

PBLE02 - Aprendizagem baseada em projeto

Documentação Final

Guilherme F. da Silva 2017011836

Mateus Dumas Lima 2017017965

Windson Faria Maia 33213

**Itajubá
2019**

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Projeto	4
2.1 Alimentação.....	4
2.2 Microcontrolador.....	5
2.2 Comunicação	6
2.3 Comunicação	7
2.4 Interface	8
3. Montagem do circuito impresso e levantamento de erros.....	11
3.1 Primeiro subcircuito: Alimentação	11
3.2 Segundo subcircuito: Microprocessador.....	12
3.3 Terceiro subcircuito: Comunicação	15
3.4 Quarto subcircuito: Periféricos	17
3.5 Quinto subcircuito: Interface.....	19
3.6 Correção do esquemático	20
3.7 Correção do Layout:	22
4. LISTA DE MATERIAIS E ANÁLISE DE CUSTOS.....	23
5. Manutenção e descarte	25
5.1 Manutenção.....	25
5.2 Descarte	27
6.Bibliografia.....	28

1. Introdução

Este projeto faz parte do conteúdo da disciplina PBLE02 (Aprendizagem Baseada em Projetos 2) do curso de Engenharia Eletrônica da UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá) e tem por objetivo dar sequência a disciplina PBLE01 que tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de produto desde a concepção até a fabricação.

Nessa etapa através da troca de projetos permite um conhecimento de forma prática de desenvolvimento de produto.

2. Projeto

Em PBLE01 o projeto de hardware tinha características gerais:

Item	Descrição
Conector de alimentação	PJ-002A
Tensão de alimentação	7Vcc a 12Vcc
Microcontrolador	PIC32MM0064GPM048-I/PT
Conversor USB-Serial	FT232RL / MCP2200-I/SO
Reguladores de 3.3V	LD1117S33CTR
Reguladores de 5.0V	LD1117DT50TR
Amplificador operacional	LM358DG
Cristal de 12 MHz	ATS12A
Diodo retificador Schottky	1N5819HW-7
Conectores USB	897-43-004-90-000000
Memória E2PROM-	24LC512-I/SM
Cristal de 32.768 kHz (RTC)	AB38T-32.768KHZ

Tabela 1 - Características gerais do hardware

Com objetivo de trazer os alunos em um ambiente real de desenvolvimento, em PBLE02 os projetos foram trocados de forma aleatória, trazendo um novo desafio e estudar mais a fundo o projeto já feito na disciplina anterior. Recebemos o projeto da equipe 01, as características gerais de ambas as placas é semelhante, salvo algumas diferenças individuais que não interferem na realização do objetivo para o qual foram projetadas. Seguem nos próximos tópicos os detalhes de cada subcircuito deste projeto, juntamente com os pré-requisitos de cada um deles.

2.1 Alimentação

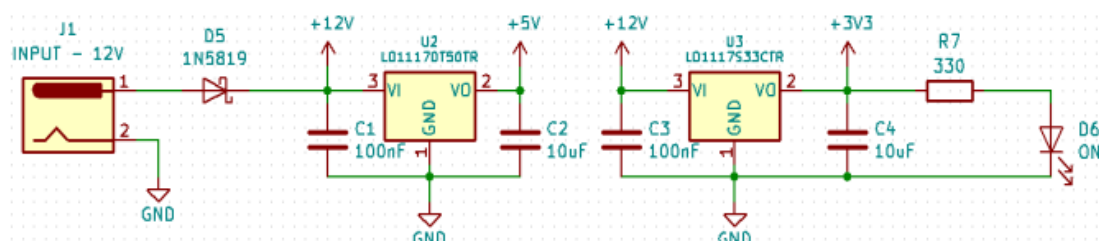


Figura 1 subcircuito de alimentação

O grupo optou por utilizar os reguladores em paralelo, a fim de evitar que a corrente consumida pelo regulador de 3,3V não afetasse o de 5V. O circuito também possui um diodo schottky de proteção para evitar corrente reversa,

assim como um LED de sinalização (D6) para avisar quando a PCI estiver ligada.

2.2 Microcontrolador

Como requisito, foi empregado o PIC32MM0064GPM048-I/PT. Tal microprocessador deve operar com clock interno, possuir quatro diodos emissores de luz para sinalizações diversas e botão de reinício por meio de uma chave tátil de quatro terminais e do tipo normalmente aberta. O reset da placa foi feito para operar por uma chave tátil de quatro terminais. O debounce foi feito por software.

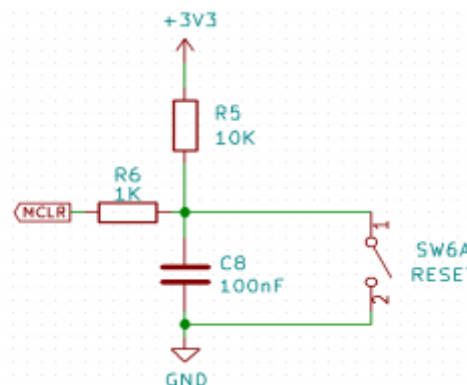


Figura 2 Circuito de reset.

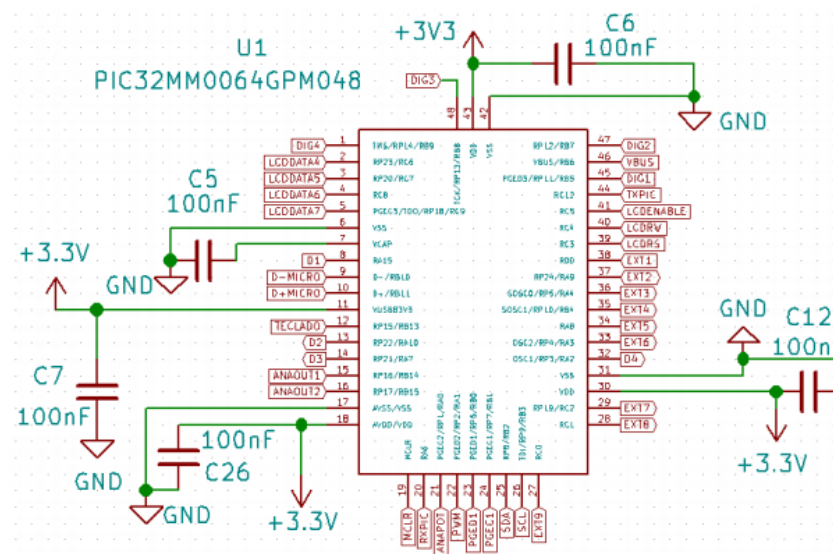


Figura 3 Subcircuito do microcontrolador

2.2 Comunicação

Foi empregado um conversor USB-serial devidamente integrado ao periférico de comunicação UART do microcontrolador com configuração autoalimentada. Para tanto, foi implementado dois tipos de conversores, FT232 e MCP2200-I/SO, de modo que apenas um é ativado para efetuar a comunicação.

