



FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA

## TERMÔMETRO MICROCONTROLADO DE BAIXO CUSTO COM SAÍDA RBG

### LOW COST MICROCONTROLLED THERMOMETER WITH RGB OUTPUT

Oswaldo Maestrelli Junior<sup>1</sup>

Paulo Sebastião Ladivez<sup>2</sup>

Nelson Wilson Paschoalinoto<sup>3</sup>

Vicente Gomes de Oliveira Junior<sup>4</sup>

#### RESUMO

O objetivo desse artigo é apresentar a implementação de um termômetro microcontrolado de baixo custo, que faz a leitura de um sensor de temperatura resistivo instalado em um ambiente controlado ou em um equipamento cuja medição é necessária. O *range* de temperatura medido é convertido em uma escala de cores e projetado por um conjunto de LEDs coloridos em um anteparo. A visualização da cor, referente à temperatura medida, pode ser facilmente interpretada mesmo o observador estando a longa distância do ponto de medição. Tanto o circuito elétrico como o algoritmo serão detalhados no presente trabalho. A precisão, estabilidade e facilidade na leitura obtidos mostraram-se bastante satisfatórios validando a metodologia proposta para leitura de temperatura.

Palavras-chave: Termômetro. Microcontrolador. LED. RGB.

#### ABSTRACT

The objective of this article is to present the implementation of a low-cost microcontrolled thermometer, that reads a resistive temperature sensor installed in a controlled environment or on an equipment whose measurement is necessary. The measured temperature range is converted into a color scale and projected by a set of colored LEDs on a surface. The color, referring to the measured temperature, can be easily interpreted even if the observer is at a long distance from the measurement point. Both the electrical circuit and the algorithm will be detailed in the present article. The precision, stability and ease of reading obtained were quite satisfactory, validating the proposed methodology for temperature reading.

Keywords: Thermometer. Microcontroller. LED. RGB.

---

<sup>1</sup> Pós-graduando em Automação Industrial na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: omaestrelli@gmail.com

<sup>2</sup> Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: paulo.ladivez@sp.senai.br

<sup>3</sup> Docente e Mestre em Engenharia Mecânica com ênfase em materiais e processo da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: nelson.paschoalinoto@sp.senai.br

<sup>4</sup> Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: vgomes@senaisp.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

A luz é um elemento capaz de destacar as formas arquitetônicas, estruturas e obras de arte. Segundo Kholer e Luckhardt (1959, apud Serrat, 2006, p.4) o homem como um ser predominantemente visual, é muito mais sensibilizado pela luz do que por qualquer outra sensação. Forma e cor apresentam a percepção do entorno físico por meio dos olhos fornecendo uma clara e vívida impressão do espaço.

É muito comum encontrar-se nos grandes centros urbanos atuais o uso de iluminação de destaque presente em edifícios e estruturas arquitetônicas. Como utilidade prática desse sistema destaca-se a valorização visual das estruturas e a interação com a sociedade em campanhas sazonais em que cada cor está associada a um tema, por exemplo, Maio amarelo, Outubro rosa, etc.

De forma simplificada este sistema de iluminação é composto por projetores ou fitas contendo *Light-emitting diode* (LED) do tipo *Red Green Blue* (RGB), controlados por um circuito capaz de modular a intensidade de cada LED, criando assim milhares de cores.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema microcontrolado de modulação de cores para um projetor de LED RGB por meio da leitura da temperatura de um determinado ambiente ou equipamento. O sistema é de baixo custo e do tipo *stand-alone*, ou seja, não depende de comunicação com outro *hardware*, bastando apenas ser alimentado. Embora exista a possibilidade de criar uma interface de comunicação serial para envio do valor exato de temperatura lido, essa funcionalidade poderá ser explorada em novo trabalho complementar a esse.

A aplicação do sistema inclui ambientes industriais como também instalação *outdoor* onde o ponto de leitura da temperatura está localizado em local de difícil acesso ou mesmo longe do observador interessado. Um simples anteparo de cor branca é suficiente para que as cores sejam projetadas e a informação seja rapidamente interpretada.

O sensor de temperatura é do tipo *Negative Temperature Coefficient* (NTC), cuja variação de sua resistência ôhmica é inversamente proporcional à variação da temperatura.

O microcontrolador escolhido foi o PIC16F877A da fabricante Microchip por conveniência acadêmica, mas é possível a implementação do algoritmo em outro modelo de menor custo.

O algoritmo foi programado na linguagem C e o compilador escolhido é o *MikroC PRO for PIC* da empresa MikroElektronika.

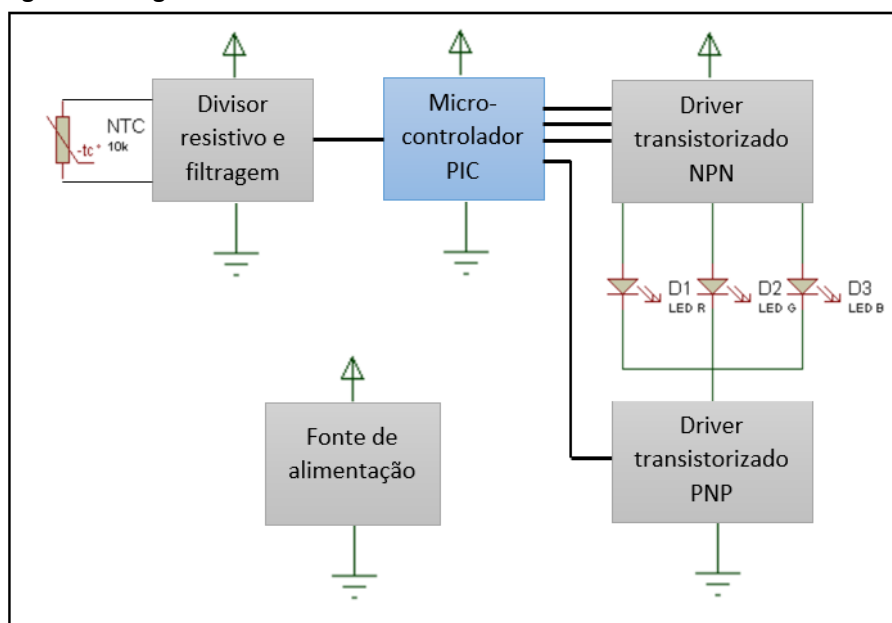
## 2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Halliday (1996):

