

Título

Controle de Motor com PID em Sistemas Embarcados

Introdução

Contexto

- Controle de velocidade de um motor DC.
- Objetivo: Manter a velocidade constante apesar das variações de carga.

Componentes

Componentes Utilizados

- Microcontrolador: Arduino Uno
- Sensor de Velocidade: Encoder
- Atuador: Motor DC
- Controlador: PID

Cálculos Envolvidos

Erro de Velocidade

- $\text{Erro} = V_d - V_a$

Termo Proporcional (P)

- $P = K_p \times \text{Erro}$

Termo Integral (I)

- $I = K_i \times \sum \text{Erro} \times \Delta t$

Termo Derivativo (D)

- $D = K_d \times \frac{d(\text{Erro})}{dt}$

Saída do Controlador PID

Saída do Controlador PID

- $\text{Saída} = P + I + D$

Implementação no Arduino

Código Exemplo no Arduino

```
double Kp = 2.0;
double Ki = 0.5;
double Kd = 1.0;

double erro, erroAnterior, integral, derivativo, saida;
unsigned long tempoAnterior, tempoAtual;
double deltaT;

double velocidadeDesejada = 100.0;
double velocidadeAtual;

void setup() {
    tempoAnterior = millis();
}

void loop() {
    tempoAtual = millis();
    deltaT = (tempoAtual - tempoAnterior) / 1000.0;

    velocidadeAtual = lerVelocidadeMotor();
    erro = velocidadeDesejada - velocidadeAtual;

    integral += erro * deltaT;
    derivativo = (erro - erroAnterior) / deltaT;

    saida = (Kp * erro) + (Ki * integral) + (Kd * derivativo);

    controlarMotor(saida);

    erroAnterior = erro;
    tempoAnterior = tempoAtual;
}

double lerVelocidadeMotor() {
    return 90.0;
}
```

```
void controlarMotor(double valor) {  
    // Controle do motor  
}
```

Implementação no Arduino: // comentado

```
// Definição dos ganhos do PID
double Kp = 2.0;
double Ki = 0.5;
double Kd = 1.0;

// Variáveis para armazenar os valores do PID
double erro, erroAnterior, integral, derivativo, saida;

// Variáveis de tempo
unsigned long tempoAnterior, tempoAtual;
double deltaT;

// Velocidades
double velocidadeDesejada = 100.0; // Exemplo: 100 RPM
double velocidadeAtual;

void setup() {
    // Configurações iniciais
    tempoAnterior = millis();
}

void loop() {
    // Atualiza o tempo
    tempoAtual = millis();
    deltaT = (tempoAtual - tempoAnterior) / 1000.0; // Converte para segundos

    // Leitura da velocidade atual do motor
    velocidadeAtual = lerVelocidadeMotor();

    // Calcula o erro
    erro = velocidadeDesejada - velocidadeAtual;

    // Calcula os termos do PID
    integral += erro * deltaT;
    derivativo = (erro - erroAnterior) / deltaT;

    // Calcula a saída do PID
    saida = (Kp * erro) + (Ki * integral) + (Kd * derivativo);
```

```
// Aplica a saída ao motor  
controlarMotor(saida);
```

```
// Atualiza o erro anterior e o tempo  
erroAnterior = erro;  
tempoAnterior = tempoAtual;  
}
```

```
double lerVelocidadeMotor() {  
    // Função fictícia para ler a velocidade do motor  
    return 90.0; // Exemplo: 90 RPM  
}
```

```
void controlarMotor(double valor) {  
    // Função fictícia para controlar o motor  
    // Aqui você aplicaria o valor calculado ao motor  
}
```

Explicação dos Cálculos

Explicação dos Cálculos

- **Erro:** Diferença entre a velocidade desejada e a atual.
- **Termo Proporcional:** Ajusta a saída com base no erro atual.
- **Termo Integral:** Ajusta a saída com base na soma dos erros passados.
- **Termo Derivativo:** Ajusta a saída com base na taxa de variação do erro.

Slide 8: Conclusão

Conclusão

- O controlador PID permite um controle preciso e eficiente da velocidade do motor.
- A implementação em sistemas embarcados requer compreensão dos cálculos matemáticos e da programação.

Espero que este formato ajude a apresentar o conteúdo de forma clara e organizada. Se precisar de mais alguma coisa, estou à disposição!

Fonte: conversa com o Copilot, 23/09/2024

1. [How to End Your PowerPoint Presentation With a Strong Close](#)
2. [Create a PowerPoint presentation from an outline](#)
3. [How to Make a Great “Any Questions” PowerPoint Slide](#)
4. [30 Examples: How to Conclude a Presentation \(Effective Closing Techniques\)](#)
5. [Concluding a PowerPoint Slide: Tips for a Strong Finish](#)
6. [Tips and ideas for your final PowerPoint slide - Strategy Compass](#)