

Universidade Federal do Paraná
Curso de Engenharia Elétrica
Laboratório de Engenharia Elétrica V – TE067
Prof. James Alexandre Baraniuk

Equipe: _____ Data: ____/____/_____

EXPERIMENTO PRÁTICO COM TRIAC

Objetivo

A presente prática tem por objetivo verificar na prática os diferentes modos de disparo dos TRIACs.

Material Necessário

- Transformador 110 V / 18V+18V, 0,5A ou transformador semelhante.
- Lâmpada de 24 V ou 48V.
- 4N25 ou 4N35 – Acoplador Óptico - <http://www.farnell.com/datasheets/4292.pdf>
- MOC3011 – Optoacoplador para TRIAC - <http://www.fairchildsemi.com/ds/MO/MOC3011M.pdf>
- TIC226D – TRIAC - <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/20139/POINN/TIC226D.html>
- 2 x Push-bottom Normalmente Aberto
- Bateria de 9V
- Resistores Diversos

Equipamentos:

Proto-board (do próprio estudante)
Multímetro (do próprio estudante)
Osciloscópio
Gerador de Funções

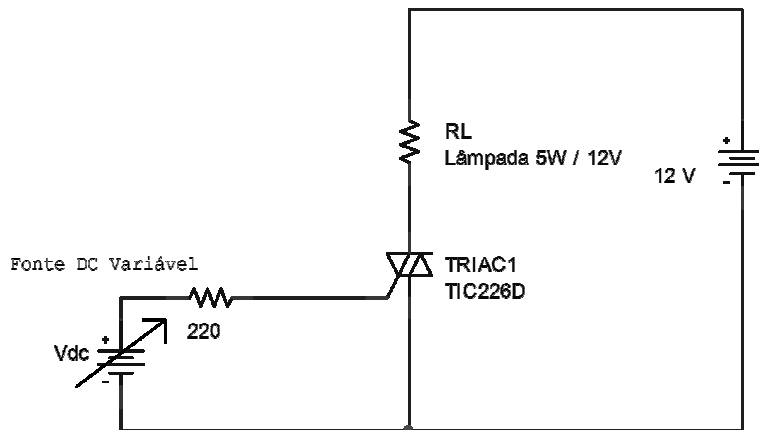
Materiais Complementares

Fios para protoboard
Cabos com pino banana/garra jacaré

Experimento 1 – Disparo do TRIAC em Corrente Contínua

Atividade 1) Monte o circuito da Figura 1 e verifique qual é a corrente necessária para disparar o TRIAC.

Figura 1: Circuito para Teste de Corrente de Disparo do TRIAC



Pergunta 1a) Explique o procedimento para medir a corrente de disparo do TRIAC e meça a corrente de disparo utilizando do procedimento apresentado.

Pergunta 1b) Meça a tensão entre o Gatilho e o T1 necessária para obter o disparo do TRIAC.

Pergunta 1c) Explique os procedimentos que podem ser utilizados para que o circuito da Figura 1 volte ao estado de não condução.

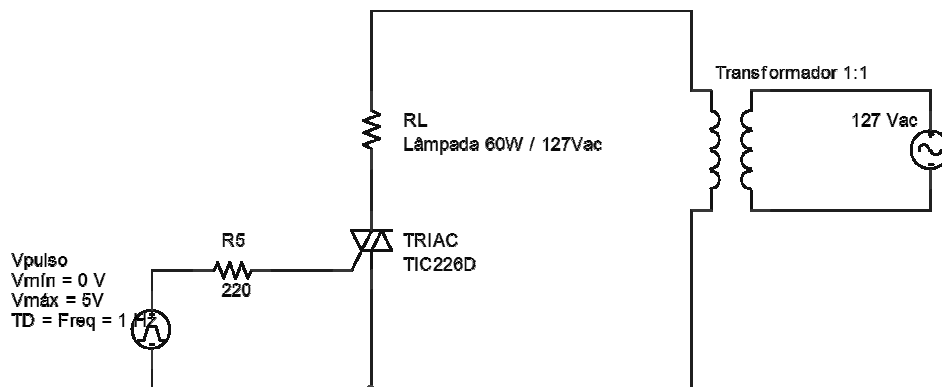
Pergunta 1d) Inverta a polaridade da fonte de 12Vdc e repita o procedimento de disparo do TRIAC. O que você observou?

Experimento 2) O TRIAC em Corrente Alternada

Atividade 2) Monte o circuito da Figura 2 e, utilizando-se de um gerador de funções para a geração dos pulsos de controle, observe o funcionamento do circuito.

IMPORTANTE: De modo a evitar curto circuito via o terminal de aterramento ou o terminal neutro, é importante que o circuito esteja completamente isolado da rede elétrica via transformador isolador.

Figura 2: Controle de Carga AC utilizando-se de TRIAC sem driver de acoplamento.

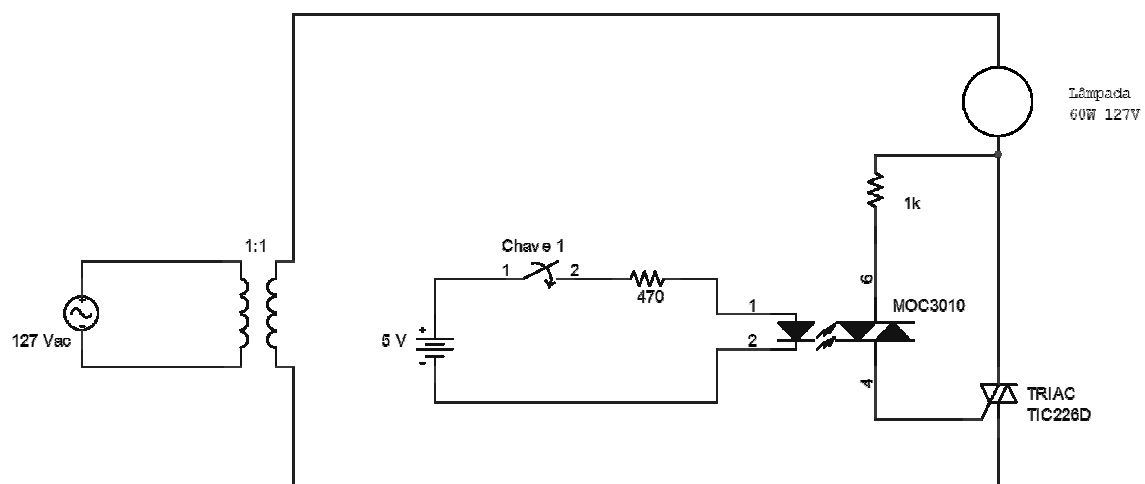


Pergunta 2a) Para o Circuito da Figura 2, quais são os cuidados necessários para a montagem?

