

INA219 AMPERÍMETRO E VOLTÍMETRO: VEJA COM LIGAR SEM QUEIMAR NADA



Professor Bairros (25/02/2024)



**VISITE  
O NOSSO  
SITE e  
CANAL  
YOUTUBE**  
**www.bairrospd.com**  
**Professor Bairos**

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.  
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### Sumário

1. INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada.....	4
1. Introdução .....	5
2. O diagrama elétrico. ....	6
3. As características do INA219. ....	7
4. A corrente de medição.....	8
5. Endereçamento. ....	9
6. O diagrama interno. ....	10
7. A estrutura interna do INA219. ....	11
8. A medição de corrente.....	12
9. A máxima tensão de medição.....	13
10. A representação interna do instrumento. ....	14
11. Medição do lado alto. ....	15
12. A ligação da medição do lado alto.....	16
13. Ligação da medição no lado baixo.....	17
14. Medindo só corrente. ....	18
15. Corrente negativa.....	19
16. Medindo tensão e corrente. ....	20

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

17.	Invertendo a fonte e medindo a tensão. ....	21
18.	Medindo do lado baixo. ....	22
19.	A prática.....	23
20.	O programa: a livraria usada (Library).....	25
21.	O programa: software comentado (copiar colar).....	26
22.	Conclusão. ....	33
23.	Créditos.....	34

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 1. INA219 AMPERÍMETRO E VOLTÍMETRO: VEJA COM LIGAR SEM QUEIMAR NADA



YOUTUBE:

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 1. INTRODUÇÃO



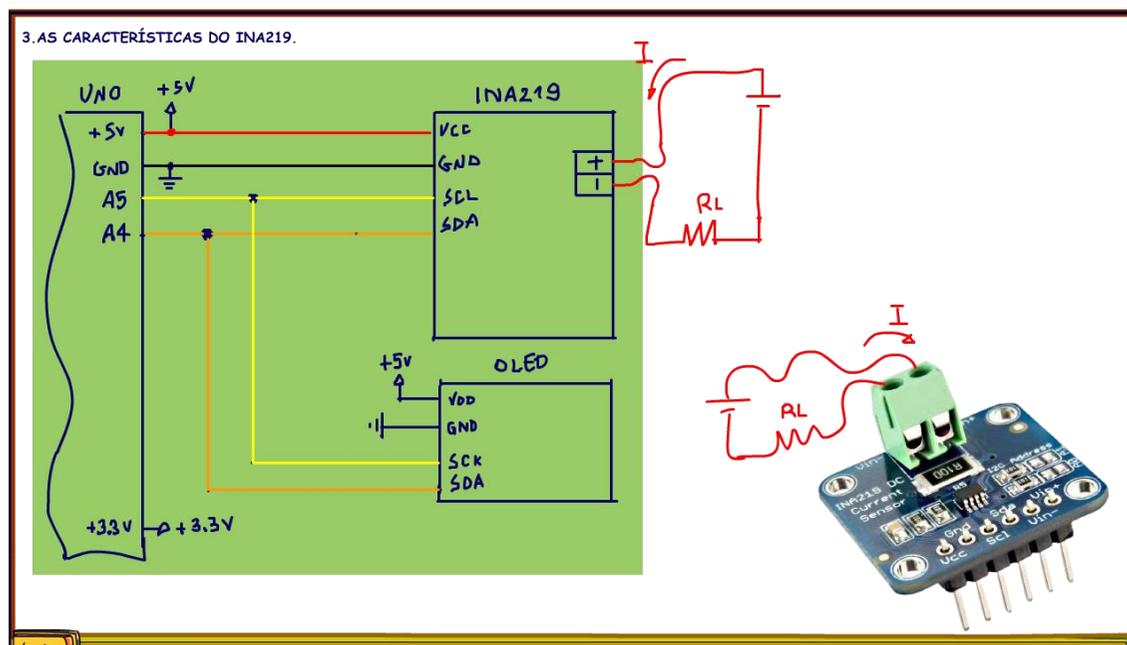
Nesse tutorial eu vou mostrar como ligar o amperímetro INA219, que também pode funcionar como voltímetro, sem queimar nada, isso mesmo, porque se ligar errado pode queimar tudo.

Vamos lá.



INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

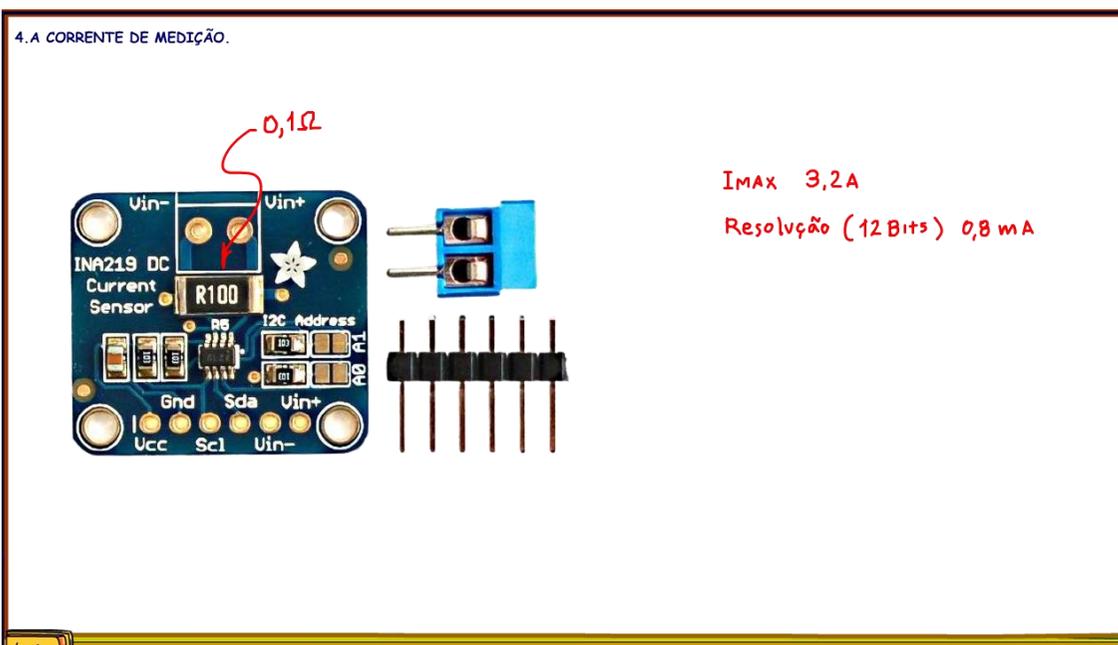
### 3. AS CARACTERÍSTICAS DO INA219.



