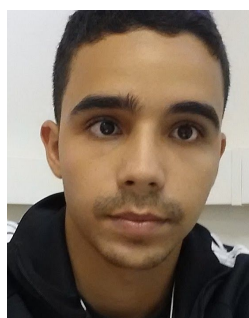


# **Relatório de F609 - Música 3D Bicolor Usando Galvanômetros com Espelhos (“Galvos”)**



*Orientador: Prof. Joaquim Lunazzi*

*Nome: Gabriel Ferreira de Lima RA: 167908*

## **Resumo**

O Objetivo deste experimento é a reconstrução e o upgrade de um antigo experimento chamado “Música 3D” desenvolvido e pensado a mais de vinte anos. O upgrade que desejamos fazer é a substituição de auto falantes por galvanômetros acoplados com espelhos, pois assim podemos fazer um controle melhor das figuras geradas.

Foram encontrados muitos desafios ao longo do desenvolvimento e chegamos a um setup inicial onde é gerado a figura de um quadrado com a placa arduino. Foram investigados o comportamento original do galvo com espelhos e se a montagem experimental se estaria de acordo com o que necessitamos.

Assim concluímos que essa primeira etapa abre muitas portas para exploração de áreas como processamento de sinais no arduino e estereoscopia. Porém que é ainda necessário muitos ajustes na montagem, principalmente no alinhamento dos galvanômetros.

## **Objetivo**

O experimento “Música 3D Bicolor Usando Galvanômetros com espelhos” é nada mais que a reconstrução e aprimoramento de uma antigo experimento que foi desenvolvido na disciplina de F609, que é o experimento encontrado nas referências 1, 2 e 3.

Queremos reconstruir no sentido de refazê lo, pois foi desmontado e suas peças perdidas e no sentido de modernizar pois queremos fazer a troca de algumas peças que

possibilitam um maior controle do experimento, ampliando e melhorando as figuras formadas.

## Introdução

O experimento proposto neste relatório é a reconstrução de um antigo experimento chamado "Música 3D" que, desde sua primeira versão feita a mais de vinte anos, devido a perda de peças foi descontinuado. O experimento tinha o objetivo de através de estereoscopia criar a sensação de visualizar imagens/objetos tridimensionalmente.

Sendo muito breve na explicação, estereoscopia é a tentativa de enganar nosso cérebro, baseado no fato de que vemos o mundo de forma tridimensional graças ao nossos olhos possuírem uma distância entre eles. Assim tentamos simular essa separação usando lentes como filtros para diferentes frequências da luz. Usaremos as imagens a seguir para explicar melhor o que ocorre.

