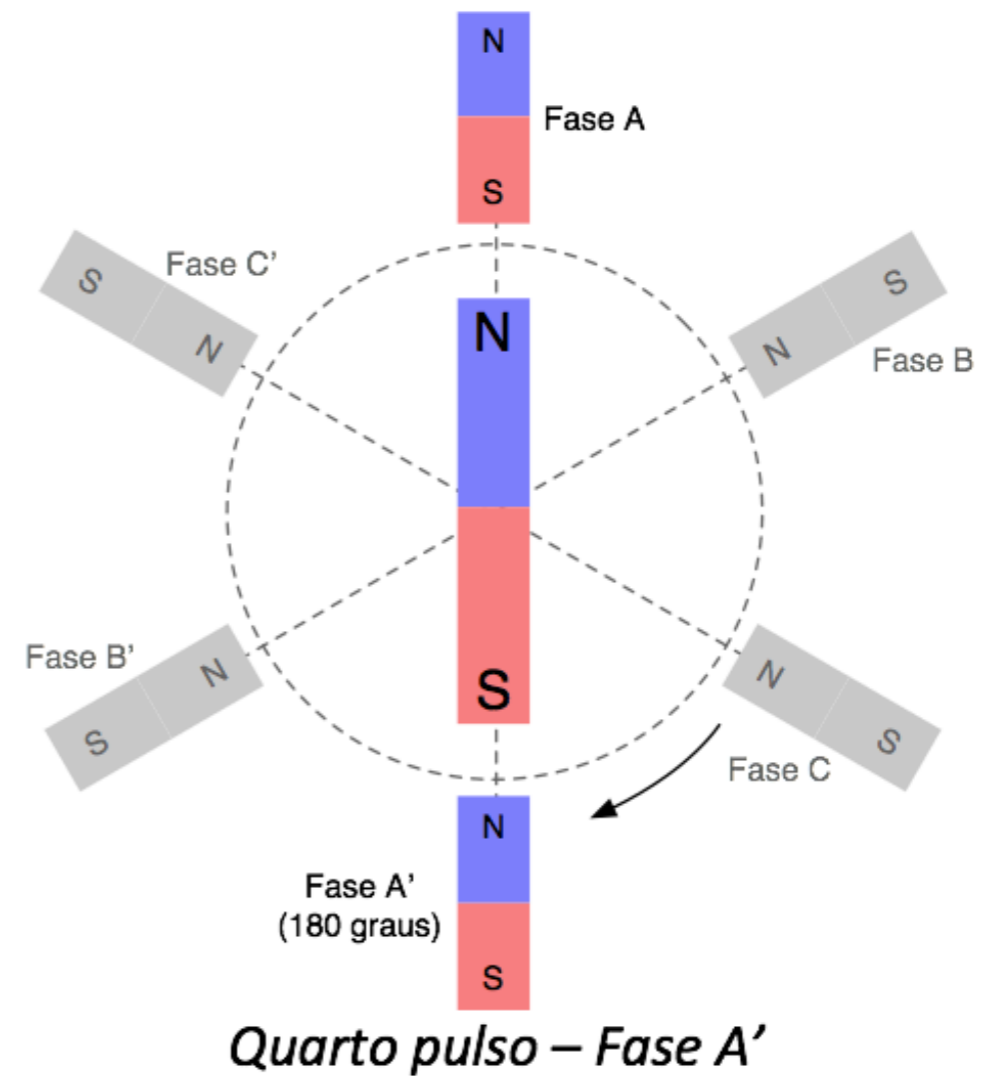
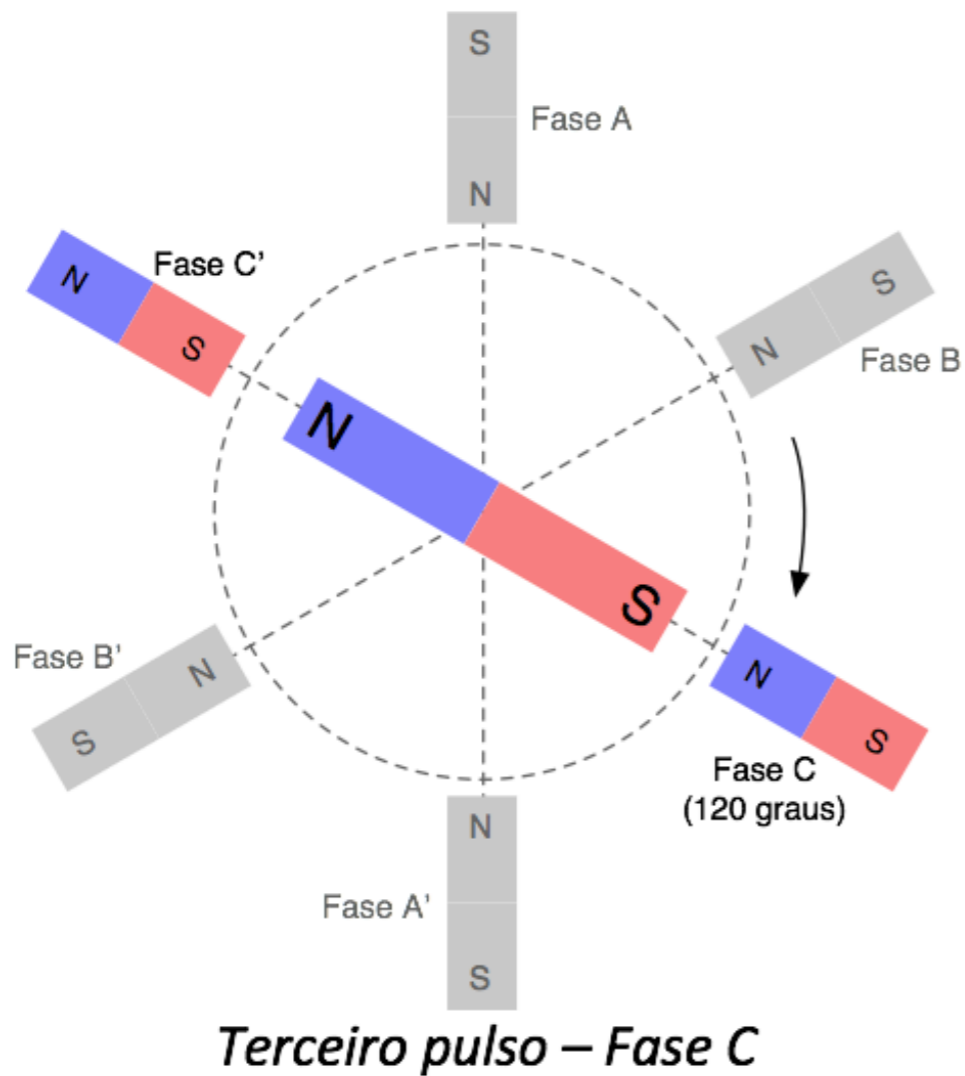
Funcionamento dos motores sem escovas

Sequência de pulsos para girar o rotor:



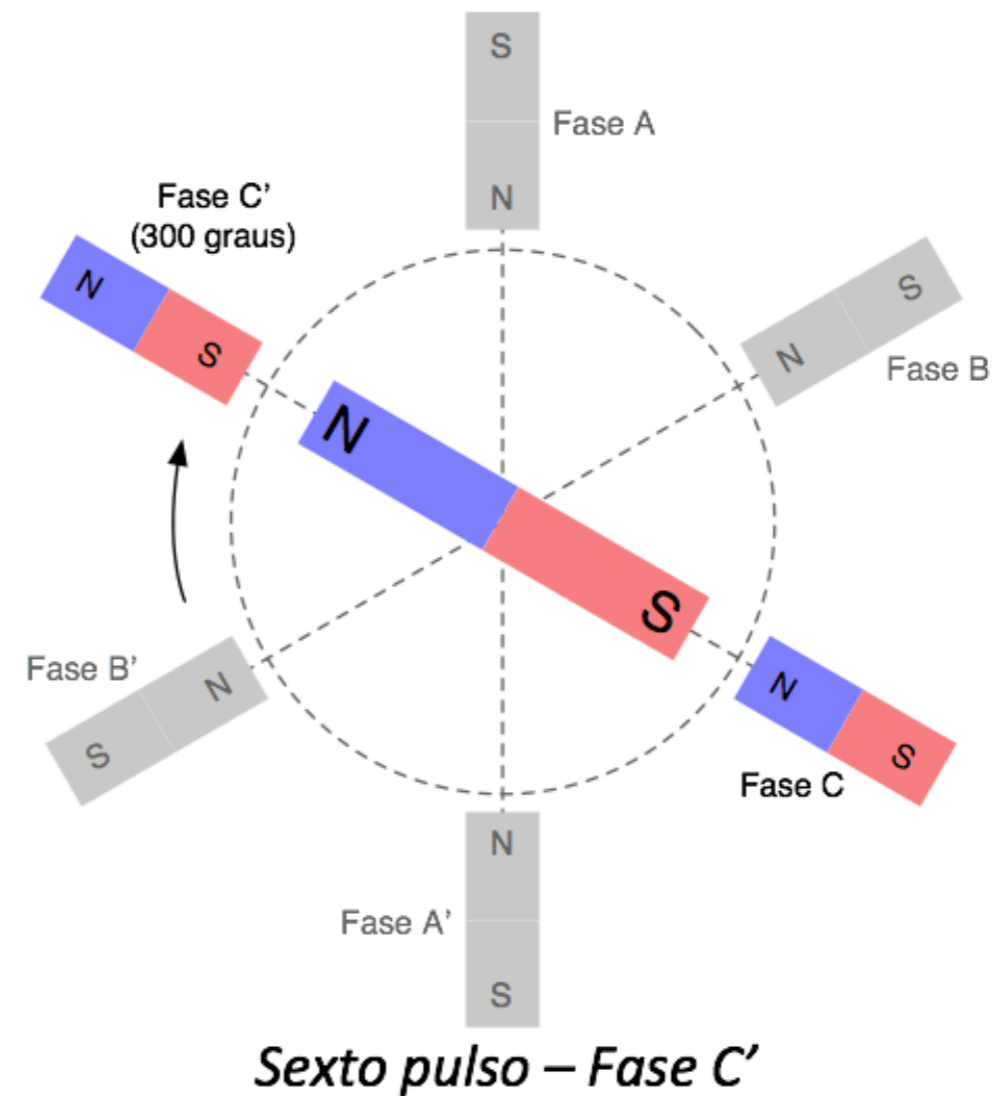
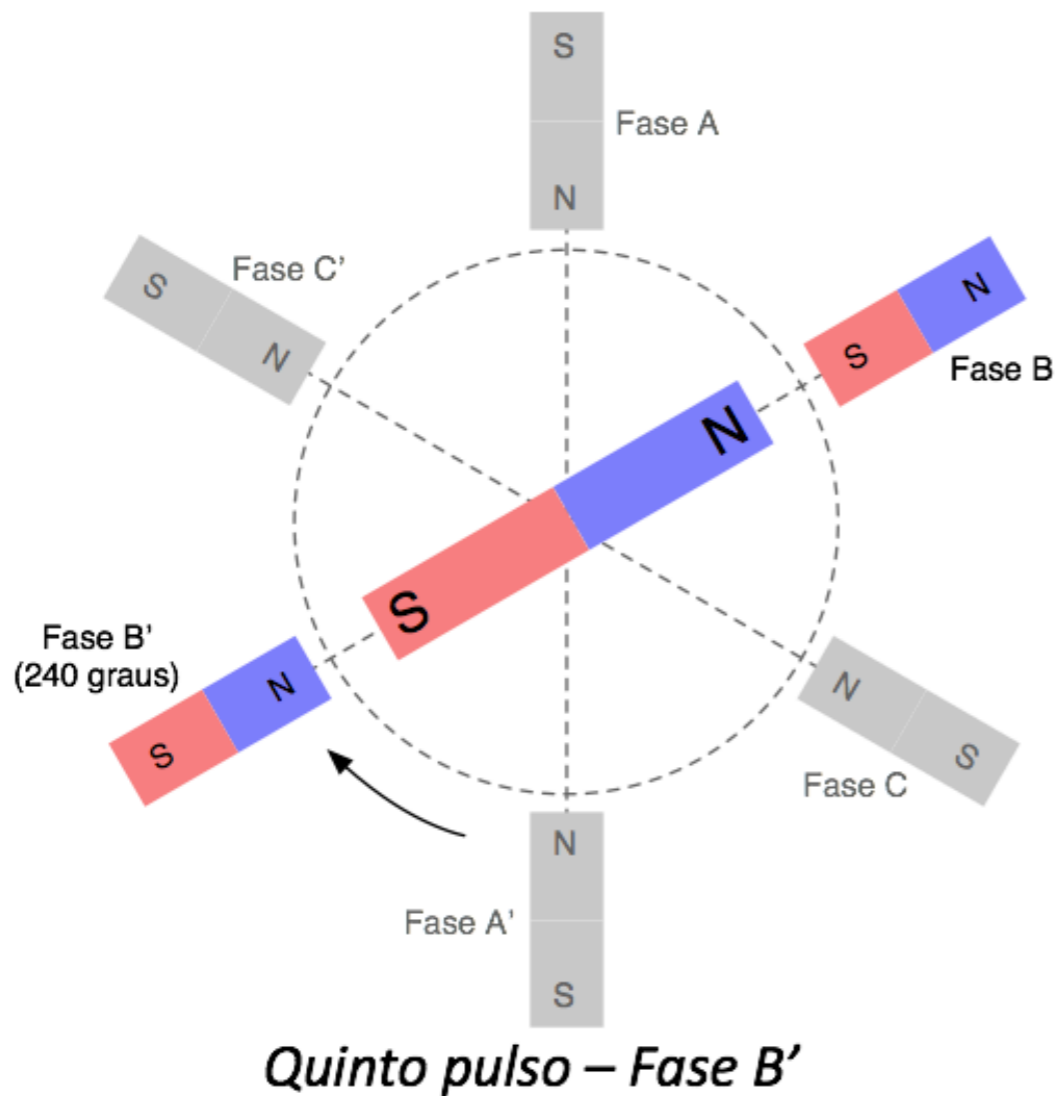
Funcionamento dos motores sem escovas

