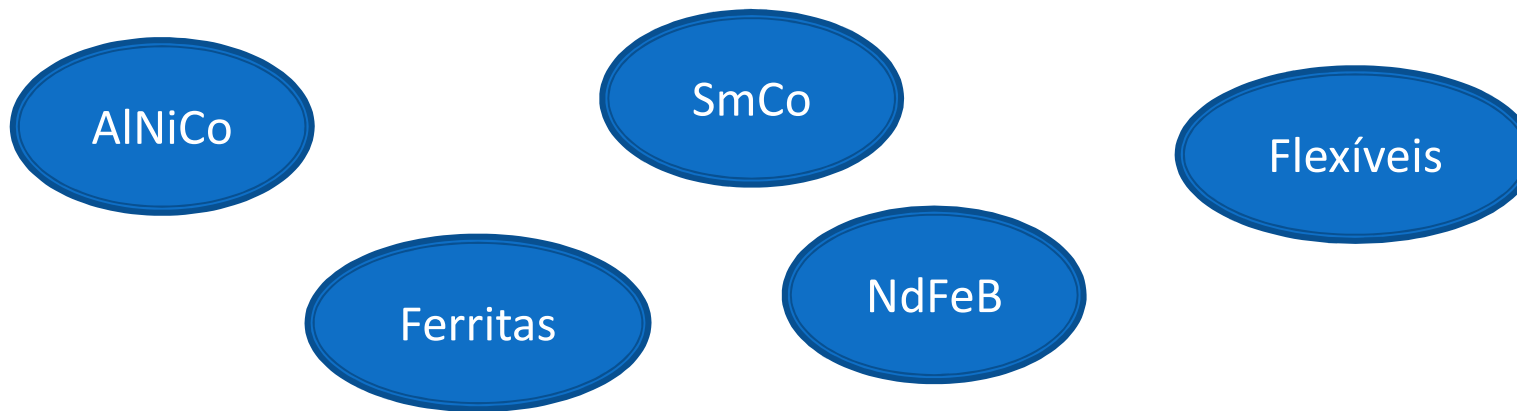


Materiais Magnéticos

Ímãs permanentes (Duros)

Principais Ímãs Permanentes

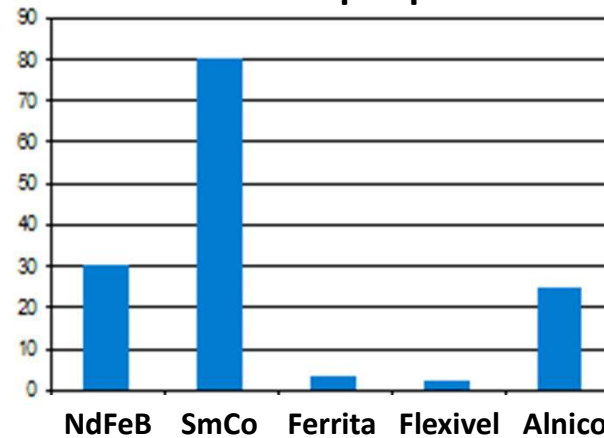


Variáveis técnicas a serem consideradas, dependendo da aplicação:

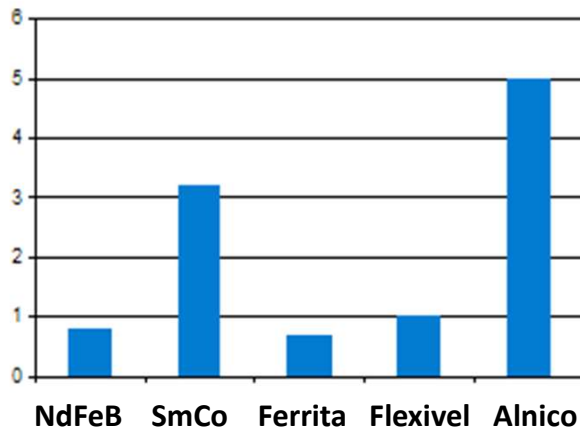
- Temperatura de trabalho;
- Estabilidade térmica;
- Possibilidade de miniaturização;
- Peso;
- Energia armazenada; etc