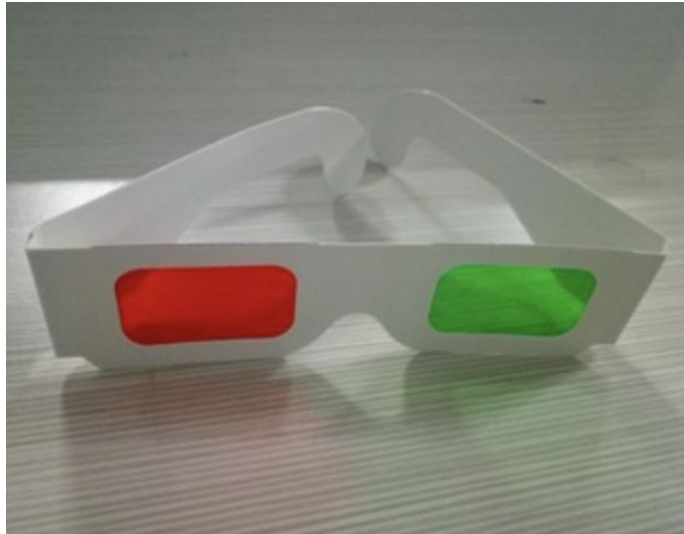


Figura 2: Exemplo de filtragem de imagem por cores, do vermelho



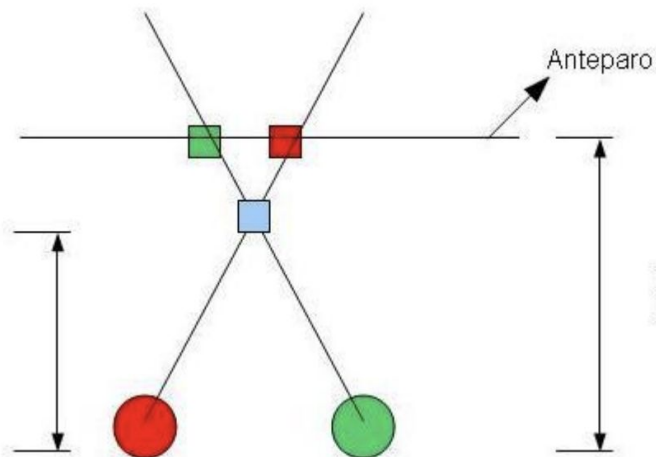
**Figura 1:** Observação do resultado produzido pelas lentes de frequência (Referência 2, Figura 4)

Veja que na Figura 1 cada lente filtra uma cor e projetando a mesma imagem com cores diferentes conseguimos enganamos nosso cérebro dando-o a sensação de ver o mesmo objeto de perspectivas diferente, que é exatamente o que nossos olhos fazem por natureza, pois para cada olho é filtrado uma cor diferente através dos óculos da Figura 2.



**Figura 2:** Imagem de óculos bicolor (Referência 6)

Assim temos a sensação de profundidade, pois temos a mesma imagem de perspectivas diferentes, exatamente como na Figura 3:



**Figura 3:** Esta imagem representa a projeção da figura tridimensionalmente (Referência 2, Figura 6).

Essa foi a base de todo os experimento, e com isso podemos pensar 'n' formas de o fazê lo. Escolhemos os materiais e a maneira que serão descritos adiante.