“Temperatura é uma quantidade macroscópica relacionada à nossa sensação de quente ou frio. É medida por um termômetro, aparelho que contém uma substância com alguma propriedade mensurável, tal como comprimento ou pressão, que varia de maneira regular quando a substância fica mais fria ou mais quente.” (HALLIDAY, 1996, p.178).

O termômetro proposto foi implementado de forma eletrônica e tem o diagrama em blocos mostrado na figura 1.

Figura 1 – Diagrama em blocos

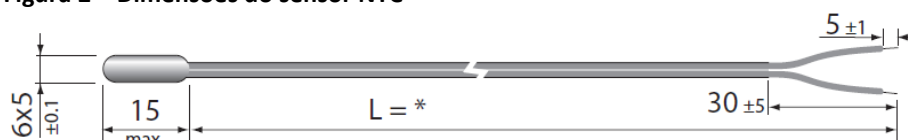


Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.1 Sensor de temperatura

O sensor de temperatura escolhido é um termistor do tipo NTC. Esse componente apresenta um valor de resistência ôhmica para cada temperatura absoluta. Sua resistência diminui à medida que a temperatura aumenta. Aplicam-se para a faixa de temperaturas entre  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $150^{\circ}\text{C}$ , dependendo apenas do seu encapsulamento. A figura 2 mostra o aspecto do sensor NTC utilizado.

Figura 2 – Dimensões do sensor NTC



Fonte: Carel (2019)

Devido ao baixo custo e excelente desempenho, o NTC tem vasta aplicação na indústria, seja para refrigeração e ar condicionado, linhas automotivas, sistemas de detecção e alarmes contra incêndio, dentre outras.

Estando o NTC a  $25^{\circ}\text{C}$  sua resistência é de  $10\text{k}\Omega$ . Na faixa de temperatura escolhida neste trabalho a resistência varia de  $5,8\text{k}\Omega$  a  $21\text{k}\Omega$ , respectivamente  $40^{\circ}$  e  $6^{\circ}\text{C}$  (CAREL, 2019).

O NTC está ligado em série com um resistor de  $10\text{k}\Omega$  (identificado como R4 na figura 3), de forma que a tensão do divisor não ultrapasse os 5V tolerados na entrada analógica do microcontrolador PIC.

A equação 1 mostra o cálculo da tensão de saída do divisor ( $V_{out}$ ) em função da resistência do NTC, sendo a tensão  $V_{cc} = 5\text{V}$ .

$$V_{out} = \frac{V_{cc} \cdot R4}{R4 + R_{NTC}} \quad (1)$$

Conhecendo os valores da tensão de saída do divisor resistivo para cada temperatura medida pelo NTC, a equação 2 foi utilizada para fazer a conversão analógico-digital. Esses são os valores de saída do conversor analógico-digital (A/D) de 10 bits do PIC. São esses valores já convertidos que serão utilizados no algoritmo para as tomadas de decisão.

$$RAD = \frac{V_{out} \cdot 1023}{5} \quad (2)$$

Onde:

RAD = valor inteiro de 0 a 1023

Vout = tensão de saída do divisor resistivo aplicada na entrada do PIC

O quadro 1 apresenta os valores de tensão analógica de entrada no PIC e valor A/D convertido para cada faixa de temperatura e sua respectiva cor de representação.

**Quadro 1 – Range de temperaturas e tensão correspondente**

Temperatura (°C)	Cor	Tensão de entrada (V)	Valor A/D convertido
Acima de 40	Vermelho piscante	> 3,33	> 682
36 a 40	Vermelho	2,99 a 3,33	612 a 681
31 a 35	Laranja	2,78 a 2,99	570 a 611
26 a 30	Amarelo	2,55 a 2,78	523 a 569
21 a 25	Verde	2,31 a 2,55	474 a 522
16 a 20	Azul claro	2,07 a 2,31	425 a 473
11 a 15	Azul escuro	1,83 a 2,07	375 a 424
6 a 10	Violeta	1,60 a 1,83	328 a 374
Abaixo de 6	Violeta piscante	< 1,60	< 327