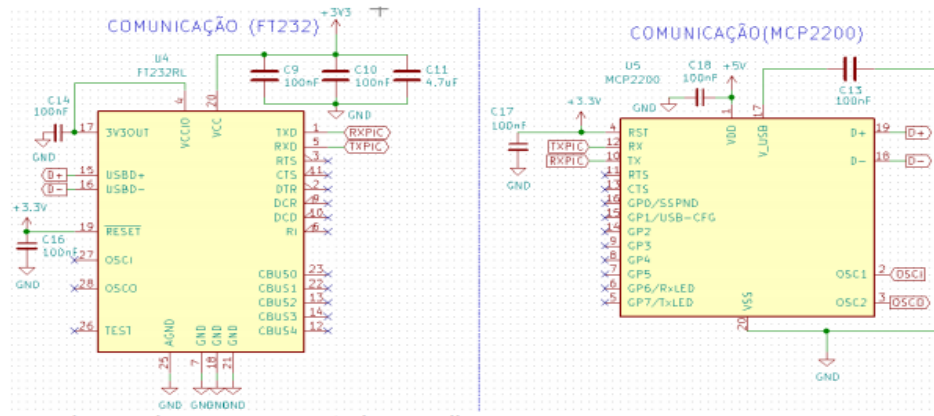


Figura 5 – Conversores USB-serial

Além disso, utilizou-se 2 conectores USB, no qual o primeiro se conectaria diretamente ao micro utilizando sua comunicação nativa, enquanto o outro seguiria em paralelo tanto para o FT232 quanto para o MCP2200.

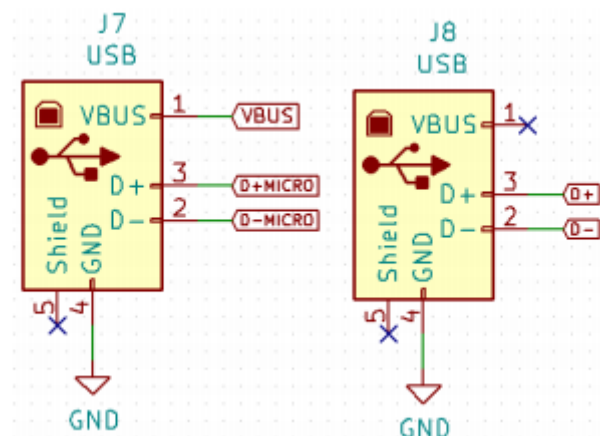


Figura 6 Conectores USB.

2.3 Comunicação

Um dos periféricos implementado é o *display* LCD 16x2, modelo JHD162A, conectado a uma barra de conexão.

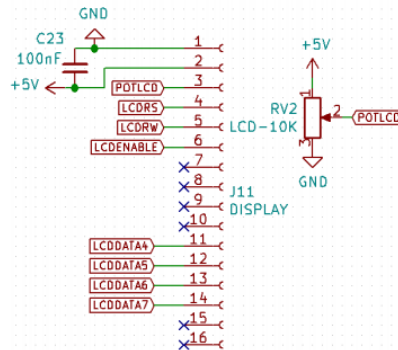


Figura 7 Display LCD

A placa possui um teclado de cinco teclas desenvolvido por meio de chaves tácteis de quatro terminais cada, sendo lido através de uma estrutura de divisor resistivo numa entrada analógica.

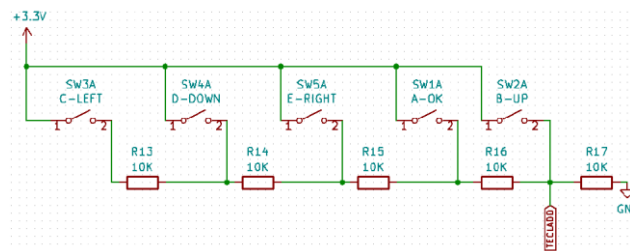


Figura 8 Teclado com entrada analógica.

Para a programação do microcontrolador por meio do ICSP, foi utilizado uma barra de conexão de 6 pinos, conforme figura a seguir.

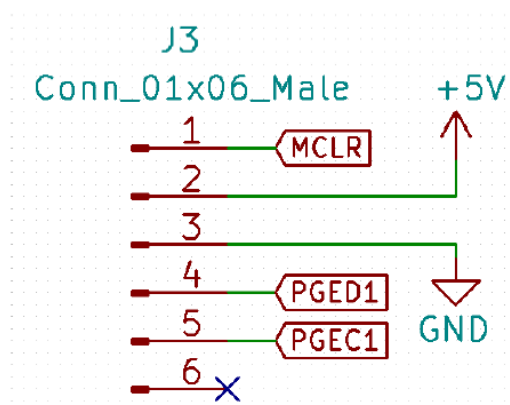


Figura 9 Conexão ICSP

Por último, foi implementado uma memória serial com comunicação no padrão I2C.

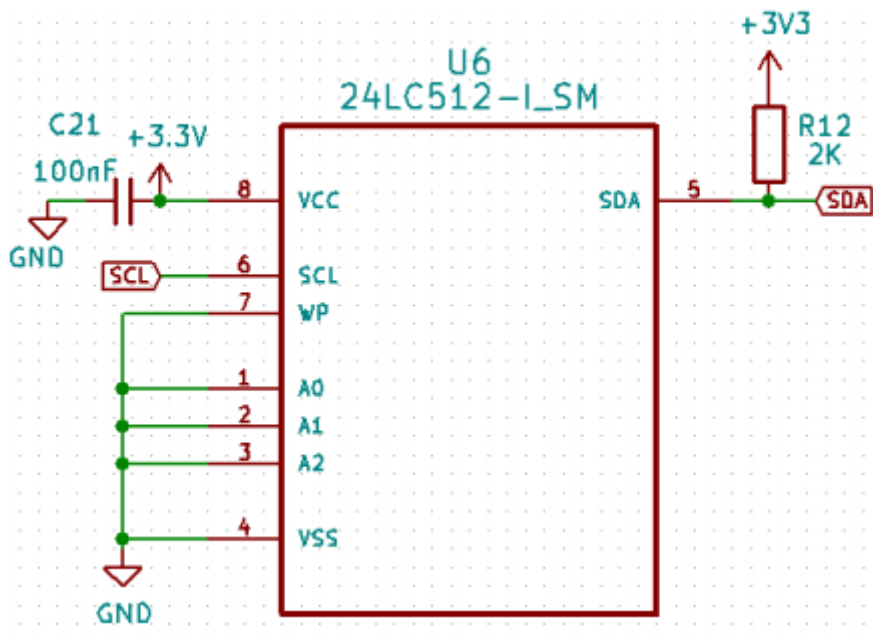


Figura 10 Memória serial

2.4 Interface

Como requisito, a placa possui uma barra de conexão para 4 sinais digitais.

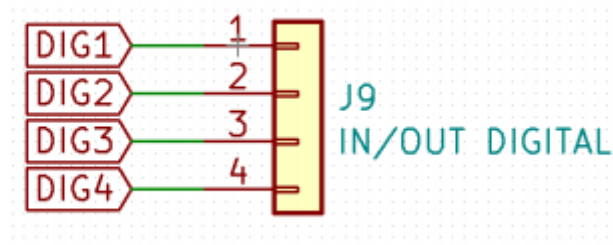


Figura 11 – Conexão sinais digitais

Duas entradas analógicas de 0 à 5V com circuitos de *buffer*. Como o microcontrolador foi desenvolvido para ler sinais de até 3,3V, foi utilizado um divisor de tensão para atenuação.

