



BLUE EYES SYSTEMS

**SingleDAQ**



Colocar o sumário aqui



## **Apresentação**

O projeto Single DAQ partiu da ideia de facilitar o acesso à pequenas empresas à utilização de um sistema de aquisição de dados, com baixo custo, diferente dos equipamentos normalmente utilizados, que possuem alto valor de mercado.

## 1. Funcionamento

### 1.1. Descrição

O SingleDAQ é um a um aqisitor de sinais de tensão. Seu funcionamento é baseado em uma programação com o microcontrolador STM32L4R9116; um circuito; e uma interface de comunicação com o usuário, utilizando o LabView.

### 1.2. STMCubeIDE

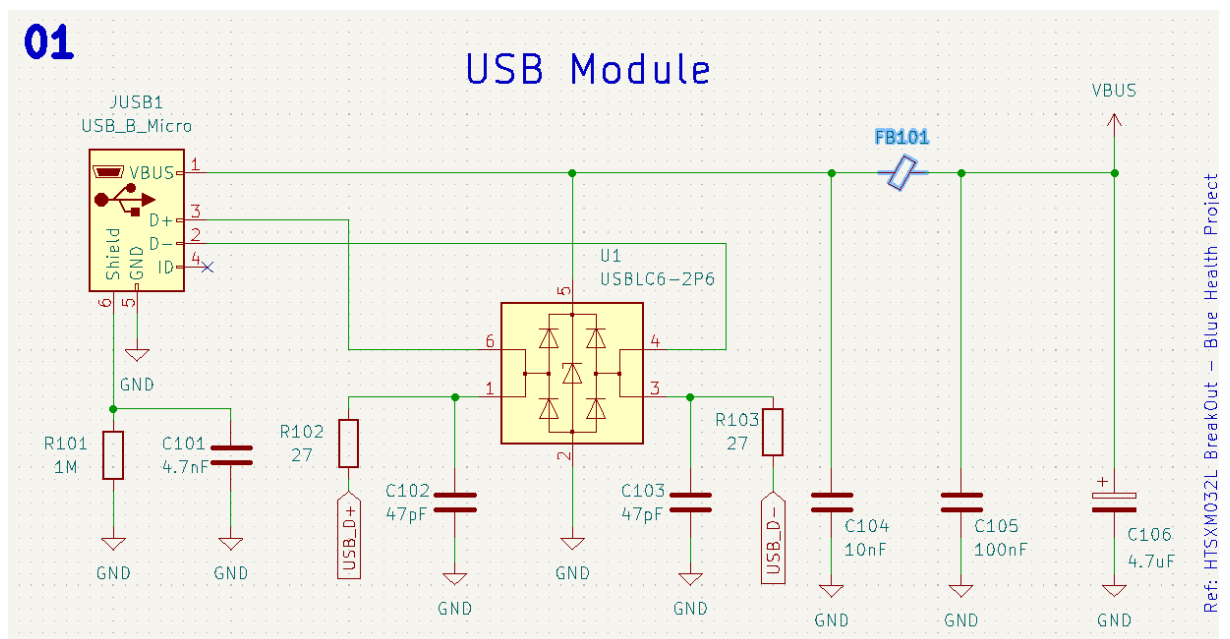
### 1.3. Programa em linguagem C

### 1.4. Circuito

O circuito pode ser dividido em três partes, sendo elas: entrada USB e alimentação, microcontrolador e aquisição de dados.

#### 1.4.1. Entrada USB e alimentação

*Figura 1.*



*Fonte: singledaq.kicad\_sch*

A entrada USB é composta por um módulo USB\_b\_Micro, que possui 6 canais, sendo eles:

- VBUS – alimenta o circuito com 5 V;
- D+ – canal de dados positivos;
- D- – canal de dados negativos;
- ID – canal identificador de dispositivos;
- GND – canal referente ao terra;
- Shield – protege os sinais transmitidos pelos pinos D+ e D- de interferências eletromagnéticas externas.

O módulo USB é seguido pelo dispositivo USBLC6, que possui 6 canais de proteção independente que oferecem uma proteção eficaz contra surtos de tensão de até  $\pm 15$  kV (descarga de contato) e  $\pm 25$  kV (descarga de ar). Ele é capaz de proteger os dados em ambas as direções, para cima e para baixo, e é compatível com a especificação USB 2.0 de alta velocidade (40 Mbps) e com a norma IEC 61000-4-2 para testes de compatibilidade eletromagnética (EMC). O USBLC6 é um componente de proteção passiva e não requer alimentação externa para operação. Ele pode ser utilizado em diversas aplicações que exigem proteção de linha de dados USB.

- Canal 1 – Protege a linha de dados D+ do sinal USB contra sobretensão e surtos de tensão eletroestática (ESD);
- Canal 2 – Protege a linha do terra (GND) do sinal USB contra surtos de tensão eletroestática (ESD);
- Canal 3 – Protege uma linha de dados adicional, como as linhas de dados em dispositivos de alta velocidade que utilizam a tecnologia ULPI (USB Low Pin Interface), contra sobretensão e surtos de tensão eletroestática (ESD);
- Canal 4 – Protege a linha de dados D- do sinal USB contra sobre tensão e surtos de tensão eletroestática (ESD);
- Canal 5 – Protege a linha de alimentação VBUS (5V) do sinal USB contra sobretensão e surtos de tensão eletroestática (ESD);

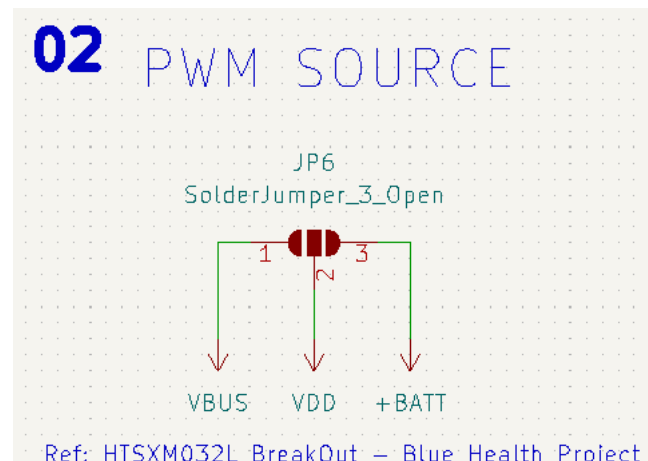
- Canal 6 – Protege uma linha de dados adicional, como a linha D+ em dispositivos USB 2.0, contra sobretensão e surtos de tensão eletroestática (ESD).

e 16 KB de memória EEPROM. Além disso, possui uma variedade de periféricos integrados, incluindo interfaces de comunicação como UART, I2C, SPI, USB e CAN, além de conversores analógico-digital e digital-analógico de alta resolução e múltiplos timers PWM.

#### 1.4.2.1. Alimentação do Microcontrolador

A alimentação do microcontrolador pode partir de dois pontos, sendo VBUS ou +VBAT:

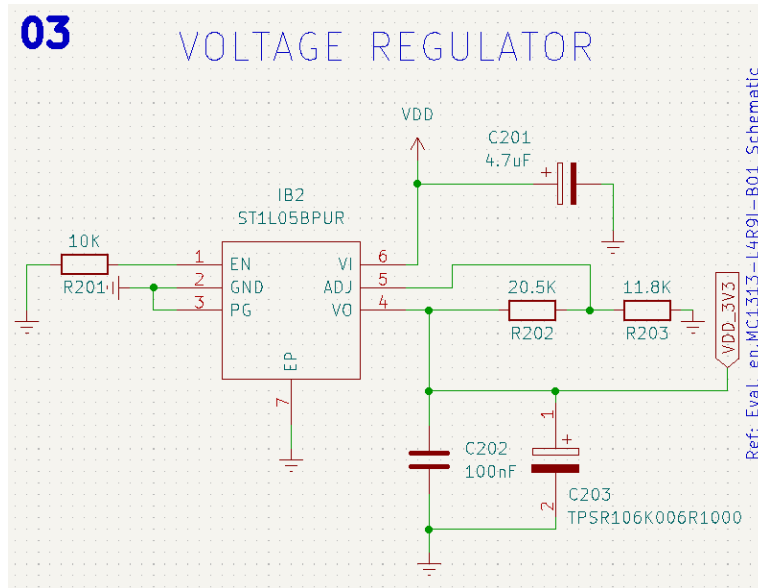
**Figura 3.**



**Fonte:** *singledaq.kicad\_sch*

O PWM Source, possui duas entradas de alimentação, sendo o VBUS (quando é alimentado pelo USB) e +BATT (quando não houver a alimentação via USB e sim via bateria). Independente de qual alimentação, a saída será o VDD, que será o total da alimentação, ou seja, 5V.

**Figura 4.**

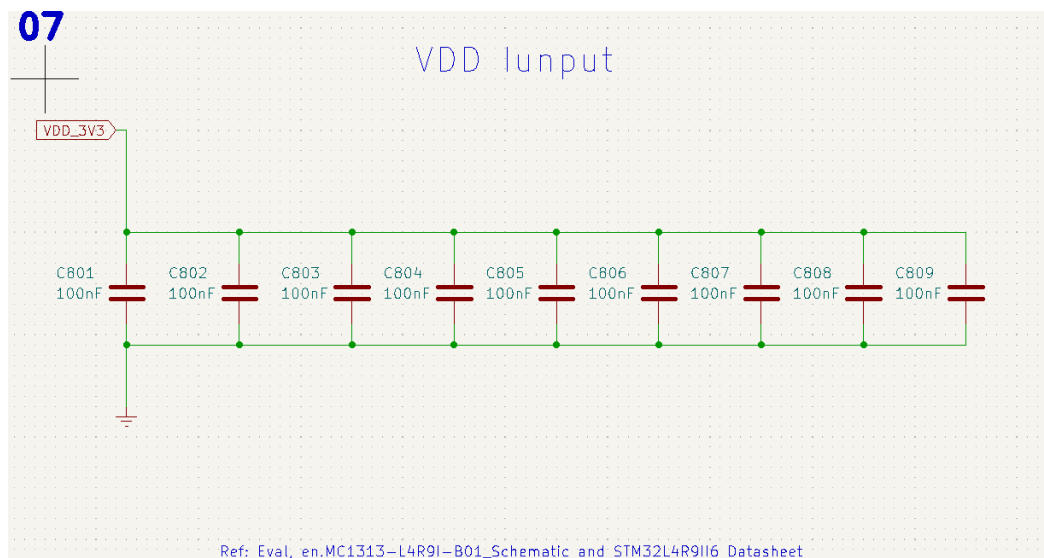


**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

A alimentação VDD de 5V é direcionada ao regulador de tensão linear ST1L05, fabricado pela STMicroelectronics que, com a definição dos resistores, deve obter uma saída de 3V3. Uma observação: um dos capacitores na saída do ST1L05, é o TPSR106K006R1000, da série de capacitores eletrolíticos de tântalo da TPS, produzido pela empresa AVX. Possui capacitância nominal de 10 uF, tolerância de  $\pm 10\%$ , tensão nominal de 6,3V. Assim como o capacitor de 4.7uF e o 100nF (C202), ele está sendo utilizado para filtragem de ruído.

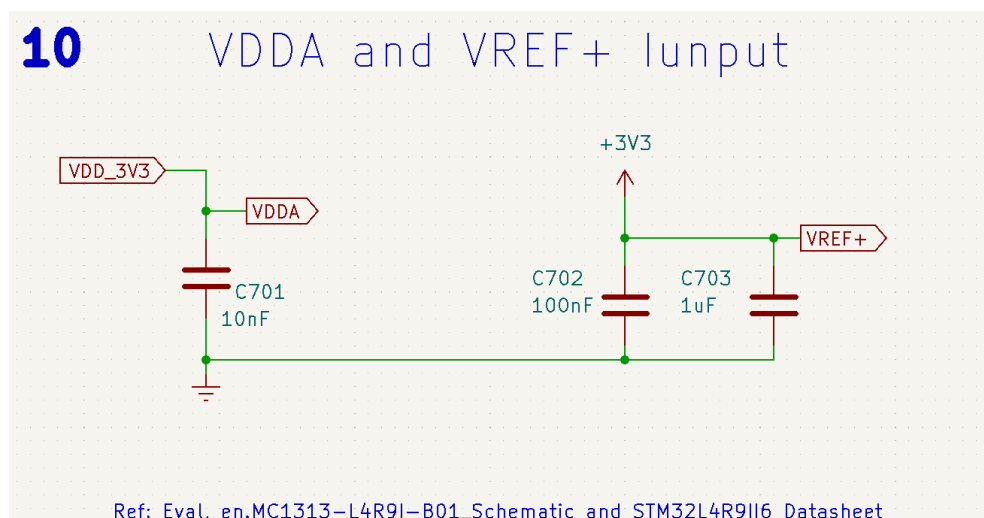


Figura 5.



Fonte: singledaq.kicad\_sch

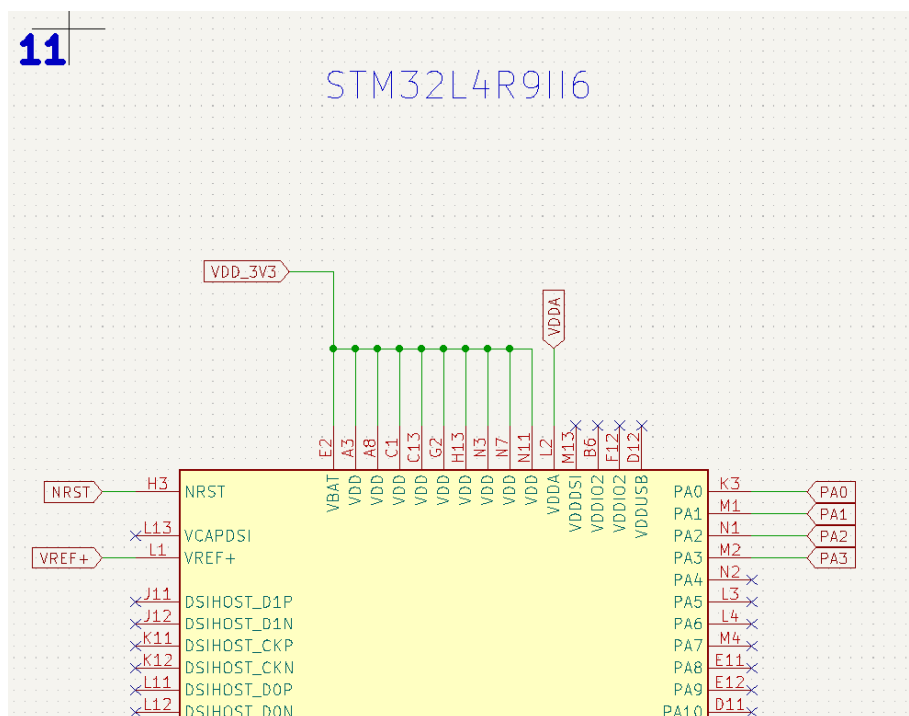
Figura 6.



Fonte: singledaq.kicad\_sch

Como é possível ver na Figura 5 e na Figura 6, a saída do regulador de tensão “VDD\_3V3” é utilizada para alimentar os pinos “VDD”, “VDDA” e “VREF” do microcontrolador. Resumidamente, o VDD\_3V3 passa por um dos pinos dos capacitores de filtragem, enquanto o outro pino é direcionado ao terra, e entram nas entradas designadas do microcontrolador como demonstrado na Figura 7.

**Figura 7.**

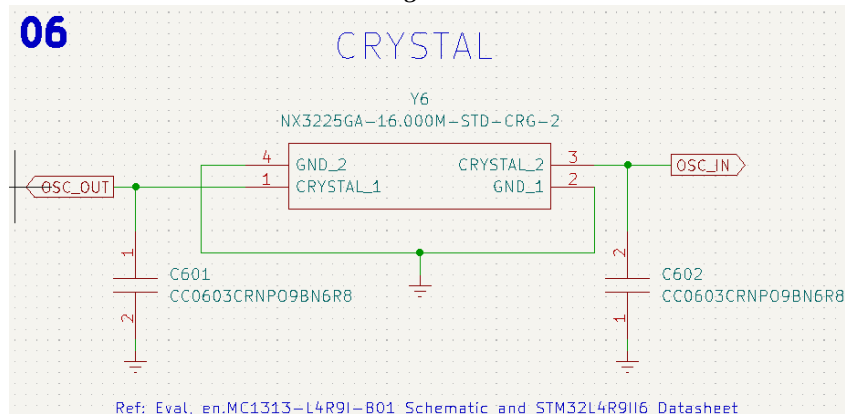


*Fonte: singledaq.kicad\_sch*

### 1.4.2.2. Cristal Oscilador

O microcontrolador STM32L4R9AII6 possui dois pinos de entrada de cristal oscilador, chamados OSC\_IN e OSC\_OUT. Esses pinos são utilizados para conectar um cristal externo ou um oscilador externo ao microcontrolador, para gerar uma referência de frequência precisa.

**Figura 8.**

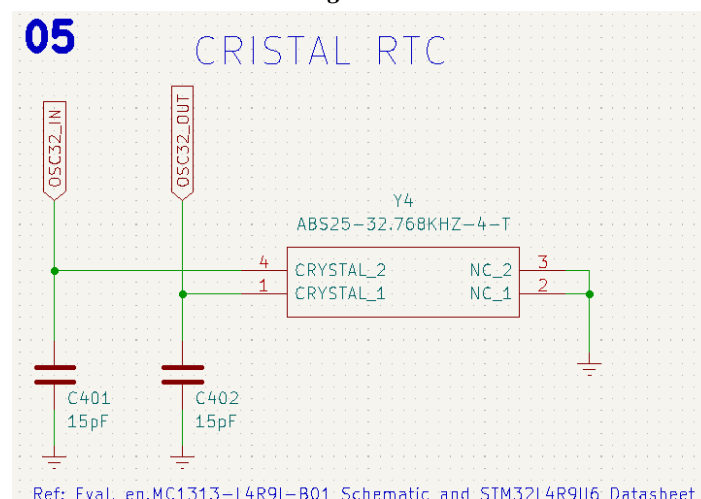


**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

O cristal oscilador utilizado, NX3225GA, é um cristal de quartzo que opera a uma frequência de 16 MHz. Observação: Os capacitores de filtragem CC0603CRNPO9BN6R8 possui valor nominal de 9pF e tensão máxima de 50 VDC.

Além do cristal oscilador para os pinos OSC\_IN e OSC\_OUT, são também utilizados os pinos OSC32\_IN e OSC32\_OUT para alimentação do Real-Time-Clock (RTC) do microcontrolador, sendo um módulo dedicado para manter o controle de tempo e data mesmo quando o microcontrolador está em modo de baixo consumo ou desligado.

**Figura 10.**



**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

O cristal oscilador utilizado, ABS25, é um cristal de quartzo com frequência de 32.768 kHz e uma tolerância de  $\pm 20$  ppm (partes por milhão).

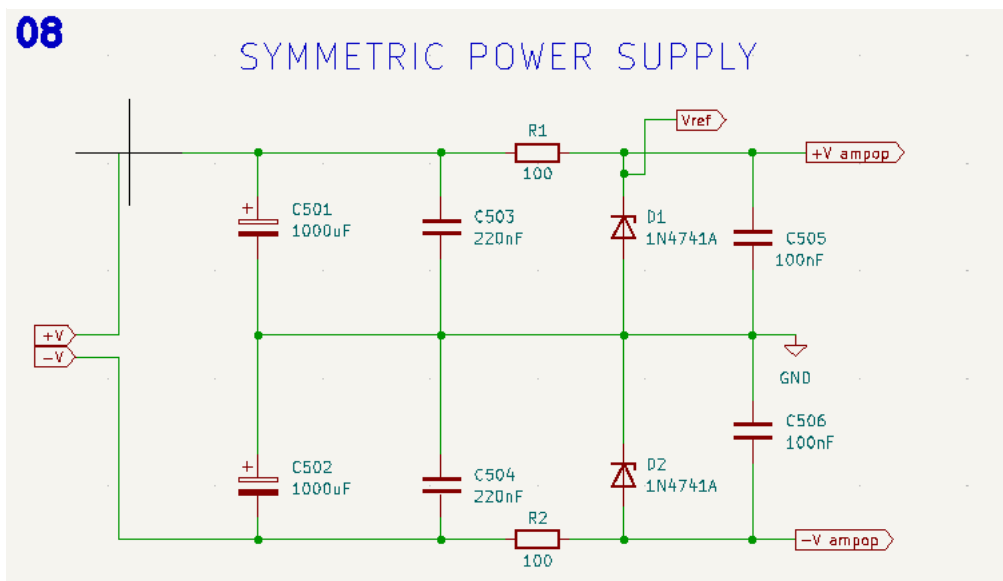
### 1.4.3. Aquisição de dados

O circuito de aquisição de dados é formado por amplificador operacional somador não inversor, com uma alimentação de +12V e -12V, ganho unitário, e saída com divisor de tensão.

#### 1.4.3.1. Fonte simétrica

A alimentação do ampop parte de uma fonte simétrica, com alimentação de entrada de 24V que, com o circuito, é dividida em +12 V e -12V.

Figura 11.



Fonte: singledaq.kicad\_sch

Os capacitores eletrolíticos de 1000uF e 35V, são os responsáveis pela divisão da tensão, enquanto os capacitores cerâmicos 220nF com tensão à cima de 20V, são responsáveis pela filtragem. Os diodos de zener de 12V, impedem que a tensão varie. E os capacitores de 100nF e tensão acima de 20, são os capacitores de filtragem que devem estar próximos à entrada do ampop, por isso estão sendo alimentados com a tensão, e possuem às saídas “+V ampop” que irá para a entrada de alimentação positiva do ampop e “-V ampop” que irá para a entrada de alimentação negativa.

### 1.4.3.2. Amplificador Operacional Somador-Não inversor

O amplificador operacional, LM-741, possui alimentação máxima de  $\pm 22V$ , 4 quatro pinos, sendo eles:

- OFFSET NULL – Não utilizado neste projeto;
- Inverting input – Entrada inversora com ganho unitário;
- Non-inverting input – Entrada não-inversora das tensões  $V_{ref}$  e  $V_{sensor}$ ;
- $V_-$  – Alimentação negativa de  $-12V$ ;
- $V_+$  – Alimentação positiva de  $+12V$ ;
- NC – Não utilizado neste projeto;
- Output – Saída de tensão entre  $0V$  à  $\pm 11V$ .

O ampop somador não inversor, faz a comparação de uma ou mais tensões, realizando uma soma entre elas. Neste projeto teremos a comparação de duas tensões.

A tensão de referência, que neste projeto será  $V_{ref}$ , a qual pode ser observada na Figura 11 possui a sua saída do mesmo ponto do “+V ampop”. Já a outra tensão de comparação, será  $V_{sensor}$ , ou seja, será uma tensão vinda externamente do circuito a partir da leitura de um sensor.

Tensão  $V_{ref}$  sempre estará em  $\pm 12V$ , enquanto a tensão  $V_{sensor}$  estará variando de  $10V$  a  $-10V$ .

Com o  $V_{ref}$  fixo e o  $V_{sensor}$  variando, conhecendo-se a estrutura do ampop e sabendo que ele irá realizar a comparação entre duas tensões, pode-se ser observado que a sua saída de tensão irá variar conforme a tensão de  $V_{sensor}$ .

#### Equação Ampop Somador Não-Inversor

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_A}{R_B}\right) * \frac{V_{sensor} + V_{ref}}{\text{Quant. de resistores}}$$

**Obs.:** A quantidade de resistores como divisor, só deve ser considerada quando os resistores possuírem valores iguais.

Como neste ampop estamos com ganho unitário, os resistores  $R_A$  e  $R_B$  pode ser desconsiderado e como estamos com dois valores de tensão, serão considerados dois resistores:

$$V_{out} = 1 * \left(\frac{V_{sensor} + V_{ref}}{2}\right)$$

Neste caso, haverá os seguintes exemplos de casos:

- **Caso 1** –  $V_{\text{sensor}} = -12\text{V}$  e  $V_{\text{ref}} = 12\text{V}$

$$V_{\text{out}} = 1 * \left( \frac{V_{\text{sensor}} + V_{\text{ref}}}{2} \right)$$

$$V_{\text{out}} = 1 * \left( \frac{-12 + 12}{2} \right)$$

$$V_{\text{out}} = 0\text{V}$$

- **Caso 2** –  $V_{\text{sensor}} = 0\text{V}$  e  $V_{\text{ref}} = 12\text{V}$

$$V_{\text{out}} = 1 * \left( \frac{V_{\text{sensor}} + V_{\text{ref}}}{2} \right)$$

$$V_{\text{out}} = 1 * \left( \frac{0 + 12}{2} \right)$$

$$V_{\text{out}} = 6\text{V}$$

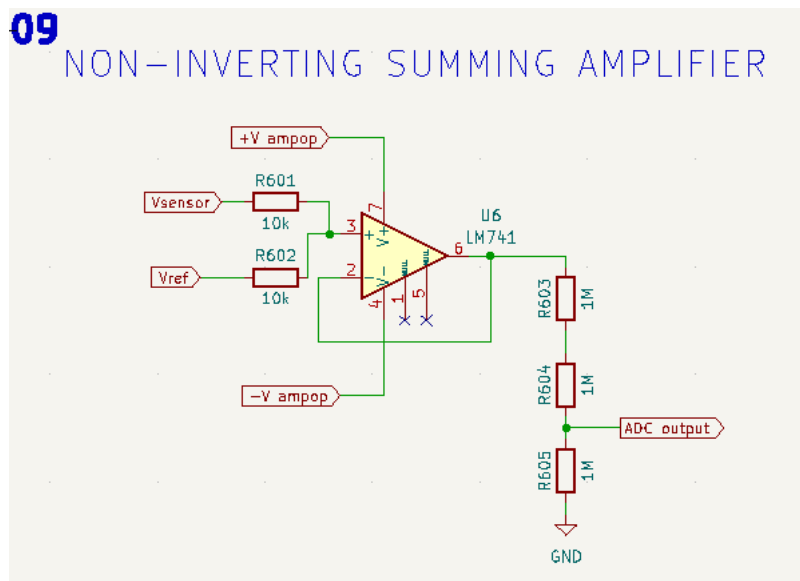
- **Caso 3** –  $V_{\text{sensor}} = 10\text{V}$  e  $V_{\text{ref}} = 12\text{V}$

$$V_{\text{out}} = 1 * \left( \frac{V_{\text{sensor}} + V_{\text{ref}}}{2} \right)$$

$$V_{\text{out}} = 1 * \left( \frac{10 + 12}{2} \right)$$

$$V_{\text{out}} = 11\text{V}$$

**Figura 12.**



*Fonte: singledaq.kicad\_sch*

Como pode ser observado,  $V_{\text{sensor}}$  e  $V_{\text{ref}}$ , estão com resistores de  $10\text{ k}\Omega$ ; as alimentações já passaram pelo capacitor de  $100\text{ nF}$ ; e na saída do ampop há três resistores como divisor de tensão.

O microcontrolador STM32L4RA9II6 possui um valor máximo de tensão de  $3,6$ . Neste caso, a tensão de saída do ampop é dividida, para não queimar a entrada do microcontrolador. A saída do divisor de tensão “ADC output” entra no pino de ADC do microcontrolador.

Os pinos ADC selecionados neste circuito são PC0, PC1, PC2, PC3, PA0 e PA1. Porém, neste projeto, o somente o PC0 terá a entrada da tensão de saída do divisor de tensão. Os demais, estão conectados a extensão de conectores para entrada de tensão externa.

## 2. Tabela de componentes

Lista de CIs
USBLC6-2P6
FT232RL
LM741

Componente	Valor nominal	Tensão ou Potência	Tipo	Quantidade
Capacitor	4.7nF	50 V	Cerâmico SMD	1
Capacitor	47pF	50 V	Cerâmico SMD	2
Capacitor	4.7uF	50 V	Eletrolítico PTH	2
Capacitor	100nF	50 V	Cerâmico SMD	15
Capacitor	10nF	50 V	Cerâmico SMD	2
Capacitor	15pF	50 V	Cerâmico SMD	2
Capacitor	1uF	50 V	Cerâmico SMD	1
Capacitor	220nF	50 V	Cerâmico SMD	2
Capacitor	1000uF	35 V	Eletrolítico PTH	2
Capacitor TPSR106K006R1000	10uF	6.3 V	Eletrolítico PTH	1
Capacitor CC0603CRNPO9BN6R8	6.8pF	50 V	Cerâmico SMD	2
Diodo de zener	-	11 V/ 1 W	PTH	2
Resistor	1 M $\Omega$	$\frac{1}{2}$ W	SMD	4
Resistor	27 $\Omega$	$\frac{1}{2}$ W	SMD	2
Resistor	10 $\Omega$	$\frac{1}{2}$ W	SMD	3
Resistor	100 $\Omega$	2 W	SMD	2
Resistor	11.8 k $\Omega$	$\frac{1}{2}$ W	SMD	1
Resistor	20.5 k $\Omega$	$\frac{1}{2}$ W	SMD	1
Cristal Oscilador	16.000 MHz	-	PTH	1
Cristal Oscilador	32.768 kHz	-	PTH	1





### **3. Labview**