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.2 Microcontrolador

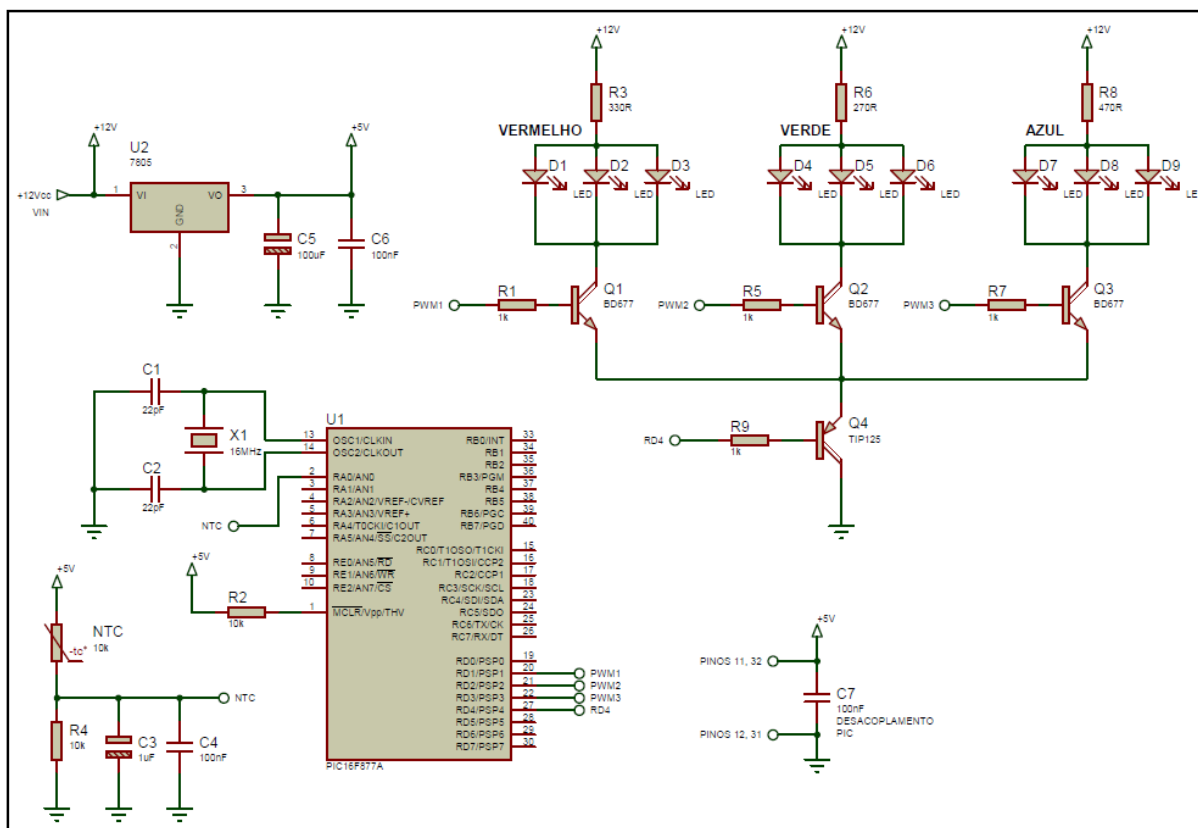
Foi utilizado o PIC16F877A por conveniência acadêmica e disponibilidade de placa de desenvolvimento, embora seja possível empregar outro modelo de menor custo. As funções do microcontrolador aplicadas no trabalho foram o conversor A/D e os três temporizadores, a saber, *timer 0*, *timer 1* e *timer 2*.

Existe uma fonte com regulador de tensão modelo 7805 para alimentar o PIC de forma segura. Capacitores de filtragem e desacoplamento foram incluídos para garantir uma alimentação estável. O *clock* é obtido através de cristal de 16MHz e capacitores de compensação de 22pF.

De acordo com o *datasheet* do fabricante Microchip (2013) o PIC16F877A possui um conversor A/D de 10 bits com até 8 canais de entrada. Estão disponíveis também 3 temporizadores sendo um de 16 bits e dois com 8 bits de resolução.

O microcontrolador é o principal componente do circuito e está interligado com os demais componentes eletrônicos de acordo com o esquema elétrico da figura 3.

**Figura 3 – Esquema elétrico completo do circuito**



Fonte: Elaborado pelo autor

### 2.3 LED RGB

Os LEDs respondem pela saída do circuito. É através deles que as cores são formadas pela mistura das cores primárias (vermelho, verde e azul).

Os LEDs discretos utilizados são de 5mm e de alto brilho, sendo três de cada cor. Foram dispostos lado a lado de forma que sua luz seja misturada formando então a cor desejada. Conforme pode ser visto na figura 3 o controle dos LEDs é feito por transistores de média potência e alto ganho. Com isso é possível montar um arranjo com até 20 LEDs de cada cor, formando assim um conjunto óptico de alta intensidade, oferecendo a possibilidade de visualização a longas distâncias.

A tensão de polarização de cada LED varia entre 2,0V a 3,5V dependendo da cor. A corrente direta foi calculada para 25mA considerando a tensão de alimentação desta etapa igual a 12V (OPTOTECH, 2008).

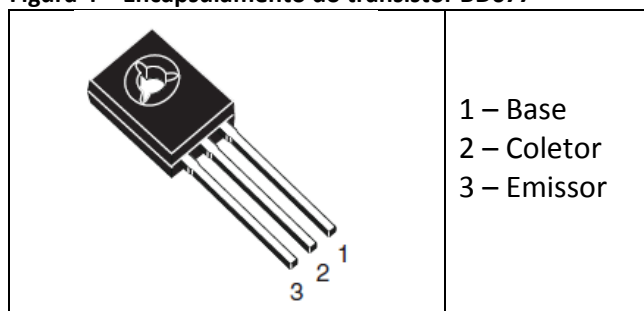
### 2.4 Etapa de potência transistorizada

As saídas digitais do PORTD do microcontrolador são ligadas à etapa de potência que é constituída de transistores *Darlington* de média potência. Os transistores Q1, Q2 e Q3 (figura 3) são tipo NPN modelo BD677. Eles são responsáveis por acionar os LEDs de acordo com o *duty cycle* dos sinais *Pulse-Width Modulation* (PWM) gerados pelo microcontrolador. Cada um é responsável por um conjunto de LEDs de cada cor (vermelho, verde e azul). Quanto maior o *duty* de determinada cor maior será a intensidade desta na cor resultante final.