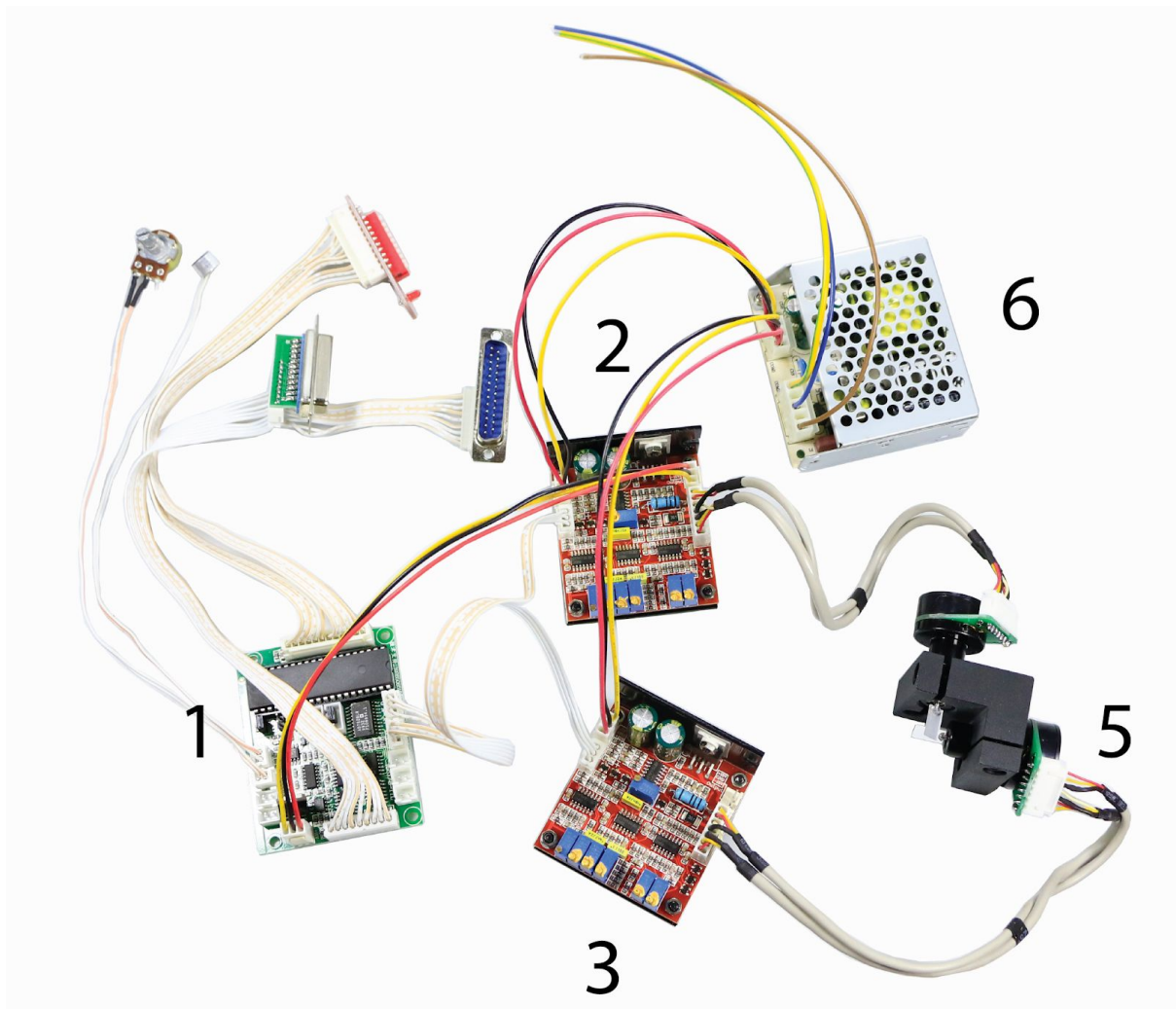
## **Materiais**

1. Uma placa arduino UNO R3;
2. Dois kits de galvanômetro modelo X;
3. Laser verde e vermelho modelo Y;

4. Óculos bicolor (Figura 2);
5. Caixa de metal reutilizada;
6. Barra fixadora com imã;
7. Massa de fixação;

