

Relatório Final

Vending Machine

Amanda Schmidt de Lima amandalima@alunos.utfpr.edu.br

Heron Gomes Fernandez heron@alunos.utfpr.edu.br

Pedro Romano Splendore splendore@alunos.utfpr.edu.br

Junho de 2019

Resumo

A alimentação das pessoas durante o dia a dia pode ser um tanto quanto complexa nos dias de hoje, devido a falta de tempo para o preparo de marmitas ou lanches para o dia. Sabendo disso, o presente relatório apresenta o desenvolvimento e funcionamento da Vending Machine, que consiste em uma caixa com variados alimentos dentro para a venda. Este tem o intuito de prover uma fonte rápida e prática de alimentos para as pessoas em seu cotidiano caótico. Para isso, utiliza-se um RFID como forma de pagamento, e diversos atuadores e sensores para o controle de estoque e para a entrega correta do produto. Sendo de alta praticidade, a Vending Machine pode ser instalada em qualquer lugar que possua uma conexão de energia, como em um corredor de uma faculdade ou dentro de um ambiente empresarial de trabalho.

1 Introdução

A "Vending Machine" (máquina de venda automatizada) é um produto e meio de consumo extremamente interessante, devido à facilidade de tanto conseguir gerar renda extra em locais com alto fluxo de pessoas, como conseguir entregar opções mais acessíveis, ocupando um espaço moderado e ser de uso ágil. Também, é o resultado de um processo de engenharia complexo e interessante devido ao grande conjunto de atuadores, sensores e o funcionamento conciso.

O presente documento aborda o desenvolvimento de uma máquina com funcionamento similar ao que já é encontrado no mercado para uso comercial, trazendo fatores que foram julgados como essenciais para o uso da mesma, assim como as dificuldades intrisecas de cada fator.

Como há diversificadas formas de pagamento, a escolha para a vending machine foi que a compra fosse feita de forma exterior em forma de créditos a serem acrescentados a uma tag RFID. Essa escolha se sustenta no fato de que a análise de dinheiro físico costuma ser algo voltado a um âmbito mecânico, fugindo do escopo; já o uso de máquinas de cartão é algo dispendioso e que seria

necessário o suporte de alguma empresa de máquina de cartão, fugindo do enriquecimento acadêmico esperado.

1.1 Fluxograma

Para a execução do projeto foi criada uma máquina de estados, utilizada para especificar o comportamento do sistema. A imagem 1 apresenta a máquina criada para o sistema.

