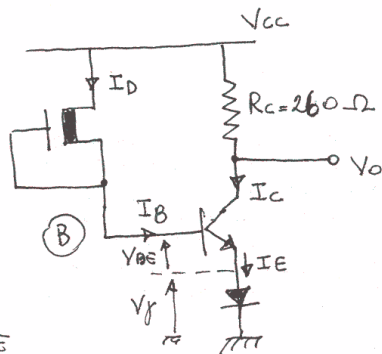


Esercizio: Nel circuito di figura si abbia $k \frac{W}{L} = 50 \mu A/V^2$ e $V_T = -2V$ per il D-MOS, $\beta_F = 100$ per il BJT, $R_C = 260 \Omega$. Valutare le regioni di funzionamento di MOS, BJT e diodo e calcolare V_O , I_C del BJT e I_D del MOS nei casi:

a) $V_{CC} = 10V$ b) $V_{CC} = 2,5V$ c) $V_{CC} = 1V$



$V_T = -2V$ D-MOS CANALE N
 $\beta_F = 100$

SOLUZIONE

a) $V_{CC} = 10V$

ipotesi D-MOS in saturazione, BJT in zona attiva, diodo ON

$$I_D = I_B = k \frac{W}{L} (V_{GS} - V_T)^2 = 50 \frac{\mu A}{V^2} (0 + 2V)^2 = 200 \mu A \quad (V_{GS} = 0V)$$

$$V_B = V_{BE} + V_Y = 0,7 + 0,7 = 1,4V = V_G \quad (\text{potenziale di gate})$$

$$V_{DS} = V_{CC} - V_B = 10 - 1,4 = 8,6V$$

$$V_{GD} = V_G - V_D = 1,4 - 10 = -8,6V < V_T = -2V \quad (\text{MOS SATURO}) \quad (V_D = V_{CC})$$

$$I_C = \beta_F I_B = 100 \cdot 200 \mu A = 20mA$$

$$V_{RC} = R_C I_C = 260 \Omega \cdot 20mA = 5,2V$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC} - V_Y = 10 - 5,2 - 0,7 = 4,1V > 0,3V \quad (\text{BJT IN ZONA ATTIVA})$$

$$I_E = I_B + I_C = 0,2 + 20 = 20,2mA \quad (\text{DIODO ON})$$

$$V_O = V_{CE} + V_Y = 4,1 + 0,7 = 4,8V$$

b) $V_{CC} = 2,5V$

stesse ipotesi: $I_B = I_D = 200 \mu A$

$$V_{DS} = V_{CC} - V_B = 2,5 - 1,4 = 1,1V$$

$$V_{GD} = V_G - V_D = 1,4 - 2,5 = -1,1V > V_T \quad (\text{MOS Z. OHMICA})$$

$$I_D = I_B = k \frac{W}{L} [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2] = 50 \frac{\mu A}{V^2} [2(0 + 2)1,1 - 1,1^2] = 159,5 \mu A$$

$$(HY: z. attiva) I_C = \beta_F I_B = 100 \cdot 159,5 \mu A = 15,95mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{RC} - V_Y = 2,5 - 260 \cdot 15,95 \cdot 10^{-3} - 0,7 = -2,347V < 0,3V \quad (\text{BJT SATURO})$$

$$V_O = V_{CE SAT} + V_Y = 0,2 + 0,7 = 0,9V; I_C = \frac{V_{CC} - V_O}{R_C} = \frac{2,5 - 0,9}{260} \approx 6,15mA; I_E = I_B + I_C \approx 6,31mA \quad (\text{DIODO ON})$$

c) $V_{CC} = 1V$

$V_{CC} < 1,4V$ BJT e DIODO OFF posto $V_{BE} = 0,5V$ $V_D = 0,5V$ (saggio cond. dir.)

$$V_B = V_{BE} + V_Y = 0,5 + 0,5 = 1V, V_{GS} = 0, V_{DS} = V_{CC} - V_B = 1 - 1 = 0V \quad I_D = I_B = 0$$

$V_{GD} = V_{GS} - V_D = 0 > V_T$ (D-MOS in zona ohmica si comporta come una bassa resistenza attraversata da corrente nulla; si ha tra drain e source tensione nulla)

$$I_C = 0$$

$$V_O = 1V$$