



Relatório Prático

Aquecedor Inteligente

Janeiro, 2021

UteSP – Sistemas Eletrónicos e Computadores

Professor:

Carlos Ferreira & Carlos Silva

Autores:

Grupo 8

Patrícia Peixoto, Tiago Carvalho & José Santos

Índice

Índice de figuras.....	3
Introdução.....	4
Metodologia.....	5
Procedimentos.....	7
Resultados.....	15
Conclusão.....	17
Bibliografia	18

Índice de figuras

Figura 1- Diagrama de Blocos	6
Figura 2- Fluxograma para código de controlo	6
Figura 3- Schematic da PCB completo	8
Figura 4- Schematic do circuito.....	9
Figura 5- Schematic do Display de 7 segmentos.....	10
Figura 6- Schematic da fonte de alimentação	10
Figura 7- Schematic referente ao circuito do Mosfet	11
Figura 8- Schematic das NTC's	12
Figura 9- BOM	13
Figura 10- 3D da PCB.....	14
Figura 11- PCB (frente).....	15
Figura 12- PCB (parte de trás).....	16

Introdução

Este projeto encontra-se no âmbito da disciplina de Laboratório de Desenvolvimento de Hardware, consiste na elaboração de uma PCB para o controlo de um aquecedor inteligente, o qual deteta a temperatura ambiente e regula a sua potência de acordo com a temperatura definida.

Este deverá cumprir determinados requisitos no seu funcionamento, tais como dar a possibilidade ao utilizador de através de botões controlar a temperatura desejada, variável entre 0 e 60 graus, verificável visualmente através de 2 displays de 7 segmentos.

O projeto iniciou-se com a elaboração de um circuito, o qual após verificado foi convertido em um schematic através do programa Altium Designer, para posteriormente ser possível o desenho do PCB. Após este processo irá iniciar-se o desenvolvimento do código em AVR com uso do programa Atmel Studio.

Metodologia

Para a concretização deste projeto será necessário o uso do programa Altium Designer para o desenho da PCB e o respetivo schematic, assim como o software Atmel Studio para programar o microcontrolador usado, o atmega328.

A nível de hardware serão necessários os seguintes componentes:

- Display- 2627647 da Farnell;
- 2x Transistors NPN- BC547 da Farnell;
- ATmega328;
- Resistências- DIP 1/4W;
- LED 5mm;
- 1x Ligador parafuso 5mm- 2493622 da Farnell;
- 2x Tactile button, 2435162 da Farnell;
- 1x Mosfet- BS170;
- 1x Suporte Fusível- 765-2973 da RS;
- 1x Fusível;
- 1x 7805;
- 2x Condensador eletrolítico de 10uF- 9451056 da Farnell;
- 1x DC Jack- 448-382 da RS;
- Varistor - 2346678 da Farnell;
- ICSP;
- Estação de solda;
- Solda;
- Multímetro;
- Breadboard;
- Transformador 230 AC /12V DC;
- NTC 995-NT0310152 (Mouser).

Após a impressão da PCB e com os devidos componentes soldados será iniciada uma fase de testes de forma a verificar a integridade da PCB, dos componentes e a sua funcionalidade. Para esse efeito será usado um multímetro para verificar se as tensões se encontram nos valores desejados.

De seguida será demonstrado o diagrama de blocos e fluxograma para este projeto.