Experimento 3) Acionamento do TRIAC por Driver Óptico

Atividade 3) Monte o circuito da Figura 3 e observe o funcionamento.

Figura 3: Controle de TRIAC utilizando de Driver Óptico – MOC



Atividade 4) Questões Teóricas

Pergunta 4a) Verifique no *datasheet* as principais características do TRIAC utilizado.

Pergunta 4b) Considerando o TRIAC utilizado, explique o procedimento para calcular a potência sobre o dispositivo quando o mesmo estiver conduzindo com uma corrente de 10A.

Pergunta 4c) Utilize um simulador de circuito eletrônico, como o ORCAD PSPICE, e simule o funcionamento de um circuito com TRIAC em CA.

Pergunta 4d) Explique os métodos como o TRIAC pode ser disparado.

Material de Apoio

Figura 5 – Dados do TRIAC 226D

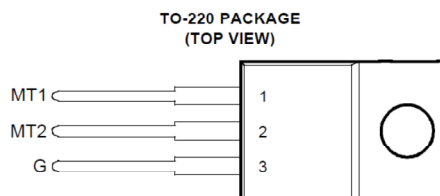


Figura 6 – Acoplador Óptico 4N25

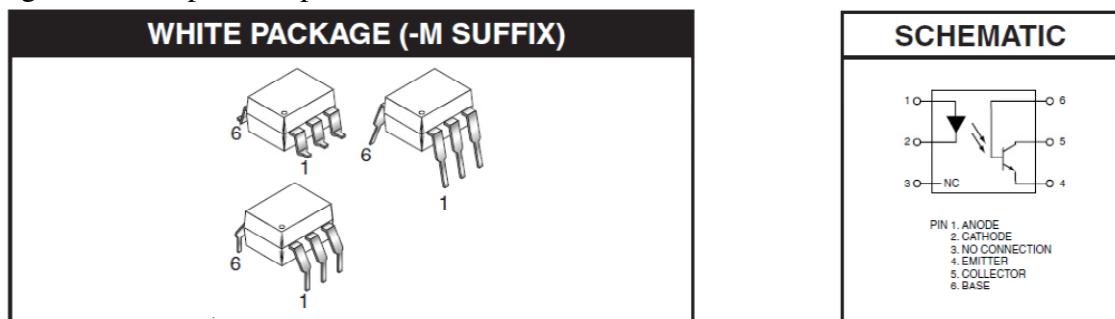
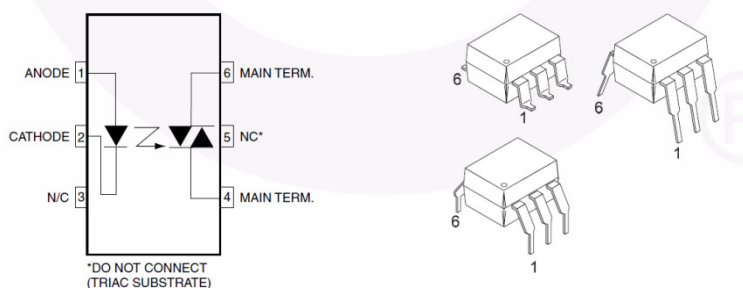


Figura 7 – Driver de TRIAC MOC3010.



(a) Diagrama Esquemático

(b) Invólucro

Universidade Federal do Paraná
Curso de Engenharia Elétrica
Laboratório de Engenharia Elétrica V – TE067
Prof. James Alexandre Baraniuk

Equipe: _____ Data: ____/____/_____

EXPERIMENTO PRÁTICO COM MOSFET

Objetivo

A presente prática tem por objetivo verificar na prática os diferentes modos de condução dos MOSFETS de potência.

Material Necessário

- Transformador 110 V / 18V+18V, 0,5A ou transformador semelhante.
- Lâmpada de 24 V ou 48V.
- IRF 640 – MOSFET de Potência- <http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/irf640.pdf>
- 4 x Diodos 1N4004 (ou ponte retificadora para 2A / 220V)
- 4 Chaves 1 polo x 2 posições
- Soquete para Bateria de 9V
- LM555 – Temporizador
- Potenciômetro de 100 k Ohms

Equipamentos Necessários

Proto-board (do próprio estudante)

Multímetro (do próprio estudante)

Osciloscópio

Gerador de Funções

Materiais Complementares Necessários

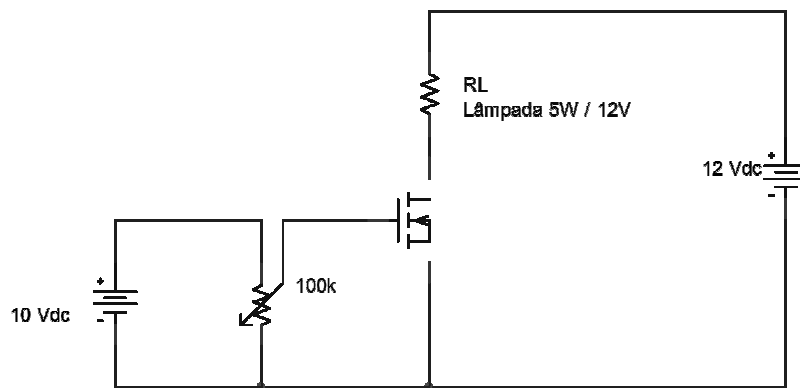
Fios para protoboard

Cabos com pino banana/garra jacaré

Atividade 1) Verificação da Condução do MOSFET

Experimento 1) Monte o circuito da Figura 1 e meça a tensão necessária para que a lâmpada acenda.

Figura 1: Medição da Tensão de Condução do MOSFET



Pergunta 1a) Descreva o procedimento a ser utilizado para medir a tensão com que o MOSFET inicia a condução.

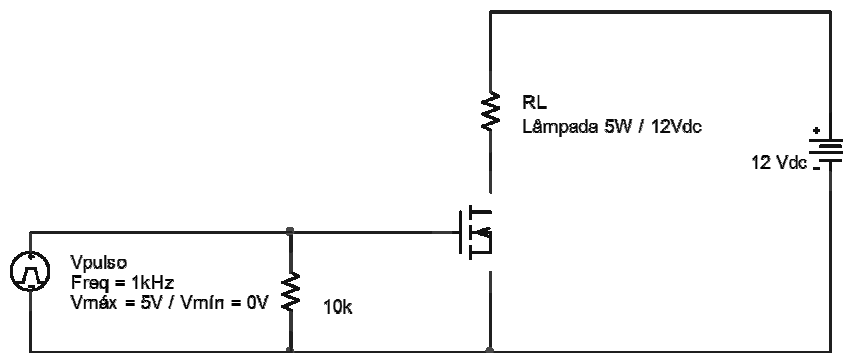
Pergunta 1b) Meça a tensão V_{GS} em que o MOSFET iniciou a condução.

