



2023

7. Introdução aos Sensores

R2: SCRAPY Guide

Número do projeto: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 Co-funded by
the European Union

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um endosso do conteúdo, que reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nele contidas.

ECAM EPMI
30/04/2023

Índice

| | |
|--|---|
| 1 Introdução | 2 |
| 2 Definições de sensores e transdutores..... | 2 |
| 3. Critérios para escolher um sensor..... | 3 |
| 4. Requisitos básicos de um sensor ou transdutor | 3 |
| 5. Classificação de Sensores | 4 |
| 6. Sensores e transdutores comumente usados..... | 6 |
| 7. Um sistema simples usando transdutores | 6 |
| 8. Sensores analógicos | 6 |
| 9. Sensores Digitais | 8 |
| 10 Conclusão | 8 |
| 11 Referências | 9 |

1 Introdução

Nesta lição, vamos aprender um pouco sobre Sensores e Transdutores, como escolher um Sensor, os requisitos de Sensores e Transdutores, quais são a classificação de sensores, alguns exemplos de sensores analógicos e digitais.

Vivemos num Mundo Analógico com meios Digitais de comunicação e controlo de objetos Mecânicos com sinais Elétricos. Isso é possível por causa de dispositivos como sensores e transdutores, que nos ajudam na conversão de dados ou informações de um domínio para outro.

A medição é um subsistema importante em qualquer sistema importante, seja um sistema mecânico ou um sistema eletrônico. Um sistema de medição consiste em sensores, atuadores, transdutores e dispositivos de processamento de sinais. A utilização destes elementos e dispositivos não se limita aos sistemas de medição.

Estes também são usados nos sistemas que executam tarefas específicas, para se comunicar com o mundo real. A comunicação pode ser qualquer coisa como ler o status de um sinal de um interruptor ou acionar uma saída específica para acender um LED.

2 Definições de sensores e transdutores

As palavras sensores e transdutores são amplamente utilizados em associação com sistemas de medição. O sensor é um elemento que produz sinais relacionados com a quantidade que está a ser medida. De acordo com a Instrument Society of America, "um sensor é um dispositivo que fornece saída utilizável em resposta a uma quantidade especificada que é medida". A palavra sensor deriva do significado original "perceber".

Em termos simples, um sensor é um dispositivo que deteta mudanças e eventos em um estímulo físico, e fornece um sinal de saída correspondente que pode ser medido e/ou gravado. Aqui, o sinal de saída pode ser qualquer sinal mensurável e é uma quantidade elétrica.

Os sensores são dispositivos que executam funções de entrada num sistema à medida que "detetam" as mudanças numa quantidade. O melhor exemplo de um sensor é um termómetro de mercúrio. Aqui a quantidade que está sendo medida é calor ou temperatura. A temperatura medida é convertida para um valor legível no tubo de vidro calibrado, com base na expansão e contração do mercúrio líquido.

Os atuadores são dispositivos que funcionam de forma oposta aos sensores. Um sensor converte um evento físico em um sinal elétrico, enquanto um atuador converte um sinal elétrico em um evento físico. Quando os sensores são usados na entrada de um sistema, os atuadores são usados para executar funções de saída em um sistema, pois controlam um dispositivo externo.

Transdutores são dispositivos que convertem energia de uma forma para outra. A energia está na forma de um sinal. Transdutor é um termo usado coletivamente para sensores e atuadores.

3. Critérios para escolher um sensor

A seguir estão alguns recursos que são considerados ao escolher um sensor.

1. **Tipo de Detecção:** O parâmetro que está sendo sentido como temperatura ou pressão.
2. **Princípio de funcionamento:** O princípio de funcionamento do sensor.
3. **Consumo de energia:** A energia consumida pelo sensor desempenhará um papel importante na definição da potência total do sistema.
4. **Precisão:** A precisão do sensor é um fator chave na seleção de um sensor.
5. **Condições ambientais:** As condições em que o sensor está sendo usado serão um fator na escolha da qualidade de um sensor.
6. **Custo:** Dependendo do custo da aplicação, um sensor de baixo custo ou um sensor de alto custo pode ser usado.
7. **Resolução e Alcance:** O menor valor que pode ser sentido e o limite de medição são importantes.
8. **Calibração e Repetibilidade:** Alteração de valores com tempo e capacidade de repetir medições em condições semelhantes.