O transistor BD677 é bastante versátil na aplicação de chaveamento de cargas. Admite tensão entre coletor-emissor ( $V_{ce0}$ ) de 60V, corrente máxima de coletor ( $I_c$ ) de até 4A e ganho de corrente ( $h_{FE}$ ) mínimo de 750 (STMICROELECTRONICS, 2008).

A figura 4 mostra o encapsulamento tipo SOT-32 e pinagem deste transistor NPN.

**Figura 4 – Encapsulamento do transistor BD677**



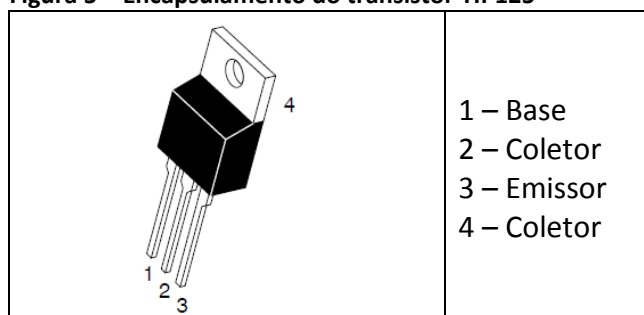
Fonte: STMicroelectronics (2008)

A saída do microcontrolador RD4 é ligada ao transistor Q4, tipo PNP, que está configurado como chave (figura 3). Quando a saída RD4 vai a nível alto (5V) o transistor corta e apaga o conjunto de LEDs. O envio de um sinal pulsante faz com que todos os LEDs acendam e apaguem simultaneamente. Esta função é usada para indicar as faixas extremas de temperatura do range configurado, indicadas no quadro 1.

O transistor PNP selecionado é o TIP125, modelo de média potência. Tem como principais características a tensão entre coletor-emissor ( $V_{ce0}$ ) de 60V, corrente máxima de coletor ( $I_c$ ) de até 5A e incrível ganho de corrente ( $h_{FE}$ ) igual a 1000 (ON SEMICONDUCTOR, 2014).

A figura 5 mostra o encapsulamento TO-220AB e pinagem do transistor PNP empregado no projeto.

**Figura 5 – Encapsulamento do transistor TIP125**



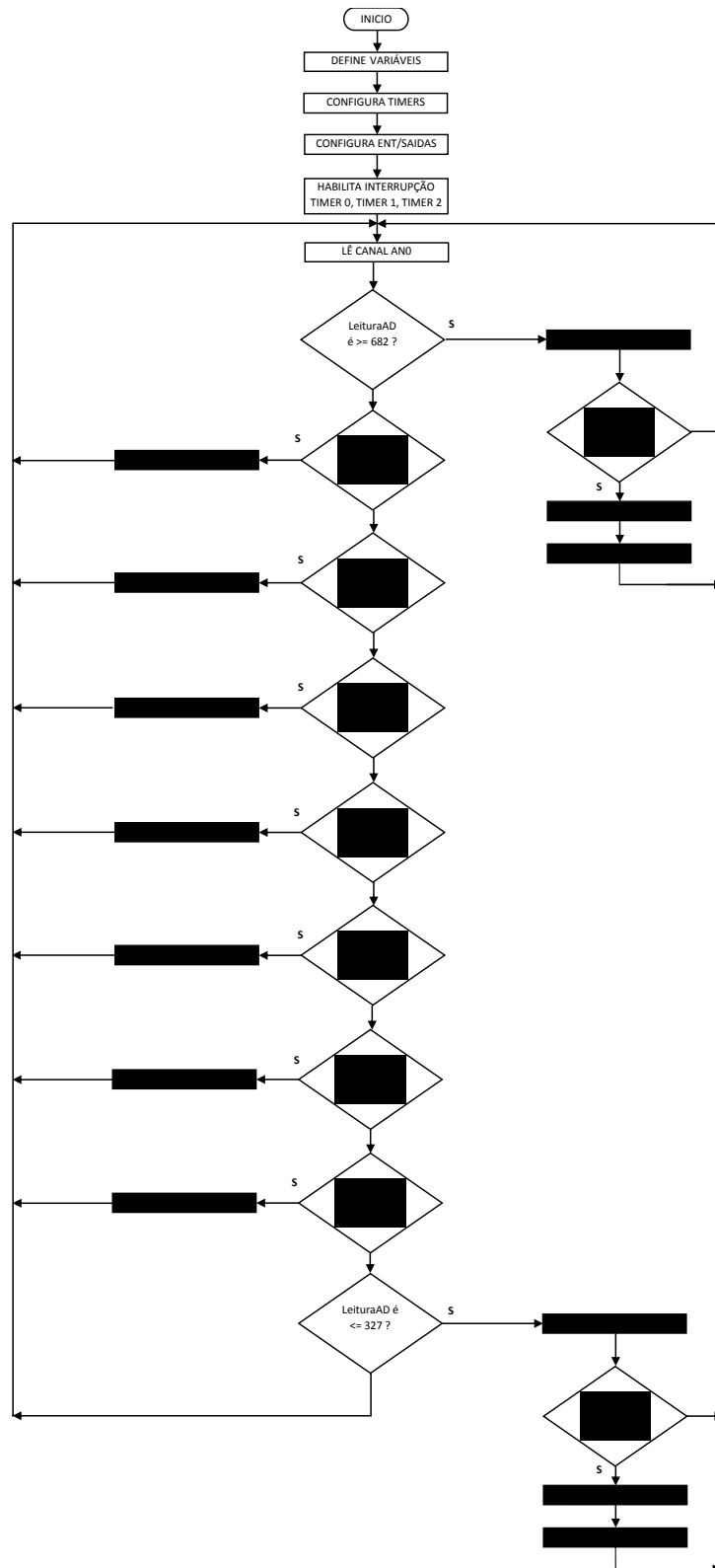
Fonte: ON Semiconductor (2014)

Ainda que possuam excelentes características como chave eletrônica, o custo de ambos transistores é bastante competitivo no mercado nacional, devido à grande presença em aplicações práticas de escala industrial.