Pergunta 1c) Meça a tensão V_{GS} em que o MOSFET atingiu a máxima corrente sobre a carga.

Atividade 2) Controle de Potência em DC utilizando o MOSFET

Experimento 2) Monte o circuito da Figura 2. Utilizando-se de um gerador de funções em 1kHz, varie a largura do pulso de entrada e verifique o que ocorre sobre a carga.

Figura 2: Controle de Potência em Carga DC com PWM



Pergunta 2a) Ajuste a tensão V_{pulso} de modo que a tensão possua o valor máximo durante 25% do tempo. Meça a tensão DC sobre a lâmpada.

Pergunta 2b) Ajuste a tensão V_{pulso} de modo que a tensão possua o valor máximo durante 50% do tempo. Meça a tensão DC sobre a lâmpada.

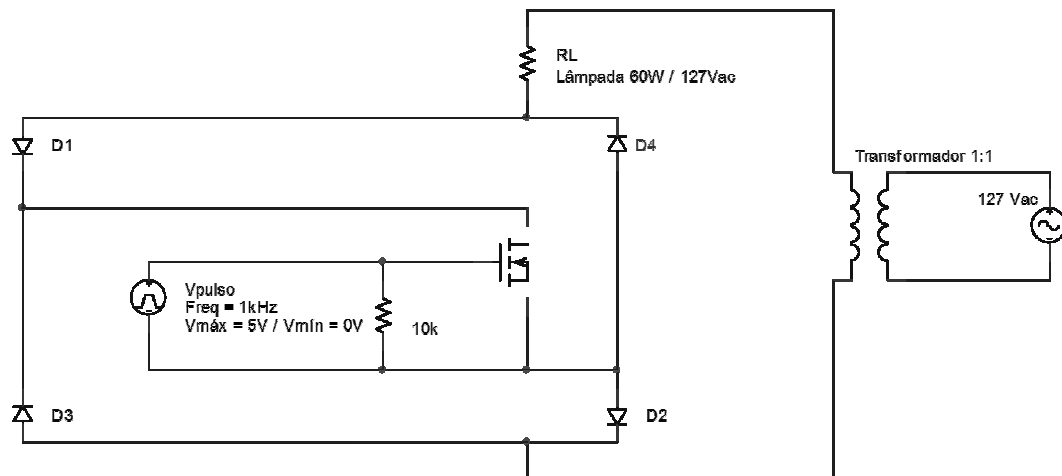
Pergunta 2c) Ajuste a tensão V_{pulso} de modo que a tensão possua o valor máximo durante 75% do tempo. Meça a tensão DC sobre a lâmpada.

Pergunta 2d) Qual é a potência absorvida pela lâmpada quando a largura do pulso da tensão V_{pulso} for igual a: (1) 25%; (2) 50%; (3) 75%; e (4) 100%?

Atividade 3) Controle de Potência em CA

Experimento 3) Monte o circuito da Figura 3 e verifique o efeito sobre a lâmpada ao variarmos a largura do pulso da fonte V_{pulso} .

Figura 3: Controle de Potência em Carga AC utilizando-se de MOSFET de Potência



Pergunta 3a) Explique o funcionamento do circuito da Figura 3. Verifique se você incluiu a explicação dos seguintes itens: (1) Razão da presença dos diodos D_1 a D_4 ; (2) Razão da presença do transformador 1:1.

Atividade 4) Questões Teóricas

Pergunta 4a) Utilizando de um simulador, monte e simule o circuito de disparo de MOSFET.

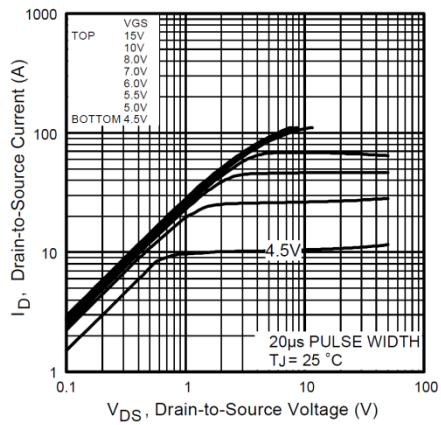
Pergunta 4b) Verifique o *datasheet* do MOSFET e identifique as principais características.

Pergunta 4c) Considerando o MOSFET utilizado, explique o procedimento para calcular a potência sobre o dispositivo quando o mesmo estiver conduzindo com uma corrente de dreno de 10A, em condição de saturação.

Pergunta 4d) Quais são as diferenças, vantagens e desvantagens da utilização de MOSFETs no lugar de TRIACs?

Material de Apoio

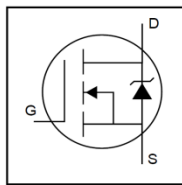
Figura 1 – Curva Característica e Invólucro do MOSFET IRF540N



Package Outline

TO-220AB

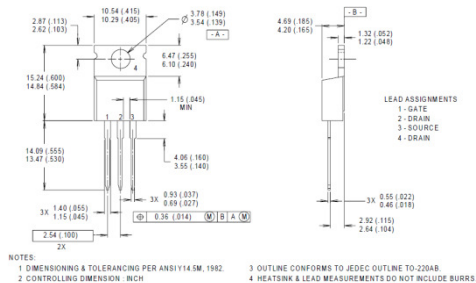
Dimensions are shown in millimeters (inches)



$V_{DSS} = 100V$

$$R_{DS(on)} = 44m\Omega$$

$$I_D = 33A$$



Fonte: Catálogo da IRF (2011).

Equipe: _____ Data: ____/____/_____

EXPERIMENTO PRÁTICO COM CONVERSOR ANALÓGICO / DIGITAL

Objetivo

A presente atividade tem por objetivo verificar na prática o funcionamento do conversor Analógico Digital.