4. Requisitos básicos de um sensor ou transdutor

Os requisitos básicos de um sensor são:

1. **Intervalo:** Indica os limites da entrada em que pode variar. No caso da medição de temperatura, um termopar pode ter um intervalo de 25 – 250 0C.
2. **Precisão:** É o grau de exatidão entre a medição real e o valor real. A precisão é expressa como uma percentagem da saída de gama completa.
3. **Sensibilidade:** A sensibilidade é uma relação entre o sinal físico de entrada e o sinal elétrico de saída. É a relação entre a mudança na saída do sensor e uma mudança de unidade no valor de entrada que causa uma mudança na saída.
4. **Estabilidade:** O sensor pode produzir a mesma saída para entrada constante ao longo de algum tempo.
5. **Repetibilidade:** O sensor pode produzir a mesma saída para diferentes aplicações com o mesmo valor de entrada.
6. **Tempo de resposta:** É a velocidade de mudança na saída em uma mudança gradual na entrada.
7. **Linearidade:** É especificada em termos da percentagem de não linearidade. A não-linearidade é uma indicação de desvio da curva de medição real da curva de medição ideal.
8. **Robustez:** É uma medida de durabilidade quando o sensor é usado em condições extremas de operação.
9. **Histerese:** A histerese é definida como a diferença máxima na saída em qualquer valor mensurável dentro do intervalo especificado do sensor ao se aproximar do ponto primeiro aumentando e depois diminuindo o parâmetro de entrada. A histerese é uma característica que um transdutor tem em ser incapaz de repetir fielmente sua funcionalidade quando usado na direção oposta de operação.

5. Classificação de Sensores

O esquema de classificação de sensores pode variar de muito simples a muito complexo. O estímulo que está sendo sentido é um fator importante nessa classificação.

Alguns dos estímulos são

1. **Acústica:** Onda, espectro e velocidade da onda.
2. **Elétrico:** Corrente, carga, potencial, campo elétrico, permissividade e condutividade.
3. **Magnético:** Campo magnético, fluxo magnético e permeabilidade.
4. **Térmica:** Temperatura, calor específico e condutividade térmica.
5. **Mecânica:** Posição, aceleração, força, pressão, tensão, deformação, massa, densidade, momento, torque, forma, orientação, rugosidade, rigidez, conformidade, cristalinidade e estrutural.
6. **Ótica:** Onda, velocidade da onda, índice de refração, refletividade, absorção e emissividade.

O fenómeno de conversão dos sensores é também um fator importante na classificação dos sensores. Alguns dos fenómenos de conversão são magnetoelétricos, termoeletrônicos e fotoelétricos.

Com base nas aplicações dos sensores, a sua classificação pode ser feita da seguinte forma.

I. Sensores de deslocamento, posição e proximidade

1. Elemento Resistivo ou Potenciômetro
2. Elementos capacitivos
3. Elemento medidor de tensão
4. Sensores de proximidade indutivos
5. Sensores de proximidade de corrente parasita
6. Transformadores Diferenciais
7. Codificadores óticos
8. Sensores de efeito Hall
9. Sensores Pneumáticos
10. Interruptores de proximidade
11. Codificadores rotativos

II. Sensores de temperatura

1. Termistores
2. Termopar
3. Tiras Bimetálicas
4. Detetores de Temperatura de Resistência
5. Termóstato

III. Sensores de luz

1. Diodo fotográfico
2. Fototransistor
3. Resistor dependente da luz

IV. Velocidade e movimento

1. Sensores Piroelétricos
2. Tacogerador
3. Codificador incremental

V. Pressão do fluido

1. Manómetro de diafragma
2. Sensor tátil
3. Sensores Piezoelétricos
4. Cápsulas, foles, tubos de pressão

VI. Caudal e Nível de Líquidos

1. Medidor de turbina
2. Placa de Orifício e Tubo de Venturi

VII. IR Sensor

1. Par transmissor e recetor infravermelho

VIII. Força

1. Strain Gauge
2. Célula de carga

IX. Sensores de toque

1. Sensor de toque resistivo
2. Sensores de toque capacitivos

X. Sensores UV

1. Detetor de luz ultravioleta
2. Sensores fotográficos de estabilidade
3. Tubos fotográficos UV
4. Detetores UV germicidas

Todos os sensores podem ser classificados em dois tipos com base na potência ou exigência de sinal. São sensores ativos e sensores passivos.

A ordem para operar sensores ativos requer um sinal de energia de uma fonte externa. Este sinal é chamado de sinal de excitação, e com base neste sinal de excitação o sensor produz saída. Um strain gauge é um exemplo de um sensor ativo. É uma rede de ponte resistiva sensível à pressão e não produz o sinal elétrico de saída por conta própria. A quantidade de força aplicada pode ser medida relacionando-a com a resistência da rede. A resistência pode ser medida passando uma corrente através dele. A corrente atua como o sinal de excitação.

