



UNIVERSIDADE D
COIMBRA



Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computador
FCTUC

Sensores Inteligentes

Ficha de trabalho nº 2

Anemómetro Térmico

Manuel Mateus Nº 2012169738

Miguel Maranhã Nº 2012138309

Índice

- 1 Introdução
- 2 Desenvolvimento
 - 2.1 Estudar o Ruído à entrada do ADC do PIC24
 - 2.2 Medir a temperatura atmosférica com um termistor NTC.
 - 2.3 Dependência da resistência do filamento de tungsténio
 - 2.3.1 Medir a temperatura ambiente e a resistência do filamento a essa temperatura
 - 2.3.2 Colocar a resistência do filamento 100K superior à temperatura ambiente
 - 2.3.3 Determinar o aumento de temperatura e o consequente factor de dissipação
 - 2.3.4 Caracterizar a resposta dinâmica do filamento e registar a resposta transitória
 - 2.4 Dimensionar resistências R1 R3 R4 com a ponte equilibrada com o filamento a 200°
 - 2.5 Observar a tensão aos terminais do filamento com o anemómetro no túnel de vento
 - 2.6 Valores obtidos com a PIC24 da velocidade do vento.
 - 2.7 Análise teórica
 - 2.7.1 Conjunto de melhorias para garantir funcionamento para temperaturas 5 a 35°C
 - 2.7.2 Condições necessárias para o filamento aquecer, alterações propostas ao
- circuito
 - 2.7.3 Com um termistor NTC como filamento, cuidados e alterações
 - 2.7.4 Comparação entre eficiência energética do anemómetro comutado e linear

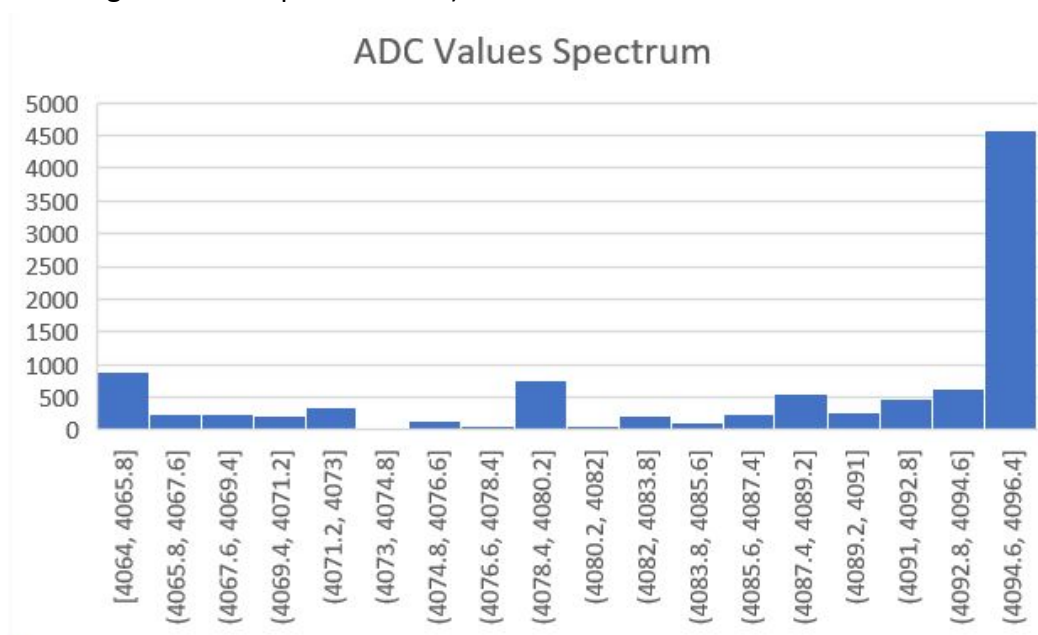
1 Introdução

Neste trabalho prático foi proposto a implementação de um anemômetro térmico utilizando a PIC24 com o objectivo de calcular a velocidade do vento.

