**Logotipo

Descrição gerada automaticamente**

**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. **Descrição**

O SingleDAQ é um a um aquisitor de sinais de tensão. Seu funcionamento é baseado em uma programação com o microcontrolador STM32L053R8T6; um circuito; e uma interface de comunicação com o usuário, utilizando o LabView.

* 1. **STMCubeIDE**
  2. **Programa em linguagem C**
  3. **Circuito**

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

* + 1. **Diagrama, Esquemático

       Descrição gerada automaticamenteEntrada 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 ±15 kV (descarga de contato) e ±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).

Todos os resistores, incluindo o resistor de Ferrite Beads Small (FB101), em conjunto com os capacitores, estão disponibilizados para evitar possíveis interferências de ruídos.

* + 1. **Diagrama, Esquemático

       Descrição gerada automaticamenteMicrocontrolador**

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 2.**

O microcontrolador utilizado é o STM32L053R8T6, fabricado pela STMicroelectronics, possui baixíssima potência e incorporam o poder de conectividade de barramento serial universal (USB 2.0 sem cristal) com o Arm Cortex-M0+ de alto desempenho. O núcleo RISC de 32 bits opera a uma frequência de 32 MHz, uma unidade de proteção de memória (MPU). O dispositivo STM32L053R8T6 oferece vários recursos analógicos, um ADC de 12 bits com hardware oversampling. Além disso, incorpora uma comunicação padrão e avançada de interfaces: até dois I2C, dois SPIs, um I2S, dois USARTs, um UART de baixa potência (LPUART), e um USB sem cristais. Como um dispositivo de ultrabaixa potência da família STM32L053x6/8, opera com uma fonte de alimentação de 1,8 a 3,6 V (até 1,65 V no desligamento). Um abrangente conjunto de modos de economia de energia permite o projeto d aplicações de baixo consumo de energia.

* + - 1. **Alimentação do Microcontrolador**

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

Uma imagem contendo Diagrama

Descrição gerada automaticamente 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.

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 3.**

Diagrama, Esquemático

Descrição gerada automaticamente A alimentação VDD de 5V é direcionada ao regulador de tensão linear LM317, sendo um dispositivo ajustável de três terminais regulador de tensão positiva capaz de fornecer mais de 1,5 A em uma faixa de tensão de saída de 1,25 V a 37 V. Requer apenas dois resistores externos para definir a voltagem de saída.

**Fonte**: singledaq.kicad\_sch

**Figura 4.**

Tela de computador com fundo verde

Descrição gerada automaticamente com confiança média

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 5.**

Como é possível ver na Figura 5, 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.

* + - 1. **Cristal Oscilador**

Diagrama, Linha do tempo

Descrição gerada automaticamente com confiança média 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.

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 8.**

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.

Linha do tempo

Descrição gerada automaticamente com confiança média 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.

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 10.**

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

* + 1. **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. **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.

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 11.**

Diagrama, Esquemático

Descrição gerada automaticamente 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. **Amplificador Operacional Somador-Não inversor**

O amplificador operacional, LM-741, possui alimentação máxima de ±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 Vref e Vsensor;
* V- – Alimentação negativa de -12V;
* V+ – Alimentação positiva de +12V;
* NC – Não utilizado neste projeto;
* Output – Saída de tensão entre 0V à ±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 Vref, 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 Vsensor, ou seja, será uma tensão vinda externamente do circuito a partir da leitura de um sensor.

Tensão Vref sempre estará em ±12V, enquanto a tensão Vsensor estará variando de 10V a

-10V.

Com o Vref fixo e o Vsensor 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 Vsensor.

**Equação Ampop Somador Não-Inversor**

***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 RA e RB pode ser desconsiderado e como estamos com dois valores de tensão, serão considerados dois resistores:

Neste caso, haverá os seguintes exemplos de casos:

* **Caso 1** – Vsensor = -12V e Vref = 12V
* **Caso 2** –Vsensor = 0V e Vref = 12V
* **Caso 3** – Vsensor = 10V e Vref = 12V

Diagrama, Esquemático

Descrição gerada automaticamente

**Fonte:** singledaq.kicad\_sch

**Figura 12.**

Como pode ser observado, Vsensor e Vref, estão com resistores de 10 kΩ; as alimentações já passaram pelo capacitor de 100nF; e na saída do ampop há três resistores como divisor de tensão.

O microcontrolador STM32L053R8T6 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 PA0, PA1, PA4 e PA5. Porém, neste projeto, o somente o PA1 terá a entrada da tensão de saída do divisor de tensão. Os demais, estão conectados a extensão de conectores para entrada de tensão externa.

* 1. **Projeto PCB**

O material utilizado para o projeto do protótipo será o FR-4.

FR-4: é um laminado composto por uma folha de epóxi reforçada com fibras de vidro, que proporcionam alta resistência mecânica e boa estabilidade.

Acabamento: Os acabamentos superficiais têm a função de proteger a superfície de cobre da oxidação e deterioração causada pelo ambiente. Além disso fornecer uma superfície adequada para soldagem dos componentes, sejam eles PTH ou SMD. O acabamento de uma PCB é uma camada que é adicionada à superfície da placa após a fabricação dos circuitos e componentes eletrônicos. Esta camada tem várias funções importantes que melhoram a qualidade e a confiabilidade dos circuitos eletrônicos.

Um dos principais objetivos do acabamento de superfície é melhorar a soldabilidade dos componentes.

Existem alguns tipos de acabamento, para o projeto do protótipo, o acabamento pode ser HASL (Hot Air Solder Leveling), que é um dos acabamentos metálicos mais usados no mundo. Consiste na imersão do painel em um tanque com solda estanho-chumbo fundida a 260°C por 2 ou 3 segundos (dependendo do tipo de placa) e posteriormente retirado sob a ação de facas de ar quente para a remoção do excesso de solda da superfície. Para futuros projetos, seria recomendado utilizar Lead Free.

Como o projeto possui um BGA, o mais recomendado seria o acabamento com ENIG, que consiste em uma camada de dois metais, níquel e ouro. Este acabamento possui uma planicidade excelente – sendo o mais adequado para placas com SMD e PTH. Porém, por ter um alto custo, utilizaremos o HASL para a aplicação do protótipo.

1. **Tabela de componentes**

1. **Labview**