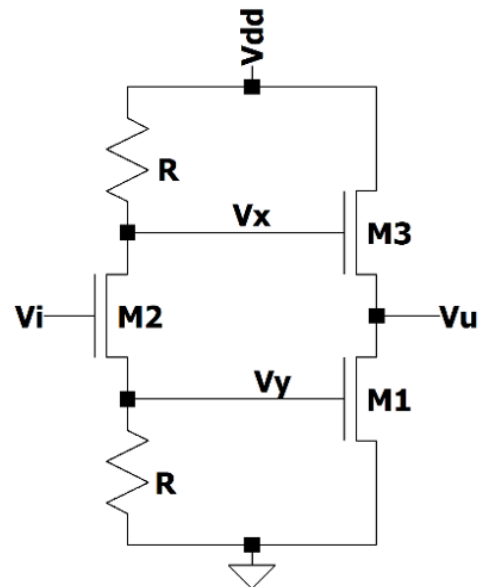


Informazione

Nel circuito in figura, i transistori sono caratterizzati dai coefficienti  $\beta_1, \beta_2$  e  $\beta_3$  e dalla tensione di soglia  $V_T$ .



$$V_{dd} = 3.5 \text{ V}, \beta_1 = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}, \beta_2 = 5 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}, \beta_3 = 0.2 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}, V_T = 0.4 \text{ V}, R = 1 \text{ k}\Omega.$$

Domanda 1

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Osservazioni preliminari: selezionare le affermazioni **corrette** fra le seguenti:

- ☒  $M_3$ , se ON, è necessariamente SAT
- ☒  $M_1$  ON implica  $M_2$  ON, ma non viceversa
- ☐  $M_1$  ON implica  $M_2$  ON e viceversa
- ☐  $M_1$  ON implica  $M_3$  ON e viceversa
- ☐  $M_2$  ON implica  $M_3$  OFF

**Domanda 2**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $V_i=0$ .

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

**3.1****Domanda 3**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 0,50

Con riferimento al valore calcolato al punto precedente, si determino le regioni di funzionamento dei transistori.

- ☒  $M_1$  OFF
- ☐  $M_1$  SAT
- ☐  $M_1$  LIN
- ☒  $M_2$  OFF
- ☐  $M_2$  SAT
- ☐  $M_2$  LIN
- ☐  $M_3$  OFF
- ☒  $M_3$  SAT
- ☐  $M_3$  LIN

**Domanda 4**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $V_i=0.8$  V.

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

**2.95**

**Domanda 5**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 0,50

Con riferimento al valore calcolato al punto precedente, si determino le regioni di funzionamento dei transistori.

- ☒  $M_1$  OFF
- ☐  $M_1$  SAT
- ☐  $M_1$  LIN
- ☐  $M_2$  OFF
- ☒  $M_2$  SAT
- ☐  $M_2$  LIN
- ☐  $M_3$  OFF
- ☒  $M_3$  SAT
- ☐  $M_3$  LIN

**Domanda 6**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $V_i=1.5V$ .

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

**Domanda 7**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 0,50

Con riferimento al valore calcolato al punto precedente, si determino le regioni di funzionamento dei transistori.

- ☐  $M_1$  OFF
- ☒  $M_1$  SAT
- ☐  $M_1$  LIN
- ☐  $M_2$  OFF
- ☒  $M_2$  SAT
- ☐  $M_2$  LIN
- ☐  $M_3$  OFF
- ☒  $M_3$  SAT
- ☐  $M_3$  LIN

**Domanda 8**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $V_i=3.5V$ .Si indichi il valore in mV, con 2 cifre decimali.

Risposta:

(mV)

**Domanda 9**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 0,50

Con riferimento al valore calcolato al punto precedente, si determino le regioni di funzionamento dei transistori.

- ☐  $M_1$  OFF
- ☐  $M_1$  SAT
- ☒  $M_1$  LIN
- ☐  $M_2$  OFF
- ☐  $M_2$  SAT
- ☒  $M_2$  LIN
- ☐  $M_3$  OFF
- ☒  $M_3$  SAT
- ☐  $M_3$  LIN

[◀ ESAME 17/1/2024 - VALUTAZIONI](#)[ELENCO DOMANDE ESAME ORALE ►](#)

Indirizzo sede: Via Università 12 - 43121 PARMA

**Ateneo**[Sito web UNIPR](#)[Sito web Centro SELMA](#)[Informativa Privacy di Ateneo](#)[Moodle Support](#)**Follow Us**



## Contattaci

Hai bisogno di supporto? Scrivici specificando sempre per quale portale Elly chiedi assistenza.

