

Relatório

Fase 1 – Reconhecimento da necessidade do produto

Com a necessidade e a procura de subsistência em locais de grande afluência fora do expediente, surge a oportunidade de um projeto de engenharia que não necessite de um espaço comercial, um operador a tempo inteiro e com a praticidade para estar em qualquer lado e é de fácil instalação.

Fase 2 – Definição do problema e compreensão

(Nesta fase, é essencial compreender o problema)

O problema surge com a procura de alimentos ou de bens de primeira necessidade pela sociedade, num horário em que todas as superfícies comerciais estão encerradas. Tanto vendedores como consumidores, sentem a necessidade de algo que lhes permita vender/comprar produtos fora de horas, ou em pontos estratégicos, como locais de grande afluência ou locais mais destacados.

Por um lado, os vendedores gostariam de ter o mínimo de despesa e trabalho possível e por outro, os consumidores necessitam de algo prático, confiável e conveniente. Então, com base nestas características, estabelecemos que a melhor opção seria criar uma máquina de vendas automática. Pensámos nesta opção, pois não seria necessário um trabalhador a tempo inteiro nem uma loja comercial, os produtos disponíveis seriam todos idênticos e com preços semelhantes, por isso, o design e a logística seriam simples, e estaria disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana para que os consumidores pudessem usufruir dela. Esta máquina, para se ajustar aos requisitos dos vendedores e dos clientes, não poderia ser muito grande, para ser de fácil transporte e instalação, nem muito pequena, para conseguir ter todos os produtos necessários.

O nosso objetivo neste projeto, é arranjar uma solução simples e viável para este problema e, por isso, vamos desenvolver e criar uma máquina de vendas automática.

Fase 3 – Pesquisa e preparação

(Pesquisar se o produto já existe)

Através de uma breve pesquisa na internet, é possível verificar que no século I, foi desenvolvida, por Heron de Alexandria, a primeira máquina de venda automática. Nesta máquina, colocava-se uma moeda e esta dispensava a quantidade certa de água benta. “Na

máquina de venda de Heron, uma moeda era inserida em uma fenda, e caía em uma extremidade da viga funcionando como a alavanca que era pressionada para puxar a descarga” (MacIsaac, 2014 p. 1).

Pode-se usar esta máquina rudimentar como base para uma máquina de vendas automática, uma vez que satisfaz as condições básicas que requeremos. A ideia generalizada é: o cliente escolhe o produto que pretende e paga. De seguida, a máquina aciona um mecanismo que permite fornecer esse produto ao cliente. Esta ideia, ainda que muito generalizada da máquina que pretendemos, permite-nos idealizá-la.

No nosso caso é fácil pesquisar que componentes se podem usar no desenvolvimento deste projeto, uma vez que dispomos de uma lista com todos eles. Desta lista é perceptível quais os componentes que, à primeira vista, iremos usar:

- Arduino - permite criar sistemas interativos, baseados em hardware e software;
- Fios;
- LCD 16x2 - permite a interação com o utilizador;
- Comando de infravermelhos e receptor - permite que o utilizador interaja com a máquina;
- Motor (servo ou stepper) - para fornecer o produto ao cliente;

Depois de sabermos os componentes que muito provavelmente iremos usar, reunimos as suas datasheets. Como deste conjunto de componentes o único que ainda não tínhamos trabalhado era o LCD, pesquisámos na internet protótipos de arduino usando-o: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalDisplay>;
<https://www.makerguides.com/character-lcd-arduino-tutorial/>.

Para o comando de infravermelhos e receptor, recorreremos ao problema 3 da folha 9 de PCI. Para o servo, recorreremos ao problema 1, e para o stepper ao problema 2 da mesma folha.