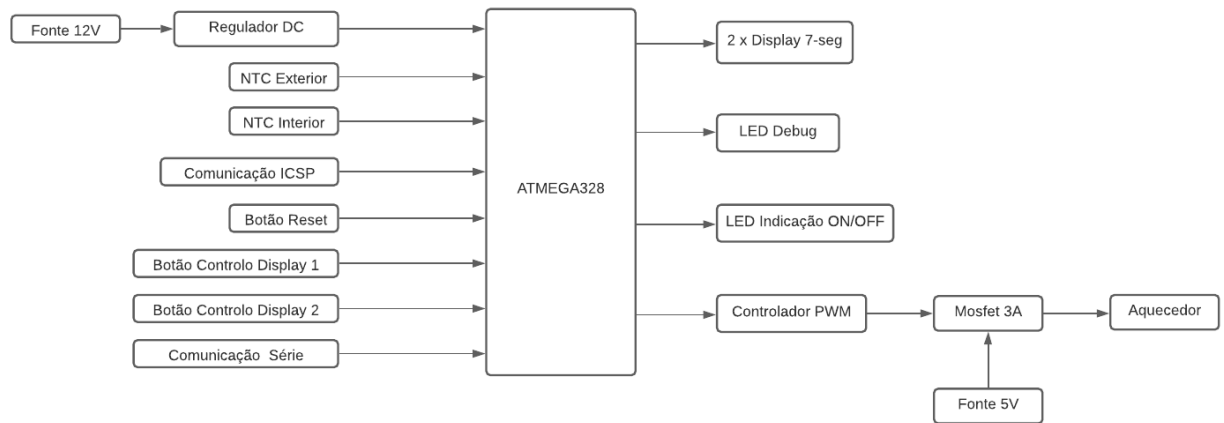


Figura 1- Diagrama de Blocos

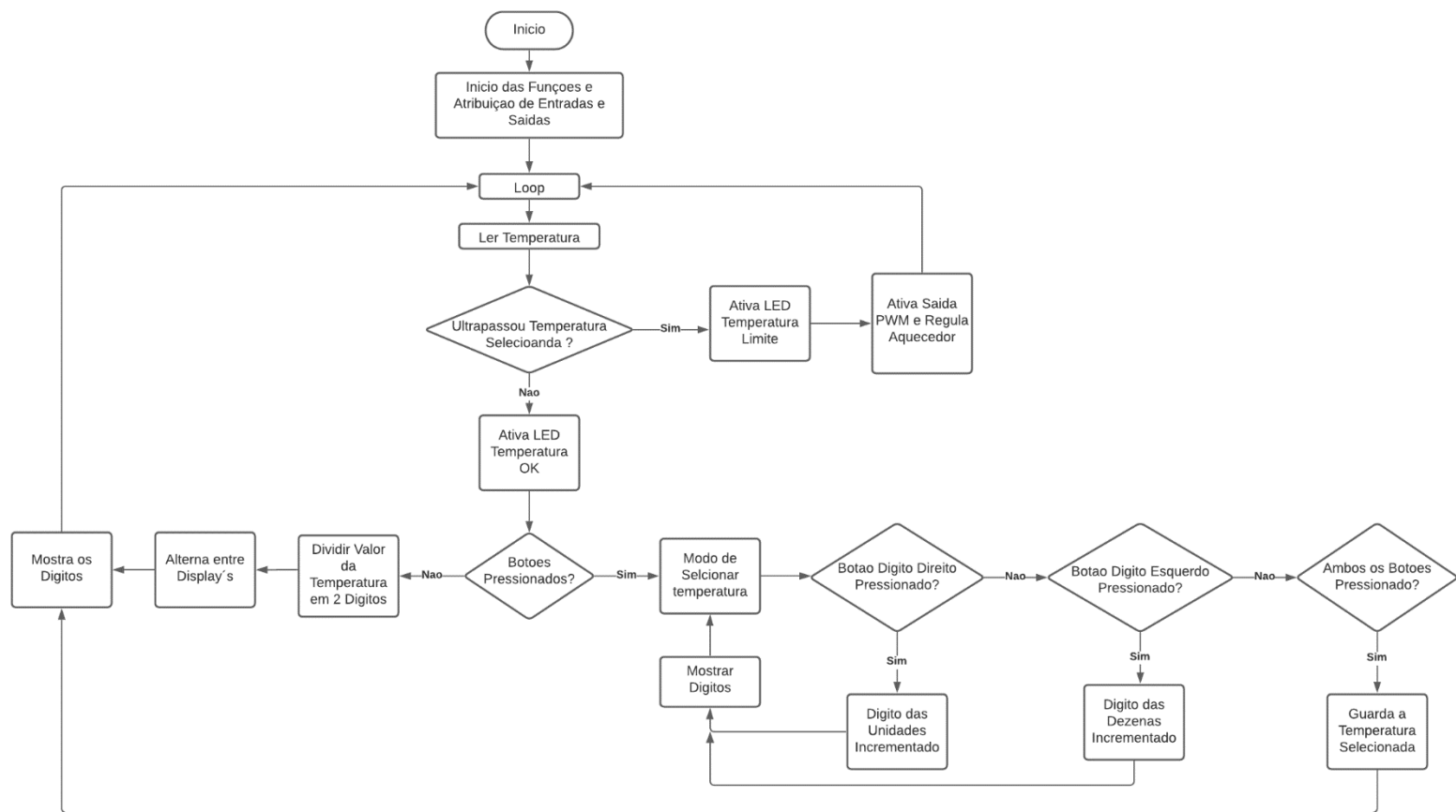


Figura 2- Fluxograma para código de controlo

Procedimentos

Este projeto iniciou-se pelo desenvolvimento do respetivo circuito em aula com o auxílio dos docentes da disciplina, que após uma noção de como este seria estruturado procedeu-se à elaboração do devido schematic no programa Altium Designer. No decorrer deste procedimento, várias iterações foram realizadas recorrendo aos docentes da disciplina para a verificação do circuito. Após a conclusão do schematic foram recolhidos todos os footprints dos componentes necessários de forma a ser elaborada a PCB. No final do design da PCB foi retirada toda a documentação necessária para a sua impressão e entregues ao docente para ser impressa.

Enquanto se aguardava pela impressão da PCB iniciou-se o desenvolvimento do código em avr para o microcontrolador Atmega328, e o devido cálculo do valor de todas as resistências necessárias para este projeto.