Material Necessário

- Material: ADC 0808 – Conversor AD - <http://www.national.com/mpf/DC/ADC0808.html>
- 2 x Chaves tipo *Push bottoms*
- 8 x LEDs
- Resistores Diversos

Equipamentos:

Proto-board (do próprio estudante)
Multímetro (do próprio estudante)
Osciloscópio
Gerador de Funções

Materiais Complementares

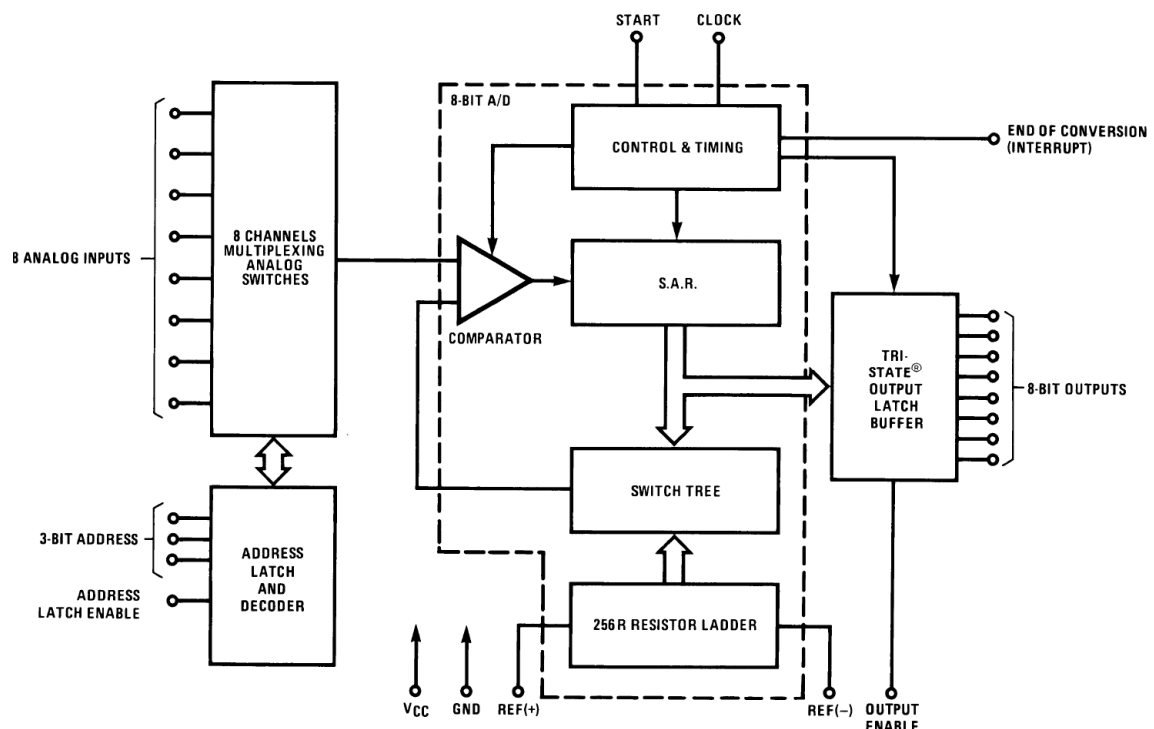
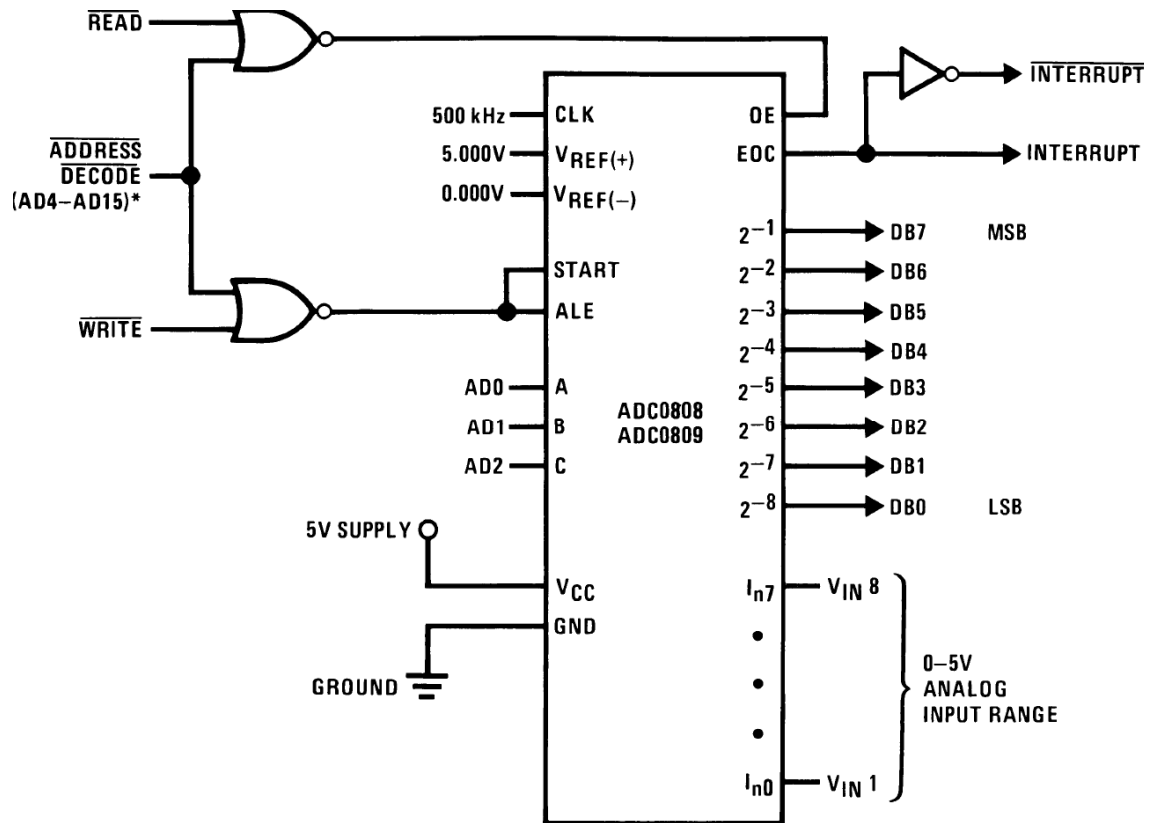
Fios para protoboard
Cabos com pino banana/garra jacaré