Mais comparações

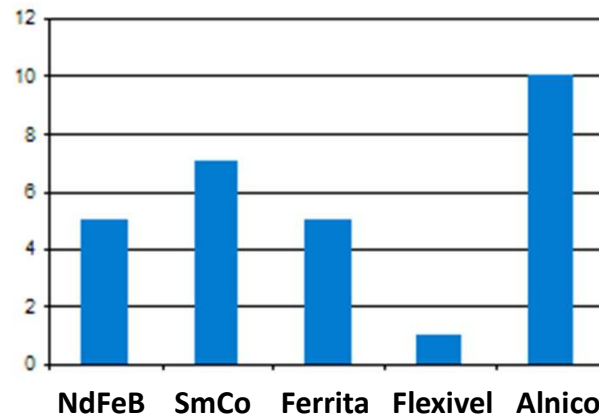
Custo relativo por peso



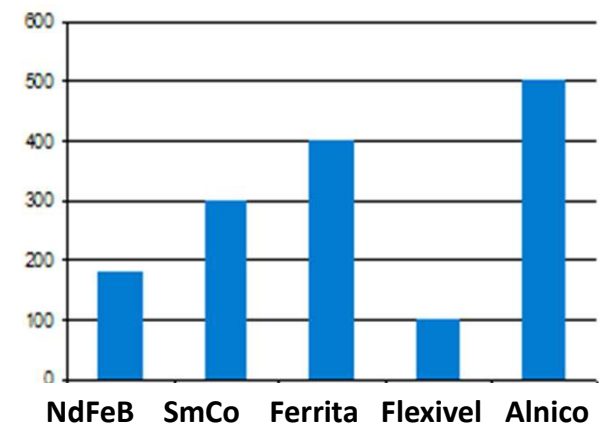
Custo relativo por BHmax



Dificuldade de usar



Temperatura máxima de operação



NdFeB (Terras Raras)

- O mais poderoso (o mais alto produto energético) da classe de material magnético comercialmente disponíveis hoje.
- Alta Br, relativamente alta Hc, alta Bhmax; Menor custo comparado com o samário cobalto,
- Sensível à temperatura e suscetível à oxidação (recobertos).
- Com um projeto cuidadoso, alguns tipos podem ser utilizados até uma temperatura máxima de cerca de 250° C.
- Pode ser miniaturizado para uso em atuadores como em cabeças de gravação/leitura em gravação magnética.

Ferrita (Cerâmica: Ba e Sr)

- ▶ **Apresentam boa resistência à desmagnetização e são os materiais de mais baixos custos disponíveis hoje.**
- ▶ **Ímãs de ferritas sinterizadas são duros e quebradiços e são amplamente utilizados em produtos de consumo. Utilizado muitas vezes na parte de trás de ímãs de geladeira.**
- ▶ **São feitas nas formas: sinterizadas, orientadas e coladas (compósito).**
- ▶ **São estáveis a longo tempo**
- ▶ **São resistentes à corrosão**

AlNiCo

- ▶ Uma liga de alumínio, níquel e cobalto, Alnicos são populares desde a década de 1930.
- ▶ Estão disponíveis nas formas fundidas e sinterizadas.
- ▶ Exibem alta Br, mas baixa Hc.
- ▶ Eles são os ímãs mais estáveis a variações de temperatura de todos os diferentes tipos, e podem ser utilizados sem perdas significativas de até cerca de 500 ° C.
- ▶ Eles são relativamente fáceis de ser desmagnetizados, resistindo bem à oxidação.

Sm-Co (terras Raras)

- ▶ Disponível em ambas as formas: sinterizadas e coladas;
- ▶ Principais características: alta Br, alta Hc, relativamente alta $BH_{\max}$;
- ▶
- ▶ Maior no custo que o NbFeB, pois o samário é a mais caro que o neodímio;
- ▶ Alta resistência à oxidação.
- ▶ Funcionam bem até cerca de 300 ° C. (Sm_2Co_{17} e $SmCo_5$).