☎ Phone: #

✉ E-mail: [supporto.elly@unipr.it](mailto:supporto.elly@unipr.it)

Copyright © 2015 - Developed by LMSACE.com.Powered by Moodle Adapted by Centro SELMA

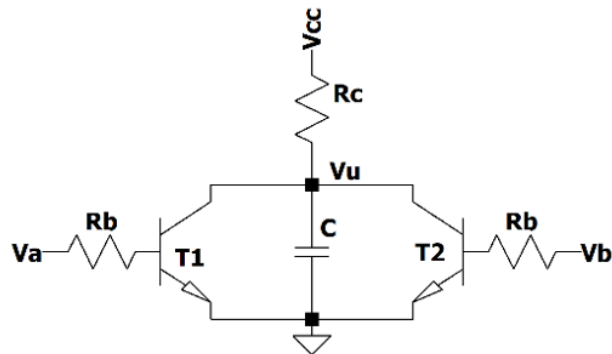
[Riepilogo della conservazione dei dati](#)

[Ottieni l'app mobile](#)

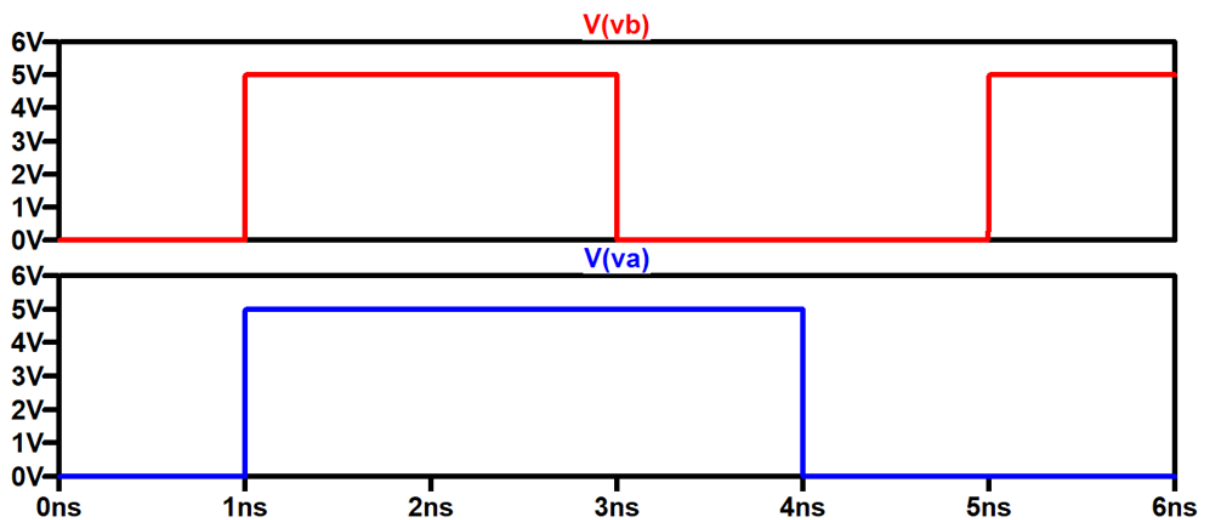
[i Documentazione Moodle di questa pagina](#)

Informazione

Nel circuito in figura, i transistori bipolari sono descritti da un modello a soglia, con  $V_\gamma = 0.75 \text{ V}$  e  $V_{CE,sat} = 0.2 \text{ V}$ .



I segnali di ingresso  $V_a$  e  $V_b$  abbiano l'andamento seguente:



$$V_{CC} = 5\text{V}, \beta_F = 100, R_b = 10 \text{ k}\Omega, R_c = 200 \Omega, C = 0.2 \text{ pF}.$$

**Domanda 10**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $t=0.5$  ns. A tale scopo si considerino esauriti gli eventuali transitori (ciè si determini il valore statico corrispondente alla configurazione di ingresso).

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

5

**Domanda 11**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $t=1.5$  ns. A tale scopo si considerino esauriti gli eventuali transitori (ciè si determini il valore statico corrispondente alla configurazione di ingresso).

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

0.2

**Domanda 12**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $t=3.5$  ns. A tale scopo si considerino esauriti gli eventuali transitori (ciè si determini il valore statico corrispondente alla configurazione di ingresso).

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

0.2

**Domanda 13**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $t=4.5$  ns. A tale scopo si considerino esauriti gli eventuali transitori (ciè si determini il valore statico corrispondente alla configurazione di ingresso).