Prática de Conversor Analógico Digital

Material de Apoio

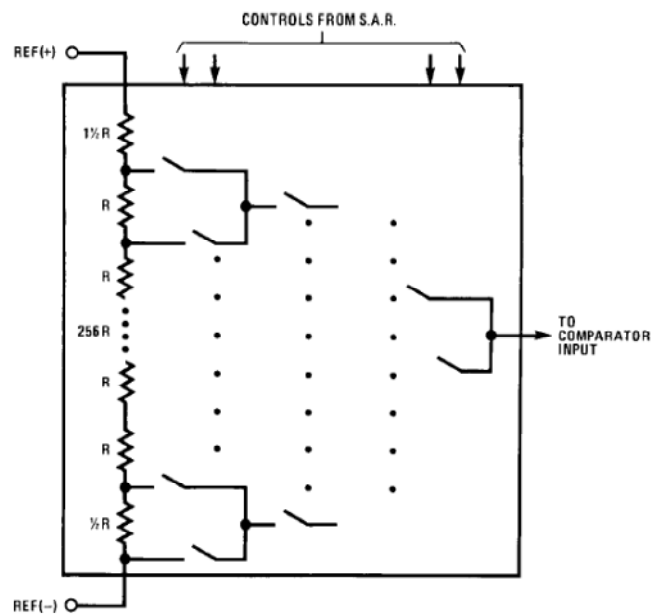
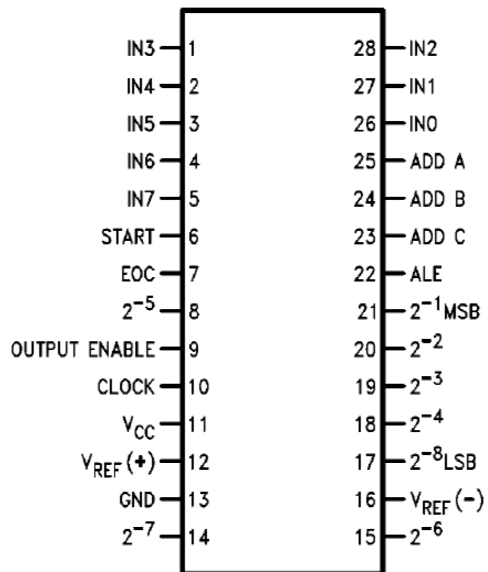
Atividade 1) Questões Teóricas

- 1) Montar um conversor A/D utilizando-se do ADC 0808.
- 2) Explicar a função dos pinos V_{ref+} e V_{ref-} .
- 3) Explicar a função do pino OUTPUT ENABLE
- 4) Explicar a função do pino EOC
- 5) Explicar a função do pino START
- 6) Explicar a função do pino ALE
- 7) Explicar a função dos pinos ADD A, ADD B e ADD C