Como apenas estes componentes são insuficientes para um bom projeto, resolvemos analisar os restantes e percebemos que podemos usar também o sensor de temperatura (LM35), o LDR célula fotovoltaica, os buzzers, o sensor de vibração, os LEDs e o integrado. De seguida, reunimos as datasheets destes componentes e pesquisamos a funcionalidade dos que não conhecíamos:

- Buzzer Ativo - É mais apropriado para alarmes/avisos/sinalização; Buzzer Passivo - É o mais apropriado para fazer melodias, porque tem o controlo sobre os tons gerados:
<https://create.arduino.cc/projecthub/SURYATEJA/use-a-buzzer-module-piezo-speaker-using-arduino-uno-89df45>
- LDR célula fotovoltaica - Estes dispositivos fotossensíveis geram uma tensão na proporção da energia da luz radiante recebida similar ao efeito da

fotocondutividade:

https://create.arduino.cc/projecthub/Kenpoca_Dias/ldr-led-light-1147c3

De seguida, seguem as datasheets que reunimos:

- LDR célula fotovoltaica:
https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/LDR%20Datasheet.pdf
- LM35: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- Display 16x2:
https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/16x2%20LCD%20Datasheet.pdf
- Buzzer Ativo/ Buzzer Passivo: <http://www.farnell.com/datasheets/2171929.pdf>
- Integrado:
https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74hc595.pdf?ts=1595419966437&ref_url=http%253A%252F%252Fwww.google.pt%252F&fbclid=IwAR2mCXP9Adn8WirkgBT_rI3tDzQ5SJSjSpOeQtY_Qzeg4HpUbUS-kxYhbOudls
- Motor de passo: <http://robocraft.ru/files/datasheet/28BYJ-48.pdf>
- Servomotor:
http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf
- Sensor de vibração
(SW-520D): <https://www.tme.com/Document/f1e6cedd8cb7feeb250b353b6213ec6c/SW-520D.pdf>

Fase 4 – Conceptualização

(Nesta fase, geram-se ideias e conceitos, pouco detalhados, para resolver o problema)

Dados os recursos que nos foram disponibilizados, não é possível criar a estrutura de uma máquina de vendas automática, mas é, no entanto, possível implementar os mecanismos vitais e idealizá-la.

Máquina de venda automática:

- O cliente tem de conseguir ver os produtos que estão à venda, pelo que necessitamos de uma montra;
- A interação com o utilizador (escolher o número do produto, ver o preço, pagar) é feita com o telecomando e com o recetor de infravermelhos;
- O pagamento do produto é feito com um cartão ou com moedas. Se for feito com moedas, pode-se usar o sensor de vibração, mas é impossível reconhecer as moedas. Se for com cartão, pode-se “ler” o mesmo com o LDR (célula fotovoltaica) e, no software, associar um código e um saldo a cada cliente. Esta última opção pareceu-nos a mais viável e, por isso, decidimos desenvolvê-la;

- Como os produtos estão dentro da máquina, é preciso ter um mecanismo que os retire de lá. Não pode ser o cliente, pois este pode tirar a sandes errada ou mais do que uma. Tem de ser a máquina a acionar um motor para “levar” o produto ao cliente. Decidimos, então, que o movimento para o produto sair da máquina é feito com uso de um sem fim ligado a um motor. Quando o pagamento é executado, o motor faz rodar o sem fim que, por sua vez, permite que a sandes caia num depósito;
- Para verificar se a sandes caiu, pode-se usar o LDR ou o sensor de vibração. Dadas as características do LDR, achamos que o sensor de vibração é a melhor opção;
- Sensor de temperatura (LM35) para regular a temperatura no interior da máquina, por exemplo, se for superior a 30°C manda uma mensagem para o LCD 16x2;
- Usamos um buzzer ativo para sinalizar mensagens de alarme (temperatura alta, código errado, etc) e um buzzer passivo para quando o produto sai da máquina, por exemplo;
- LED verde para sinalizar código certo, pagamento executado, etc, e LED vermelho para mensagens de aviso;
- Motor para abrir a porta para o cliente retirar o produto do depósito.

Numa primeira vista às ideias que tivemos, reconhecemos que é complicado conseguir implementá-las todas devido à falta de recursos, como os cabos de ligação, pelo que decidimos implementar primeiro os componentes essenciais ao desenvolvimento deste projeto e, posteriormente, avaliar os restantes.

Nesta fase do projeto, foi importante definir uma data limite para termos desenvolvido a máquina de vendas com os componentes essenciais.

