

Roteiro de Laboratório 04: Aquisição de sinal de EMG e ECG

1 Objetivos

Este laboratório tem por objetivo familiarizar o aluno com o uso de amplificadores de instrumentação na aquisição de sinais biomédicos

No presente experimento vamos registrar a atividade elétrica muscular (eletromiografia) de músculos do antebraço e ECG, utilizando o amplificador INA128. Utilizaremos também o circuito da perna direita para reduzir efeitos de modo comum.

2 Introdução

2.1 Amplificador de Instrumentação

Um amplificador de instrumentação consiste de um amplificador diferencial com alta impedância de entrada e alta razão de rejeição de modo comum (CMRR), definindo uma das principais ferramentas do engenheiro biomédico no registro de biopotenciais.

Atualmente existem vários circuitos integrados comercialmente acessíveis que implementam o amplificador de instrumentação (e.g. tal como observado na família INA). Um exemplo típico é o INA129, cujo circuito é mostrado na Figura 1 e consiste no objeto de estudo da presente montagem experimental.

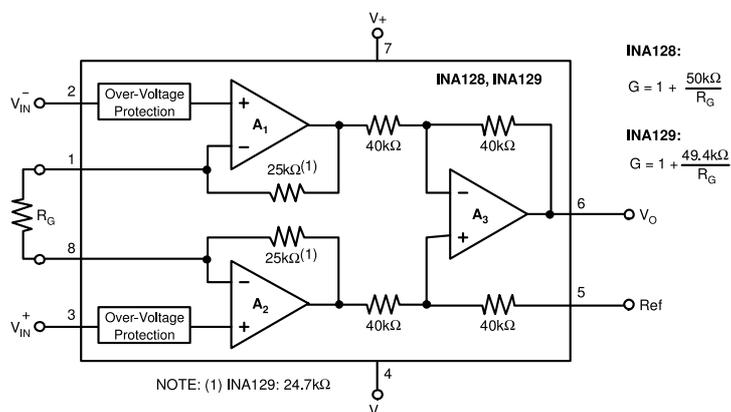


Figura 1: Configuração do circuito integrado INA128 e INA129.

2.2 Circuito da perna direita

O circuito da perna direita (*right leg circuit*) tem o objetivo de reduzir os efeitos daninhos da tensão em modo comum presente nos sinais de biopotenciais. Na maioria dos equipamentos de ECG atuais, o paciente não está aterrado, mas conectado a um eletrodo com um sinal de referência. Este eletrodo está conectado a um amplificador auxiliar do circuito de ECG, como apresentado na Figura 2. Este amplificador tem a função de inverter a tensão em modo comum do paciente e amplificá-lo adequadamente. Esta realimentação negativa direciona a tensão em modo comum do paciente para um valor pequeno. Este procedimento reduz algumas interferências e efetivamente aterra o paciente.

Além deste efeito benéfico, este circuito oferece alguma proteção ao paciente caso passe alguma corrente de fuga pelo paciente. Esta corrente causará uma sobretensão, que acarretará na saturação do amplificador auxiliar e, em consequência, irá imediatamente isolar o paciente do terra.

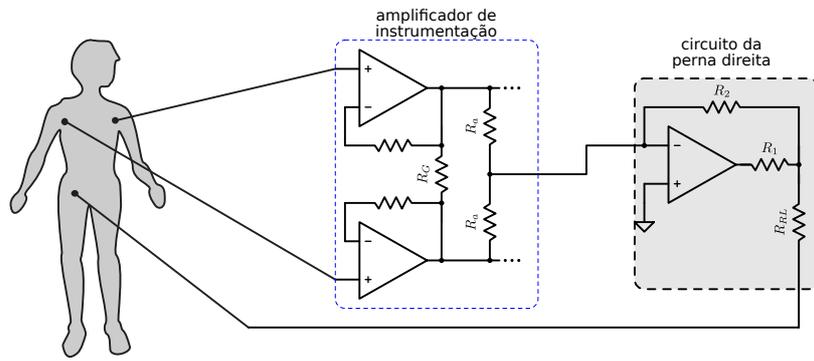


Figura 2: Circuito da perna direita.

3 Lista de material

Cada grupo irá receber:

- | | | |
|----------------------------|---|-----------------------------|
| • 3 eletrodos descartáveis | • 1 osciloscópio | • 2 AmpOps LM741 ou 1 TL072 |
| • 3 cabos jacaré | • 2 resistores de $56\ \Omega$ | • 1 INA128 ou INA129 |
| • 1 protoboard | • 2 resistores de $390\ \text{k}\Omega$ | • fios |
| • 1 multímetro digital | • 1 resistor de $10\ \text{k}\Omega$ | • bateria 9V |

POR FAVOR, tome os seguintes cuidados:

1. Cuidado ao ligar os fios de alimentação;
2. Mantenha o circuito desconectado das baterias enquanto estiver mexendo no circuito. Ligue-a apenas quando for testar a montagem;

ATIVIDADE 1: Montagem do circuito

Atenção: As baterias de 9V podem ser antigas e, portanto, **NÃO** armazenam muita carga! Quando o circuito estiver ligado, pode ocorrer das baterias se descarregarem rapidamente! Por isso **SOMENTE LIGUE O CIRCUITO NAS BATERIAS QUANDO TUDO ESTIVER PRONTO E VERIFICADO!** Seu grupo pode acabar sem baterias e muito provavelmente não haverá muitas baterias extra para os grupos!

- a) Monte o circuito como apresentado na Figura 3. Para a conexão dos terminais dos CIs, observe as disposições dos terminais dos circuitos integrados na Figura 4. Note a presença de dois resistores de $56\ \Omega$ em série para definir o valor de R_G no circuito. Neste circuito, v_{in}^+ e v_{in}^- são os terminais a serem ligados no voluntário, enquanto que v_{cm} é a tensão em modo-comum a ser imposta no indivíduo para reduzir o seu efeito no sinal. Este terceiro terminal deve ser colocado em algum ponto afastado do voluntário (Como na região abdominal, por exemplo).

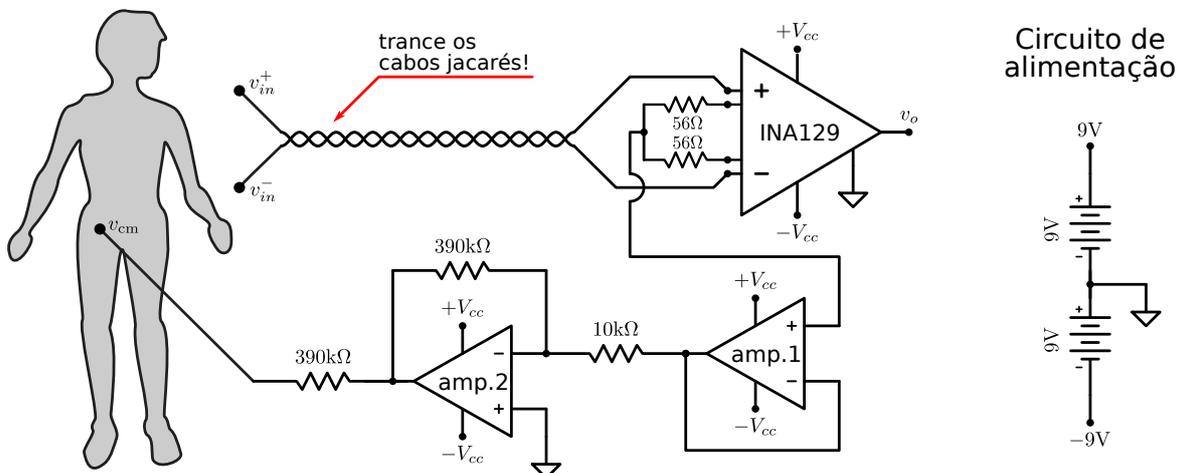


Figura 3: Circuito elétrico para medição de biopotenciais.

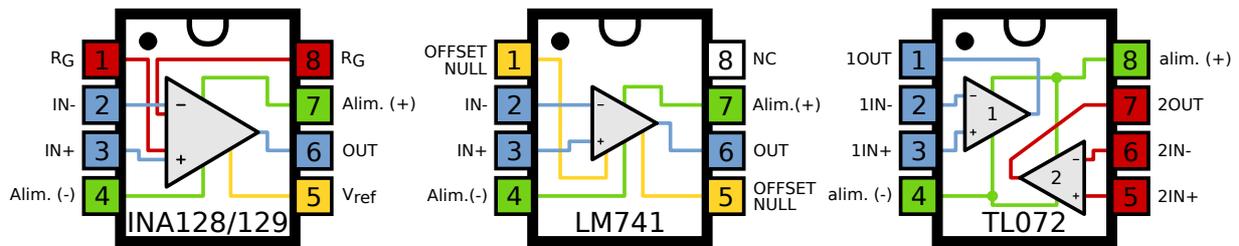


Figura 4: Disposição dos terminais dos circuitos integrados INA128/129 e LM741 e TL072.

- Utilize as duas baterias de 9V disponíveis para gerar $\pm 9V$ em relação à referência comum. Observe o diagrama do circuito de alimentação. **Atenção: Mantenha as baterias desconectados dos seus conectores para poupar bateria! Conecte-as somente no momento de ligar o circuito!** Não se esqueça de conectar a alimentação dos amplificadores operacionais do circuito da perna direita (lembre-se de que amplificadores operacionais são elementos ativos, logo precisam de energia para funcionarem).
- Ligue todos os terminais marcados com $+V_{cc}$ em 9V e $-V_{cc}$ em $-9V$. Conecte todas as referências do circuito na referência do circuito das baterias. Ligue v_o no osciloscópio, lembrando-se de conectar a referência do osciloscópio na referência das baterias. Como último detalhe, mantenha os cabos jacarés dos eletrodos de medição entrelaçados! Isto não é apenas por um motivo estético, mas nesta configuração os cabos ficam menos susceptíveis à interferências eletromagnéticas.
- (Para o relatório) Qual o ganho do amplificador de instrumentação? Qual o ganho do amplificador inversor utilizado?

Checkpoint #1: Após esta etapa, e sem ligar as baterias, chame o professor para avaliar a montagem. Não passe desta etapa sem autorização.

ATIVIDADE 2: Medição e sinal de EMG

- Cole dois eletrodos sobre o maior grupo muscular do antebraço, o mais próximo possíveis entre si, assim como o eletrodo de referência em um local remoto.
- Conecte os eletrodos ao circuito através dos cabos jacarés.
- Observe e registre a atividade elétrica no osciloscópio quando em repouso muscular e mediante uma contração muscular prolongada.
- Os sinais são ruidosos? Se sim, existe uma frequência fundamental para este ruído? Qual? Quais seriam as suas possíveis razões? Use a operação de FFT (Fast Fourier Transform) do osciloscópio para observar as componentes em frequência para as situações de repouso e atividade muscular. Registre e discuta esses espectros. Existem diferenças significativas entre elas? Qual?

ATIVIDADE 3: Medição e sinal de ECG

- Efetue o registro do ECG com o dispositivo implementado e discuta se foi obtido sucesso. Para tal, coloque os dois eletrodos de medição próximos aos ombros.
- É possível identificar a ondas típicas de um ECG normal? Se o seu ECG parece invertido verticalmente, inverta os cabos jacarés dos ombros.

4 Questão para o relatório

Discuta o princípio de funcionamento do amplificador de instrumentação e suas principais características (tal como feito em aula) e compare com o esquemático do INA128/129 utilizado neste experimento. Ilustre a sua aplicabilidade por meio dos dados registrados neste experimento explicando (de forma sucinta) a origem do sinal biológico medido.

