

# Complementos de Electronica

# 6

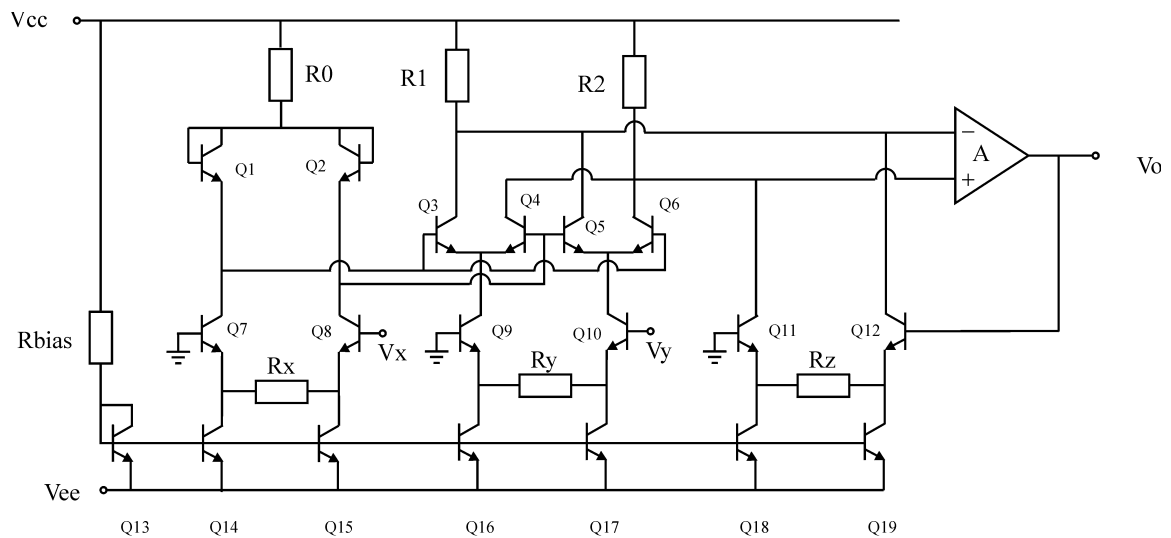
Multiplicadores Analógicos

1 sem. 2001-2002

probl\_6.doc / probl\_6.pdf

1:

Considere o multiplicador  $V_o = V_x \times V_y$  da figura abaixo



$R_0 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{\text{bias}} = 11.3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_x = R_y = R_z = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $V_{\text{cc}} = +6 \text{ V}$ ,  $V_{\text{ee}} = -6 \text{ V}$ ,  
 $Q1=Q2$ ,  $Q3 = Q4$ ,  $Q5=Q6$ ,  $Q7=Q8$ ,  $Q9=Q10$ ,  $Q11=Q12$ .

- Qual o numero de quadrantes (1, 2 ou 4)?
- Determine o ponto de funcionamento dos transistores (i.e. determine as tensões e correntes em todos os nodos do circuito).
- Determine a característica  $V_o(V_x, V_y)$ .
- Qual a amplitude mínima e máxima para  $V_x$  e  $V_y$  que garanta que o circuito funcione como multiplicador?
- Obtenha gráficamente com o SPICE a característica de saída  $V_o$  fazendo um varrimento de  $V_x$  ( $-1 \text{ V} < V_x < 1 \text{ V}$ , com incremento de  $0.1 \text{ V}$ ), para  $V_y = -1 \text{ V}$ ,  $-0.5 \text{ V}$ ,  $0 \text{ V}$ ,  $+0.5 \text{ V}$ ,  $+1 \text{ V}$ .

2:

Uma classe de multiplicadores analógicos realizada em tecnologia CMOS é baseada na seguinte igualdade:

$$(V_1+V_2)^2 - (V_1-V_2)^2 = 4V_1V_2$$

prove que o circuito da figura é um multiplicador analógico baseado nesta igualdade, e que a tensão de saída do circuito é dada por

$$V_o = R \beta v_x v_y$$

Onde  $\beta$  é o factor de transcondutância dos transistores M1, M2, M3, M4. Assume que os transistores M1, M2, M3 e M4 são iguais.