Observe que o INA 219 tem somente um conector com dois pinos, esse conector é para a usar o INA219 como amperímetro, que a medição principal, eu gosto de pensar nesse módulo como um amperímetro, mas que também pode ser usado como voltímetro em algumas aplicações.

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### 4. A CORRENTE DE MEDIÇÃO.



A corrente de medição máxima é de 3,2A, o módulo possui uma resistência shunt de 0,1 OHM, você pode ver essa resistência em paralelo com os pinos da medição da corrente.

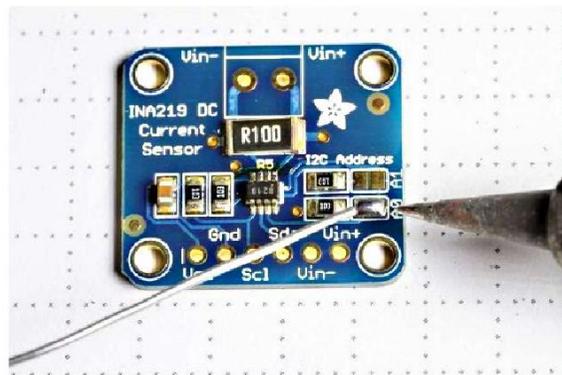
Com essa resistência a tensão máxima gerada sobre a resistência é de 320 mV, como o conversor analógico digital interno é de 12 bits, a resolução fica em 0,8 mA.

Você pode substituir a resistência shunt para medir correntes maiores, por exemplo, para uma resistência shunt de 0,01 OHM, 10 mOHM a corrente máxima passaria para 32 A com a resolução de 8mA.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 5. ENDEREÇAMENTO.

5. ENDEREÇAMENTO.



Up to 4 boards may be connected. Addressing is as follows:

Board 0: Address = 0x40 Offset = binary 00000 (no jumpers required)

Board 1: Address = 0x41 Offset = binary 00001 (bridge A0 as in the photo above)

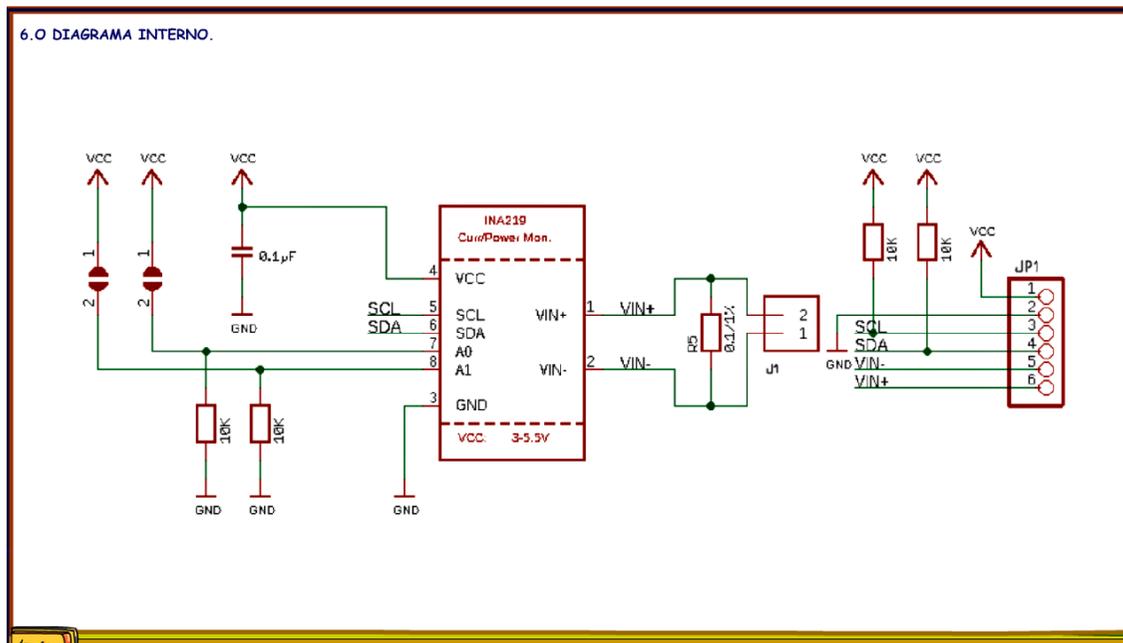
Board 2: Address = 0x44 Offset = binary 00100 (bridge A1)

Board 3: Address = 0x45 Offset = binary 00101 (bridge A0 & A1)

Para a comunicação I2C é preciso endereçar o módulo, para isso existem dois jumpers no cantinho da placa, A0 e A1, o endereço sem jumper algum é 0x40 (40 hexadecimal), para mudar o endereço é só soldar os jumpers como mostra a figura tirada do manual da Adafruit.

