

Termômetro Digital pelo Logo

José Alberto Naves Cocota Júnior

Níveis de Dificuldade

Eletrônica: 3;
Informática: 4;
Custo do Projeto: 0.

Termômetros digitais são encontrados por toda parte. Nas avenidas de grandes centros urbanos, em consoles de carros, em alguns aparelhos de refrigeração e até mesmo em supermercados e farmácias para venda.

A temperatura é uma variável importante a ser controlada em diversos processos industriais. Em nosso dia-a-dia estão presentes simples processos onde se deseja controlar a temperatura, tais como: a temperatura do motor do carro, da cafeteira elétrica e da geladeira.

Antes de se definir o controle da temperatura em um processo, faz-se necessário definir de que modo será realizada a medida da temperatura. A temperatura pode ser amostrada através de um termostato, um sensor analógico, ou por meio de um sensor de radiação.

a) Termostato

Constitui o modelo de sensor de temperatura mais simples, e largamente empregado, devido ao seu simples princípio de funcionamento e baixo custo.

Um termostato é um dispositivo no qual o usuário ajusta (geralmente por um parafuso ou potenciômetro) o valor da temperatura desejada ("set-point"). Quando esta temperatura é atingida, o termostato modifica o seu sinal de saída, como um sinal digital, passando por exemplo do nível lógico 1 (circuito fechado), para o nível lógico 0 (circuito aberto). Veja a **figura 1**, que demonstra o funcionamento de um termostato bi-metálico.

b) Sensor Analógico

Um sensor analógico é um dispositivo que tem sua saída modificada de acordo com a variação da variável amostrada. Ou seja, seu sinal de saída não se resume a "tudo ou nada" (nível lógico 1 ou 0). Ele indica valores intermediários a esta faixa, sendo esta saída de sinal linear ou não à variação da temperatura, dependendo apenas do sensor utilizado. Veja a **figura 2**.

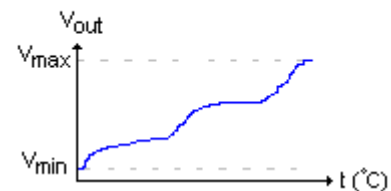
Deste modo um maior número de pontos poderá ser amostrado. Resistências metálicas (RTDs), termopares, termistores (NTCs) e sensores

de silício, são alguns exemplos de sensores de temperatura analógicos.

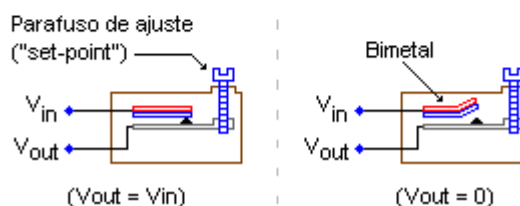
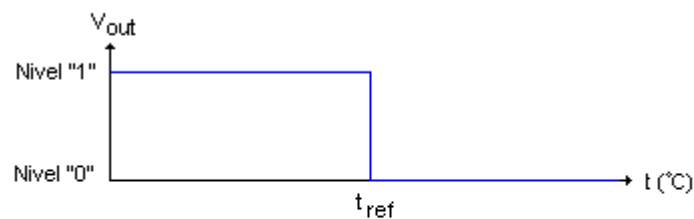
c) Sensor de Radiação

O sensor de radiação, geralmente óptico, baseia-se na lei de "Stefan-Boltzmann". Todos os corpos emitem naturalmente radiação eletromagnética em função da temperatura absoluta. Desse modo, este sensor realiza a quantificação das intensidades dos diferentes comprimentos de onda de luz infravermelha emitida pelos corpos.

2 Sinal Analógico



1 Princípio do funcionamento de um termostato bimetal



NOSSA PROPOSTA

Neste artigo, propõe-se a construção de um termômetro digital a partir de um sensor de temperatura analógico com saída linear ligado a um conversor analógico-digital (A/D). Este conversor A/D é ligado à porta paralela do PC e, através de um programa escrito em LOGO, poderemos visualizar a temperatura amostrada.

A montagem deste termômetro visa oferecer ao leitor a oportunidade de adquirir conhecimentos em eletrônica, aquisição de dados e programação.

