Vitor Amadeu Souza

Projetos com

ARM

programado em C no

CubeIDE

Com base no modelo STM32F103C8
Parte XXX

© 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.

Setembro 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

Como nos meus outros livros, dedico este livro a minha querida esposa Renata Leal.

"... e não pode acontecer nada ao corpo que não seja percebido pela mente, e consciente ou inconsciente por ela captado."

Baruch Spinoza

Cerne Tecnologia

A Cerne Tecnologia tem uma equipe preparada para desenvolvimento de projetos eletrônicos em diversas áreas: Médica, Entretenimento, Industrial, Robótica, Científica, Automobilística, Aeronáutica, etc. Trabalhamos com tecnologia microcontrolada usando o PIC, ARM, AVR, 8051, dsPIC, PIC24, PIC32 além do Arduino, Raspberry, Beaglebone etc. Desenvolvemos o projeto desde sua concepção até a entrega do produto final, passando pelas etapas de esquema elétrico, protótipo e desenvolvimento de circuito impresso.

Desenvolvemos aplicativos para smartphones/tablets Android, iOS, Blackberry, Windows Phone e no desenvolvimento de softwares a nível PC para plataforma Windows, usando ferramentas como o Visual Basic, C# e C++.

Atuamos na parte de montagem de placas, onde podemos fornecer ambos os serviços de desenvolvimento de projetos e produção ou apenas um destes.

Desenvolvemos esquemas elétricos e layout de PCI, tanto em tecnologia convencional como SMD.

Temos a flexibilidade de customizar um de nossos produtos, de modo a atender a uma necessidade específica do cliente, tornando o custo de desenvolvimento menor se comparado a construção de um projeto desde a sua fase inicial.

Desenvolvemos e fornecemos kits didáticos para diversos microcontroladores além de apostilas, livros e e-books.

Na hora de desenvolver um projeto ou equipar seu laboratório não hesite em nos contatar. Entre em contato conosco através do endereço cerne-tec.com.br para obter mais informações.



cerne-tec.com.br

Sumário

I. Metodologia de desenvolvimento **6**

1. Introdução 6

II. Medição de temperatura do Pt100 **7**

1. Termoresistências 7
2. Curva característica 9
3. Esquema elétrico 14
4. Fluxograma 16
5. Código fonte 16

Referências **22**

Capítulo I
Metodologia de desenvolvimento

1. Introdução

Esta literatura é uma continuação da obra *Programando o ARM em C no CubeIDE - Com base no modelo STM32F103C8* (2020) do mesmo autor e editora, onde outros exemplos são explorados de modo que o leitor possa ampliar seu embasamento teórico e prático para desenvolver mais aplicações nesta ferramenta. É importante que o leitor tenha ciência dos assuntos abordados na obra citada, para que haja um melhor aproveitamento do conteúdo a ser apresentado.

A placa didática utilizada é a STM32F103C8T6 *Blue Pill* além de um gravador modelo ST-LINK v2, onde os recursos para testar os circuitos propostos são conectados através das conexões disponíveis na lateral do kit. Tal kit e gravador estão à venda no site www.cerne-tec.com.br.

Capítulo II

Medição de temperatura do Pt100

1. Termoresistências

As termoresistências também chamadas de RTD (*Resistance Temperature Detector*) são resistências que variam sua resistência de acordo com a temperatura. O Pt100 é um RTD composto de Platina, por isso tem a inicial Pt. O valor 100 indica que a 0ºC, sua resistência é de 100 Ω e eleva-se conforme o aumento de temperatura em uma faixa praticamente linear a 0,39 Ω/ºC. Ou seja, em 0ºC há 100 Ω, em 1ºC há 100,39 Ω, em 2ºC há 100,78 Ω e assim sucessivamente, em uma curva praticamente linear.

Observe a tabela a seguir que mostra a relação de temperatura por resistência para um Pt100 na faixa de 0ºC a 200ºC .

