



Multímetro Falante Voltado Para Deficientes Visuais

Aluno: Patrick Penacho Carvalho

Orientador: Prof. Luiz César Martini

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)

1. Introdução

Embora a deficiência visual seja muito comum no Brasil, com mais de 6,5 milhões de portadores^[1], há uma notável ausência de dispositivos e ferramentas adaptadas para o uso por deficientes visuais no mercado, o que limita gravemente a possibilidade de independência dessas pessoas.

O multímetro, por exemplo, é indispensável nos laboratórios de engenharia elétrica, além de frequentemente estar presente nas casas de muitos. Ainda assim, não há um modelo propriamente em produção capaz de enunciar suas medidas para um usuário cego. Tal equipamento seria de grande valor para milhares de estudantes de engenharia, engenheiros, professores e amadores interessados pela área, que perderam a visão ou nasceram com restrições visuais.

Portanto, este projeto foi pensado para facilitar a adaptação de equipamentos similares para milhares de interessados, ou mesmo alavancar a produção e tornar mais evidente a necessidade de atenção para este público.

2. Desenvolvimento

O projeto foi desenvolvido baseado em um multímetro comercial e um Raspberry Pi, um pequeno computador de placa única muito usado para aplicações de desenvolvimento de sistemas inteligentes, IoT e prototipagem eletrônica em geral.

O desenvolvimento do projeto deu-se em cinco etapas: configuração do Raspberry e síntese de voz, interceptação das medidas do multímetro, conexão entre o multímetro e o Raspberry Pi, montagem do protótipo final e desenvolvimento do programa final.

2.1. Configuração do Raspberry Pi e síntese de voz

Durante esta primeira etapa, o objetivo foi criar um programa capaz de ler uma entrada pelo Raspberry Pi e enunciar o seu valor, sintetizando a voz de forma dinâmica. O sintetizador de voz escolhido foi o eSpeak NG^[2], um sistema de conversão de texto para

fala de código aberto, que possui também uma biblioteca de integração para a linguagem de programação Python.

2.2. Intercepção das medidas do multímetro

Foi realizado um estudo do circuito interno do multímetro escolhido, um modelo comum de baixo custo, vendido como “GC DT830B”. A maioria dos multímetros desse segmento são extremamente semelhantes internamente, geralmente empregando um circuito baseado em variantes do ICL7106^[3], um circuito integrado feito especialmente para essa função, que combina um conversor analógico/digital de alta precisão e ajustes para diferentes escalas e calibrações.

O ICL7106 tem múltiplas saídas digitais, que controlam diretamente o display LCD do multímetro, dispensando o uso de um decodificador entre os dois. Portanto, para obter a leitura do conversor A/D, a única alternativa foi a leitura diretamente nos segmentos do display.

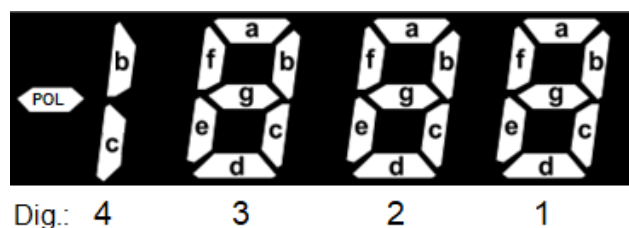


Figura 1 - Segmentos do display LCD conectados ao ICL7106

Um outro agravante é dado por se tratar de um display LCD, que necessita que cada segmento seja acionado por um sinal de corrente alternada, para não danificar os frágeis eletrodos que envolvem o cristal líquido, como ocorreria ao longo do tempo se fosse utilizado corrente contínua. Por conta deste detalhe, em um determinado momento, cada sinal de saída do CI do multímetro só pode ser categorizado como ligado ou desligado ao ser comparado com o sinal comum, que interliga um dos polos de cada segmento. Assim, um segmento é dado como ligado se seu sinal está invertido (180° fora de fase) em relação ao sinal comum (denominado BP, ou *backplane*).

Assim, para mapear o todos os segmentos do display e correlaciona-los com os pinos de saída do ICL7106, aplicou-se uma tensão conhecida nas entradas de ponta de prova do multímetro, que era então ajustada com o objetivo de trocar o estado de apenas um segmento do display LCD por vez. Ao mesmo tempo, com um osciloscópio de dois canais, foi-se notando as mudanças de fase entre cada par de sinal do display. Conhecendo os pares de sinais que mudavam a cada medida, juntamente com o segmento que era esperado mudar de estado ao variar a tensão de medição, foi possível identificar todos os segmentos necessários para obter a mesma leitura que era mostrada no display.

2.3. Conexão entre o multímetro e o Raspberry Pi

Visto que os sinais que controlam o display LCD são ondas quadradas, oscilantes com frequência fixa, e amplitude simétrica (isto é, a tensão do topo e a tensão da base têm a mesma magnitude, de 2,6V, mas sinais opostos). Então, para que o Raspberry Pi possa ler esse sinal, é preciso eliminar a sua parte negativa.