A soldadura da PCB foi toda elaborada manualmente, dado à maioria dos componentes serem through hole, apenas um componente era do tipo smd que devido as suas dimensões e quantidade não justifica o uso de uma estação de ar quente. A solda utilizada não foi lead free, pois era a única disponível nas instalações. O microcontrolador utilizado não foi soldado diretamente na PCB, isto porque é um componente relativamente delicado o qual poderia ser danificado se a temperatura durante o processo de soldadura fosse muito elevada, para que tal não existisse esse risco recorreu-se ao uso de uma socket.

De forma a ser possível o upload do código para a PCB foi utilizado um programador “Pololu”, este converte a comunicação usb utilizada pelos computadores em comunicação serie para o Atmega328.

De seguida apresenta-se o schematic completo de todo o circuito envolvente do projeto e todos os blocos que o compõe.

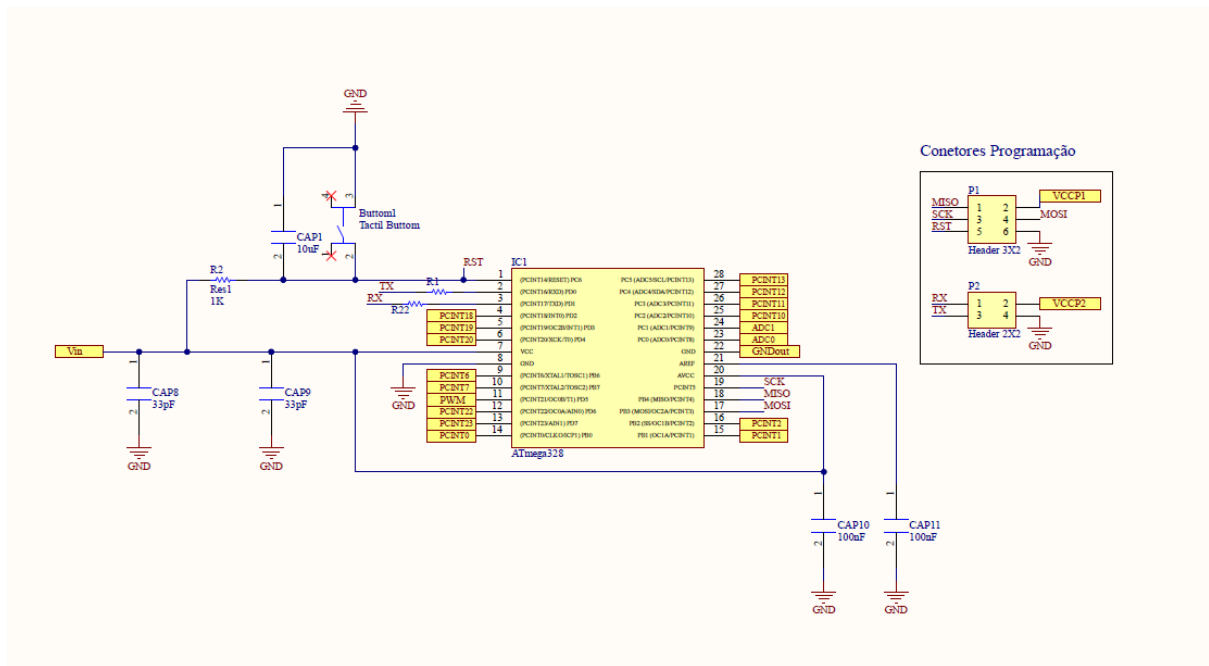


Figura 4- Schematic do circuito

Devido à necessidade de demonstrar a temperatura, optou-se por 1 display de sete segmentos duplo, para tal devido à insuficiência de portas de ligação para ligar cada led do display, foi necessário ligar cada par de Leds à mesma porta. Para mais tarde no código alternar entre displays, foi necessário colocar dois transístores, para alternar entre cada um dos displays, sendo que o emissor de cada transístor tem de ser ligado ao potencial mais baixo, visto que os displays são de cátodo comum (figura 4). Foram usados os seguintes cálculos para as resistências nos displays:

$$R = \frac{V_{in} - V_{Typ}}{I} = \frac{5 - 1.85}{0.0175} = 180\Omega$$

Foi escolhido um valor de corrente mais baixo para proteger os leds.