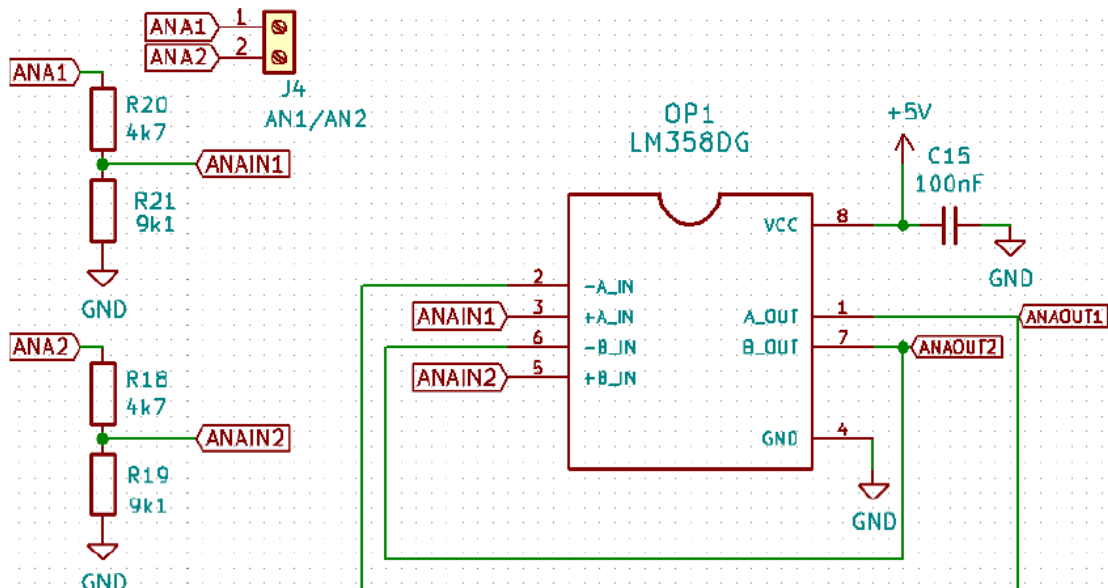


Figura 12 – Entrada analógica com *buffer*.

Outra entrada analógica deve ser proveniente de um potenciômetro. Além disso, no mesmo amplificador operacional, está conectado uma saída PWM do microcontrolador utilizando um filtro passa baixa de 2ª ordem (40db/dec) com 1 década a menos de frequência de corte que a frequência do PWM, de modo que a tensão de saída varie de 0 a 5V.

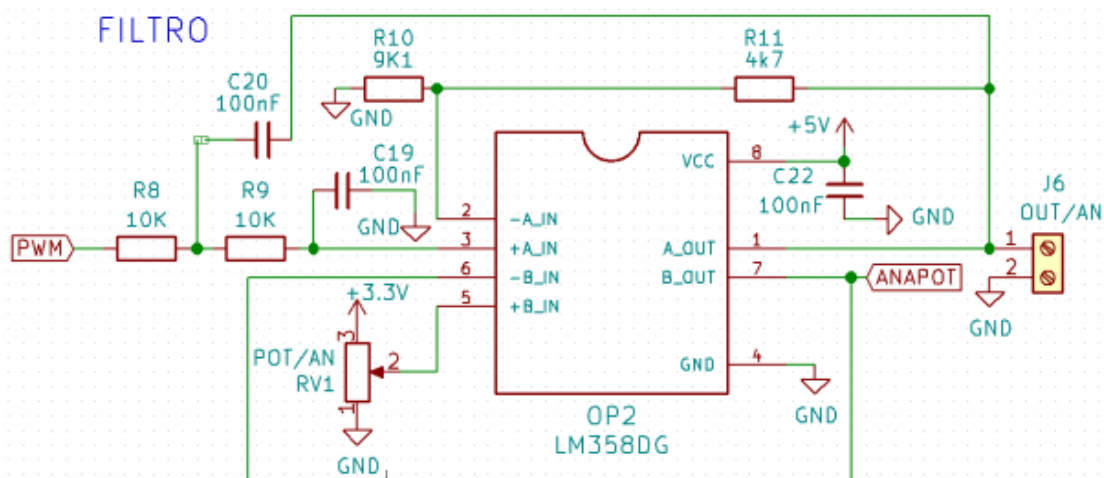


Figura 13 Saída PWM com filtro.

Os valores das resistências e capacitores utilizados no filtro se deu por meio da calculadora *online* desenvolvida por Okawa, que possui diversas informações sobre filtros ativos e passivos, além de uma interface que auxilia na realização do cálculo de acordo com os parâmetros desejados.

Além do barramento digital, foi implementado uma barra de conexão 2x4 para 4 pares de sinais de alimentação, dois como sinal de 3,3V e dois de 5V, ambos com um terra associado.

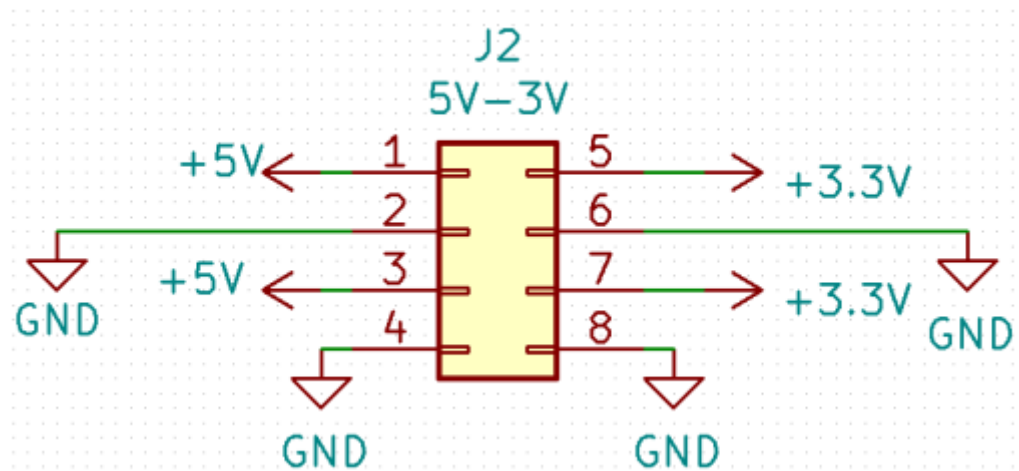


Figura 14 Barramento de força.

O último item da interface se refere à barra de expansão que emprega todos os pinos do microcontrolador que não sejam alocados pelos demais requisitos de desenvolvimento.

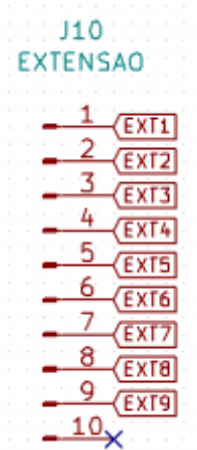


Figura 15 – Barra de extensão.

3. Montagem do circuito impresso e levantamento de erros

Grande parte dos alunos inscritos na disciplina PBLE01 tem seu primeiro contato com um ambiente real de desenvolvimento de produtos eletrônicos, contemplando desde a concepção do projeto e fabricação do hardware ao desenvolvimento do software embarcado, portanto, é previsível que os projetos contenham problemas e que os projetistas cometam alguns erros. Visando detectar erros estimular a resolução de tais problemas foram entregues três versões de hardware (VH1, VH2 E VH3) e software (SW1, SW2, SW3) durante a fase de desenvolvimento, corrigidas e revisadas por outras equipes em primeira instância e posteriormente por técnicos do IESTI e pelo professor do componente curricular.

Contudo, é comum que alguns problemas só sejam detectados durante a fase de montagem, a seguir apresentaremos a montagem do circuito impresso bem como os defeitos observados e a decisão tomada pela nossa equipe 08 com objetivo de encontrar possíveis soluções.