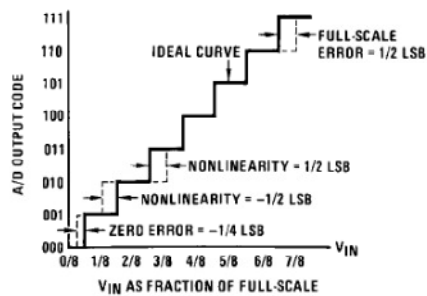
Connection Diagrams

Dual-In-Line Package



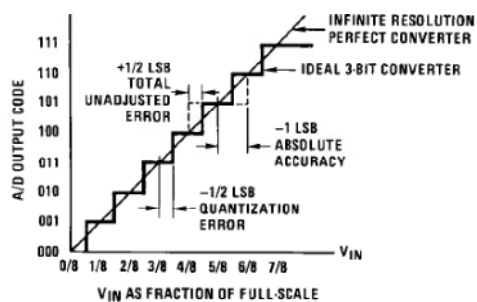
567202

FIGURE 1. Resistor Ladder and Switch Tree



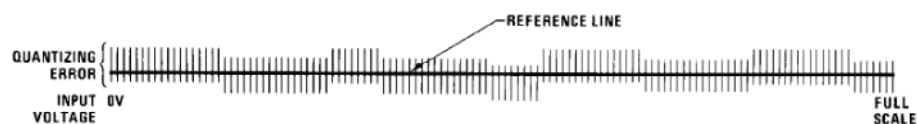
567213

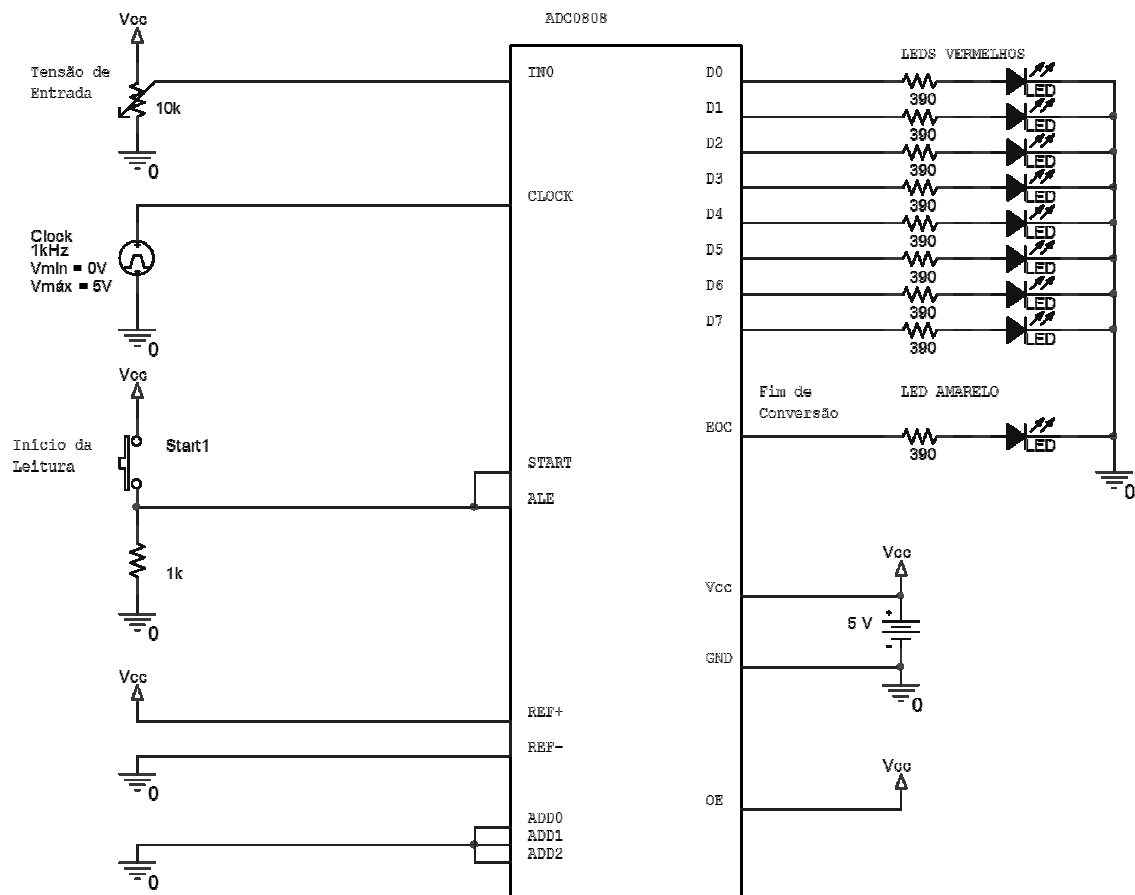
FIGURE 2. 3-Bit A/D Transfer Curve



567214

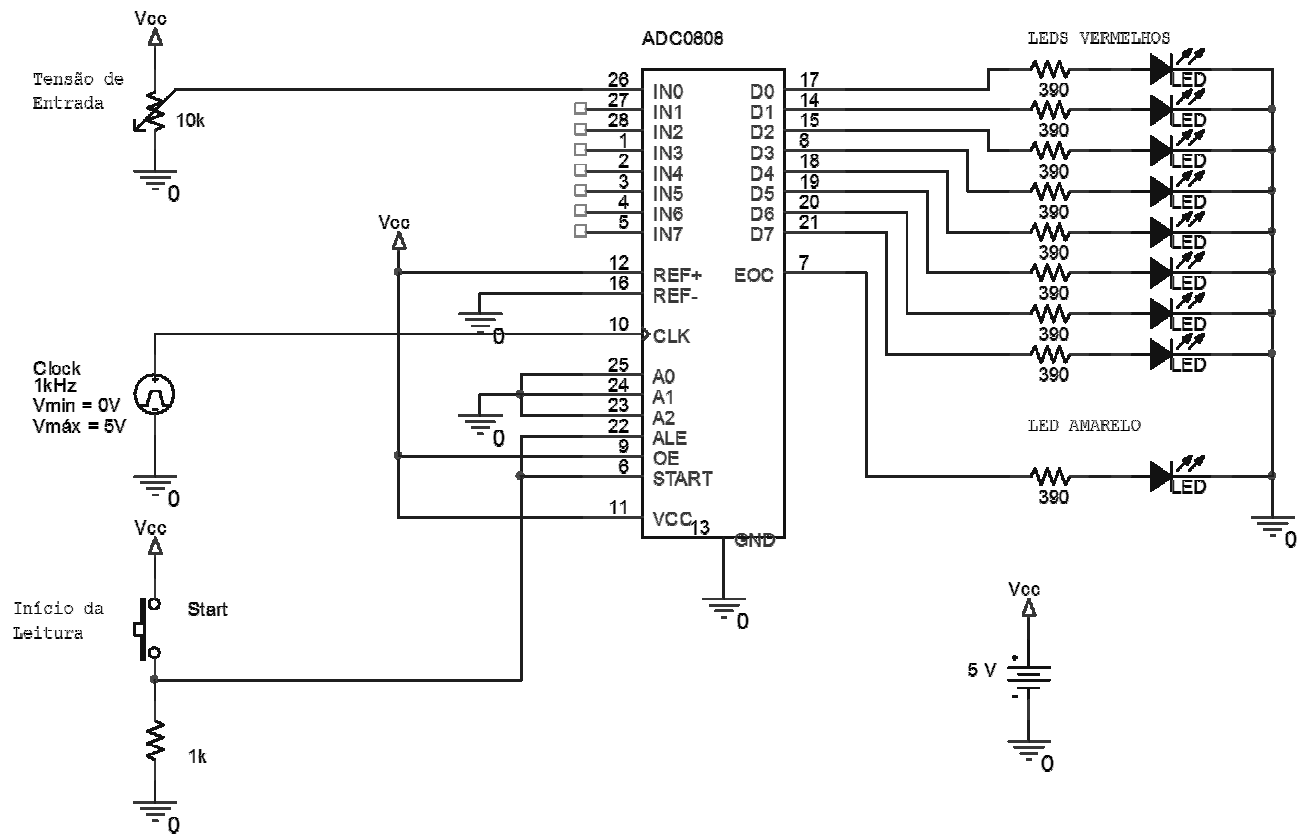
FIGURE 3. 3-Bit A/D Absolute Accuracy Curve





Perguntas:

- Qual é o valor de tensão que representa o bit menos significativo?
- Qual é o valor de tensão que representa o bit mais significativo?
- Explique as funções dos pinos:
 - a. IN0 a IN7
 - b. CLOCK
 - c. START
 - d. ALE
 - e. REF+ e REF-
 - f. ADD0 a ADD1
 - g. D0 a D1
 - h. EOC
 - i. OE



Equipe: _____ Data: ____/____/_____

EXPERIMENTO PRÁTICO COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Material Necessário:

2 x Amplificador Operacional LM324
Resistores Diversos
Protoboard
Fonte de Alimentação
Gerador de Áudio

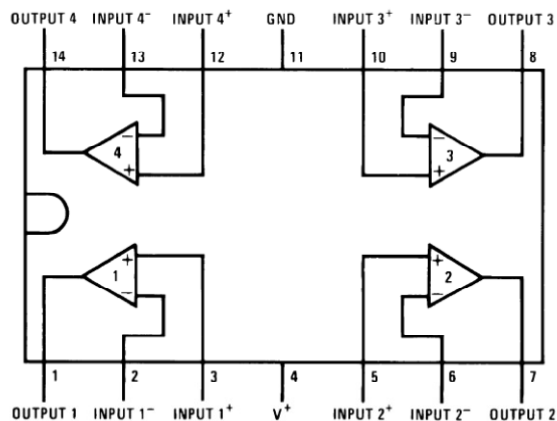


Figura 6: Diagrama Esquemático do Amplificador Operacional LM324

Atividades a Serem Realizadas:

Dos experimentos apresentados neste roteiro, selecione três experimentos a serem montados (incluindo o amplificador diferencial). Para estes experimentos o estudante deverá realizar a montagem e verificação dos resultados.

Cuidados para uma boa montagem:

- No desenho do circuito, identificar o número dos pinos em que serão realizadas as ligações;
- A alimentação do circuito é realizada por três pontos: +Vcc, -Vcc e o “0V”. Não esqueçam de realizar a ligação do “0V”;
- Para melhorar a imunidade ao ruído, conecte um capacitor de 100μF entre o +Vcc e o 0V e outro capacitor de 100μF entre o -Vcc e o 0V. Verifique a polaridade e a tensão máxima do capacitor;
- Para a geração de sinais de baixa amplitude, na ordem de mili Volts, utilize o divisor resistivo conforme ilustrado na Figura 2.

1. 1º Experimento – Medição de Tensão de Offset

1.1. Monte o circuito da Figura 1 e meça a tensão de *Offset*.

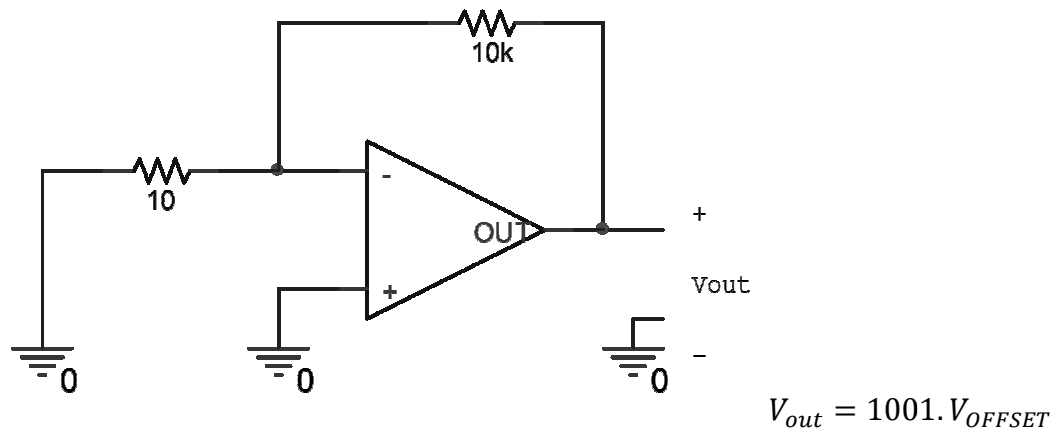


Figura 1: Circuito para a Medição do *Offset*.