Algumas Aplicações

- ▶ **Motores**

- DC
- Síncrono
- Passo

- ▶ **Transdutores**

- Atuadores e Sensores

- ▶ **Suspensão Magnética (trilhos)**

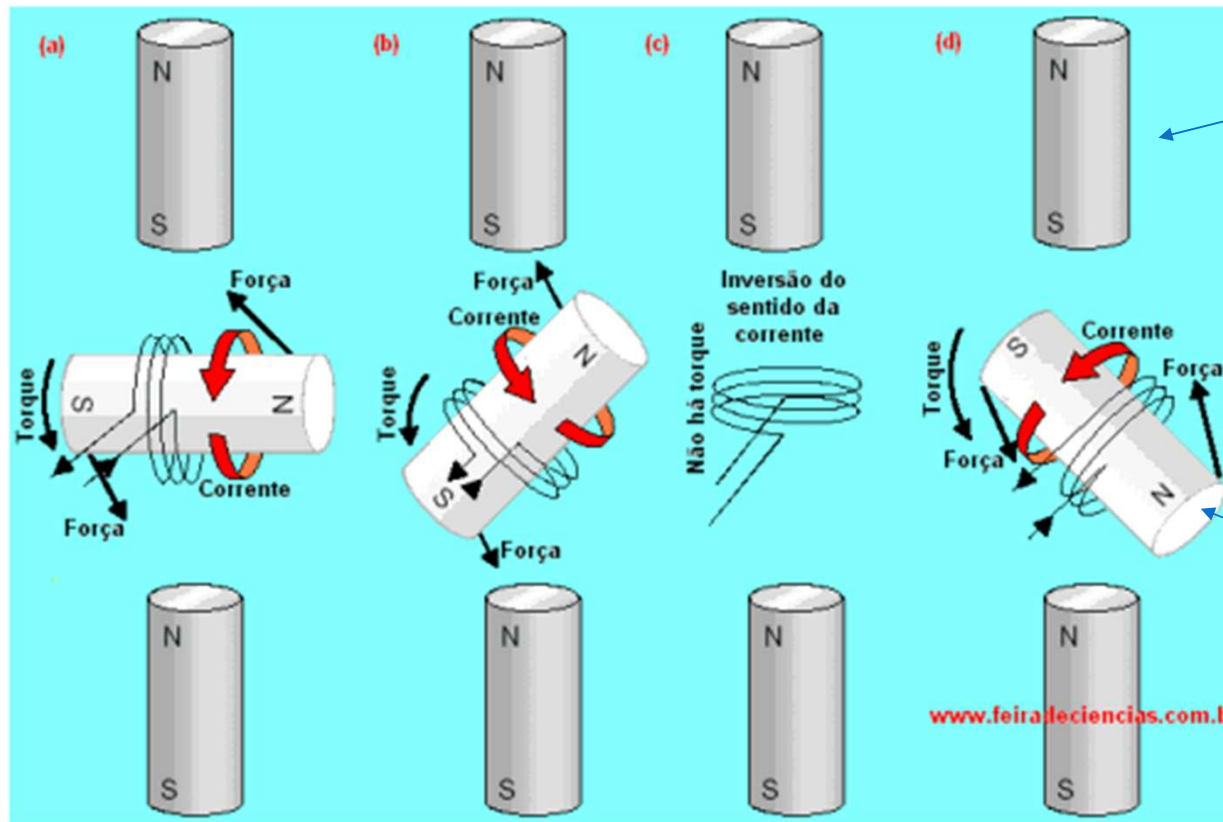


Motores elétricos



Motores – o que faz o motor girar?

