



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
INSTITUTO METRÓPOLE DIGITAL
BACHARELADO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
SISTEMAS EMBARCADOS
MONICA MAGALHÃES PEREIRA

Felipe Barbalho Rocha
Raul Silveira Silva

**RELATÓRIO DE PROJETO:
TETRIS 3D**

17 de Novembro de 2016

Relatório de Projeto

1. PROPOSTA

Implementar o jogo Tetris em um ambiente tridimensional semelhante a um holograma, em que o jogador poderá, através de um Joystick, interagir com o sistema e fazer os movimentos básicos do Tetris, tais como rotacionar e mover a peça atual, porém, com as devidas adaptações de rotacionar e mover a peça nos três eixos do ambiente 3D.

Além da proposta de implementar um jogo com uma interface tangível ao usuário, um ambiente tridimensional possui um potencial associado a plataformas de apoio ao ensino, como disciplinas que exploram os conceitos de espaço, vetores e formas geométricas. Devido a isso, o projeto também tem como objetivo tornar o sistema modular, a fim de estender as funcionalidades, criando um ambiente reconfigurável a inúmeros propósitos.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

A maioria dos trabalhos que abordam projetos com cubos de LEDs são vídeos com tutoriais e exemplos de aplicações. Como é o caso de [1], onde é mostrado o passo a passo de como montar um cubo de LEDs de dimensões 8x8x8, nesse trabalho o desenvolvedor utiliza os mesmos circuitos integrados usados que são descritos na seção 6 desse relatório. Contudo, as aplicações apresentadas são hologramas aleatórios que exibem animações, como ondas e letras do alfabeto, sem interação com algum usuário.

Em [3] o desenvolvedor criou uma outra aplicação, porém em um cubo de dimensão maior. O cubo foi projetado com dimensões de 32x32x32 e com LEDs RGB. Para o caso do Tetris, o uso de LEDs de uma única cor e as dimensões de 8x8x8 se deram pelo fato do alto custo na aquisição dos materiais, porém, é possível portar a mesma organização do sistema para um cubo de dimensão maior e RGB.

Apesar dos vídeos apresentados pela comunidade serem um importante motivador para o Tetris 3D, o trabalho [8] ofereceu uma significativa contribuição com as especificações dos circuitos integrados usados no cubo de LEDs.

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A descrição do sistema é subdivida em duas partes, correspondentes às perspectivas de hardware e de software do projeto.

3.1. HARDWARE

O sistema de hardware do projeto consistirá em 3 módulos: Display, Console e Joystick.

O módulo do Display terá a função de exibir animações no cubo de LEDs conforme instruções provenientes da entrada serial. Esse módulo será constituído por um cubo com 512 LEDs azuis de alto brilho (dimensões de 8x8x8), e ainda, um microcontrolador e alguns circuitos integrados com a função de criar uma interface serial e facilitar o acionamento dos LEDs. Para acionar um subconjunto de LEDs específicos, esse microcontrolador, por meio da serial, recebe as instruções do Console, ou de qualquer outra plataforma que siga o protocolo de comunicação estabelecido, interpreta as informações e executa os métodos de acionamento dos LEDs.

O módulo do Console é onde será implementada toda a lógica e computação gráfica do jogo. No nível de hardware, o Console é constituído por um microcontrolador, um receptor infravermelho para receber os dados transmitidos do Joystick, e uma interface para comunicação com o módulo do Display. Esse módulo será desenvolvido como uma plataforma adaptável, no qual será permitida uma fácil reconfiguração para outras funcionalidades que façam uso da interface do Display, seja para diferentes jogos ou outras aplicações.

O módulo do Joystick faz parte do dispositivo de entrada. Esse módulo funciona como um controle para o jogo permitindo a interação do jogador com o jogo. Esse módulo é composto por um microcontrolador, emissor infravermelho e

botões. O tipo de botões poderá ser botões comuns, como push buttons e arcade, ou botões touch capacitivos, no qual a estática transmitida pelo toque executa uma ação no circuito. A proposta inicial é desenvolver o controle touch capacitivo. A transmissão dos comandos será enviada por infravermelho e por ser uma comunicação sem fio, será necessário o uso de uma bateria para alimentar o circuito do Joystick.

3.2. SOFTWARE E COMUNICAÇÃO

Cada módulo de hardware possui uma camada de software associado. No módulo do Joystick haverá uma associação feita por software no microcontrolador em que cada botão pressionado pelo usuário corresponderá a um código hexadecimal pré-definido enviado para o Console, a figura a seguir ilustra esse processo:



Figura 1 - Comunicação entre Joystick e Console.

O módulo do Console fará, por meio de interrupção, a leitura das entradas do Joystick, e de acordo com essas entradas executará as animações do jogo, no qual cada animação terá um algoritmo associado. Além das animações controladas pelo usuário, o Console também fará animações pré-definidas, correspondentes ao jogo Tetris, como por exemplo, o deslocamento vertical das peças. Durante a execução de cada animação, o Console faz o envio, continuamente, para o módulo do Display os novos estados de acionamento de LEDs do cubo.

