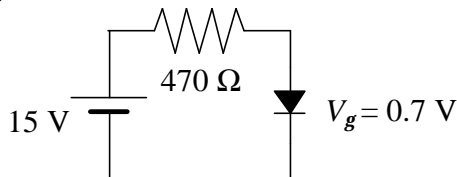


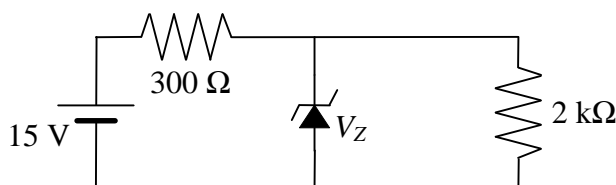
## Introducció a l'electrònica i els circuits lògics

1. a) Quina és la intensitat, la tensió i la potència dissipada a la resistència de càrrega del circuit de la figura?  
b) I si s'inverteix el díode?

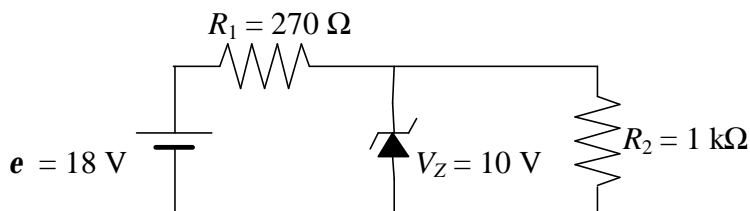


2. Diguen si el díode del circuit de la figura està treballant en la zona Zener i calculeu la intensitat que circula per cada resistència i el díode quan

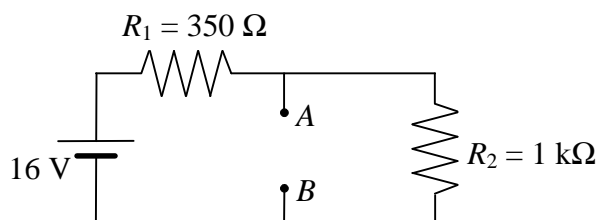
- a)  $V_Z = 18 \text{ V}$   
b)  $V_Z = 10 \text{ V}$   
c)  $V_Z = 14 \text{ V}$



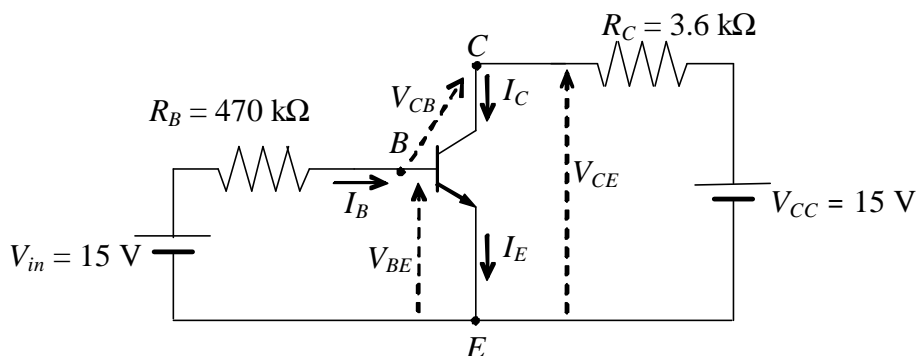
3. a) Quines són la intensitat, la tensió i la potència dissipada a les resistències i al díode del circuit de la figura?  
b) Si la tensió de la font disminueix progressivament des de 18 fins a 0 V, per a quin valor el díode deixarà de conduir?



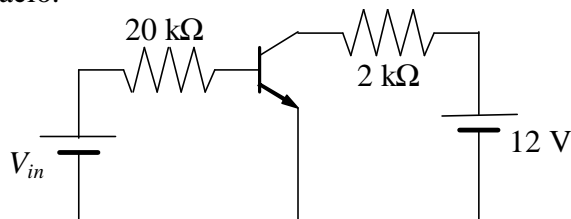
4. Calculeu la intensitat que circula per les dues resistències del circuit de la figura si entre els punts A i B hi connectem
- un díode ideal ( $V_g = 0$ ) amb l'ànode (zona p) connectat en el punt B,
  - un díode ideal però amb l'ànode connectat en el punt A,
  - un díode Zener amb  $V_Z = 6 \text{ V}$  i  $V_g = 0.7 \text{ V}$  que té l'ànode connectat en el punt B,
  - el mateix díode de l'apartat c) però amb l'ànode connectat en el punt A,
  - un díode Zener amb  $V_Z = 12 \text{ V}$  i  $V_g = 0.7 \text{ V}$  que té l'ànode connectat en el punt B.