O CIRCUITO

O circuito para medir a temperatura é constituído, basicamente, por um sensor de temperatura de silício (LM35) e de um conversor A/D (TLC548) de 8 bits, conforme mostrado na **figura 3**.

A vantagem de se trabalhar com o sensor de temperatura LM35, está no fato dele apresentar uma saída linear e dispensar calibração, economizando tempo na implementação do projeto. Analisando a **figura 3**, verifica-se que o sensor analógico, o LM35, foi ligado de tal modo que forneça ao conversor A/D uma tensão de 10 mV para cada grau Celsius medido. Assim, teremos na saída do sensor (OUT) um sinal linear, representado na **figura 4**.

Este sinal analógico fornecido pelo sensor LM35, chega ao pino 2 do conversor A/D TLC548. O conversor A/D é responsável pela conversão deste sinal analógico em digital, para que o PC possa

“interpretar” o dado amostrado.

Ligado ao conversor A/D, há um potenciômetro que deve ser regulado de tal modo que forneça no pino 1 (+REF), uma tensão de 2,56V. Assim, quando o conversor A/D de 8 bits for realizar um conversão, ele irá dividir esta tensão de referência por 2^n , onde $n = 8$, e $2^8 = 256$ partes, obtendo desta divisão uma relação de que, a cada variação de 10 mV no sensor analógico, haverá a variação de um bit no conversor A/D. Suponhamos que a temperatura a ser medida seja de 25°C, deste modo teremos a seguinte relação:

a) Na saída do sensor

$$V_{out} = 0.25 \text{ Volts} = 250 \text{ mV}$$

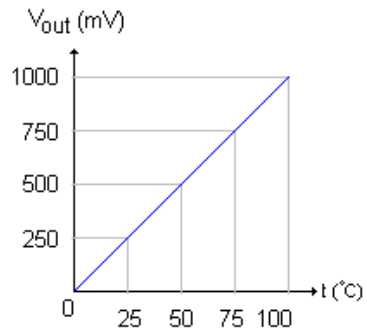
b) Entrada +Vref do conversor A/D

$$\frac{V_{ref}}{2^{nbits}} = \frac{2560mV}{2^8} = 10mV/bit$$

c) Na saída (D_OUT) do conversor A/D

Teremos uma seqüência digital de 8 bits (1 byte) representado pela **figura 5**.

4 Saída do sinal do sensor LM35

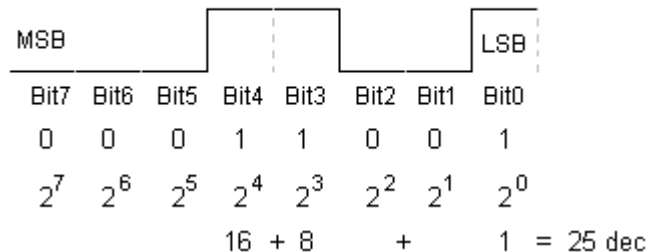


MONTAGEM ELETRÔNICA

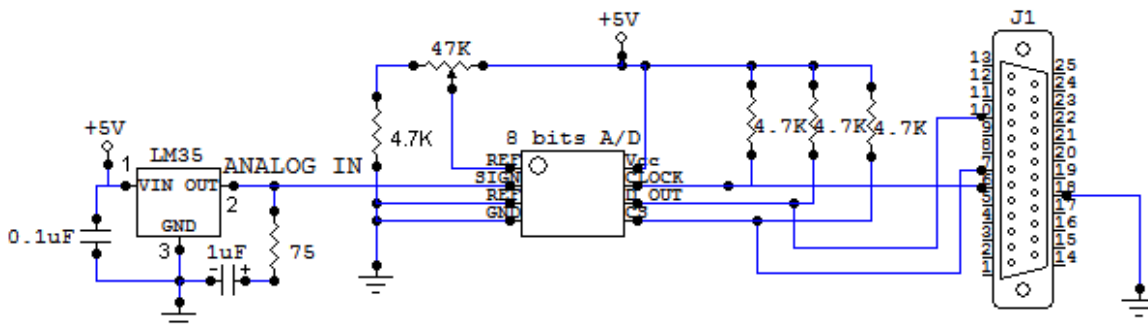
Como se trata de um circuito bastante simples, optamos pela montagem em uma matriz de contatos. Entretanto, caso o leitor deseje confeccionar o circuito impresso e tenha facilidade para tal, não encontrará dificuldades em criar o layout a partir do diagrama do circuito apresentado na **figura 3**. Confira na **figura 6**, a montagem em uma matriz de contatos.