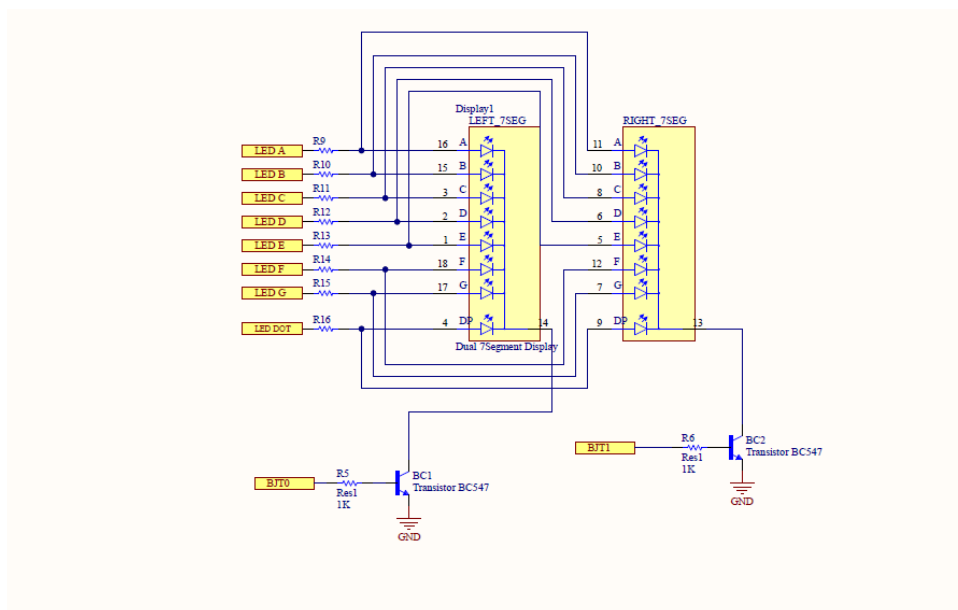


Figura 5- Schematic do Display de 7 segmentos

Relativamente à fonte de alimentação e como todos os circuitos, este não é exceção e necessita de um circuito para alimentar os componentes. Este foi elaborado de forma a ser alimentado com um transformador comum de 12 volts de saída, em seguida protegeu-se o circuito com um fusível e um varistor, e por fim colocou-se um regulador para que possa ter a tensão desejada, no caso 5V para podermos alimentar o circuito e o microcontrolador.

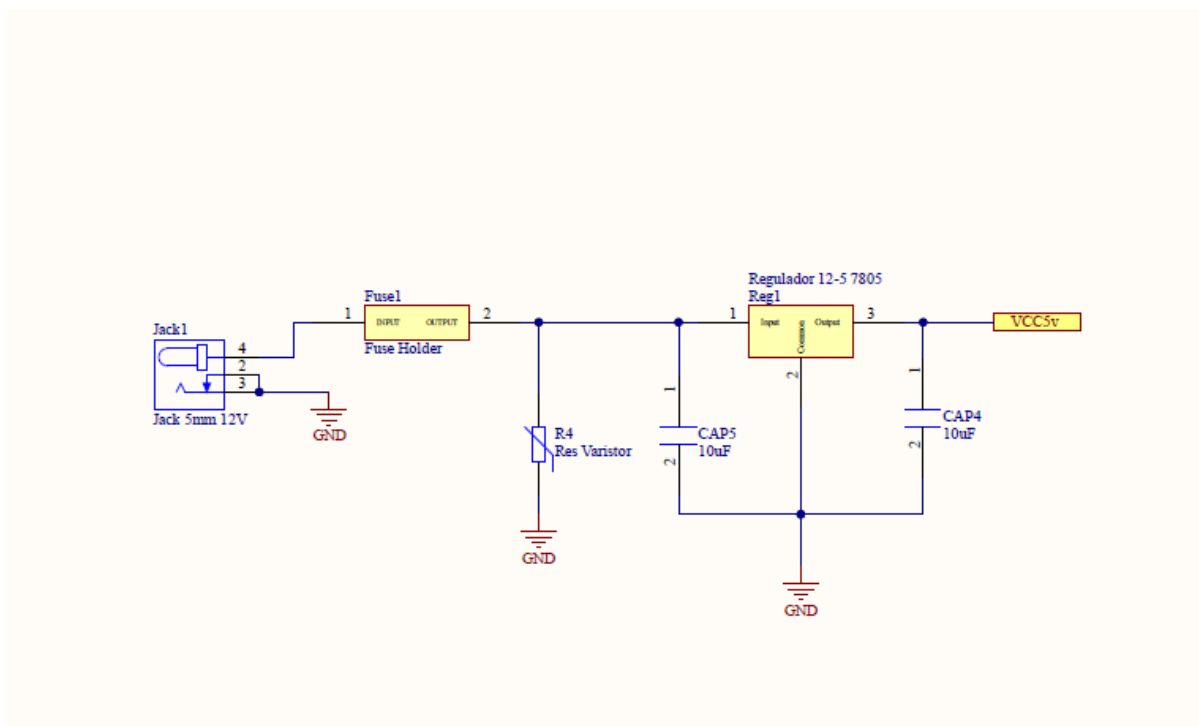


Figura 6- Schematic da fonte de alimentação

De seguida será demonstrado o schematic relativo ao Mosfet (BS170), este serve para controlar o elemento de aquecimento pois este requer potências demasiado elevadas para serem controladas diretamente pelo atmega328.

A resistência da gate foi colocada de forma a que o tempo de carregamento fosse baixo, para uma resistência alta, tempo de carregamento alto e vice-versa, no dreno do mosfet, colocamos um led de debug para também podermos observar a mudança que será feita no aquecedor, que vai estar conectado a um header.