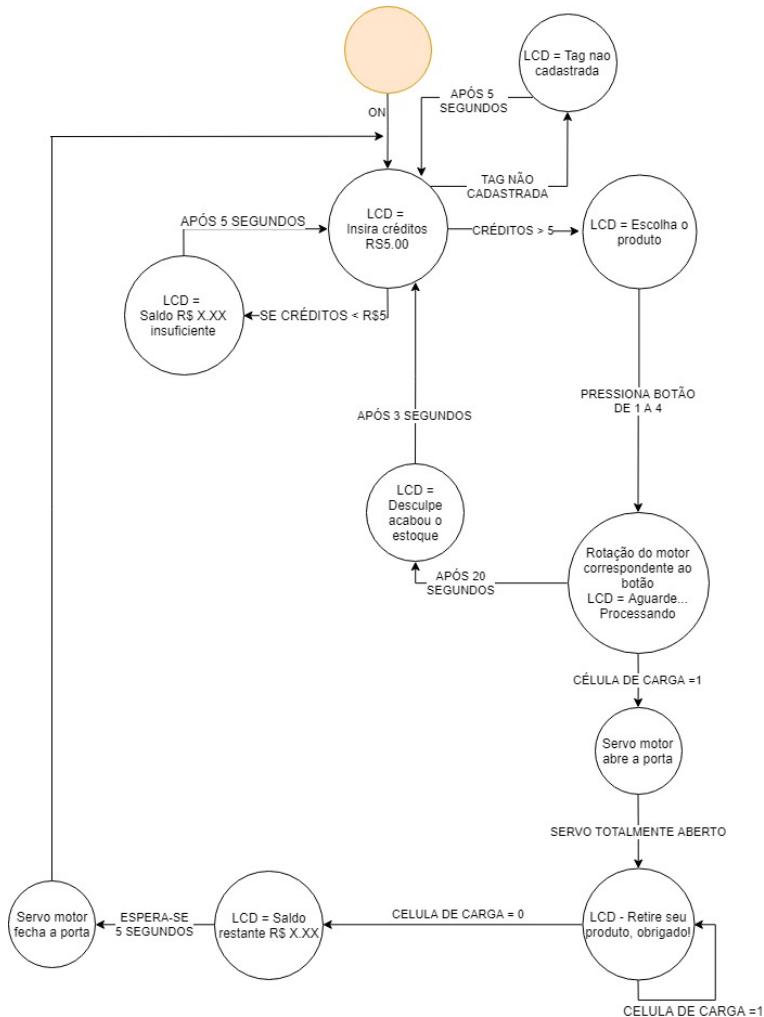


Figura 1: Máquina de Estados - Vending Machine

1.2 Diagrama de Blocos

Além dos requisitos funcionais citados anteriormente, foram elaborados também os requisitos não funcionais do sistema. Estes dizem respeito a como as

funcionalidades serão entregues ao usuário final e são apresentados na Imagem 2, separados por seus respectivos tópicos: protótipo e comunicação.

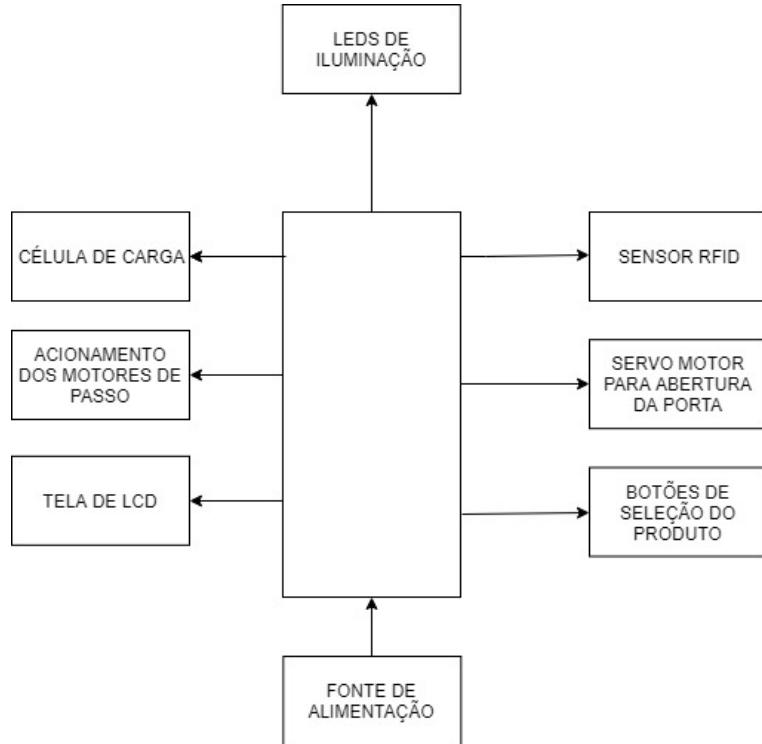


Figura 2: Diagrama de Blocos

2 Dispositivos utilizados

2.1 Sistema Embarcado

Dentro do escopo do projeto, buscou-se encontrar um sistema embarcado capaz de suprir e permitir o gerenciamento de todos os periféricos acoplados. Buscando assim, suportar não apenas os motores, mas também todo o sistema de pagamento e as várias etapas de interação com o cliente. Optou-se então pela utilização do *Raspberry Pi 3 Model B*, por cobrir as necessidades locais do projeto.[1]

A seguir estão descritas as principais especificações referentes a esse modelo:

1. 1.2GHz 64-bit *quad-core* ARMv8 CPU
2. 1GB RAM
3. 4 portas USB
4. 40 pinos de entrada/saída

5. Porta *Ethernet*
6. Saída de áudio (pino de 3.5mm)
7. Interface para câmera Raspicam(CSI)

Por todas as especificações previamente apresentadas, este microcontrolador supre as necessidades do projeto, sendo elas: processador veloz para integrar todas as funcionalidades do sistema, 40 pinos de entrada e saída para a conexão de células de carga, sensor RFID, 4 botões, 2 servomotores, 4 motores de passo e display LED. Para os recursos necessários, os pinos de entrada não foram suficientes, já que 16 [2] deles teriam que ser utilizados apenas para o funcionamento dos motores de passo. Por esse motivo, utilizamos o circuito integrado 74HC595 para realizar a transmissão serial paralela de dados, assim economizando 12 pinos, pois este utiliza somente 4 pinos do microcontrolador. Esses pinos são: o clock do shift register, o clock do latch, o output enable e o principal que é a entrada serial de dados (pinos e conexões demonstrados na figura 3) .