Fase 5 – Síntese

(Nesta fase, começa-se a analisar os detalhes, fazem-se experiências com os componentes, escolhem-se os componentes a utilizar. Consultar as normas e perceber como é que a máquina pode ser fabricada)

Com a informação que reunimos na fase 3, começámos por implementar o Display 16x2 e o comando com o receptor. Relativamente ao LCD, escolhemos ligar duas resistências de 1k em série da saída V0 ao ground para controlar o contraste e uma resistência de 330 da saída A ao positivo para controlar a luminosidade.

Com esta montagem, foi possível criar a interação entre o utilizador e a máquina de venda. Inicialmente, aparece a mensagem “Maquina PCI 2020” no LCD e em seguida indica quais os produtos disponíveis, as quantidades e pede ao cliente para escolher. Este escolhe o produto utilizando o comando. Após a escolha, a máquina indica o preço e pergunta se quer

comprar ou sair. Dependendo da opção escolhida, a máquina avança para o pagamento ou volta ao menu inicial. Nesta primeira parte do projeto, não foi vital adicionarmos mais nenhum componente. No entanto, para realizar o pagamento com cartão o mesmo não acontece.

Então, consequentemente, implementámos a célula fotovoltaica ligada a uma resistência de 220. Dependendo da intensidade da luz, conseguimos avaliar se encostaram um objeto, neste caso um cartão, e, de seguida, pedir um código. É dado ao utilizador 4 segundos para aproximar o cartão à célula. Caso não aconteça, a máquina de venda avisa o cliente e pede novamente o cartão. Após a aproximação do cartão, o utilizador insere o seu código e, se for válido, o pagamento é realizado, caso contrário, é informado do código incorreto e tem a oportunidade de inserir novamente. A ação de aproximar o cartão ao sensor é apenas um gesto simbólico, pois a relação entre um cliente e o seu saldo disponível é feita no software. De forma demonstrativa, criamos 3 códigos para os 3 elementos do grupo e associámos a cada código um saldo. O programa verifica se o código inserido está ou não guardado, desconta no respetivo saldo do cartão e retira 1 unidade à quantidade de produto escolhido. Claro está que esta não é uma forma fiável de realizar o pagamento, mas, dadas as condições, foi a que consideramos mais confiável.

Após o pagamento ser efetuado, é necessário acionar um motor que faça rodar um sem fim para que a sandes escolhida caia no depósito. Temos dois motores disponíveis para o efeito, o stepper e o servo, logo é imperativo escolher o mais adequado. Pelas datasheets de ambos, rapidamente percebemos que não é satisfatório usar o servo, pois este não possibilita que o sem fim dê uma volta completa (apenas permite rodar 180 graus), então, optámos por usar o stepper. O grande problema associado a este mecanismo, é a falta de motores. Como apenas temos um stepper, não foi possível programar a máquina para acionar o motor de cada sandes. Porém, programámos o mesmo para que, quando acionado, desse apenas uma volta e fizesse o produto cair no depósito.

De forma a desenvolvermos um protótipo demonstrativo, necessitámos de criar uma estrutura com uma montra de vidro, um orifício com ligação ao depósito para onde o produto cai e outro para a “leitura” do cartão. Também seriam precisos mais 3 steppers e 3 motor drivers para podermos ter 4 sandes diferentes. Com o aumento de componentes eletrónicos, são necessários mais cabos de ligação e mais saídas no arduino.

Neste ponto, temos uma máquina de vendas automática funcional: interação com o utilizador, um meio de pagamento e um mecanismo para que o produto fique disponível ao cliente.

Fase 6 – Avaliação

(Analisar o projeto em mais detalhe e identificar erros)

Nesta fase, testámos o sistema através dos 3 clientes disponíveis e das 4 opções de escolha e encontramos algumas falhas na validação do código do cartão, na inserção do mesmo, na opção de sair e na linguagem de interação utilizada. Como eram erros simples, conseguimos resolver rapidamente.

No entanto, no desenvolvimento do projeto, tivemos alguma dificuldade na interação com o utilizador, todavia, com uma pesquisa sobre *state machine*, percebemos que tínhamos de criar loops para cada estado do sistema que terminassem quando houvesse uma interação e, assim, conseguimos resolver o problema.