## 2.5 Algoritmo

A figura 6 apresenta o fluxograma do algoritmo principal onde encontra-se o *loop* infinito do programa.

**Figura 6 – Fluxograma principal**



Fonte: Elaborado pelo autor

O *software* do microcontrolador PIC foi desenvolvido em linguagem C no ambiente *MikroC PRO for PIC*, versão 3.2.

A programação inicia com declaração de variáveis, configuração dos temporizadores, entradas e saídas do PIC e habilitação das interrupções dos *timers* 0, 1 e 2.

O ciclo de máquina do microcontrolador é de  $0,25\mu\text{s}$  pois com o cristal de 16MHz tem-se na equação 3:

$$16\text{MHz} / 4 = 4\text{MHz} \rightarrow 1 / 4\text{MHz} = 0,25\mu\text{s} \quad (3)$$

Os temporizadores foram configurados para reiniciar a cada  $256\mu\text{s}$  gerando assim a base de tempo para o PWM de cada LED. Portanto a frequência de chaveamento dos LEDs é de 3906Hz, longe do limite da persistência da visão que causaria o indesejável efeito de cintilação dos LEDs.

A função principal *void main()* contém o loop infinito onde a instrução *leituraAD = ADC\_read(0)* faz a leitura do canal 0 do conversor A/D do PIC e armazena o valor na variável “leituraAD”. Em seguida a sequência de comandos *if* toma a decisão de qual faixa de temperatura está sendo lida e em caso verdadeiro altera o valor das variáveis PWM1, PWM2 e PWM3 determinando o *duty cycle* de cada LED. A figura 7 apresenta um extrato de código onde mostra um comando *if* e a atualização das variáveis para exibir a cor laranja.

**Figura 7 – Comandos para exibição da cor laranja**

```
if((leituraAD <= 611)&&(leituraAD >= 570))
{
    PORTD.F4 = 0;          //satura transistor PNP
    PWM1 = 255;
    PWM2 = 20;
    PWM3 = 0;
}          // end if 611 >= leitura >= 570
```

Fonte: Elaborado pelo autor

As faixas de temperatura onde as cores são representadas de forma piscante (quadro 1), tem comandos adicionais para cumprir essa função. Ao invés de usar comandos de *delay*, que gastam tempo de processamento, optou-se por utilizar a base de tempo de uma das interrupções. Com o incremento da variável “contador” a cada estouro do *timer*, quando a mesma for igual a 20 unidades, passaram-se 0,5s aproximadamente. Então é invertido o estado lógico da saída PORTD.F4 e zerada a variável “contador”, repetindo então esse ciclo enquanto a temperatura medida permanecer nesta faixa. Este código é mostrado na figura 8.

**Figura 8 – Comandos para piscar os LEDs**

```

if( leituraAD <= 327)
{
  PWM1 = 48;
  PWM2 = 0;
  PWM3 = 32;

  if(contador == 2000)          // se contador = 2000, 0,5 seg passaram...
  {
    PORTD.F4 = ~PORTD.F4;      // inverte estado RD4, pisca os leds
    contador = 0;              // zera variável contador
  } // end if contador
} // end if leitura <= 327

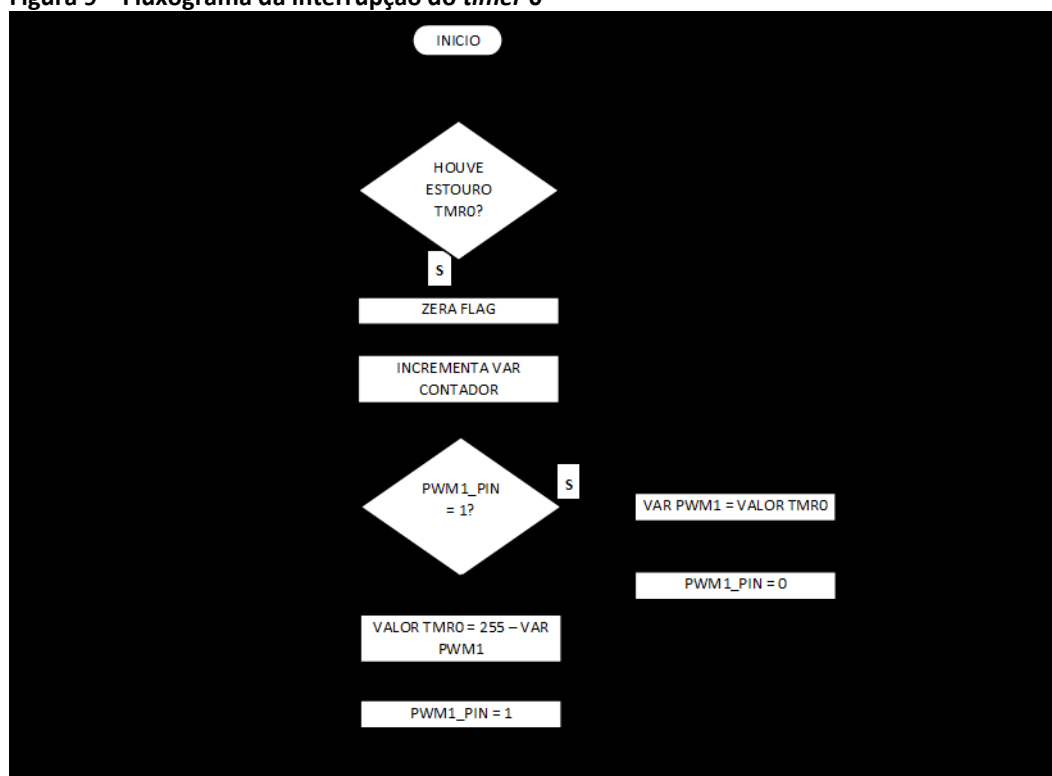
```

