

PinBall Game

Gabriel Dalmazo Dambros¹, Gabriel dos Santos Fredes², Vinicius Martins Faria³

^{1,2,3}Fundação Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
96.413-172 – Bagé – RS – Brazil

`gabrieldambros.aluno@unipampa.edu.br,`
`gabrielfredes.aluno@unipampa.edu.br,`
`viniciusfaria.aluno@unipampa.edu.br`

Resumo. *O trabalho apresentado é um Pinball Game, construído em MDF e constituído de vários sensores e dois microcontroladores em comunicação serial. Além de demonstrar o projeto em execução, também é mostrado o acompanhamento semanal de atividades em metodologia SCRUM, representado pelo kanban do JIRA do projeto. Trata-se de um trabalho para a cadeira de Microcontroladores do curso de Engenharia da Computação da Universidade Federal do Pampa, campus Bagé, onde diversos conceitos da cadeira são apresentados, como fundamentos de instrumentação, comunicação serial e etc.*

1. Introdução

Como plano de fundo central temos a construção de um pinball de mesa simples que implementa um sistema embarcado, feito com base nos conceitos abordados em sala de aula. A ideia central da dinâmica é demonstrar que qualquer tipo de projeto, em grupo, pode partir do conhecimento adquirido em sala de aula e ser realizado com uma comunicação articulada e um planejamento bem pensado.

2. Metodologia

A metodologia definida pela dinâmica foi o SCRUM, que é um conjunto de técnicas ágeis utilizadas no gerenciamento e execução de projetos. Embora a metodologia em questão não tenha sido utilizada ao pé da letra, foi uma ótima referência para nossas reuniões semanais e divisão de tarefas, além de que ferramentas como JIRA e BITBUCKET facilitaram muito na organização(**Fig 1**) e comunicação e para todas as sprint reviews. Por fim, tomo a liberdade de ressaltar que o mesmo projeto, executado por um grupo com maior domínio de SCRUM teria menores dificuldades e barreiras ao longo da execução.

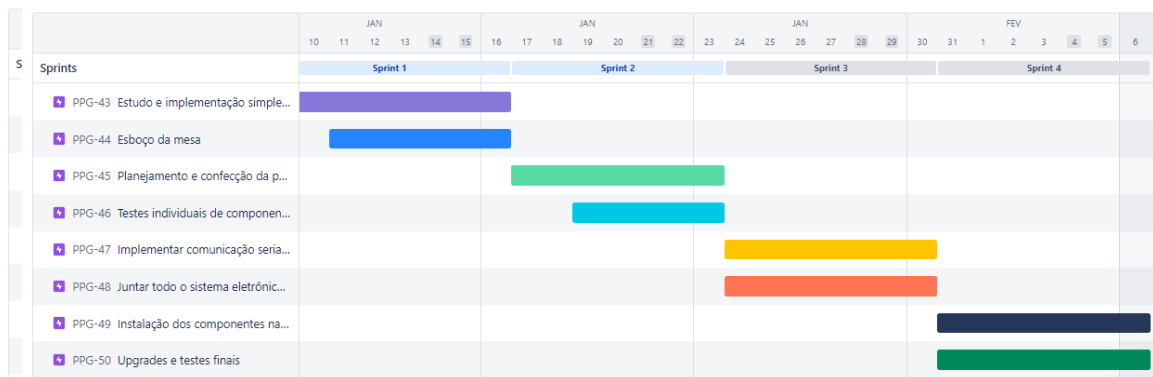


Figura 1 - Roteiro do Jira adaptado do planejamento inicial entregue em dezembro de 2022

3. Material utilizado

A parte física foi feita com retalhos de MDF e madeira, os dispositivos mecânicos utilizados contaram com força elástica provida por mola e elásticos. O sistema embarcado contou sensores infravermelhos E18 – D80nk, sensor ultrassônico HC-SR04 e três entradas micro switch kw11(chave de fim de curso) responsáveis por passar informações aos dois microcontroladores ATmega 2560, estes estando juntos em comunicação serial Master-Slave. Esse sistema em questão é responsável por acionar o atuador micro servo sg90 e as saídas: buzzer 5V ativo, três displays de 7 segmentos anodos e leds comuns.