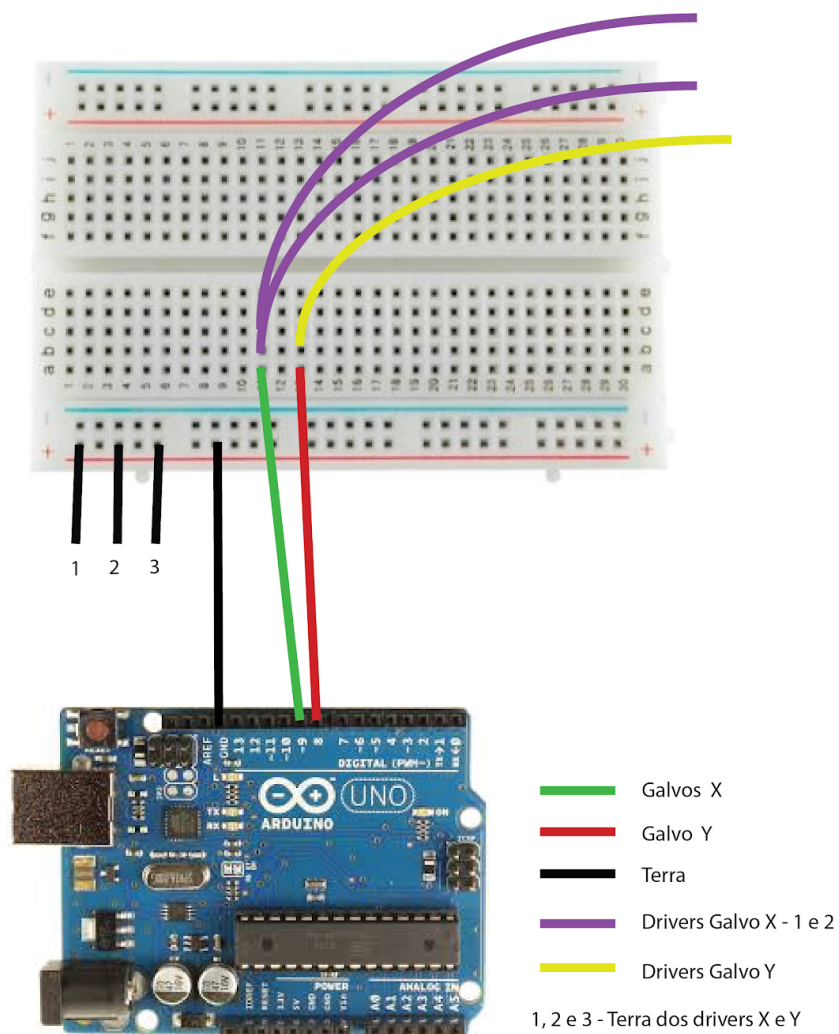
## Metodologia

Como a ideia era refazer o experimento com alguns upgrades, pensamos de no lugar das caixas de som com espelhos, seria mais preciso o controle das imagens com dois galvanômetros com espelhos, estes controlados por drives conectados a uma placa arduino UNO. Então o desafio assumido eram dois a princípio, o primeiro seria de descobrir como os galvos eram manipulados, ou seja, como controlar os seus drivers. Veja a Figura 4 em que temos os galvos com seu controle de fábrica (item 1). Os item 2 e 3 são os drivers e os 4 e 5 são os galvanômetros. O item 6 é a fonte de alimentação.



**Figura 4:** Montagem dos drivers com os galvos e o controle de fábrica com funções pré programadas.

Já o segundo desafio seria de como faríamos para que a placa arduino UNO emitisse o tipo de sinal que gostaríamos, a princípio já sabíamos que era facilmente possível apenas um sinal de onda quadrada, o que nos daria base de testes. Veja a Figura 5 onde temos a montagem da placa arduino:



**Figura 5:** Montagem da placa arduino com gateway para os drivers X e Y dos galvanômetros.

Claro que ao longo das tentativas surgiram mais desafios e um deles era um primeiro passo que, que era encontrar o meio de montar/ligar o galvo com seu controlador de fábrica, pois não tínhamos nenhum conhecimento e um manual (Referência 7) muito simples. Após conseguir fazê-lo funcionar ficou mais fácil, pois usando um osciloscópio conseguimos observar que o sinal que era enviado para cada driver tinha uma determinada frequência e características específicas com uma amplitude máxima e mínima de 15 V.

Portanto o primeiro problema havíamos solucionado e tudo o que precisávamos era fazer com que a placa arduino fosse capaz de gerar tais sinais. Uma das vantagens que temos com isso é a possibilidade de usar a placa como uma interface para diferentes tipos de entrada, como por exemplo um conector P2 ou sensores e qualquer sinal de entrada que desejarmos. Com isso já tínhamos uma base para montar o experimento, pois é muito fácil gerar um sinal de onda quadrada com o arduino para que possamos testar o experimento e olhar para outros aspectos como a montagem experimental. Portanto usando a montagem vista na Figura 5 foi inserido o seguinte código na placa para a geração de uma onda quadrada:

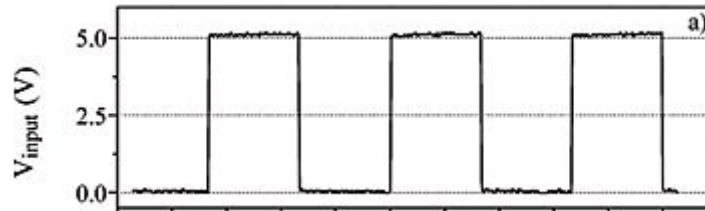
```
int Y = 8;
int X = 9;

void setup() {
  pinMode(X, OUTPUT);
  pinMode(Y, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(X, HIGH);
  delay(5);
  digitalWrite(Y, HIGH);
  delay(5);
  digitalWrite(X, LOW);
  delay(5);
  digitalWrite(Y, LOW);
  delay(5);
}
```



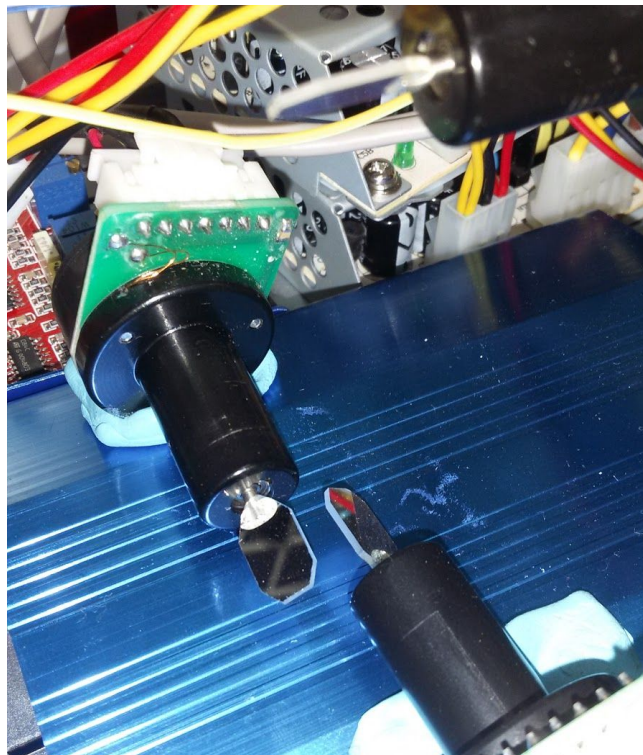
Veja a Figura 6 da onda quadrada na saída do arduino, tanto para os galvos X como para o Y:



**Figura 6:** Ondas quadradas com amplitude 0-5 volts geradas no arduino. (Referência 8)

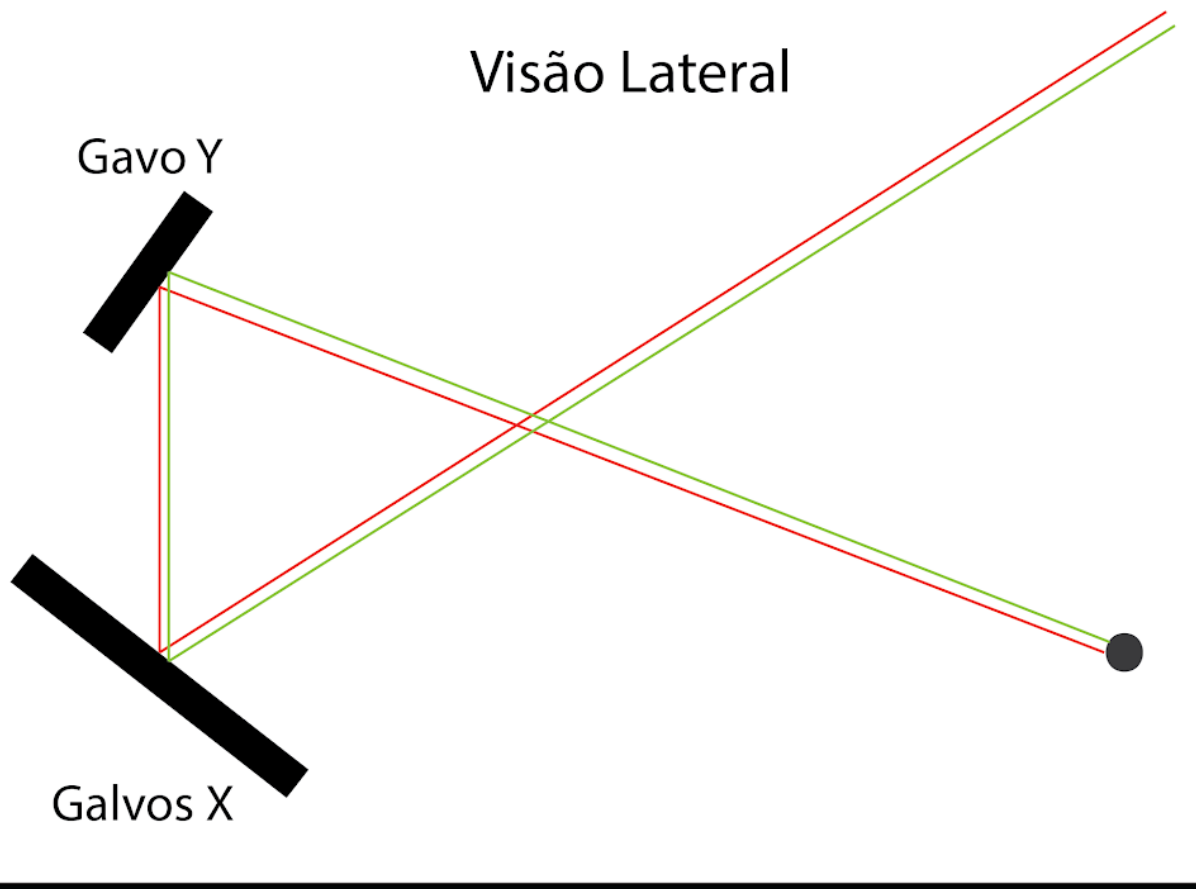
### Montagem experimental

Sabendo que era possível fazer a manipulação dos galvos de forma fácil com a placa arduino, partimos para a segunda etapa do projeto em que era necessário pensarmos e montarmos, pois tanto os galvos e os laser precisavam de posições específicas as quais não hajam distorções das duas imagens geradas. Assim resolvemos adotar a montagem da Figura 7 que está esquematizada na Figura 8.

