Vitor Amadeu Souza

Lendo a temperatura de um termopar com o

MAX6675

usando o

PIC

Programado no XC8

© 2020 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.

© 2020 by Vitor Amadeu Souza

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem autorização prévia e escrita de **Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.** Este livro publica nomes comerciais e marcas registradas de produtos pertencentes a diversas companhias. O editor utiliza as marcas somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários das marcas, sem nenhuma intenção de atingir seus direitos.

Agosto de 2020

Direitos reservados por:
Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda
Produção: Cerne Tecnologia e Treinamento
E-mail da Empresa: cerne@cerne-tec.com.br
Home Page: www.cerne-tec.com.br.com.br
Atendimento ao Consumidor: sac@cerne-tec.com.br
Contato com o Autor: vitor@cerne-tec.com.br



FEITO NO BRASIL

Dedicatória

A minha querida esposa Renata Leal Souza.

"O Senhor guarda os simples; quando me acho abatido, ele me salva."

Sl 116:6

Kits Didáticos e Gravadores da Cerne Tecnologia

A Cerne tecnologia têm uma linha completa de aprendizado para os microcontroladores da família PIC, 8051, Holtek, dsPIC, ARM e etc. Veja os detalhes de cada um nas figuras abaixo:



Kit Arduino

- Gravação On-Board
- Comunicação Serial RS232
- Entrada de 12 V

Uma linha completa de componentes para o desenvolvimento de seus projetos eletrônicos como displays, PICs, botões, leds, cristais e etc. Visite a nossa página na Internet, no endereço **www.cerne-tec.com.br** e conheça melhor nossos serviços e produtos.

Cerne
Conhecimento para o Desenvolvimento

Sumário

Capítulo I – Metodologia de desenvolvimento 6

1. Introdução 6

Capítulo II – Termopar 7

1. Introdução 7
2. MAX6675 11
3. Esquema elétrico 12
4. Fluxograma 14
5. Código fonte 15

Capítulo I
Metodologia de desenvolvimento

1. Introdução

Esta literatura é uma continuação da obra *Programando o PIC18F em – Com base no XC8 e MPLAB X* (2014) do mesmo autor e editora, onde o objetivo é ler a temperatura de um termopar com base no circuito integrado MAX6675 e apresentar no display de 7 segmentos o resultado da medição em ^{o}C.

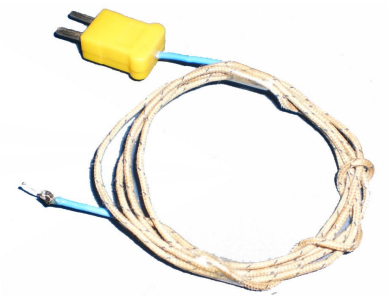
A placa didática utilizada foi o kit MCU Cerne PIC16F887, onde tal kit está à venda no site www.cerne-tec.com.br.

Capítulo II

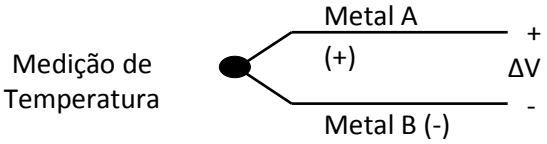
Termopar

1. Introdução

Os termopares são sensores de temperatura largamente utilizados no mercado pelo fato de realizar medições de temperaturas elevadas, chegando tipicamente a 1200 ^{o}C. A próxima figura apresenta o aspecto típico deste sensor.



Estes sensores são constituídos de dois metais diferentes em sua extremidade, onde ao ser aplicado uma determinada temperatura neste ponto, observa-se a geração de um tensão proporcional a temperatura. A figura a seguir ilustra este conceito.