Dos testes que realizamos, concluímos que os valores das resistências no LCD e no LDR satisfazem os critérios e que os componentes eletrónicos, dentro das suas especificações, funcionam bem. Todavia, a célula fotovoltaica não funciona adequadamente em ambientes com muita ou pouca luz, sendo necessário ajustar o parâmetro de intensidade.

Fase 7 – Otimização

O critério que escolhemos para otimizar o projeto foi a funcionalidade. Decidimos aumentar e melhorar as funcionalidades da máquina de venda automática. Usando o que reunimos na fase 4 e analisando os componentes do kit de eletrónica que sobraram, decidimos implementar o sensor de temperatura, LM35, 3 LEDs, verde, vermelho e azul, e um buzzer passivo.

Ligámos ambos os LEDs à terra e a uma resistência de 330, de forma a proteger e controlar a luminosidade dos mesmos. Associámos o LED verde ao pagamento efetuado, o LED vermelho ao código errado e o LED azul à saída da sandes.

Relativamente ao sensor de temperatura, implementámos-lo conforme foi feito nas aulas. Antes do menu inicial, a máquina de vendas informa o cliente da temperatura no interior desta. Este é um ponto importante, uma vez que o controlo da temperatura no interior da máquina é crucial para a boa conservação das sandes.

Por fim, implementámos o buzzer passivo ligado à terra e a uma resistência de 220, para controlar a intensidade do som. O Buzzer avisa da saída da sandes, juntamente com o LED azul.

Apesar de ser possível, decidimos não adicionar mais nenhum sensor pois achámos que mais nenhum se adequava ao objetivo do projeto.

Conclusão

Atendendo às necessidades dos vendedores e consumidores, desenvolvemos este projeto de engenharia com o objetivo de criar uma solução viável, conveniente, com baixos

custos e de fácil instalação. Resolvemos, então, criar uma máquina de vendas automática com base na máquina desenvolvida por Heron de Alexandria, no século I.

Dados os componentes elétricos que dispomos e a pesquisa que realizámos, deliberámos que o melhor caminho a seguir era desenvolver, inicialmente, o essencial de uma máquina de vendas automática, isto é, uma interação com o cliente (LCD 16x2, comando e receptor de infravermelhos), um meio de pagamento (LDR célula fotovoltaica) e um mecanismo para a retirada do produto (motor). Usando a pesquisa que efetuámos, instalámos cada componente e programámos, até termos uma máquina de vendas automática. Tivemos algumas dificuldades, mas com alguma pesquisa na internet e paciência, conseguimos ultrapassá-las.

Após termos o essencial da máquina desenvolvido e implementado, realizámos testes que indicaram alguns erros na programação: validação do código do cartão, interação com o cliente e opção de sair. Todavia, eram falhas relativamente fáceis de resolver e, assim fizemos.

Para otimizar o projeto, decidimos que o critério a utilizar seria a funcionalidade. Então, adicionámos ao sistema 3 LEDs, um sensor de temperatura e um buzzer passivo, que informam o cliente da temperatura no interior da máquina, do processo de pagamento e da saída das sandes, respetivamente. Neste ponto do projecto, considerámos que o objetivo do mesmo estava cumprido e, por isso, decidimos não avançar com a implementação de mais sensores. Esta decisão também foi tomada considerando que, ao adicionar mais componentes, a máquina não iria ser simples nem viável, pois iria prejudicar o seu funcionamento ao invés de melhorar.

A máquina de vendas automáticas que desenvolvemos, é muito rudimentar e, para termos um bom protótipo, necessitamos de mais 3 motores steppers, 3 motor drivers, 4 sem fins, cabos de ligação MM e uma estrutura paralelepípeda com uma face em vidro e orifícios para a saídas das sandes e para a realização do pagamento.

Com a evolução deste projeto de engenharia, acreditamos que o objetivo de encontrar uma solução para vendedores e consumidores foi cumprido, pois a máquina de vendas que desenvolvemos é simples, viável, funcional e resolve o problema encontrado.