1.1. Explique o que vem a ser a tensão de *offset* de um amplificador operacional.

1.2. Mostre um circuito que possa ser utilizado para corrigir a tensão de *offset*.

2. 2º Experimento – Resposta de Frequência de Amplificador Operacional

2.1. Para a verificação da resposta de frequência, monte o circuito da Figura 2.

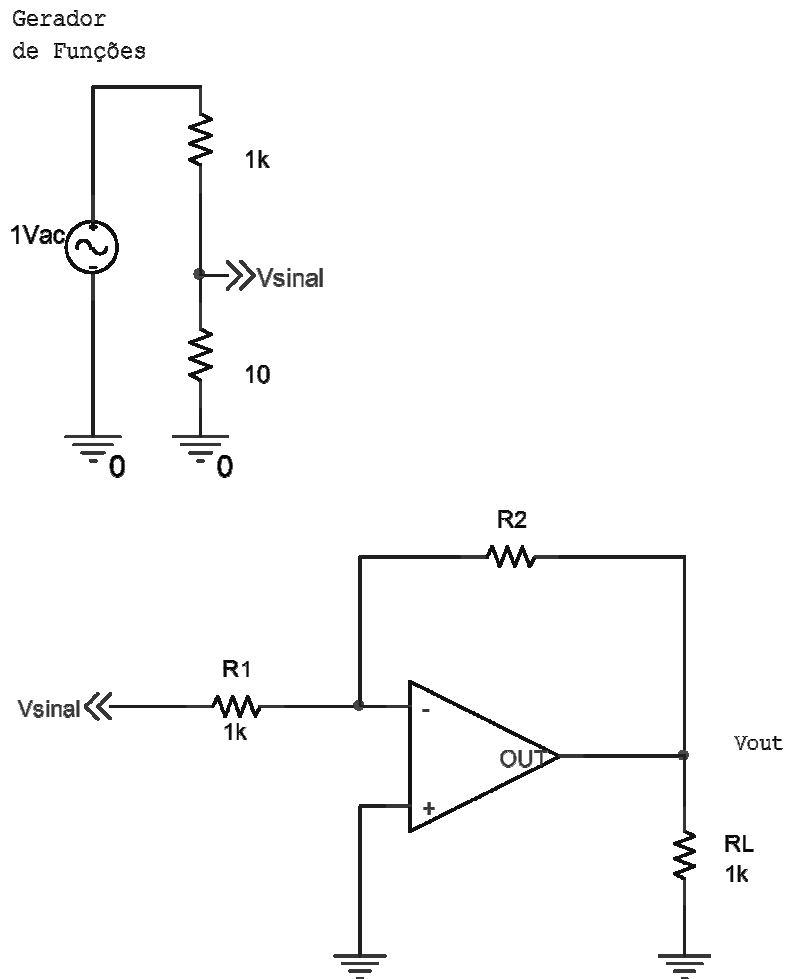


Figura 2: Circuito para a Medição da Resposta de Frequência

2.2. Explique o procedimento para a realização da medição da resposta de frequência de um amplificador operacional.

2.3. Monte um amplificador inversor com ganho $A_v = -10$ e meça a frequência de corte deste amplificador.

2.4. Monte um amplificador inversor com ganho $A_v = -100$ e meça a frequência de corte deste amplificador

2.5. Explique porque a resposta de frequência de um amplificador operacional varia em função do ganho do circuito.

3. 3º Experimento – Amplificador Diferencial

3.1. Determine a equação do amplificador diferencial do circuito da Figura 3.

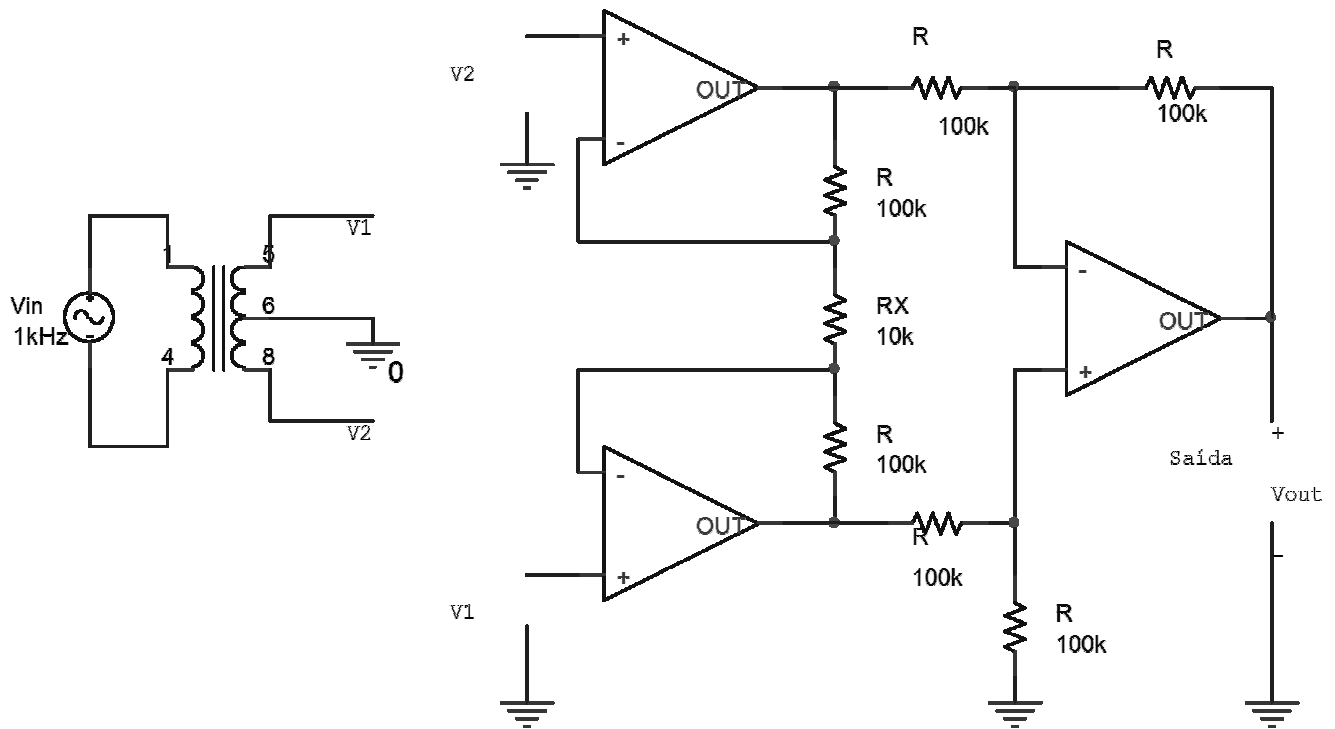


Figura 3: Amplificador Diferencial

3.2. Monte o circuito da Figura 3 e verifique a tensão de saída.

4. 4º Experimento – Retificador de Precisão

4.1. O circuito da Figura 4 é um retificador de precisão. Explique o funcionamento do circuito da Figura 4.

4.2. Monte o circuito da Figura 4 em laboratório e verifique o funcionamento.

4.3. Monte o circuito da Figura 4 em um simulador de circuito e verifique o funcionamento

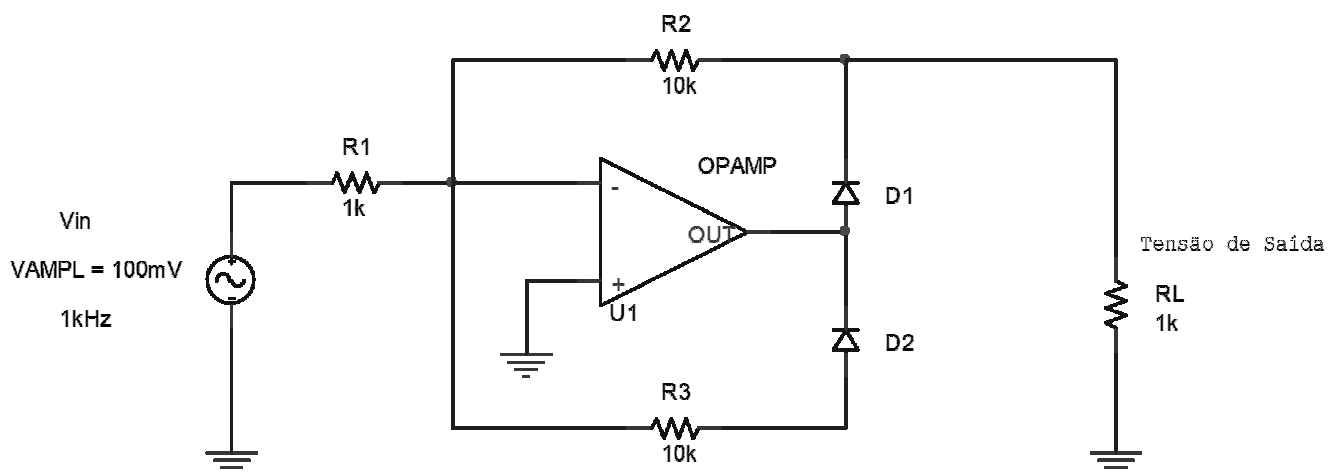
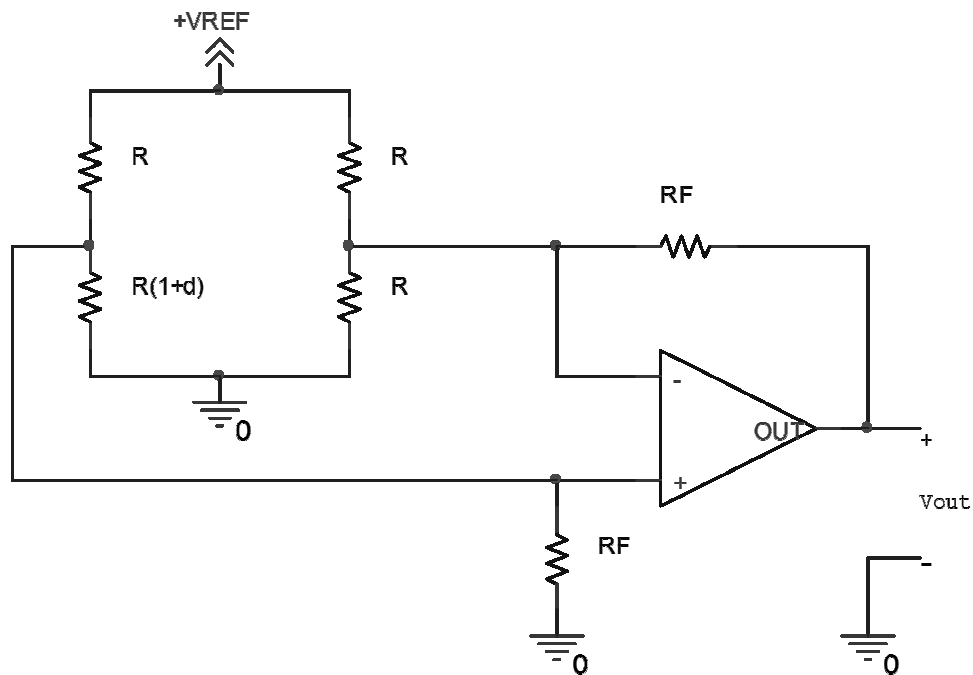


Figura 4: Retificador de Precisão

5. 5º Experimento – Amplificador em Ponte

- 5.1. O circuito da Figura 5 representa um Amplificador em Ponte. Observe que para o funcionamento do circuito, necessita-se que $R_F \gg R$ e que $d \ll 1$.
- 5.2. Explique em que situações o circuito da Figura 5 pode ser utilizado.
- 5.3. Monte o circuito da Figura 5 utilizando-se de $R_F = 10\text{k}\Omega$, $R = 330\Omega$ e $R(1+d) = 340\Omega$ e verifique o funcionamento do circuito.



Se $d \ll 1$ e $R_F \gg R$, temos que $V_O = V_{REF} \left(\frac{d}{2} \right) \cdot \frac{R_F}{R}$

Figura 5: Amplificador em Ponte