



Professor: José Fernando

Projeto Final: Orpheus LH

Harpa a Laser

Rio de Janeiro, 24 de Agosto de 2014

Marcelo Kogut

Matheus M. S. Mendes



Introdução

Uma Harpa a laser é um instrumento musical eletrônico estruturado dentro dos padrões MIDI, sensível a luz, que consiste em vários feixes de laser (contínuos ou intermitentes) a serem interrompidos pelo usuário, que, em analogia ao dedilhado em uma harpa de verdade, precisa mover sua(s) mão(s) sobre os feixes de luz para produzir sons em suas "cordas".

O instrumento foi popularizado pelo compositor e instrumentista francês Jean-Michel Jarre, que o usa em shows desde 1982. As harpas a laser vêm sendo usadas em várias instalações artísticas, como no Lincoln Center em 2000 e no festival "Burning Man" em 2005 e 2012, além de em concertos e shows de luz.



Projeto Orpheus

Fig. 1 Logo

Este projeto é de um instrumento musical, assim como em uma harpa convencional, Orpheus executa esta mesma função. Mas seu propósito, além de testar nossas capacidades técnicas, é de realizar tal função através de feixes de raios laser ao invés de cordas convencionais.

Seu nome remete a mitologia grega, Orfeu ou Orpheu (Ὀρφεύς em grego) foi um músico e poeta lendário que em busca de sua amada, desceu ao mundo inferior e, somente com a música de sua lira, fez Hades chorar lágrimas de ferro e reaver sua amada.

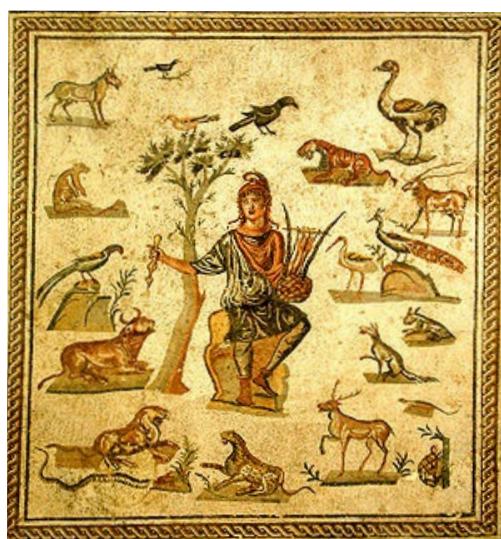


Fig. 2 Orfeu e os animais

Componentes

- Diodo Laser CNI, 450nm (azul royal) 400mW

Laser (cuja sigla em inglês significa Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ou seja, Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação) é um dispositivo que produz radiação eletromagnética com características muito especiais: ela é monocromática (possui comprimento de onda muito bem definido), coerente (todas as ondas dos fótons que compõe o feixe estão em fase) e colimada (propaga-se como um feixe de ondas praticamente paralelas).

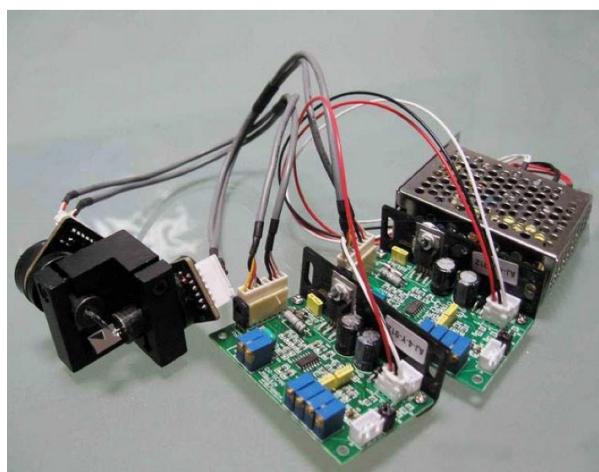
1. CLASSE III/b

Lasers dessa potência poderão causar danos se houver contato direto com a retina. Aplica-se a lasers entre 5 e 500 miliwatts. O dano permanente pode ocorrer em um décimo de segundo ou menos dependendo da potência do laser. Reflexões não são um problema, mas podem causar danos se forem reflexões diretas (como espelhos ou metais). Proteção ocular é recomendada quando um contato direto poderá ocorrer. Lasers dessa categoria também podem atear fogo em alguns objetos e levemente queimar a pele.



- High speed Galvo System AXJ-V20 closed-loop scanner

O galvanômetro é um equipamento electro-mecânico que inicialmente foi concebido para detectar presença de corrente elétrica em medidores antigos. Atualmente ele é muito usado em aplicações industriais para direcionamento de lasers.

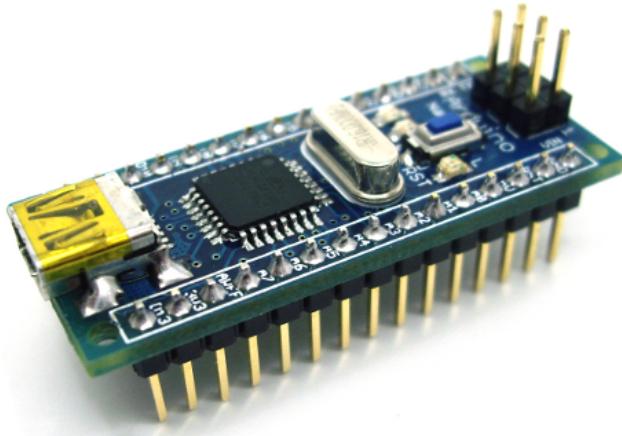


- ◆ System: Closed Loop Moving Magnet Scanner
- ◆ Input resistance: 200K ohms, differential
- ◆ Signal Input voltage: ±5V
- ◆ Input voltage requirements: +15V/1.0A, -15V/0.6A
- ◆ Operating temperature range: 0~50 degrees °C
- ◆ Optical angle: ±30° max
- ◆ Scanner speed: >20Kpps(ILDA test pattern)
- ◆ Mirror dimensions WxL: 7mm*11mm*0.6mm

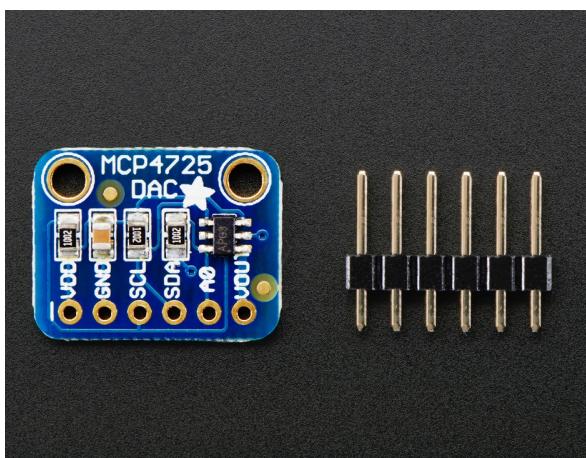
- ATmega328PU

High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller (Avr. 0.2mA)

- Six PWM Channels
- 6-channel 10-bit ADC
- Programmable Serial USART
- Master/Slave SPI Serial Interface
- 2-wire Serial Interface (I2C)
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
- 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
- 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
- Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM



- MCP4725 - 12 bits I2C DAC



The MCP4725 is a low-power, high accuracy, single channel, 12-bit buffered voltage output Digital-to-Analog Convertor (DAC) with non-volatile memory (EEPROM). Its on-board precision output amplifier allows it to achieve rail-to-rail analog output swing.

The resolution is the number of DAC output states that divide the full scale range. For the 12-bit DAC, the resolution is 212 or the DAC code ranges from 0 to 4095.

The MCP4725 has a two-wire I2CTM compatible serial interface for standard (100 kHz), fast (400 kHz), or high speed (3.4 MHz) mode.

The MCP4725 is an ideal DAC device where design simplicity and small footprint is desired.



1. LSB SIZE

(Less Significant Byte ou Bit menos significativo)

One LSB is defined as the ideal voltage difference between two successive codes. (see Equation 4-1). Table 5-1 shows an example of the LSB size over full scale range (VDD).

EQUATION 4-1:

$$LSB_{Ideal} = \frac{V_{REF}}{2^n} = \frac{(V_{Full\ Scale} - V_{Zero\ Scale})}{2^n - 1}$$

Where:

V_{REF} = The reference voltage = V_{DD} in the MCP4725. This V_{REF} is the ideal full scale voltage range

n = The number of digital input bits.
($n = 12$ for MCP4725)

TABLE 5-1: LSB SIZES FOR MCP4725 (EXAMPLE)

Full Scale Range (V_{DD})	LSB Size	Condition
3.0V	0.73 mV	3V / 4096
5.0V	1.22 mV	5V / 4096

When the device is connected to the I²C bus line, the device is working as a slave device. The Master (MCU) can write/read the DAC input register or EEPROM using the I²C interface command. The MCP4725 device address contains four fixed bits (1100 = device code) and three address bits (A2, A1, A0). The A2 and A1 bits are hard-wired during manufacturing, and A0 bit is determined by the logic state of A0 pin. The A0 pin can be connected to VDD or VSS, or actively driven by digital logic levels.

Block Diagram

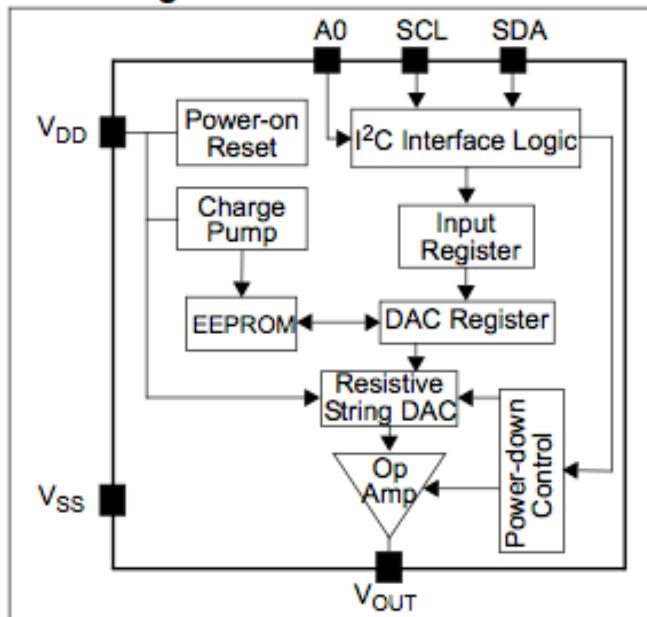


Fig. 3 Diagrama em Blocos do DAC



- 16 x 2 Character LCD - LCD-016M002B

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 or Equivalent)
- + 5V power supply (Also available for + 3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or A.K (LED)
- N.V. optional for + 3V power supply

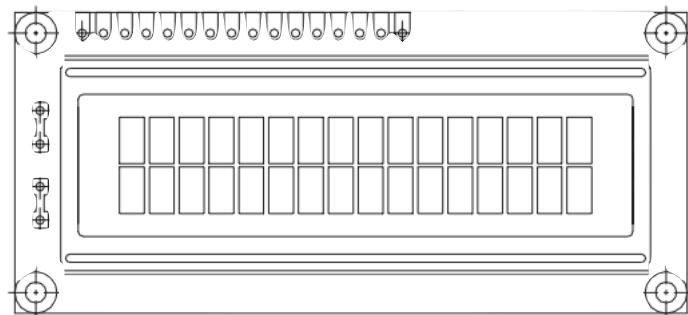


Fig. 4 Painel LCD

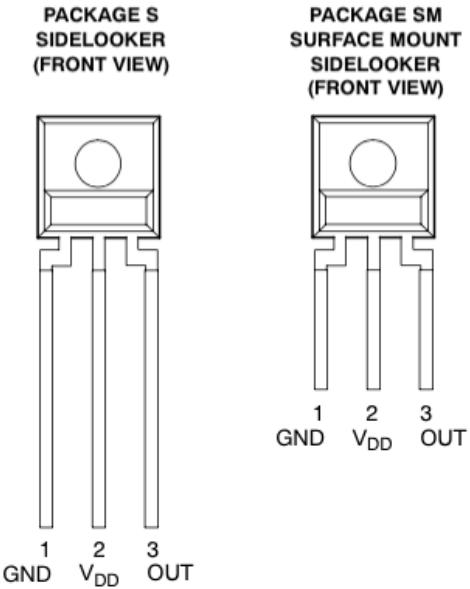
PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	Vss	GND
2	Vdd	+ 3V or + 5V
3	Vo	Contrast Adjustment
4	RS	H/L Register Select Signal
5	R/W	H/L Read/Write Signal
6	E	H → L Enable Signal
7	DB0	H/L Data Bus Line
8	DB1	H/L Data Bus Line
9	DB2	H/L Data Bus Line
10	DB3	H/L Data Bus Line
11	DB4	H/L Data Bus Line
12	DB5	H/L Data Bus Line
13	DB6	H/L Data Bus Line
14	DB7	H/L Data Bus Line
15	A/Vee	+ 4.2V for LED/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for B/L (OV)



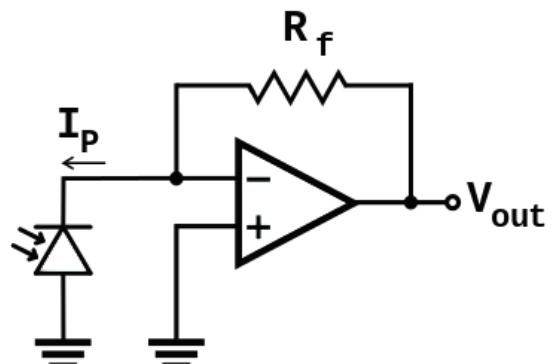
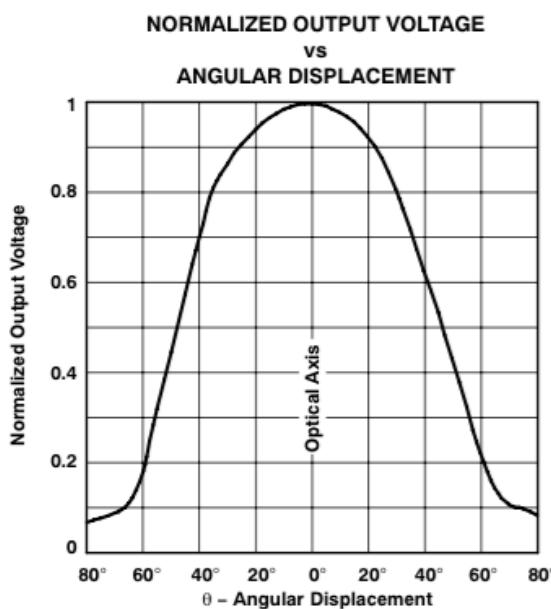


- TSL12S

- Converts Light Intensity to Output Voltage
- Monolithic Silicon IC Containing Photodiode, Transconductance Amplifier, and Feedback Components
- Single-Supply Operation . . . 2.7 V to 5.5 V
- High Irradiance Responsivity . . .
 - Typical 246 mV/(μ W/cm²) at $\lambda_p = 640$ nm (TSL12S)
- Low Supply Current . . . 1.1 mA Typical
- RoHS Compliant (–LF Package Only)



The TSL12S, TSL13S, and TSL14S are cost-optimized, highly integrated light-to-voltage optical sensors, each combining a photodiode and a transimpedance amplifier (feedback resistor = 80 M Ω , 20 M Ω , and 5 M Ω , respectively) on a single monolithic integrated circuit. The photodiode active area is 0.5 mm × 0.5 mm and the sensors respond to light in the range of 320 nm to 1050 nm. Output voltage is linear with light intensity (irradiance) incident on the sensor over a wide dynamic range. These devices are supplied in a 3-lead clear plastic sidelooker package (S). When supplied in the lead (Pb) free package, the device is RoHS compliant.





● LM324 - Single Supply Quad Operational Amplifiers

-Short Circuited Protected Outputs

-True Differential Input Stage

- Single Supply Operation: 3.0 V to 32 V

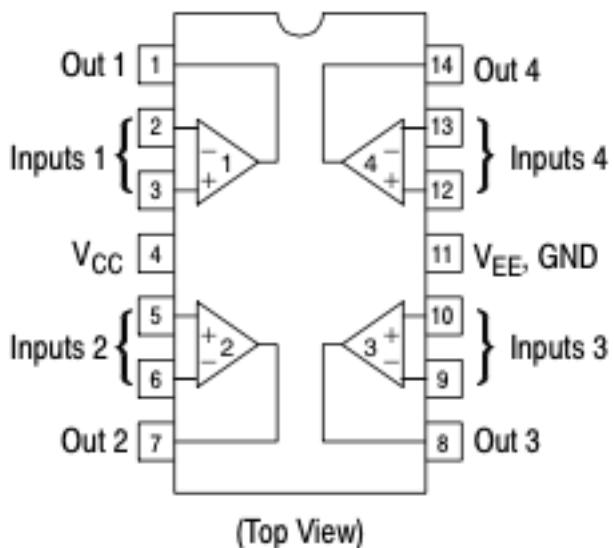
-Low Input Bias Currents: 100 nA Maximum (LM324A)

-Four Amplifiers Per Package

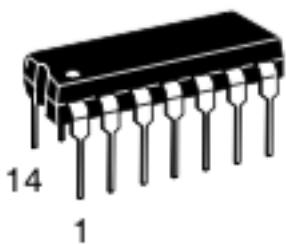
-Internally Compensated

-ESD Clamps on the Inputs Increase Ruggedness
without Affecting Device Operation

PIN CONNECTIONS



The LM324 series are low-cost, quad operational amplifiers with true differential inputs. They have several distinct advantages over standard operational amplifier types in single supply applications. The quad amplifier can operate at supply voltages as low as 3.0 V or as high as 32 V with quiescent currents about one-fifth of those associated with the MC1741 (on a per amplifier basis). The common mode input range includes the negative supply, thereby eliminating the necessity for external biasing components in many applications. The output voltage range also includes the negative power supply voltage.



**PDIP-14
N SUFFIX
CASE 646**

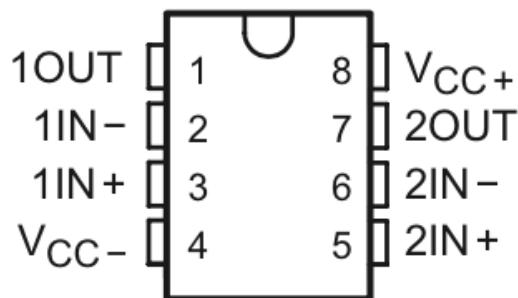




- TL082 - JFET-Input Operational Amplifiers

-Low Power Consumption: 1.4 mA/ch Typ
-Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
-Low Input Bias Current: 30 pA Typ
-Low Input Offset Current: 5 pA Typ
-Output Short-Circuit Protection
-Low Total Harmonic Distortion: 0.003% Typ
-High Input Impedance: JFET Input Stage
-High Slew Rate: 13 V/ μ s Typ

**TL082, TL082A, TL082B
D, JG, P, PS, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)**



The TL08xx JFET-input operational amplifier family is designed to offer a wider selection than any previously developed operational amplifier family. Each of these JFET-input operational amplifiers incorporates well-matched, high-voltage JFET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit. The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset-voltage temperature coefficient. Offset adjustment and external compensation options are available within the TL08x family.



Laser

A ideia de um laser é bem simples: é um tubo que concentra a luz várias vezes até soltá-la em um poderoso feixe. Mas como isso acontece?

Os lasers começam com uma luz bem fraca e vai adicionando cada vez mais energia para que as ondas de luz possam sair mais concentradas. A luz branca de uma lanterna contém vários raios de luz em diferentes comprimentos de onda que está fora de sincronia com os demais feixes de luz (sendo assim, chamados de incoerentes). No entanto, em um laser, os raios possuem o mesmo comprimento de onda em sincronia com os outros (portanto, chamados de coerentes) e é isso que faz o laser ser tão potente, pois concentra uma grande quantidade de energia.

Funcionamento:

Um laser é basicamente uma máquina que faz com que uma grande quantidade de átomos soltem muitos fótons (partícula da luz) de uma vez só, fazendo com que formem um feixe de luz concentrado.

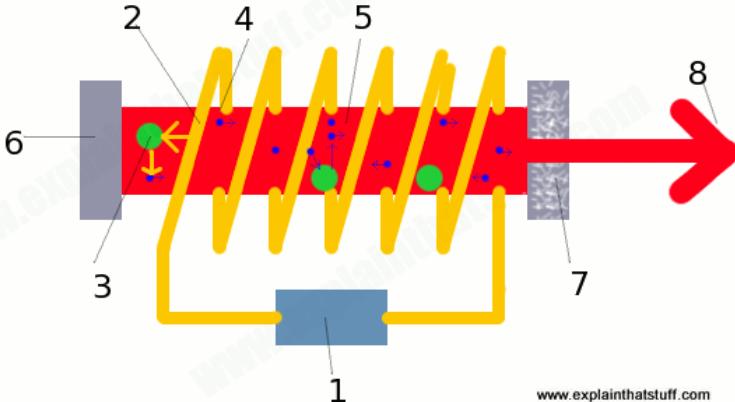


Fig. 5 Laser

A figura representa o design interno de um laser: a parte vermelha é um cristal feito de rubi e a amarela é um tubo de luz.

O processo da produção do laser é descrito da seguinte forma (seguindo a imagem acima):

- 1 – Uma alta tensão é fornecida, fazendo com que o tubo acenda e apague;
- 2 – Toda vez que o tubo pisca, ele fornece energia para o cristal de rubi em forma de fótons;
- 3 – Os átomos do cristal (em verde) absorve esta energia, fazendo com que os elétrons saltem de uma camada da mais baixa para uma mais alta. Isso faz com que o átomo fique excitado, mas, ao mesmo tempo, instável e, por isso, se mantém nesse estado por apenas alguns milissegundos.

Quando o elétron volta para sua camada original, ele libera a energia que recebeu no início na forma de um novo fóton (em azul). Este processo é chamado de emissão espontânea;



4 – Os fótons liberados pelos átomos ficam soltos no cristal viajando na velocidade da luz;

5 – Em alguns momentos, um dos fótons atingem um átomo que já estava excitado e isso faz com este libere mais dois fótons ao invés de um. Isso se chama emissão estimulada. Agora, um fóton produziu dois, então a luz foi amplificada (aumentou a energia). Por isso o nome LASER, pois a luz foi amplificada por causa da emissão estimulada (Light Amplification Stimulated Emission Radiation);

6 – Um espelho na base do laser faz com que os fótons fiquem rebatendo dentro do cristal;

7 – Um espelho parcial é posto na saída do laser para que para que uns fótons continuem dentro do cristal e outros escapem;

8 – Por fim, os fótons que escaparam formam o feixe de luz concentrado e potente.

Aplicações:

O que antes era visto em apenas filmes de ficção científica, agora está sendo aplicado ao mundo real, os lasers têm se mostrado uma das maiores invenções já feitas pelo homem, pois pode ser aplicado tanto em máquinas cotidianas, como um leitor de código de barras; em armazenamento de informações, como no laser que lê e grava músicas, vídeos e textos em CD's ; em sistemas de defesa, para guiar mísseis; em sistemas de saúde, para fazer cirurgias que requerem precisão; como também em redes de telecomunicação, nas fibras ópticas de linhas telefônicas ou de internet;

● Classes dos Lasers

Classe I/1 - É perfeitamente segura, normalmente porque a luz é contida internamente em um dispositivo ou porque a potência é muito baixa (0.1 miliwatts)

Classe II/2 - O reflexo do olho humano (aversão) previne dano ocular, a não ser que a pessoa deliberadamente olhe para o feixe por um período prolongado. Essa classe apenas inclui para lasers que emitem luz visível (até 1 miliwatt).

Classe IIa/2a - A região logo no início da classe II, onde o laser precisa de pelo menos 1000 segundos contínuos para causar algum dano permanente à retina.

Classe IIIa/3a - Lasers dessa classe são em sua maioria perigosos em combinação com instrumentos ópticos que podem mudar o diâmetro ou a densidade de potência. A potência de saída não excede 5 miliwatts. A densidade não excede 2,5 miliwatts por centímetro quadrado.

Classe IIIb/3b - Lasers dessa potência poderão causar danos se houver contato direto com a retina. Aplica-se a lasers entre 5 e 500 miliwatts. O dano permanente pode ocorrer em um décimo de segundo ou menos dependendo da potência do laser. Reflexões não são um problema, mas podem causar danos se forem reflexões diretas (como espelhos ou metais altamente polidos/reflexivos). Proteção ocular é recomendada quando um contato direto poderá ocorrer. Lasers no final dessa categoria (logo antes da Classe IV) também podem atear fogo em alguns objetos e levemente queimar a pele.

Classe IV/4 - Lasers classe 4 (mais de 500 miliwatts) podem causar queimaduras na pele e danos permanentes severos ao olho sem o uso de lentes ou equipamento óptico extra. Reflexões difusas também podem causar tais danos à pele e aos olhos. A maioria dos lasers militares, industriais, científicos e médicos estão nessa categoria.

MIDI

O MIDI (Musical Instrument Digital Interface) é um protocolo que nasceu a partir de uma necessidade dos músicos de controlar vários equipamentos com seus comandos e fazer layers com vários sons entre eles. O MIDI é amplamente usado por várias indústrias e possibilita que instrumentos musicais eletrônicos, computadores, sintetizadores e placas de som se comuniquem, se sincronizem e controlem uns aos outros.

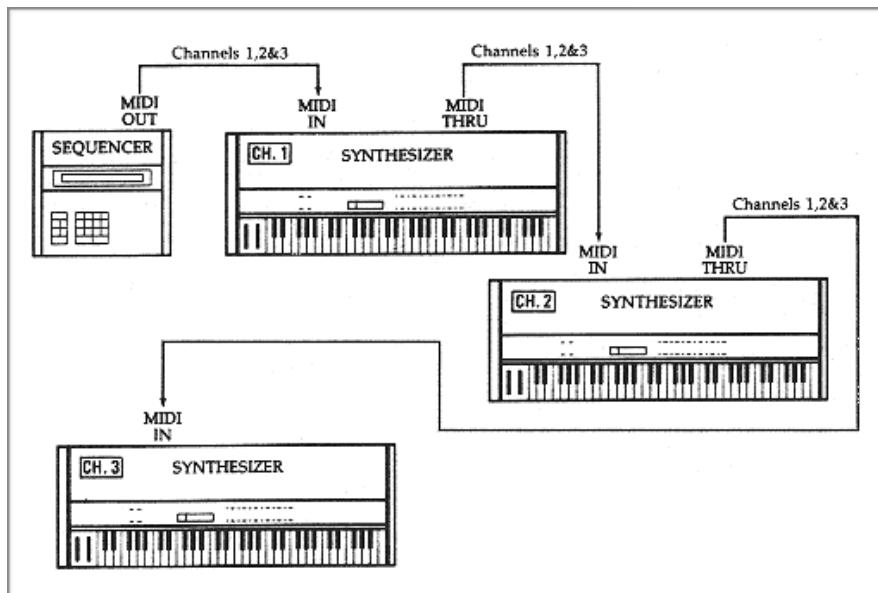


Fig. 6 Diagrama MIDI

Ao invés de transmitir sinais de áudio ou mídia, o protocolo MIDI transmite mensagens sinais que determinam a intensidade das notas que devem ser tocadas, sinais de controle para parâmetros como o volume e sinais de clock para determinar o tempo da música. Por isso, pode ser considerado como se fosse um sistema de partitura que é lido pelos dispositivos eletrônicos.

O padrão MIDI usa a moderna tecnologia digital, codificando as informações em dados binários (bits) que são transferidos por meio de uma linha física (cabo MIDI) de um equipamento para outro, a cada palavra que descreve uma ação musical é atribuído um código binário.



Fig. 7 Cabo MIDI-USB

Ao tocar uma nota, o MIDI manda uma sequência de mensagens correspondendo a tecla pressionada e liberada: ao pressionar uma tecla, o MIDI envia uma mensagem de Note-On e atribui uma certa velocidade, que determina a intensidade na qual a nota irá tocar; se o usuário modificar a pressão aplicada na tecla o MIDI envia mais uma mensagem chamada de aftertouch; ao soltar a tecla, o MIDI percebe que o som deve parar e manda um sinal de Note-off.

Dois tipos de mensagens estão associadas ao MIDI: a mensagem de canal e a mensagem de sistema. A mensagem de canal contém o número do canal (instrumento ou patch), os atributos e os seus eventos, como por exemplo a ativação da nota e a sua desativação. A mensagem de sistema é conduzida a todos os equipamentos interligados, independentemente do canal ou instrumento a que estão associados.

O MIDI possui valores que vão de 0 a 255 e como ele manda sinais digitais, ou seja, 0 e 1, certos espaços são reservados para determinadas ações. O bit mais significativo indica se o sinal enviado será um data byte ou um byte de comando. Se o bit for 0, o byte será um data byte, se for 1, será um byte de comando.

Alguns comandos do MIDI:

0x80	Note Off	0x90	Note On	0xA0	Aftertouch
0xB0	Continuous controller	0xC0	Patch change	0xD0	Channel Pressure

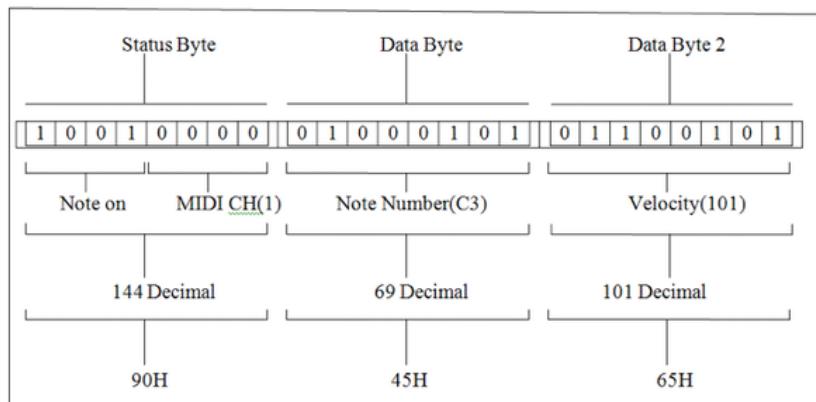


Fig. 8 Estrutura do código MIDI

Introdução

Nossa Harpa é do modelo denominado “Frameless”, isso consiste em dizer que não temos uma estrutura com sensores e diversos ponteiros laser alinhados uns com os outros, como por exemplo:

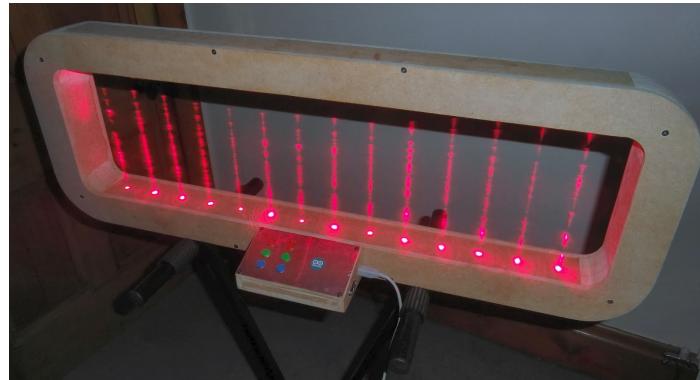


Fig.9 Framed Laser Harp

Ao contrário optamos por montar uma Harpa em uma configuração de loop aberto, ou seja, sem diversos módulos laser e vários sensores. Estamos usando somente um ponteiro laser e um foto-diodo, TSL12S , como sensor. Esta configuração, “Frameless”, dificulta projetar e montar a Harpa, entretanto, ela é mais portátil, dinâmica e interessante, tendo assim ganho nosso preferência em detrimento da outra, “Framed”.



Fig.10 Frameless Laser Harp

Multiplexação dos raios

Em ordem a criar a ilusão de termos vários raios contínuos, utilizando somente uma única fonte luminosa, usamos um galvanômetro como um scanner, sua função consiste em rotacionar o espelho acoplado ao seu eixo de um ângulo Θ especificado. O diodo laser está com seu feixe direcionado para o centro desse espelho, criando assim, com o variar do ângulo Θ e a modulação do estado lógico do laser, a impressão de que existam diversos raios.

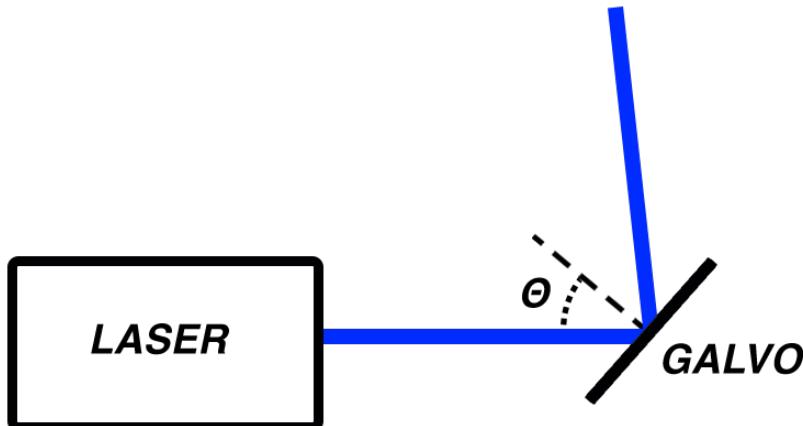


Fig.11 Posicionamento Laser/Galvo

O comutar do estado lógico do laser e do ângulo Θ do espelho se da na seguinte ordem:

O micro-controlador ATmega328PU é responsável por mandar as palavras binárias para o DAC, onde são convertidas para níveis de tensão analógico de 0-5V e posteriormente vão para a parte do circuito responsável por balancear a linha (Fig.12), para então poder ser enviada ao Driver do Galvo, que por final vai ser convertida em movimento angular do espelho, mudando assim os ângulos de incidência e reflexão do raio laser e consequentemente sua posição.

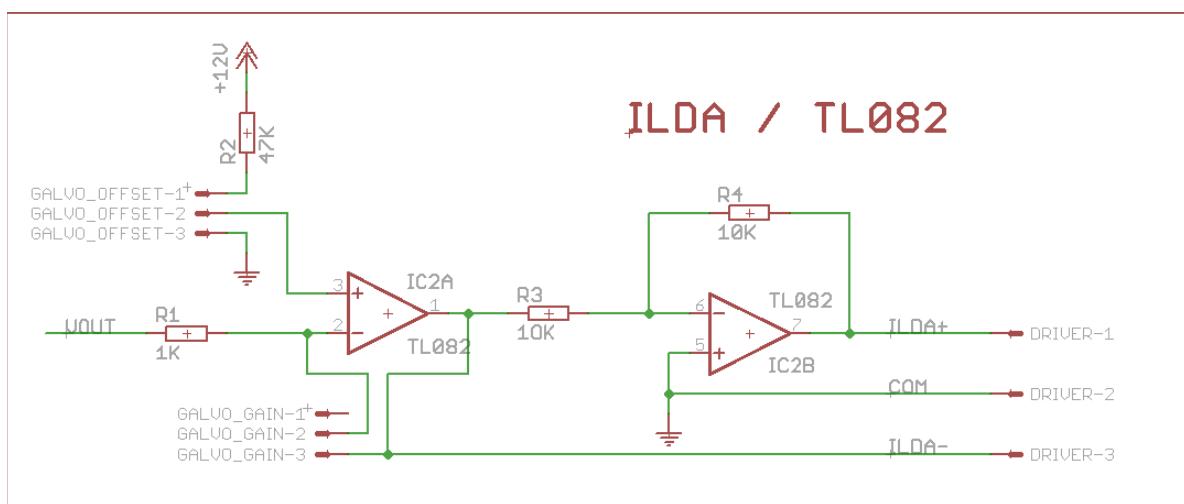


Fig.12 Balanceador de linha

A forma de onda da qual precisamos consiste em uma onda triangular escalonada em N níveis de tensão correspondente ao número N de divisões do raio único inicial, como mostra a figura abaixo:

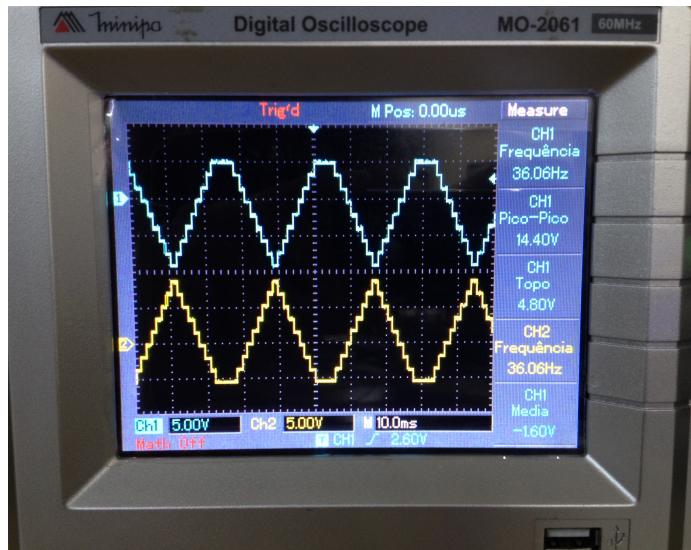


Fig.13 Azul - modulação do laser / Amarelo - transições do galvo

O código é feito para que em um pequeno intervalo de tempo tudo funcione de uma forma harmônica. Sendo o período de um nível de tensão qualquer chamado de t1 e seu sucessor de t2.

No período t1 está compreendido, em ordem os seguintes eventos:

- Ligar o Laser
- Delay
- Checar o sensor
- Enviar nota MIDI, se interrompido
- Desligar o Laser
- Mover o Galvo de posição
- Delay

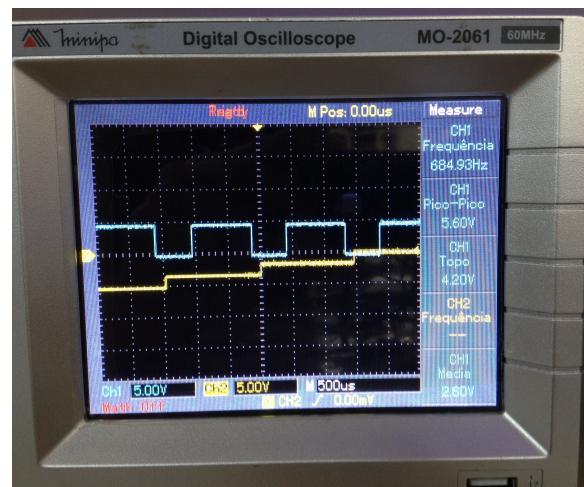


Fig.14 Azul - modulação do laser / Amarelo - transições do galvo

Como visto na figura acima (Fig. 5), quando a harpa é ligada, o laser acende (em azul), atingindo o espelho do galvo, que fica em movimento (em amarelo), e dá a impressão de vários feixes.

Sensor

O sensor foi posto dentro de uma caixa de metal de antimônio para que não sofresse interferência da luz externa e pequenos buracos foram cortados em uma das faces para que os sensores tivessem acesso aos raios refletidos.

Os sensores, para funcionarem da melhor forma possível, necessitam que o ângulo de incidência seja o mais próximo de zero possível, com isso, acoplada à caixa, um suporte de alumínio foi posto para que a angulação pudesse ser modificada, dependendo do quanto distante a caixa ficar dos feixes de luz.



Fig.15 Sensor

Quando uma pessoa põe a mão em um dos feixes de luz, o raio refletido incide nos sensores e, por causa da sua angulação, ele percebe que há um sinal na entrada e manda o sinal para a placa e o arduino compara em seu código qual nota deveria ser tocada e manda um código para enviar para o MIDI.

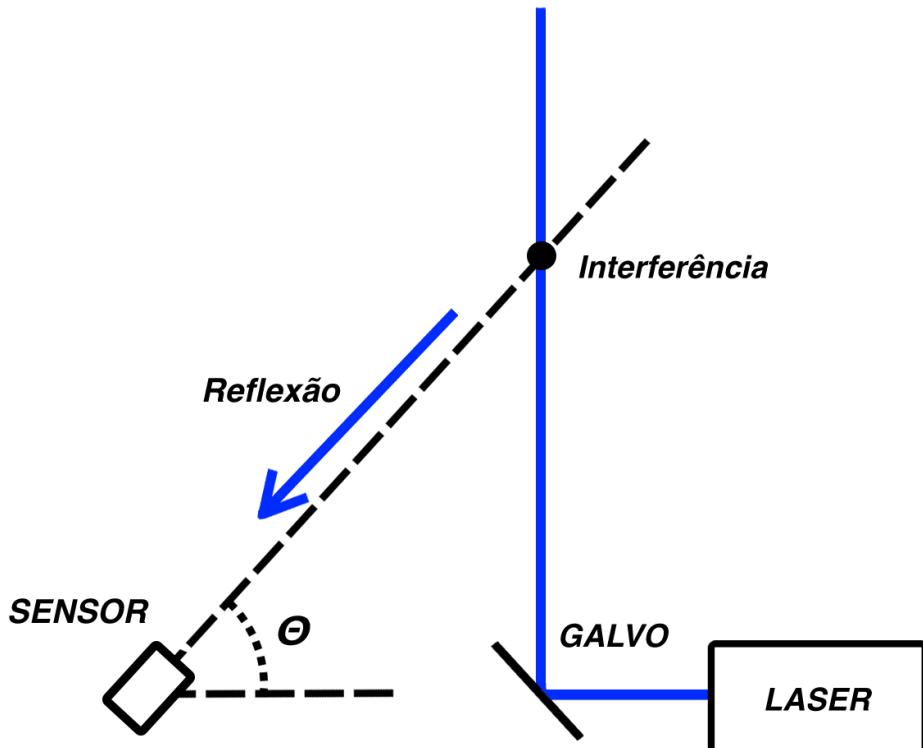


Fig.16 Esquema de funcionamento do motor



Código

```
#include <Wire.h>

#include <avr/pgmspace.h>

#include <Adafruit_MCP4725.h>

Adafruit_MCP4725 dac;

uint16_t m = 0;

//laserPinPinPin wire: White goes to Digital Pin 8, Blue goes to ground.

const int laserPin = 12;

const int mchannel = 0x90;

const int sensorPin = 2;

const int ledPin = 13;

int sensorState;

void noteOn(int cmd, int pitch, int velocity)

{ Serial.write(cmd);

  Serial.write(pitch);

  Serial.write(velocity);}

int notesonoff[9] = { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }; // note status. Keeps track if the note is on or off

//Note position 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 26 27 28 29 30

int note[60] = { 95, 95, 95, 95, 95, 95, 95, 95 , 666 , 57, 60, 62, 64, 65, 67, 69, 71, 72 , 666, 36, 41,
48, 53, 60, 65, 72, 77, 84 , 666 };

//Note layout bank0 B6 B6 B6 B6 B6 B6 B6 B6 bank1 A3 C4 D4 E4 F4 G4 A4 B4 C5 bank2
C2 F2 C3 F3 C4 F4 C5 F5 C6

int notebank = 10; // set initial note bank to center bank1

int playnote = 0;

/* For a faster responde of the Arduino values are
stored at the Program memory */
```



```
int galvo_Position[18] =  
{ // DAC can only outputs 0 to 4095 analog values (12bits)  
    0, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000,  
    3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000, 500, 0} ;  
  
void setup()  
{    pinMode(laserPin, OUTPUT); // laserPinPinPin White pin  
    digitalWrite(laserPin, LOW);  
    dac.begin(0x62);  
    pinMode( sensorPin, INPUT );  
    pinMode(ledPin, OUTPUT);  
    Serial.begin(31250); }  
  
void loop()  
{    digitalWrite(laserPin, LOW);  
    dac.setVoltage(galvo_Position[m], false);  
    delayMicroseconds(390);  
    digitalWrite(laserPin, HIGH);  
    delayMicroseconds(900);  
    m++ ;  
    if (m > 19)  
    {m = 1;}  
    // *** Detection ***  
    sensorState = digitalRead(sensorPin);  
    // *** Detection Evaluation ***  
    // m interupted  
    if (sensorState == HIGH)  
    { if (notesonoff[m] == 0) // note status was off  
        { digitalWrite(ledPin, HIGH); // m interupt indicator
```



```
playnote = note[m + notebank]; //+ (12*octave)

noteOn(mchannel, playnote, 0x7F);

notesonoff[m] = 1; // sets note status to on }

}

// m not interupted

if (sensorState == LOW)

{ if (notesonoff[m] == 1) // note status was on

{ digitalWrite(ledPin, LOW); // m interupt indicator

playnote = note[m + notebank]; //+ (12*octave)

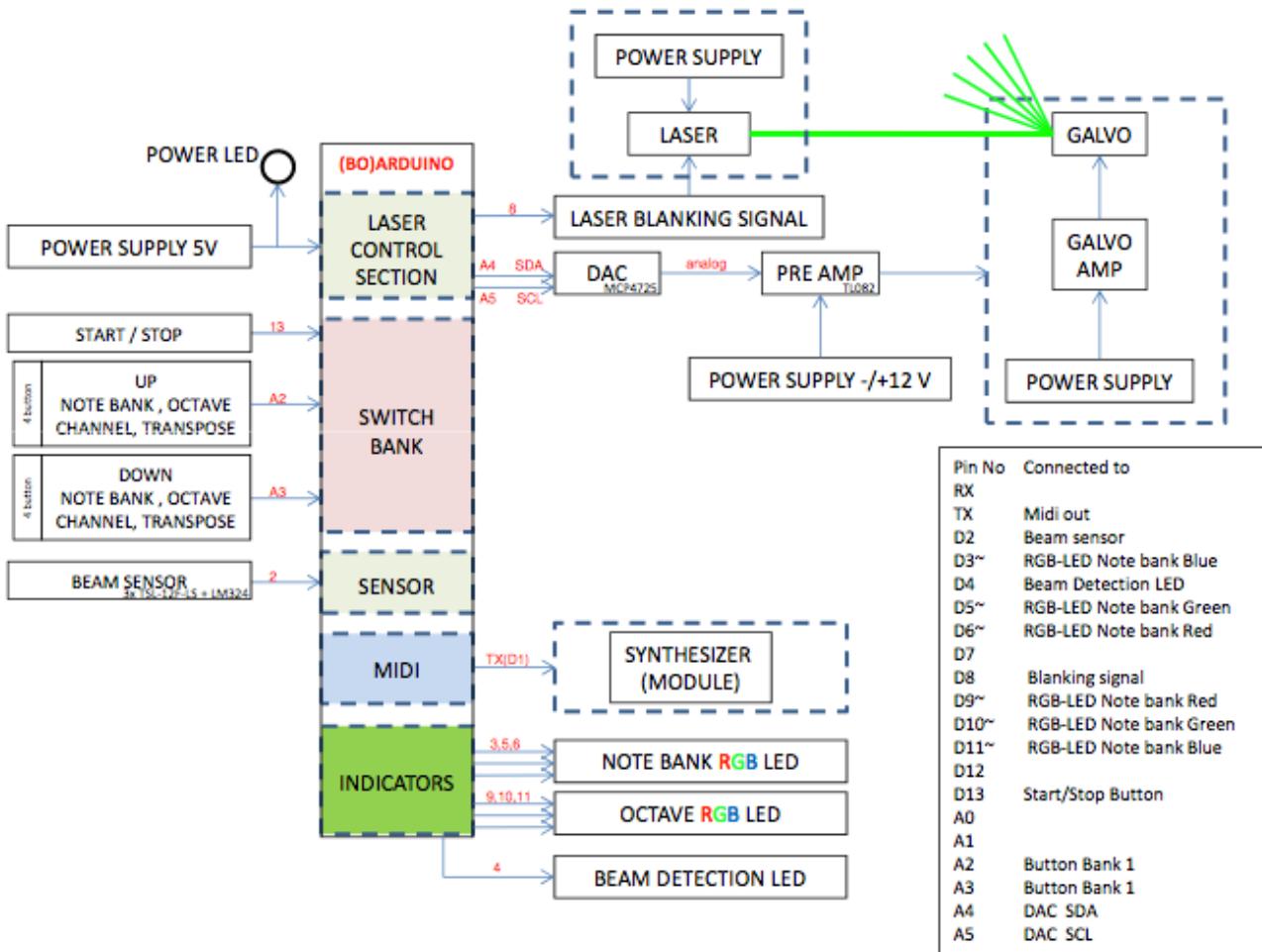
noteOn(mchannel, playnote, 0x00);

notesonoff[m] = 0; // sets note status to on}

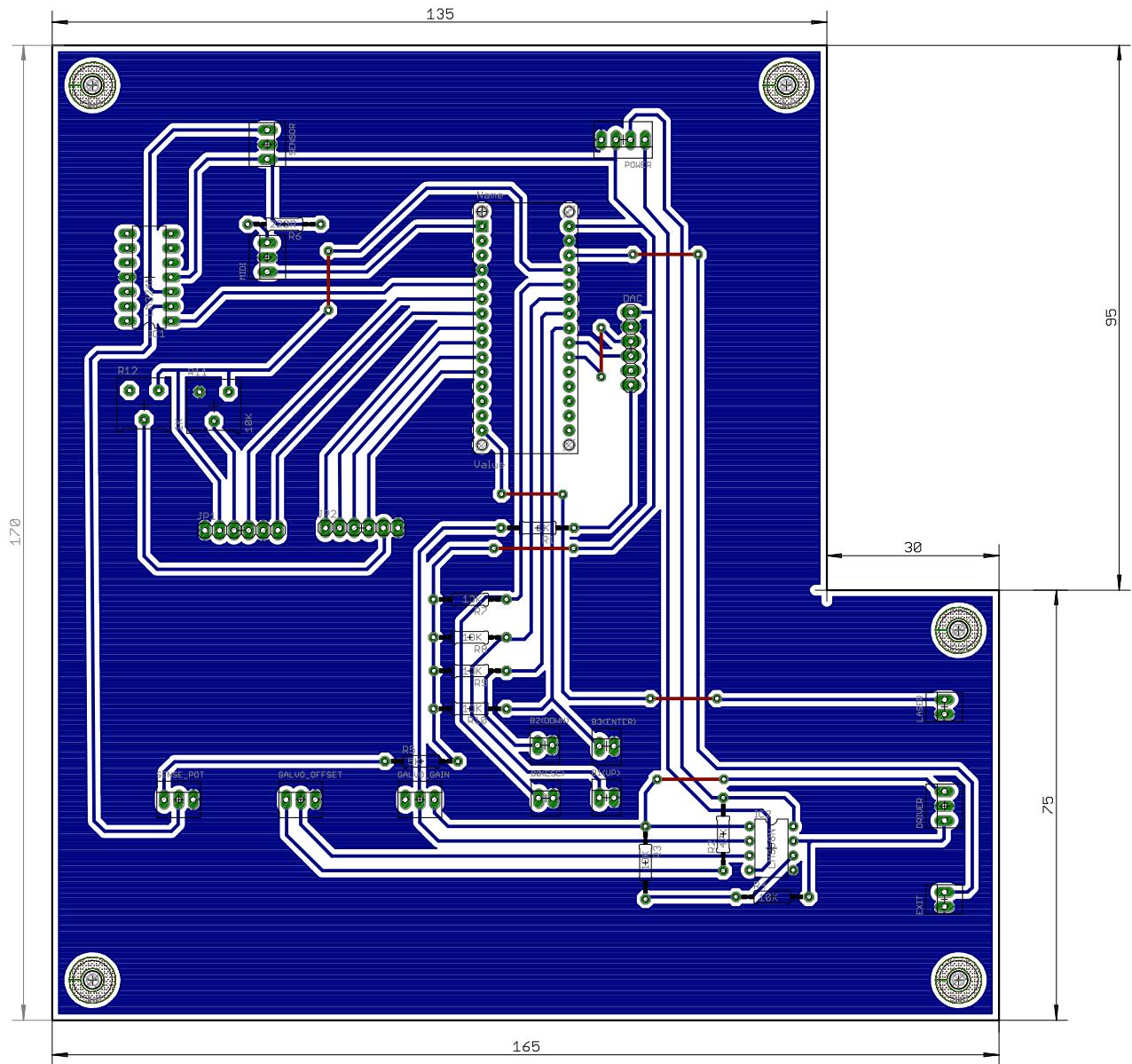
}

}
```

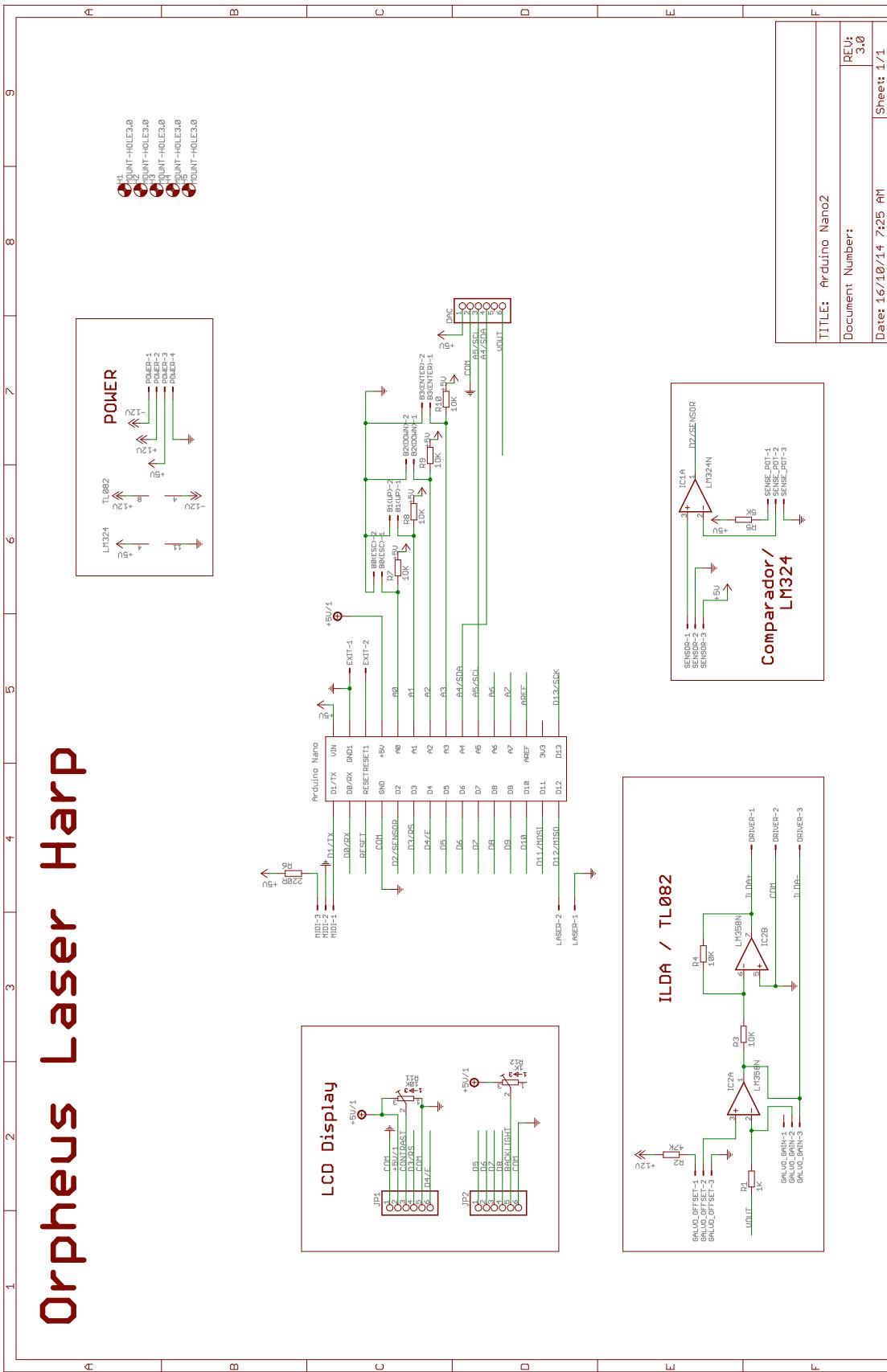
Diagrama em Blocos



Board & Schematic



Orpheus Laser Harp





Orçamento

-140 USD galvanômetro 20Kpps	-R\$24 DIN 5 MIDI + frete
-19€ laser harp plans	-R\$40 MIDI/USB + frete
-8 USD DAC	-86 USD Mouser + frete
-R\$76 componentes + ATmega328PU	-R\$134 Imposto
-R\$414 Blue laser 450nm + frete	-R\$35 Conectores + Cabo 3 Vias
-R\$30 laser antigo + frete	-R\$35 Conectores
-R\$51 Foto-Diodo + frete	-R\$6 Cabo 5 Vias
-R\$38 TL082 / OP37GPZ + frete	-R\$10 con-tact
-R\$30 OP37 x4	-R\$40 Arduino nano
-R\$100 Maleta	-R\$42 locomoção
-R\$14 Componentes	
-R\$10 Luva Branca	

Total: R\$1.740

Cronograma

Fevereiro - Escolha do Projeto Principal e Alternativo + Compra de matérias para o projeto principal

Março - Compra de matérias para o projeto principal

Abril – Troca de projeto para o alternativo + Compra de materiais para o projeto alternativo

Maio – Confecção do Projeto alternativo utilizando motor de passo + Compra de materiais

Junho - Confecção do projeto utilizando galvanômetro + Compra de matérias

21/06 Chegada do Laser

Julho – 2/07 Confecção do circuito do sensor

7/07 Compra da maleta e componentes

12/07 Chegada do Conversor Digital Analógico

18/07 Confecção da programação do galvanômetro e do circuito do conversor digital analógico



Agosto - 06/08 Melhoramento do Sensor

13/08 Melhoramento do Sensor

20/08 Confecção da placa do sensor

27/08 Melhoramento do sensor

Setembro - 03/09 Confecção do filtro e amplificador para o sensor

08/09 Compra de tinta foto-sensível

10/09 Chegada dos novos Sensores

15/09 Confecção do circuito para o sensor

24/09 Ida ao Centro para compra de conectores e componentes

25/09 Confecção da caixa para suporte do sensor

30/09 Confecção do suporte para o LCD e os botões

Outubro - 14/10 Teste do LCD

16/10 Confecção da placa do projeto

17/10 Confecção do banner

18/10 Montagem da Maleta unindo todos os componentes e códigos

19/10 Apresentação do projeto na Semana de Ciência e Tecnologia