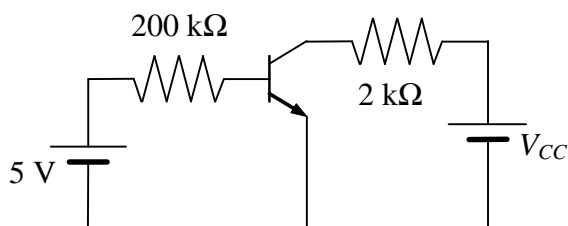
5. El transistor de silici del circuit de la figura té les característiques següents:
- La unió base-emissor es comporta com un díode amb una tensió llindar  $V_g = 0.7 \text{ V}$ .
  - En la regió activa té un paràmetre beta  $\mathbf{b} = 100$ .
  - La tensió col·lector-emissor en la regió de saturació és  $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ .
- a) Quines són les intensitats de base, col·lector i emissor, i les tensions base-emissor ( $V_{BE} = V_B - V_E$ ), col·lector-emissor ( $V_{CE} = V_C - V_E$ ) i col·lector-base ( $V_{CB} = V_C - V_B$ )?  
 b) I si la tensió de la font connectada a la base fos  $V_{in} = 30 \text{ V}$  en comptes de  $15 \text{ V}$ ?  
 c) I si la tensió de la font connectada a la base fos  $V_{in} = 0.5 \text{ V}$ ?  
 d) I si, amb  $V_{in} = 15 \text{ V}$ , la resistència connectada al col·lector fos de  $10 \text{ k}\Omega$  en lloc de  $3.6 \text{ k}\Omega$ ?



6. El transistor de silici del circuit de la figura té els paràmetres característics  $V_g = 0.7 \text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 150$  i  $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ .
- a) Determineu les intensitats de base, col·lector, i emissor, i les tensions col·lector-emissor, col·lector-base i base-emissor quan  $V_{in} = 1 \text{ V}$ .  
 b) Quins valors de  $V_{in}$  faran treballar aquest transistor en la zona de tall? Determineu  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $I_E$ ,  $V_{BE}$ ,  $V_{CE}$  i  $V_{CB}$  en aquest cas.  
 c) Ídem per a la saturació.



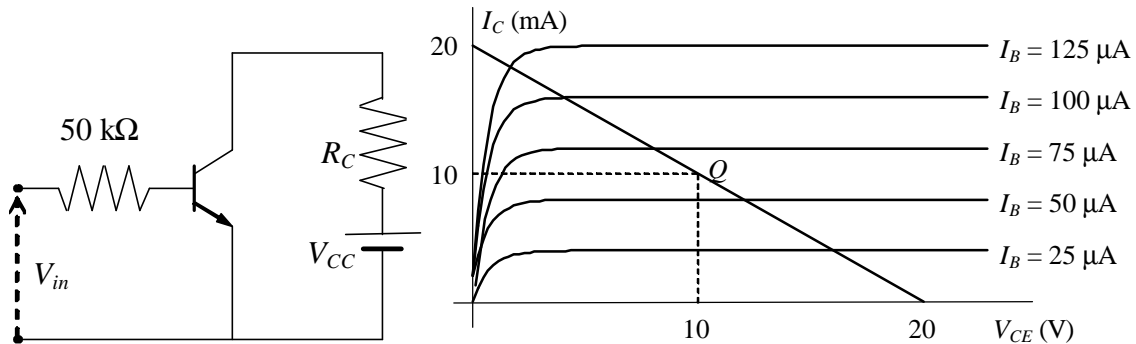
7. En el circuit de la figura tenim un transistor amb  $V_g = 0.7 \text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$ . Trobeu els corrents de base i de col·lector quan
- a)  $V_{CC} = 8 \text{ V}$   
 b)  $V_{CC} = 4 \text{ V}$



8. El circuit amplificador de l'esquerra té la recta de càrrega de la dreta.

a) Determineu els valors de  $V_{CC}$ ,  $R_C$  i  $\beta$

b) Si  $V_g = 0.7$  V, quin valor de  $V_{in}$  fa que el punt de treball  $Q$  sigui l'assenyalat a la figura



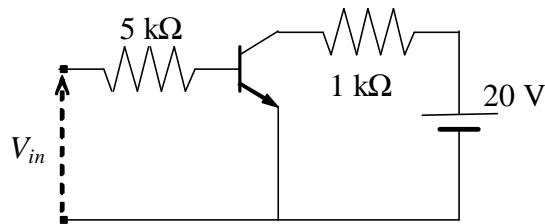
9. Sigui el transistor de la figura amb  $V_g = 0.7$  V,  $\beta = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3$  V.

a) Quin és el valor de  $V_{CE}$  si el transistor està en la regió de tall?

b) Quin és el corrent de col·lector si  $V_{CE} = 10$  V?

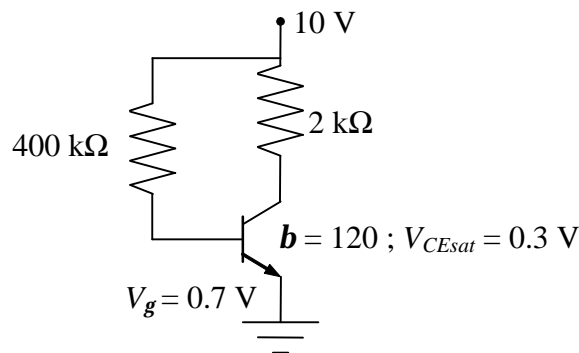
c) Determineu el valor mínim de  $I_B$  necessari per saturar el transistor.

d) Quins valors pot prendre  $V_{in}$  per tal que el transistor treballi a la zona activa?