4. Desenvolvimento

Este tópico aborda toda experiência do grupo para com a realização do projeto, organizado conforme sua cronologia. Como relatado anteriormente, a metodologia aplicada no projeto foi SCRUM, logo, todo o projeto foi dividido em 4 sprints, uma para cada semana de trabalho. As sprints tinham início no dia seguinte a sprint review passada, nestas sprints era definido, de maneira generalizada, o que seria a contribuição semanal de cada integrante, porém ao longo da semana novos problemas ou obstáculos poderiam surgir e isso retroalimentou cada sprint conforme o passar dos dias.

4.1. Sprint 1

A primeira semana foi dividida para que cada integrante pudesse começar a estudar a teoria. Foram atribuídas tarefas denominadas importantes para a execução e cada integrante ficou encarregado de saber mais sobre, através do seu datasheet e construção de um exemplo de implementação, explicando como o mesmo funciona para seus colegas (**Fig 2**).

- PPG=7 Estudar datasheet e implementação do sensor micro switch.
- PPG=8 Estudar datasheet e implementação do atuador micro-servo.

Figura 2 - Atribuições de tarefas da sprint 1 para os integrantes do projeto

Seguindo para a atividade coletiva tivemos nossa primeira reunião, no meio da semana, para compartilhar conhecimento adquirido e relatar problemas nas nossas implementações e também elaborar o primeiro esboço do que queríamos como layout para a nossa mesa (**Fig 3**), também definimos como iríamos distribuir os componentes ao longo da mesa para então prosseguir para uma planta mais rebuscada.

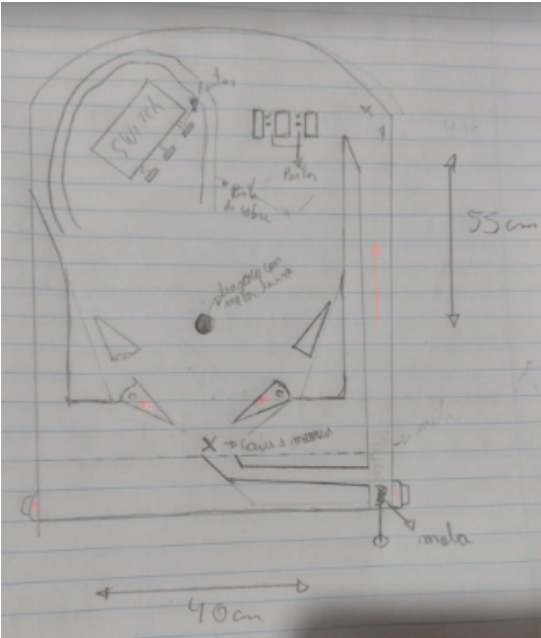


Figura 3 - Primeiro esboço da mesa de Pinball

4.2. Sprint 2

Na segunda semana prosseguimos para os testes dos componentes (com as implementações da sprint anterior) e demos início à confecção da parte externa da mesa, mas esta acabou tendo um atraso. A reunião desta semana foi para definir com mais precisão a parte interna da mesa, distribuímos com base nos testes, onde ficariam todos os sensores e atuadores, e a função de cada um deles. Além de algumas outras questões também descritas abaixo (**Fig 4**).

- PPG-9 Design e encomenda dos componentes menores que irão compor a mesa.
- PPG-10 Esboço do layout interno da mesa através de um protótipo feito com a parte externa já pronta. ✎
- PPG-12 Decidir a principal fonte de alimentação da mesa.
- PPG-13 Encomenda de componentes de madeira.
- PPG-14 Implementar a função do sensor óptico.
- PPG-15 Implementar a função do sensor micro switch.
- PPG-16 Implementar a função do atuador micro servo.
- PPG-17 Encomenda de componentes eletrônicos.
- PPG-18 Encomenda molas, bolinha, etc...
- PPG-19 Criação de uma planta completa da mesa com base no esboço feito pelo grupo.
- PPG-20 Criar biblioteca com tons para buzzer

Figura 4 - Atribuições de tarefas da sprint 2 para os integrantes do projeto

4.3. Sprint 3

Ao longo da terceira semana conseguimos acesso à parte externa da mesa, que estava em atraso, com isso conseguimos definir melhor como seria o interior. Na reunião semanal colocamos uma cartolina e começamos a tirar medidas de fato, definindo bem precisamente a parte onde todo o jogo acontece, com base nessas ideias o esboço pode ser aprimorado em uma planta mais robusta e quase completa(Fig 5.1 e 5.2).