Fonte: Elaborado pelo autor

A saída do microcontrolador PORTD.F4 está ligada na base do transistor PNP TIP125 que é responsável pelo controle do acendimento ou apagamento de todos os LEDs do circuito.

A figura 9 apresenta o fluxograma do algoritmo de interrupção de um dos temporizadores.

**Figura 9 – Fluxograma da interrupção do *timer* 0**



Fonte: Elaborado pelo autor

A cada 256µs ocorre o reinício dos *timers* desviando o processamento para o endereço de interrupção. Na figura 9 pode-se ver que a *flag* do *timer* 0 é zerada por *software* e na

sequência a variável “contador” é incrementada. Essa variável tem a função explicada no *loop* principal. Em seguida é testado o nível lógico do pino de saída do PIC referente ao PWM1. Se for igual a 1 o registrador TMR0 é carregado com o valor da variável PWM1 e o estado lógico do pino de saída é forçado a 0. Caso o pino já esteja em nível 0, o registrador é carregado com (255 – valor da variável PWM1) e o pino é forçado ao nível 1. Note que com essa lógica os caminhos que a rotina percorre após o segundo comando *if* sempre são diferentes em relação ao *loop* anterior pois o estado lógico do pino do PIC muda a cada ciclo de interrupção.

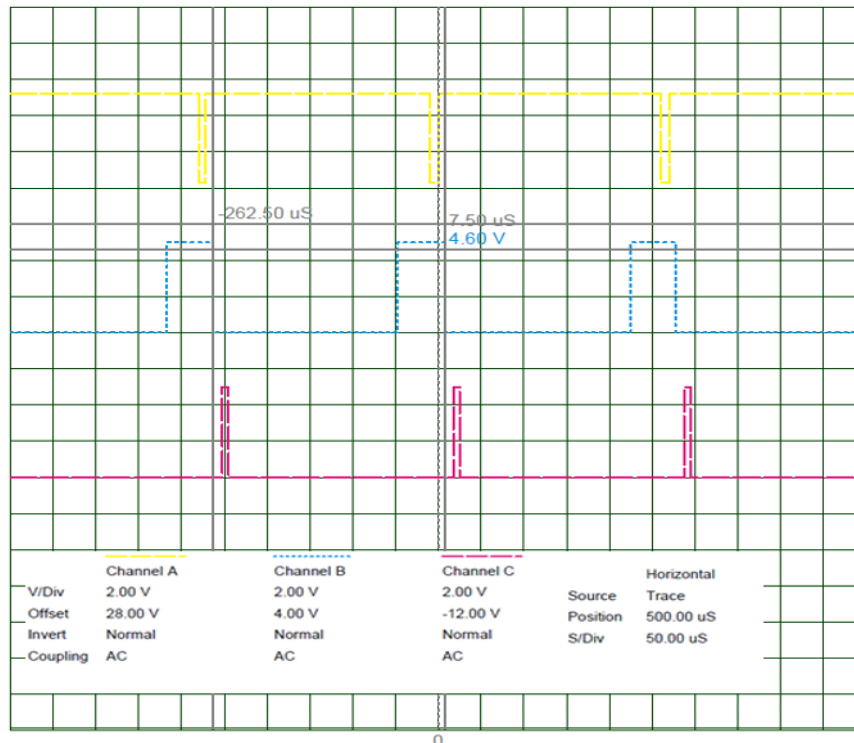
O que foi explicado para o *timer 0* é exatamente o mesmo que ocorre para os demais temporizadores, cada um controlando o *duty cycle* de cada cor dos LEDs RGB.

O algoritmo completo programado tem 226 linhas de código e ocupou apenas 5% da memória de programa do microcontrolador graças à grande capacidade do modelo utilizado que é de 14,3kB (MICROCHIP, 2013).

## 2.6 Montagem do protótipo

Inicialmente tanto o algoritmo do PIC como parte do hardware foram simulados no *software* Proteus, versão 7.7 SP2 da empresa Labcenter Electronics. Esta etapa foi muito importante para corrigir *bugs* no programa e também encontrar a melhor arquitetura para os transistores polarizados como chave eletrônica. Com o osciloscópio virtual foi possível visualizar as formas de onda de cada saída e conferir o *duty cycle* em cada canal do PWM. A figura 10 mostra o instrumento virtual com a representação dos três canais do PWM.