Sequência de pulsos para girar o rotor:



Funcionamento dos motores sem escovas

Sequência de pulsos para girar o rotor:



Funcionamento dos motores sem escovas

Principais aplicações dos motores sem escovas:

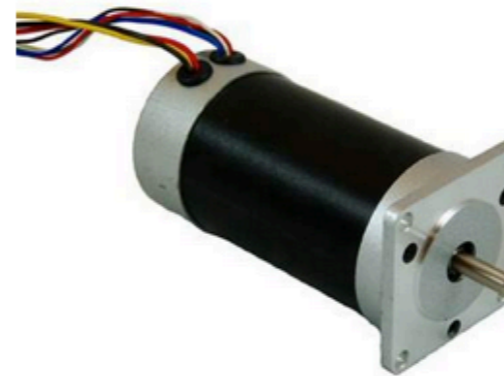
- Exemplos de aplicações: drones, aeromodelos, ferramentas elétricas, instrumentação, robótica, veículos elétricos, empilhadeiras, máquinas de costura, informática, dentre outras.



Drone



Automodelo ou nautimodelo



Automação



Aeromodelo

Fonte: <https://www.americanas.com.br> e <https://www.tekkno.com.br>

Funcionamento dos motores sem escovas

Vantagens dos motores sem escovas:

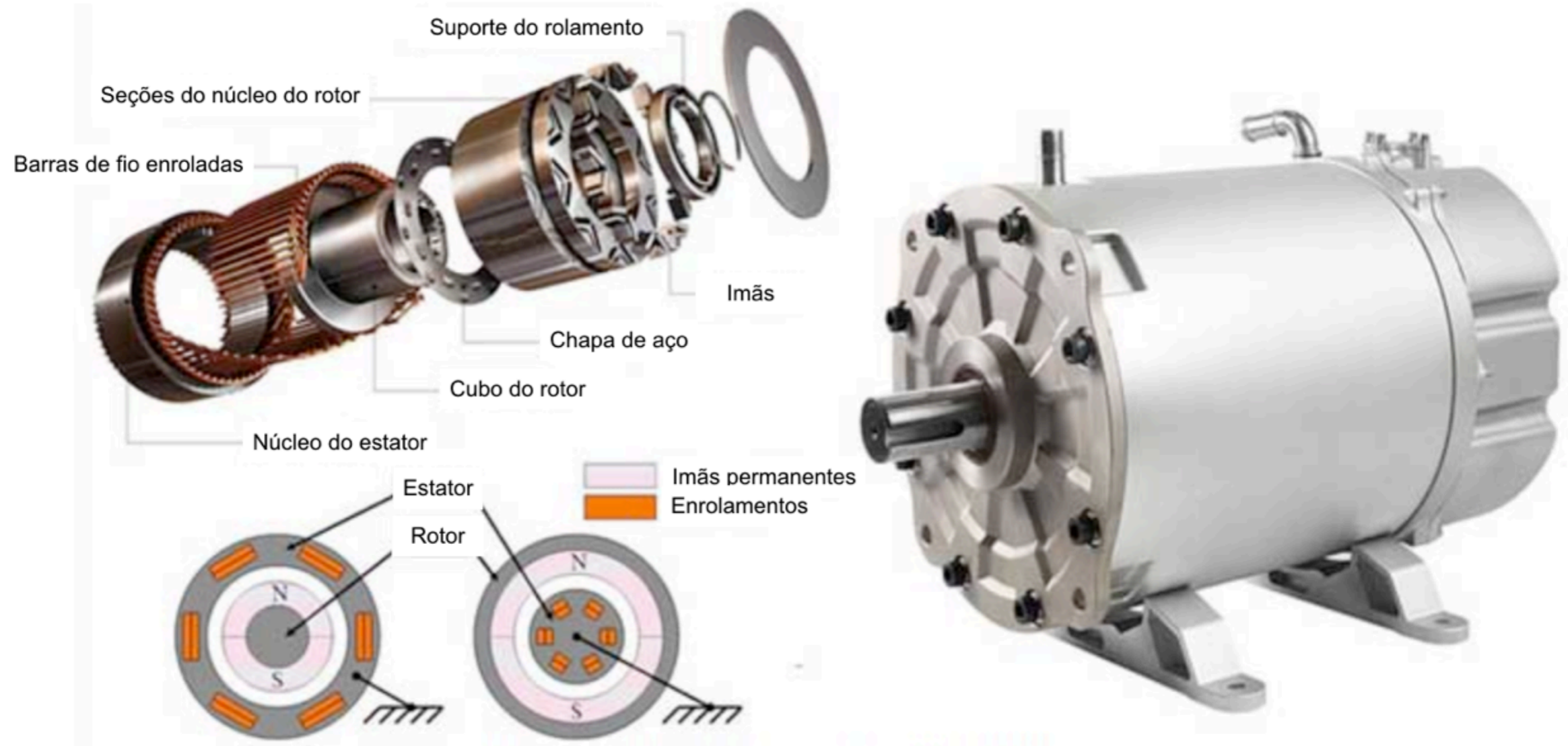
- Operação em alta velocidade - Os motores sem escovas podem operar com elevado conjugado para altas velocidades de operação, superiores a 10000 rotações por minuto (RPM), por exemplo;
- Baixa manutenção - Em sendo motores sem escovas e sem coletor, não exigem manutenção frequente como os motores de 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 sem escovas:

- 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.