- ❑ O rotor → necessita de torque para iniciar o seu giro.
 - ❑ O estator – parte fixa do motor
 - ❑ Movimento → forças magnéticas desenvolvidas entre os polos magnéticos do rotor e estator.
 - ❑ Forças de atração ou de repulsão, entre estator e rotor, movimentam os polos móveis → torques → girar rapidamente → atritos vencidos → velocidade angular constante.
 - ❑ Rotor e estator do motor devem ser 'magnéticos'.
- ❑ Todavia, mesmo que ímãs permanentes sejam frequentemente usados, principalmente em pequenos motores, pelo menos alguns dos 'ímãs' de um motor devem ser 'eletroímãs'.



Ímãs permanentes
(materiais duros magneticamente)

**Motores – o
que faz o
motor girar?**

Núcleos
(materiais moles
magneticamente)

É condição necessária que algum dos ímãs altere sua polaridade para garantir a rotação do rotor.

- liquidificador
- batedeira, etc

Motor de corrente contínua CC: Máquinas rotativas

- ▶ Motor elétrico que possa ser acionado por pilhas ou baterias

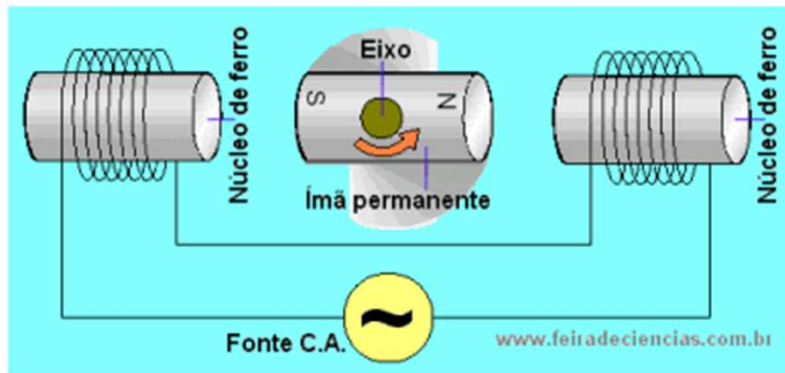
Na maioria o rotor é um 'eletroímã' que gira entre os polos de ímãs permanentes estacionários.

Eletroímã mais eficiente >>> núcleo de ferro, que torna-se fortemente magnetizado, quando a corrente flui pela bobina.

O rotor girará desde que essa corrente inverta seu sentido de percurso cada vez que seus polos alcançam os polos opostos do estator.

O modo mais comum para produzir essas reversões é usar um comutador.





Motor Síncrono

Corrente Alternada - CA

São usados somente quando uma velocidade angular constante é essencial para o projeto.

O rotor é um ímã permanente que gira entre dois eletroímãs estacionários.

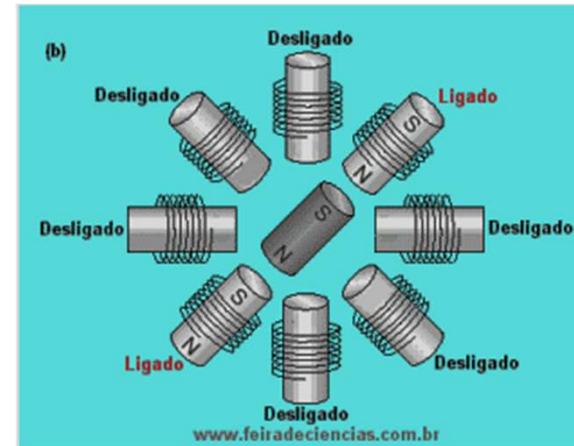
Eletroímãs são alimentados por CA, os polos invertem suas polaridades conforme o sentido da corrente inverte.

O rotor gira continuamente, terminando uma volta para cada ciclo da corrente alternada.

Como sua rotação é perfeitamente sincronizada com as reversões da C.A, este motor é denominado 'motor elétrico síncrono da C. A.