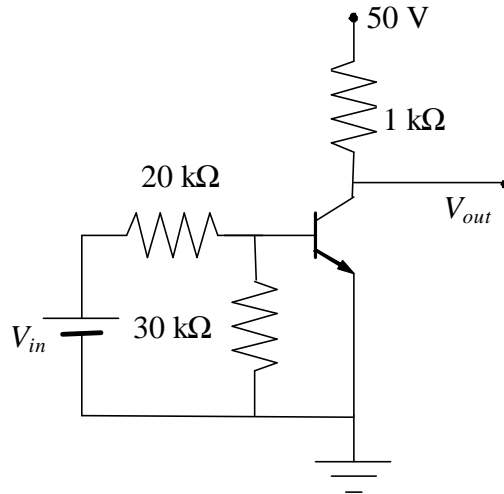


10. Quan les fonts de polarització d'un transistor en emissor comú són iguals es poden dibuixar com a la figura. Determineu totes les intensitats i tensions en aquest circuit.

(Pista: la resistència de 400 kΩ és com si estigués connectada a una  $V_{in} = 10$  V)

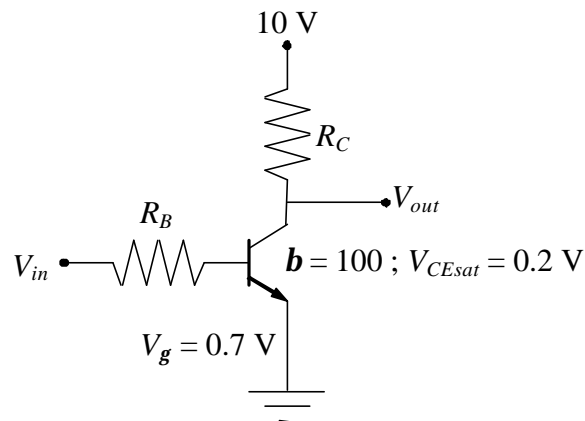


11. El transistor de la figura es caracteritza amb  $V_g = 0.6 \text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.2 \text{ V}$ . Per a quins valors de  $V_{in}$  el transistor treballa en la regió de tall? I en la de saturació? I en l'activa? Quins són els valors de  $V_{out}$  en cada cas?  
(Pista: podeu substituir el circuit de l'entrada pel seu equivalent Thévenin)

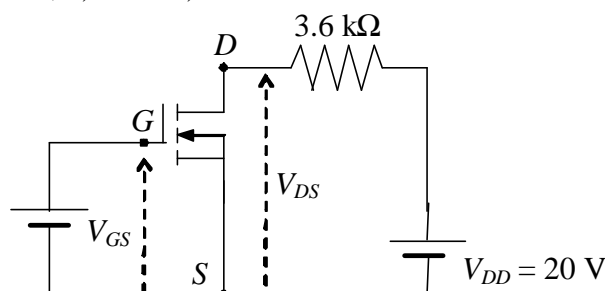


12. La tensió d'entrada del circuit de la figura pot fluctuar entre 5 V i 10 V.

- Quin valor ha de tenir  $R_B$  si volem una intensitat màxima d'entrada de 0.15 mA?
- Amb la  $R_B$  de l'apartat anterior determineu el valor mínim de  $R_C$  per què el transistor estigui en saturació per a valors de  $V_{in}$  compresos entre 5 V i 10 V.



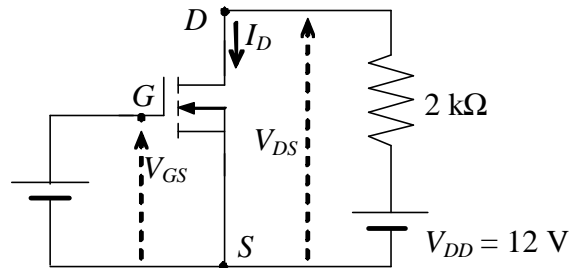
13. La figura mostra un circuit amb un transistor MOS d'enriquiment de canal n. Si els seus paràmetres característics són  $V_T = 1 \text{ V}$  i  $K = 0.125 \text{ mA}$ , determineu  $I_D$  i  $V_{DS}$  quan  $V_{GS}$  és igual a: a) 0.5 V, b) 5 V i c) 16 V



14. Els paràmetres característics del MOS de la figura són  $V_T = 2.5 \text{ V}$  i  $K = 16 \text{ mA}$ .

a) Quin valor de  $V_{GS}$  fa que  $I_D = 4 \text{ mA}$ .

b) Suposem ara que  $V_{GS} = 6 \text{ V}$ . Calculeu  $I_D$ ,  $V_{DS}$  i digueu quina és la zona d'operació del transistor.