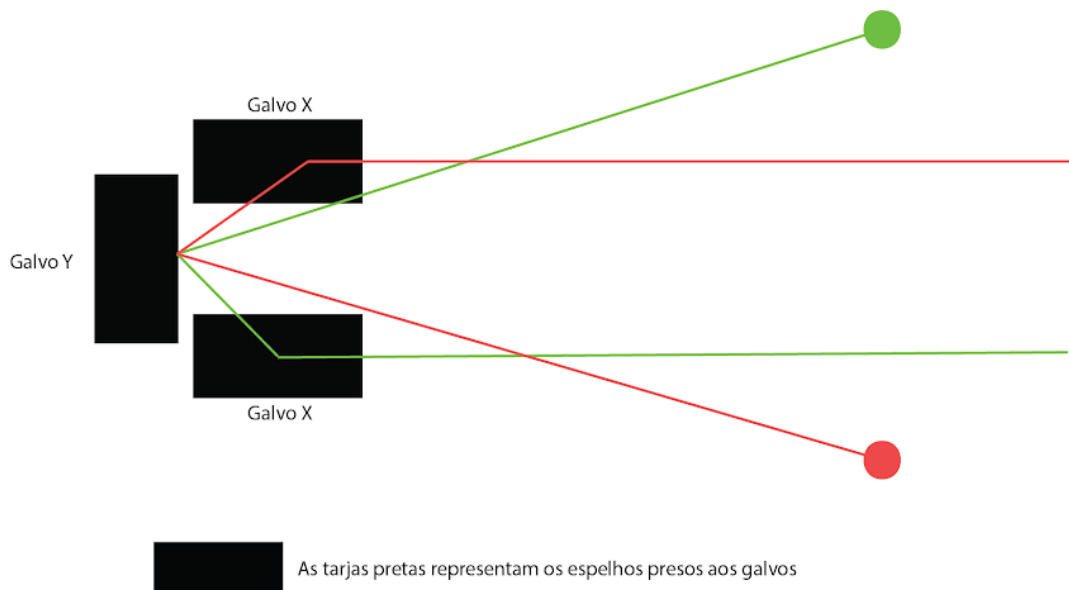


**Figura 7:** Armação para usar um galvo como controlador do eixo Y e dois para o eixo X;

## Visão Lateral



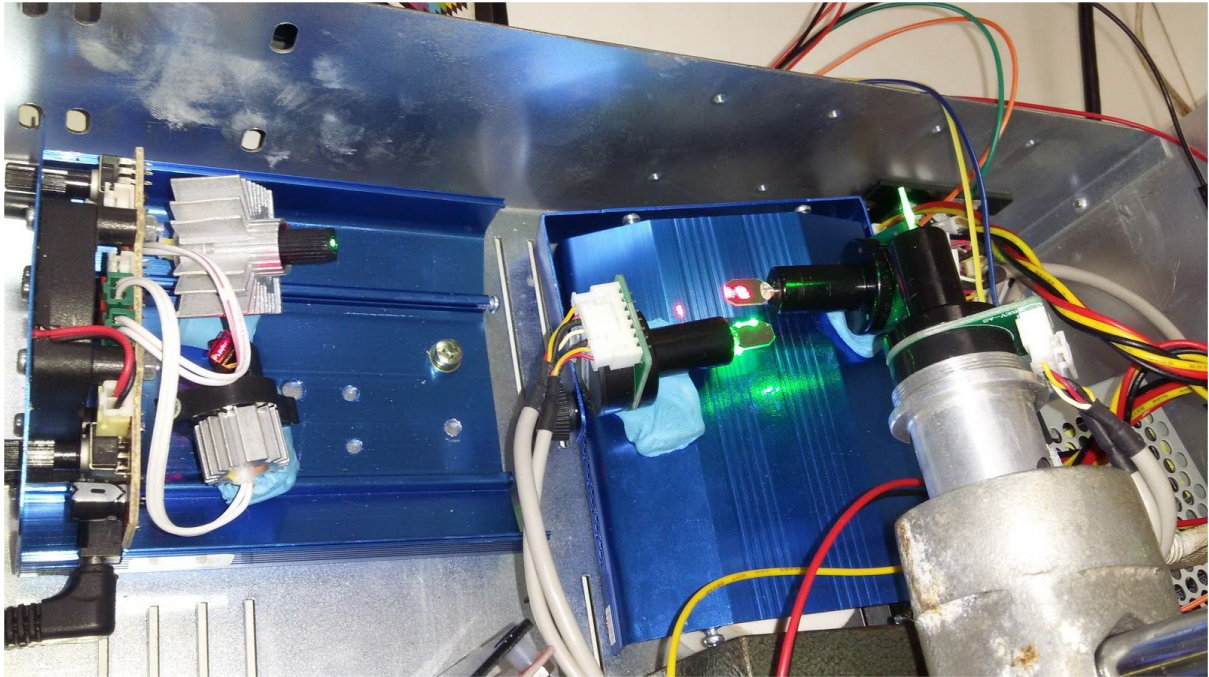
## Visão Frontal



**Figura 8:** Esquema de montagem dos galvos X e Y;



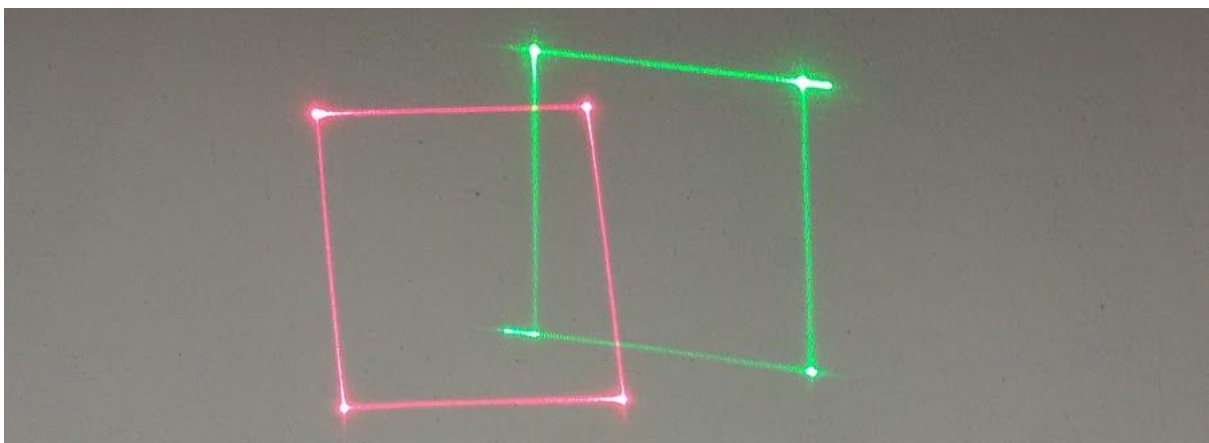
Assim empacotamos tudo dentro de uma caixa metálica com alguns furos que pudemos usar como fixadores do laser e dos drivers e fontes dos galvos. Também usamos uma massa para fixação, veja a Figura 9.



*Figura 9: Montagem final do experimento “Música 3D Bicolor Usando Galvanômetros com Espelhos”*

## **Análise**

Podemos observar pela Figura 10 que a montagem não foi feita de forma adequada, pois mesmo com uma boa fixação o alinhamento entre os galvos há uma clara distorção dos quadrados formados.



*Figura 10: Figura de um quadrado para testes com o experimento*

Outro ponto também que observamos foi que é preciso definir uma distância do anteparo, pois a distância reduz a intensidade que o laser emite melhorando nossa sensação estereoscópica/tridimensional. Nesse ponto foi observada a necessidade descrita acima de rigorosidade no alinhamento dos galvos, pois um ângulo pequeno de desalinhamento gera uma imprecisão muito grande a alguns metros. Outro ponto que notamos em dificuldades no experimento foi a área útil dos espelhos dos galvos, pois impedem um afastamento muito grande entre eles o que dificulta seu posicionamento.