Nesta atividade cada subcircuito foi tratado separadamente em um espaço de uma semana para cada montagem, onde cada qual demandava uma certa metodologia para verificação de possíveis problemas ou equívocos a fim de garantir a segurança dos componentes que seriam usados além do bom funcionamento do sistema como um todo. Usaram-se como ambientes para a execução destas tarefas o laboratório de produção de placas de circuito impresso e a sala da equipe de projetos especiais Uairrior, ambas localizadas na Unifei.

3.1 Primeiro subcircuito: Alimentação

Para a verificação de que este subcircuito estava de fato funcionando de modo seguro seguiu-se a seguinte metodologia, exatamente nesta ordem:

- . Verificaram-se se as conexões das trilhas referentes ao subcircuito estavam contínuas, por meio de um multímetro.
- . Inspeccionou-se se os footprints coincidiam com as conexões de cada componente na placa.
- . Visto que não foram encontrados quaisquer erros nos dois primeiros passos, pôde-se soldar os componentes.
- . Testou-se se havia curtos circuitos entre Vcc e Gnd
- . Como não houve nenhuma sinalização de curto circuito, a placa foi energizada com uma fonte de 12 V, verificando em seguida os níveis de tensão nas saídas dos reguladores de 5 e 3.3 V conferindo se de fato estavam de acordo com o esperado.

. Por fim, após o último passo ter sido confirmado bem-sucedido verificou-se que o led da alimentação estava de fato aceso, comprovando que o subcircuito estava funcionando.



Figura 16 Circuito de Alimentação

3.2 Segundo subcircuito: Microprocessador

Depois da verificação das conexões das trilhas relativas ao micro aonde não foram encontrados erros além da garantia que estava chegando uma tensão de 3.3 V e não de 5 V verificou-se no esquemático que o capacitor conectado ao pino Vcap (C5) possuía um valor menor (100nF) do que o indicado pelo datasheet (10uF).

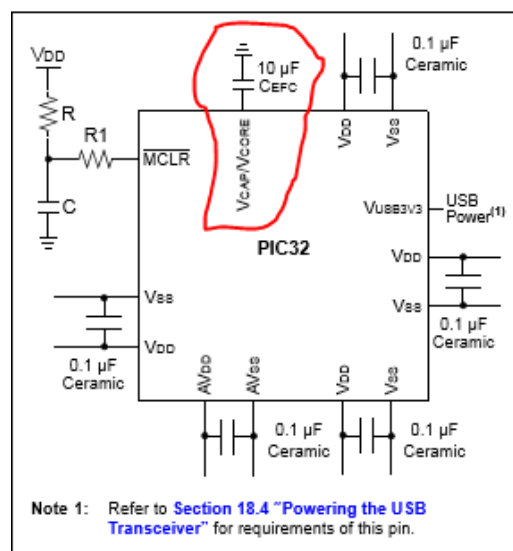


Figura 17 - Capacitor do pino Vcap indicado pelo datasheet do microprocessador

Trocou-se um capacitor pelo outro e ainda que este fosse um pouco maior do que o primeiro ao medir a continuidade comprovou-se que não havia mudado nada.

Além disso, na conexão do micro com o conector onde seria colocado o PicKit notou-se que a tensão que este seria alimentado era de 5 V o que era incorreto já que este deve possuir a mesma tensão do micro que é de 3.3 V. A correção foi feita cortando a trilha de 5 V então conectada ao conector e com um pequeno jumper ligar uma trilha de 3.3 V próxima ao pino Vdd do conector a este.

Então foi feito um programa no software MPLAB cujo objetivo era acender os 4 leds da placa. Entretanto, ao rodar o programa não se verificou quaisquer mudanças no estado dos leds indicando o não funcionamento do circuito como um todo.

Partiu-se então a uma varredura com o objetivo de identificar possíveis erros e o que foi descoberto era que o problema estava na conexão do botão do reset(SW6) que originalmente estava em curto fazendo com que o microcontrolador estivesse resetado durante todo o tempo. O curto foi originado pela má conexão do componente na PCB pois estava posto do lado contrário ao correto. Assim, para encaixa-lo na posição correta foi necessário o uso de um alicate para entortar as suas “pernas” de modo que coubesse nos pads. Esse processo fez com que após o conserto o botão tivesse um aspecto meio torto, porém com o multímetro comprovou-se que não havia mais curto.

Com isso testou-se novamente o mesmo programa citado anteriormente onde desta vez funcionou sem problemas levando ao fato que o micro estava operando com sucesso.

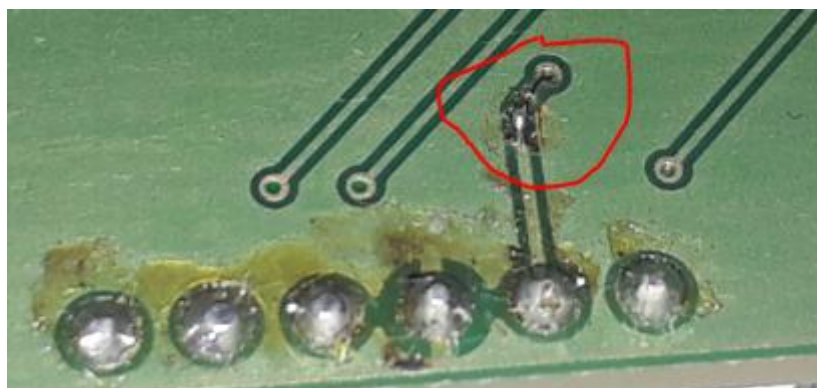


Figura 18 - figura do conserto do problema da tensão no conector do pickit3, onde conectou-se 3.3V no Vdd