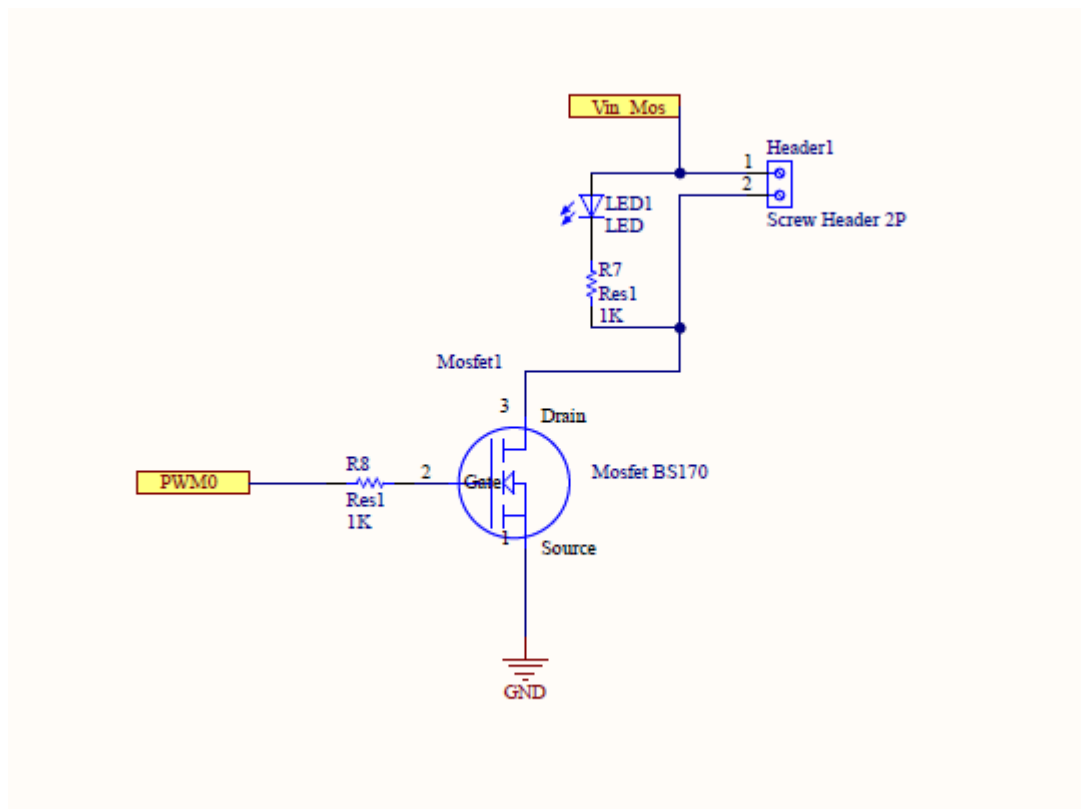


Figura 7- Schematic referente ao circuito do Mosfet

Para medir a temperatura, usou-se um NTC, uma resistência que varia com a temperatura, quando a temperatura aumenta, a resistência diminui e vice-versa. Para a elaboração do circuito, fez-se um simples divisor de tensão, onde se colocou a NTC e uma resistência, previamente calculada e no valor de 82ohm. Este valor foi obtido através de um cálculo para a linearização do valor de saída, utilizou-se o ponto médio da escala de temperatura necessária, este encontrava-se entre 0 e 60 graus celsius. Sendo o ponto médio 30 graus Celcius calculou-se o valor da resistência da NTC a essa temperatura. De forma a que o divisor

de tensão se encontrasse a 2.5V no ponto médio da temperatura, a resistência utilizada teria de ser de valor igual ou aproximado do valor da resistência da NTC a 30 graus celsius, sendo que a 0 graus celsius o valor de saída seria de 1.2V e a 60 graus celsius o valor seria de 3.59V, dando uma amplitude de 2.39V para a medição de temperatura. Estes são os valores que serão utilizados no ADC para a conversão em graus celsius. A fórmula seguinte foi a usada para o cálculo da resistência do NTC a 30 graus e a 60 graus.

$$R_{NTC} = R_0 \cdot e^{\left[\beta \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right]}$$

No schematic mostrado de seguida os valores encontram-se diferentes, devido às NTC fornecidas terem sido posteriormente trocadas.