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.9	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.4
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.34	109.73	110.12	110.51	110.9	111.28
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	113.99	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.92	116.31	116.7	117.08	117.47	117.85	118.24	118.62	119.01

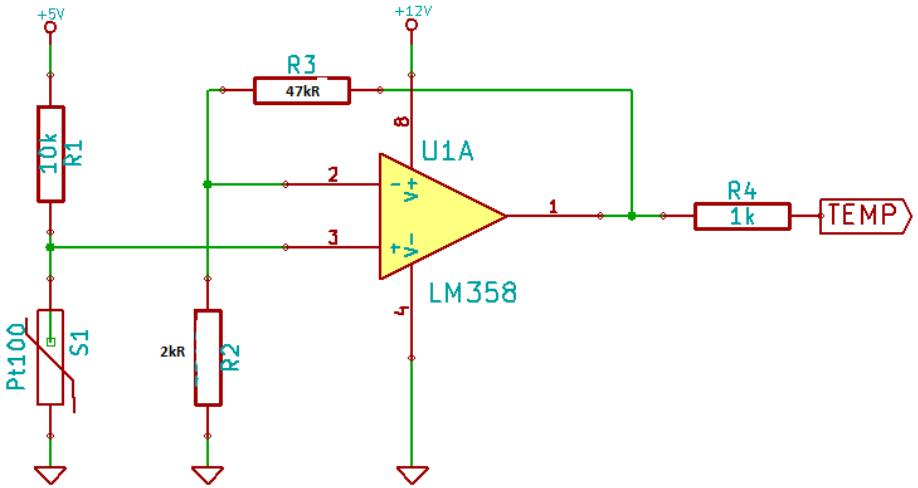
50	119.4	119.78	120.16	120.55	120.93	121.32	121.7	122.09	122.47	122.86
60	123.24	123.62	124.01	124.39	124.77	125.16	125.54	125.92	126.31	126.69
70	127.07	127.45	127.84	128.22	128.6	128.98	129.36	129.75	130.13	130.51
80	130.89	131.27	131.66	132.04	132.42	132.8	133.18	133.56	133.94	134.32
90	134.7	135.08	135.46	135.84	136.22	136.6	136.98	137.36	137.74	138.12
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	138.5	138.88	139.26	139.64	140.02	140.4	140.77	141.15	141.53	141.91
110	142.29	142.66	143.04	143.42	143.8	144.18	144.55	144.93	145.31	145.68
120	146.06	146.44	146.82	147.19	147.57	147.94	148.32	148.7	149.07	149.44
130	149.82	150.2	150.70	150.95	151.33	151.7	152.08	152.45	152.83	153.2
140	153.70	153.95	154.32	154.7	155.07	155.45	155.82	156.2	156.57	156.94
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
150	157.32	157.69	170.06	170.44	170.81	159.18	159.56	159.93	160.3	160.67
160	161.04	161.42	161.79	162.16	162.53	162.9	163.28	163.65	164.02	164.39
170	164.76	165.13	165.5	165.88	166.24	166.62	166.99	167.32	167.73	168.1
180	168.47	168.84	169.21	169.70	169.95	170.32	170.68	171.05	171.42	171.79
190	172.16	172.53	172.9	173.27	173.64	174	174.37	174.74	175.11	175.48
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	175.84									

Esta tabela está normalizada segundo o ITS-90. O sensor utilizado neste projeto foi o DM-301 da Labfacility. Ele mede na faixa de -50 ºC a 500ºC. A figura a seguir mostra seu encapsulamento típico.



2. Curva característica

Dada a pequena dimensão do Pt100, a corrente que passa pelo mesmo deve ser pequena de forma a não danificá-lo pelo aquecimento (Efeito Joule). Desta forma, a tensão proporcional a temperatura do ambiente é muito pequena sendo necessário amplificá-la através de um amplificador operacional (AOP). Observe a seguir o circuito que deve ser implementado para conectar o sensor a entrada analógica 0 do ARM.



O AOP está configurado como amplificador não inversor, logo o seu ganho é determinado por R3 e R2 como apresentado a seguir.

$$G = 1 + \frac{R3}{R2}$$

$$G = 1 + \frac{47}{2} = 24{,}5$$

A tensão na entrada não inversora formada pelo resistor R1 e o Pt100 S1 é determinada da seguinte forma.

$$V_{+} = 5.\frac{S1}{R1 + S1}$$

Quando a temperatura medida pelo Pt100 for mínima (0ºC), sua resistência é de 100Ω, logo a tensão na entrada não inversora do AOP é determinada da seguinte forma:

$$V_{+} = 5.\frac{100}{10000 + 100} = 0{,}0495V$$

Como o ganho no AOP está em 24,5 à tensão que chega ao ARM é:

$$V_{AD} = V_{+}.G$$

$$V_{AD} = 0{,}0495.24{,}5 = 1{,}21V$$