Figura 5.1 - Parte externa vista da lateral



Figura 5.2 - Parte externa vista da trás (note o espaço abaixo destinado aos fios e componentes)

Também durante esse sprint, a parte de desenvolvimento do sistema focou em iniciar o código para nossos componentes, que ainda precisariam ser reunidos para a versão final. Então com base nas suas implementações, os integrantes desenvolveram um pseudo pinball para apresentar na sprint review da semana.

Nesta parte do projeto as coisas estavam tomando uma forma definitiva, se encaminhando e já tínhamos muitos dos circuitos criados e pensados para a parte mecânica(Fig 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4). Com a ideia de conseguirmos um código completo de todos os componentes eletrônicos da mesa, o trabalho começou a se encaminhar para o final, conforme abaixo(Fig 7).

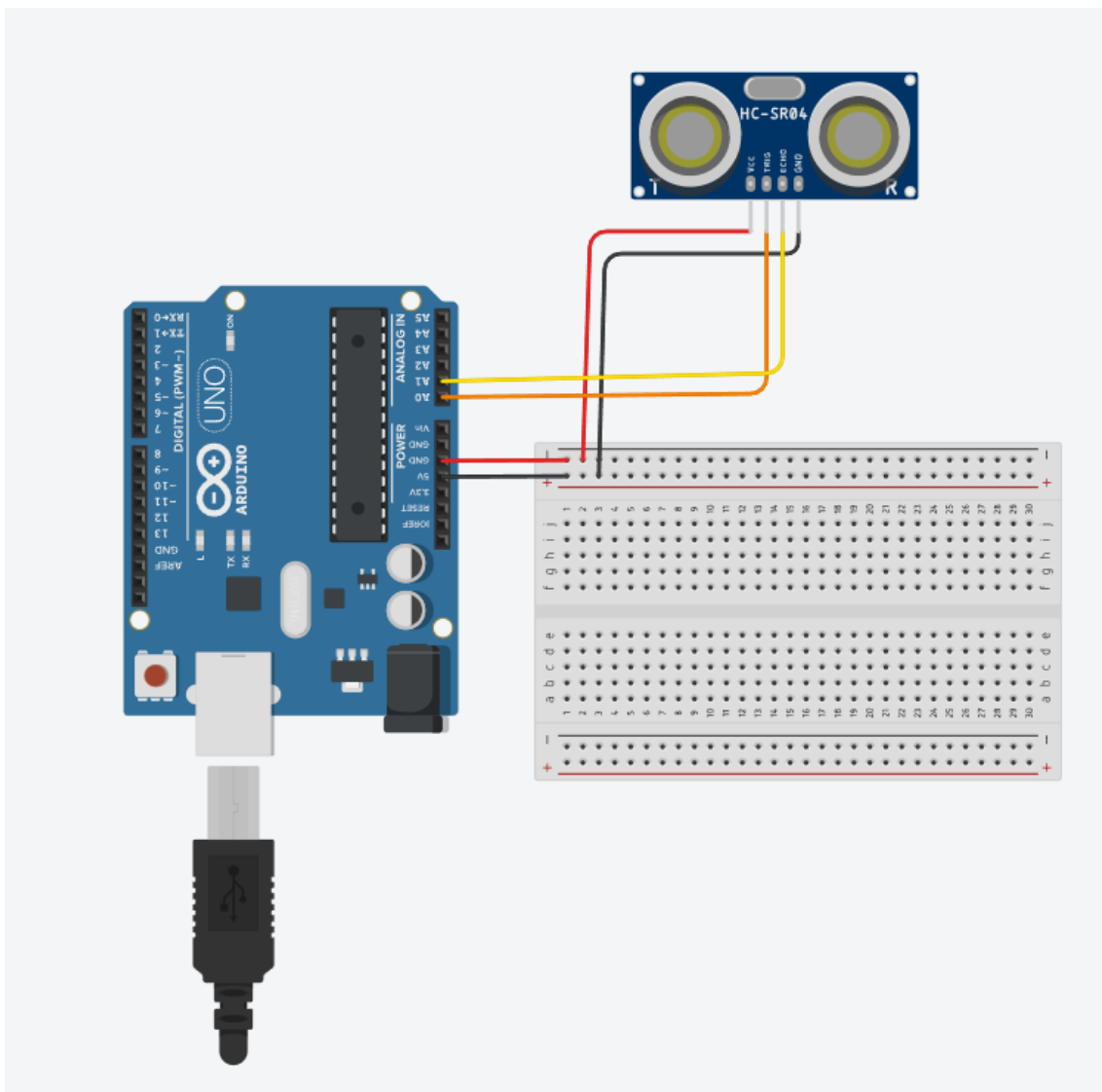


Figura 6.1 - Circuito e pinagem do sensor ultrassônico no Atmega2560 Master

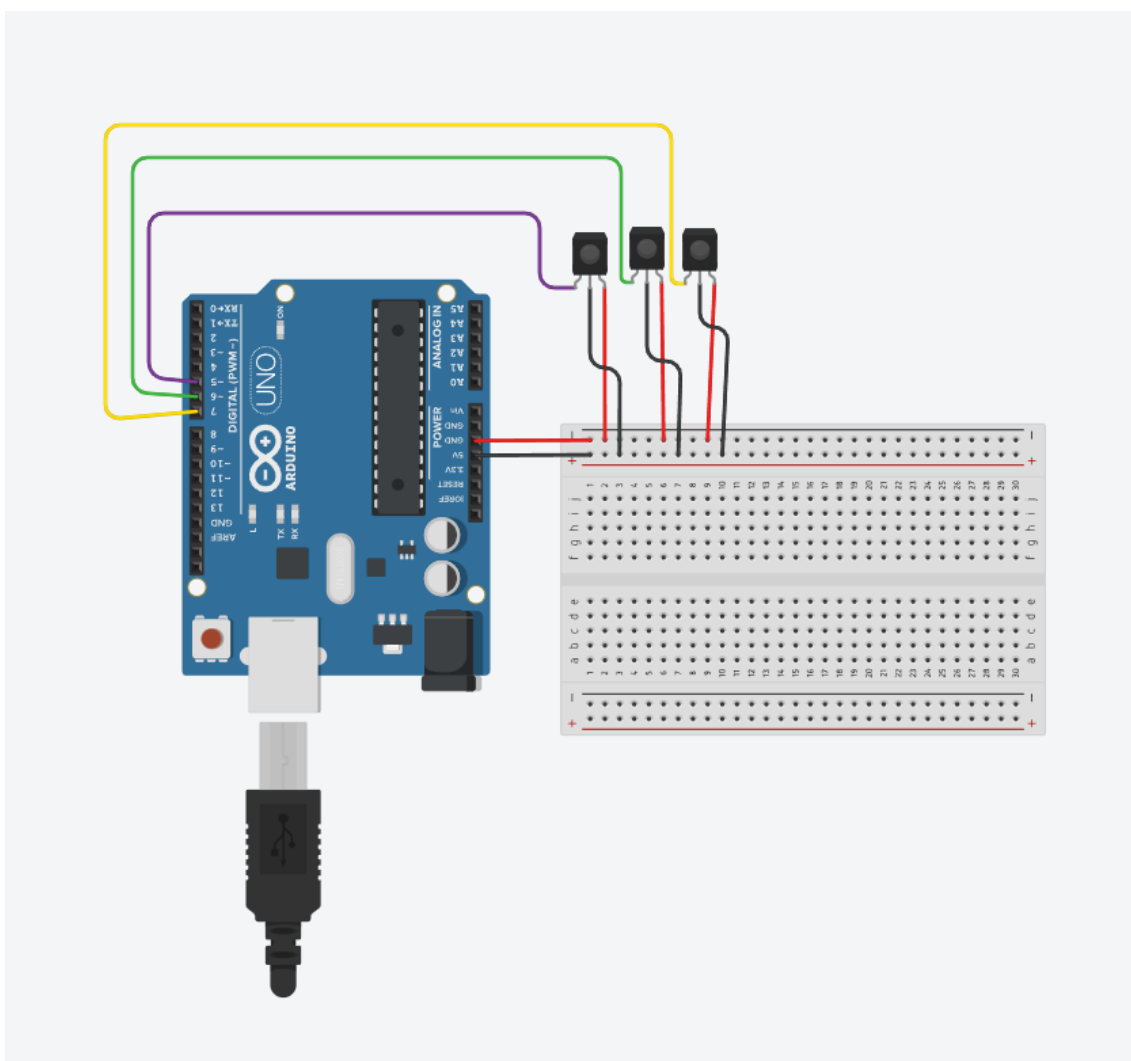


Figura 6.2 - Circuito e pinagem dos sensores infravermelhos no Atmega2560 Master

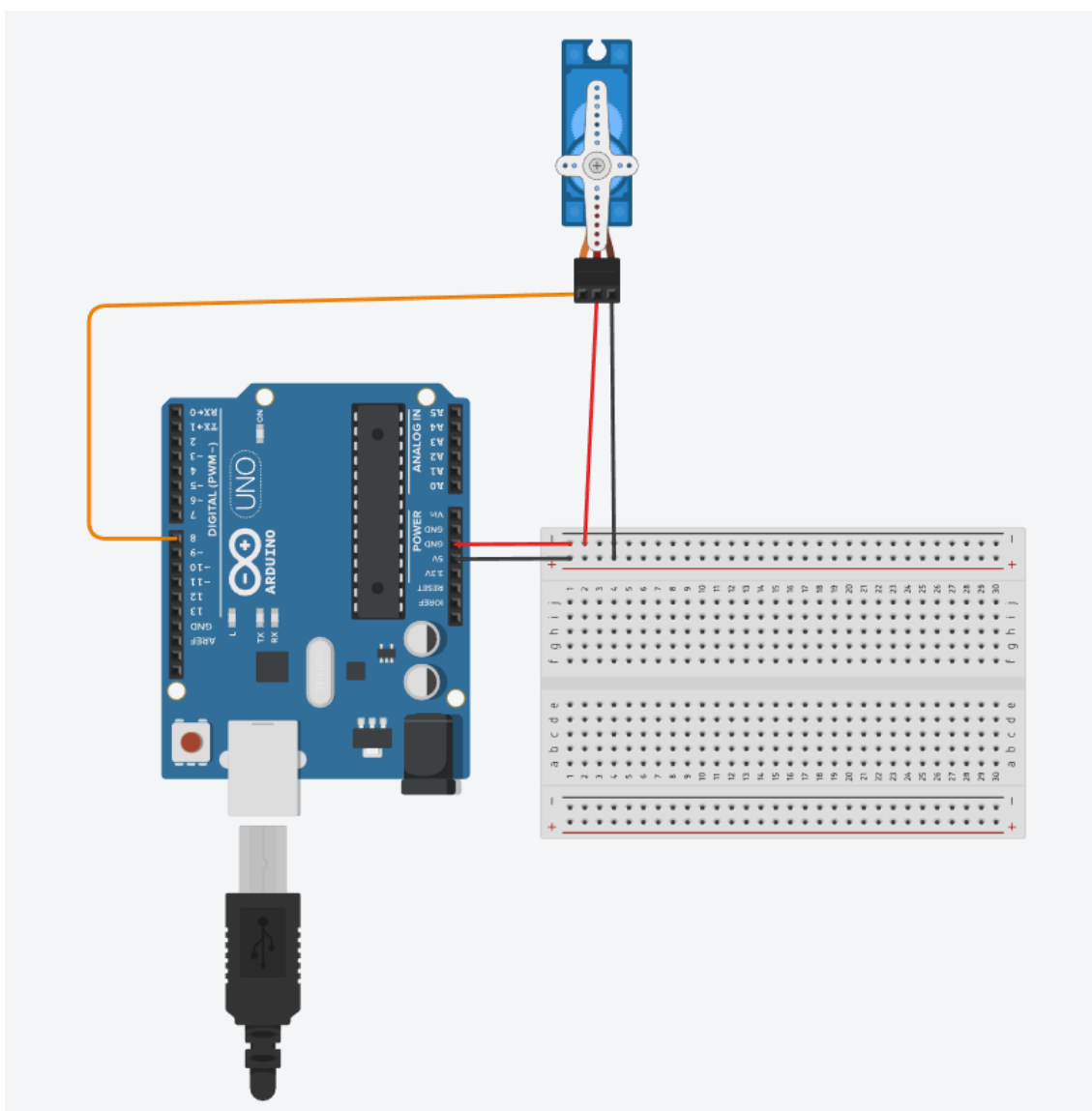


Figura 6.3 - Circuito e pinagem do atuador micro servo sg90

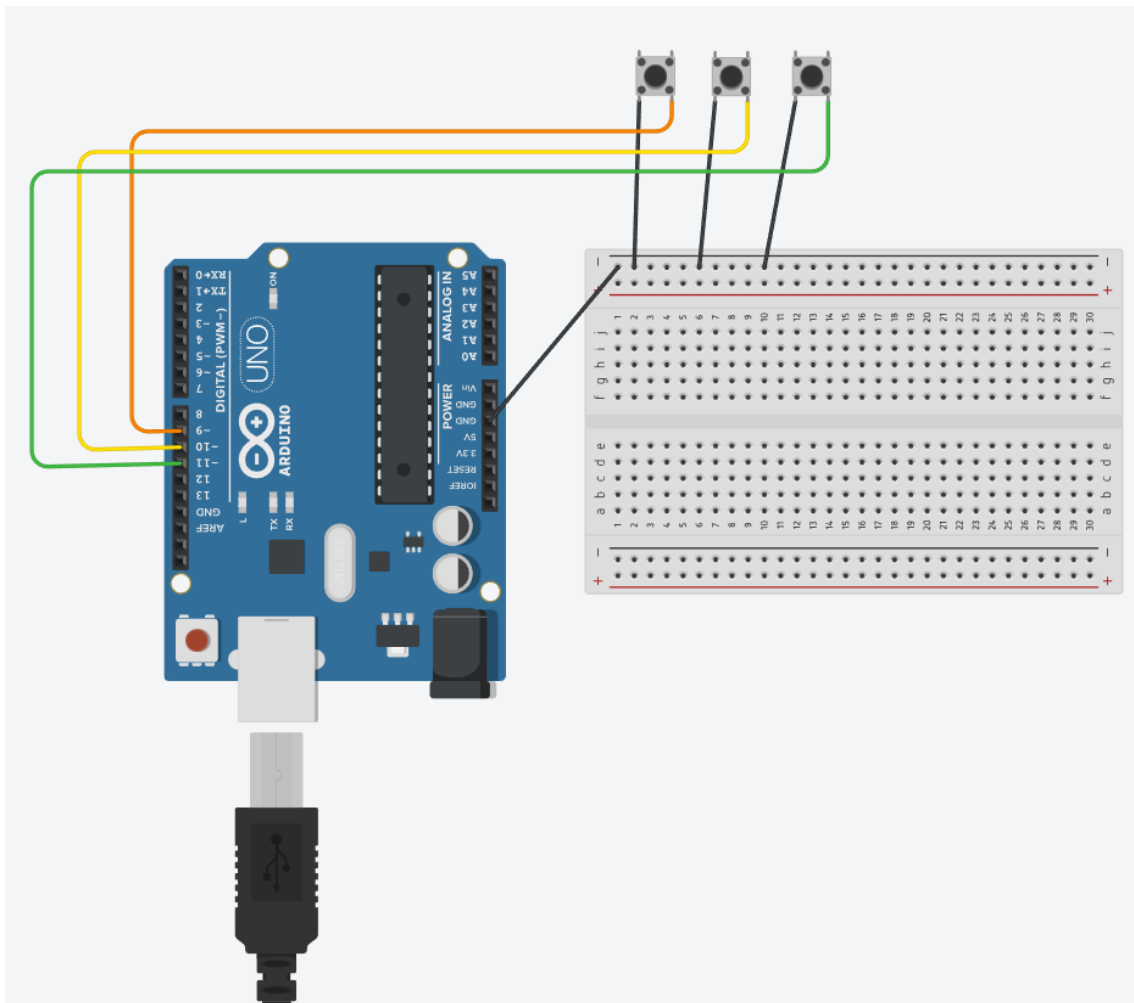


Figura 6.4 - Circuito e pinagem dos micro switches, representados por botões do tinkercad

- PPG-21 Peças faltantes do interior da parte física da mesa
- PPG-35 implementar um código básico, porém com todos os sensores funcionando
- PPG-36 Acompanhamento de sensores e teste preliminares em conjunto
- PPG-37 Compras dos múltiplos sensores que faltam para completar a mesa
- PPG-38 Colocar os sensores na mesa
- PPG-39 Colocar peças pequenas de madeira
- PPG-40 Desenvolver os flipers e seu mecanismo

Figura 7 - Atribuições de tarefas da sprint 3 para os integrantes do projeto

Os sensores mais desafiadores foram os sensores infravermelhos, que sua implementação foi um pouco mais complicada de começo (ainda enfrentamos problemas com eles pro final da sprint 4).

A terceira semana foi bem conturbada, a mesa estava em um estágio mecânico não muito avançado e o código para implementação de todos componentes juntos ainda estava precário, faltando alguns componentes importantes, porém, quando estávamos com tudo em mãos começamos a trabalhar em uma solução de cada vez. Primeiro o código deveria estar pronto para uma implementação conjunta, como cada integrante pegou seu código de sensor específico e juntos elaboramos um código maior para poder apresentar na sprint review.

Durante esse sprint review o professor nos contatou oferecendo os retalhos de madeira para compor o interior da mesa, aproveitando essa oportunidade, um dos integrantes passou as medidas necessárias para o que estávamos precisando, adiantando bastante nosso trabalho.

4.4. Sprint 4

Seguindo para a última semana, cada integrante do grupo fez uma parte do código final para a apresentação, ainda se falando de partes lógicas, foi desenvolvido uma biblioteca de notas músicas para o buzzer, com o intuito de construir melodias para ficar de fundo do jogo e alguns efeitos sonoros adicionais.

A reta final deste projeto foi bem apressada, tendo somente duas reuniões disponíveis na semana para os integrantes do grupo, foi uma tarefa difícil terminar tudo a tempo, resultando em alguns problemas mecânicos, porém, finalizando com sucesso um pinball funcional(**Fig 8.1 e 8.2**).



Figura 8.1 - Mesa de Pinball completa

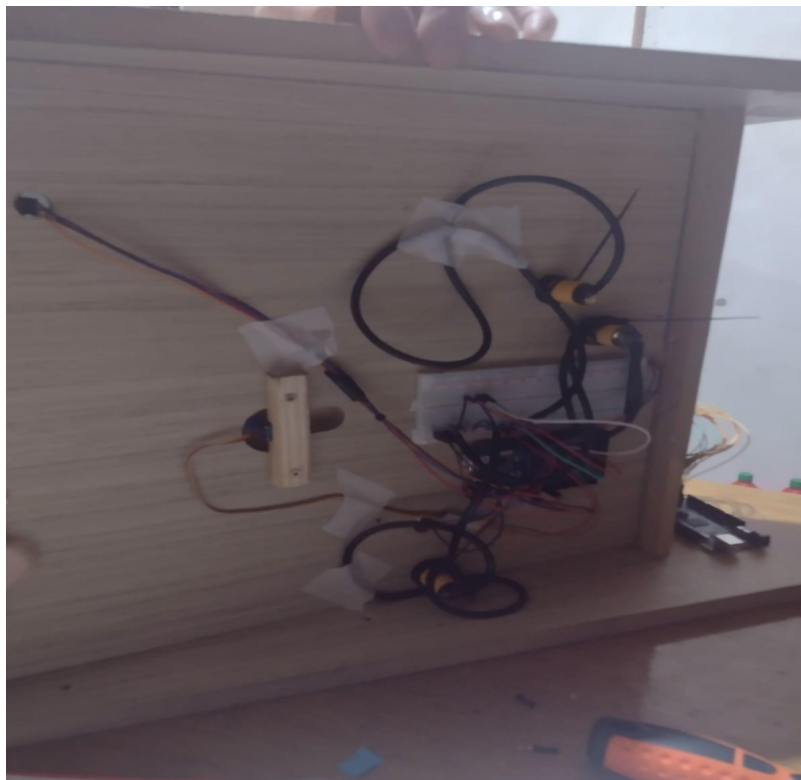


Figura 8.2 - Componentes sendo adicionados

PPG-41	Montar a mesa completa com sensores
PPG-42	Elaborar Slides para a apresentação do projeto
PPG-34	Entrega do projeto
PPG-33	Montar o relatório final