2 Desenvolvimento

2.1 Estudar o Ruído à entrada do ADC do PIC24

Implementamos em código um ADC 12 bits e Serial Communication via UART. De seguida ligamos o PIN 26 (RB15) que é o pino do ADC implementado (canal 9) a um nível de tensão estável de 5V e fazemos upload para a PIC24. Abrindo o Serial Monitor(Arduino IDE) retiramos os 10.000 valores pedidos e importando para o excel criámos o histograma presente na figura abaixo apresentada a)



Para obtermos uma resolução de 16 bits no ADC, usaria-mos a tecnologia Sigma-Delta A/D que amostra a entrada abaixo da frequência de Nyquist, o que faria aumentar a latência, no pic24 teríamos de usar SDON=1 no bit 15 do ADC.

2.2 Medir a temperatura atmosférica com um termistor NTC

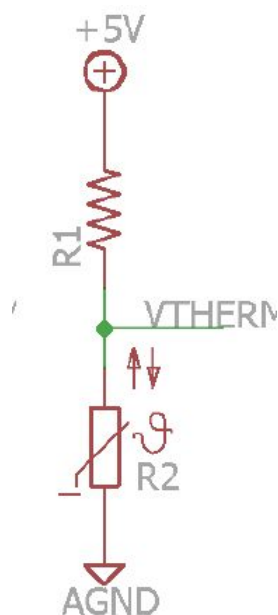
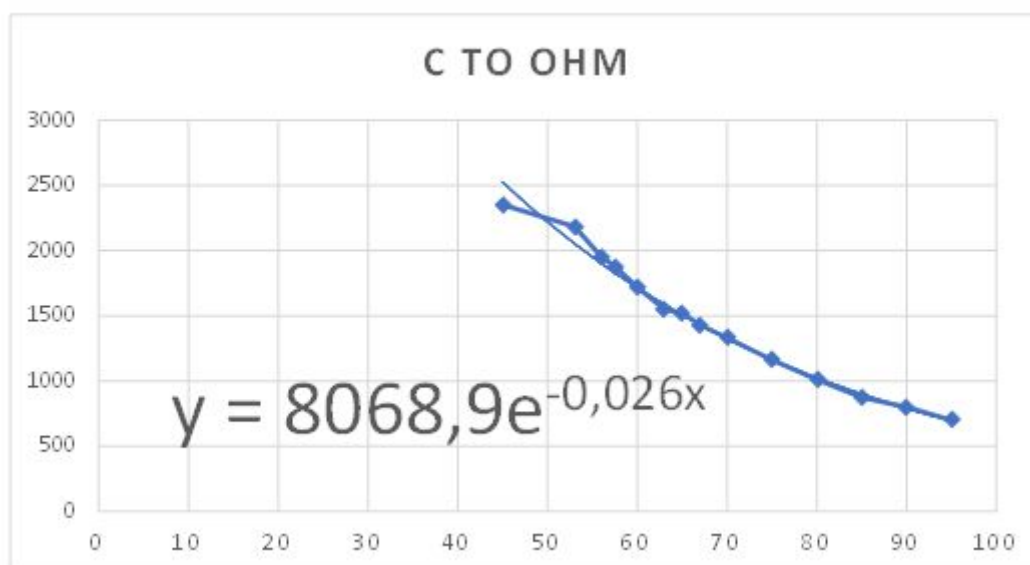


Figura 1. Circuito com termistor.

Implementamos o circuito da figura 1, usando a resistência $R1=1k\Omega$, desta forma e devido ao valor da resistência do NTC diminuir conforme o aumento da temperatura, usamos um divisor de tensão para calcular a resistência do NTC. Usando o ADC para obter o valor de V_{therm} chegamos à expressão

$$R_t = (1k * V_{adc}) / (5 - V_{adc})$$

De seguida fizemos a calibração do NTC em que acoplamos um termopar ao nosso termistor, com este ligado a um multímetro, aquecemos ambos os sensores e obtemos os valores da figura b). Conseguimos assim usando a ferramenta Excel obter uma regressão linear dos valores medidos, e obtemos a seguinte expressão para calcular a temperatura do termistor $Temp = 8068.9e^{-0.026}$