Em contraste, sensores passivos produzem diretamente o sinal elétrico de saída em resposta ao estímulo de entrada. Toda a potência requerida por um sensor passivo é obtida a partir da medição. Um termopar é um sensor passivo.

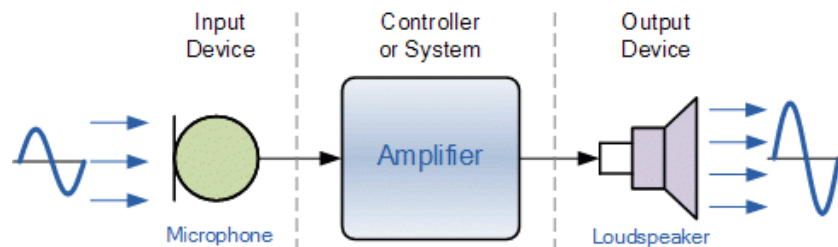
6. Sensores e transdutores comumente usados

Alguns dos sensores e transdutores mais utilizados para diferentes estímulos (a quantidade a ser medida) são:

1. Para a detecção de luz, os dispositivos de entrada ou sensores são um fotodiodo, fototransistor, resistor dependente de luz e células solares. Os dispositivos de saída ou atuadores são LEDs, displays, lâmpadas e fibra ótica.
2. Para a detecção de temperatura, os sensores são termistores, termopares, detetores de temperatura de resistência e termostatos. Os atuadores são aquecedores.
3. Para a posição de detecção, os dispositivos de entrada são um potenciômetro, sensor de proximidade e transformador diferencial. Os dispositivos de saída são o medidor de motor e painel.
4. Para a detecção de pressão, os sensores são medidor de tensão e célula de carga. Os atuadores são elevadores e macacos e vibrações eletromagnéticas.
5. Para a detecção de som, os dispositivos de entrada são microfones, e os dispositivos de saída são alto-falantes e buzzers.
6. Para a detecção de velocidade, os sensores utilizados são o gerador de tachômetro e sensores de efeito Doppler. Os atuadores são motores e freios.

7. Um sistema simples usando transdutores

Um sistema de endereçamento público é um exemplo de um sistema que utiliza sensores e atuadores.



Um sistema simples usando transdutores

É composto por um microfone, um amplificador e um altifalante. O sensor ou o dispositivo com uma função de entrada é um microfone. Deteta os sinais sonoros e transforma-os em sinais elétricos. O amplificador recebe estes sinais elétricos e amplifica a sua força.

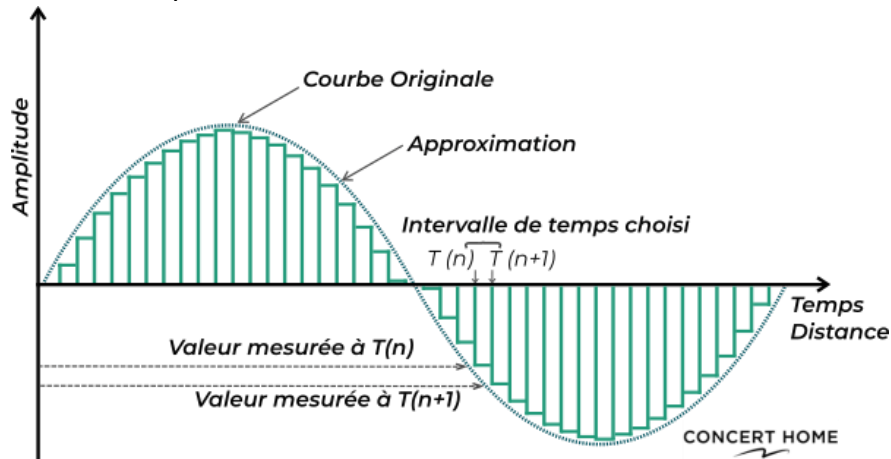
O atuador ou o dispositivo com a função de saída é o altifalante. Ele recebe os sinais elétricos amplificados do amplificador e os converte de volta em sinais sonoros, mas com mais alcance.

8. Sensores analógicos

Um sensor analógico produz sinais de saída continuamente variáveis ao longo de uma gama de valores. Normalmente, o sinal de saída é tensão, e este sinal de saída é

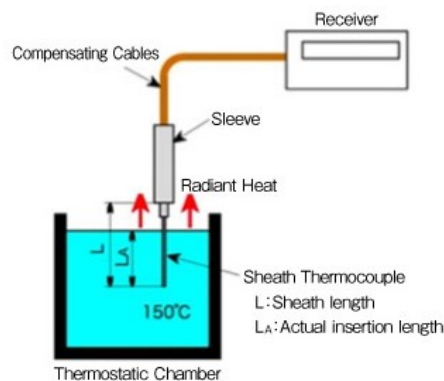
proporcional à medição. A quantidade que está sendo medida como velocidade, temperatura, pressão, deformação, etc. são todas contínuas por natureza e, portanto, são quantidades analógicas.