Figura 9 - Atribuições de tarefas da ultima sprint para os integrantes do projeto

A parte mecânica foi um desafio à parte, logo vimos que não tínhamos a habilidade necessária para deixar a mesa de um jeito perfeito, como fora planejado, portanto mudanças de última hora foram feitas. Como a função do servo motor, que antes era interno e ficaria agindo como uma ponte para a bolinha passar, se movendo de um jeito que hora ficasse disponível a passagem e outra não, funcionando como uma armadilha, porém, isso se mostrou inviável, já que a bolinha não caía no buraco por causa da velocidade. Em seu novo movimento, o servo motor executa a função de atrapalhar o fluxo de jogo, e não de armadilha, colocando um bloqueio móvel de madeira, que se movimenta aleatoriamente toda vez que um ponto é marcado.

Mesmo tendo o planejamento por JIRA, algumas tarefas foram sendo adaptadas para se encaixarem no curto espaço de tempo. Os códigos estavam indo bem, deixando para o final somente incrementar mais algumas variáveis e funções, pois a diferença entre o código integrado anterior e o final era somente o número de sensores.

O desafio final foi alguns ajustes e a montagem completa da mesa, a qual se mostrou complicada pois algumas medidas deveriam ser refeitas, como por exemplo a distância dos sensores infravermelhos, no qual não detectaram a bolinha quando a mesma passava por cima do sensor. Tendo assim que se fazer ajustes de última hora, recuando os sensores e os colando com fita e os calibrando para o mínimo. Os micro switch também se mostraram não confiáveis, pois a força exercida para ativá-los é bem mais forte do que consegue-se exercer na bolinha que usamos. No tópico “Possíveis melhorias” é elaborado como pode-se resolver alguns destes problemas e deixar a mesa muito mais eficiente.

4.5. Desenvolvimento adicional de trilha sonora.

A parte mais diferenciada destas implementações sem dúvida é a biblioteca feita para se utilizar o buzzer para montar músicas. Todo pinball precisa de efeitos sonoros e música para se manter em clima de jogo, logo, implementamos uma biblioteca de notas para o buzzer usado, e com isso elaboramos algumas canções para usar no loop do jogo.

Alguns contratempos apareceram no caminho, e como essa parte não era tão necessária, foi deixada um pouco de lado, sendo aperfeiçoada um pouco somente na reta final do projeto, com 2 músicas, uma delas toca quando o sensor ultrassônico detecta a morte do jogador.

4.6. Possíveis melhorias

A parte do código está sujeita a otimização e qualquer outra função necessária para acompanhar a parte mecânica do projeto, já que o código é open source e a mesa é de toda a comunidade ligada ao campus Bagé. Seguindo para as contratações mais óbvias do grupo. O mecanismo de flipper poderia contemplar molas mais adequadas e os retângulos de movimentação poderiam ter um formato mais circular, tal qual a

silhueta de uma gota d' água, os sensores infravermelhos e ultrassônico poderiam ser substituídos por sensores ópticos e esses mesmos sensores substituídos poderiam controlar uma nova função para o micro servo atuador: fechar a trilha de lançamento após a bolinha estiver passado e detectar a morte com maior precisão, isso poderia ser feito facilmente se os infravermelhos fossem colocados na lateral. Uma última constatação, os switches precisam de uma madeira que aumente a área de impacto, só isso deverá fazer com que a mesa seja mais divertida e fluída a curto prazo.

5. Projeto open-source

A ideia após finalização do projeto, é deixá-lo como open-source para qualquer pessoa implementar novas funcionalidades ou ajustar as atuais. A parte física do projeto será mantida na universidade para uso em eventos da mesma, ou projetos futuros de outros alunos.

A parte lógica do projeto pode ser encontrado no seu repositório online na plataforma GitHub através do link <https://github.com/gabsfredes/PinBall>

Referências

- tinkbox, “Proximity Sensor/Switch E18-D80NK”,
https://www.usinainfo.com.br/index.php?controller=attachment&id_attachment=758
- Cytron Technologies, “HCSR04 Ultrasonic Sensor”,
https://www.usinainfo.com.br/index.php?controller=attachment&id_attachment=747
- multicomp, “Microswitch SPDT, Long Lever”,
<https://www.farnell.com/datasheets/1685047.pdf>