Exemplos: bomba d'água de máquinas de lavar roupa

Motores de Passo



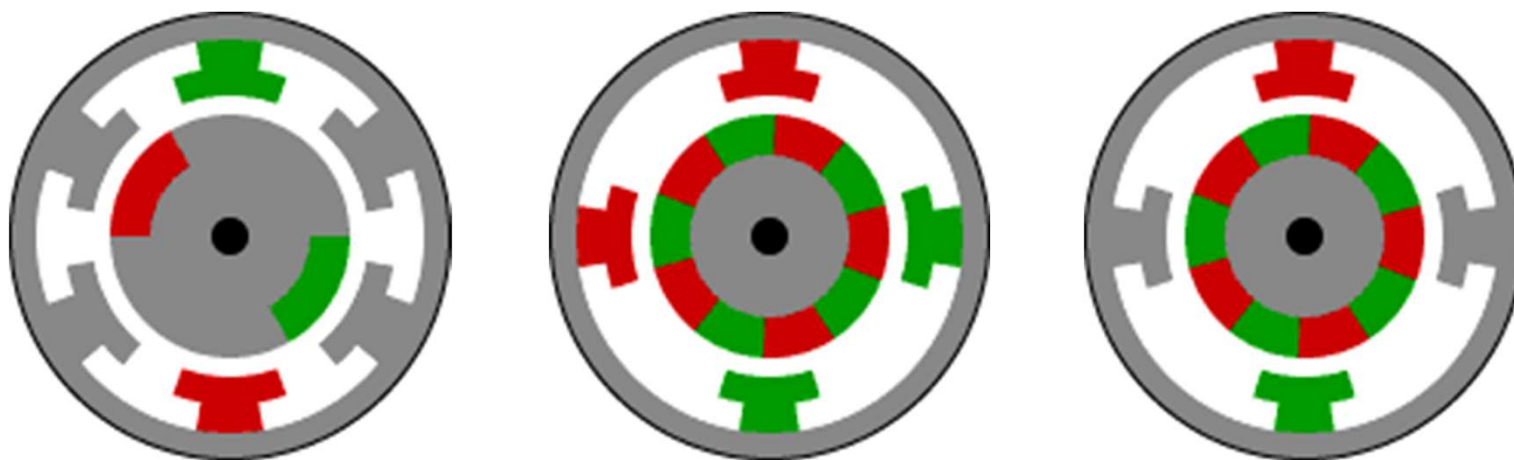
Rotores que giram em etapas discretas são denominados de 'motores de passo'.

O rotor é um ímã permanente que é atraído, sequencialmente, pelos polos de diversos eletroímãs estacionários.

Os eletroímãs são ligados/desligados seguindo impulsos cuidadosamente controlados de modo que os polos magnéticos do rotor se movam de um eletroímã para outro devidamente habilitado.

Muitos dispositivos computadorizados (drives, CDRom etc.) usam motores de passo que controlam os ângulos de giro de seus rotores.

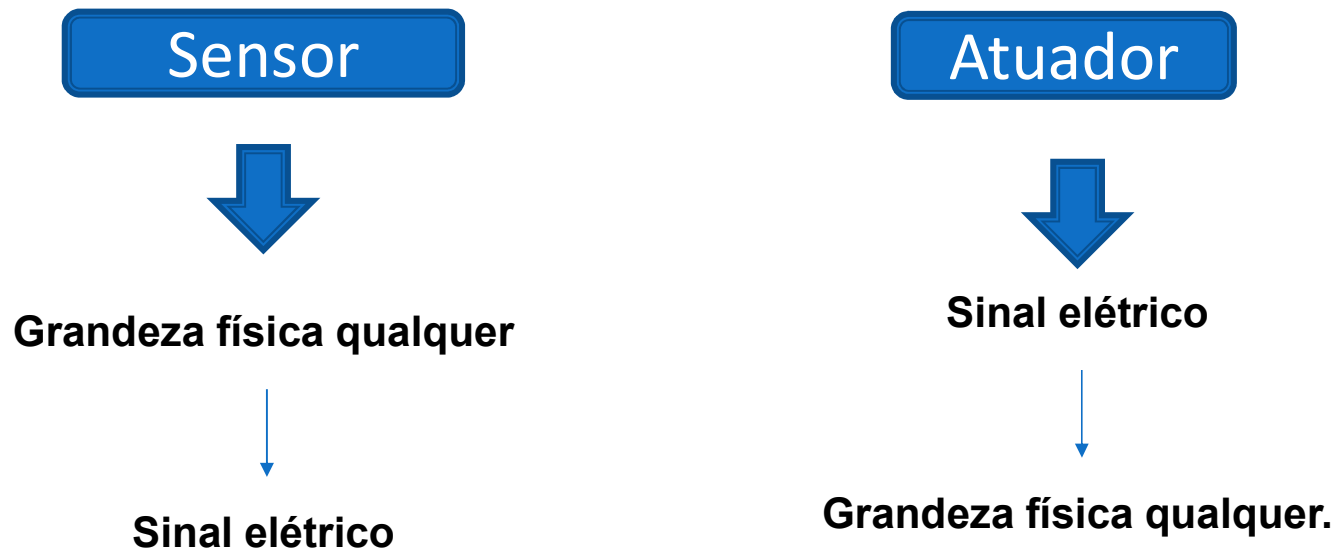
Outro exemplo, numa impressora jato de tinta é o motor de passo que eleva a estação de limpeza para atuar sobre a cabeça de impressão e isso requer grande precisão e controle da velocidade.



