

Nome:

- (1,0) Flip-Flop tipo D
  - Desenhe um Flip-Flop tipo D, com *Set* e *Reset* tipo NAND, usando lógica CMOS por chave de passagem.
  - Qual é o número mínimo de transistores MOS para esse Flip-Flop?
- (1,0) Qual dos valores abaixo mais se aproxima do ganho (em módulo) do amplificador CMOS da Para a Fig. 1? Considere:  $V_{CC}=10V$ ,  $R_1=R_2=10M\Omega$ ,  $R_3=5k\Omega$ ,  $C_1$  e  $C_2$  são grandes o suficiente para que sua impedância seja desprezível na frequência de operação do amplificador,  $k'_n W/L = k'_p W/L = 2mA/V^2$ ,  $V_{An} = |V_{Ap}| = 100V/V$ ,  $v_{tn} = |V_{tp}| = 2V$ ,  $R_4=R_G=100k\Omega$ ,  $V_1=v_i$  e a tensão sobre  $R_3$  é a tensão de saída  $v_o$ .
  - 65
  - 33
  - 50
  - 90
  - 8,5

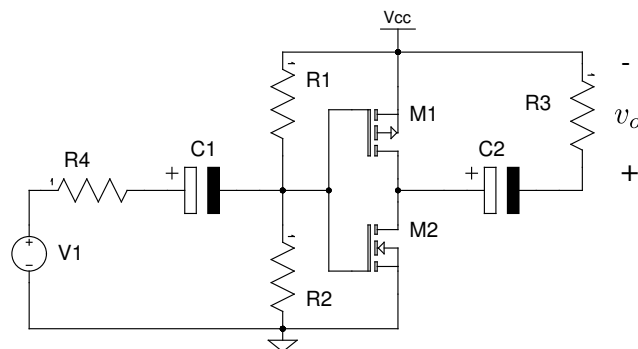


Figura 1: Amplificador CMOS.

- (1,0) Coloque V (verdadeiro) ou F (falso) nas alternativas abaixo:
  - ☐ A polaridade de  $C_1$  na figura está errada.
  - ☐ A polaridade de  $C_2$  na figura está errada.
  - ☐ O ganho do amplificador é menor devido à carga estar ligada em VCC.
  - ☐ O valor ganho do amplificador é negativo.
- (1,0) Qual é o valor de  $R_x$  na Fig. 2, para que  $Q_1$  fique no limiar de saturação? Considere  $\beta_1 = 50$ ,  $\beta_2 = 25$ ,  $v_{BE1} = 1,2V$ ,  $v_{BE2} = 1,5V$ . Considere que no terminal SW+ entra uma corrente de 50A, que sai pelo terminal SW-.

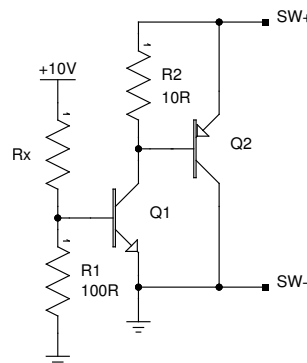


Figura 2: Darlington híbrido NPN-PNP.

5. (1,0) Assinale V (verdadeiro) ou F (falso) nas alternativas abaixo:
- a) ( ) O dispositivo PUT (*programmable unijunction transistor*) possui 5 camadas enquanto que o SCR possui somente 4.
- a) ( ) O SCR é disparado por uma corrente positiva da porta para o catodo, enquanto que o PUT é disparado por uma corrente negativa (que sai) da porta para o catodo.
6. (1,0) Considerando uma modulação em largura de pulso com uma frequência de portadora de 100kHz, taxa de subida de  $1V/\mu s$  e de descida de  $-5V/\mu s$ , qual é a largura do pulso para uma tensão da onda modulante de 4V?
- a)  $4\mu s$    b)  $10\mu s$    c)  $5\mu s$    d)  $4,8\mu s$    e) n.d.a
7. (1,0) Para o circuito da Fig. 3, considere  $R1=2R2=10k\Omega$ ,  $R3=4,7k\Omega$ ,  $C=2,2nF$ . O amplificador operacional utilizado é alimentado por  $VCC=5V$  e  $VEE=-5V$ , possui tensão máxima de saída igual a  $VCC-3V$  e mínima de  $VEE+2V$ . Assinale o valor de  $V_{TH}$  do Schmitt Trigger do circuito:
- a) 2.5V   b) 1V   c) 1.5V   d) 2V   e) n.d.a
8. (1,0) Para o circuito da Fig. 3, assinale o valor de  $V_{TL}$ , em módulo:
- a) 2.5V   b) 1V   c) 1.5V   d) 2V   e) n.d.a
9. (1,0) Para o circuito da Fig. 3, qual dos valores mais se aproxima da frequência no terminal OUT?
- a) 50kHz   b) 5kHz   c) 10kHz   d) 100kHz   e) 1kHz

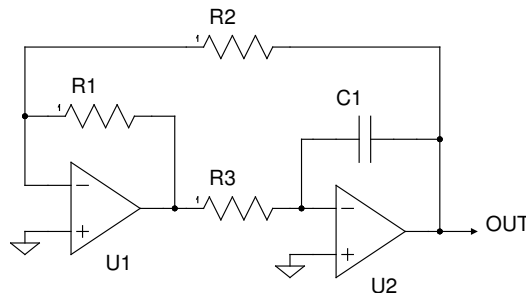


Figura 3: Gerador de onda triangular.

10. (1,0) Assinale a forma de onda da tensão no terminal OUT:
- a) Quadrada   b) Senoidal   c) Dente de serra
- d) Retangular   e) n.d.a.

### Fórmulas

#### MOSFET N

Região de saturação:  $i_D = \frac{1}{2}k'_n \frac{W}{L}(v_{GS} - V_t)^2(1 + \lambda v_{DS})$ ;  $\lambda = \frac{1}{V_A}$ ; Condição:  $v_{DS} > v_{GS} - V_t$ ;

Região triodo:  $i_D = k'_n \frac{W}{L} \left( (v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right) (1 + \lambda v_{DS})$ ;

Para o MOSFET canal P, utilizar  $k'_p$  ao invés de  $k'_n$  nas fórmulas acima.

Corrente no diodo:  $i_D = I_S \left( e^{\frac{v_{BE}}{V_T}} - 1 \right)$

Ganho de corrente forçado em um BJT:  $\frac{\beta_{forced}}{\beta_F} = \frac{e^{\frac{v_{BE}}{V_T}} - \frac{1}{\alpha_R}}{e^{\frac{v_{BE}}{V_T}} + \frac{\beta_F}{\beta_R}}$

Modelo Ebers-Moll de transporte:

$$i_{BE} = \frac{I_S}{\beta_F} \left( e^{\frac{v_{BE}}{V_T}} - 1 \right) \quad i_{BC} = \frac{I_S}{\beta_R} \left( e^{\frac{v_{BC}}{V_T}} - 1 \right) \quad i_{CE} = \beta_F i_{BE} - \beta_R i_{BC}$$