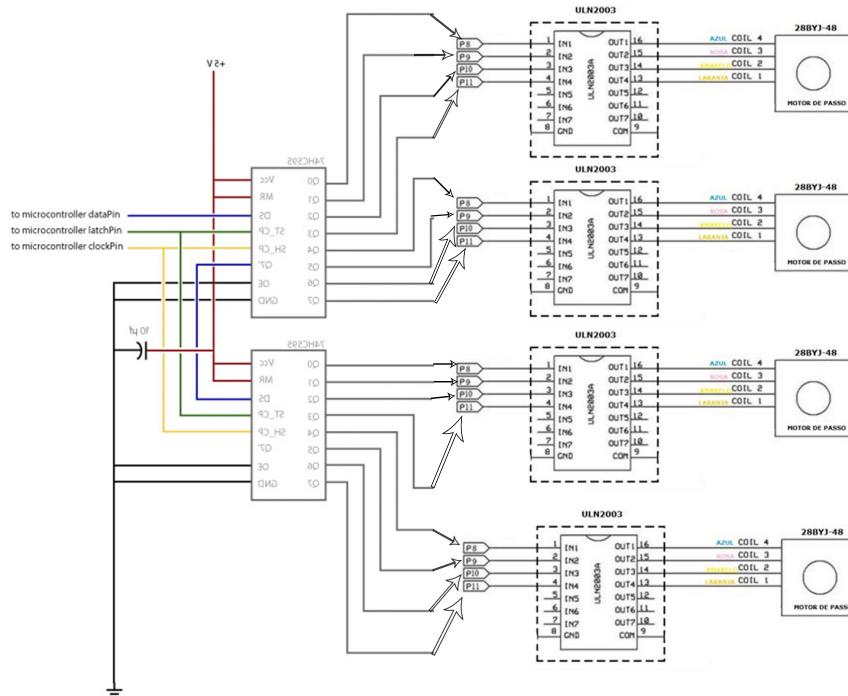


Figura 3: Esquemático das ligações Raspberry Pi.

2.2 Sensores e Atuadores

Visando os requisitos de funcionamento do projeto, foi decidido por utilizar 6 atuadores, sendo 2 servomotores[3] SG90 para a abertura da porta de retirada

dos produtos e 4 motores de passo 28BYJ-48 para rotação das espirais. Por ser uma das partes do projeto que mais consome potência, optou-se por realizar a alimentação dos motores direto da fonte de alimentação da *Raspberry Pi*.

Além disso, também foi utilizado um módulo leitor RFID para a realização de pagamentos, um LCD para interação com usuário e uma célula de carga para reconhecer se o produto já está pronto para ser retirado. O funcionamento do sistema integrado será apresentado na seção a seguir.

3 Funcionamento

A figura 1 demonstra o funcionamento geral do projeto, neste tópico aprofundaremos e especificaremos mais profundamente tal funcionamento.

3.1 Inicialização

Antes de entrar em seu estado operativo, a *Vending Machine* faz um conjunto de tarefas iniciais, sendo elas: inicialização da conexão com o banco de dados, criar instâncias funcionais de objetos das classes que interagem com os sensores e atuadores, limpar os possíveis dados incoerentes presentes no LCD, definir a posição inicial correta dos motores de passo, inicializar e tarar a célula de carga.

3.2 Interação continua

Após de inicializado, o *RaspBerry Pi* irá entrar no fluxo de estados, assim executando indefinidamente os estados correspondentes da máquina de estados criada para tal. Ao encostar a *tag* no ponto indicado da caixa, efetua-se uma leitura do saldo referente a mesma e, caso ela seja menor do que o preço da máquina, o usuário não consegue comprar e é exibida a mensagem de saldo insuficiente.

Caso a tag não esteja cadastrada, ou seja, não estiver no banco de dados da máquina, será exibida a mensagem de tag inválida. Por fim, caso a tag esteja cadastrada e possua mais do que o valor do custo da transição, a máquina exibe a mensagem para o usuário escolher o produto que deseja por meio dos botões frontais da caixa. Caso não tenha o produto, ou ele esteja indisponível, correspondente ao botão pressionado, não debita-se nada do saldo do rfid do mesmo e mostra-se a mensagem de produto indisponível.

Caso o tenha o produto e ele esteja disponível, a mola acoplada ao motor será acionada e levará o item até a queda na porta, acionando os servo motores para o usuário poder pegar o produto e, assim que o produto entra em contato com a base da caixa, debita-se o valor do produto da rfid do mesmo.