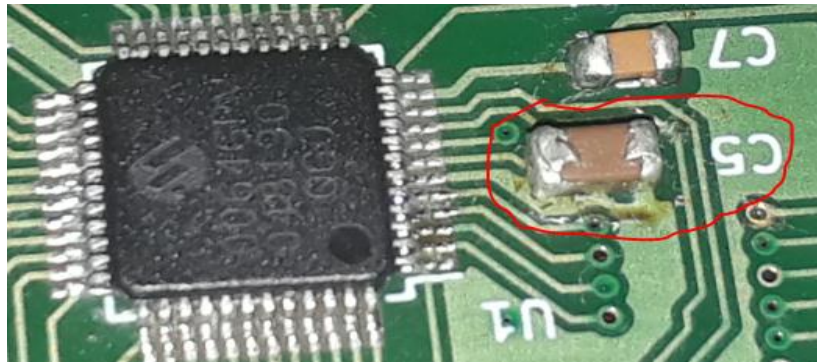


Figura 19 - Capacitor depois da troca já soldado

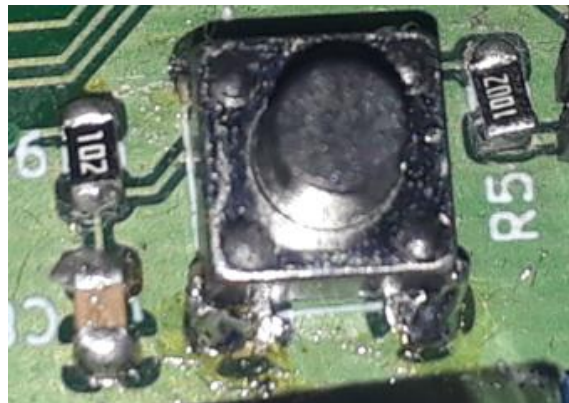


Figura 20 - Botão do Reset depois de soldado

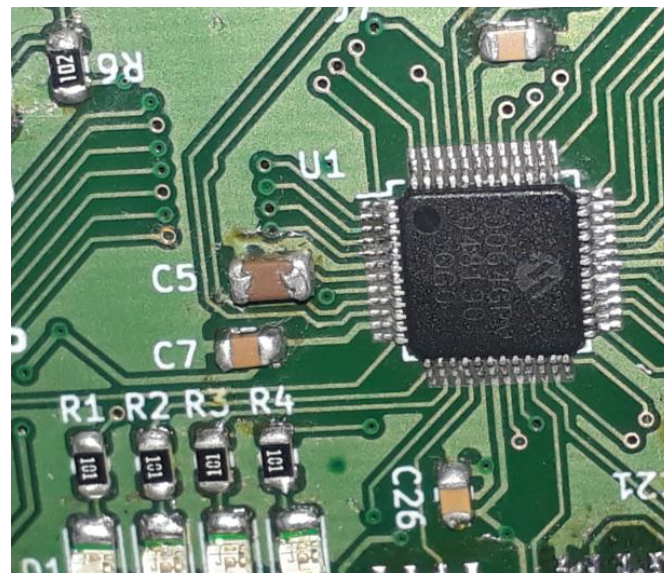


Figura 21 - Circuito do microcontrolador

3.3 Terceiro subcircuito: Comunicação

Primeiramente, foi estabelecido pelo professor de que se usaria o componente MCP2200 para o subcircuito ao invés do FT232. Entretanto, notou-se claramente de que o modo que foi feito o esquemático deste componente havia alguns erros com o que está proposto no datasheet oficial referente ao modo de funcionamento proposto que era o autoalimentado.

FIGURE 1-5: USING AN EXTERNALLY PROVIDED 3.3V POWER SUPPLY

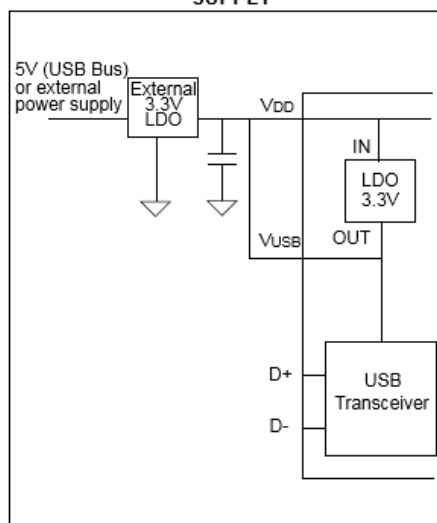


Figura 22 - Modo auto-alimentado do MCP2200 indicado pelo datasheet

Os pontos que estavam em desacordo eram que o pino Vdd no esquemático estava sendo alimentado por 5 V enquanto que no esquemático o valor especificado era de 3.3V. Além disso o pino V_USB estava conectado ao terra junto com um capacitor ainda que no datasheet constava-se de que ele deveria estar conectado junto ao Vdd com 3.3V. Depois dessas correções os componentes do subcircuito foram soldados e então por meio de um cabo usb compatível com o conector da placa foi feita a verificação se o driver do MCP2200 era reconhecido pelo computador através da entrada serial localizada em uma porta COM do dispositivo. Entretanto, isso não aconteceu acusando assim o não funcionamento do subcircuito.

A partir daí, suspeitou-se que o problema poderia estar residido no fato de não haver um resistor de pull-up na conexão do pino do r. Então inseriu-se um resistor de 10k para justamente realizar a função de pull-up, porém ao realizar a conexão com o computador notou-se novamente que não havia quaisquer notificações de instalação de driver. Após isso retirou-se o capacitor que estava conectado ao reset julgando que não havia razão para sua presença ali. Mais uma vez foi feita a conexão com o computador mas não houve novamente qualquer sinal de vida do componente.

Por fim, ao consultar uma outra equipe cujo subcircuito estava funcionando implementou-se as seguintes mudanças: conectou-se diretamente o pino do reset a 3.3 V, além de cortar qualquer conexão do pino V_USB, além de jogar o pino de Vss diretamente no Gnd, retirando de uso o capacitor C13 mantendo Vdd alimentado por 3.3V. Realizaram-se essas mudanças depois da troca do mcp2200 por um novo do mesmo modelo por suspeitar de que o antigo já estivesse queimado. Por fim, conectando a placa com o computador verificou-se a instalação do driver significando o funcionamento do componente e suas conexões, o que foi confirmado ao realizar um código de receber e enviar caracteres através de um software de terminal serial que funcionou perfeitamente.

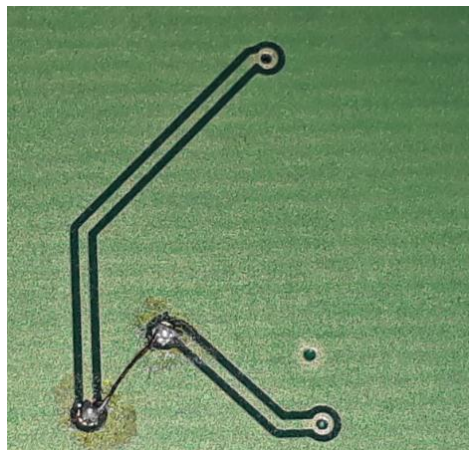


Figura 23 - Solução do problema relacionado à tensão conectado ao pino de Vdd que era de 5V e passou a ser de 3.3V



Figura 24 - corte da conexão do pino Vss com o capacitor C13

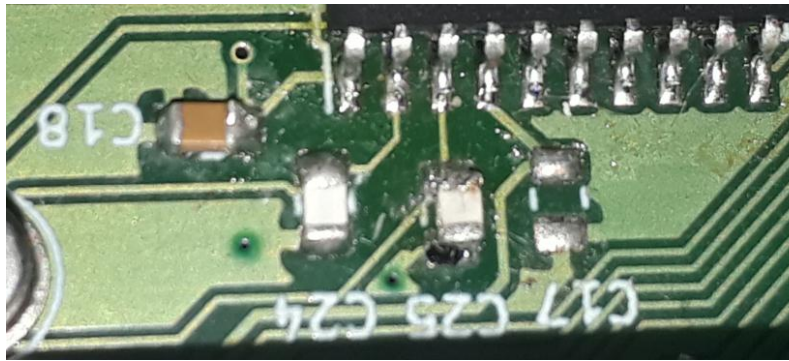


Figura 25 - Retirada do capacitor C17, anteriormente conectado com o pino de reset

3.4 Quarto subcircuito: Periféricos

Com respeito ao LCD, verificou-se que o pino 3 do lcd onde conecta-se o pino de saída do potenciômetro tinha no meio da conexão uma passagem por um ponto de Gnd em um furo no canto lateral da placa. Isso impossibilitava o funcionamento do potenciômetro e consequentemente o controle de contraste da tela do componente. Com isso, cortou-se esta trilha e por meio de um jumper foi realizada a conexão dos dois pinos em questão externamente.

Com relação ao teclado, foi identificado o mesmo erro já ocorrente com o botão do reset relacionado ao fato do botão estar posto no footprint de forma invertida e com isso formava-se um curto. Este fato foi observado em cada um dos 5 botões do teclado. A solução realizada foi a mesma, entortando-os de modo que coubessem na posição correta individualmente.