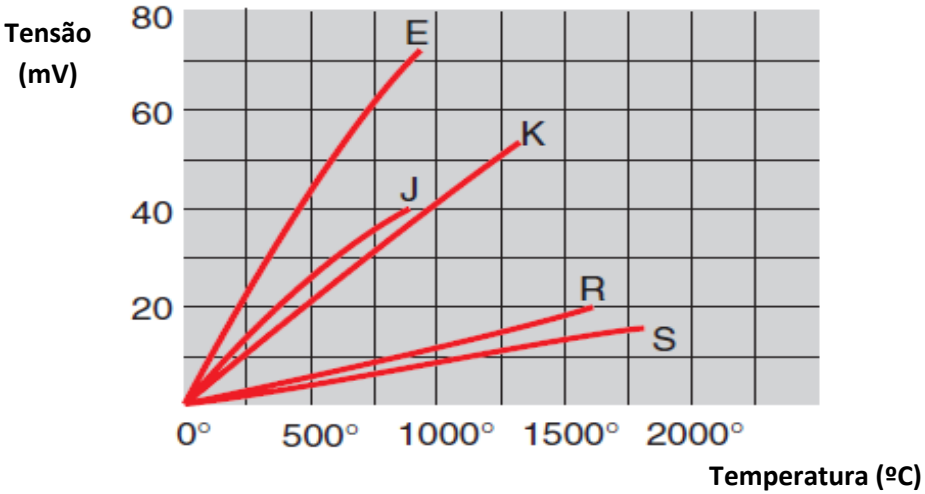


A figura mostra a presença dos metais A e B conectados a um ponto comum (junção), no qual faz a medição de temperatura. A saída ΔV é a tensão proporcional a tal medida, no qual o sistema de controle pode medir a temperatura do Termopar. Este fenômeno chama-se Efeito Seebeck, em homenagem ao cientista Thomas Johann Seebeck que observou esta propriedade termoelétrica em 1821.

Existem diversos tipos de termopares disponíveis no mercado, sendo cada um deles compostos de metais diferentes o que proporciona faixas de medidas diferentes. A próxima tabela apresenta os tipos mais comuns de termopares assim como os metais no qual são constituídos (Metal A e B) e a faixa de temperatura (ΔT) que podem realizar tais medições e faixa de tensão de saída (ΔV) do termopar de acordo com tal variação.

Tipo	Metal A (+)	Metal B (-)	ΔT (ºC)	ΔV (mV)
K	Cromel	Alumel	-270 a 1200	-6,458 a 48,838
E	Cromel	Constantan	-270 a 1000	-9,835 a 76,373
J	Ferro	Constantan	-210 a 460	-8,096 a 42,919
R	Platina (13%)	Ródio	0 a 1000	-0,226 a 21,101
S	Platina (10%)	Ródio	-50 a 1768	-0,236 a 18,693
T	Cobre	Constatan	-270 a 370	-6,258 a 20,872

O gráfico a seguir mostra a relação entre os diversos modelos de termopar apresentados.



Dentre todos os modelos apresentados, o mais requisitado hoje em dia é o termopar tipo K, por medir uma ampla faixa de tensão que

vai de -270 ºC a 1200 ºC sendo este modelo utilizado no decorrer da experiência a ser apresentada.

Apesar da curva apresentada anteriormente levar a crer que a resposta do termopar é linear, na prática não é isso que ocorre, sendo necessário recorrer a linearização do valor analógico referente a entrada do termopar em mV (mili Volts) para se obter a temperatura em Celsius. A equação que permite tal linearização está apresentada a seguir.

$$T = a_0 + a_1 mV + a_2 mV^2 + \ldots + a_n mV^n$$

Os valores de a_0, a_1 até a_n são referentes a constantes de calibração do termopar tipo K. Neste termopar, há ao todo 9 coeficientes, cujos valores estão apresentados na tabela a seguir.

Constante	Valor
a_0	0.226584602
a_1	24152.10900
a_2	67233.4248
a_3	2210340.682
a_4	-860963914.9
a_5	4.83506E + 10
a_6	-1. 18452E + 12
a_7	1.38690E + 13
a_8	-6.33708E + 13