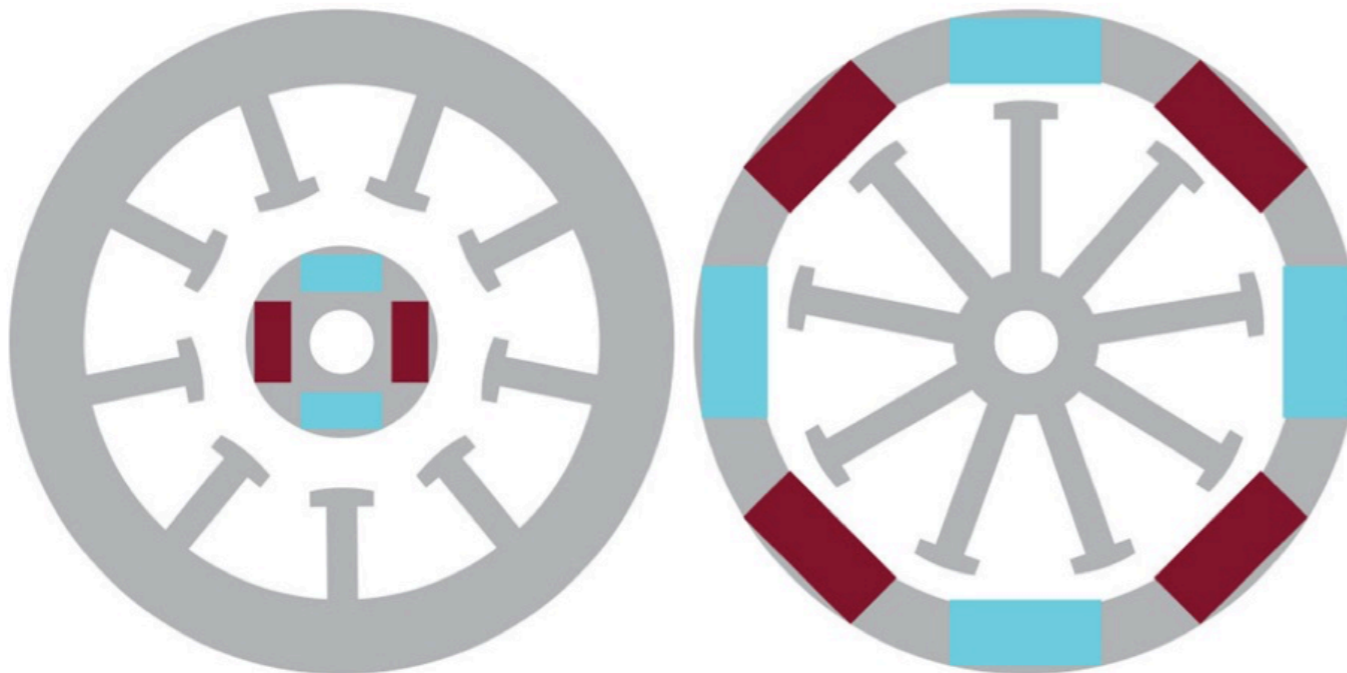
Tipos de motores sem escovas

Partes de um motor sem escovas:



Tipos de motores sem escovas

Tipos de motores sem escovas:



Rotor interno (inrunner)

Rotor externo (outrunner)

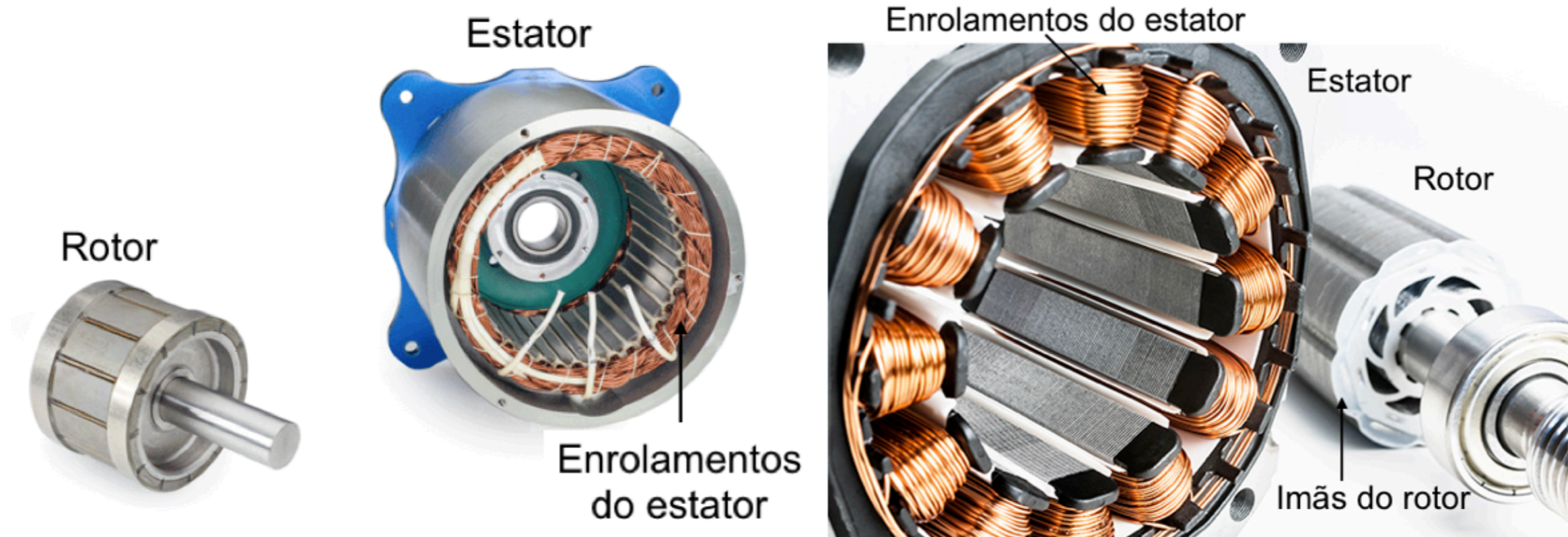
Fonte: <https://www.analog.com>



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

Tipos de motores sem escovas

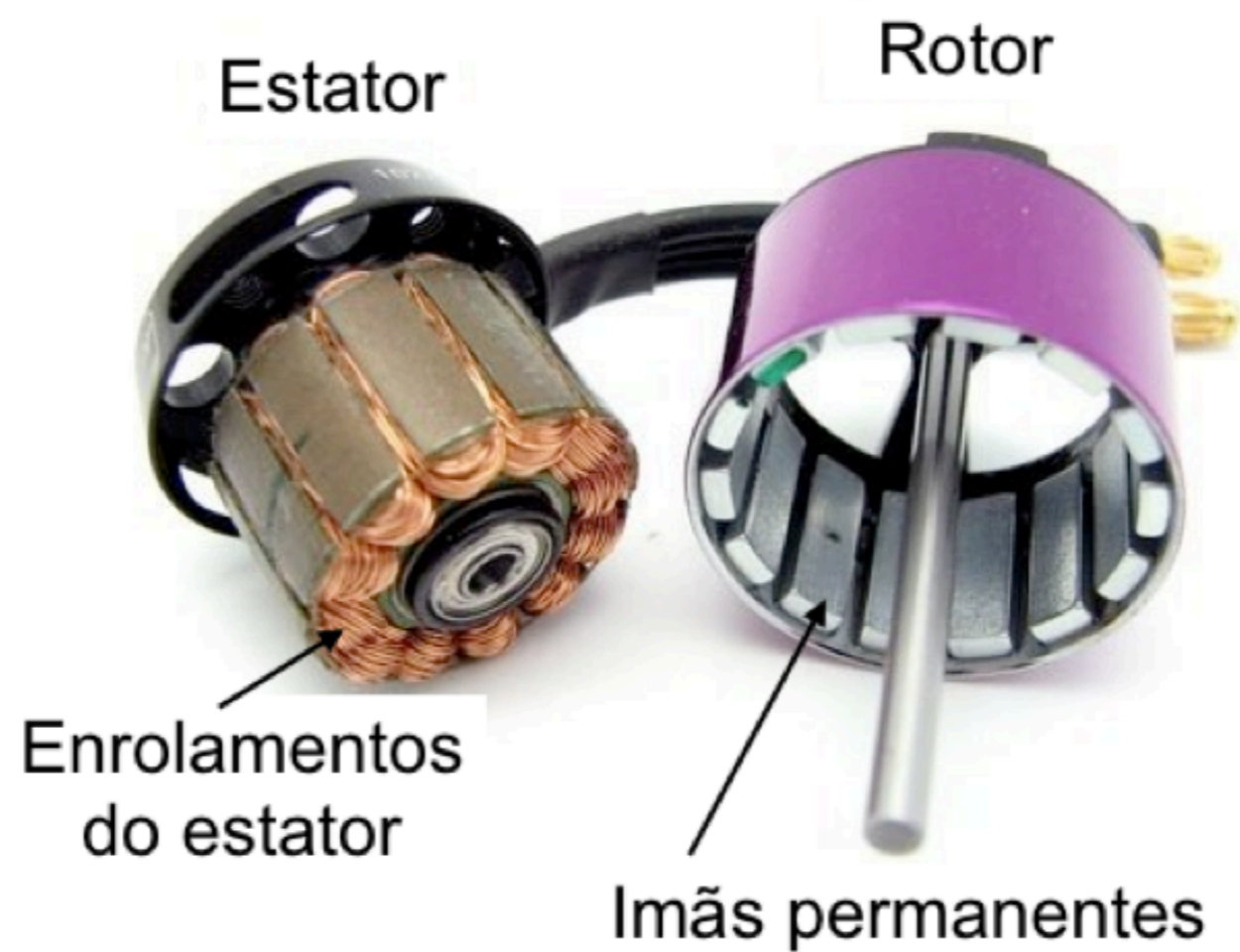
Motor sem escovas de rotor interno (inrunner):