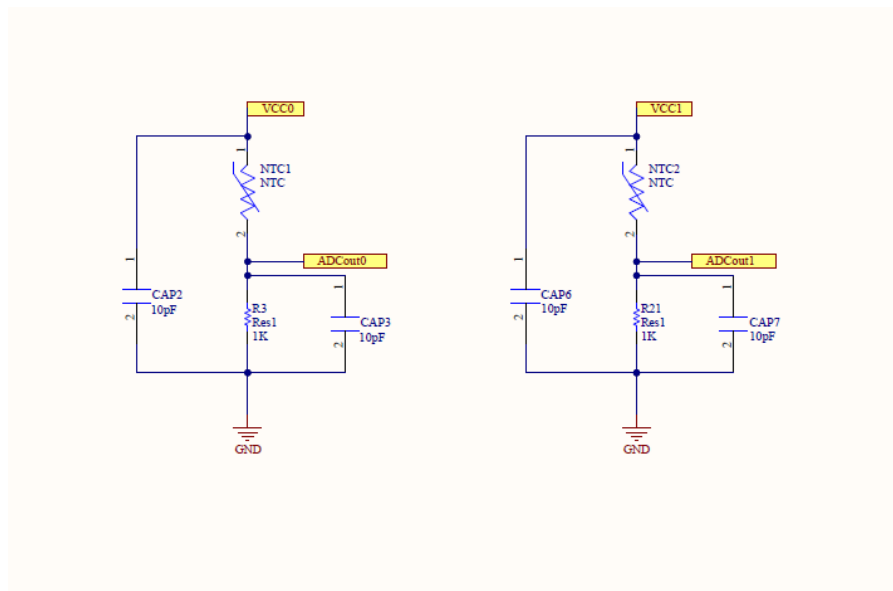


Figura 8- Schematic das NTC's

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
Transistor BC547		BC1, BC2	Transistor BC547	Transistor BC547	2
Tactil Buttom		Buttom1, Buttom2, Buttom3	Tactil Buttom	Tactil Buttom	3
10uF	Condensador	CAP1, CAP4, CAP5	Capacitor Eletro	33pF	3
10pF	Condensador	CAP2, CAP3, CAP6, CAP7	Capacitor Eletro	33pF	4
33pF	Condensador	CAP8, CAP9	Capacitor Eletro	33pF	2
100nF	Condensador	CAP10, CAP11	Capacitor Eletro	33pF	2
Dual 7Segment Display		Display1	Dual Digit Display	Dual 7Segment Display	1
Fuse Holder		Fuse1	Fuse Holder	Fuse Holder	1
Screw Header 2P		Header1	Screw Header 2 Posicoes	Screw Header 2P	1
ATmega328		IC1	ATmega328	ATmega328	1
Jack 5mm 12V		Jack1	Jack 5mm	Jack 5mm 12V	1
LED		LED1, LED2, LED3	Led_THT	LED	3
Mosfet BS170		Mosfet1	Mosfet BS170	Mosfet BS170	1
NTC		NTC1, NTC2	NTC	NTC	2
Header 3X2	Header, 3-Pin, Dual row	P1	HDR2X3	Header 3X2	1
Header 2X2	Header, 2-Pin, Dual row	P2	HDR2X2	Header 2X2	1
Res1	Resistor	R1, R2, R3, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22	AXIAL-0.3	Res1	21
Res Varistor	Varistor (Voltage-Sensitive Resistor)	R4	6-0805_N	Res Varistor	1
Regulador 12-5 7805		Reg1	Regulador 12-5 7805	Regulador 12-5 7805	1