4 Elaboração

4.1 Estrutura Física

Para o início do desenvolvimento da parte estrutural do projeto, foram utilizadas 2 placas de 1840x2750x3mm de MDF, já cortadas na especificação do protótipo criado da vending machine no *Unreal Engine* e coladas com adesivo cianoacrilato.

A estrutura foi planejada de forma que se tornasse acessível para a equipe mesmo depois de pronta, contendo nichos para todos os componentes necessários a execução do projeto e uma porta traseira que permite acesso ao interior da caixa.

A construção não foi completamente bem sucedida já que não foi levada em consideração a espessura da lâmina nas medições dos cortes, deixando algumas frestas na junção das extremidades, mas não a impediu de ser utilizada.



Figura 4: Protótipo da Vending Machine no Unreal Engine

4.2 Célula de Carga

A etapa do projeto que confirma se o produto já está disponível para retirada ou não, é realizada utilizando uma célula de carga.

O sensor de peso é um acessório eletrônico capaz de detectar diferentes cargas que estejam sobre sua meia-ponte, entretanto para seu funcionamento deve atuar em conjunto com uma plataforma de prototipagem. Sobre seu centro existe uma área sensível responsável por detectar a carga, composta por uma ponte resistiva que altera sua resistência conforme o peso aplicado.



Figura 5: Célula de Carga utilizada no projeto.

A leitura e conversão do sinal da tensão na balança é feita pelo módulo HX711. O esquemático da ligação das células de carga ao módulo está representado na Figura 6.

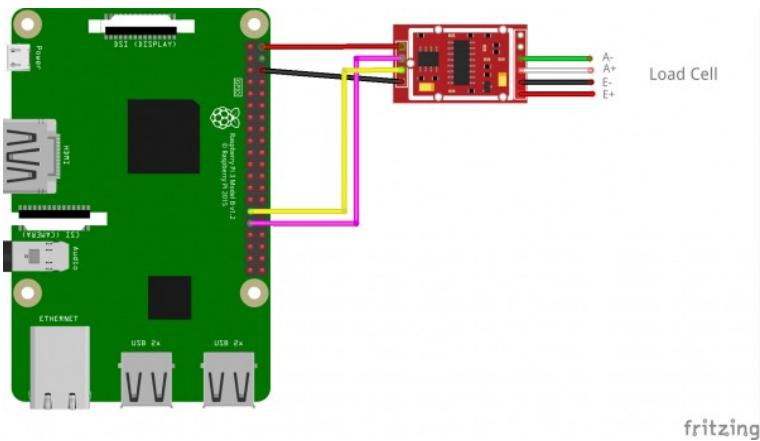


Figura 6: Esquemático de ligação das células de carga ao módulo HX711.

4.3 RFID

Foi escolhido um leitor RFID para realizar o pagamento. É utilizado no momento inicial, quando o usuário deseja fazer a compra de um produto.

O leitor RFID é um sensor que funciona por rádiofrequência e, no projeto, utiliza etiquetas (tags) inteligentes rastreadas por ondas de rádio através de uma resistência de metal ou carbono que funciona com antena, trocando informações com o sistema. [4]

O sensor escolhido foi o RC522, que usa interface de comunicação SPI, demandando o uso de portas específicas, assim como a ativação desse modo de comunicação no *Raspberry Pi*. É um chip de baixo consumo e utiliza o padrão de leitura *Mifare*.

É uma comunicação *simplex*, ou seja, o sensor RFID só recebe a informação da tag, e analisa seu ID. Caso o ID seja encontrado no banco de dados, verifica se o saldo é válido e continua com a execução do projeto normalmente. Caso contrário, o sensor continua analisando, procurando por tags válidas.



Figura 7: Módulo leitor RFID

4.4 Display LCD

Como forma de trazer algum retorno claro ao usuário, o display LCD 16x2 foi escolhido por atender satisfatoriamente as necessidades do projeto e ter um custo reduzido.