http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor_teor1.asp

Transdutor

Elemento que converte uma forma de energia em outra.



Atuadores

- ▶ **Elemento que produz movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais, elétricos ou mecânicos.**
 - ▶ **Movimento induzido por:**
 - cilindros pneumáticos
 - cilindros hidráulicos
 - motores (dispositivos rotativos com acionamento de diversas naturezas)
 - ▶ **Conversão de energia de entrada (diversas naturezas) em movimentos → energia cinética.**
- 

Autofalante

Transdutor



Recebe o sinal elétrico



Converte em vibrações mecânicas

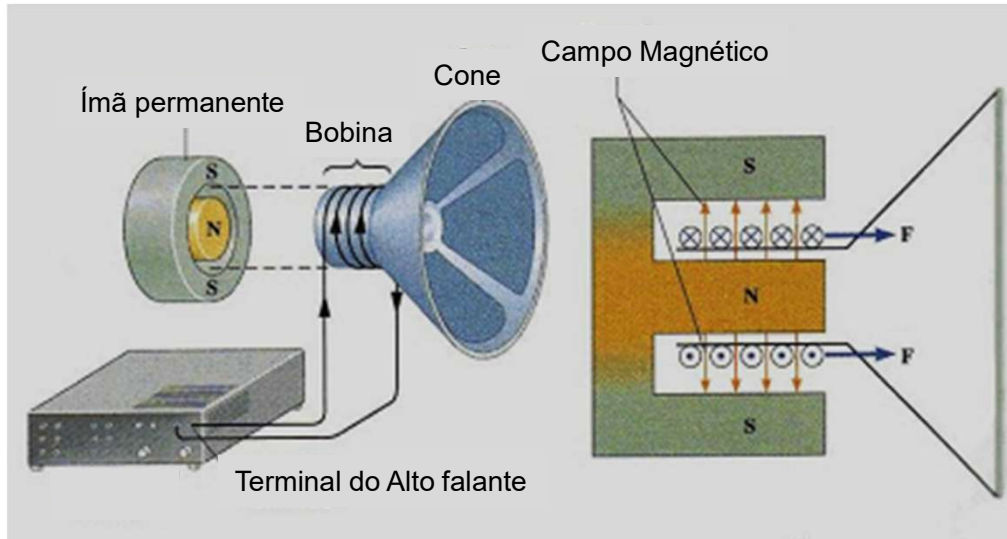


Criando uma variação na pressão no ar à sua volta



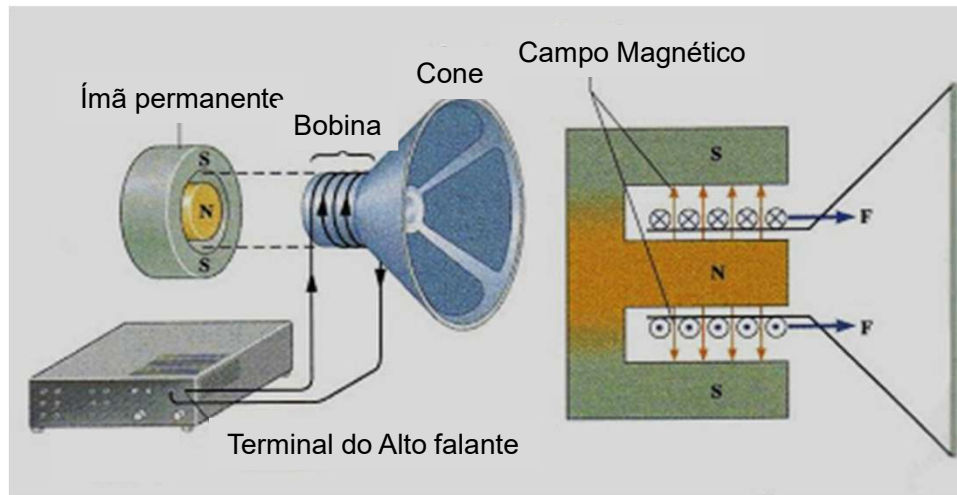
Dá origem às ondas sonoras

<http://fisicaeletromagnetico.blogspot.com.br/2012/11/o-funcionamento-do-auto-falante.html>



- ▶ Conjunto magnético → ímã permanente e bobina móvel (que produzirá um campo magnético à medida que for percorrida por corrente) → entre eles há um gap (entreferro, μ_0)

- ▶ A bobina móvel é imersa no campo magnético do ímã permanente e à medida que se aplica uma corrente alternada em seus terminais, é gerada também uma densidade de fluxo magnético pela bobina.



- ▶ **Corrente é alternada, o sentido do campo magnético varia com o sentido da corrente; força resultante alterna para fora e para dentro.**