## **Conclusão**

Podemos concluir com o experimento que a estereoscopia não é simples de se trabalhar, pois pequenos detalhes importam. Esses detalhes podem ser desde a intensidade dos feixes laser quanto a qualidade do filtro dos óculos bicolor usados.

Outro ponto que concluímos é que ele se tornou extremamente versátil e abre caminho para exploração de diversas áreas da visão 3D, do processamento de sinais e o incrível poder do arduino. Concluímos que fracassamos na reprodução de imagens 3D, pois a imagem que conseguimos ver possui pouco relevo, porém que pode ser ajustada como já foi feito em sua primeira versão do experimento.

## **Futuros**

Havia sido pensado para o experimento diversos upgrades possíveis, pois usando a placa arduino como um gateway de processamento de sinais podemos instalar diversos sinais de entrada para a placa processar e transformar nos sinais que os galvos farão leitura.

Eu particularmente gostaria de na continuidade do experimentos implementar duas coisas que seriam cruciais para seu desenvolvimento que seriam:

1. Criar um circuito capaz de gerar qualquer tipo de sinal. Claro que com o microcontrolador do arduino UNO isso é facilmente possível, só precisamos de um pouco de estudo e recomendo um experimento semelhante encontrado nas referência 6;
2. O segundo passo que eu gostaria de implementar é o input por entrada P2, que graças novamente ao arduino é muito simples de implementar, basta usar seu INPUTS.

Dentre a continuação acredito que esses seriam os primeiros upgrades a fazer. Porém isso são upgrades, pois há muito a melhorar ainda no experimento como o está atualmente,

principalmente fazê-lo possível a vermos objetos no tridimensionalmente e documentar esses feitos.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao professor Lunazzi por apoiar o uso de ferramentas e equipamentos diferentes e por dar todo o suporte para a realização desse pequeno experimento.

## **Referências**

- [1] Mesquita, Rickson; “Construção de um defletor de laser por alto-falantes”; link: [https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2002/992399rf.pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2002/992399rf.pdf)
- [2] Hashimoto, Marcelo; “Projeção de música 3D com óculos Bicolor”; acessado em 05/2019, link de acesso: [https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2010/MarceloH\\_Lunazzi-RF3.pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2010/MarceloH_Lunazzi-RF3.pdf)
- [3] Oliveira, Rodrigo; “Música 3D bicolor com Lasers de Média potência”; Acessado em 05/2019, link: [https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F609\\_2010\\_sem2/RodrigoY-Lunazzi\\_RF2.pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2010_sem2/RodrigoY-Lunazzi_RF2.pdf)
- [4] Bosquilia, Raoni. Apresentação de estereoscopia, acessado em 05/2019, link: [http://paginapessoal.utfpr.edu.br/raonibosquilia/fotogrametria/3-Estereoscopia.pdf/at\\_download/file](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/raonibosquilia/fotogrametria/3-Estereoscopia.pdf/at_download/file)
- [5] Figura 2, acessado em 05/2019, link: [https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjlvIu32KjjAhWyIrkGHT8XC5OOjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fportuguese.alibaba.com%2Fproduct-detail%2F2016-promotion-red-green-lens-cheap-paper-custom-logo-3d-glasses-60542215639.html&psig=A0vVaw0LRo\\_1hYx1CFKY\\_BSzBEY1&ust=1562791030033098](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjlvIu32KjjAhWyIrkGHT8XC5OOjRx6BAGBEAU&url=https%3A%2F%2Fportuguese.alibaba.com%2Fproduct-detail%2F2016-promotion-red-green-lens-cheap-paper-custom-logo-3d-glasses-60542215639.html&psig=A0vVaw0LRo_1hYx1CFKY_BSzBEY1&ust=1562791030033098)
- [6] Relatório de referência e inspiração para construção do experimento: <https://www.instructables.com/id/Arduino-Laser-Show-With-Real-Galvos/>
- [7] Manual dos galvanômetros, link: [https://drive.google.com/open?id=1mV-z7OvVMDoXr1zt5UFI\\_-qNTfTGif7b](https://drive.google.com/open?id=1mV-z7OvVMDoXr1zt5UFI_-qNTfTGif7b);
- [8] Imagem de um osciloscópio com a mesmo sinal gerado pelo arduino, link: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172004000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172004000200006), acessado em 15/07/2019