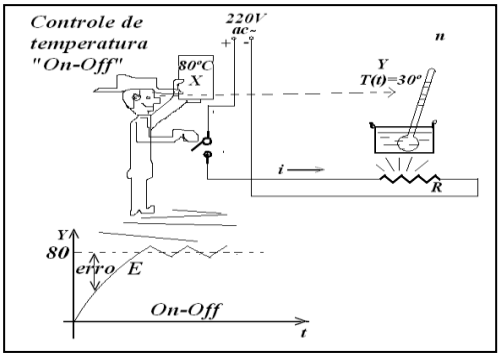
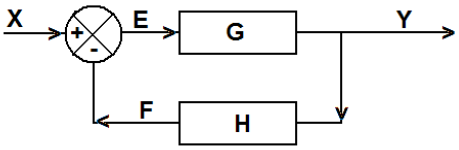
Prática 8
"Feedback¨ (realimentação). Amplificadores operacionais

Como um operador controla a temperatura de um caldeirão com água?



O operador, na figura, deseja que a temperatura do caldeirão seja, p. ex., de X=80ºC. O termômetro indica Y=30ºC. O operador então compara X e Y. A diferença entre o valor desejado e o real, é o erro E=50ºC. Se este valor é positivo, o operador liga a chave. Se negativo o operador desliga a chave. A potência entregue ao caldeirão cada vez que a chave é ligada, é máxima e independe do erro. Esse controle é conhecido como controle "ON-OFF"!!
Este controle apresenta oscilações muito grandes em torno do valor médio, que deve coincidir com o valor desejado, X. Um controle mais preciso seria um controle proporcional ao erro (P). Poderiamos adicionar ainda controles proporcionais à integral do erro (I), e a diferencial do erro (D). Como seria a resposta temporal do controle PI, PD, PID? Esse controle leva ao estudo da realimentação (**feedback**).

Expressao analítica relacionando a saída com a entrada de sinal:



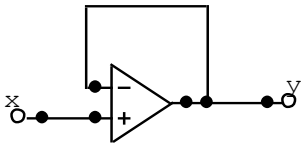
Vamos assumir que as variáveis X, E, Y, F, são variáveis complexas. G e H são funçoes de variáveis complexas, amplificadores e/ou atenuadores. O circulo na entrada representa uma função somador.
Podemos escrever:

$$Y = G(X - HY) \text{ e } Y = \frac{G}{1+GH}X \qquad \textbf{(1)}$$

Chamando de ganho de laço aberto, T, à expressão $GH = T$ temos: $\frac{Y}{X} = \frac{T}{1+T} \cdot \frac{1}{H}$.

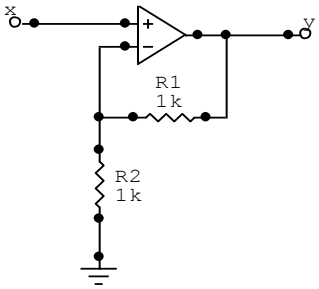
Na expressão acima, Y/X é o ganho de laço fechado do sistema. Com **T tendendo a infinito** o ganho de laço fechado fica definido por:

Y/X=1/H **(2)**



As Eqs. 1 e 2 são fundamentais.
Um amplificador real usa fontes de alimentação simétricas (em relação à terra) terá $A \cong 10^8$, $Z_+ \approx Z_- = 10^{10}\Omega$, $Z_o = 0$ (para correntes de saída <5mA). Condensadores de **0.1uF devem ficar em paralelo com as fontes**. Amplificadores usuais são: OP07, LM357, uA741

Exemplos de circuitos realimentados com *op amps*.



O circuito acima se chama *seguidor*. O ganho de tensão de laço fechado é 1. A corrente máxima fornecida dependerá do operacional.

O *amplificador não inversor*, ao lado, tm ganho de tensão definido pelos resistores R1 e R2.

Use as Eqs. 1 e. 2 para calcular os ganhos de tensão dos circuitos citados.

AMPLIFICADOR REALIMENTADO, SAÍDA EM ¨PUSH-PULL.