Figura 9- BOM

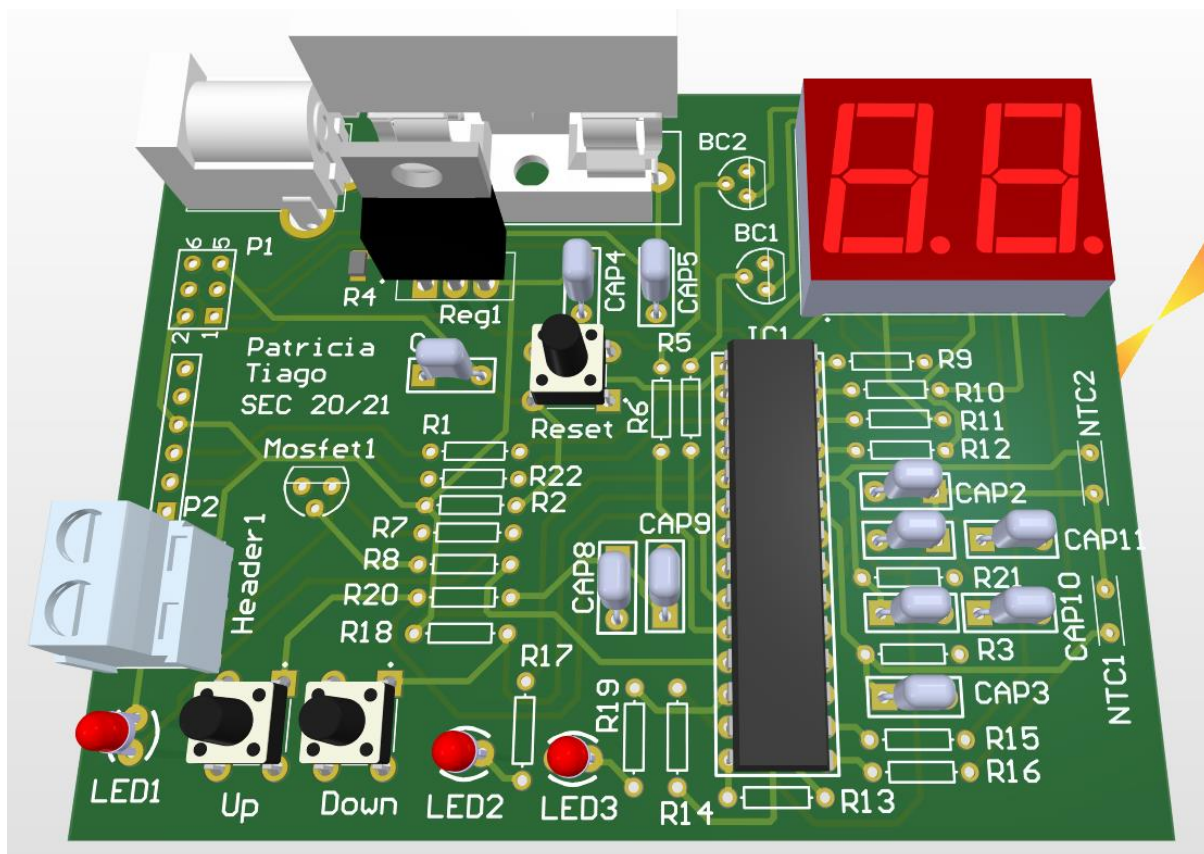


Figura 10- 3D da PCB

Resultados

Durante a realização de todo o projeto alguns problemas tiveram de ser ultrapassados, nomeadamente durante o processo de soldadura, devido ao estado de negligência dos ferros de soldar existiu grande dificuldade em realizar o processo de soldadura.

Durante o processo de testes utilizou-se um multímetro de forma a verificar se todas as conexões, assim como os valores desejados se encontravam presentes. Em relação à programação estiveram presentes algumas dificuldades devido à falta de experiência em AVR, no entanto todos os componentes encontram-se a funcionar conforme o previsto.

A componente de hardware de todo este projeto apresenta-se funcional e de acordo com o esperado, não existiu a necessidade de a realização de rework ou mesmo de dessoldar componentes por estarem errados. A PCB não apresenta defeitos visíveis e o layout de todos os componentes encontra-se de acordo com o esperado sem que existisse qualquer tipo de interferência entre os componentes utilizados.

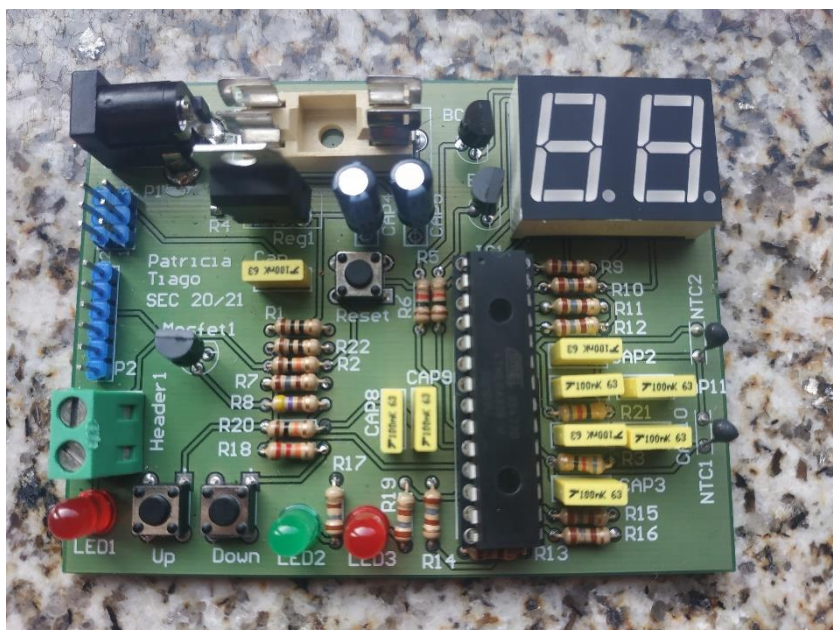


Figura 11- PCB (frente)