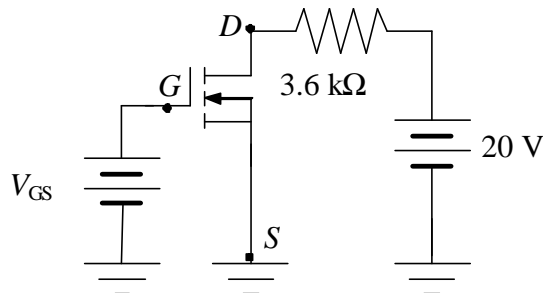


15. Quan  $V_{GS} = 5 \text{ V}$ , el MOS del circuit de la figura està en la regió de saturació (o activa) i  $I_D = 1 \text{ mA}$ . Si la seva tensió llindar és  $V_T = 1 \text{ V}$ , trobeu  $V_{DS}$  quan

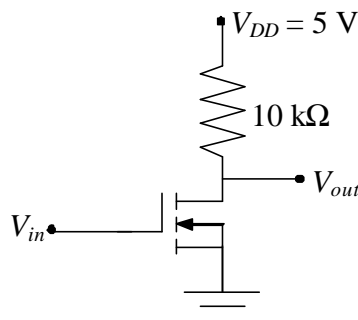
a)  $V_{GS} = 0 \text{ V}$ ,

b)  $V_{GS} = 5 \text{ V}$ .

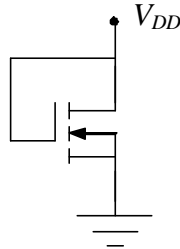
c) Si ara augmentem la resistència de drenador a  $50 \text{ k}\Omega$  i mantenim  $V_{GS} = 5 \text{ V}$ , quan valdrà  $V_{DS}$ ?



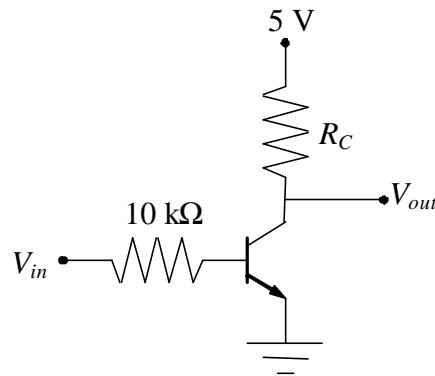
16. Els paràmetres característics del MOS de la figura són  $V_T = 1 \text{ V}$  i  $K = 0.04 \text{ mA}$ . Determineu el potencial de sortida  $V_{out}$ , quan el d'entrada val  $0 \text{ V}$  i  $5 \text{ V}$ .



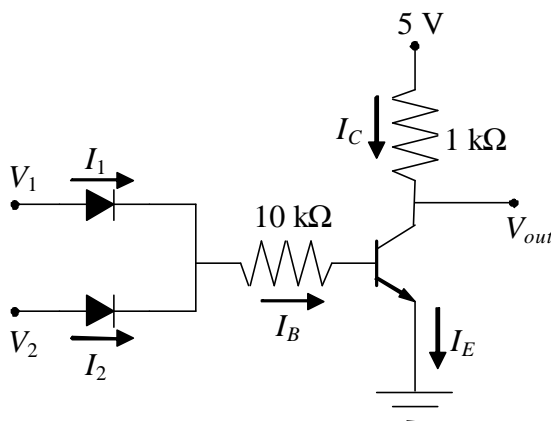
17. Determineu per a quins valors de  $V_{DD}$  el corrent  $I_D$  no és nul. Si  $V_{DD} = 5\text{ V}$ , quin és aquest valor? Considereu que els paràmetres característics del MOS són els de l'exercici anterior.



18. El transistor de la figura es caracteritza amb  $V_g = 0.7\text{ V}$ ,  $\beta = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.2\text{ V}$ . Quin ha de ser el valor de  $R_C$  perquè el circuit actuï com a inversor quan  $V_{in}$  és un senyal impuls de  $0\text{ V}$  o  $5\text{ V}$ ?

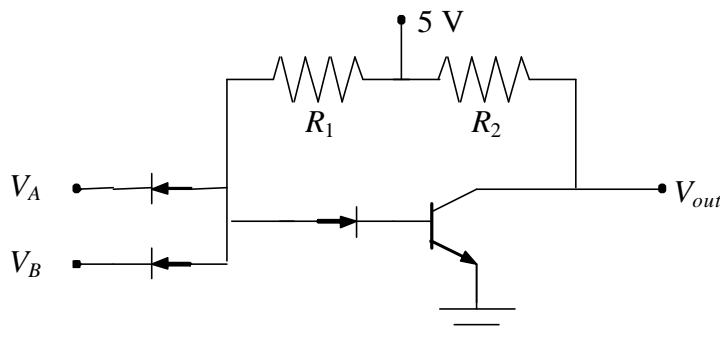


19. Els díodes del circuit de la figura tenen una tensió llindar de  $0.7\text{ V}$  i els paràmetres característics del transistor són  $V_g = 0.7\text{ V}$ ,  $\beta = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3\text{ V}$ . Completeu la taula següent. A quina funció lògica correspon aquest circuit?



