

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

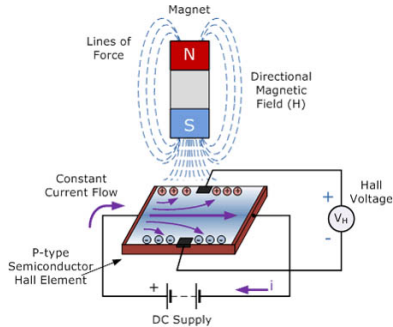
Proximity Sensors I

- 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)

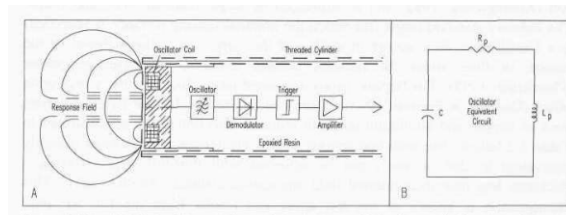
Figura 2: *Hall Effect Sensor*, onde um ímã é colocado próximo a esse semicondutor fino, ele interrompe o fluxo de corrente desviando os portadores de carga no semicondutor.

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
 - 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);

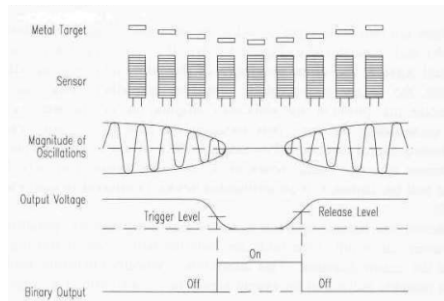


Fonte: (EVERETT, 1995)

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.



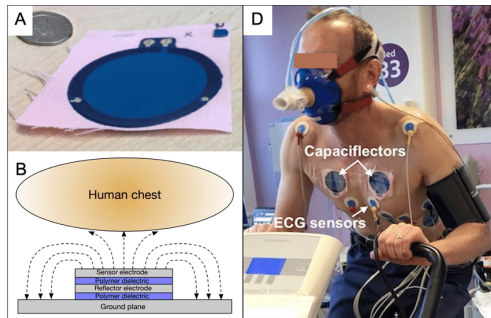
Fonte: (EVERETT, 1995)

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.

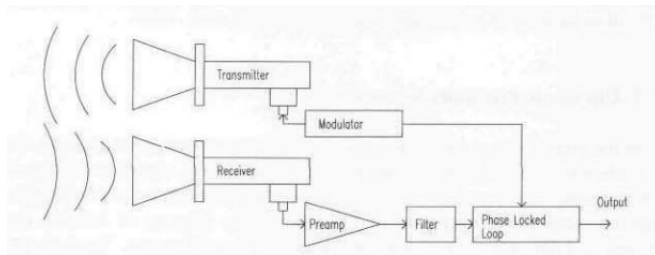
Ultrasonic Proximity Sensors I

- 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

- 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

- **Opposed Mode:**

- Também conhecido como *eletric eye*;
- É o mais simples dos sensores ópticos, onde o transmissor emite um feixe de luz (geralmente LED) focado em um receptor fotosensível;
- Qualquer objeto passante interrompe o feixe, interrompendo o circuito.
- Foi utilizado para contagem de peças, abertura automática de portas e sistemas de segurança;
- Em sistemas de segurança, foi usado em aplicações com mais de 30m de distância.



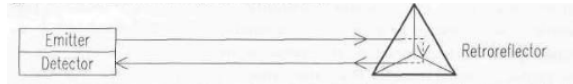
Fonte: (EVERETT, 1995)

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

- **Retroreflective Mode: *Opposed Mode*:**

- Nesta configuração, usa-se um espelho para refletir o feixe de volta ao receptor;
- Refletores de cubo de canto eventualmente substituíram os espelhos, devido a precisão.
 - Três superfícies refletivas perpendiculares e uma face hipotenusa;
 - A luz entra através da face hipotenusa e é refletida por cada superfície até voltar na direção de sua fonte.
- Em cenários de automação industrial, detecta-se proximidade quando o objeto interromper o feixe.
 - Porém, em algumas aplicações pode-se colocar o *retroreflector* no item/objeto a ser detectado.

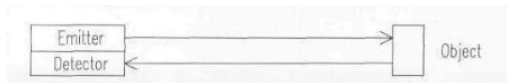


Fonte: (EVERETT, 1995)

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

Optical Proximity Sensors IV

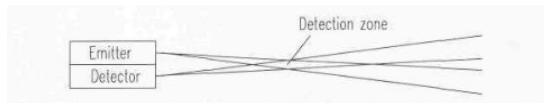
- **Diffuse-mode:**



Fonte: (EVERETT, 1995)

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

- **Convergent Mode:**



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