Já no circuito da memória, notou-se inicialmente de que não havia um resistor de pull-up para o pino SCL, o que configurava um equívoco já que desta forma o componente não poderia operar de forma satisfatória. Além disso, o resistor colocado como pull-up do pino SDA ($2k\Omega$), não constava na lista de compras, ou seja, estava indisponível para uso.

A solução encontrada foi inserir um resistor externo na placa conectado com o capacitor C21 de modo que fosse provido a ele 3.3 V. Foi escolhido o valor de $4k7\ \Omega$ tanto para esse resistor externo quanto para o que já estava conectado ao pino SDA já que garantia um valor seguro para o funcionamento de ambos os resistores como pull-up dada a tensão aplicada neles.

Implementando essas soluções, ambos os circuitos funcionaram sem problemas.

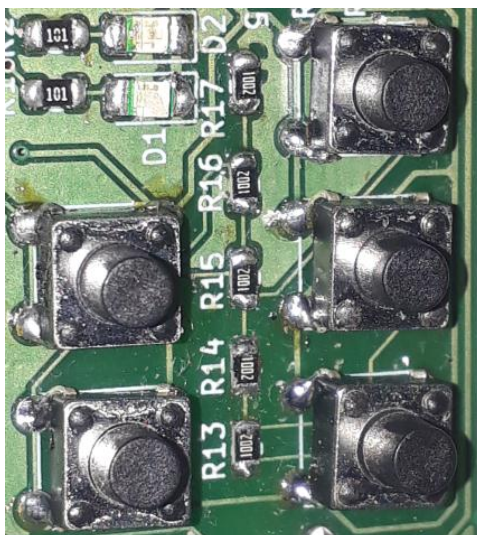


Figura 26 - Botões do circuito do teclado soldados

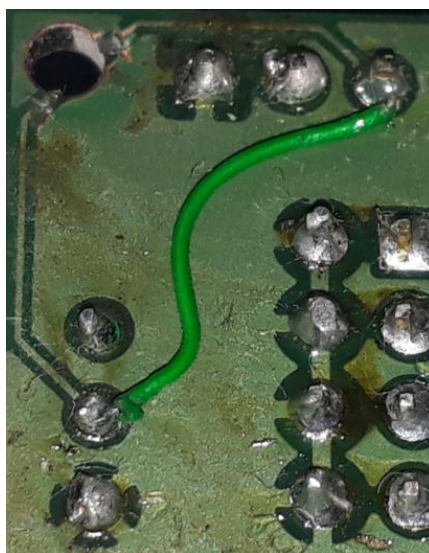


Figura 1- solução do problema no LCD



Figura 2- Correção do problema no circuito da memória, onde um novo resistor foi inserido e conectado junto ao capacitor C21

3.5 Quinto subcircuito: Interface

Neste subcircuito foi encontrado somente um erro. No filtro passa baixa, esqueceu-se de realizar a conexão do capacitor C20 com o resistor R9 no esquemático e consequentemente no PCB também. Bastou que na hora da solda ligasse ambos os componentes por meio do estanho.



