

## Identificação de Sistemas Dinâmicos 2º/2019

### - Experimento 2 -

## Identificação Recursiva de Processo Térmico

A identificação recursiva tem algumas vantagens em relação à identificação em bateladas. Notadamente a possibilidade de acompanhar variações lentas do processo. Por outro lado, a adaptação constante do algoritmo recursivo pode levar à instabilidade ou ainda apresentar oscilações indesejadas.

### Objetivo

Neste experimento deverá ser implementada a identificação recursiva de um processo térmico comparando-se as vantagens e desvantagens em relação à identificação por batelada. A temperatura ambiente (que varia lentamente) e um ventilador serão considerados sinais de perturbação.

### 1. Introdução – O processo térmico

Cada dupla de alunos deverá montar o seu próprio processo térmico utilizando módulos Arduino, ou similares, para a aquisição de sinais. Como referência, para iniciar os estudos, considere o seguinte processo térmico, constituído de um sensor de temperatura LM35, um conjunto de resistores acionados via PWM e um microcontrolador ATmega8 com conversor A/D, conforme mostrado na figura 1. O amplificador operacional ajusta a faixa dinâmica do sensor de temperatura à faixa de leitura do ADC.

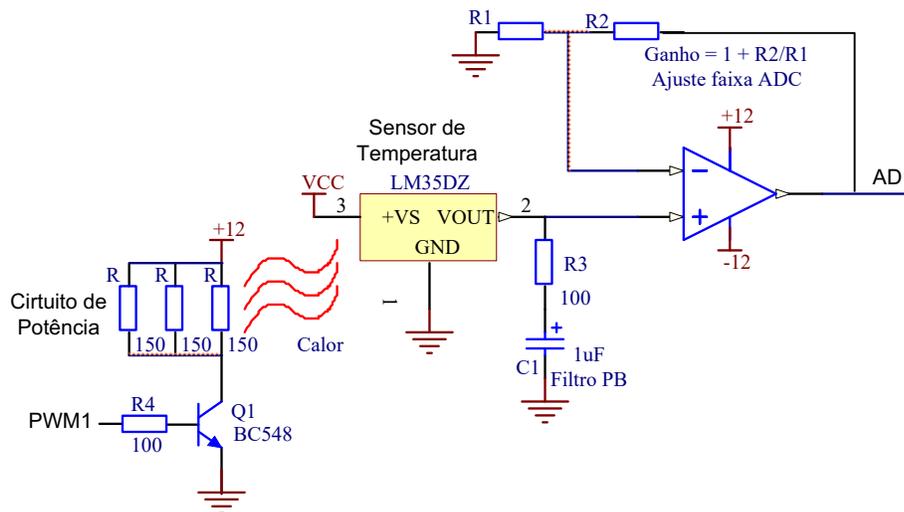


Figura 1 – Processo térmico – Circuito de potência, sensor e condicionamento do sinal de temperatura.

Para o sistema da figura 1 foi utilizado um sinal de entrada pseudo-aleatório. O sinal de entrada e a saída correspondente (operação em malha aberta) são mostrados na figura 2. Estes sinais estão disponíveis no arquivo exp2ISDn.zip.