Um cuidado especial deve ser tomado durante a ligação dos CIs (sensor e conversor), pois qualquer inversão além de provocar o não funcionamento do circuito, também poderá provocar a queima do componente

5 Sinal digital referente a conversão A/D para 25 graus Celsius (chega ao pino 10 da porta paralela).



3 Diagrama do circuito eletrônico



Acarretando em sua perda. Veja na **figura 7** os pinos dos CIs utilizados.

O PROGRAMA

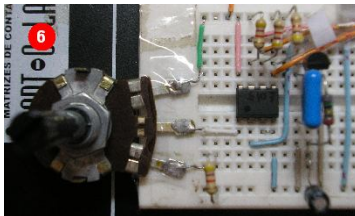
O programa está disponível em nosso site (www.mecatronicafacil.com.br) para *download*. Ele foi desenvolvido na linguagem LOGO. O interpretador para o programa pode ser obtido gratuitamente no site do Nied (www.nied.unicamp.br).

Ao executar o programa "Iertemperatura", o mesmo aparecerá na tela de controle conforme a **figura 9**. Portanto é só pressionar o botão LIGA para que seja iniciada a leitura da temperatura e exibição da mesma na tela.

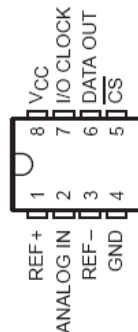
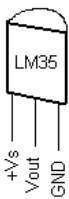
Já o funcionamento do programa está descrito no fluxograma representado pela **figura 8**.

Basicamente quando o programa inicia a leitura de temperatura ele executa três blocos com funções distintas.

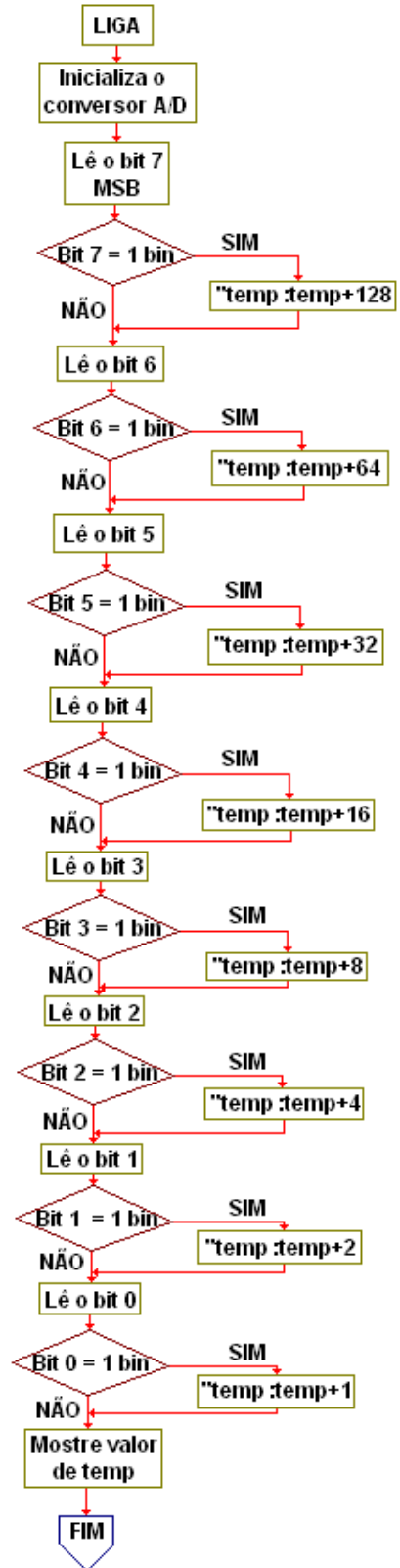
O primeiro é compreendido por um conjunto de comandos que levam os pinos "I/O CLOCK" (Clock) e "CS" (Chip Select) para o nível lógico alto e baixo em uma determinada seqüência, que é responsável pela inicialização do conversor A/D.