Fonte: <https://duryeatechnologies.com> e <https://www.automate.org>

Tipos de motores sem escovas

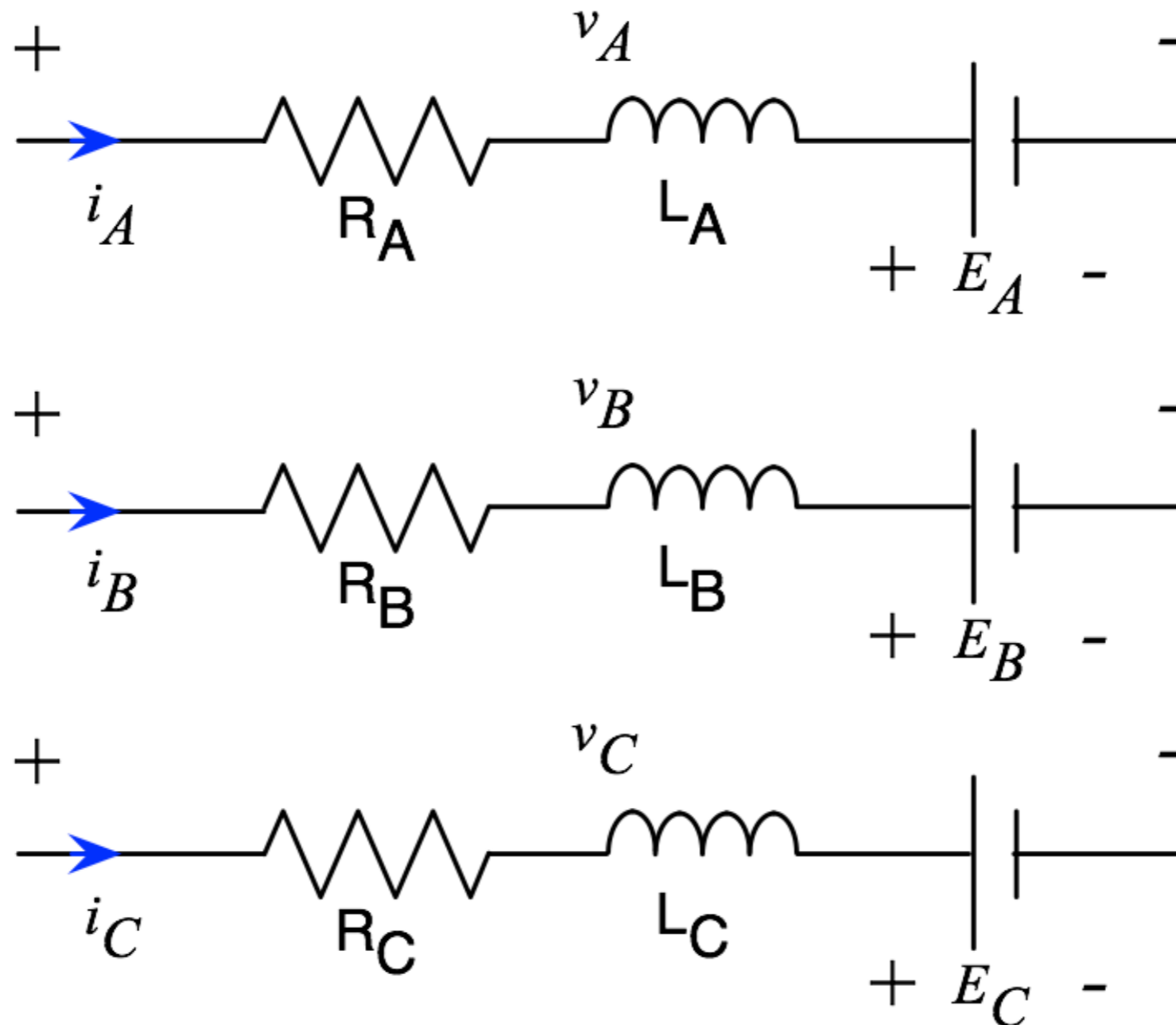
Motor sem escovas de rotor externo (outrunner):