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

5

**Domanda 14**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Determinare il valore di  $V_u$  per  $t=5.5$  ns. A tale scopo si considerino esauriti gli eventuali transitori (ciò si determini il valore statico corrispondente alla configurazione di ingresso).

Si indichi il valore in V, con 2 cifre decimali.

Risposta:

0.2

**Domanda 15**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 2,00

Si determini il tempo di propagazione relativo alla transizione degli ingressi per  $t=1$  ns.

Nel caso l'uscita non abbia variazioni, si indichi 0.

Si indichi il valore in ns, con 2 cifre decimali.

Risposta:

6.09

**Domanda 16**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 1,00

Si determini il tempo di propagazione relativo alla transizione degli ingressi per  $t=3$  ns.

Nel caso l'uscita non abbia variazioni, si indichi 0.

Si indichi il valore in ns, con 2 cifre decimali.

Risposta:

0

(non c'è variazione)

**Domanda 17**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 2,00

Si determini il tempo di propagazione relativo alla transizione degli ingressi per  $t=4$  ns.

Nel caso l'uscita non abbia variazioni, si indichi 0.

Si indichi il valore in ns, con 2 cifre decimali.

Risposta:

27.73



Domanda **18**

Risposta non ancora data

Punteggio max.: 2,00

Si determini il tempo di propagazione relativo alla transizione degli ingressi per  $t=5$  ns.

Nel caso l'uscita non abbia variazioni, si indichi 0.

Si indichi il valore in **ns**, con 2 cifre decimali.

Risposta:

13.27

◀ ESAME 17/1/2024 - VALUTAZIONI

Vai a...

[ELENCO DOMANDE ESAME ORALE ▶](#)



Indirizzo sede: Via Università 12 - 43121 PARMA

## Ateneo

[Sito web UNIPR](#)

[Sito web Centro SELMA](#)

[Informativa Privacy di Ateneo](#)

[Moodle Support](#)

## Follow Us



## Contattaci

Hai bisogno di supporto? Scrivici specificando sempre per quale portale Elly chiedi assistenza.

☎ Phone: #

✉ E-mail: [supporto.elly@unipr.it](mailto:supporto.elly@unipr.it)

Copyright © 2015 - Developed by LMSACE.com. Powered by Moodle Adapted by Centro SELMA

[Riepilogo della conservazione dei dati](#)

[Ottieni l'app mobile](#)

[📘 Documentazione Moodle di questa pagina](#)

## Esercizio 1

$$\left. \begin{array}{l} V_{GS3} = V_x - V_u \\ V_{DS3} = V_{DD} - V_u \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} V_{GS3} - V_{DS3} = V_x - V_u - (V_{DD} - V_u) \\ = V_x - V_{DD} \end{array} \rightarrow$$

$$V_x = V_{DD} - R \underbrace{I_{D2}}_0 \leq V_{DD}$$

$$\rightarrow V_{GS3} - V_{DS3} < 0 \rightarrow V_{GS3} < V_{DS3} \rightarrow V_{GS3} < V_{DS3} + V_T$$

$\rightarrow M3$ , se ON, è SAT

$$\left. \begin{array}{l} V_{GS1} = V_y = R I_{D2} \\ M1 \text{ ON} \rightarrow V_{GS1} > V_T \end{array} \right\} \rightarrow I_{D2} > \frac{V_T}{R} > 0 \rightarrow M2 \text{ ON}$$

ma non viceversa:

$$\text{se } 0 < I_{D2} < \frac{V_T}{R} \rightarrow M2 \text{ ON}, M1 \text{ OFF}$$

$$V_i = 0 < V_T \rightarrow M2 \text{ OFF} \rightarrow I_{D2} = 0 \begin{cases} \rightarrow V_x = V_{DD} - R I_{D2} = V_{DD} \\ \rightarrow V_y = R I_{D2} = 0 \rightarrow M1 \text{ OFF} \end{cases}$$

