



## EE641 (Laboratório de Eletrônica II)

Prof Hudson Zanin (hudson@dsif.fee.unicamp.br)

Prof João Carlos Martins de Almeida (joaocarlosma@gmail.com)

### Roteiro para Experimento II

## Termostato

### 1 Objetivo:

Neste experimento você estudará um termostato, composto por sensor de temperatura, circuito de condicionamento de sinais, *Raspberry Pi*, circuito de comando e atuador.

### 2 Lista de material:

1 CI INA122

1 CI LM324

1 Termistor NTC Epoxy 2k2

1 Transistor bipolar BC 547

1 Regulador de tensão 7805

1 Soquete de 14 pinos, terminal curto

1 Soquete de 8 pinos, terminal curto

2 Capacitores cerâmicos 100 kpF

2 Capacitores 100  $\mu$ F

Resistores: 2  $\times$  180  $\Omega$ , 1  $\times$  1 k $\Omega$ , 1  $\times$  4,7 k $\Omega$ , 1  $\times$  5 k $\Omega$ , 1  $\times$  10 k $\Omega$ , 1  $\times$  200 k $\Omega$ , e diversos conforme projeto

1 trimpot 10 k $\Omega$  (20 voltas) (azul)

2 Diodos 1N4007 ou 1N4001

1 Diodo Zener 3,3 V - 1N4728

1 LED vermelho

1 Relé 12 V

1 Lâmpada incand. 60 W/127 V com base

### 3 Projeto

**3.1** Projete um circuito de condicionamento de sinais que permita converter a variação da resistência de um termistor<sup>(1)</sup> considerando o range de temperatura de aproximadamente 20°C até 50°C em um sinal de tensão com variação de no mínimo 1 Vpp.

Inclua no seu projeto um regulador de tensão com saída de 5V (7805) para alimentar todos os módulos do seu circuito.

<sup>(1)</sup>A tabela 1 mostra valores medidos experimentalmente da resistência do termistor em função da temperatura. A Figura 1 mostra a mesma informação em formato gráfico. Note que este termistor apresenta coeficiente de temperatura negativo (NTC).

Temp. [°C]	Resistência [Ω]
10	4774
20	3186
30	2160
40	1488
50	1043
60	741
70	536
80	393
90	296
100	223

Tabela 1: Valores experimentais da caracterização do termistor NTC

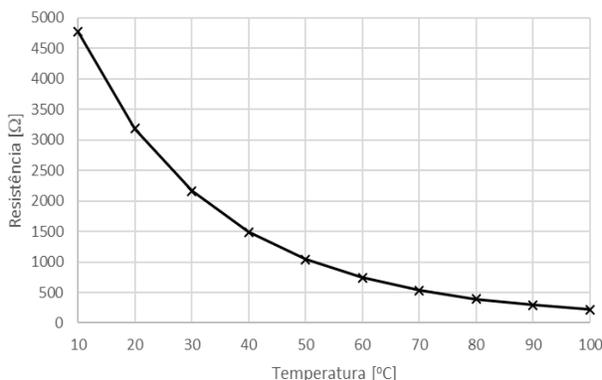


Figura 1: Gráfico da resistência versus temperatura conforme valores da Tabela 1

**3.2** Calcule algebricamente como este sinal de temperatura é convertido para o sinal de tensão. Apresente no seu vídeo sucintamente.

**3.3** Projete um circuito que permita controlar (liga/desliga) um aquecedor (lâmpada incandescente de 60 W, 127 V) usando 1 bit proveniente do GPIO do RasPI.

#### 4 Parte Experimental:

**4.1** Monte o circuito de condicionamento de sinais do sensor e verifique experimentalmente seu funcionamento.

**4.2** Acople a saída deste circuito de condicionamento a entrada do conversor analógico digital com saída PWM montado na aula anterior. Faça os ajustes necessários na onda triangular do PWM.

**4.3** Faça a aquisição contínua do sinal PWM e converta-o na temperatura correspondente, imprimindo este valor na tela do RasPI. Para isto, extraia uma equação a partir dos dados experimentais apresentados na Tabela 1 e use também a equação que você calculou (usando origin ou excel) no item 3.2.

**4.4** Programe o software do RasPI para que acione o aquecedor se a temperatura for inferior a  $T_{amb} + 20^{\circ}\text{C}$  e desligue-o acima disto.

**4.5** Monte o circuito de controle do aquecedor (lâmpada) e teste-o. Mostre tudo passo a passo no seu vídeo.

**4.6** Apresente o seu projeto completo, hardware e software, com lista de materiais, esquemas, fotografia (*printscreen*) da montagem etc no vídeo.

**4.7** Simule o circuito e compare com o experimental no seu vídeo para 2 (dois) pontos extras na nota.

## 5 Discussão para vídeo

**5.1** Neste experimento você realizou um termostado. Se você fosse vender este produto, qual a informação que incluiria para que seu cliente possa utilizá-lo facilmente?

**5.2** Qual a alteração no projeto que deve ser feita para que o acionamento e desligamento do aquecedor seja realizado com histerese?

## 6. Bibliografia:

- 6.1 <http://www.raspberrypi.org/>
- 6.2 <http://wiringpi.com>
- 6.3 A. S. Sedra, K.C.Smith, Microeletrônica, Makron Books Ltda
- 6.4 R. Boylestad e L. Nashelsky, Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos, Prentice-Hall.
- 6.5 F. Fruett, Notas de aula, EE530, <http://www.dsif.fee.unicamp.br/~fabiano/EE530/EE530.htm>

P1: The Main GPIO connector						
WiringPi Pin	BCM GPIO	Name	Header	Name	BCM GPIO	WiringPi Pin
		3.3v	1 2	5v		
8	Rv1:0 - Rv2:2	SDA	3 4	5v		
9	Rv1:1 - Rv2:3	SCL	5 6	0v		
7	4	GPIO7	7 8	TxD	14	15
		0v	9 10	RxD	15	16
0	17	GPIO0	11 12	GPIO1	18	1
2	Rv1:21 - Rv2:27	GPIO2	13 14	0v		
3	22	GPIO3	15 16	GPIO4	23	4
		3.3v	17 18	GPIO5	24	5
12	10	MOSI	19 20	0v		
13	9	MISO	21 22	GPIO6	25	6
14	11	SCLK	23 24	CE0	8	10
		0v	25 26	CE1	7	11
WiringPi Pin	BCM GPIO	Name	Header	Name	BCM GPIO	WiringPi Pin