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

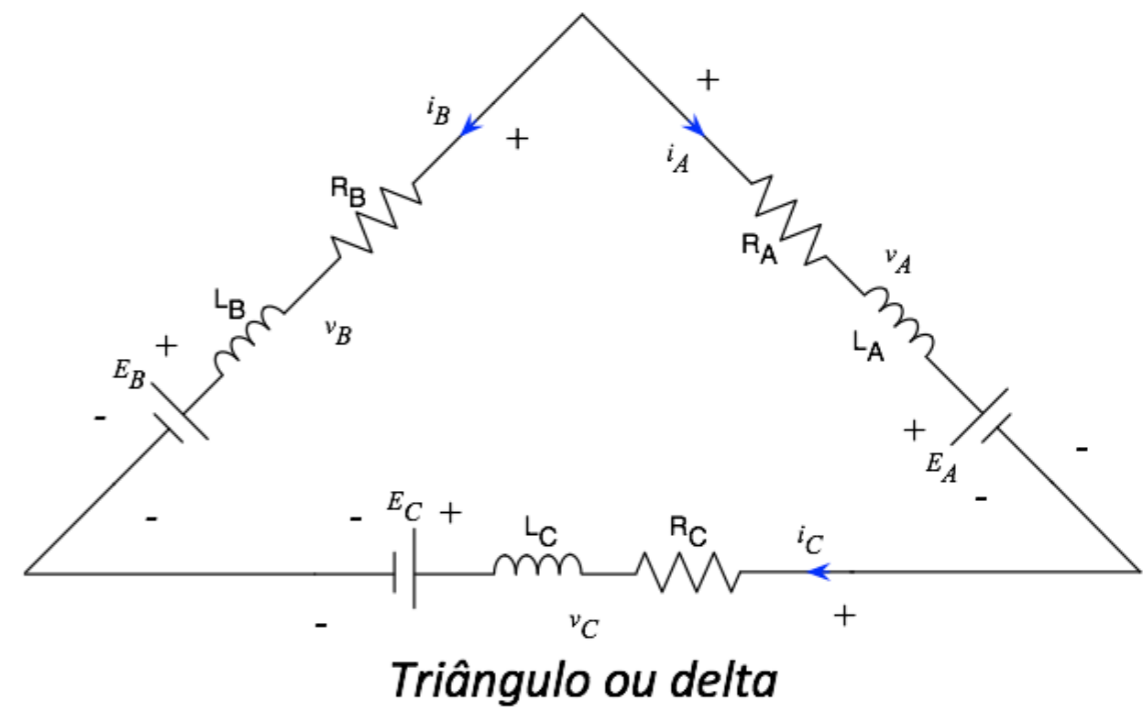
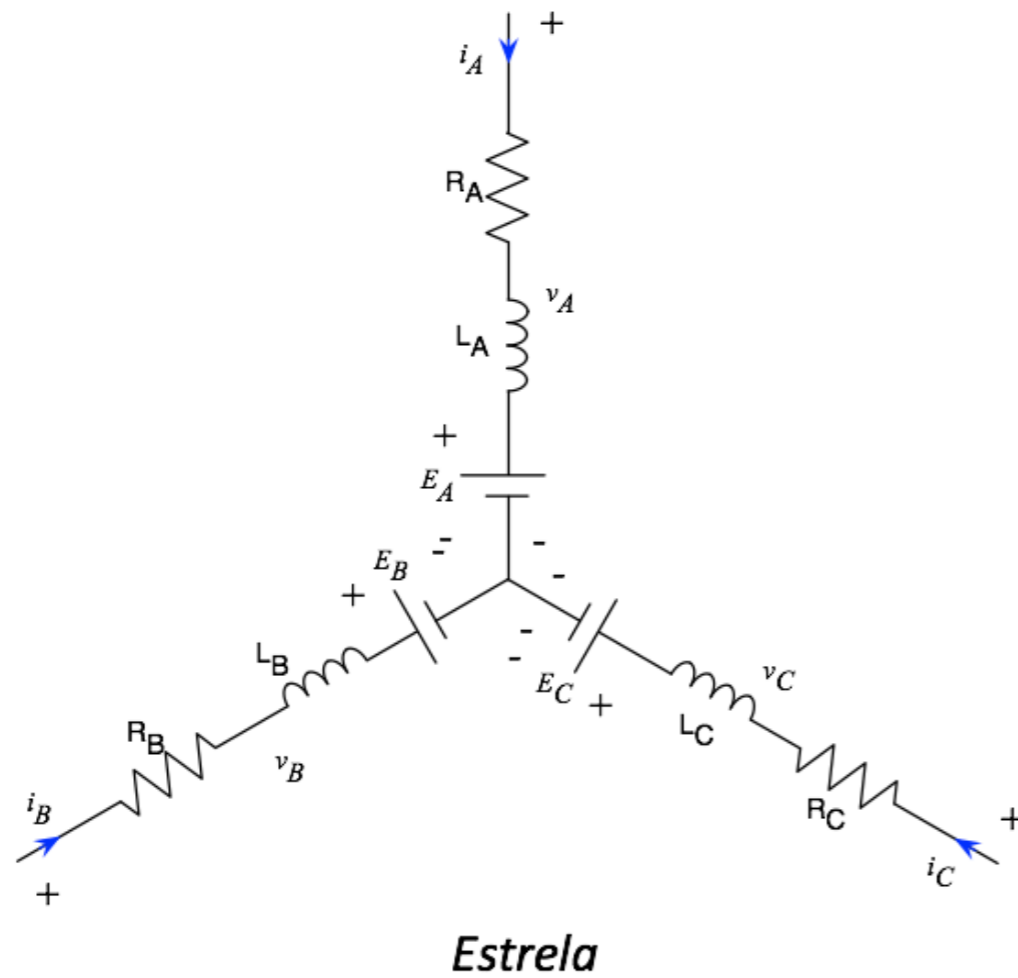
Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Circuito elétrico equivalente do motor sem escovas trifásico:



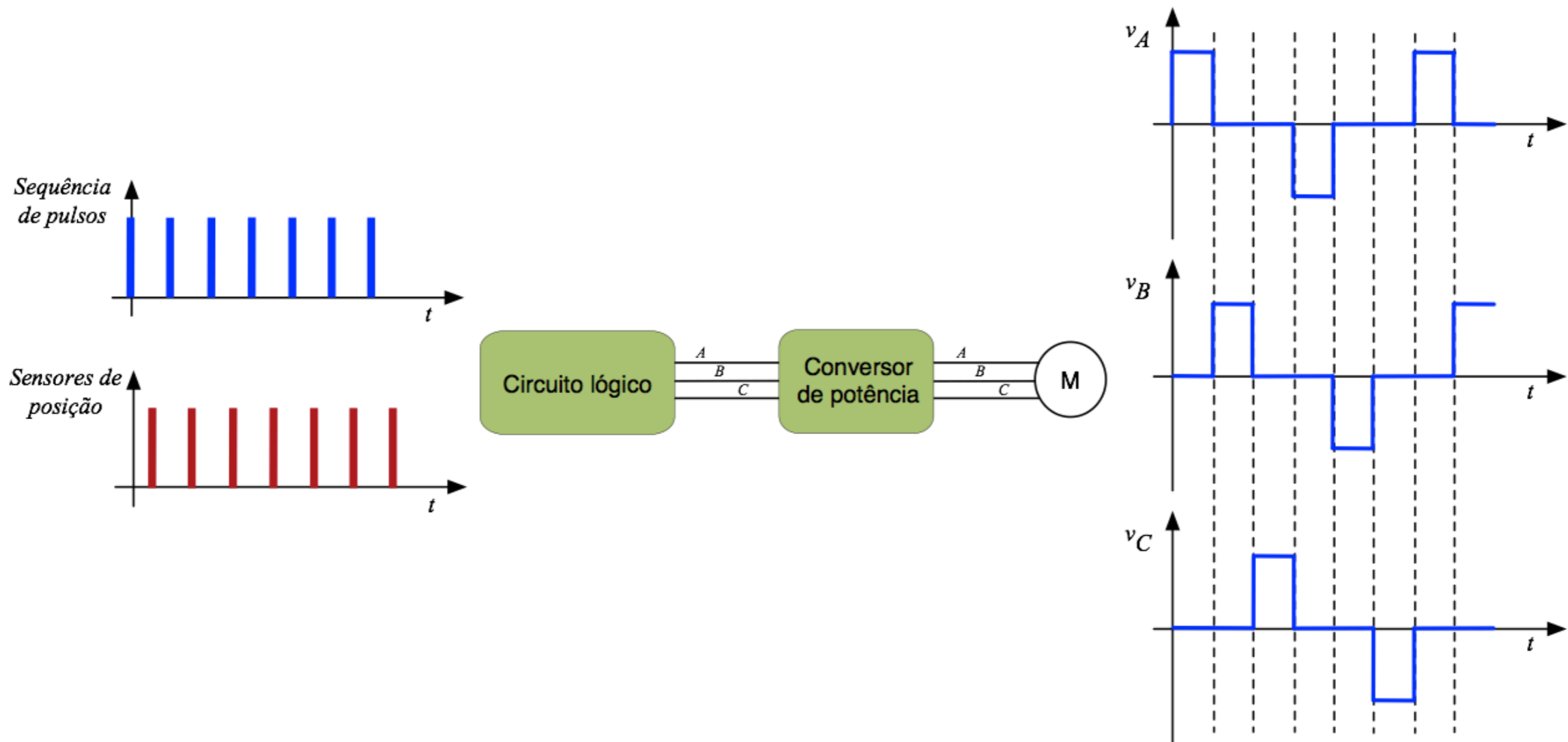
Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Conexões das fases de um motor sem escovas:



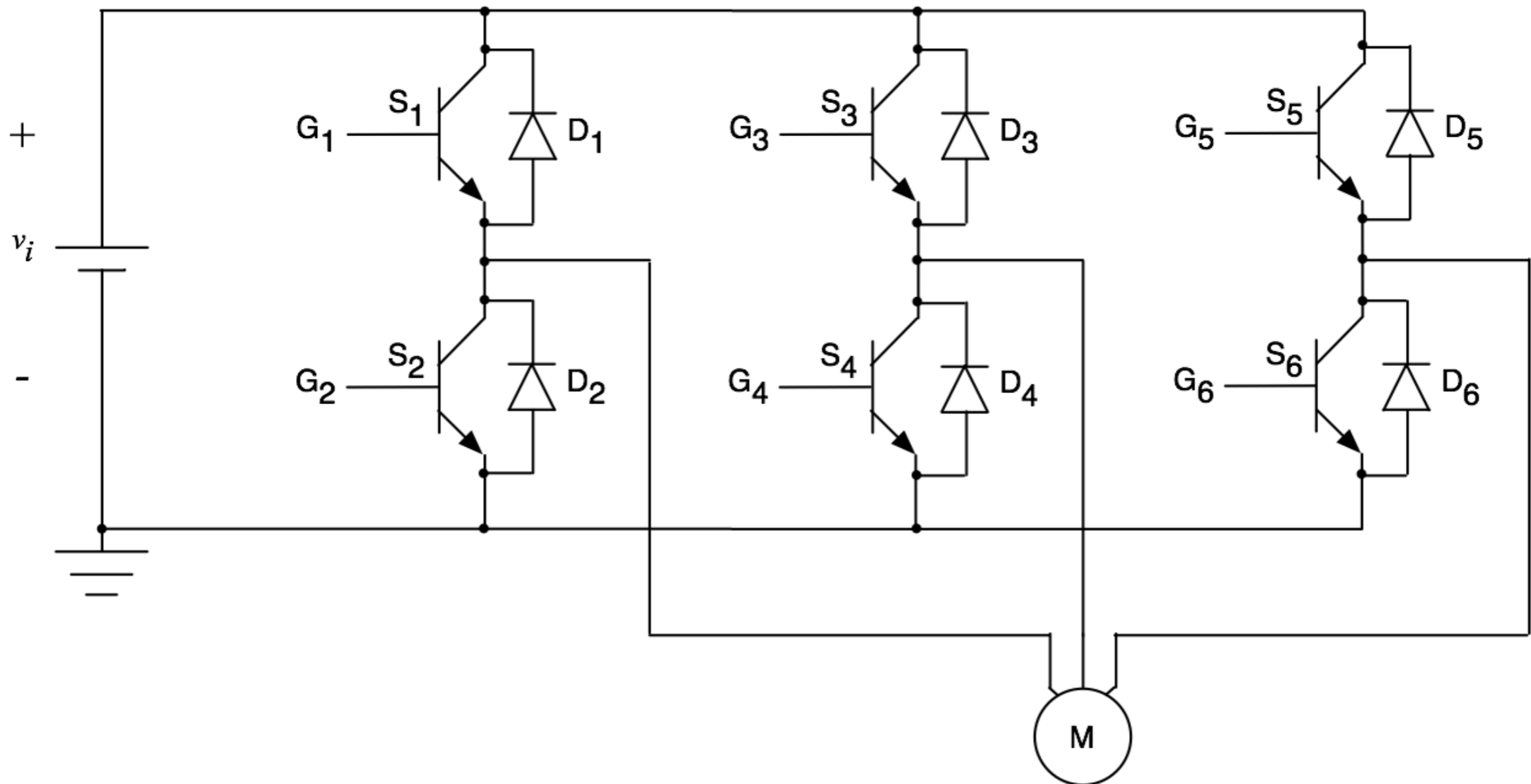
Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores sem escovas:



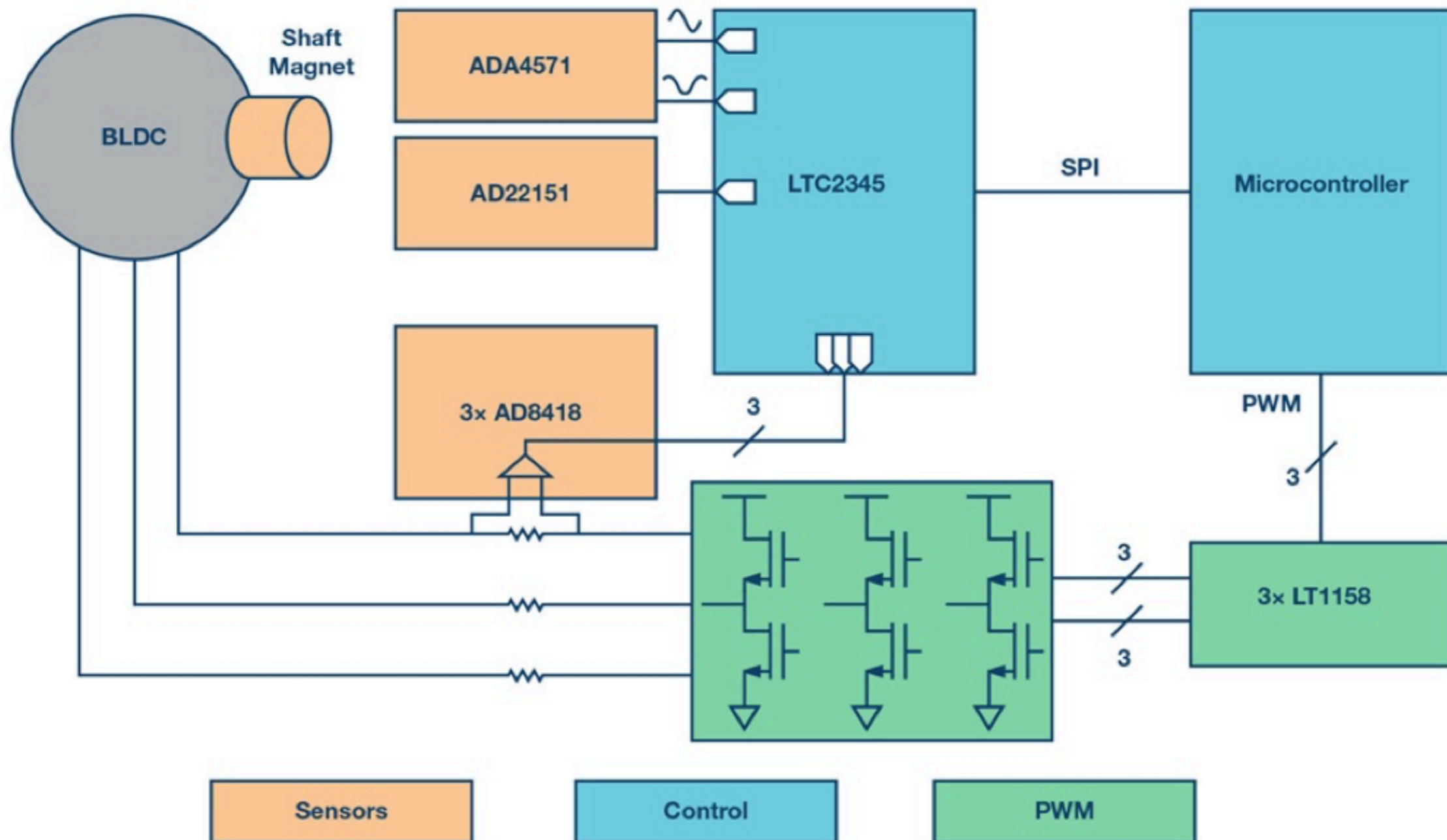
Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores de sem escovas trifásico:



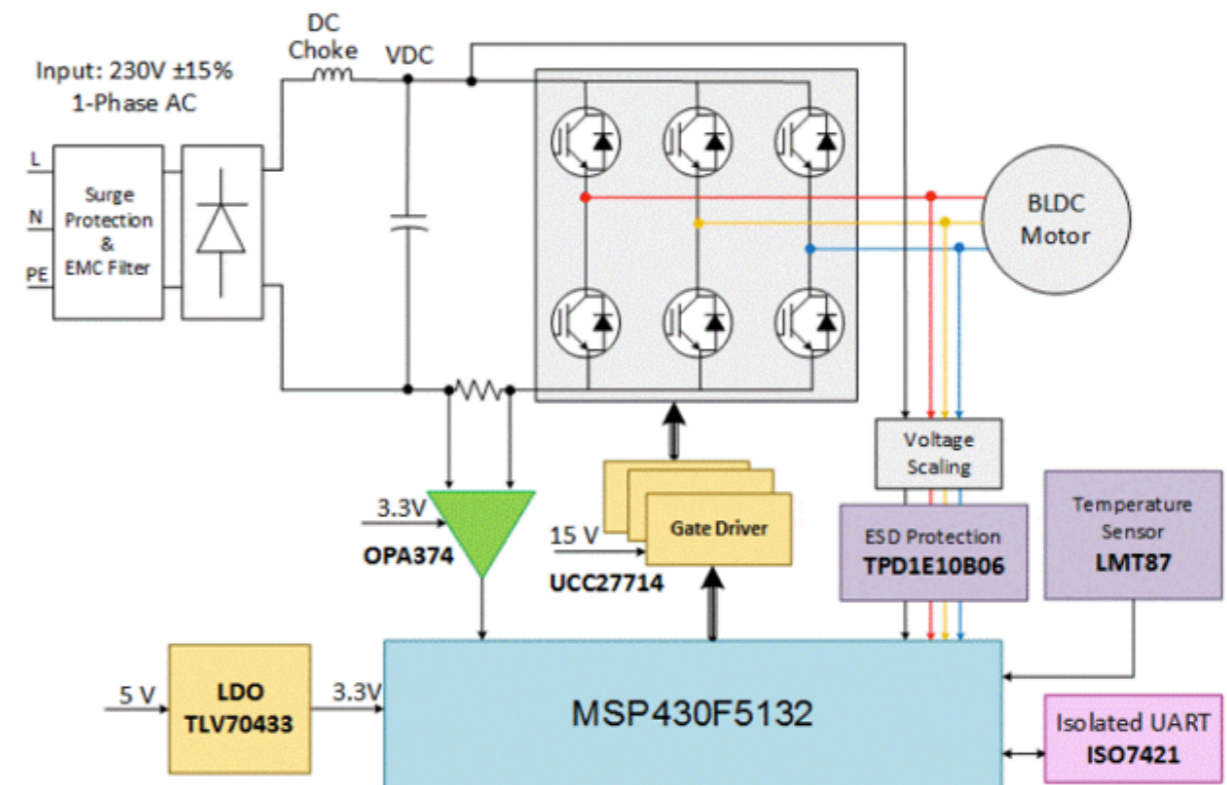
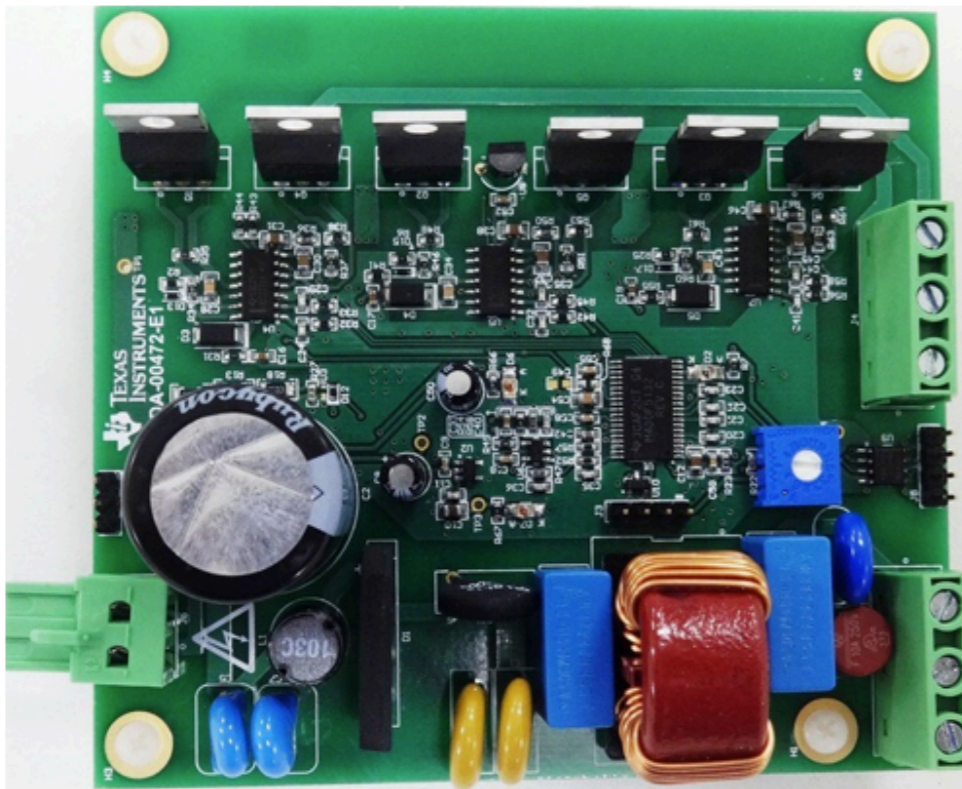
Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores sem escovas com circuitos integrados:



Circuitos de acionamento de motores sem escovas

Acionamento de motores sem escovas com circuitos integrados:



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

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>