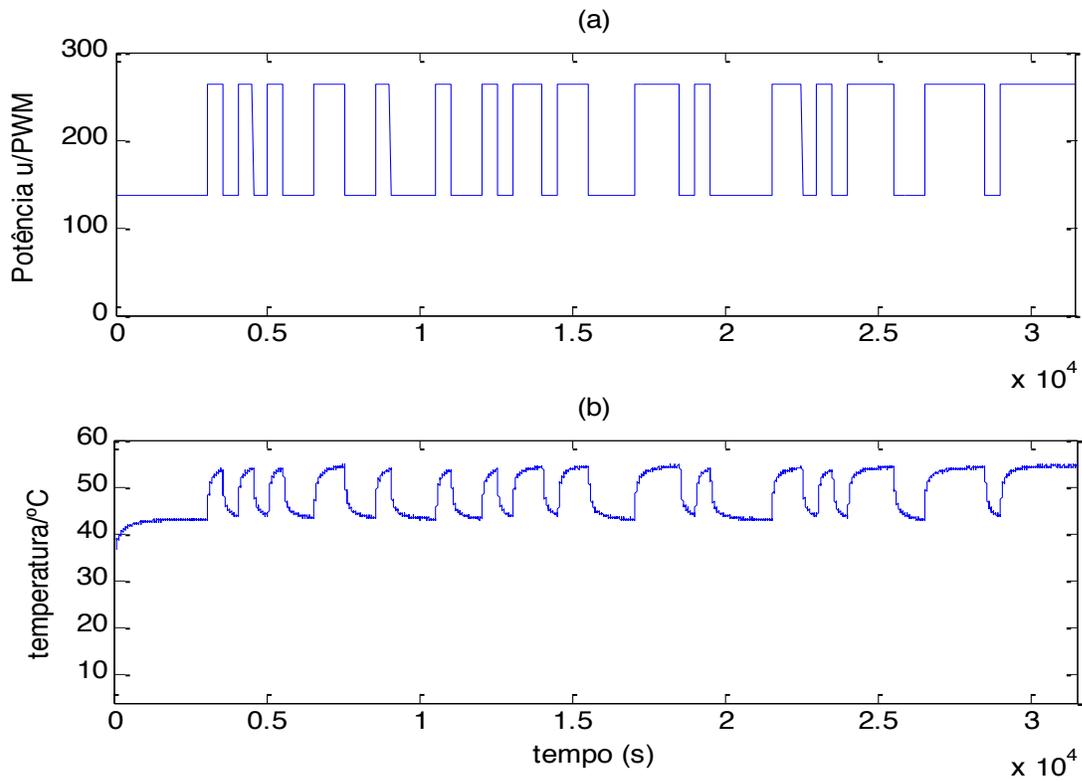


Figura 2 – Sinais de entrada e saída do processo térmico – obtidos em CDig/Ene/UnB.

Para o Experimento 2 de ISD considere um ventilador, que irá produzir perturbações na temperatura medida, pela convecção forçada do calor no corpo de prova. Considere também que a temperatura ambiente será medida em um ponto que não é influenciado nem pelo aquecimento da resistência nem pelo resfriamento do ventilador, conforme mostra a figura 2.

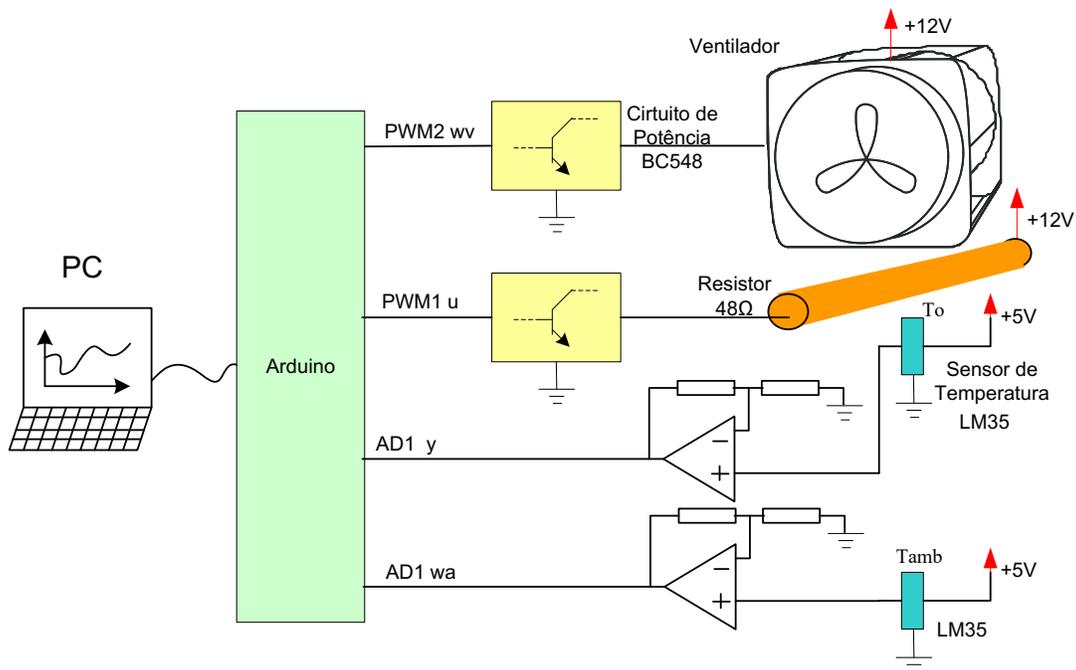


Figura 3 – Processo térmico com perturbação (ventilador) e temperatura ambiente.