Figura 29 - conexão externa do resistor R9 com o capacitor C20

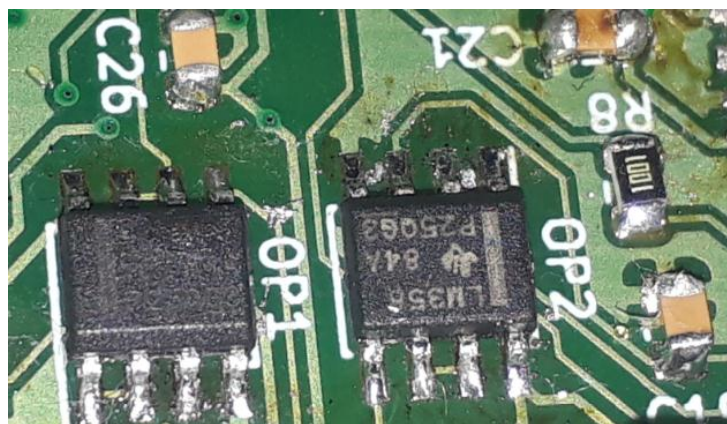
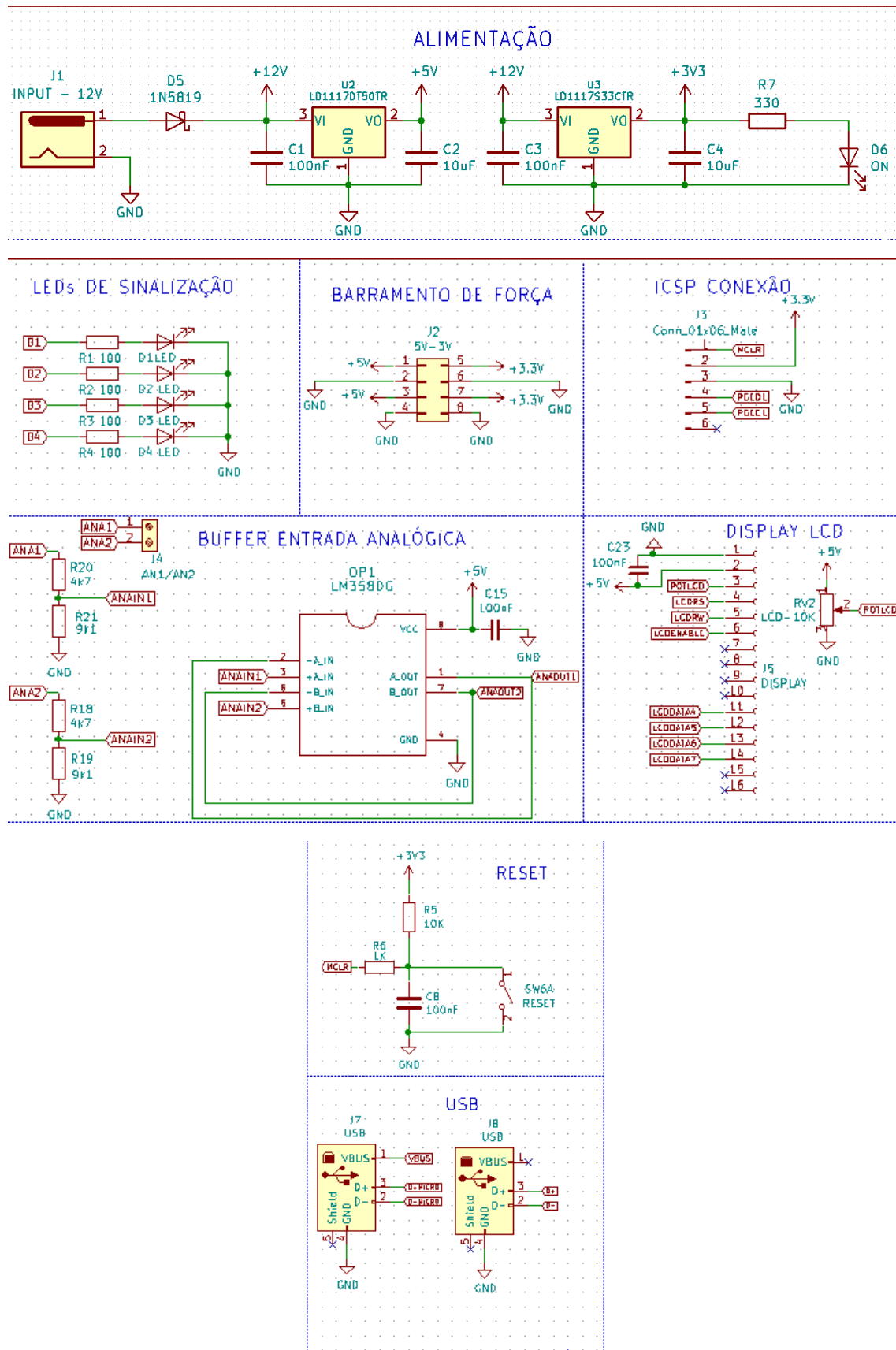
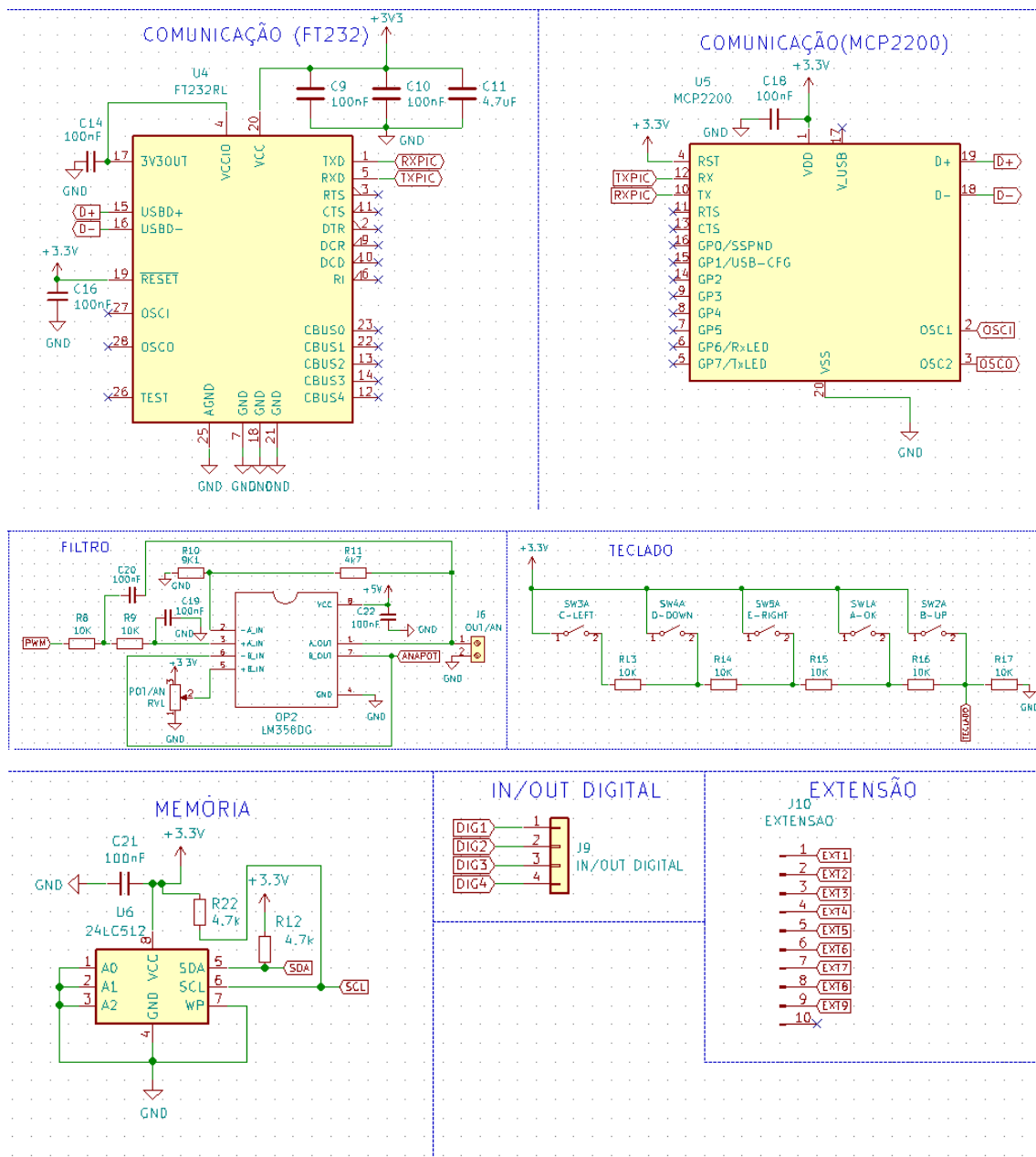