$M3$  si comporta quindi come la rete di pull-up di un invertitore CMOS e carico saturato -

$$V_u = V_{DD} - V_T = 3.1 \text{ V} \quad (\text{OFF}, \text{OFF}, \text{SAT})$$

$$V_i = 0.8 > V_T \rightarrow M2 \text{ ON (HP: SAT)}$$

$$\left. \begin{aligned} \rightarrow I_{D2} &= \frac{\beta_2}{2} (V_{GS2} - V_T)^2 \\ V_{GS2} &= V_i - R_2 I_{D2} \end{aligned} \right\} \rightarrow \dots \rightarrow \begin{cases} I_{D2} = 152.8 \mu A \\ V_x = 3.35 V \\ V_y = 0.15 V < V_T \rightarrow M1 \text{ OFF} \end{cases}$$

$$\left. \begin{aligned} \rightarrow I_{D1} &= 0 \\ I_{D1} &= I_{D3} \end{aligned} \right\} \rightarrow I_{D3} = \frac{\beta_3}{2} (V_{GS3} - V_T)^2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow V_{GS3} - V_T = V_x - V_u - V_T = 0 \rightarrow V_u = V_x - V_T = 2.95 V$$

(OFF, SAT, SAT)

Verifica M2 SAT

$$\left. \begin{aligned} V_{GS2} &= V_i - V_y = 0.65 \\ V_{DS2} &= V_x - V_y = 3.19 \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{aligned} V_{GS2} &< V_{DS2} + V_T \\ &\text{OK} \end{aligned}$$

$$V_i = 1.5 V \quad \text{Suppongo M2 ON, SAT, (*)}$$

$$\left. \begin{aligned} I_{D2} &= \frac{\beta_2}{2} (V_{GS2} - V_T)^2 \\ V_{GS2} &= V_i - R_2 I_{D2} \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{cases} I_{D2} = 607.2 \mu A \\ V_x = 2.89 \\ V_y = 0.61 > V_T \rightarrow M1 \text{ ON : HP SAT(**)} \end{cases}$$

$$\left. \begin{aligned} I_{D1} &= \frac{\beta}{2} (V_y - V_T)^2 \\ I_{D3} &= \frac{\beta}{2} (V_x - V_u - V_T)^2 \\ I_{D1} &= I_{D3} \end{aligned} \right\} \rightarrow V_u = 1.84 V \rightarrow \text{Verifica *, **}$$

OK

$$V_i = 3.5 > V_T \rightarrow M2 \text{ ON : HP LIN (*)}$$

$$I_{D2} = \beta_2 \left\{ (V_i - V_y - V_T)(V_x - V_y) - \frac{(V_x - V_y)^2}{2} \right\} \rightarrow \begin{aligned} V_x &= 1.87 \\ V_y &= 1.63 \end{aligned}$$

$$V_x = V_{DD} - R I_{D2}$$

$$V_y = R I_{D2}$$

$$\rightarrow V_{GS3} = V_i - V_y = 3.5 - 1.63 > V_{DS3} + V_T = V_x - V_y + V_T$$

$$= 1.87 - 1.63 + 0.4$$

$$\rightarrow * \text{ OK}$$

$$V_y > V_T \rightarrow M1 \text{ ON, HP: LIN (**)}$$

$$I_{D1} = \beta_1 \left\{ (V_y - V_T) V_u - \frac{V_u^2}{2} \right\} \rightarrow \dots \rightarrow V_u = 81.2 \text{ mV}$$

$$I_{D3} = \frac{\beta_3}{2} (V_x - V_u - V_T)^2$$

$$I_{D1} = I_{D3}$$

$$\downarrow$$

$$V_{GS2} = V_y = 1.63 > V_{DS2} + V_T$$

$$= 0.481 \text{ V}$$

$$** \text{ OK}$$

## Esercizio 2

il circuito rappresenta una porta NOR RTL a due ingressi:

$$V_u = V_H = V_{CC} \text{ solo se } V_a = V_b = V_L$$

$$t = 0.5 \text{ ms}$$

$$V_a = V_b = 0 \rightarrow T1 \text{ OFF}, T2 \text{ OFF} \rightarrow V_u = V_{CC} - R_C (\cancel{I_{C1}} + \cancel{I_{C2}}) = V_{CC}$$

$$t = 1.5 \text{ ms}$$

$$V_a = V_b = V_{CC} \rightarrow T1, T2 \text{ ON (HP SAT)} \rightarrow V_u = V_{CESAT}$$

verifica:

$$I_{B1,2} = \frac{V_{CC} - V_{\gamma}}{R_B}$$

$$I_{C1} + I_{C2} = \frac{V_{CC} - V_{CESAT}}{R_C} \rightarrow I_{C1,2} = \frac{V_{CC} - V_{CESAT}}{2 R_C}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_{B1,2} \\ I_{C1,2} \end{array} \right\} \rightarrow I_{C1,2} < \beta I_{B1,2} \quad (\text{OK})$$

$$t = 3.5 \text{ ms}$$

$$V_a = V_{CC} \rightarrow T1 \text{ ON} \rightarrow I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{\gamma}}{R_B}$$