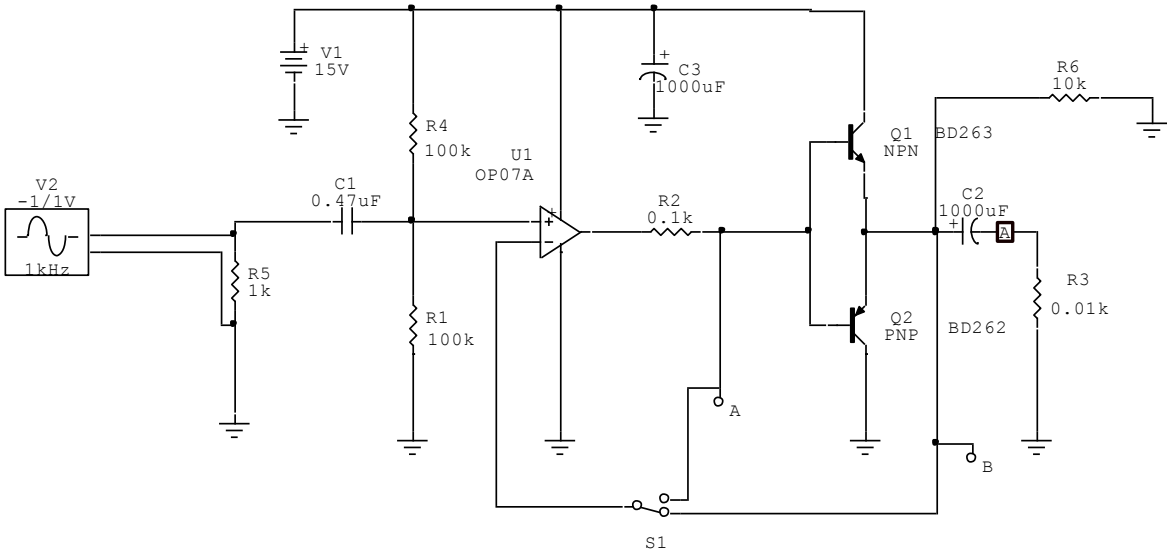
Neste projeto vamos amplificar a potencia do sinal do gerador (microfone) para atuar sobre um alto-falante. Faixa de passagem: audio (100-10000Hz).

Monte no proto-board o circuito da figura abaixo. Os transistores (**PNP e NPN**) devem estar com dissipadores de calor. ***Os dissipadores não devem encostar entre si sob o risco de queima imediata dos transistores***. Os coletores estão eletricamente ligados aos dissipadores. Identifique no circuito a entrada e a saída de sinal. Aplique uma **onda senoidal de 0.2V de pico à entrada, freqüência 1kHz**. Escolha cabos BNC-jacaré para medir com o osciloscópio as tensões de entrada e de saída. Ligue o circuito. **Inicialmente, use R3=1k!!!**

O circuito utiliza um amplificador operacional e um amplificador transistorizado de ganho 1, push-pull *com* ***não linearidade do tipo zona morta*****. Indique no circuito (desenho) os amplificadores**

1-Desenhe as curvas de tensão esperadas nos pontos A e B

2- Na freqüência de trabalho do amplificador, qual a impedancia de entrada do circuito? Qual a de saida?



3- Desligue o circuito e mude a realimentação de B para A. Use a chave S1(t). Ligue o circuito, aumente gradualmente a amplitude da senoide para 0.8V de pico e desenhe as curvas em A e B comparando os sinais.

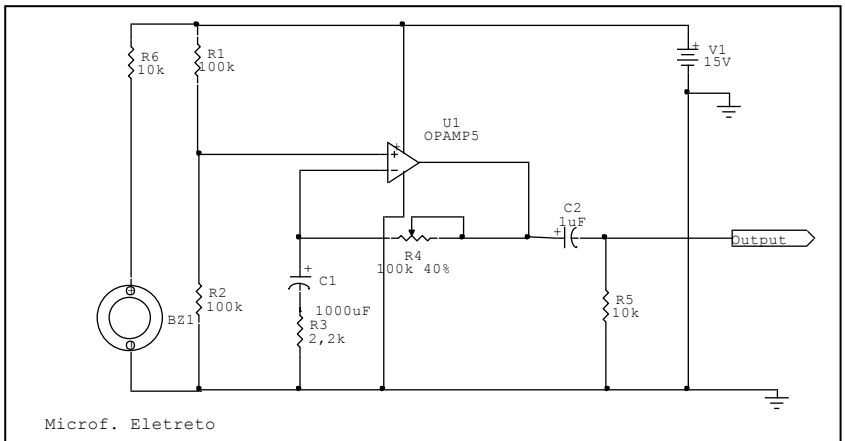
4- Desligue o aparelho e mude a realimentação de A para B novamente***. Coloque um alto-falante de 8 Ohms na saida e aplique o gerador de sinais em uma frequencia de áudio (600Hz).*** Module com o gerador. No relatório/teste comente sobre a eficiência do amplificador, sobre a potencia dissipada nos transistores, sobre o efeito da realimentação.

Amplificador de vóz.

O microfone de eletreto substituirá o gerador de sinais. (Seu funcionamento será mostrada em aula.)

Ele deve ser polarizado com uma corrente de aproximadamente 1mA.

O circuito ao lado é um pré amplificador acoplado ao microfone. Como funciona? Monte-o e coloque no lugar do gerador de sinais.



Circuito pré amplificador para o microfone de eletreto para ser usado no amplificador de potencia.

xxxx