- ▶ **A mudança de direção da força → movimento da bobina móvel → movimentação do ar na mesma frequência → onda sonora.**

- ▶ Os alto-falantes são classificados de acordo com a faixa de frequência sonora que eles podem reproduzir.
- ▶ Subwoofers: subgraves - entre 20 e 100Hz. (contra-baixo, surdo de bateria, etc.)
- ▶ Woofers: médias e baixas frequências - 50 a 3500 Hz (trios elétricos).
- ▶ Mid-Bass: 100 e 500Hz e uma faixa mais restrita de baixas e médias frequências.
- ▶ Mid-Range: 500 a 5kHz - fidelidade a faixa de frequência da voz humana (autofalantes de voz)
 - Tweeters: sons agudos - 2k a 20kHz
 - Triaxial: woofer + mid-range + tweeter.



Sensores

- ▶ Sensores de posição
- ▶ Contadores elétricos (velocímetro)
- ▶ Fonte de campo magnético
- ▶ Sensores ABS – carros



Freios ABS

- ▶ A unidade de controle do ABS avalia constantemente a velocidade de todas as rodas.
- ▶ Se os sensores de velocidade da roda do ABS colocados em cada roda detectarem um travamento, o ABS intervirá em questão de milissegundos, modulando a pressão de frenagem em cada roda individualmente.
- ▶ Dessa forma, o ABS impede que as rodas travem durante a frenagem, garantindo dessa forma a dirigibilidade e a estabilidade, combinadas com a menor distância possível de frenagem.