Celsius	OHM
45	2350
53	2184
56	1950
57,5	1879
60	1718
63	1550
65	1520
67	1430
70	1330
75	1160
80	1010
85	873
90	800
95	700

2.3 Dependência da resistência do filamento de tungsténio

2.3.1 Medir a temperatura ambiente e a resistência do filamento a essa temperatura

Usando o nosso código conseguimos medir a temperatura ambiente com o termistor ntc. Assumindo que o filamento em repouso está à temperatura ambiente usamos o multímetro para medir a resistência, para a qual obtivemos o valor de 6.6 ohm.

```
[278] ADC=3391 (bytes) Temp=25.21 (C°) Rt=4816.76 (Ohms) v=4.14 (Volts)
```

2.3.2 Colocar a resistência do filamento 100K superior à temperatura ambiente

Para colocar a resistência do filamento 100k superior à temperatura ambiente podemos implementar outro ADC desta vez no Pin 2 (canal 0) da pic, ligado ao colector do transistor 2 para conseguirmos obter o valor da tensão no ponto.

Utilizando $R=1k\Omega$ para o divisor de tensão.

Podemos calcular o valor da resistência pois a corrente que a percorre é de 10mA

$R = U \div I$, deste modo obtemos $R_t=7.2\text{ ohm}$

2.3.3 Determinar o aumento de temperatura e o consequente factor de dissipação

Para determinar o aumento de temperatura e o consequente fator de dissipação começamos por determinar o valor da resistência R2.

Para isso precisamos de saber qual o valor de corrente e tensão que passa em R2, sabendo que Q1 tem uma queda de tensão entre o emissor e a base de 0.7v e que o valor de corrente que passa em R2 é aproximadamente igual ao valor de corrente que passa em R3, isto é, de 10mA, então:

$$R2 = (5 - 4.3) \div 10mA = 69.3 \text{ ohm}$$

Para dimensionar o valor da resistência R1, procedemos do mesmo modo.

No caso de Q2 a queda de tensão entre o emissor e base também é de 0.7v, sabemos ainda que a queda tensão aos terminais de R1 é de 3.6v e passam 36mA de corrente.

Deste modo $R1 = 3.6 \div 36mA = 100 \text{ ohm}$

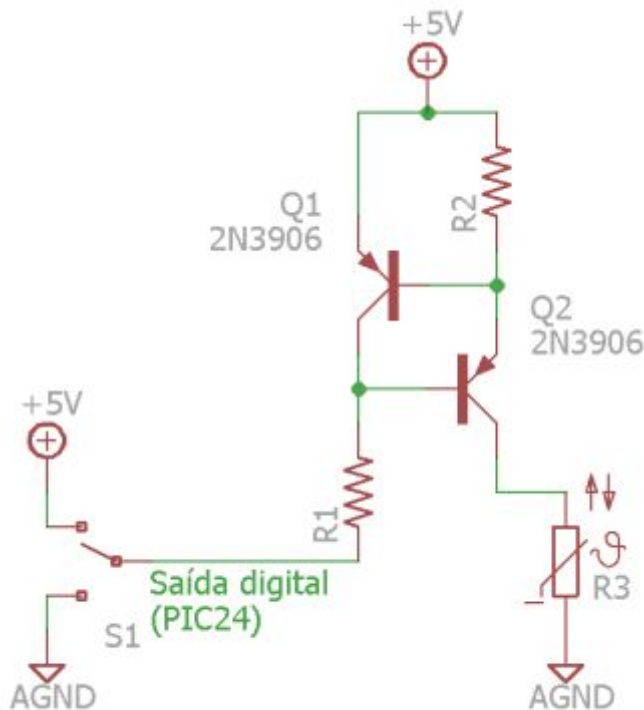


Figura 2. Fonte de corrente.

