

Proximity Sensors

Fábio Demo da Rosa

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

faberdemo@gmail.com

5 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

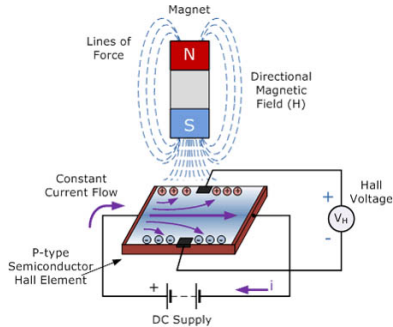
Proximity Sensors I

- 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)

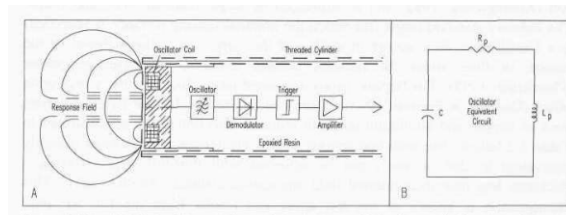
Figura 2: *Hall Effect Sensor*, onde um ímã é colocado próximo a esse semicondutor fino, ele interrompe o fluxo de corrente desviando os portadores de carga no semicondutor.

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
 - Conseguir 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);

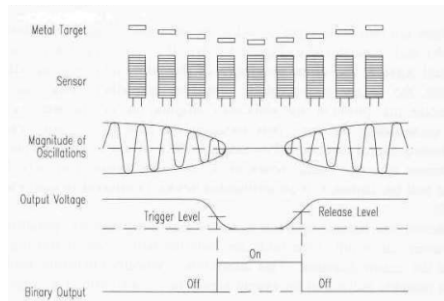


Fonte: (EVERETT, 1995)

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.



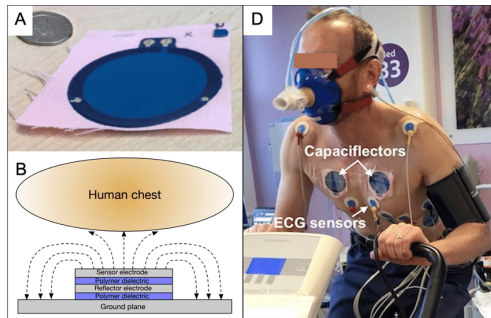
Fonte: (EVERETT, 1995)

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.

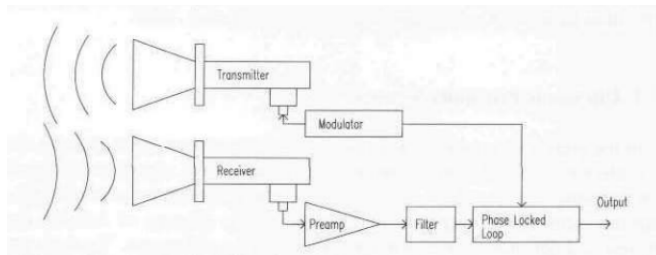
Ultrasonic Proximity Sensors I

- 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

- São comumente encontrados em aplicações robóticas como:
 - Detecção de piso;
 - Referenciamento na navegação;
 - Prevenção de colisão.
- A energia modulada próximo do infravermelho é tipicamente empregada para reduzir os efeitos da iluminação ambiente, alcançando assim a relação sinal-ruído necessária para uma operação confiável (EVERETT, 1995).
- Sua performance depende de:
 - Características físicas do material o qual se deseja estimar proximidade (tamanho, formato, refletividade e o tipo de material);
 - Design do sensor;
 - Velocidade do emissor ou do alvo;
 - Qualidade e quantidade de energia irradiada/recebida.

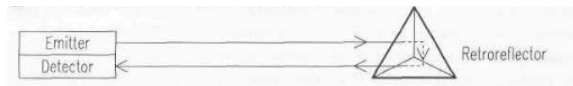
Optical Proximity Sensors II



Fonte: (EVERETT, 1995)

Figura 8: *Opposed Mode sensor configuration* depende da passagem de um objeto entre o transmissor e receptor para interromper o feixe.

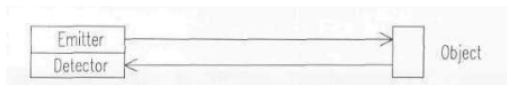
Optical Proximity Sensors III



Fonte: (EVERETT, 1995)

Figura 9: *Corner-cube retroreflectors* são empregados para aumentar o alcance efetivo e simplificar o alinhamento dos feixes.

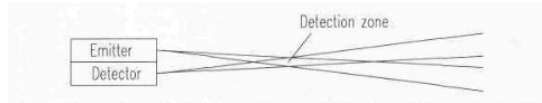
Optical Proximity Sensors IV



Fonte: (EVERETT, 1995)

Figura 10: *Diffuse-mode proximity sensors* dependem da energia refletida diretamente da superfície do alvo.

Optical Proximity Sensors V



Fonte: (EVERETT, 1995)

Figura 11: *Diffuse-mode proximity sensors* configurados em modo convergente podem ser usados para determinar a distância aproximada de um objeto.

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

5 de outubro de 2023