No módulo do Display haverá um mecanismo que será responsável por traduzir os dados lidos da interface serial, de acordo com um protocolo de comunicação, conforme ilustrado a seguir:

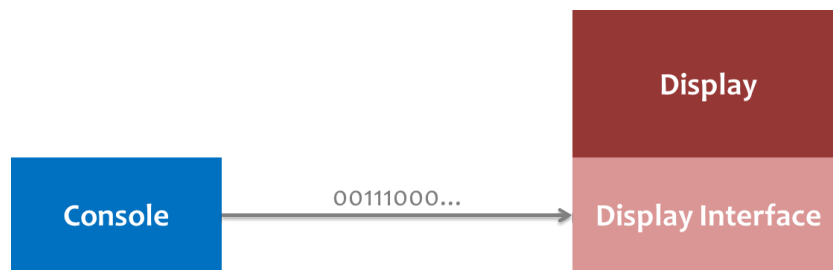


Figura 2 - Comunicação entre Console e Display.

O Console envia a descrição da animação do Display em um conjunto de 64 bytes, em que cada bit corresponde a um LED do cubo. E o microcontrolador acionará os LEDs de acordo com a entrada.

4. REQUISITOS FUNCIONAIS

Os seguintes requisitos funcionais se referem às funcionalidades do jogo Tetris. O sistema deve atender aos seguintes requisitos.

1. **Deslocar peças no plano:** O sistema deve permitir ao usuário mover a peça em destaque do jogo em quatro direções, para frente, para trás, para a esquerda e para a direita.
2. **Rotacionar peças nos três eixos:** O sistema deve permitir ao usuário rotacionar a peça em destaque do jogo nos eixos x, y e z. Podendo rotacionar a peça tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário.
3. **Visualização do score:** O sistema deve exibir para o usuário a pontuação do jogo.

5. REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

1. **Baixo consumo de energia do Joystick:** O Joystick deve ter uma autonomia de bateria semelhante a um Joystick WiFi de Xbox ou PlayStation. A bateria deve durar cerca de 4h em uso.

2. **Sistema modularizado em Display, Console e Joystick:** O sistema deve ser dividido em 3 partes. A parte de visualização deve ser feita no Display, a lógica deve ser implementada no Console e a interação do usuário deve ser feita através do Joystick.
3. **Sistema adaptável para outras aplicações:** Além do Tetris, o sistema deve ser adaptável para executar outras aplicações, como um ploter para gráficos 3D, ou até outros jogos. Devendo conter um slot no Console para encaixe do hardware da aplicação, semelhante à um cartucho do Super Nintendo Entertainment System (SNES).
4. **Joystick compacto:** O tamanho do Joystick não deve exceder o tamanho de um Joystick comum. Deve se encaixar bem nas duas mãos do jogador.

6. FERRAMENTAS E MATERIAIS

6.1. HARDWARE

- LEDs de alto brilho;
- Resistores de 150Ω;
- CI 74HC595;
- CI TD62083;
- Arduino UNO/Mega;
- Receptor Infravermelho;
- Emissor Infravermelho;
- Transistores NPN/PNP;
- Display (LCD ou 7 segmentos).

6.2. SOFTWARE

- Arduino IDE;
- Fritzing;
- Computação Gráfica;
- Protocolo de comunicação.

7. DIAGRAMAS

Os diagramas a seguir detalham mais o funcionamento do sistema bem como sua arquitetura. O Diagrama de Blocos detalha a arquitetura do sistema, como cada módulo é estruturado com os componentes de hardware e como é feita a comunicação entre os módulos. O Diagrama de Atividades detalha o passo-a-passo de como o usuário pode interagir com o sistema. Por fim, o Diagrama de Caso de Uso exibe quais ações o usuário pode realizar com o sistema.

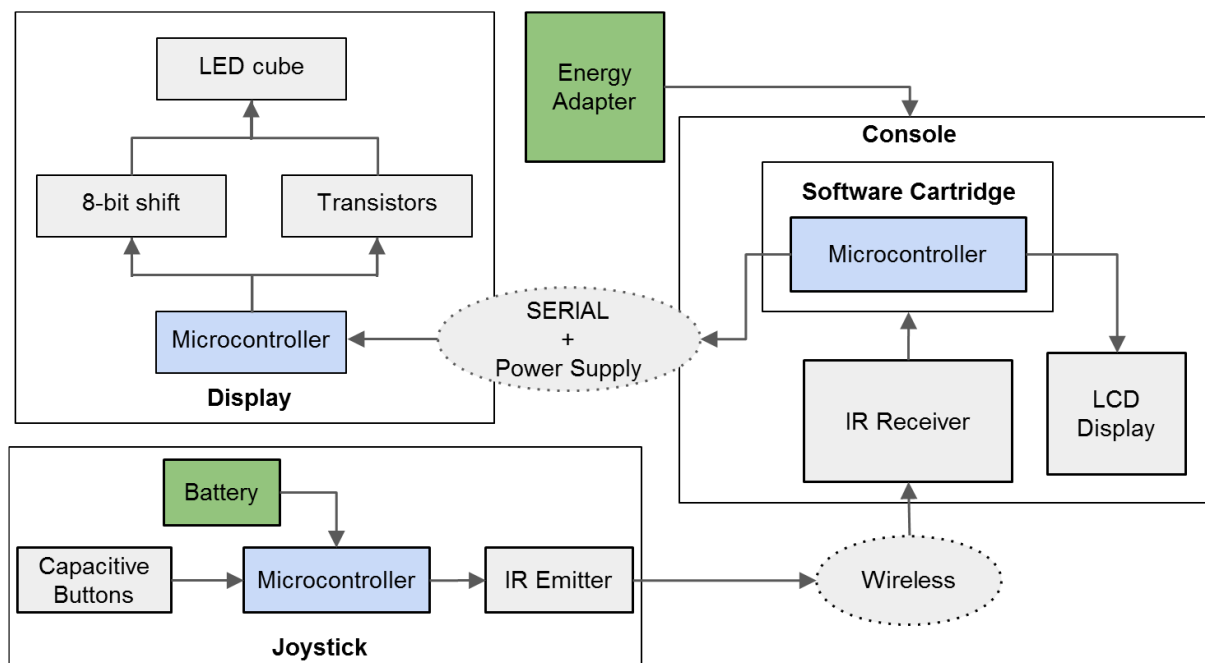


Figura 3 - Diagrama de Blocos.

O Diagrama de Blocos apresenta os três módulos, Display, Console e Joystick. No módulo do Display é utilizado um microcontrolador para ativar os LEDs do cubo, porém o acionamento desses LEDs é feito em camadas de 64 LEDs cada, como o microcontrolador não tem portas suficientes para acionar todos os LEDs são necessários componentes extras como o deslocador de 8-bits para selecionar as colunas de LEDs e um conjunto de transistores para selecionar as camadas que serão ligadas. O Display recebe os dados sobre quais LEDs acionar através de uma comunicação SERIAL com o Console, assim como a alimentação é provida pelo Console.

Para o módulo do Console foi modelado algo similar ao Super Nintendo Entertainment System (SNES) onde a aplicação é escolhida através de um “cartucho”, podendo conter o jogo Tetris ou, como mencionado antes, uma aplicação para plotar gráficos. Tal cartucho é composto por um microcontrolador com tudo que é necessário para rodar a aplicação. Além disso, existem os componentes para o suprimento de energia providos por uma fonte de alimentação plugada na tomada, um display LCD para exibir o score do jogo ou a função matemática do gráfico e um receptor infravermelho para receber os dados do Joystick.

No Joystick possuímos um suprimento de energia separado, uma bateria, pois o mesmo será um dispositivo sem fio. Para os botões foi projetado um conjunto de touch buttons onde não há a necessidade de pressionar, apenas tocar. O conjunto de botões é formado por 10 transistores, 4 para os movimentos no plano e 6 para rotação horária e anti-horária nos 3 eixos.

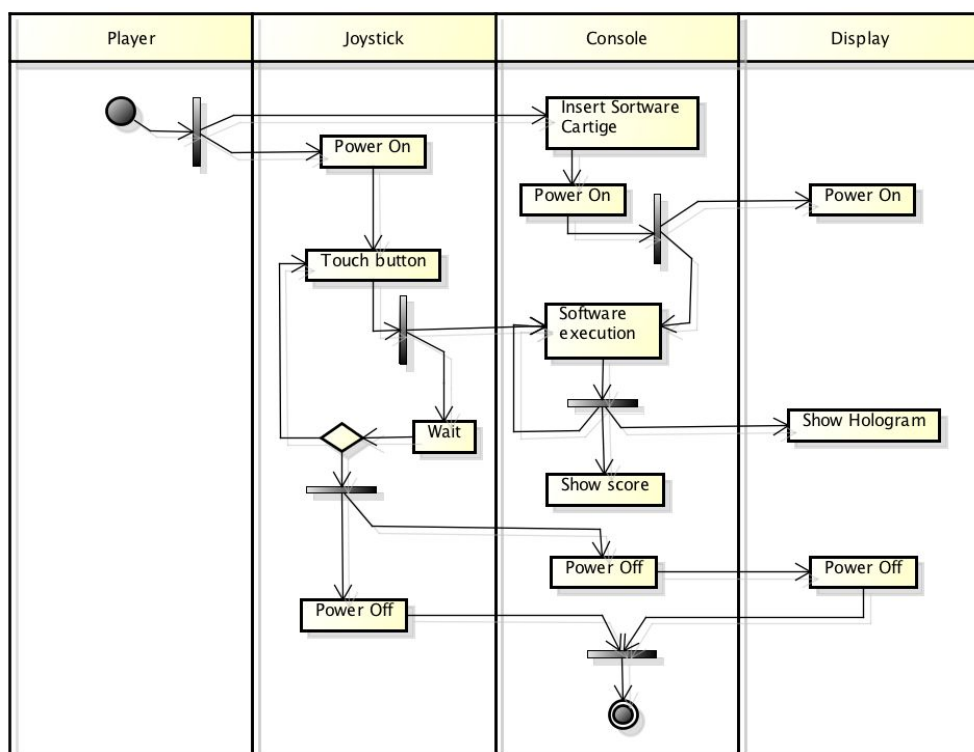


Figura 4 - Diagrama de Atividades.

O Diagrama de Atividades mostra o passo-a-passo de como o jogador pode usar o sistema. Primeiramente, ele insere o cartucho da aplicação no console, liga o Joystick e o Console, automaticamente o Display é ligado também. Em seguida o software do cartucho é executado e espera por interrupções vindas do Joystick e exibir hologramas no cubo. Nesse ponto o usuário pode interagir com o jogo usando o Joystick ou desligar o sistema.

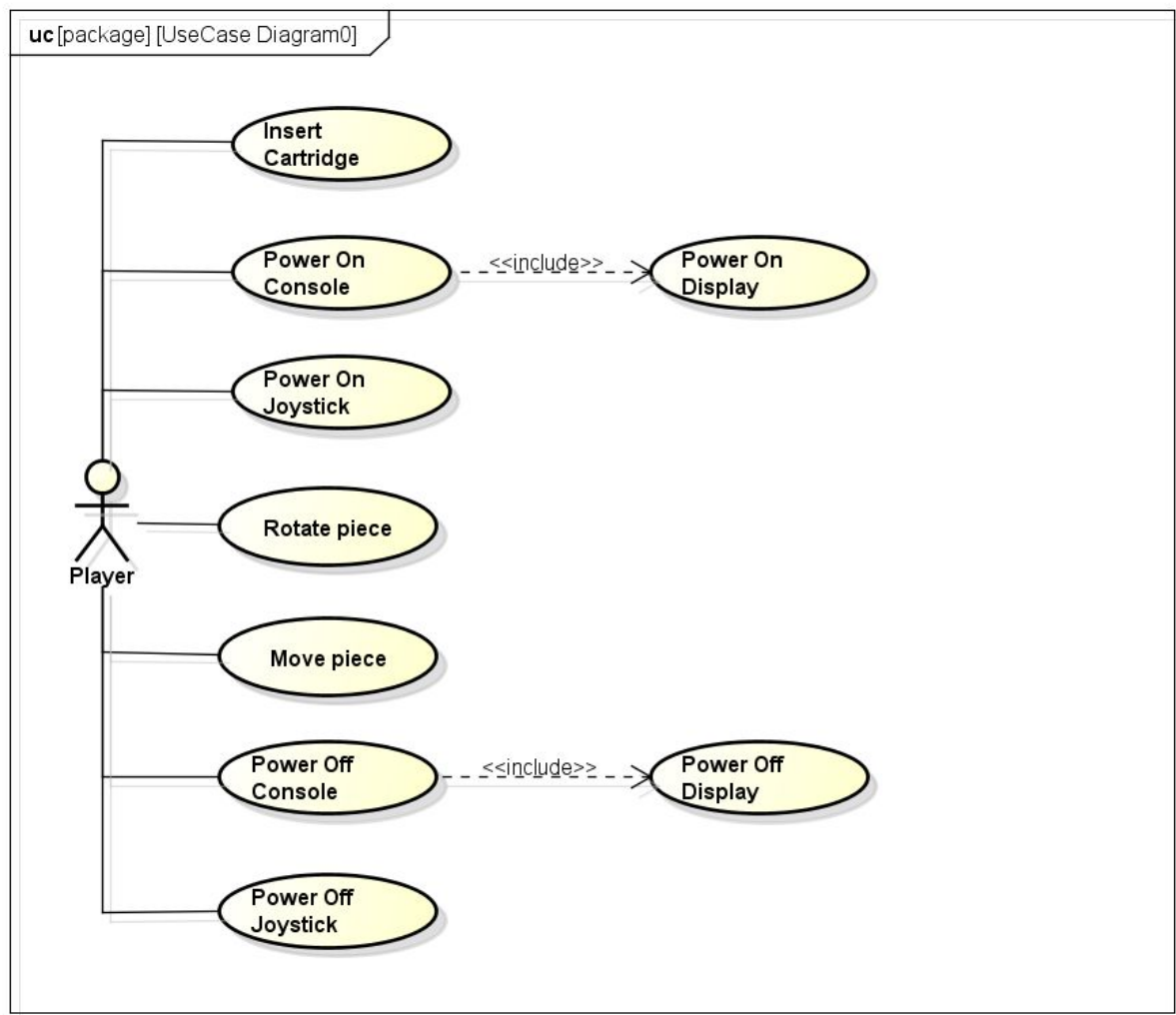


Figura 5 - Diagrama de Caso de uso.

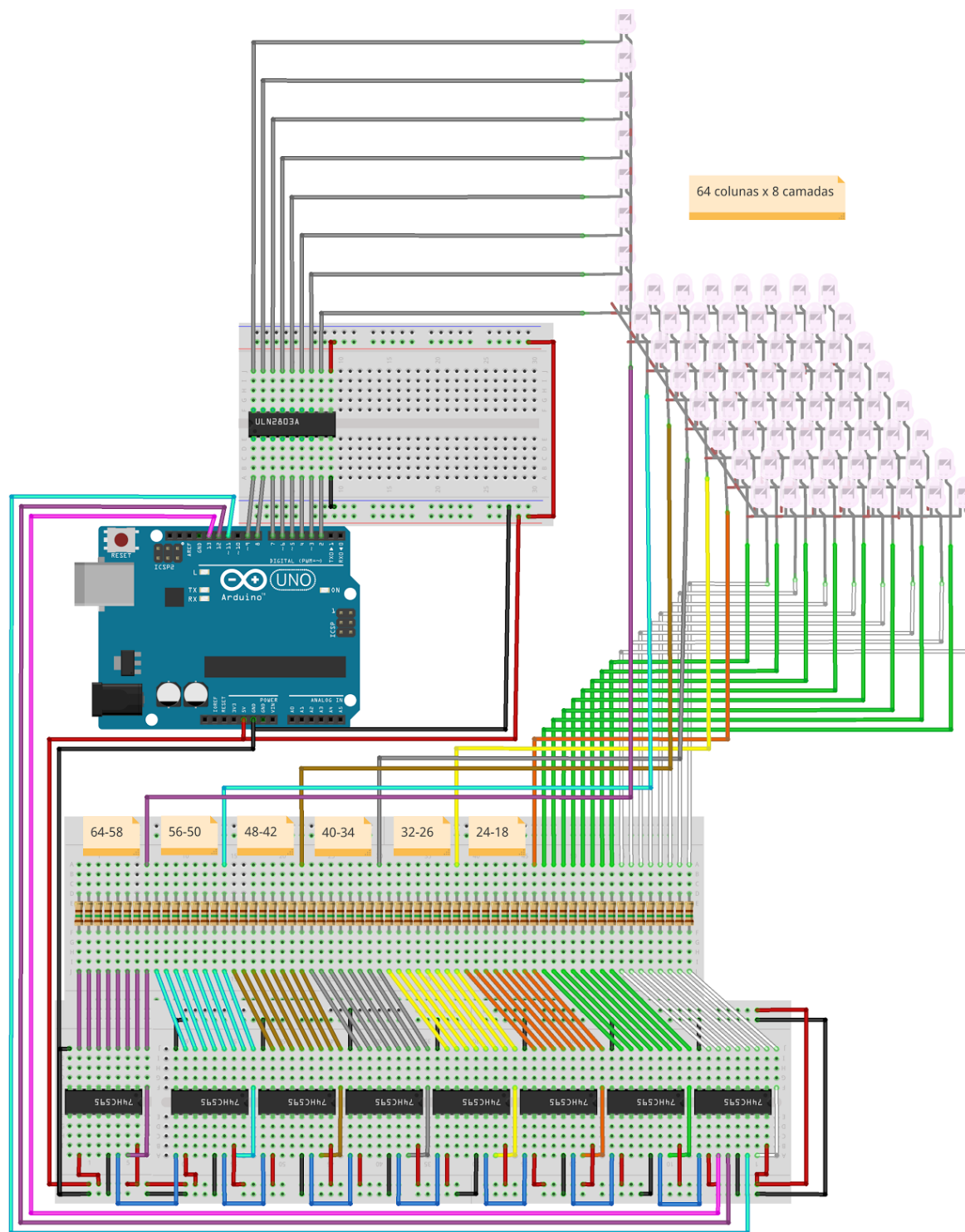
No Diagrama de Caso de uso é exibido todas as possíveis ações que o jogador pode realizar, são elas:

1. **Inserir cartucho:** Onde o usuário pluga no console o hardware com a aplicação que deverá ser executada.

2. **Ligar Console:** Ao plugar o Console na tomada o sistema já é executado e, automaticamente, o Display também.
3. **Ligar Joystick:** Quando o usuário conectar uma bateria de 9v no conector do Joystick, o mesmo já estará pronto para ser usado com o Console.
4. **Rotacionar peça:** O jogador poderá, através de 6 botões, rotacionar a peça em destaque no jogo nos três eixos, nos sentidos horário e anti-horário.
5. **Mover peça:** O jogador poderá, através de 4 botões, mover a peça em destaque no jogo em quatro direções, para frente, para trás, para a esquerda e para a direita.
6. **Desligar Console:** Como o sistema não possui nenhum Sistema Operacional que possa ser corrompido e também não possui um mecanismo de gravação, o Console pode ser desligado normalmente desconectando-o da tomada.
7. **Desligar Joystick:** Assim como o Console, o Joystick também pode ser desligado normalmente removendo-o da tomada.

8. ESQUEMÁTICOS

Os esquemáticos nesta seção simulam como é feita a fiação dos módulos do sistema entre cada um de seus componentes. Os módulos Display, Console e Joystick se encontram a seguir, respectivamente, desenhados com o Fritzing.



fritzing

Figura 6 - Esquemático do Display.

No esquemático do Display foram omitidos alguns LEDs para uma melhor visualização, mas o cubo é composto por 512 LEDs organizados em oito camadas de 64 LEDs. Para cada camada do cubo um transistor do CI TD62083 é reservado

para ligar ou desligar a camada. No caso do CI 74HC595 cada componente é responsável por ligar 8 colunas independentes, no caso como são 64 colunas, 8 CIs são necessários. Além disso, a interface Serial (Pino 0 - RX) é usada para receber as informações do Console referentes a quais LEDs serão ligados.

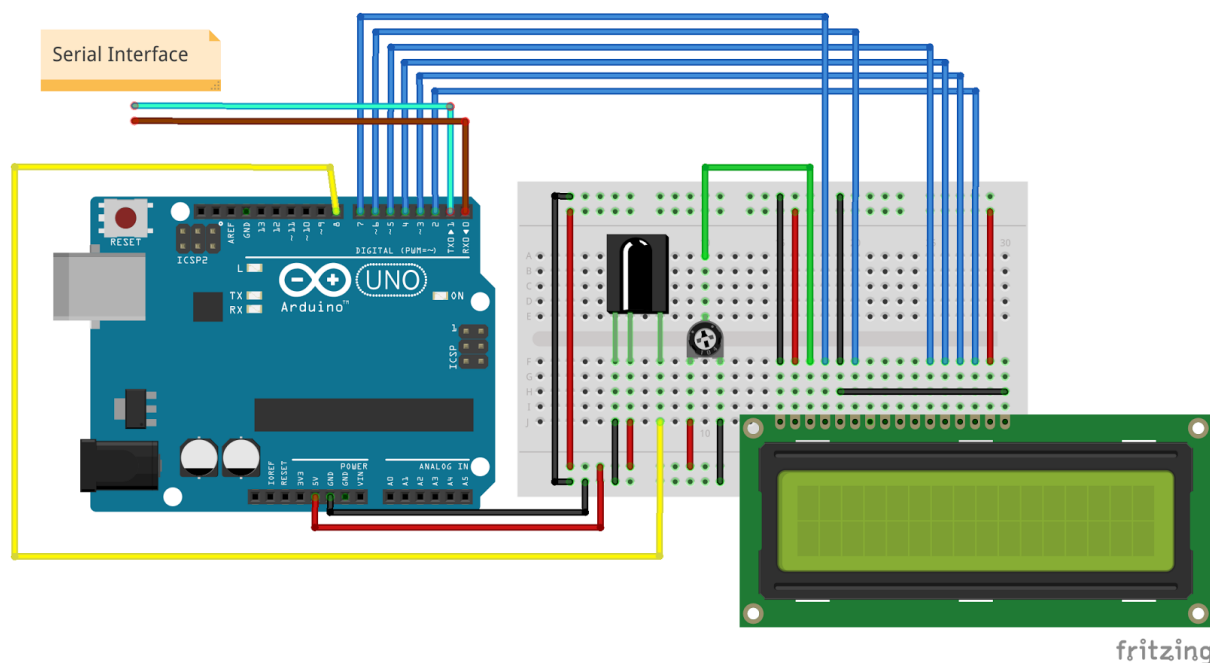


Figura 7 - Esquemático do Console.

No Console existe um receptor infravermelho para receber os comandos do Joystick e um display LCD 16x2 para exibir o score do jogo. Um potenciômetro foi adicionado no esquemático para controle do contraste do display. Além disso, para enviar as informações sobre quais LEDs ligar no cubo, o console faz uso da interface Serial (Pino 1 - TX).

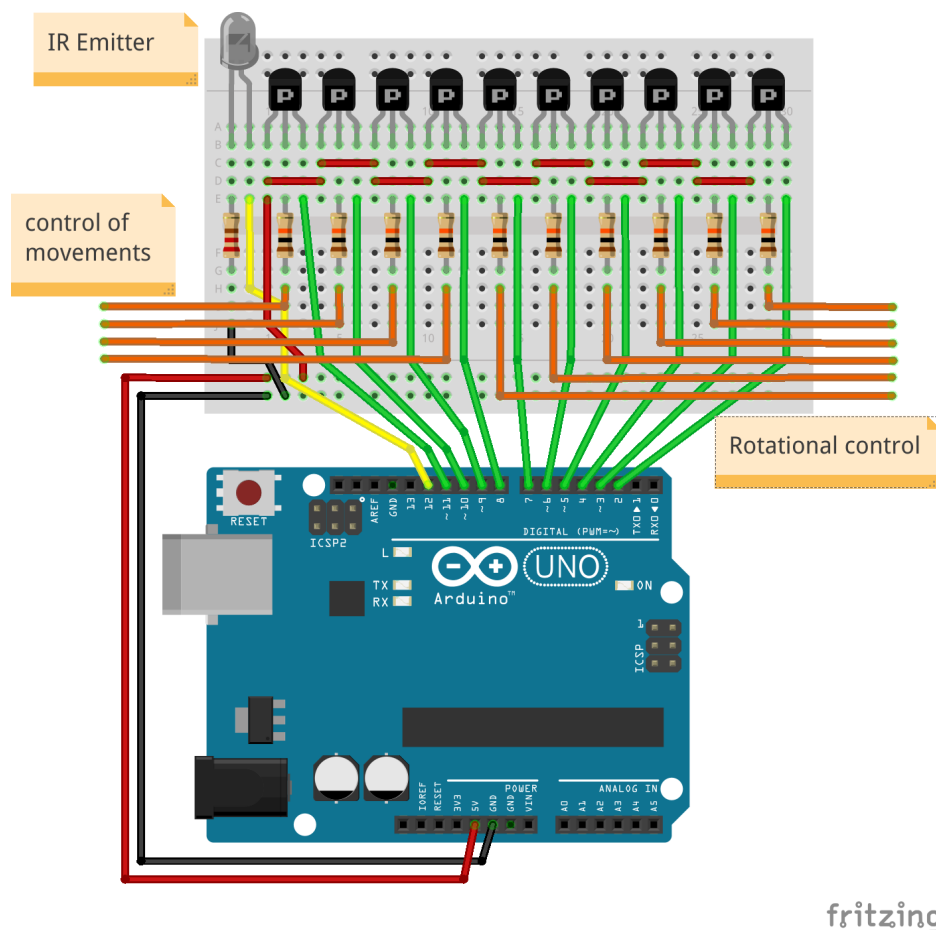


Figura 8 - Esquemático do Joystick.

No Joystick 10 transistores NPN são usados como os touch buttons. Cada transistor recebe corrente do Arduino passando por um resistor de 220Ω e diodo (nesse caso um LED). Quando o usuário toca na base do transistor e no VCC do Arduino, a estática fecha o circuito e o Arduino identifica o comando e envia para o Console, através do emissor infravermelho.

9. MONTAGEM

Nesta seção são apresentadas algumas imagens do processo de fabricação dos módulos. Atualmente, apenas o Display está em fase de implementação em Hardware.

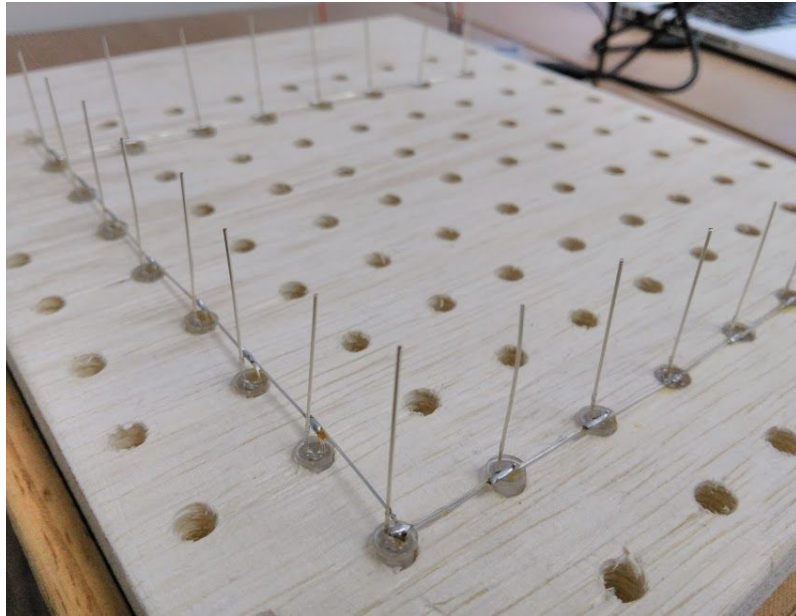


Figura 9 - Camada de LEDs a ser soldada.

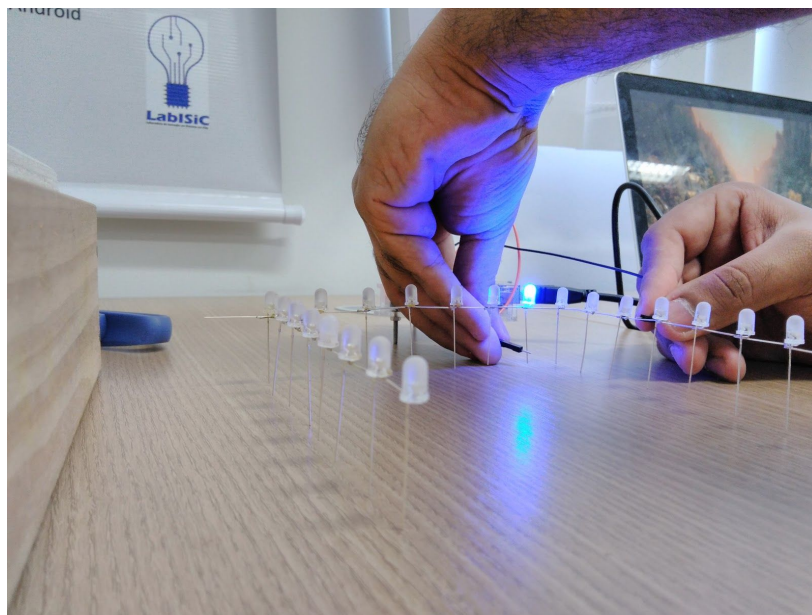


Figura 9 - Camada de LEDs soldada.

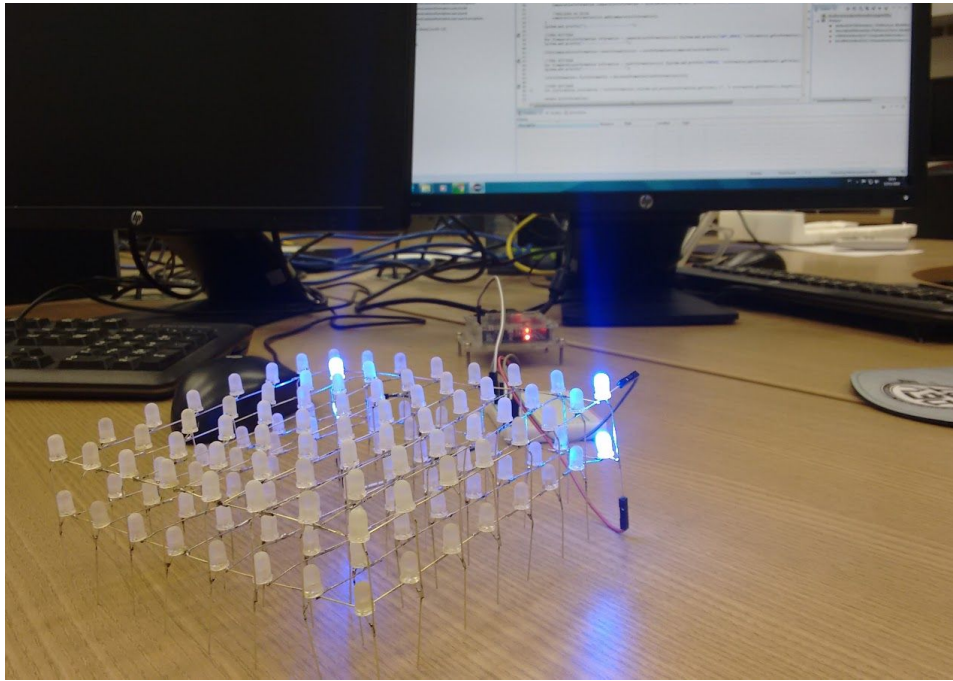


Figura 10 - Duas camadas de LEDs interconectadas.

10. REFERÊNCIAS

- [1] GONÇALVES, Evandro. Cubo de LED 8x8x8 - Passo a Passo. Em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VxLAtcOu18s>>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.
- [2] Arduino Brasil. Cubo de Leds 8x8x8 - Construção. Em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iezvGa-rWB4&list=LLI37dUZwpnSFdSZOVE2bBEg&index=30>>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.
- [3] Tozhiik Hsd. Simulación de Cubo Led 32x32x32. Em: <https://www.youtube.com/watch?v=aJ3R62_vknl>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.
- [4] Fritzing. Em: <<http://fritzing.org/home/>>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.
- [5] Arduino. Em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.
- [6] NXP. 74HC595 Datasheet. Em: <https://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT595.pdf>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.
- [7] Toshiba Semiconductor. TD62083 Datasheet. Em: <<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/32263/TOSHIBA/TD62083.html>>. Acesso em 13 de Setembro de 2016.

[8] SRIVASTAVA, Abhishek. SHARMA, Akash. TRIPATHI, Akash. AGARWAL, Pankaj. "Three Dimensional Cubic Display and Lattice Analysis using Proteus Simulator." (2014).