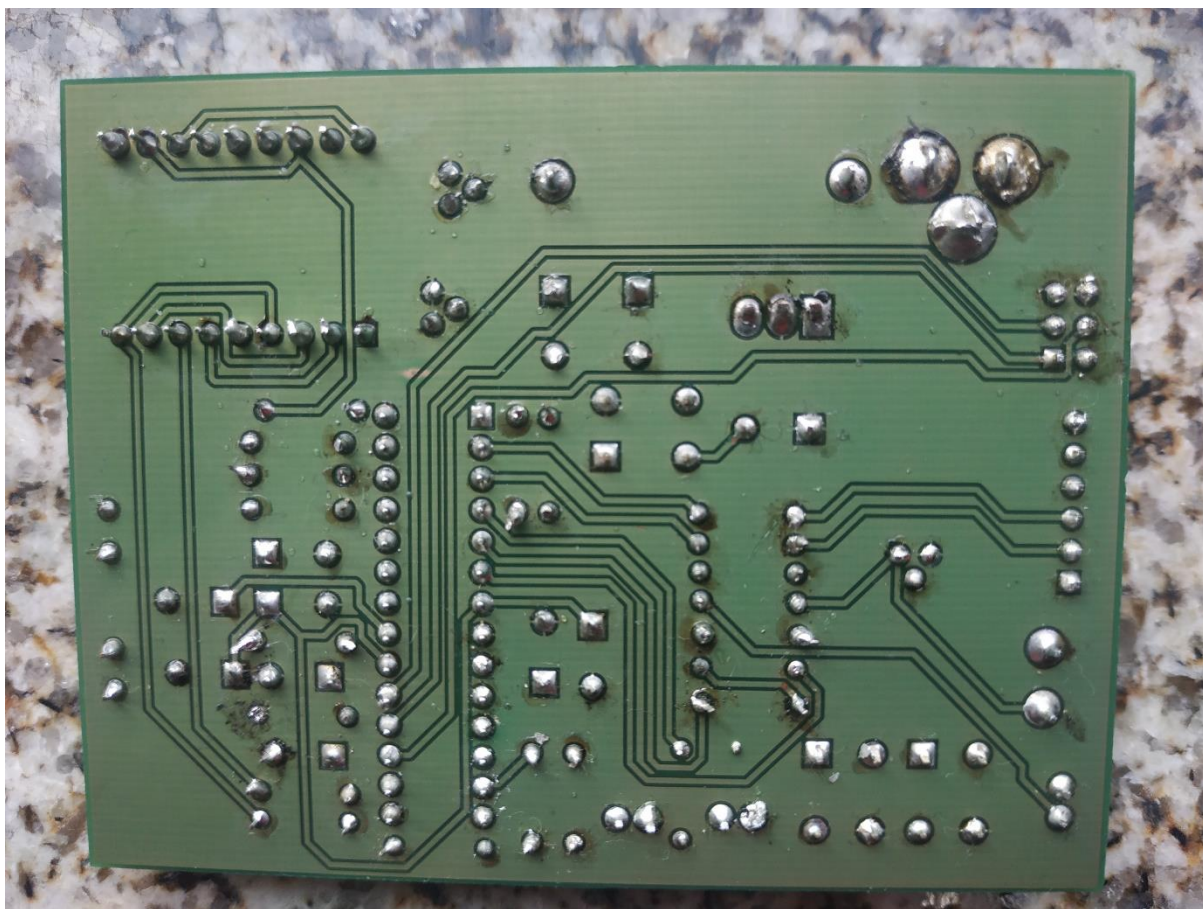


Figura 12- PCB (parte de trás)

Conclusão

Este projeto foi essencial para a aprendizagem e cimentação de conhecimentos tanto a nível de hardware como de software. Permitiu um melhor entendimento sobre o funcionamento do circuito utilizado e associação de componentes para um fim específico, assim como o processo de soldadura.

A elaboração deste projeto não foi isenta de problemas, tanto a nível de hardware como software, pelo que foi uma contribuição para o desenvolvimento de capacidades para a resolução de problemas e de pensamento crítico.

Apesar dos erros e problemas encontrados ao longo do desenvolvimento deste protótipo, conseguiu-se de um modo geral uma PCB funcional.

A maior dificuldade apresentada neste projeto encontrou-se no desenvolvimento do código em AVR, no entanto o projeto permitiu desenvolver competências a nível de programação em AVR.

Bibliografia

- [1] Farnell, Display 2627647," <https://pt.farnell.com/multicomp/ld0565srwk/display-seven-segment-0-56-inch/dp/2627647?ost=2627647>", dezembro,2020.
- [2] Farnell, Transistor NPN BC547,"<https://pt.farnell.com/search?st=bc547>", dezembro,2020.
- [3] Farnell Terminal block 2493622, "<https://pt.farnell.com/camdenboss/ctb0502-2/terminal-block-wire-to-brd-2pos/dp/2493622?ost=2493622>", dezembro, 2020.
- [4] Farnell, Tactile Switch 2435162, "<https://pt.farnell.com/c-k-components/pts645sl50-2-lfs/tactile-switch-spst-0-05a-12vdc/dp/2435162?ost=2435162>", dezembro, 2020.
- [5] Farnell, Capacitor 9451056, "<https://pt.farnell.com/multicomp/mcgpr16v106m5x11/cap-10-f-16v-20/dp/9451056?ost=9451056>", dezembro, 2020.
- [6] Farnell, Varistor 2346678," <https://pt.farnell.com/search?st=2346678>", dezembro, 2020.
- [7] Mouser, NTC 995-NT0310152, <https://pt.mouser.com/ProductDetail/Ametherm/NT03-10152/?qs=%2Fha2pyFaduj8SYd%252Bef5mLj43vHqj%252BsiAxf2dtin03LIwOWLEfr7Q%3D%3D>, dezembro, 2020.
- [8] Microchip Technology, Atmega328, "https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf", dezembro,2020.