2.3.4 Caracterizar a resposta dinâmica do filamento e registrar a resposta transitória

2.4 Dimensionar resistências R1 R3 R4 com a ponte equilibrada com o filamento a 200º

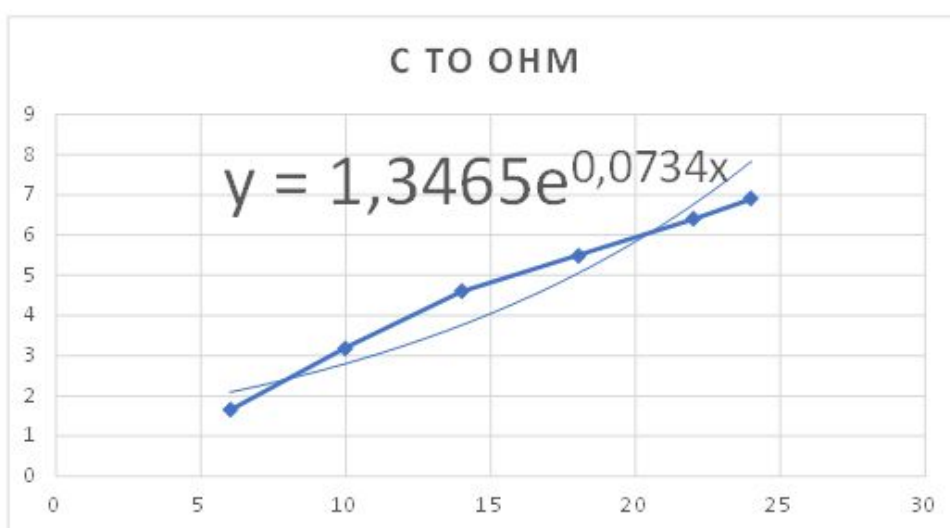
O valor da resistencia a 200ºC é de 10.2 Ω , sabemos que para a ponte de Wheatstone estar equilibrada $R1 * R4 = Rt * R3 \Leftrightarrow 100 * 100 = 10.2 * 1k$

2.5 Observar a tensão aos terminais do filamento com o anemómetro no túnel de vento

Devido a não existir material disponível, o filamento de tungstênio estava queimado não nos foi a realização da tabela de tensão da ventoinha/valor do ADC aos terminais do filamento. O valor estava a dar sempre o mesmo mas para valores fictícios obteríamos uma regressão linear e conseguiríamos saber a velocidade do vento .

2.6 Valores obtidos com a PIC24 da velocidade do vento

Neste ponto começamos por calibrar o nosso anemómetro, a partir de um anemómetro comercial. Para isso, utilizamos um total de 6 valores de velocidade ao longo de toda a gama de medida. A partir destes valores em conjunto com os valores de tensão obtivemos com a ferramenta Excel o seguinte gráfico de regressão linear.



V	m/s
6	1,65
10	3,2
14	4,6
18	5,5
22	6,4
24	6,9

Neste ponto apenas foi possível realizar a parte da calibração pelo mesmo motivo da alínea anterior.

2.7 Análise teórica

2.7.1 Descreva detalhadamente um conjunto de melhorias que garantam o bom funcionamento do anemómetro para uma vasta gama de temperaturas do meio ambiente (e.g., de 5 a 35°C)

Para melhorar o funcionamento a temperaturas de 5 a 35°C poderíamos implementar um controlador que usaria o termistor NTC para medir a temperatura ambiente e compensar a variação de temperatura ambiente.

2.7.2 Identifique as condições necessárias para que o filamento aqueça e proponha alterações ao circuito que garantam esse aquecimento

Neste caso, para garantir o aquecimento é necessário um transístor que permita uma corrente inicial para que o filamento aqueça e consiga estar à temperatura ambiente.

2.7.3 Suponha que utiliza um termistor NTC como resistência de aquecimento. Identifique as alterações e os cuidados a ter para garantir o bom funcionamento com este tipo de elemento

As alterações que são necessárias é utilizar o NTC como R0, deste modo a corrente de aquecimento vai sempre depender da temperatura ambiente.

2.7.4 Compare a eficiência energética de um anemómetro comutado com a de um anemómetro linear

O Anemómetro comutado é mais eficiente, porque apenas quando está em funcionamento, isto é, em modo de comutação é que consome energia.

O mesmo não se verifica no anemômetro linear, este está sempre a consumir independentemente de estar a medir a velocidade do vento ou não.