HP: T1 SAT

↓

$$V_b = 0 \rightarrow T2 \text{ OFF} \rightarrow I_{C2} = 0$$

$$V_{CE} = V_{CESAT} = V_u$$

verifica:

$$I_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{CESAT}}{R_C} < \beta_f \frac{V_{CC} - V_{\gamma}}{R_B} \quad (\text{OK})$$

$$\underline{t = 4.5 \text{ ms}}$$

$$V_a = V_b = 0 \rightarrow \text{IDEM} \rightarrow V_u = V_{CC}$$

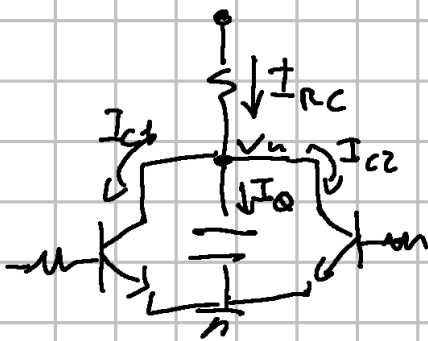
$$t = 5.5 \text{ ms}$$

$$V_a = 0 \rightarrow T1 \text{ OFF}$$

$$V_b = V_{CC} \rightarrow T2 \text{ ON, HP SAT}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_a = 0 \rightarrow T1 \text{ OFF} \\ V_b = V_{CC} \rightarrow T2 \text{ ON, HP SAT} \end{array} \right\} \rightarrow \text{IDEM} \rightarrow V_u = V_{\text{CESAT}}$$

Transitorio @  $t = 1 \text{ ms}$ :  $V_u: V_{CC} \rightarrow V_{\text{CESAT}}$



$t_p$  = Tempo per raggiungere il 50% dell'escursione

$$V_{u,50\%} = \frac{V_L + V_H}{2} = \frac{V_{\text{CESAT}} + V_{CC}}{2} = 2.6 \text{ V}$$

$t_{p,LH}$ :  $V_u: V_{\text{CESAT}} \rightarrow V_{u,50\%} \rightarrow T1, T2 \text{ AD}$

$$I_{C1} = \beta_F I_{B1} = \frac{\beta_F (V_{CC} - V_B)}{R_B}$$

$$I_{C2} = \text{IDEM}$$

$$I_{RC} = \frac{V_{CC} - V_u}{R_C}$$

$$I_{RC} = I_Q + I_{C1} + I_{C2} \rightarrow I_Q = \frac{C dV_u}{dt} = I_{RC} - I_{C1} - I_{C2}$$

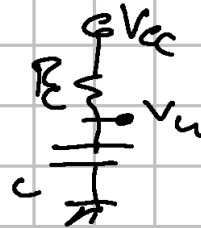
$$C \frac{dV_u}{dt} = I_{RC} - I_{C1} - I_{C2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \int_0^{t_{PHL}} dt = \int_{V_{CC}}^{V_u 50\%} \frac{C}{I_{RC} - I_{C1} - I_{C2}} dV_u = 6.09 \text{ ns}$$

$t = 3 \text{ ns}$  :  $V_u : V_L \rightarrow V_L \rightarrow$  non c'è variazione

$t = 4 \text{ ns}$  :  $V_u : V_L \rightarrow V_H$

$V_a = V_b = 0 \rightarrow T1, T2 \text{ OFF}.$



$$I_{RC} = \frac{V_{CC} - V_u}{R_C} = I_Q = C \frac{dV_u}{dt}$$

$$\rightarrow \int_0^{t_p} dt = \int_{V_L}^{V_u 50\%} \frac{R_C C}{V_{CC} - V_u} dV_u = 27.73 \text{ ns}$$

$t = 5 \text{ ns}$  :  $V_u : V_H \rightarrow V_T$

$$\left. \begin{array}{l} V_a = 0 \rightarrow T1 \text{ OFF} \\ V_b = V_{CC} \rightarrow T2 \text{ ON} \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} I_Q = I_{RC} - I_{C2} \\ I_{C2} = \beta_F \frac{V_{CC} - V_T}{R_B} \\ I_Q = \frac{V_{CC} - V_u}{R_C} \end{array} \right\} \rightarrow t_p = \int_{V_{CC}}^{V_u 50\%} \frac{C}{I_{RC} - I_{C2}} dt = 13.27 \text{ ns}$$