Uma célula de sulfureto de cádmio (célula CdS) que é utilizada para medir a intensidade da luz é um sensor analógico. A resistência de uma célula CdS varia de acordo com a intensidade da luz incidente sobre ela. Quando conectado a uma rede divisória de tensão, a mudança na resistência pode ser observada através da variação da tensão de saída. Neste circuito, a saída pode variar de 0 V a 5 V.



A intensidade da luz

Termopar ou termómetro é um sensor analógico. A configuração a seguir é usada para medir a temperatura do líquido no recipiente usando um termopar.



Uma configuração para medir a temperatura do líquido no recipiente usando um termopar

A saída de um sensor analógico tende a mudar suave e continuamente ao longo do tempo. Assim, o tempo de resposta e a precisão dos circuitos que empregam sensores

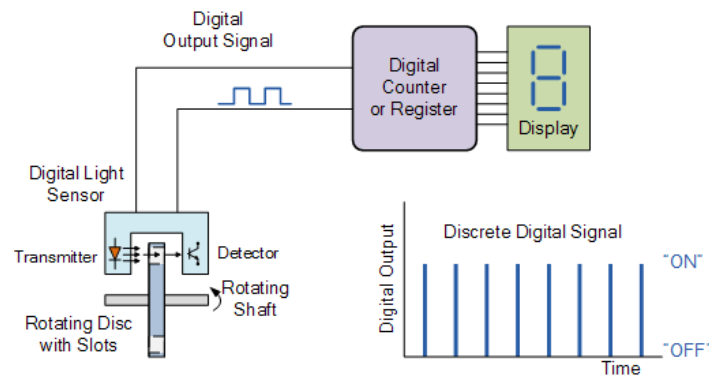
analógicos são lentos e menores. Para usar esses sinais em um sistema baseado em microcontrolador, conversores digitais analógicos podem ser usados.

Os sensores analógicos requerem uma fonte de alimentação externa e amplificação de alguma forma para produzir sinais de saída apropriados. Op Amps são muito úteis no fornecimento de amplificação e filtragem.

9. Sensores Digitais

Um sensor digital produz sinais digitais discretos. A saída de um sensor digital tem apenas dois estados, ou seja, 'ON' e 'OFF.' ON é a lógica 1 e OFF é a lógica 0. Um interruptor de botão é o melhor exemplo de um sensor digital. Neste caso, o interruptor tem apenas dois estados: ou está LIGADO quando pressionado ou está DESLIGADO quando liberado ou não pressionado.

A configuração a seguir usa um sensor de luz para medir a velocidade e produz um sinal digital.



Uma configuração para medir a velocidade e produz um sinal digital.

Na configuração acima, o disco rotativo é conectado ao eixo de um motor e tem vários slots transparentes. O sensor de luz capta a presença ou ausência da luz e envia sinais lógicos 1 ou lógicos 0 de acordo com o contador. O contador exibe a velocidade do disco. A precisão pode ser aumentada aumentando as ranhuras transparentes no disco, uma vez que permite mais contagens durante o mesmo período de tempo.

Em geral, a precisão de um sensor digital é alta quando comparada a um sensor analógico. A precisão depende do número de bits que são usados para representar a medição. Quanto maior o número de bits, maior a precisão.

10 Conclusão

Os sensores são uma tecnologia facilitadora, aplicável a um amplo espectro de usos. Para ser eficaz, requer a identificação de utilizações potenciais e a avaliação do grau de adequação. Por exemplo, os sistemas de sensores desenvolvidos para a monitorização estrutural do estado de uma aeronave militar envelhecida ou outras aplicações de monitorização de veículos podem ser explorados de alguma forma pelas indústrias aeronáutica comercial e automóvel. Os sensores químicos usados para a deteção de

agentes de guerra química têm inúmeras aplicações possíveis não-DoD em áreas como monitoramento ambiental e de saúde. Além disso, os sensores infravermelhos, tradicionalmente desenvolvidos para aplicações militares, como reconhecimento, estão encontrando usos na fabricação de materiais, detecção de intrusão e sistemas de detecção de produtos químicos à medida que se tornam acessíveis.

11 Referências

<https://nap.nationalacademies.org/>

<https://www.electronicshub.org/sensors-and-transducers-introduction/>

<https://www.publicsensors.org/intro-to-sensors/>