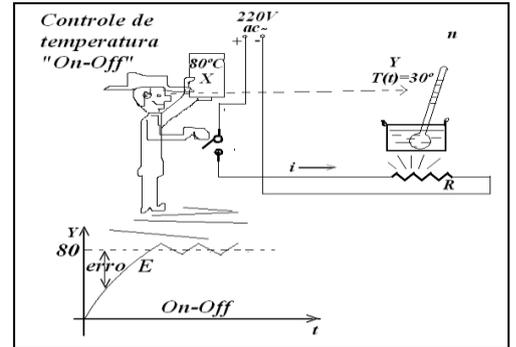


Prática 10
“Feedback” (realimentação). Amplificadores operacionais

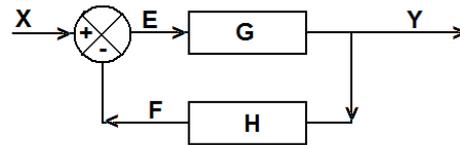
Como um operador controla a temperatura de um caldeirão com água?

O operador, na figura, deseja que a temperatura do caldeirão seja, p. ex., de $X=80^{\circ}\text{C}$. O termômetro indica $Y=30^{\circ}\text{C}$. O operador então compara X e Y . A diferença entre o valor desejado e o real, é o erro $E=50^{\circ}\text{C}$. 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 elaborado usaria a soma de controles proporcionais ao erro (P), à integral do erro (I), e à diferencial do erro (D). Este controle é conhecido como PI, PD e PID conforme os controles utilizados..



Expressão 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 funções de variáveis complexas, amplificadores e/ou atenuadores. O círculo na entrada representa uma função somador.



Podemos escrever:

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

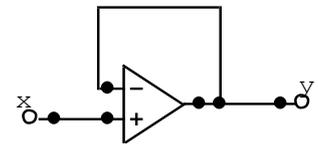
Chamando de ganho de laço aberto, T , à expressão $GH = T$ temos: $\frac{Y}{X} = \frac{T}{1 + T} \cdot \frac{1}{H}$.

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:

$$Y/X = 1/H \quad (2)$$

As Eqs. 1 e 2 são fundamentais.

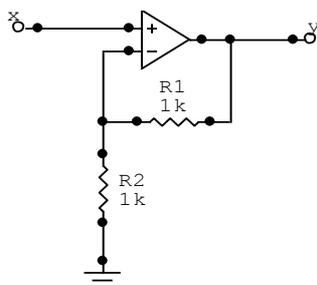
Um amplificador real usa fontes de alimentação simétricas (em relação à terra) terá $A \approx 10^8$, $Z_i \approx Z_o = 10^{10} \Omega$, $Z_o = 0$ (para correntes de saída $< 5\text{mA}$). Condensadores de **0.1uF** devem ficar em paralelo com as fontes. Amplificadores usuais são: OP07, LM357, uA741



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*, abaixo, tem 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".

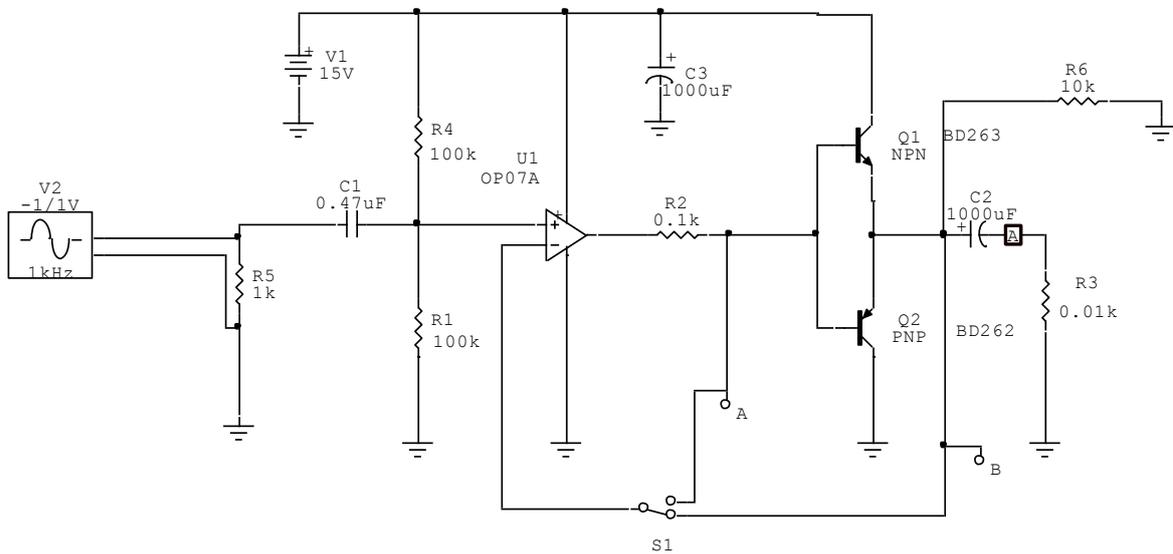
Neste projeto vamos amplificar a potencia do sinal do gerador (microfone) para atuar sobre um alto-falante. Faixa de passagem: audio (100-10 000Hz).

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, frequência 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-Com a chave S1 em B. Desenhe as curvas de tensão esperadas nos pontos A e B

2- Na frequência de trabalho do amplificador, qual a impedancia de entrada do circuito? Qual a de saída?



3- Desligue o circuito e mude a chave S1 de B para A. 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 circuito e mude a chave de A para B. Aplique um alto-falante em paralelo com R3=1k (isso vai resultar em uma impedância de 0.01k). Varie a frequência do sinal de áudio.

Faça o relatório comentando o que viu e os efeitos observados causados pela realimentação..