Figura 30 - Os ampop's do circuito de interface soldados

3.6 Correção do esquemático





3.7 Correção do Layout:

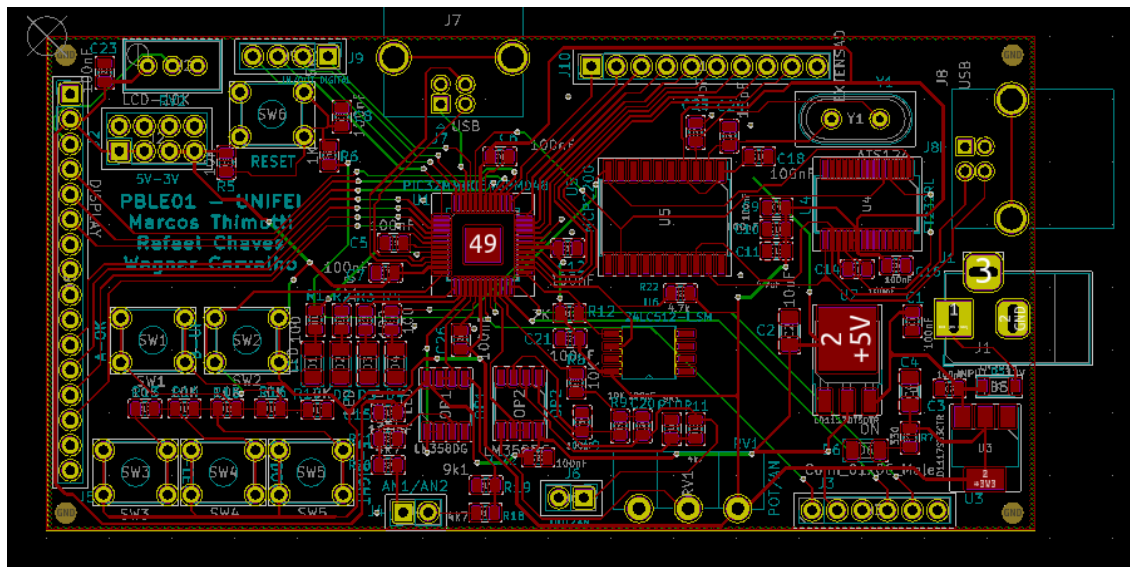


Figura 32- Correção do Layout

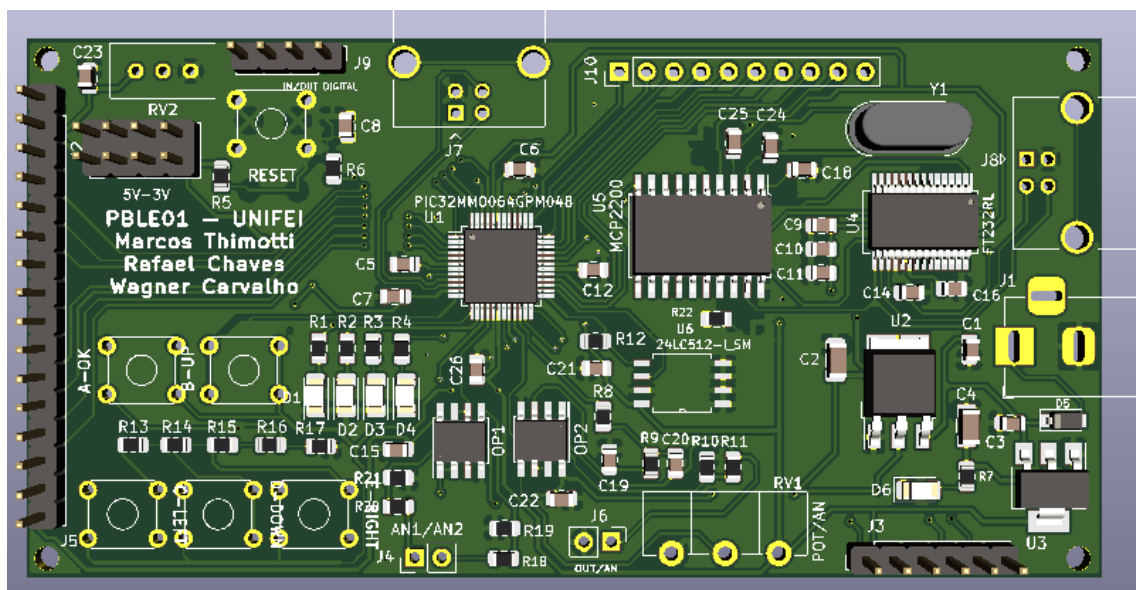


Figura 33- Visualização em 3D da placa corrigida

4. LISTA DE MATERIAIS E ANÁLISE DE CUSTOS

Com o intuito de facilitar a consulta e consequentemente a compra dos componentes eletrônicos, foi feito um levantamento de todos os componentes utilizados neste projeto e seu respectivo modelo de acordo com a tabela abaixo. Além disso, foi pesquisado os preços cada tipo de componente na distribuidora Mouser Electronics.

Tabela 2 – Lista de materiais.

Descrição	Quantidade	Encapsulamento/modelo	Valor	Preço (US\$)
Capacitor Cerâmico	18	0805	100nF	0.81
Capacitor de Tântalo	3	1206 (F931C106KAA)	10uF	1.80
Capacitor Cerâmico	2	0805	10pF	0.72
Capacitor Cerâmico	1	0805	4,7uF	0.54
Resistor	4	0805	100Ω	0.10
Resistor	1	0805	330Ω	0.10
Resistor	1	0805	1kΩ	0.10
Resistor	5	0805	4,7kΩ	0.50
Resistor	3	0805	9,1kΩ	0.30
Resistor	8	0805	10kΩ	0.80
Potenciômetro	1	P160KN-0QD15B10K	10kΩ	0.76
Potenciômetro	1	3296W-1-103RLF	10kΩ	3.93
LED	5	LTST-C150GKT		1.60
Diodo <i>schottky</i>	1	1N5819HW-7		0.44
Chave tátil	6	1825910-6		0.60
Conector <i>jack</i> J4	1	PJ-002A		0.60
Conector	2	PPTC021LFBN-RC	1x02	0.64
Conector	1	PPTC041LFBN-RC	1x04	0.45
Conector	1	PPTC061LFBN-RC	1x06	0.52
Conector	1	PPTC101LFBN-RC	1x10	0.65
Conector	1	PPTC161LFBN-RC	1x16	0.98
Conector	1	PPTC042LFBN-RC	2x04	0.67
Conector USB	2	897-43-004-90-000000		2.78
Cristal	1	ATS12A	12MHz	0.36
Amplificador Operacional	2	LM358DG		0.92
Regulador de Tensão	1	LD1117S33CTR		0.40
Regulador de Tensão	1	LD1117DT50TR		0.47
Conversor USB-Serial	1	FT232RL		4.50
Conversor USB-Serial	1	MCP2200-I/SO		1.99

Memória E2PROM	1	24LC512-I/SM		1.33
LCD	1	JHD162A(9,40
Microcontrolador	1	PIC32MM0064GPM048-I/PT – TQFP48		1.99
			Total	41,75
			Total(R\$)	176.11

Além disso, o custo material e físico para a solda e montagem dos componentes foi avaliado em 50R\$. Com isso, o projeto como um todo teve um custo de 226,11R\$.

5. Manutenção e descarte

5.1 Manutenção

A primeira coisa a ser verificada para garantir que a placa esteja funcionando é que o led de alimentação esteja aceso ao alimentar a placa com uma tensão de até 12 V. Caso isso não ocorra verifique primeiramente se realmente a tensão é menor ou igual a 12 V. Se é, provavelmente o problema está em alguns dos reguladores de tensão que possa estar queimado. Para se certificar disso meça com o voltímetro a tensão nos pinos de entrada e saída de cada um dos reguladores. A posição desses pinos pode ser vista através do esquemático do projeto. Por exemplo, a tensão em cima do pino de entrada do regulador de 5V deve ser igual a tensão colocada no JACK-DC enquanto que a tensão de saída deve ser 5V. Caso não seja, provavelmente o regulador está queimado e necessita ser trocado. O mesmo se aplica ao regulador de 3.3 V, com a diferença que a tensão de saída deste deve estar na casa de 3.3V.

Após isso, quando algum problema ocorrer com qualquer periférico da placa verifique antes de tudo se a tensão que chega sobre ele é a esperada (5V ou 3.3V) e que não há problemas com o GND (verifique a continuidade). Se estes fatores estiverem de acordo com o esperado, pode ser que o problema esteja no microcontrolador e não no periférico.

Para descobrir possíveis problemas no micro, primeiramente verifique se a tensão que chega para alimentá-lo é 3.3 V e não 5 V. Em caso positivo, verifique em seguida se o botão de reset está funcionando, e não em curto medindo a continuidade entre seus pinos. Repita esse processo com os demais botões do teclado. Se estiverem todos funcionando, pegue o pino de saída do micro que está ligado ao periférico com problema e conecte-o ao osciloscópio. Grave o código desejado e alimente a placa. Verifique então se há de fato um sinal sendo enviado pelo microcontrolador e se está de acordo com o que era para ser feito por ele. Se era, o problema está provavelmente sobre o periférico e não sobre o micro e o periférico precisa ser trocado. Em caso negativo, a

justificativa se inverte. Em situações onde o microcontrolador recebe os dados ao invés de envia-los o procedimento também pode ser aplicado.

Em relação à problemas com o gravador PICKIT3 verifique que o pino de tensão de entrada deste é alimentada com 3.3 V e não com 5 V, além de que ele está conectado na posição correta, exatamente como mostra a imagem a seguir:



Figura 34-Colocação correta do PICKIT 3

5.2 Descarte

O produto possui muitos metais pesados como mercúrio, que pode contaminar o solo e águas além de camadas de cobre e silício, materiais como plástico podem demorar para se decompor na natureza.

Pensando nisso é aconselhável em caso de descarte, que o procedimento seja em postos de coleta de lixo eletrônico mais próximo.

6.Bibliografia

Datasheets dos componentes

https://www.sparkfun.com/datasheets/IC/FT232R_v104.pdf

<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22228A.pdf>

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/60001387c.pdf>