

# Proximity Sensors

Fábio Demo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria  
Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Disciplina de Robótica Móvel

*faberdemo@gmail.com*

3 de outubro de 2023

- ① Proximity Sensors
- ② Magnetic Proximity Sensors
- ③ Inductive Proximity Sensors
- ④ Capacitive Proximity Sensors
- ⑤ Ultrasonic Proximity Sensors
- ⑥ Microwave Proximity Sensors
- ⑦ Optical Proximity Sensors

# Proximity Sensors I

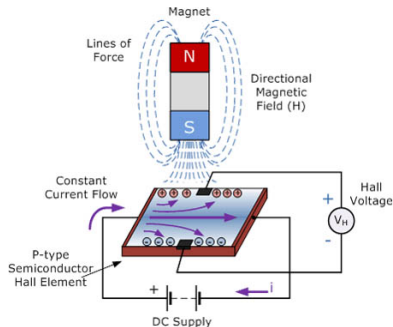
- Usados para determina a presença de objetos próximos;
- Desenvolvidos para alcance de detecção além do acessível por contato direto ou sensores táteis;
- Possuem uma confiabilidade alta;
  - Sendo úteis para operações em ambientes adversos;
  - Alguns desses sensores conseguem suportar impacto e vibração (EVERETT, 1995):
    - Forças de até 30000 Gs;
    - Pressão de até 20000 psi.



# Magnetic Proximity Sensors II

- Hall Effect Sensors:
  - Detectam a presença utilizando a magnitude do campo magnético criado por um objeto;
  - O princípio do efeito Hall é utilizado para detetar a presença e a intensidade de um campo magnético;
  - Possuem um alcance de cerca de 0-40mm (FENG, 2021)
    - Dependendo diretamente da densidade do fluxo magnético do objeto.
    - Os ímãs mais fortes têm mais influência e podem acionar o sensor a uma distância relativamente maior.

# Magnetic Proximity Sensors III



Fonte: (FENG, 2021)

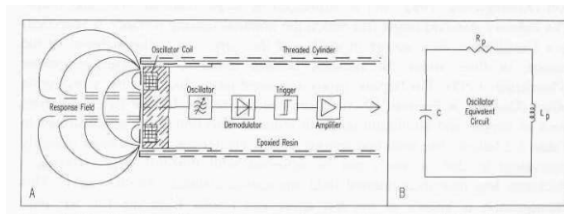
Figura 2: *Hall Effect Sensor*, onde um ímã é colocado próximo a esse semicondutor fino, ele interrompe o fluxo de corrente desviando os portadores de carga no semicondutor.

# Magnetic Proximity Sensors IV

- Magnetic Reed Switches:
  - O elemento magnético-resistivo é feito de um material especial que reage apenas a campos magnéticos;
    - Por exemplo um ímã permanente
  - Consegue detectar mesmo campos magnéticos muito fracos;
    - O elemento magnético-resistivo é aproximadamente dez vezes mais sensível do que um elemento Hall, o que permite uma grande distância de comutação.
  - Os interruptores de proximidade magnéticos são omnipolares, o que significa que tanto o pólo norte como o pólo sul estão a ser detectados.

# Inductive Proximity Sensors I

- Em 1993, eram os mais utilizados em aplicações industriais, para detecção de metais ferrosos e não-ferrosos (EVERETT, 1995);
- Geram um campo eletromagnético oscilatório (100Khz até 1 MHz);



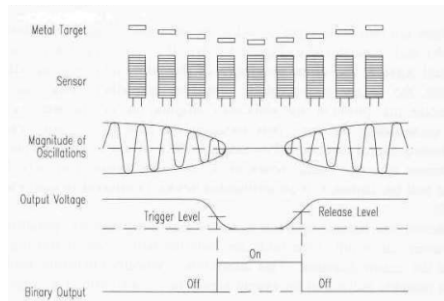
Fonte: (EVERETT, 1995)

Figura 3: Diagrama do *proximity sensor* tipo ECKO e o circuito de oscilador equivalente.



# Inductive Proximity Sensors II

- O comparador de limite alterna de um estado desligado para um estado ligado.



Fonte: (EVERETT, 1995)

**Figura 4:** Uma pequena diferença entre os níveis de disparo e liberação (histerese) elimina a instabilidade da saída à medida que o alvo entra e sai do alcance.

# Inductive Proximity Sensors III

- Um exemplo de uso envolve um grande manipulador industrial que limpa os cascos externos de navios em doca seca com abrasivo de aço.
  - Três sensores indutivos analógicos são usados para detectar a presença da superfície do casco de aço.



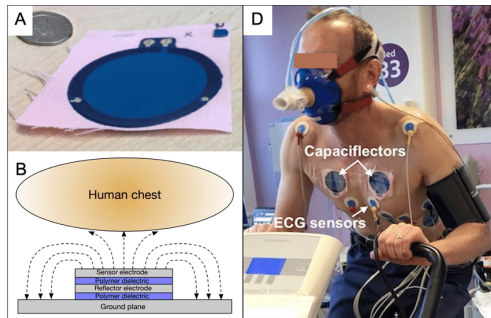
Fonte: (EVERETT, 1995)

**Figura 5:** esse dispositivo robótico de jateamento com granalha de aço usa sensores de proximidade para manter o efector de ciclo fechado em contato vedado com o casco do navio.

# Capacitive Proximity Sensors I

- Ao contrário dos sensores anteriores, os sensores capacitivos detectam mais que alvos metálicos (EVERETT, 1995);
  - Podem detectar materiais dielétricos (isolantes).
- Efetivos para aplicações de curto-alcance até alguns pés de distância;
- Reagem a variação na capacitância elétrica entre o sensor (ou placa) e o redor do seu alvo;
  - Ao objeto se aproximar, a mudança na geometria ou nas características dielétricas aumentam a capacitância.
- Na Figura 6, podemos observar um sensor desenvolvido pela NASA com enfoque em prevenção de colisão robótica (EVERETT, 1995);
  - Onde braços robóticos manipuladores (em aplicações industriais e espaciais), capazes de detectar a presença humana a uma distância de até 30,48 cm.

# Capacitive Proximity Sensors II



Fonte: (HAYWARD et al., 2022)

Figura 6: Capaciflexor utilizado em outro estudo, com enfoque em medição da taxa respiratória.

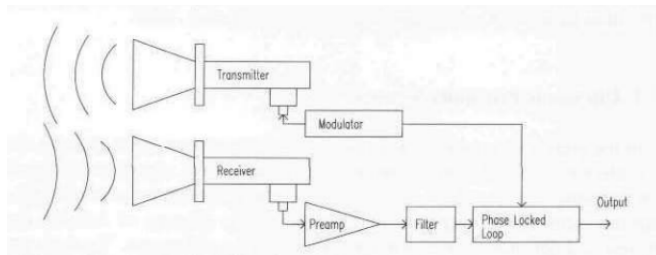
# Ultrasonic Proximity Sensors I

- O sensor ultrasônico de proximidade é um exemplo de um sensor reflectivo que responde a mudanças na quantia de energia refletida de um alvo após a interação com um alvo de interesse;
- Os sistemas típicos consistem em dois transdutores:
  - Um transmissor (tipicamente entre 20-200 KHz);
  - Um receptor que capta a energia refletida.
- São úteis para aplicações de diversos alcances, tanto para líquidos quanto para sólidos;
  - O alcance máximo de detecção depende não apenas dos níveis de potência emitidos, mas também da área transversal, da refletividade e da diretividade do alvo.

# Microwave Proximity Sensors I

- Esses sensores operam a distâncias entre 1m e 45,72m, ou até mais (EVERETT, 1995).
  - Operam de forma similar aos sensores ultrasônicos.
- Quando a presença de um alvo reflete energia suficiente, da antena transmissora de volta ao receptor, a saída muda de estado.
  - Indicando que um objeto está presente no campo de visão.
- Uma configuração alternativa emprega uma única antena transmissora/receptora que monitora o efeito Doppler induzido por um alvo em movimento.
  - Detectando movimentação relativa (diferente do detector de presença).
- Algumas das vantagens do sensor de microondas, são respectivamente (ELECTRICITY-MAGNETISM, 2023):
  - Precisão, até mesmo em ambientes com poeira, terra ou umidade;
  - Sensoriamento sem contato físico;
  - Independente de material, podendo detectar materiais de metal, plástico e até vidro;
  - Maiores distâncias do que outros tipos de sensores;
  - Podem atravessar os materiais, permitindo detectar objetos ocultos ou atrás de outros objetos

# Microwave Proximity Sensors II



Fonte: (HAYWARD et al., 2022)

**Figura 7:** O sensor de presença de microondas, requiere uma antena transmissora e outra receptora separadas.

- Podem ser empregados na indústria automotiva, automação industrial e sistemas de segurança.

# Optical Proximity Sensors I

- As



**ELECTRICITY-MAGNETISM. Microwave Proximity Sensor.** [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.electricity-magnetism.org/microwave-proximity-sensor/>.

**EVERETT, H.R. Sensors for Mobile Robots.** [S.l.]: CRC Press, 1995. ISBN 9781439863480. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=s0BZDwAAQBAJ>.

**FENG, Niu. Hall Effect Proximity Sensors.** [S.l.: s.n.], fev. 2021. Disponível em: <https://www.omch.co/hall-effect-proximity-sensors/>.

**HAYWARD, Nick et al.** A capaciflector provides continuous and accurate respiratory rate monitoring for patients at rest and during exercise. **Journal of Clinical Monitoring and Computing**, Springer, v. 36, n. 5, p. 1535–1546, 2022.

**SP.Z.O.O., Baumer. Magnetic proximity sensors.** [S.l.: s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.baumer.com/pl/en/product-overview/object-detection/magnetic-proximity-sensors/c/284>.

# Proximity Sensors

Fábio Demo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria  
Pós-Graduação em Ciência da Computação  
Disciplina de Robótica Móvel

*faberdemo@gmail.com*

3 de outubro de 2023