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### 6. O DIAGRAMA INTERNO.



resistências de pull-down.

Se você comprar o CI INA219 direto da TEXAS, é só montar como mostra a figura e pronto, você terá um belo amperímetro.

Somente a título de curiosidade, e todo o técnico eletrônico é curioso, olha o diagrama interno, claro que o coração do módulo é o INA219, um CI da Texas.

Observe que em paralelo com o conector de medição de corrente J1, tem a resistência shunt R5 de 0,1 OHM.

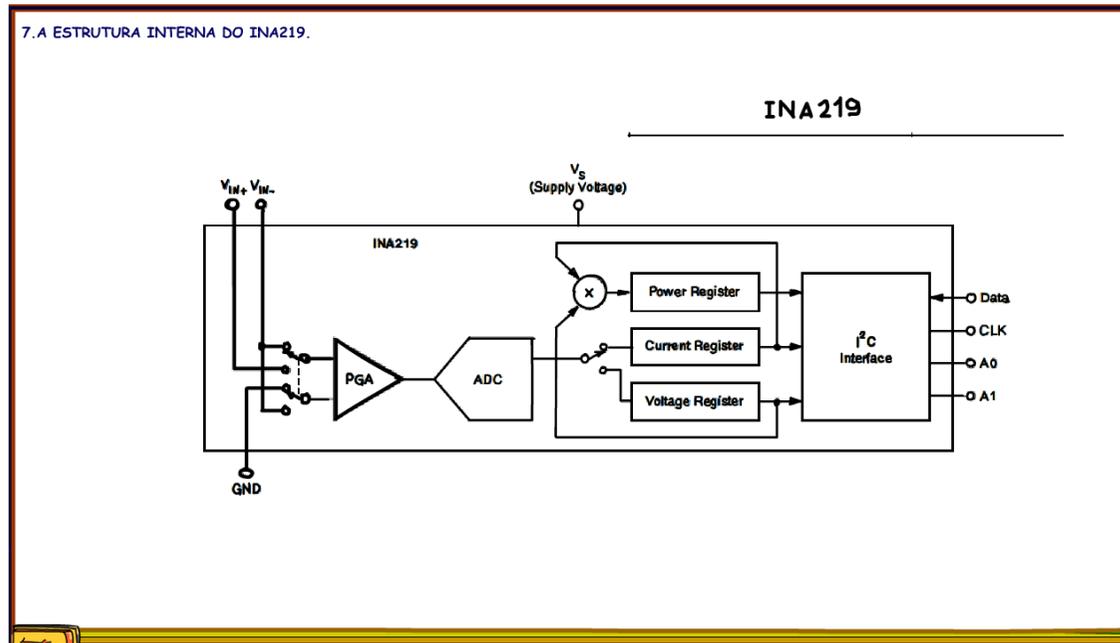
No barramento de comunicação I2C já tem as resistências de pull-up, então, não precisa colocar por fora.

Em paralelo com a alimentação tem o capacitor C1 de 0,1 uF, recomendação do fabricante.

Em paralelo com os pinos de endereçamento tem as

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 7. A ESTRUTURA INTERNA DO INA219.



Veja na figura a estrutura interna do INA219, essa figura foi tirada do datasheet do INA219 fornecido pela TEXA.

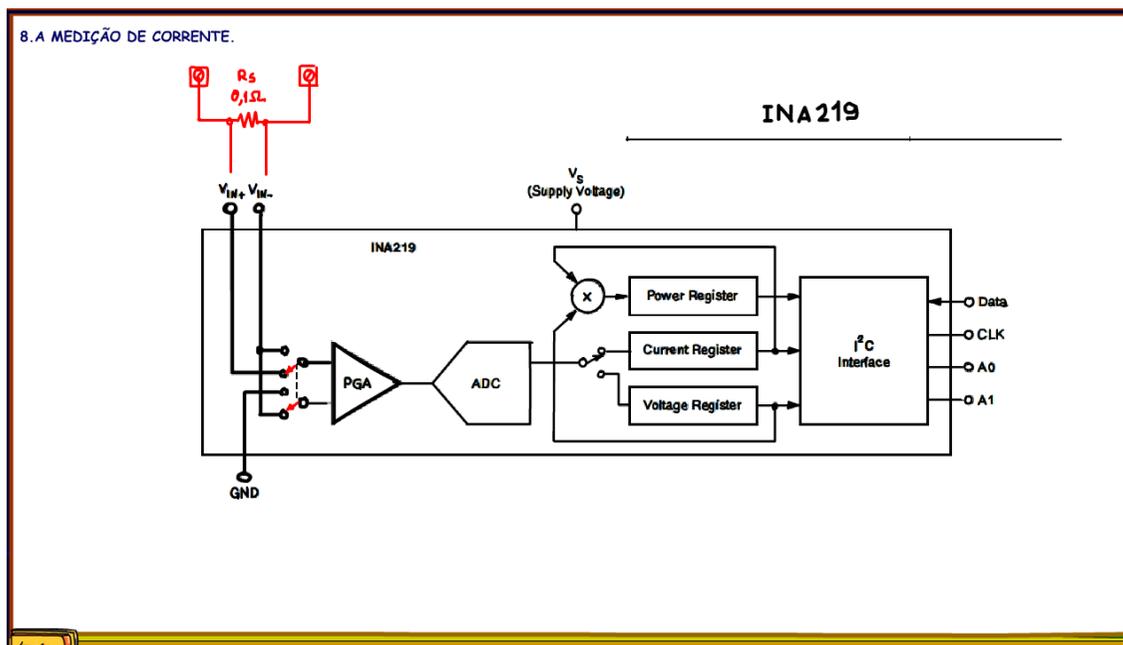
Veja que o circuito mede na verdade a tensão entre os pinos VIN+ e VIN-.

O circuito de medição da tensão é o PGA, que significa amplificador com ganho programado, é um amplificador de instrumentação, na entrada do amplificador tem um relé eletrônico com duas posições, na posição da figura ele está medindo a tensão entre a entrada menos e o terra, essa é a posição do voltímetro, o importante aqui é notar que a medição é feita entre o pino de entrada VIN- e o terra

do circuito de alimentação do CI, que é a alimentação do módulo.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 8. A MEDIÇÃO DE CORRENTE.

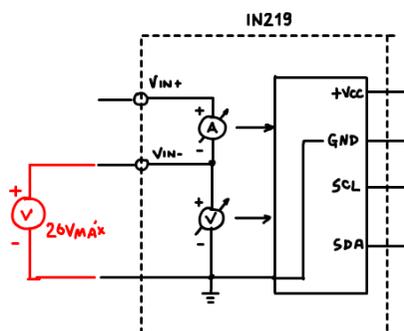


Para a medição de corrente a chave muda de posição e fica medindo a tensão direto da resistência shunt.

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### 9. A MÁXIMA TENSÃO DE MEDIÇÃO.

9. A MÁXIMA TENSÃO DE MEDIÇÃO.



A máxima tensão de medição é de +26V, mas cuidado você deve conectar como na figura, com o negativo da tensão a ser medida para o terra, já mostro os detalhes.

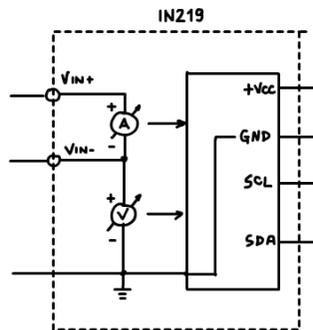
A máxima tensão é de 26V, mesmo sendo o módulo alimentado com 5V ou 3,3V.

Mas, cuidado, não pode passar de 26V.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 10. A REPRESENTAÇÃO INTERNA DO INSTRUMENTO.

10. A REPRESENTAÇÃO INTERNA DO INSTRUMENTO.



Veja como o voltímetro e o amperímetro estão ligados internamente no módulo.

O amperímetro está em série com as entradas VIN+ e VIN-, claro amperímetro tem que ficar em série.

O símbolo do amperímetro já inclui a resistência shunt, essa é a resistência interna do amperímetro, praticamente um curto-circuito.

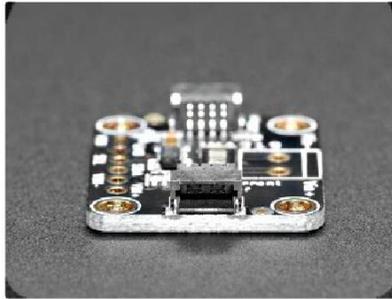
O voltímetro não está em paralelo com as entradas, ele está ligado em paralelo com a entrada VIN- e o terra, mas observe o positivo do voltímetro está na entrada VIN- e o negativo no terra do circuito, não tem um pino, ou fio para ligar a medição de tensão como

tem nos amperímetros voltímetros do mercado, então, a medição de tensão é uma medição extra, esse módulo foi feito para medir corrente.

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### 11. MEDIÇÃO DO LADO ALTO.

11. MEDIÇÃO DO LADO ALTO.



#### Why the High Side?

Most current-measuring devices such as our current panel meter are only good for low side measuring. That means that unless you want to get a battery involved, you have to stick the measurement resistor between the target ground and true ground.

Since the voltage drop across the resistor is proportional to the current draw, this means that the ground reference will change with varying current. Having a shifting ground reference can cause problems for many circuits.

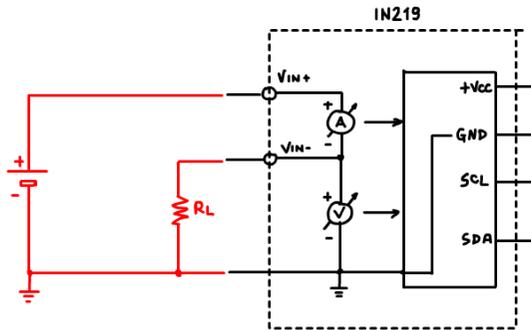
The INA219B chip is much smarter - it can handle high side current measuring, up to +26VDC, even though it is powered with 3 or 5V. It will also report back that high side voltage, which is great for tracking battery life or solar panels.

O fabricante deixa bem claro que o módulo deve ser ligado na configuração HIGH-SIDE que pode ser traduzido por, posicionar o módulo no lado alto da carga, o lado que vai ligado no potencial mais alto, isso quando o módulo estiver medindo tensão.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 12. A LIGAÇÃO DA MEDIÇÃO DO LADO ALTO.

12. A LIGAÇÃO DA MEDIÇÃO DO LADO ALTO.



A ligação do instrumento na medição do lado alto é mostrada na figura.

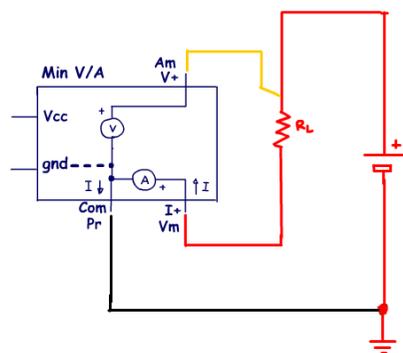
O objetivo é medir a corrente e a tensão na resistência de carga  $R_L$ , para isso o instrumento foi ligado no lado de maior potencial da carga, entre a carga e o positivo.

A grande vantagem desse tipo de medição é que o voltímetro mede a tensão real na carga.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### 13. LIGAÇÃO DA MEDIÇÃO NO LADO BAIXO.

13. LIGAÇÃO DA MEDIÇÃO NO LADO BAIXO.



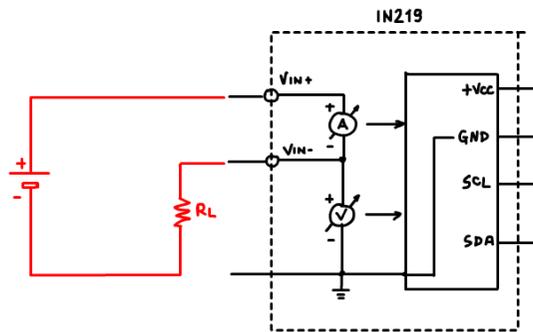
A maioria dos instrumentos do mercado usa a medição no lado baixo, como o voltímetro amperímetro da figura, nesse caso o positivo da medição de tensão deve ter um fio extra, na figura o fio amarelo.

Note que nessa configuração o voltímetro mede a tensão na carga mais a queda de tensão na resistência shunt, a resistência interna do amperímetro, claro o valor da tensão é bem pequeno na resistência shunt, mas não deixa de ser um erro, na medição do lado alto não tem esse erro.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

#### 14. MEDINDO SÓ CORRENTE.

14.MEDINDO SÓ CORRENTE.



Veja a ligação para medir só corrente, nesse caso a fonte que alimenta a carga é totalmente independente da fonte que alimenta o módulo não preciso da interligação dos terras.

Na figura o instrumento continua montado no lado alto.

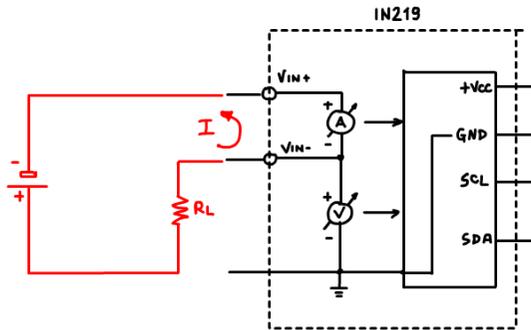
Claro que montado assim a tensão medida será zero, a corrente medida será positiva, e você não precisa interligar os terras, economiza uma ligação.

É para essa ligação que o instrumento foi projetado.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 15. CORRENTE NEGATIVA.

15.CORRENTE NEGATIVA.

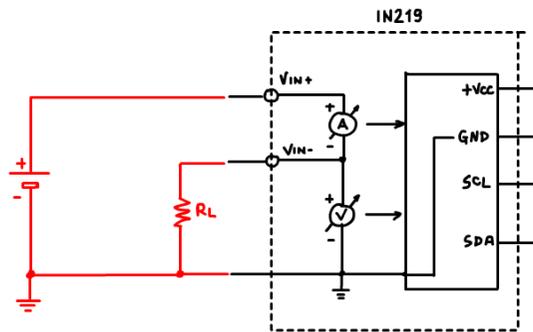


Se inverter a polaridade da fonte, a corrente vai circular no sentido contrário e a medição irá informar uma corrente negativa.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 16. MEDINDO TENSÃO E CORRENTE.

16.MEDINDO TENSÃO E CORRENTE.

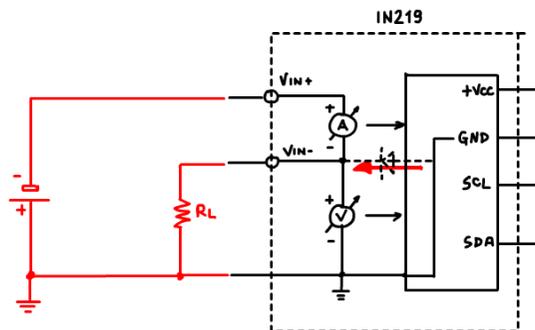


Para medir a tensão você deverá ligar o instrumento no modo alto e ligar o terra da fonte no terra da fonte que alimenta o módulo, isso pode ser um grande problema se o módulo está alimentado pela USB, veja que você poderá ter uma tensão alta no circuito, se tudo estiver ligado como na figura não tem problema, mas qualquer errinho e pronto a sua USB, o Arduino podem ir para o brejo.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 17. INVERTENDO A FONTE E MEDINDO A TENSÃO.