7



8 Fluxograma do programa



Assim que finalizada esta primeira etapa, o "bit 7" se encontrará disponível no pino 10 da porta paralela. O programa realiza a leitura deste bit, podendo o mesmo estar no nível lógico alto ou baixo. Verifica-se este bit está no nível lógico alto. Caso esteja, ele acumula à variável "temp" o valor decimal correspondente a este bit. Realiza então a leitura dos bits restantes.

Quando finalizado a leitura de todos os 8 bits (1 byte) correspondente a conversão analógica para digital, será exibido o valor da variável "temp", que será resultado do somatório das conversões dos 8 bits (valor digital) em um valor decimal.

TESTE E USO

Após o término da montagem, é aconselhável que o leitor faça uma revisão de todas as ligações elétricas. Use um multímetro como "testador de continuidade" para verificar estas ligações.

Antes de pressionar o botão LIGA, o leitor deve conectar o cabo de comunicação entre o PC e o circuito, e em seguida ligar a fonte de alimentação do circuito.

Meça a tensão na saída (Vout) do sensor de temperatura LM35 e verifique se o valor exibido na tela do programa corresponde ao valor medido pelo multímetro. Por exemplo, se estiver a 25° Celsius, o valor na saída do sensor analógico deverá estar próximo a 0.25 volts.

O leitor com experiência em programação poderá modificar o programa, realizando um maior número de amostras de temperatura em um curto intervalo de tempo. A partir desses dados

amostrados, realizar uma média aritmética, exibindo deste modo o valor da média, ao invés de apenas um valor. Deste modo, terá-se um valor mais próximo do real. Além disso, precisará calcular o desvio padrão e adicionar este valor a cada dado lido antes de tirar a média aritmética.

SOLUÇÃO DOS PROBLEMAS MAIS COMUNS

A seguir listamos alguns problemas comuns de ocorrer:

O valor exibido no programa não está próximo do lido pelo multímetro!

Possíveis soluções:

- Verifique se o potenciômetro está regulado de modo a fornecer 2,6 volts no pino +REF do conversor A/D;

- Pode existir mau contato, verifique todas as ligações, lembre-se que circuitos analógicos são muito sensíveis, e qualquer mau contato gerará erros.

- Resultados melhores poderão ser obtidos, montando o circuito e fixando o mesmo em uma caixa metálica. O cabo de conexão do PC ao circuito deverá ser blindado.

O valor amostrado está acima do valor real!

- Como o corpo do sensor LM35 é negro, o mesmo absorve com facilidade calor por radiação. Para evitar este tipo de erro, deverá ser colocado o circuito dentro de uma caixa escura, com pequenas frestas próximas ao sensor para a circulação do ar, que terá sua temperatura amostrada. De preferência, a face externa desta caixa deverá ser de uma coloração que minimize a absorção de calor por radiação.

CONCLUSÃO

Nesse artigo, o leitor constatou que é possível construir termômetros de baixo custo.

O leitor poderá aproveitar a parte do circuito responsável pela conversão A/D para amostrar outros tipos de dados analógicos. Esperamos que de alguma maneira, os dados aqui divulgados possam ajudar a todos. Boa sorte e até a próxima.

IMPORTANTE

Www.mecatronicafacil.com.br

No site da Revista é possível fazer o download do código-fonte do programa ler temperatura em LOGO.

LISTA DE MATERIAL

Resistências (1/8 W)

R1 – 75 Ohms

R2, R3, R4, R5 – 4.7 KOhms

Potenciômetro

P1- 47 KOhms

Semicondutores

CI1 – Sensor de temperatura LM35

CI2 – Conversor TLC548 ou TLC549

Capacitores

C1 – 0.1 uF – capacitor poliéster ou cerâmico

C2 – 1 uF – capacitor eletrolítico

Diversos

Conector DB25 macho, fios para ligação, matriz de contatos, fonte de alimentação +5Vcc.