Possui o controlador HD44780, o que facilita a comunicação do *Raspberry Pi* e usou 6 portas GPIO, conforme a figura 8. Possui um tempo de resposta bom, e a biblioteca escolhida foi a *Adafruit Python CharLCD*. [5]

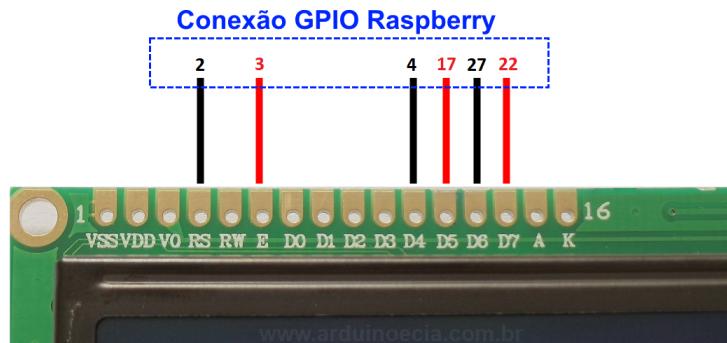


Figura 8: Portas GPIO utilizadas pelo LCD.

4.5 Base de Dados

A linguagem SQL (Structured Query Language) é utilizada para manipular bancos de dados relacionais através de SGBDs (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados), permitindo a execução de diversas operações, como inserir e alterar registros, consultar informações, entre outros. PostgreSQL é um SGBD de código aberto que utiliza a linguagem SQL.

A criação da estrutura da base de dados iniciou-se com a criação de um diagrama com as tabelas necessárias e seus atributos, apresentado na Figura 9. Em

seguida, a criação das tabelas foi programada em linguagem SQL e executada no SGBD PostgreSQL, usando o centro de administração de banco de dados pgAdmin III.

Tag	
UID	BIGINT
Saldo	FLOAT

Figura 9: Tabelas do banco de dados.

5 Orçamento

A Tabela 1 apresenta a lista de materiais utilizados no desenvolvimento projeto, com seus respectivos valores.

Tabela 1: Orçamento

Produto	Preço
Raspberry Pi 3	R\$ 280,00
4 Motores de Passo	R\$ 76,00
Arame Galvanizado	R\$ 10,00
MDF	R\$ 65,00
RFID RC522	R\$ 30,46
Célula de Carga + Placa Hx711	R\$ 50,90
HD44780 Display	R\$ 19,43
Plástico Transparente	R\$ 3,00
4 Botões	R\$ 16,00
2 Servo Motor	R\$ 35,00
74HC595	R\$ 3,00
Total	R\$ 588,79

Para a realização deste projeto, a equipe fez empréstimo de muitos dos materiais citados, como a *Raspberry Pi* e o arame utilizado para confecção das espirais.

Em suma, o orçamento do projeto ficou dentro do esperado pela equipe, mesmo com alguns gastos extras realizados por causa da re-compra de alguns componentes eletrônicos como o 74HC595 e o RFID.

6 Considerações finais

Na realização desse projeto e visando o objetivo da disciplina, tivemos o desafio de integrar algumas das áreas lecionadas no curso de Engenharia da Computação da UTFPR do câmpus Curitiba. Conseguimos, então, empregar conhecimentos adquiridos em disciplinas como: circuitos digitais, circuitos elétricos, eletrônica, sistemas microcontrolados, programação e desenho técnico.

Dentre os diversos riscos analisados durante a especificação do projeto, o que mais confrontamos foi o mau funcionamento dos componentes eletrônicos adquiridos, o que aumentou um pouco do orçamento previsto. Porém, não enfrentamos problemas mais sérios devido ao planejamento prévio da equipe para evitar imprevistos.

Pode-se então, com esse projeto, verificar a real importância de um planejamento prévio detalhado e de seguir o cronograma estabelecido.

Agradecimentos

Ao aluno, Lucas Tavano, do curso de Engenharia de Computação da UTFPR câmpus Curitiba, que emprestou a *Raspberry Pi 3.E* aos Professores César M. Vargas Benítez e Heitor Silvério Lopes pela orientação e auxílio no decorrer do semestre.

Referências

- [1] RASPBERRY PI DOCUMENTATION. <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/>.
- [2] Arduino e Cia. Como ligar o motor de passo 28byj-48 no raspberry pi 2, 2015. <https://www.arduinoecia.com.br/2015/05/ligar-motor-de-passo-28byj-48-raspberry-pi-2.html>.
- [3] Tutorials Raspberry Pi. Raspberry pi servo motor control. <https://tutorials-raspberrypi.com/raspberry-pi-servo-motor-control/>.
- [4] UFRJ. Rfid - identificação rádio frequênciia. https://www.gta.ufrj.br/grad/12_1/rfid/links/o_que_e.html.
- [5] Adafruit Python CharLCD. https://github.com/adafruit/Adafruit_Python_CharLCD.