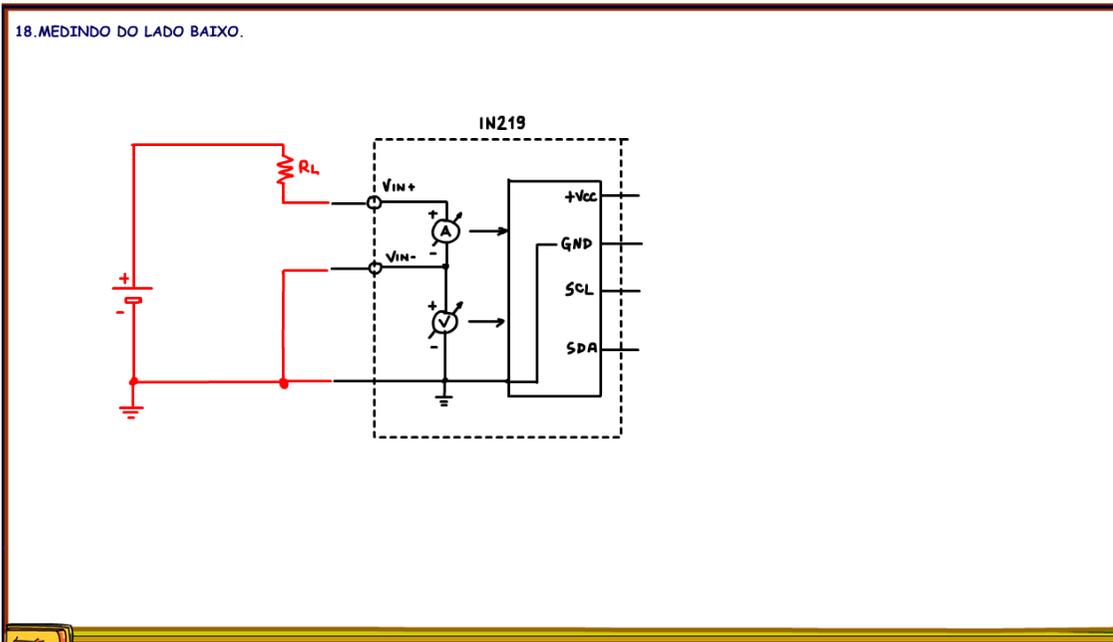
17.INVERTENDO A FONTE E MEDINDO A TENSÃO.



Isso pode acontecer se a fonte for invertida, tiver o positivo aterrado, então o circuito de proteção interno do módulo é acionado e vamos ter praticamente um curto no circuito, veja na montagem prática que eu fiz, dá para ver esse efeito e não é nada agradável, então, se for medir tensão, não é possível medir tensão negativa.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 18. MEDINDO DO LADO BAIXO.



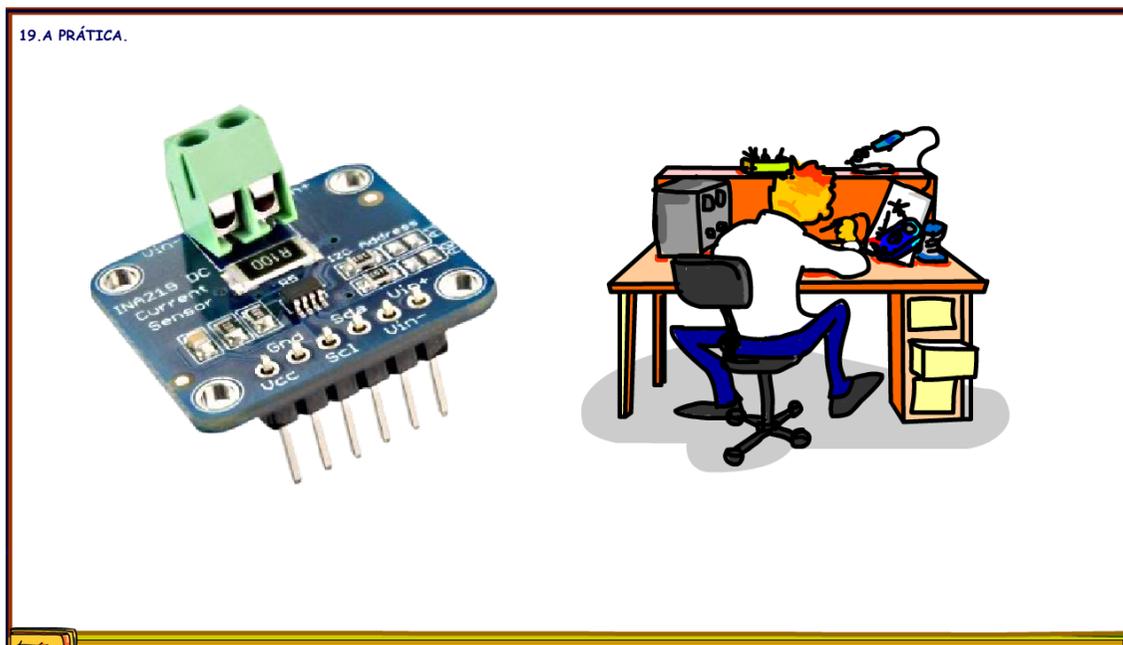
E se você ligar o instrumento do lado baixo para medir tensão e corrente?

Fica bem claro na figura que a tensão do instrumento será zero, ou bem próximo disso, como o instrumento é muito sensível, o voltímetro vai medir a queda de tensão na fiação.

Esse é um erro muito comum, então não esqueça, esse instrumento foi projetado para a medição do lado alto, por isso não tem o fio amarelo do voltímetro amperímetro visto antes.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 19. A PRÁTICA.



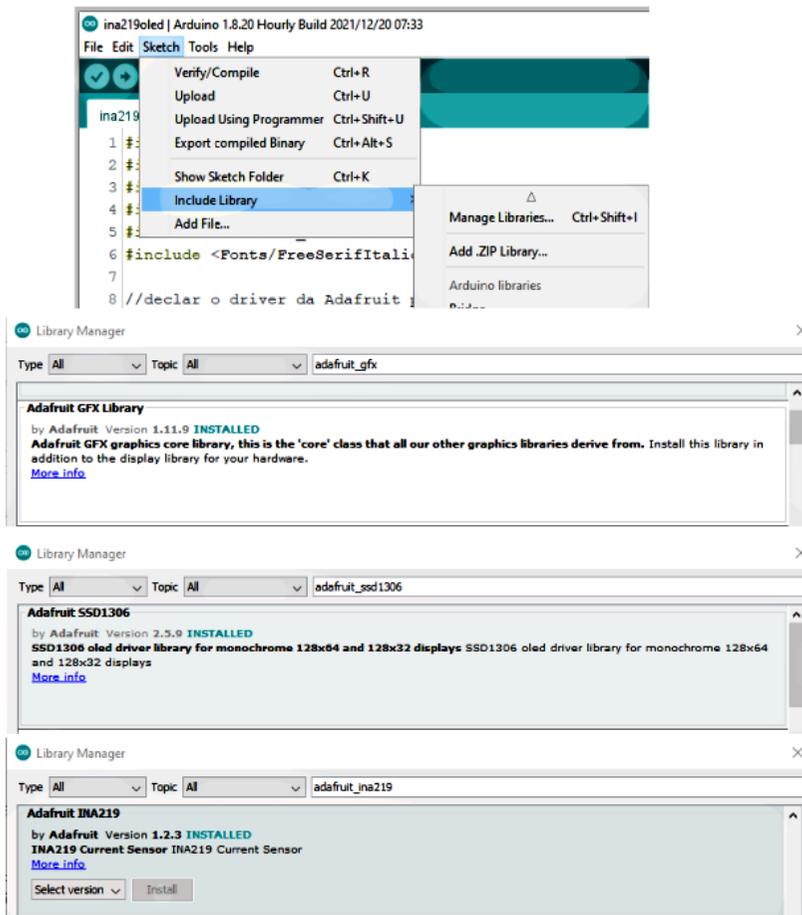
Pronto isso é tudo de teoria, agora veja o Professor Bairros testando toda essa teoria.

YOUTUBE: <https://youtu.be/wonjyuYJFWk>

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

### 20. O PROGRAMA: A LIVRARIA USADA (LIBRARY).



Esse é o programa completo usado na prática do vídeo, os drivers do INA219 e do display OLED são da Adafruit e fazem parte da interface do Arduino, se não tiver instalado instale atualizando o Library Manager.

Para o display OLED, digite para procurar o tipo "adafruit\_ssd1306". Instale a última versão.

Para o gráfico do display, digite para procurar o tipo "adafruit\_gfx". Instale a última versão.

Para o INA219, digite para procurar o tipo "adafruit\_ina219". Instale a última versão.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 21. O PROGRAMA: SOFTWARE COMENTADO (COPIAR COLAR).

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Fonts/FreeSerifItalic12pt7b.h>

//declar o driver da Adafruit para o IONA219 com o nome de ina 219
Adafruit_INA219 ina219;

#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
#define SCREEN_HEIGHT 32 // OLED display height, in pixels

// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
#define OLED_RESET 4 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)

//declar o driver da Adafruit para o OLED com o nome de display
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
float current_mA = 0;
float loadvoltage = 0;
float power_mW = 0;
```

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

```
void setup(void)
{
  //inicializa a serial com o pc ela vai ser usada para mensagem
  Serial.begin(115200);
  while (!Serial) {
    // will pause Zero, Leonardo, etc until serial console opens
    delay(1);
  }
  uint32_t currentFrequency;

  //Incializa o ina219
  if (! ina219.begin()) {
    // se não conseguir se comunicar manda uma mensagem via serial
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    while (1) {
      delay(10);
    }
  }

  //Inicializa o display oled
  if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) { // Address 0x3C for 128x64
    // se não conseguir se comunicar manda uma mensagem via serial
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for (;;) // Don't proceed, loop forever
  }
  // Clear the buffer
```

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

```
display.clearDisplay();
Serial.println("Measuring voltage and current with INA219 ...");
}

void loop(void)
{
  //zera as variáveis
  float shuntvoltage = 0;
  float busvoltage = 0;
  current_mA = 0;
  loadvoltage = 0;
  power_mW = 0;

  //calibra o sensor
  shuntvoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();

  //pega a tensão, corrente e potência no display
  busvoltage = ina219.getBusVoltage_V();
  current_mA = ina219.getCurrent_mA();
  power_mW = ina219.getPower_mW();

  //corrige a tensão no display
  loadvoltage = busvoltage + (shuntvoltage / 1000);

  //escreve na serial
```

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

```
Serial.print("Load Voltage: "); Serial.print(loadvoltage); Serial.println(" V");  
Serial.print("Current:   "); Serial.print(current_mA); Serial.println(" mA");  
Serial.print("Power:     "); Serial.print(power_mW); Serial.println(" mW");  
Serial.println("");
```

```
//escreve a corrente no display oled  
//Para ativar descomente a linha abaixo  
Current();
```

```
//escreve a tensão no display oled  
//Para ativar descomente a linha abaixo  
volt();
```

```
//Escreve a potência no display oled.  
//Para ativar descomente a linha abaixo  
//powerr();
```