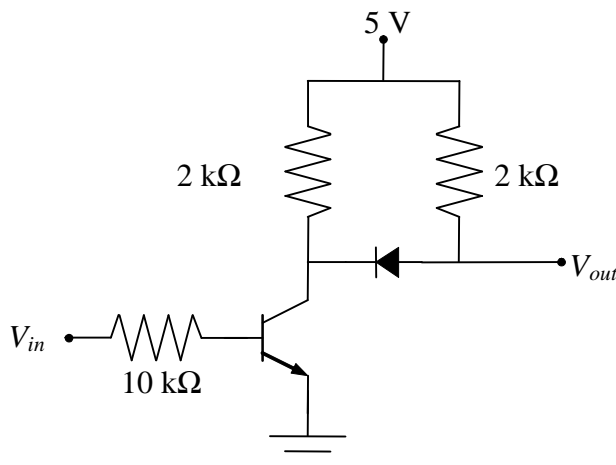
$V_1$	$V_2$	$I_1$	$I_2$	$I_B$	$I_C$	$I_E$	$V_{out}$
0 V	0 V						
0 V	5 V						
5 V	0 V						
5 V	5 V						

20. El circuit de la figura correspon a una porta lògica del tipus DTL (*Diode-Transistor-Logic*). Analitzeu qualitativament el circuit i digueu a quina funció lògica correspon.

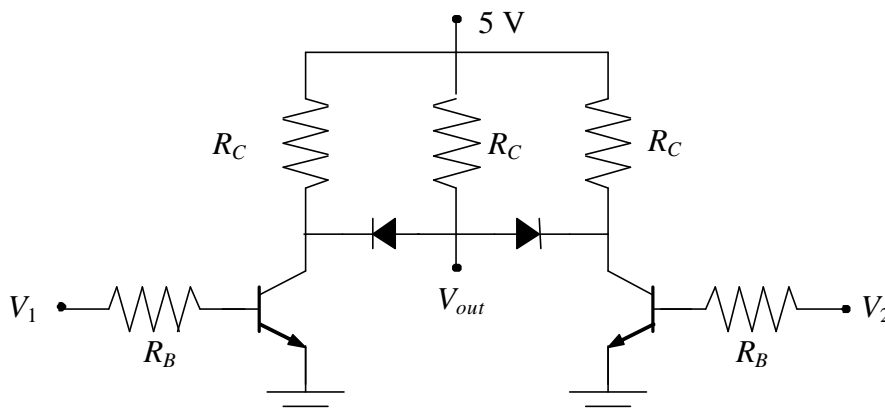


21. El díode del circuit de la figura té una tensió llindar de 0.7 V i els paràmetres característics del transistor són  $V_g = 0.7$  V,  $b = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3$  V

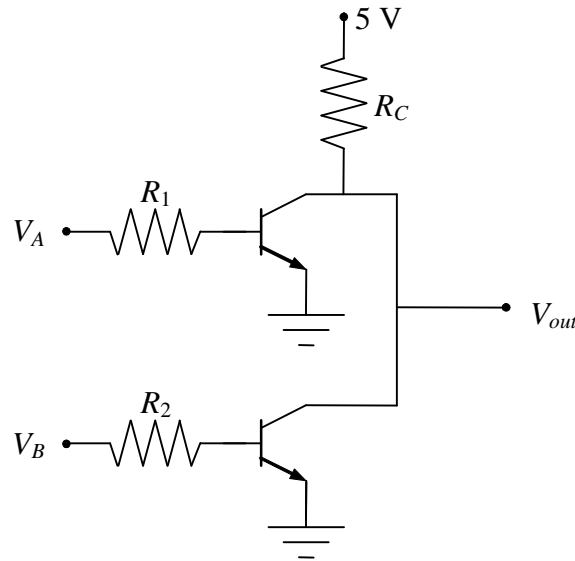
- a) Quin és el potencial de sortida  $V_{out}$  quan el potencial d'entrada és  $V_{in} = 5$  V?
- b) Ídem considerant que  $V_{in} = 0$  V.



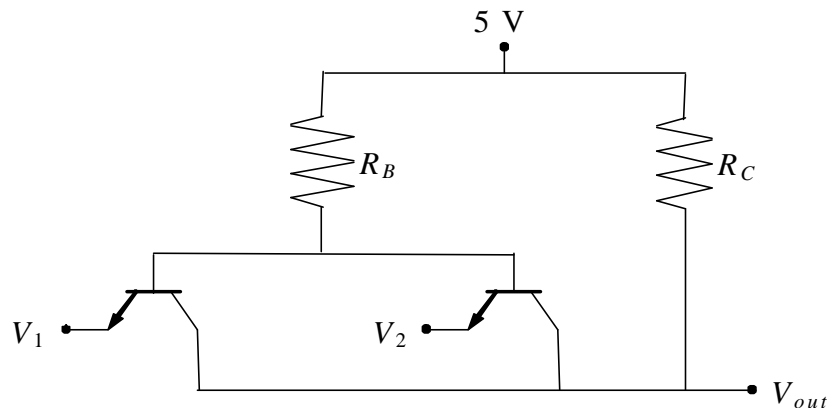
22. La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és de 0.7 V i els paràmetres característics dels transistors són  $V_g = 0.7$  V,  $b = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3$  V. A quina porta lògica correspon el circuit de la figura si les tensions  $V_1$  i  $V_2$  poden ser de 0 V o 5 V? Raoneu la resposta i digueu els valors possibles de  $V_{out}$  si  $R_C = 2$  kΩ i  $R_B = 10$  kΩ. (Pista: tingueu en compte el problema 21)