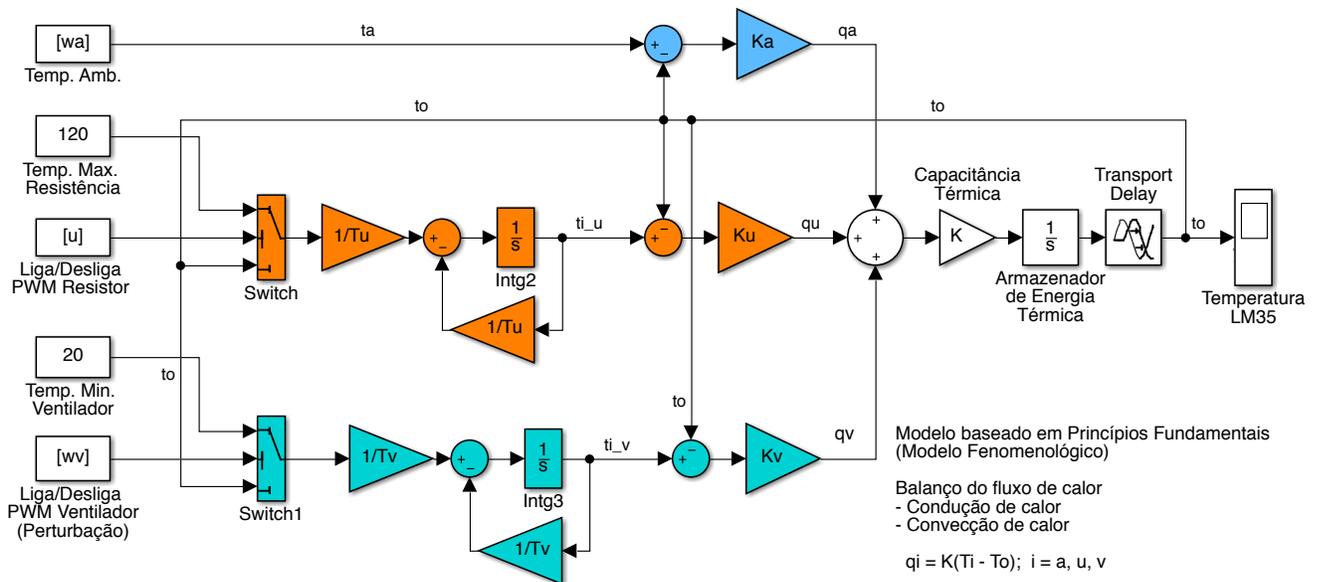


Figura 4 – Modelo “Princípios Fundamentais” do processo térmico com perturbação (ventilador) e temperatura ambiente.

2. **Estimação recursiva dos parâmetros:** Ver Cap. 8 – Aguirre, 3ª edição e “ermqfe.m”.

3. **Procedimento**

O objetivo deste experimento é identificar as funções de transferência de  $U(s)$ ,  $W_v(s)$   $W_a(s)$  para  $Y(s)$ .

- Estimar o atraso do processo com `delayest()`.
- Identificar o processo por batelada, modelo ARMAX.
- Adequar o arquivo `ermqfe.m` para a topologia mais adequada.
- Identificar o processo de forma recursiva com fator de esquecimento,  $\lambda = 1$ . Utilize o fator de decimação,  $fd = 1$  e  $5$ . Obs: Note que a alteração de  $fd$  demanda adequação do modelo.
- Para  $fd = 1$  e  $5$ , obter valores adequados de  $\lambda$  de tal maneira que haja grande plasticidade da estimação recursiva. (Valores de  $\lambda$  “pequenos”). Qual  $\lambda$  produz o melhor fitness NRMSE?
- Apresentar os resultados como: a) tabela do erro médio quadrático, b) gráficos da evolução dos parâmetros e c) simulações dos modelos identificados recursivamente.

4. **Exemplo de Identificação Recursiva**