Devido a necessidade de reproduzir esse procedimento para todos os 23 segmentos do display, buscou-se a solução mais simples e replicável possível. A solução encontrada foi o uso de um diodo em conjunto com um resistor de *pull-down* entre um determinado segmento e uma determinada entrada da GPIO do Raspberry. Desta forma, o sinal continuaria com características parecidas ao original, mas com uma tensão de base de 0V (ao invés de -2,6V).

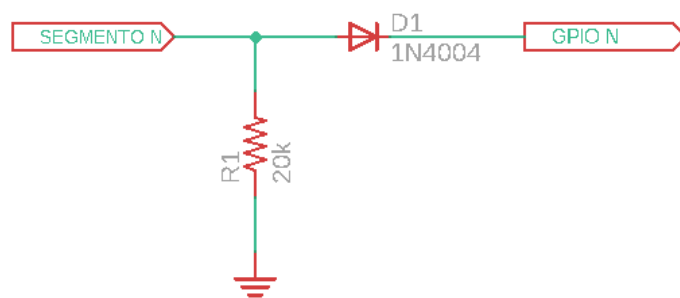


Figura 2 - Esquema do circuito aplicado em cada um dos segmentos do display.

Por fim, foi necessário escrever um programa para o Raspberry ler e comparar os segmentos de forma síncrona. Como explicado anteriormente, não basta apenas ler o sinal de controle de um determinado segmento – para saber se o segmento está ligado ou não, é necessário também ler o sinal BP e comparar os dois, determinando se os dois sinais estão em fase (segmento desligado) ou defasados em 180° (segmento ligado). Como os sinais em questão são de baixa frequência (50Hz), sabe-se que o Raspberry conseguiria ler todos eles no mesmo ciclo do multímetro. Portanto, bastou-se garantir que a leitura ocorreria no começo de um ciclo, aguardando uma borda de subida ou descida no sinal BP antes de realizar e guardar a leitura dos segmentos.

2.4. Montagem do protótipo

Com todas as etapas de pesquisa e testes do projeto executadas, o próximo passo foi confeccionar uma caixa para abrigar todos os componentes do projeto de forma permanente e acessível para o usuário. Primeiro, os circuitos de conexão entre os segmentos do multímetro e o Raspberry foram soldados em uma placa de circuito impresso. O conjunto todo foi então colocado em uma caixa plástica do tipo patola, muito utilizada para projetos

eletrônicos, com as devidas furações feitas para a fixação dos componentes e permitir a interação com os botões e a chave seletora do multímetro.

Foi adicionada também uma entrada do tipo TRS 3,5mm (P2) para conectar fones de ouvido ou alto falantes externos no sistema, conforme preferência do usuário.

Também foi preciso incluir formas de alimentar todo o sistema. Como se trata de um multímetro, usado muitas vezes em ambientes de trabalho, ambientes remotos ou até mesmo em situações sem acesso à eletricidade, há a necessidade de manter a portabilidade que um multímetro normal oferece. Assim, optou-se pelo uso de uma bateria de lítio, com capacidade de 5000mAh e tensão nominal de 3,7V, que foi aproveitada de um carregador de celulares portátil, juntamente com seu circuito de controle. Para recarga da bateria, optou-se por incluir um conector DC cilíndrico, acessível externamente, que foi internamente conectado na entrada USB do circuito de controle da bateria.

Por fim, como opções de interface com o sistema, foi colocado um botão para seleção das opções do programa, um botão para ligar/desligar a alimentação da bateria, além da chave seletora das escalas e modos de medição, aproveitada do multímetro original.



Figura 3 - Protótipo com o exterior finalizado

2.5. Desenvolvimento do programa final

Na última etapa do projeto, deu-se o desenvolvimento do programa, em linguagem Python, para ser executado pelo Raspberry e controlar todo o sistema.

O programa desenvolvido pode ser dividido em três módulos:

1. Leitura e decodificação dos dígitos;
2. Síntese de voz e anúncio das medidas;
3. Interação com o usuário – menus, guias e seleção do tipo de medida.

Para os módulos 1 e 2, foi reaproveitado os programas desenvolvidos nas etapas descritas pelas seções anteriores. Bastou-se então desenvolver o sistema que permite ao usuário selecionar o tipo de medida desejada, entrar no modo de medição e, conforme desejar, voltar ao menu inicial.

3. Conclusão

O fruto deste projeto foi um equipamento que possibilita a uma pessoa com graves restrições visuais, ou mesmo completa restrição, operar um multímetro de forma facilitada. Considerando que multímetro é um equipamento extremamente necessário para estudos em elétrica e eletrônica, um projeto como este é um passo essencial para possibilitar que o deficiente visual tenha acesso a carreiras e hobbies que ele pode nem mesmo ter considerado anteriormente, devido ao acesso dificultado.

4. Referências

[1] BRASIL. IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.

Acesso em: 8 fev. 2020

[2] eSpeak NG. Disponível em <<https://github.com/espeak-ng/espeak-ng>>

Acesso em: 25 set. 2020

[3] TEXAS INSTRUMENTS. INA219 Datasheet. Disponível em

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf?ts=1601442668170&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F>

Acesso em: 25 set. 2020