23. El circuit de la figura correspon a una porta lògica del tipus RTL (*Resistor-Transistor-Logic*). Analitzeu qualitativament el circuit i digueu a quina funció lògica correspon.

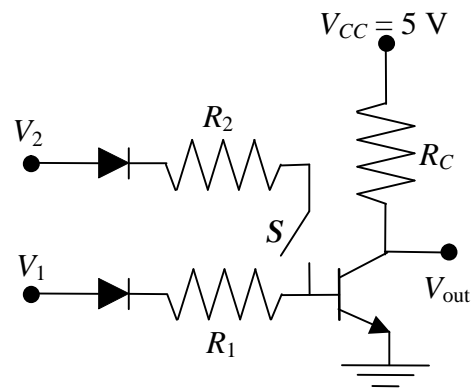


24. A quina porta lògica correspon el circuit RTL de la figura? Raoneu la resposta.

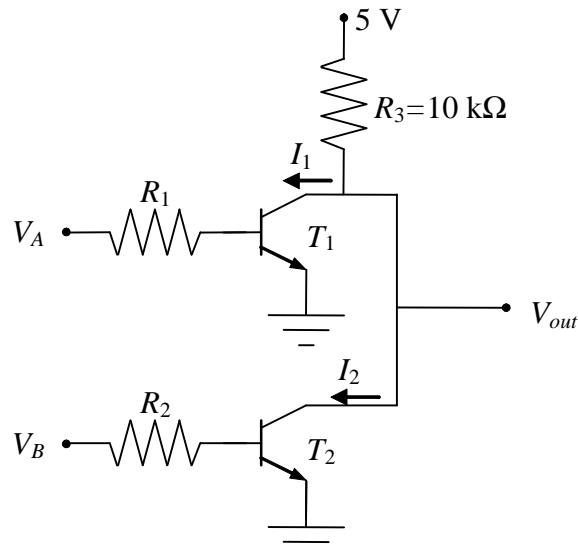


25. La tensió llindar dels díodes del circuit de la figura és  $V_g = 0.7 \text{ V}$  i les característiques del transistor són  $V_g = 0.7 \text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$ . Els valors de les resistències són  $R_C = 10 \text{ k}\Omega$  i  $R_1 = R_2 = 180 \text{ k}\Omega$ .

- a) Si  $V_1 = 5 \text{ V}$  i l'interruptor  $S$  està obert (com a la figura), quina és la tensió  $V_{out}$ ?
- b) Si tanquem l'interruptor  $S$ , digueu quins son els valors de la intensitat de base del transistor i de la tensió  $V_{out}$  quan
  - b1)  $V_1 = 5 \text{ V}$  i  $V_2 = 0$
  - b2)  $V_1 = V_2 = 5 \text{ V}$
  - b3) Digueu, tot raonant la resposta, quina funció lògica implementa el circuit (amb  $S$  tancat)?



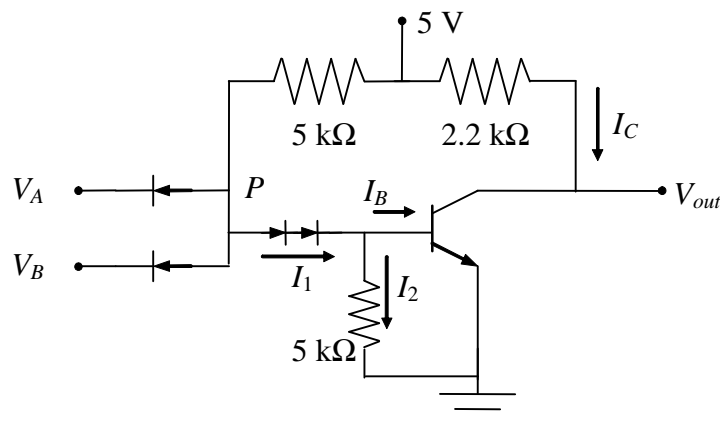
26. Considereu el circuit de la figura.