Figura 10 – Instrumento virtual do Proteus



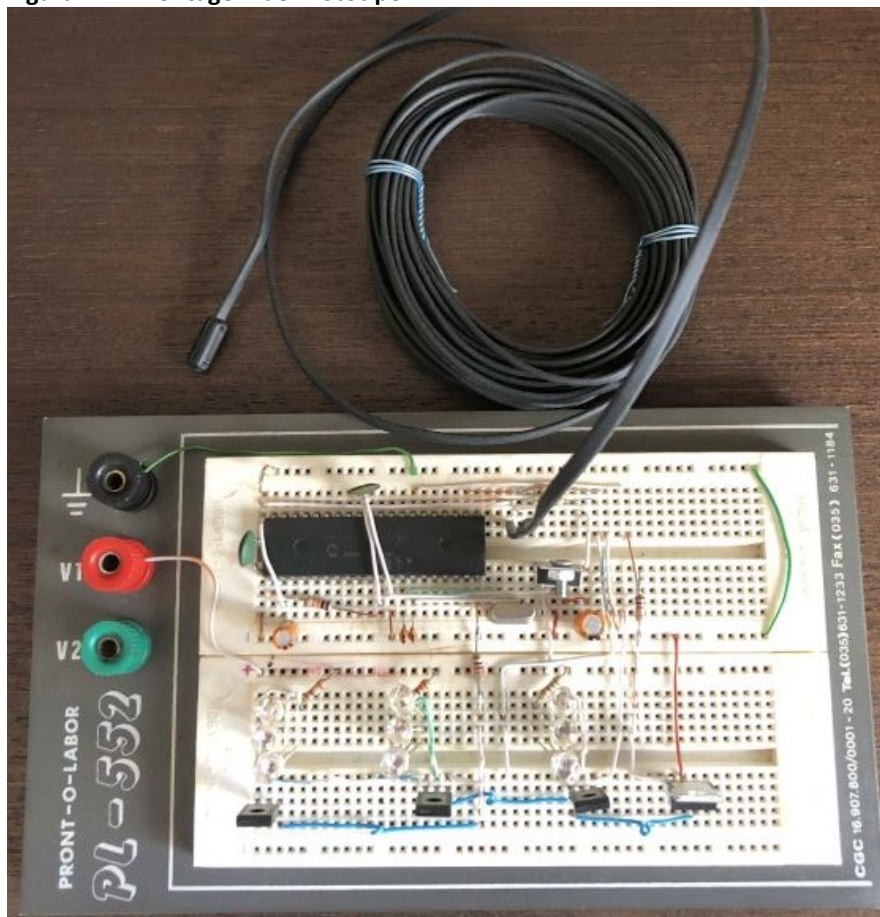
Fonte: Elaborado pelo autor

A montagem prática foi realizada em matriz de contatos para facilidade na prototipagem. O microcontrolador foi gravado previamente com o arquivo “.hex” compilado no MikroC.

O circuito foi alimentado com uma fonte externa de 12V com 2A de corrente máxima, embora a corrente de regime do circuito não ultrapassou 150mA. Foi observado que os LEDs azuis, devido às suas características, operando com *duty cycle* próximo a 100% respondem pela maior parte do consumo do circuito.

A figura 11 mostra a montagem do protótipo realizada em *protoboard*.

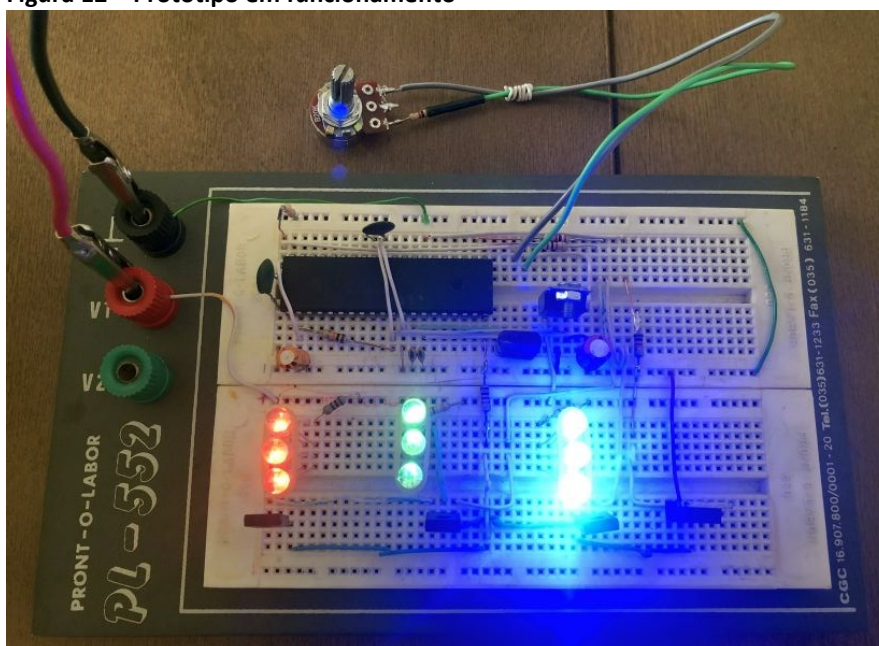
Figura 11 – Montagem do Protótipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para facilitar a simulação das temperaturas em cada faixa e confirmar a cor apresentada, foi utilizado no lugar do termistor um potenciômetro linear de 20kohm associado a um resistor de 1kohm. Com isso o potenciômetro associado pode variar sua resistência de 1kohm a 21kohm cobrindo a faixa necessária para simular as temperaturas apresentadas no quadro 1. A figura 12 mostra o protótipo em funcionamento com o potenciômetro simulando a faixa de temperatura referente à cor azul claro. Nota-se que a formação dessa cor é composta por maior brilho do LED azul e menor intensidade dos LEDs verde e vermelho. A mistura das cores nessas intensidades resulta na cor final no anteparo.