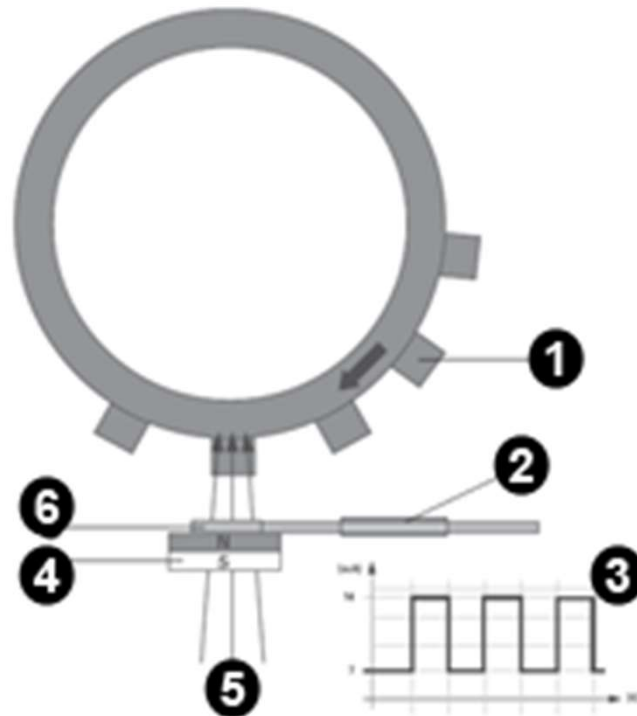
Sensores de velocidade

- ▶ Dois princípios operacionais diferentes são usados: passivos (indutivo) e **ativo (Hall)**.
- ▶ Os sensores ativos usam um campo magnético para a detecção sem contato da velocidade da roda e são capazes de reconhecer a direção da rotação, bem como o ponto de inércia.



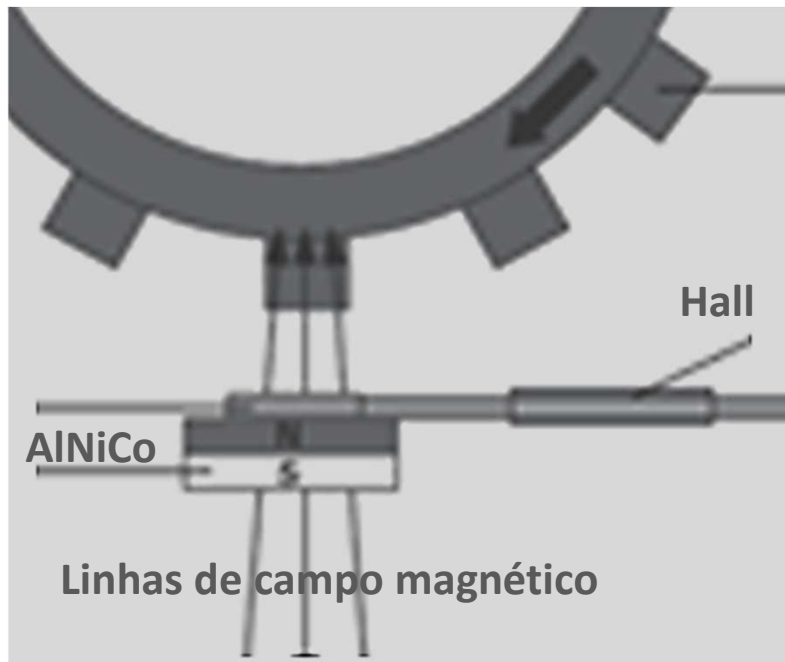
Sensor Hall de velocidade

- ▶ 1. roda dentada
- ▶ 2. conector
- ▶ 3. sinal de saída



- 4. ímã permanente (AlNiCo)
- 5. Campo magnético
- 6. Hall-IC

Sensor Hall de velocidade



- ▶ **Detecção sem contato de H.**
- ▶ **O elemento sensível é sensor Hall . Um ímã permanente localizado atrás do Hall gera um campo magnético.**
- ▶ **O campo magnético penetra no Hall e a roda dentada.**
- ▶ **Se a roda gira o campo magnético muda ao passar por cada dente.**
- ▶ **O sensor Hall mede a variação da velocidade.**
- ▶ **O sinal não é dependente da velocidade. O sinal de detecção é altamente confiável, até mesmo em 0 km / h.**

Sensor de velocidade: Hall

<https://www.trwaftermarket.com/en/Products/Drum-Brake-and-Actuation-Systems/ABS-Sensors>

<https://www.trwaftermarket.com/en/Products/Drum-Brake-and-Actuation-Systems/ABS-Sensors>