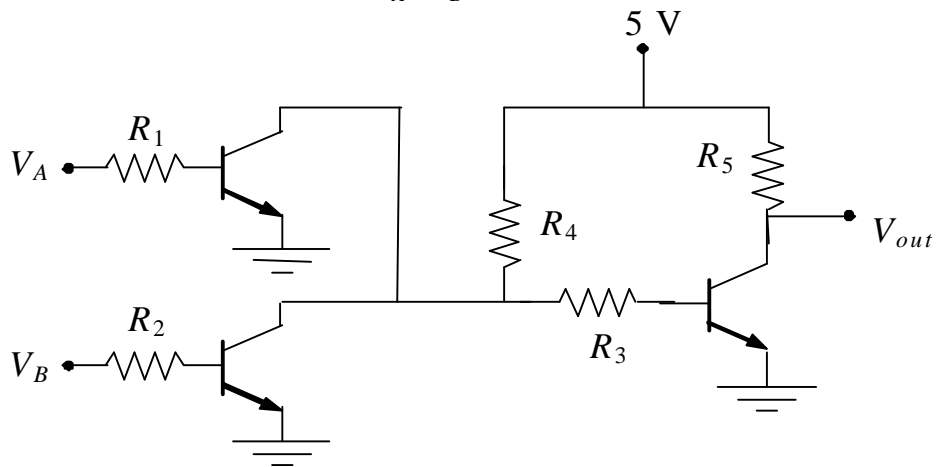
- Analitzeu qualitativament el circuit i digueu a quina funció lògica correspon, tot justificant-ne la resposta.
- Quan  $V_A = V_B = 5\text{ V}$ , els dos transistors ( $V_\gamma = 0.7\text{ V}$ ,  $V_{CEsat} = 0.2\text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$ ) treballen en zona de saturació. Determineu  $I_1$  i  $I_2$ .
- Quin és el màxim valor de  $R_1$  i  $R_2$  per tal que tots dos transistors treballin en zona de saturació per  $V_A = V_B = 5\text{ V}$ ?
- Substituïm el transistor  $T_2$  per un MOSFET ( $V_T = 1\text{ V}$ ). Determineu la constant característica  $K$  que té aquest transistor, sabent que quan  $V_A = V_B = 5\text{ V}$  treballa en la zona òhmica i les intensitats  $I_1$  i  $I_2$  són les mateixes que a l'apartat b).

27. El circuit de la figura representa una porta lògica. Les característiques del transistor que en forma part són:  $V_\gamma = 0.7\text{ V}$ ,  $\mathbf{b} = 100$  i  $V_{CEsat} = 0.3\text{ V}$ , i pels díodes  $V_\gamma = 0.7\text{ V}$ .

- Determineu els valors de  $V_P$ ,  $I_B$  i  $V_{out}$  quan almenys una de les entrades ( $A, B$ ) es troba a l'estat 0. Raoneu la resposta.
- Si  $V_A = V_B = 5\text{ V}$ , calculeu  $V_P$  i els valors de les intensitats  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ .
- Digueu de quina porta lògica es tracta.



28. En el dispositiu de la figura els valors de les tensions  $V_A$  i  $V_B$  es poden commutar entre 0 i 5 V. Construïu la taula lògica corresponent al circuit i digueu a quina porta correspon. En fer-ho digueu si passa corrent, i en quin sentit, a cadascuna de les resistències en funció dels valors de  $V_A$  i  $V_B$ .