Figura 12 – Protótipo em funcionamento



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme detalhamento nas seções anteriores, o circuito cumpriu os objetivos ao qual foi projetado e o hardware assim que energizado funcionou como esperado por dois dias ininterruptos sem qualquer anomalia, medindo a temperatura ambiente externa de minha localidade. A transição das faixas é lenta respeitando a inércia natural da grandeza temperatura. A leitura das cores é fácil e direta. Associando a cor exibida com as faixas apresentadas no quadro 1 logo tem-se a temperatura medida.

Não foi notado qualquer aquecimento nos componentes durante os testes do protótipo. Os LEDs têm por característica uma vida útil bastante longa, desde que respeitados os parâmetros elétricos de funcionamento, garantindo ao circuito grande disponibilidade.

Como complemento a esse projeto pode-se implementar uma linha de comunicação serial de forma que o microcontrolador envie o valor de temperatura já convertido em graus Celsius para um sistema supervisorio baseado em *Personal Computer* (PC) ou algum dispositivo móvel. Tal comunicação ainda mantém a característica *stand alone* do circuito, uma vez que mesmo com a perda da comunicação a leitura e atualização da cor dos LEDs se mantém ativa.

## REFERÊNCIAS

- CAREL. **Passive temperature probes Carel**. 2019. Disponível em: <https://www.carel.com.br/documents/10191/0/+030220655/3a7baa86-1758-45f6-b5f7-bf6d0aa97bd4?version=1.15>. Acesso em: 01 jul. 2020.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física 2**. 4 ed. São Paulo: LTC, 1996. 288 p.
- KHOLER, Walter; LUCKHARDT, Wassili. Lighting in architecture: light and color as stereoplastic elements. 1 ed. New York: Reinhold Pub. Corp, 1959. 223 p. *In*: SERRAT, Bárbara S. B. V. M. **Iluminação cênica como elemento modificador dos espetáculos**: seus efeitos sobre os objetos de cena. 2006, 93f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Conforto Ambiental e Eficiência Energética, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://centrotecnicotca.blog.br/wp-content/uploads/2015/03/ILUMINACAO-CENICA-COMO-ELEMENTO-MODIFICADOR-DOS-ESPETACULOS.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.
- MICROCHIP TECHNOLOGY INC. **PIC16F877A: 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers**. DS39582C. USA: MICROCHIP, 2013. Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582C.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2020.
- ON SEMICONDUCTOR. **Plastic medium-power complementary silicon transistors**. 2014. Disponível em: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/TIP120-D.PDF>. Acesso em: 03 jul. 2020.
- OPTOTECH. **AlGaAs/GaAs LED Chips**. 2008. Disponível em: <https://www.opto.com.tw/en/LedFiles/ED-010RN.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2020.
- STMICROELECTRONICS. **Complementary power darlington transistors**. 2008. Disponível em: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/cd00000939.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2020.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, esposa e filhos pela compreensão, paciência e apoio durante toda pós graduação que sem dúvida foi muito importante para minha especialização e para alimentar minha fome por tecnologia.

Às empresas que trabalhei e fui merecedor do privilégio de poder estudar com o patrocínio das mesmas.

Ao grupo de docentes do SENAI pelo profissionalismo e dedicação em especial ao professor Paulo Ladivez, meu orientador, pelas ideias sugeridas e ótimas reuniões, que mesmo à distância, foram muito produtivas.

## Sobre os autores:

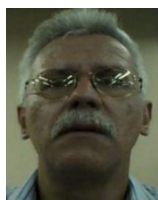
---

### OSWALDO MAESTRELLI JUNIOR



Graduado em Tecnologia em Microeletrônica pela FATEC-SP (1997). Técnico em eletrônica pelo Colégio São Judas Tadeu (1992). Possui experiência em sistemas de controle para aplicação em eficiência energética de plantas de refrigeração e refrigeradores comerciais. Atuou em grande empresa do segmento de refrigeração comercial fazendo parte da equipe de desenvolvimento de produtos e testes de certificação. Hoje trabalha em empresa multinacional na área de vendas para fabricantes do segmento de refrigeração.

### PAULO SEBASTIÃO LADIVEZ



Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Mogi das Cruzes (1984) com especialização em Tecnologias e Sistemas de Informação pela Universidade Federal do ABC (2013). Atualmente é professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica, lecionando as disciplinas Projetos, Microcontroladores, Linguagem de Programação no Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial e na Pós-Graduação em Automação Industrial. Tem experiência na área de Engenharia Eletrônica, com ênfase em Automação Industrial e Mecatrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: Mecatrônica, Manufatura Digital, Redes Industriais, Automação Industrial, Microcontroladores e Controle.

### NELSON WILSON PASCHOALINOTO



Doutorando em Engenharia Mecânica. Mestre em Engenharia Mecânica com ênfase em Materiais e Processos. É pós-graduado em Engenharia de Processos Industriais - Instrumentação, Automação e Controle. Possui graduação em Tecnologia Mecânica - Processos de Produção e Licenciatura Plena em Mecânica. Atualmente é Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica e do Instituto Mauá de Tecnologia. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Processos de Fabricação, CAD e em Coordenação Pedagógica no ensino técnico.

### VICENTE GOMES DE OLIVEIRA JUNIOR



Possui graduação em Tecnologia Elétrica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1982). Complemento em pedagogia na Universidade Metodista de Piracicaba (1999), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2006). Atualmente é professor na área de automação industrial da Faculdade Senai de Tecnologia Mecatrônica nos cursos de graduação e pós-graduação. Tem experiência na área de Automação Industrial, atuando principalmente nos seguintes temas: pneumática, eletropneumática, hidráulica, eletrohidráulica, controlador programável, robótica básica, sistema supervisorio, algumas redes industriais.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6124313169599072>