```
}
```

```
void volt() {  
  //  
  display.setFont();  
  display.setTextSize(1); // Draw 2X-scale text  
  display.setTextColor(WHITE);  
  display.clearDisplay();  
  display.setCursor(0, 0);
```

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

```
display.print("VOLTAGE");
display.setFont(&FreeSerifItalic12pt7b);
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0, 28);      // Start at top-left-top corner
display.print(loadvoltage);
display.print("V");
display.display();
delay(2000);
}
void Current() {
display.setFont();
display.setTextSize(1); // Draw 2X-scale text
display.setTextColor(WHITE);
display.clearDisplay();
display.setCursor(0, 0);
display.print("CURRENT");
display.setFont(&FreeSerifItalic12pt7b);
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0, 28);      // Start at top-left-top corner

if (current_mA >=1000 || current_mA <=-1000 ){
current_mA = current_mA/1000;
display.print(current_mA);
display.print("A");
}
else{
```

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

```
    display.print(current_mA);
    display.print("mA");
}

display.display();
delay(2000);
}
void powerr() {
    display.setFont();
    display.setTextSize(1); // Draw 2X-scale text
    display.setTextColor(WHITE);
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("POWER");
    display.setFont(&FreeSerifItalic12pt7b);
    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(0, 28); // Start at top-left-top corner

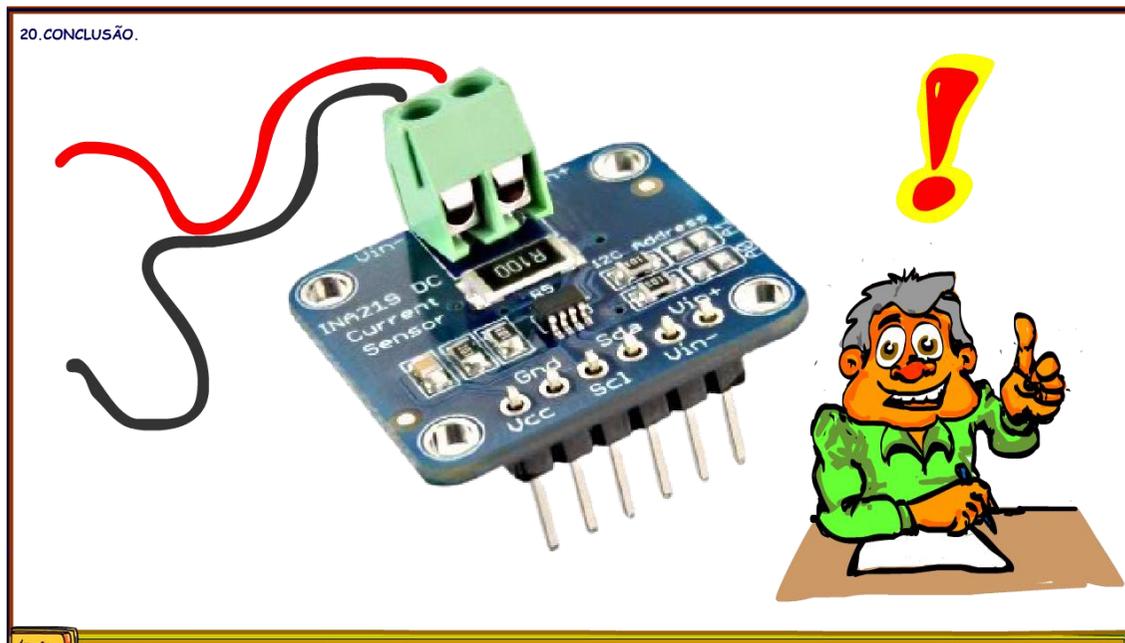
    if (power_mW >=1000){
        power_mW = power_mW/1000;
        display.print(power_mW);
        display.print("W");
    }
    else{
        display.print(power_mW);
        display.print("mW");
    }
}
```

## INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

```
}  
  
display.display();  
delay(2000);  
  
// display.setFont(&FreeSerifItalic12pt7b);  
// display.setTextSize(1); // Draw 2X-scale text  
// display.setTextColor(WHITE);  
// display.setCursor(0, 20); // Start at top-left corner  
// display.print(power_mW);  
// display.print("mW");  
// display.display();  
}
```

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 22. CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial com usar o amperímetro e voltímetro INA219, o software da prática estará no PDF no site, tudo bem comentado, e claro que em outro tutorial eu vou destrinchar esse software, por hoje vamos ficar na ligação elétrica, até a próxima.

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

## 23. CRÉDITOS

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

**Arthurzinho: E não tem site.**

Tem sim é [www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com) lá você encontra o PDF e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

INSCRIÇÃO YOUTUBE: <https://www.youtube.com/@professorbairros>

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

[www.bairrospd.com](http://www.bairrospd.com)

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

20240224 INA219 Amperímetro e voltímetro Veja com ligar sem queimar nada

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada

Nesse tutorial eu vou mostrar como ligar o amperímetro INA219, que também pode funcionar como voltímetro, sem queimar nada, isso mesmo, porque se ligar errado pode queimar sim.

Assuntos relacionados.

Quanta teoria eu preciso para trabalhar com eletrônica?: <https://youtu.be/-5T6T3sljDo>

SEO:

INA219, AMPERÍMETRO, voltímetro amperímetro, como funciona o INA219, como ligar o INA219,

YOUTUBE: <https://youtu.be/wonjyuYJFWk>

Como ligar sem queimar?

INA219 Amperímetro e voltímetro: Veja com ligar sem queimar nada