### Solucions dels problemes de la introducció a l'electrònica i els circuits lògics

1. a) 30.4 mA, 14.3 V i 0.435 W ; b) 0 A, 0 V i 0 W
2. a) no treballa a la zona Zener,  $I_1 = I_2 = 6.52$  mA,  $I_Z = 0$ .  
b) treballa a la zona Zener,  $I_1 = 16.66$  mA,  $I_2 = 0.5$  mA,  $I_Z = 11.67$  mA  
c) no treballa a la zona Zener,  $I_1 = I_2 = 6.52$  mA,  $I_Z = 0$ .
3. a)  $V_1 = 8$  V,  $V_2 = V_Z = 10$  V,  $I_1 = 29.63$  mA,  $I_Z = 19.63$  mA,  $I_2 = 10$  mA,  
 $P_1 = 237$  mW,  $P_2 = 100$  mW,  $P_Z = 196$  mW  
b) 12.7 V
4. a)  $I_1 = I_2 = 11.85$  mA ; b)  $I_1 = 45.7$  mA i  $I_2 = 0$  mA ;  
c)  $I_1 = 28.57$  mA i  $I_2 = 6$  mA ; d)  $I_1 = 43.7$  mA i  $I_2 = 0.7$  mA ;  
e)  $I_1 = I_2 = 11.85$  mA
5. a)  $I_B = 30.4$   $\mu$ A,  $I_C = 3.04$  mA,  $I_E = 3.07$  mA,  $V_{BE} = 0.7$  V,  $V_{CE} = 4.06$  V i  $V_{CB} = 3.36$  V  
b)  $I_B = 62.3$   $\mu$ A,  $I_C = 4.10$  mA,  $I_E = 4.16$  mA,  $V_{BE} = 0.7$  V,  $V_{CE} = 0.2$  V i  $V_{CB} = -0.5$  V  
c)  $I_B = I_C = I_E = 0$ ,  $V_{BE} = 0.5$  V,  $V_{CE} = 15$  V i  $V_{CB} = 14.5$  V  
d)  $I_B = 30.4$   $\mu$ A,  $I_C = 1.48$  mA,  $I_E = 1.51$  mA,  $V_{BE} = 0.7$  V,  $V_{CE} = 0.2$  V i  $V_{CB} = -0.5$  V
6. a)  $I_B = 15$   $\mu$ A,  $I_C = 2.25$  mA  $\approx I_E$ ,  $V_{BE} = 0.7$  V,  $V_{CE} = 7.5$  V i  $V_{CB} = 6.8$  V ;  
b)  $V_{in} \leq 0.7$  V,  $I_B = I_C = I_E = 0$ ,  $V_{BE} = V_{in}$ ,  $V_{CE} = 12$  V i  $V_{CB} = [(12 \text{ V}) - V_{in}]$  ;  
c)  $V_{in} > 1.49$  V,  $I_B = (V_{in} - 0.7 \text{ V}) / (20 \text{ k}\Omega) > 39.3$   $\mu$ A,  $I_C = 5.9$  mA,  $I_E = (5.9 \text{ mA}) + I_B$ ,  
 $V_{BE} = 0.7$  V,  $V_{CE} = 0.2$  V i  $V_{CB} = -0.5$  V
7. a)  $I_B = 21.5$   $\mu$ A,  $I_C = 2.15$  mA ; b)  $I_B = 21.5$   $\mu$ A,  $I_C = 1.85$  mA
8. a)  $V_{CC} = 20$  V,  $R_C = 1 \text{ k}\Omega$  i  $\beta = 160$  ; b)  $V_{in} = 3.8$  V
9. a) 20 V ; b) 10 mA ; c) 0.2 mA ; d)  $0.7 \text{ V} \leq V_{in} \leq 1.685$  V
10.  $V_{BE} = 0.7$  V;  $I_B = 23$   $\mu$ A,  $I_C = 2.8$  mA;  $V_{CE} = 4.4$  V
11. tall:  $V_{in} \leq 1$  V i  $V_{out} = 50$  V ; saturació:  $V_{in} > 11$  V i  $V_{out} \leq 0.2$  V ;  
activa:  $1 \text{ V} < V_{in} < 11$  V i  $V_{out} = (55 \text{ V}) - 5V_{in}$
12. a)  $R_B = 62 \text{ k}\Omega$  ; b)  $R_C > 1.42 \text{ k}\Omega$
13. a) 0 mA i 20 V ; b) 1 mA i 16.4 V ; c) 4.8 mA i 2.6 V
14. a) 4.27 V ; b) 5.7 mA, 0.63 V, zona òhmica
15. a) 20 V ; b) 16.4 V ; c) 0.77 V
16. 5 V i 1.92 V
17.  $V_{DD} > 1$  V,  $I_D = 0.32$  mA
18.  $R_C > 111.6 \Omega$
19. NOR

$V_1$	$V_2$	$I_1$	$I_2$	$I_B$	$I_C$	$I_E$	$V_{out}$
0 V	0 V	0 mA	0 mA	0 mA	0 mA	0 mA	5 V
0 V	5 V	0 mA	0.36 mA	0.36 mA	4.7 mA	5.06 mA	0.3 V
5 V	0 V	0.36 mA	0 mA	0.36 mA	4.7 mA	5.06 mA	0.3 V
5 V	5 V	0.18 mA	0.18 mA	0.36 mA	4.7 mA	5.06 mA	0.3 V

20. NAND

21. a)  $V_{out} = 1 \text{ V}$  ; b)  $V_{out} = 5 \text{ V}$

22. NOR

$V_1$	$V_2$	$V_{out}$
0 V	0 V	5 V
0 V	5 V	1 V
5 V	0 V	1 V
5 V	5 V	1 V

23. NOR

24. AND

25. a) 0.3 V ; b1) 0.02 mA i 0.3 V ; b2) 0.04 mA i 0.3 V ; b3) NOR

26. a) NOR ; b)  $I_1 = I_2 = 0.24 \text{ mA}$  ; c)  $R_{1\text{Max}} = R_{2\text{Max}} = 1791.7 \text{ k}\Omega$  ; d)  $K = 0.3 \text{ mA}$ .

27. a)  $V_P = 0.7 \text{ V}$  (díode en polarització directa),  $I_B = 0$ ,  $V_{out} = 5 \text{ V}$  ;

b)  $V_P = 2.1 \text{ V}$ ,  $I_1 = 0.58 \text{ mA}$ ,  $I_2 = 0.14 \text{ mA}$ ,  $I_B = 0.44 \text{ mA}$ ,  $I_C = 2.14 \text{ mA}$  (saturació) ;

c) NAND.

28.

$V_A$	$V_B$	$I(R_1)$	$I(R_2)$	$I(R_3)$	$I(R_4)$	$I(R_5)$
0 V	0 V	0	0	$\neq 0$	$\neq 0$	$\neq 0$
0 V	5 V	0	$\neq 0$	0	$\neq 0$	0
5 V	0 V	$\neq 0$	0	0	$\neq 0$	0
5 V	5 V	$\neq 0$	$\neq 0$	0	$\neq 0$	0

A	B	OUT
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR.