ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE ABDELMALEK ESSAADI
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
TANGER

المملكة المغربية
جامعة عبد المالك السعدي
كلية العلوم و التقنيات
طنجة

Exercices avec solutions. (Exercices des TDs et des anciens examens)

EEA

A. ASTITO
www.astito.net
2015/2016

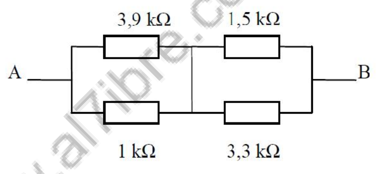
Table des matières:

Manuel des exercices corrigés, anciens examens corrigés

Circuits électriques, théorèmes fondamentaux et applications des diodes

Exercice I

Calculer la résistance équivalente du dipôle entre A et B

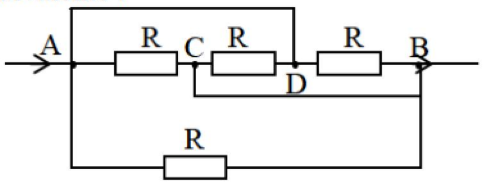


Réponse R_{AB} = (1,5)//3,3) + (3,9//1)

RAB = 1,827 KΩ

Exercice II

Déterminer la résistance équivalente :

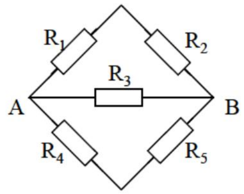


Réponse :

On note que $V_A = V_D$ et que $V_B = V_C$. Il est facile de montrer que la différence de potentiel aux bornes de chaque résistance est alors égale et que par conséquent, les 4 résistances sont en parallèles ; $R_{eq} = R / 4$.

Exercice III

Calculer R_{AB} la résistance équivalente à l'ensemble de résistances suivant, sachant que R_1 = 2 kΩ, R_2 = 500 Ω, R_3 = 4,7 kΩ, R_4= 2,2 Ω, R_5 = 7 kΩ.



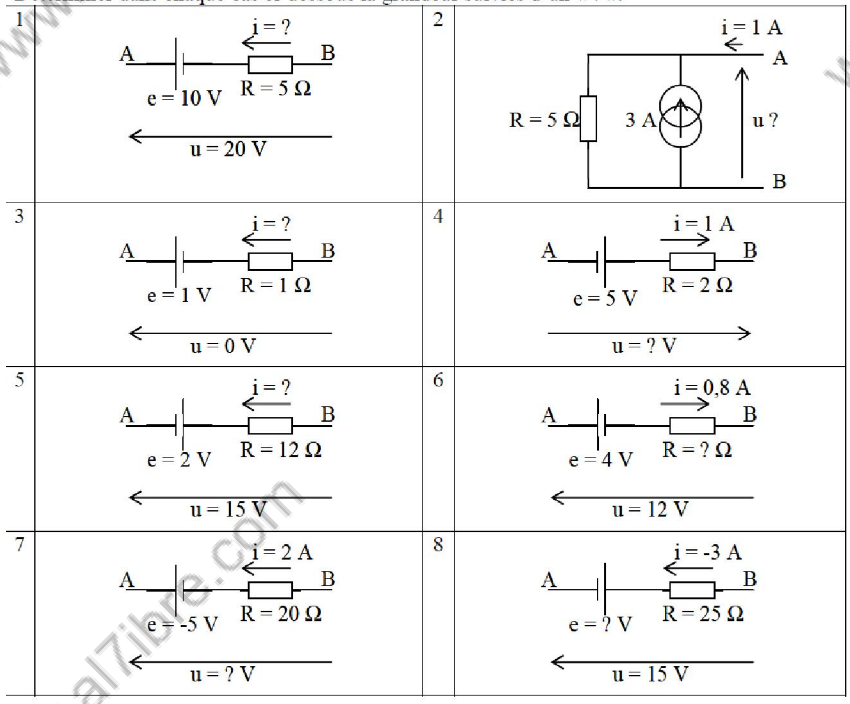
Réponse

R_1 et R_2 sont en série. R_3 et R_4 sont en série. R_3 est en parallèle avec les ensembles {R_1, R_2} et {R_3, R_4}.

R_{AB}= 1,39 kΩ.

Exercice IV

Déterminer dans chaque cas ci-dessous la grandeur suivies d'un « ? ».

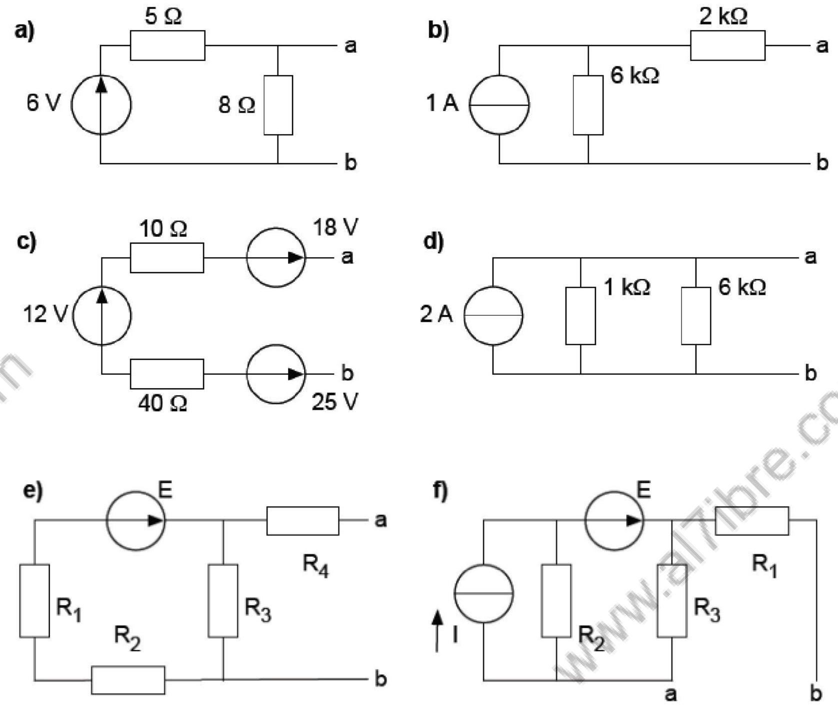


Réponse

1	Soit C un point entre le générateur et la résistance. $u = V_A - V_B = V_A - V_C + V_C - V_B$ $= e - R\,i = 10 - 5\,i = 20$ d'où $i = -2$ A.	2	Soit i_1 le courant passant dans le générateur, dirigé vers le bas; soit i_2 le courant passant dans la résistance, dirigé vers le bas, de telle manière que $i = i_1 + i_2$. $i_1 = -3$ A, d'où : $i_2 = i - i_1 = 1 + 3 = 4$ A. $u = V_A - V_B = R\,i_2 = 20$ V.
3	$u = e - R\,i = 0$ $e = R\,i \Rightarrow i = e / R = 1$ A.	4	$u = -R\,i + e = -2 \times 1 + 5 = 3$ V.
5	$15 = -2 - 12\,i \Rightarrow i = -1{,}41$ A.	6	$12 = 4 + 0{,}8\,R \Rightarrow R = 10\ \Omega$.
7	$u = 20 \times 2 - (-5) = 45$ V.	8	$15 = -e + R\,i = -e - 25 \times 3$ $\Rightarrow e = -90$ V.

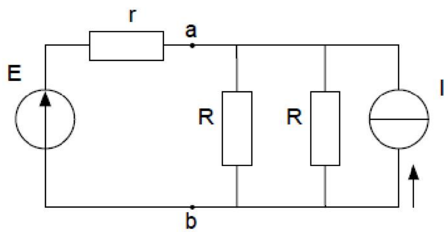
Exercice V

Calculez pour chacun des circuits suivants les générateurs équivalents de Thévenin et de Norton entre les points *a* et *b*.



Exercice VI

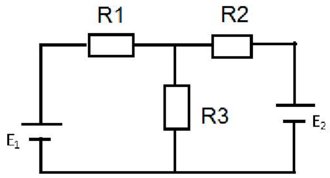
Déterminez la tension à vide *Eth* et la résistance interne *Rth* du modèle de Thévenin du dipôle actif linéaire situé à droite des bornes *a* et *b*. Déduisez-en l'intensité *i* du courant qui parcourt la résistance *r* . Prenez *R* = 6 Ω *I* = 8*A*, *E* = 4*V* et *r* = 2Ω.



Réponse : Rth = 3 Ω, Eth = 24 V, I = 4 A

Exercice VII

On donne R1 = 6kΩ, R2=3KΩ, R3=6kΩ, E1= 6 V et E2= 12 V.

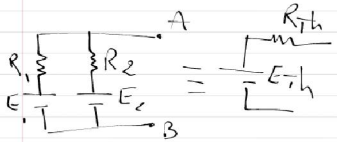


a) Calculer la tension V en utilisant le théorème de Millmann
b) Recalculer la tension V en utilisant le théorème de Thévenin

Réponse :

Th. Millman

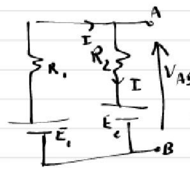
$$V = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{6}{6} + \frac{12}{3}}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = \frac{1+4}{2/3} = 7{,}5V$$



Calcul de R_{Th}
on court circuite les 2 generateurs

$R_{Th} = R_1 // R_2 = 2k\Omega$

$E_{Th} = ?$



$V_{AB} = E_{Th}$

$E_{Th} = E_2 + R_2 I$

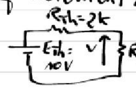
avec $I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2}$

$I(mA) = \frac{6-12}{6+3} = -0{,}67\,mA$

donc $E_{Th} = 12 + 3\times(-0{,}67)$

$E_{Th} = +10V$

finalement on a

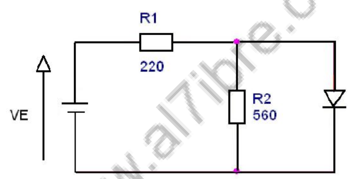


$V = \frac{R_3}{R_3 + R_{th}} E_{Th}$

$V = \frac{6}{6+2} \times 10 = \frac{60}{8} = 7{,}5V$

Exercice VIII

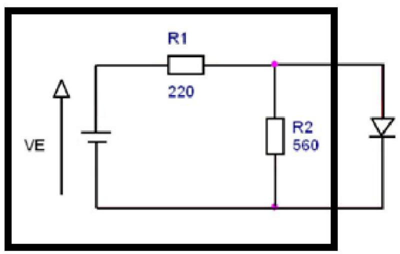
On suppose que la tension seuil de la diode est 0,6 V et sa résistance dynamique nulle. R1 = 320 Ω et R2 = 460 Ω.

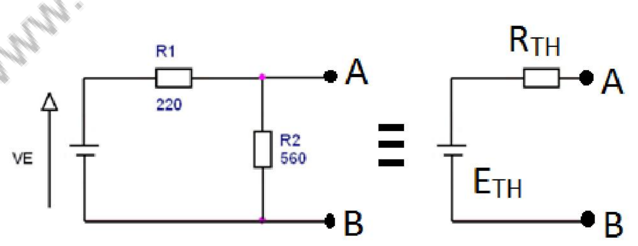


Pour quelle valeur de V_E la diode devient passante?

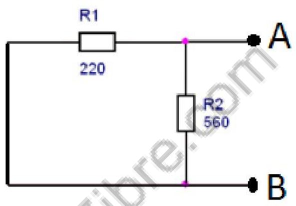
On prend V_E = 6 V, Calculer I_D qui circule dans la diode, et les tensions V_{R1} et V_{R2} aux bornes de R_1 et R_2

Réponse : On applique le théorème de Thèvenin du dipôle qui se trouve à l'intérieur du rectangle.



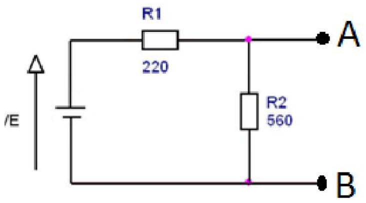


Calculons R_{TH} :
R_{TH} est la résistance équivalente vue entre les points A et B losque E est éteint (ici on court-circuite E).



R_{TH} est R_1 en parallèle avec R_2. Fonc R_{TH} = 189 Ω

Calcul de $_{ETH}$

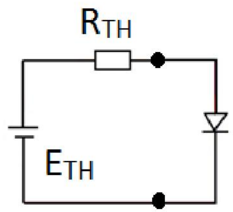


Eth est la tension entre A et B à vide

Par diviseur de tension on peut avoir $V_{AB} = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_e$

V_{AB} = 4,3 V

Et en fin on rebranche la diode entre A et B, on obtient



La diode est passante car E_{TH} = 4,3 V > 0,7 V

Le courant dans la diode est donc I = E_{TH} / R_{TH}. = 4,3/ 189 = 0,023 A

I = 23 mA
La tension aux bornes de R_1 est $V_E - V_D$ = 4,3 – 0,7 =3,6 V

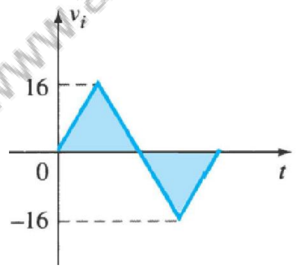
La tension aux bornes de R2 est la même tension aux bornes de la diode donc V_R = 0,7 V

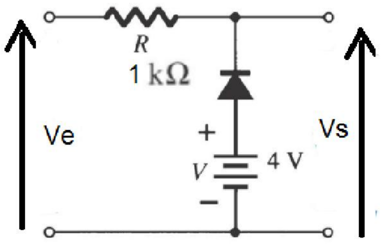
Exercice IX

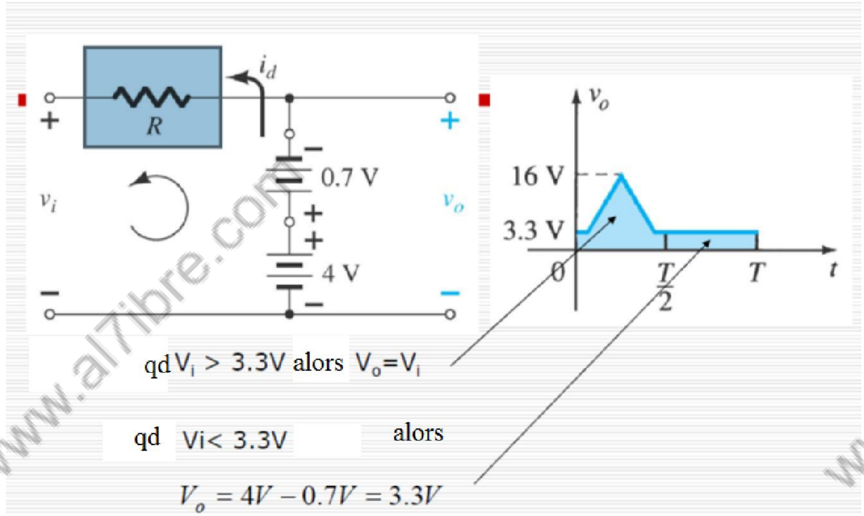
Dans le circuit suivant, la tension seuil de la diode est 0,7 Volts et sa résistance dynamique est nulle.

Etudier ce circuit et tracer la tension de sortie Vs(t) sur le même graphe que Ve(t).

- Tracer la caractéristique de transfert Vs = f(ve).
- Donner la valeur maximale de vs et sa valeur minimale
- Pour quelles valeurs de Ve la diode est elle passante



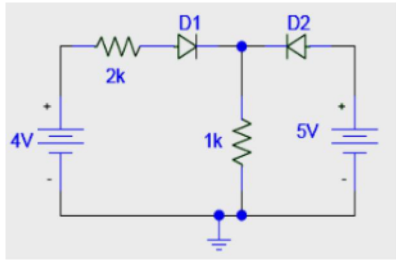


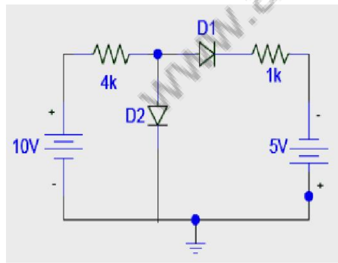


Exercice X

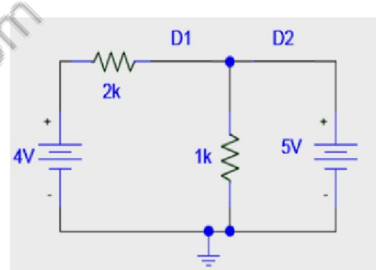
Pour les deux circuits suivants :

- Donner l'état de chaque diode (bloquée ou passante), toutes les diodes sont idéales.
- Calculer le courant qui circule dans D_1
- Calculer **le courant qui circule dans D_2**





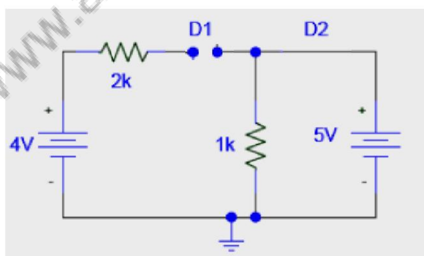
Hypothèse : on suppose que les 2 diodes sont passantes le circuit devient :



On voit que Vd1 = 4 -5 V = -1 donc D1 n'est pas passante.

Elle est bloquée.

La bonne hypothèse est donc : D1 bloquée et D2 passante soit :

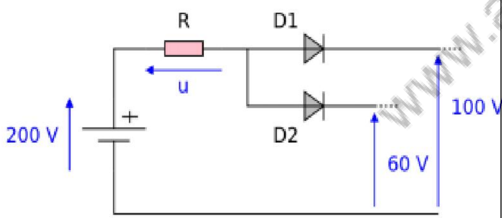


$$I_{D1} = 0 \text{ et } I_{D2} = 5mA$$

Exercice XI

Les 2 Diodes sont supposées idéales.

a) La diode D1 est passante ou bloquée ?
b) La diode D2 est passante ou bloquée ?
c) Quelle est la valeur de la tension u



Justifiez vos réponses.

Réponse :

D2 est passante dans ce cas le potentiel au point d'intersection entre R et D1 devient

égal à 60 V ce qui bloque D1

Donc dans ce circuit D1 est bloquée et D2 passante.

a) D1 est bloquée

b) D2 passante

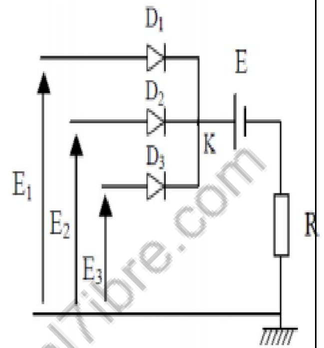
c) u = 200 – 60 = 140 V

Exercice XII

La tension seuil des diodes est 0,6 volts. Leur résistance dynamique est considérée nulle.

On donne E1 = 30 V, E2 = 10 V , E3 = 15 V , E = 10 V et R = 20 Ω.

1) Donner l'état de chaque diode (bloquée ou passante?) avec justification



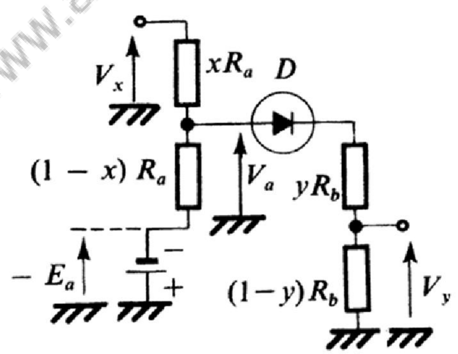
Réponse :

Les diodes ont le même potentiel à leurs cathodes V_K. Sur l'anode, c'est D_1 qui a le potentiel le plus grand, donc c'est D_1 qui subit la plus grande différence de potentiel entre son anode et sa cathode, donc elle est passante et donc sa tension V_{D1} = est 0,6 V c à d que V_K = 30-0,6 = 29,4 V

Donc D_2 et D_3 se bloquent puisque leurs anodes sont à un potentiel inférieur à leurs cathodes V_K .

Exercice XIII

On considère le montage suivant dans lequel la diode est idéale

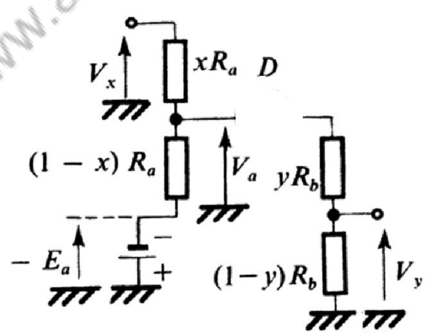


Tracer la fonction de transfert Vy = f(Vx)

Réponse :

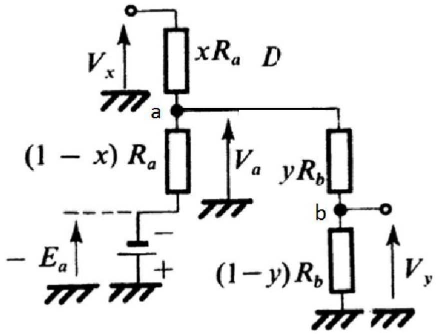
<u>Cas diode bloquée :</u>

Le montage devient :



Pas de courant dans la résistance RB donc Vy = 0 V

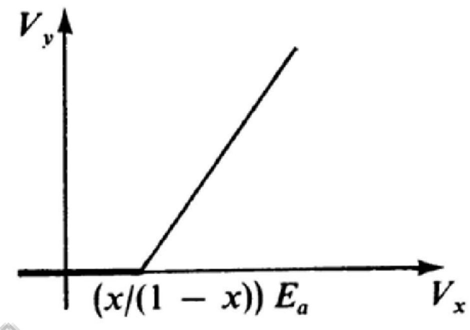
<u>Cas D passante</u>



Diviseur de tension :

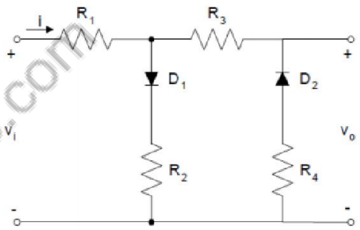
$$V_S = \frac{(1-y)R_b}{(1-y)R_b + yR_b}\,V_a$$

Millaman au Noeud a $\Rightarrow$ $$V_a = \frac{\frac{V_x}{xR_a} + \frac{-E_a}{(1-x)R_a} + \frac{V_S}{yR_b}}{\frac{1}{xR_a} + \frac{1}{(1-x)R_a} + \frac{1}{yR_b}}$$

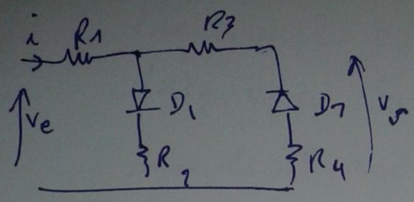


EXERCICE XIV

Trouver les expressions i = f(vi) et Vo = f(vi), en précisant l'intervalle de leur validité et en faisant varier vi de -10 V à +10 V. On supposera que les diodes sont idéales.
R1 =100 Ω ; R2=500 Ω ; R3=400 Ω ; R4= 600Ω



Réponse :



$i = f(V_e)$?

$V_s = f(V_e)$?

V_e varie de -10 à $+10$

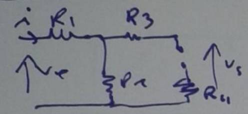
$R_1 = 100\,\Omega$, $R_2 = 500\,\Omega$

$R_3 = 400\,\Omega$, $R_4 = 600\,\Omega$

les diodes st ideales

$\boxed{\text{Si } D_1 \text{ P et } D_2 \text{ B}}$

on a



ds ce cas $V_e = (R_1 + R_2)\, i \Rightarrow i = \frac{V_e}{R_1 + R_2}$

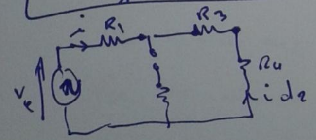
i est le m̂ courant qui circule ds R_1, D_1 et R_2

donc $i > 0$ nous donne la condition pour que D_1 soit passante

$i > 0$ càd $V_e > 0$ donc on peut résumer :

$\boxed{D_1 \text{ est passante lorsque } V_e > 0}$

$\boxed{\text{Si } D_1 \text{ B et } D_2 \text{ P}}$



on a $V_e - R_1 i - R_3 i - R_4 i = 0$

$i = \frac{V_e}{R_1 + R_3 + R_4}$

$i = -i_{d2}$

D_2 est passant qd $i_{d2} > 0$

càd $i < 0$ donc

D_2 passante qd $V_e < 0$

Donc on peut résumer les 2 situations précédentes comme suit :

- lorsque $V_e > 0$ D_1 conduit et D_2 est bloqué
- lorsque $V_e < 0$ D_1 est bloqué et D_2 conduit

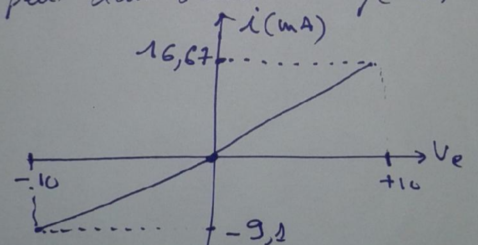
dans le 1er cas $\boxed{V_e > 0}$ on a $i = \frac{V_e}{R_1 + R_2}$

$\boxed{i = \frac{1}{600} V_e}$ ou bien $i(mA) = \frac{1}{0,6} V_e$

dans le 2ème cas $\boxed{V_e < 0}$ on a $i = \frac{V_e}{R_1 + R_3 + R_4}$

$\boxed{i = \frac{1}{1100} V_e}$ ou bien $i(mA) = \frac{1}{1,1} V_e$

On peut donc tracer $i = f(V_e)$



Pour $V_e = 10$ on a $i = \frac{V_e}{R_1 + R_2} = \frac{V_e}{0,6} = \frac{10}{0,6} = 16,67$ mA

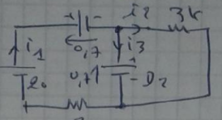
Pour $V_e = -10$ on a $i = \frac{V_e}{R_1 + R_3 + R_4} = \frac{-10}{1,1} = -9,1$ mA

Corrigé du TD (Diodes)

$\boxed{Ex1}$

Hypothèse : supposons les 2 diodes passantes

le schéma devient :



la tension aux bornes de la résistance 3k est la même que celle aux bornes de la diode D_2 donc, elle est égale à 0,7 $\Rightarrow i_2 = \frac{0,7}{3}$ (mA) $= 0,23$ mA

le courant qui circule dans R_1 est : $i_1 = \frac{20 - 0,7 - 0,7}{5,6} = 3,32$ mA

$i_3 + i_2 = i_1 \Rightarrow i_3 = i_1 - i_2$

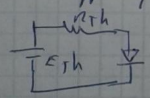
$= 3,32 - 0,23 = 3,1$ mA

les 2 courants i_1 et i_3 qui circulent dans D_1 et D_2 sont > 0

donc les 2 diodes st passantes $\Rightarrow$ Hypothèse vraie et

$$\boxed{\text{donc : } i_1 = 3,32 \text{ mA} \quad i_2 = 0,23 \text{ mA} \quad i_3 = 3,1 \text{ mA}}$$

$\boxed{Ex2}$ on applique le théorème de Thevenin



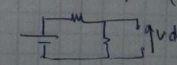
avec $R_{Th} = 1 // 4$ kΩ

$= \frac{4}{5}$ kΩ

et $E_{Th} = \frac{1}{1+4} \cdot 2 = \frac{2}{5}$ V $= 0,4$ V

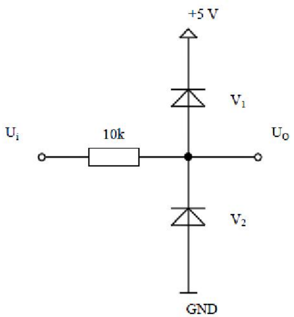
$E_{Th} < 0,7 \Rightarrow$ la diode est bloquée

donc $I_d = 0$ et $V_d = 0,4$ V (par diviseur de tension



Exercice XV

Considérons le montage suivant :



Calculer Uo si :

a) Ui = +15 V

b) Ui = +3 V

c) Ui = 0V

d) Ui = - 10V

La tension seuil de la diode est supposée 0,6V et sa résistance dynamique nulle

cice 4

a) l'entrée est au potentiel le plus élevé, le courant circule depuis ce point vers le point (+5V) et ne peut pas se diriger vers la masse à cause de la diode D_2 (bloquée). D_1 sera passant car $V_{d_1} > 0$ donc D_1 passant et D_2 bloquée

+15V +5V 0,7 sortie. $\boxed{V_s = 5+0,7 = 5,7V}$

b) $V_e = 3V < 5$ donc le courant ne peut pas circuler par D_1 ni par D_2 => $\boxed{V_s = V_e = 3V}$

c) $V_e = 0$ même chose => $\boxed{V_s = V_e = 0}$

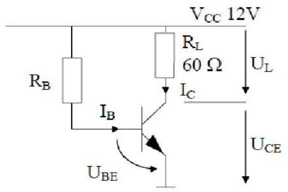
d) $V_e = -10$. D_1 sera bloquée, par contre celle-ci D_2 devient passante ; un courant peut circuler depuis la masse vers l'entrée en passant par D_2. => 0,7 V_s donc $\boxed{V_s = -0,7}$

Transistors bipolaires

Exercice I

On considère le montage suivant avec un transistor npn de gain en courant statique e β=100 et la tension entre la base et l'émetteur est de 0,7V

a) On désire avoir un courant de 100 mA dans la charge R_L, quelle valeur de résistance R_B faut il choisir?



b) Si on fait varier R_B alors I_B varie et donc I_C varie aussi. Quelle est la valeur maximale qu'on peut obtenir pour I_C (transistor saturé)?

3) quelle est la valeur minimale de R_B pour saturer le transistor

Réponse :

1)

Maille d'entrée : $V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$

On a $I_B = I_C / \beta = 1$mA

Donc $R_B = (V_{CC} - V_{BE})/I_B = (12 - 0{,}7)/1$ (KΩ)

Finalement on doit prendre $R_B = 11{,}3$ KΩ pour obtenir un courant de 100mA dans la résistance R_L.

2)

I_C est maximal lorsque $I_C = V_{CC}/R_C$.

Donc $I_C = 12/60 = 0{,}2$ A soit 200 mA.

Le transistor est saturé donc lorsque IC atteint la valeur 200 mA

3) pour avoir I = Isat = 200 mA il faut avoir IBsat = ICsat / β = 200/100 = 2mA

Il faut donc $R_{Bsat} = (V_{CC} - V_{BE})/I_{Bsat} = (12-0{,}7)/2 = 5{,}65$ KΩ

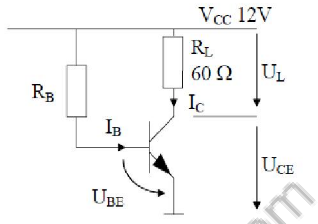
Pour saturer le transistor I_B doit être > 2 mA et donc R_B < 5,65 KΩ

3)

Si on diminue R_B I_B augmente et aussi I_C mais lorsque R_B devient inférieure à 5,65 IB devient supérieure à 2 mA mais IC ne peut plus suivre cette augmentation et se sature à 200mA.

Exercice II

On considère le même montage que (exercice 1),



Avec un transistor tel que β= 80. Et VBE = 0,7 V, on désire avoir un point de fonctionnement tel que V_{CE} = 6V et I_C = 3,6mA.

Quelles valeurs faut-il donner à R_B et R_L ?

Réponse :

$$V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_C}\beta$$

$$R_B = \frac{12 - 0{,}7}{3{,}6} \cdot 80$$

$$R_B = 251\ k\Omega$$

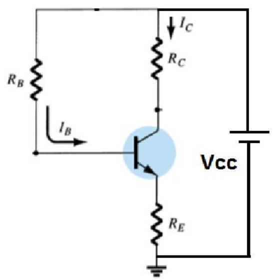
$$V_{CE} + R_L I_C = V_{CC}$$

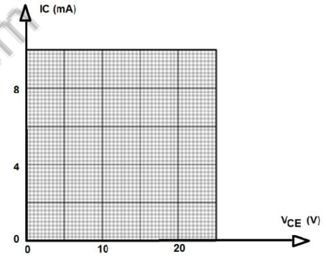
$$R_L = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$$

$$R_L = \frac{12 - 6}{3{,}6} = 1{,}67\ k\Omega$$

Exercice III

On donne R_B = 430 KΩ, R_C = 2 KΩ, R_E = 2KΩ
β = 100, V_{BE} = 0,7 V.
Vcc = 15 V
Calculer Les coordonnées du point de fonctionnement I_{C0}, V_{CE0},
Calculer les potentiels V_C, V_B et V_E.
Tracer la droite de charge statique et le point de fonctionnement, en respectant l'échelle.





Réponse :

$R_E I_C + V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$

$I_C \left(R_E + \frac{R_B}{\beta}\right) = V_{CC} - V_{BE}$

$I_C (mA) = \frac{V_{CC} - 0,7}{R_E + R_B/\beta} = \frac{15 - 0,7}{2 + \frac{430}{100}}$

$I_{C_0} = 2,27$ mA

Dê même

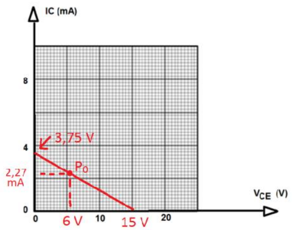
$R_E I_C + V_{CE} + R_C I_C = V_{CC}$

$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$

$= 15 - 2,27(2+2)$

$V_{CE_0} = 6V$

)



$V_C = V_{CC} - R_C I_C$ 15 – 2.2,27 = 10,46 V

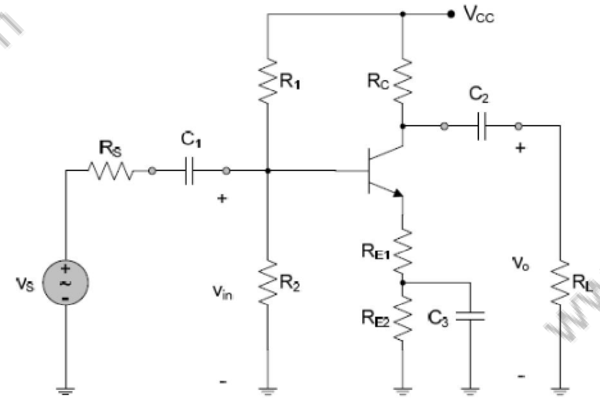
V_B = VCC – RBIB = 15 – 430 . (2,27/100) = 12,73 V

VE = VB – 0,7 = 12 V

Exercice corrigé

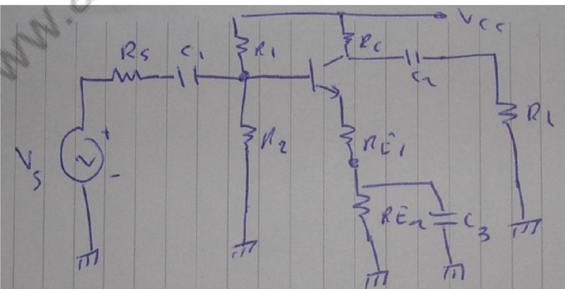
Dans l'amplificateur de la figure suivante, les capacités des condensateurs sont considérées infinies.

a) Trouvez les valeurs d'I_{CQ} et de V_{CEQ}. Le transistor est-il en saturation ?
b) Calculez I_{BQ}, V_{CQ}, V_{EQ} et V_{BQ}.
c) Déterminer l'impédance d'entrée Z_i, l'impédance de sortie Z_o et le gain en tension v_o/v_{in} de l'amplificateur en tenant compte de la charge. Dessiner le circuit équivalent complet en ac du circuit.
d) Calculer l'amplitude de v_o si l'amplitude de v_s est 1mV.



V_{CC} = 15 V
R_1 = 33 kΩ
R_2 = 10 kΩ
R_C = 3 kΩ
R_{E1} = 220 Ω
R_{E2} = 750 Ω
R_S = 1 kΩ
R_L = 3 kΩ
Transistor: 2N3904

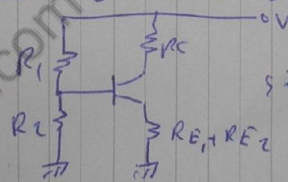
Correction de la question a) et b) qui correspondent au fonctionnement statique (en continu). La partie dynamique sera traitée plus tard.



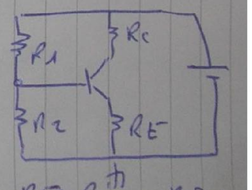
a) Il s'agit de I_{CQ} et V_{CEQ} en continu donc en statique.

Pour les courants continus les condensateurs se comportent comme des circuits ouverts.

le schéma devient donc



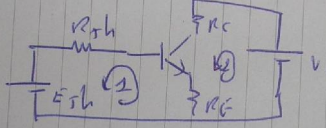
soit



avec $R_E = R_{E1} + R_{E2}$

on applique le théorème de Thévenin

=>



avec $R_{Th} = R_1 // R_2 = 7{,}67\,k\Omega$

et $E_{Th} = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{CC} = 3{,}49\,V$.

maille ①

$R_E I_C + V_{BE} + R_{Th} I_B - E_{Th} = 0$

$I_B = \frac{I_C}{\beta}$ =>

$I_C\left(R_E + \frac{R_{Th}}{\beta}\right) = E_{Th} - V_{BE} \Rightarrow I_C = \frac{E_{Th} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{Th}}{\beta}}$

$I_C = \frac{3{,}49 - 0{,}7}{970 + \frac{7670}{160}} = 2{,}74\,mA$

$\boxed{I_{C0} = 2{,}74\,mA}$

maille ②

$R_E I_C + V_{CE} + R_C I_C = V_{CC}$

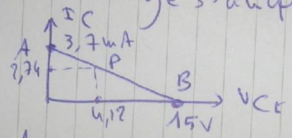
$V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) I_C$

$= 15 - (3000 + 970) \cdot 2{,}74 \cdot 10^{-3}$

$V_{CE} = 4{,}12\,V$

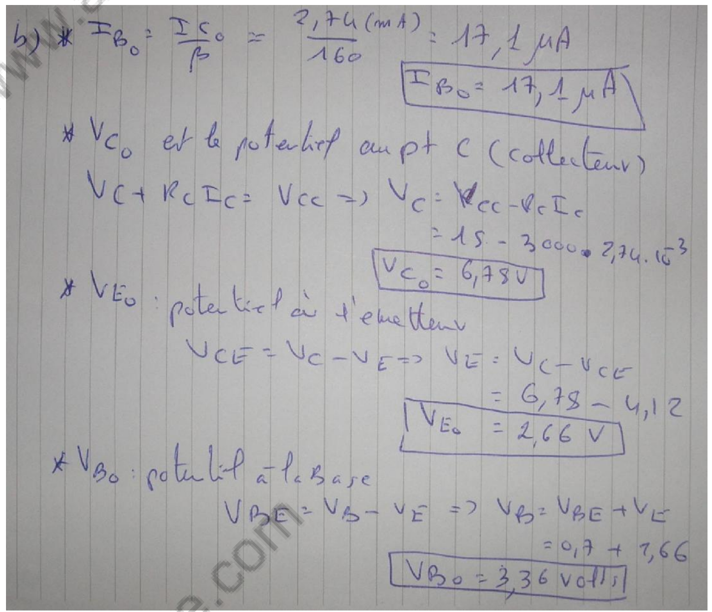
$\boxed{V_{CE0} = V_{CEQ} = 4{,}12\,V}$

la Droite de charge statique est :



Au pt A. $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = \frac{15}{3970} = 3{,}7\,mA$ c'est le pt de saturation

$I_{C0} = 2{,}74 < 3{,}7\,mA$ donc le transistor n'est pas saturé



b) * $I_{B_0} = \frac{I_{C_0}}{\beta} = \frac{2,74\,(mA)}{160} = 17,1\,\mu A$

$\boxed{I_{B_0} = 17,1\,\mu A}$

* V_{C_0} est le potentiel au pt C (collecteur)

$V_C + R_C I_C = V_{CC} \Rightarrow V_C = V_{CC} - R_C I_C$

$= 15 - 3000 \cdot 2,74 \cdot 10^{-3}$

$\boxed{V_{C_0} = 6,78\,V}$

* V_{E_0} : potentiel à l'emetteur

$V_{CE} = V_C - V_E \Rightarrow V_E = V_C - V_{CE}$

$= 6,78 - 4,12$

$\boxed{V_{E_0} = 2,66\,V}$

* V_{B_0} : potentiel à la base

$V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow V_B = V_{BE} + V_E$

$= 0,7 + 2,66$

$\boxed{V_{B_0} = 3,36\ \text{volts}}$

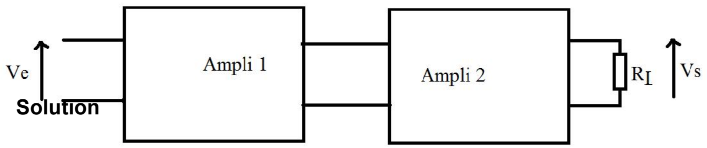
Exercice IV

On considère un montage à deux amplificateurs montés en cascade comme le montre le schéma.

On suppose que les deux amplificateurs sont identiques et on donne :

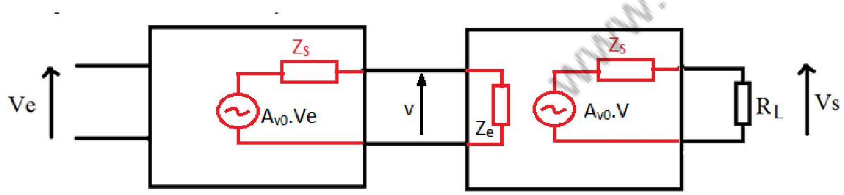
Ze = 2 KΩ, Zs = 1 KΩ, Av0 = 20 (A_{v0} est le gain à vide). RL = 2KΩ

Si Ve a une amplitude de 20 mV quelle est l'amplitude de Vs? Expliquer et justifier votre réponse.



Solution

L'amplificateur peut être représenté par le schéma suivant :



A la sortie du premier amplificateur on a un diviseur de tension la relation entre V et la tension $A_{v0}V_e$ est :

$$V = \frac{Z_e}{Ze + Z_s} A_{v0} \cdot V_e \qquad V = \frac{2}{2+1} 20 \cdot 20$$

Donc V = 266 mV

De même à la sortie du deuxième amplificateur on :

$$Vs = \frac{Z_L}{Z_L + Z_s} A_{v0} \cdot V \qquad Vs = \frac{2}{2+1} 20 \cdot 266$$

Vs = 3546 mV

Vs = 3,55 V

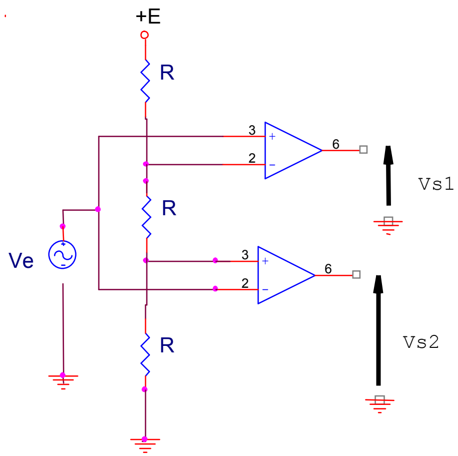
Les amplificateurs opérationnels

Exercice I

Les amplificateurs opérationnels sont parfaits et fonctionnent en régime non linéaire. On suppose que ses alimentations sont –E et +E .

Calculer Vs1 et Vs2 lorsque Ve varie de –E à +E

Tracer Vs1 et Vs2 en fonction de Ve sur un même graphe



Réponse

Solution :

1) les 3 résistances définissent les 2 seuils :

$$V_1^- = \frac{2}{3}E \quad \text{et} \quad V_2^+ = \frac{1}{3}E$$

donc si $V_e = V_1^+ > V_1^- = \frac{2}{3}E$ alors $V_{s_1} = +E$

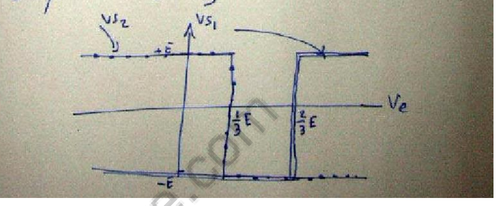
et $V_e = V_2^- > V_2^+ = \frac{1}{3}E$ alors $V_{s_2} = -E$

de même :

si $V_e < \frac{2}{3}E$; $V_{s_1} = -E$

et $V_e > \frac{1}{3}E$, $V_{s_2} = -E$

Enfin si $V_e < \frac{1}{3}E$ $V_{s_1} = -E$ et $V_{s_2} = +E$

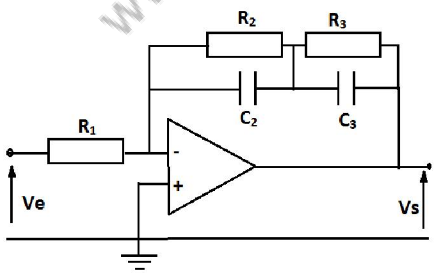


Exercice II

Soit l'amplificateur du montage suivant :

1) Calculer la fonction de transfert $H(j\omega)= Vs/Ve$

2) Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :



$$H = H_0 \frac{1+j\frac{\omega}{\omega'}}{\left(1+j\frac{\omega}{\omega_2}\right)\left(1+j\frac{\omega}{\omega_3}\right)}$$

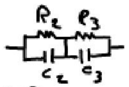
Et donner les expressions de H_0, ω', ω_2 et ω_3

On donne R1 = 1,04 KΩ, C2 = 330 nF, C3 = 100nF, quelles sont les valeurs à donner à R2 et R3 pour que f2 = $(\omega_2/2\pi)$ soit égale 50 Hz

Et f3 = $(\omega_3/2\pi)$ soit égale à 2000 Hz

Calculer numériquement f' = $(\omega'/2\pi)$

Solution :

$H = -\frac{Z}{R_1}$ avec Z équivalent 

$Z = Z_2 + Z_1$ avec $\frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R_2} + jC_2\omega$

$$= \frac{1+jR_2C_2\omega}{R_2}$$

et $\frac{1}{Z_3} = \quad \dots \quad = \frac{1+jR_3C_3\omega}{R_3}$

$$\text{d'où } Z = \frac{R_2}{1+jR_2C_2\omega} + \frac{R_3}{1+jR_3C_3\omega}$$

$$Z = \frac{R_2 + R_3 + jR_2R_3(C_2+C_3)\omega}{(1+jR_2C_2\omega)(1+jR_3C_3\omega)}$$

$$H = -\frac{Z}{R_1} = -\frac{R_2+R_3}{R_1}\,\frac{1+j\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}(C_2+C_3)\omega}{(1+jR_2C_2\omega)(1+jR_3C_3\omega)}$$

$$H = H_0\,\frac{1+j\omega/\omega'}{(1+j\omega/\omega_2)(1+j\omega/\omega_3)}$$

avec $H_0 = -\frac{R_2+R_3}{R_1}$; $\omega' = \frac{R_2+R_3}{R_2R_3(C_2+C_3)}$

$\omega_2 = \frac{1}{R_2C_2}$; $\omega_3 = \frac{1}{R_3C_3}$

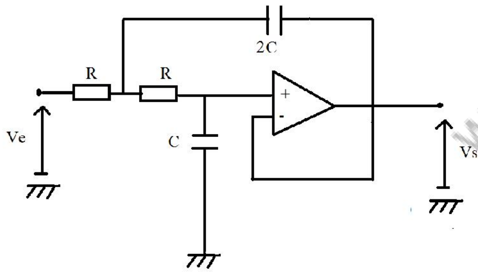
A.N. $R_2 = 9{,}65\ k\Omega$

$R_3 = 796\ \Omega$

$f' = 50343$

Exercice III

On considère le montage suivant dans lequel l'amplificateur opérationnel est parfait.



Montrer que la fréquence de coupure de ce filtre est :

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{2}}$$

Solution

Loi des nœuds

$I_C = I_1 + I_2$

$$\frac{v_e - v'}{R} = (v' - v_s)2jC\omega + \frac{v' - v_s}{R}$$

Diviseur de tension :

$$v_s = v'\,\frac{1/jC\omega}{R+\frac{1}{jC\omega}} \quad \text{soit } \boxed{v' = (1+jRC\omega)v_s}$$

$$\frac{v_e - (1+jRC\omega)v_s}{R} = [(1+jRC\omega)v_s - v_s]\,2jC\omega$$

$$v_e - (1+jRC\omega)v_s = v_s jRC\omega - 2jC\omega R$$

$$v_e = v_s + jRC\omega v_s - 2R^2C^2\omega^2 v_s + jR$$

$$v_e = v_s(1 + 2jRC\omega - 2R^2C^2\omega^2)$$

$$A_v = \frac{v_s}{v_e} = \frac{1}{1+2jRC\omega - 2R^2C^2\omega^2}$$

$$|A_v| = \frac{1}{\sqrt{1+4R^4C^4\omega^4}} \Rightarrow |A_{max}| = 1$$

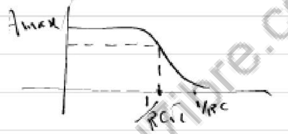
donc $\omega_c \leftrightarrow |H| = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow 1 - 4R^4C^4\omega^4 = 2$

soit $4R^4C^4\omega^4 = 1$

$\omega^4 = \frac{1}{4R^4C^4\omega^4} \Rightarrow \omega = \frac{1}{RC\sqrt{2}}$

$\Rightarrow f_c = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{2}}$



Filtre à décroissance rapide

Transistor à effet de champ

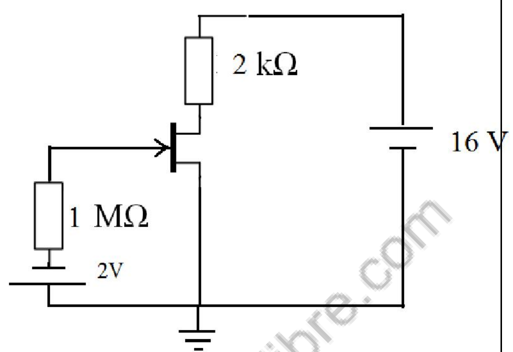
Exercice I

On considère le montage suivant :

On donne $I_{DSS} = 10$ mA, $V_p = 8$ volts

a) Calculer les coordonnées du point de fonctionnement : V_{GS0}, I_{D0}, V_{DS0}

b) Calculer les potentiels V_D, V_G et V_S



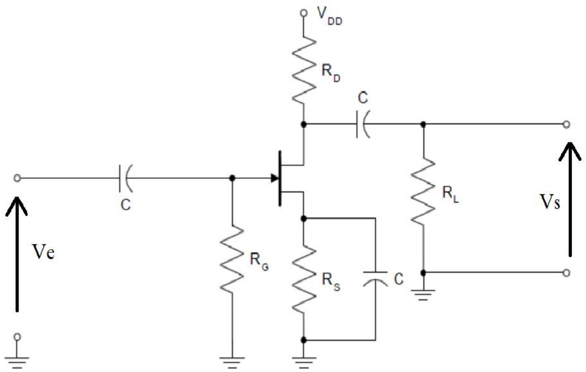
Exercice II

On suppose que le transistor à effet de champ est caractérisé par ses paramètres g et ρ.

a) Expliquer ce que représente ces deux paramètres, c'est quoi leurs unités et comment ils peuvent être déterminés à partir des caractéristiques statiques du transistor

b) Donner le schéma équivalent en dynamique du montage

c) Calculer le gain en tension, l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie (calcul analogique en fonction des éléments du montages et des paramètres g et ρ)



Solution :

g représente la pente du transistor et ρ sa résistance de sortie. On peut les déterminer à partir des caractéristiques statiques $I_D = f(V_{GS})$ et $I_D = f(V_{DS})$. Ce sont les pentes des ses caractéristiques au voisinage du point de fonctionnement.

$V_s = -Z\,g\,V_{GS}$ avec $Z = \rho // R_D // R_L$

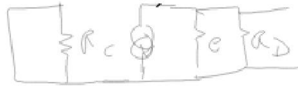
$V_e = V_{GS}$ donc $A_v = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{Z\,g\,V_{GS}}{V_{GS}}$

le gain est $-Zg$

L'impédance d'entrée est R_G.

Calcule de l'impédance de sortie :

On débranche la charge et on court-circuite le générateur d'attaque, ensuite on calcule Vs/Is, c'est l'impédance de sortie



$V_{GS} = 0$

$\Rightarrow Z_s = \rho // R_D$

$Z_s \simeq R_D$

L'impédance d e sortie est donc R_D.

Exercice III

On considère un montage amplificateur attaqué par un générateur V_G de résistance interne r_g et chargé par une résistance de charge R_{CH}

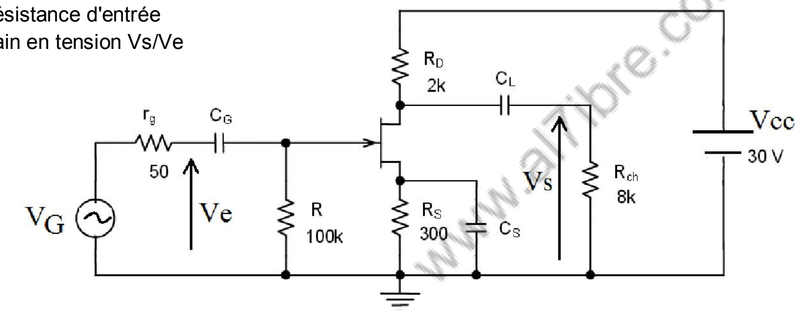
On donne ID_{SS} = 15 mA et |Vp| = 6V, ρ = 0, g = 3.33 mA/V

r_g = 50 Ω, R_D = 2 KΩ, R_S = 300 Ω, R = 100 KΩ, R_{CH} = 8 KΩ

1) Donner le schéma équivalent en dynamique de l'amplificateur

2) Calculer la résistance d'entrée

3) calculer le gain en tension Vs/Ve



Les examens corrigés

Université Abdelmalek Essaâdi
FSTT – Dpt GE : 01/12/2014
CC1 d'électronique : parcours GE / GM -S3 (1)
Durée = 1h

NOM

Prénom :

CNE :

Documents non autorisés
Téléphone interdit et doit être éteint
Echange de calculatrices, stylos, gommes, encre blanc… **strictement interdit**

Rappel : la tension seuil d'une diode silicium est de 0,7 V et d'une diode germanium est de 0,3 V

Exercice I : (QCM - *16 points : réponse correcte = +2 points* **;** *réponse fausse =* **-1** ***point*****)**

Entourer la bonne réponse (une seule réponse est vraie)

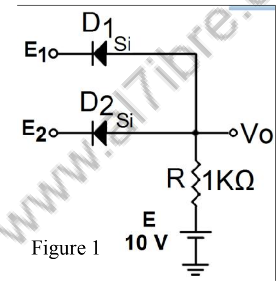


Figure 1

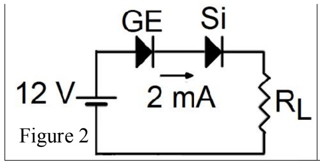


Figure 2

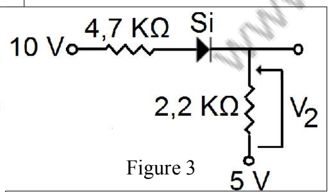


Figure 3

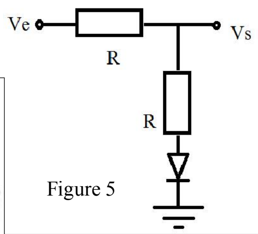


Figure 5

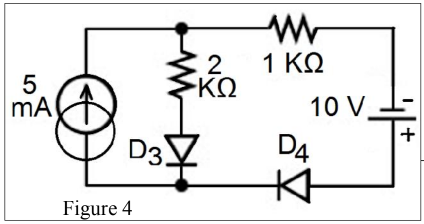


Figure 4

1) Dans la figure 1 si E1 = E2 = 10 V La tension Vo est :
A) 9,3 V B) 10 V C) -10 V D) 0V E) Aucune réponse n'est vraie

Réponse :

Si on suppose qu'il ya un courant i positif qui circule dans le sens (E ==> R ==> les diodes), le potentiel Vo sera (10 – Ri) donc inférieur à 10 et donc inférieure à E1 et E2 et dans ce cas les diodes ne peuvent être que bloquées puisque leurs anodes sont à un potentiel inférieur aux potentiels de leurs cathodes qui est 10 V.
Puisque les diodes sont bloquées alors aucun courant ne circule dans R et donc Vo = E = +10 V.

2) l'état des diodes (figure 1) est :
A) D1 P et D2 P B) D1 B et D2 B C) D1 P et D2 B D) D1 B et D2 P
(P = passante ; B = bloquée)

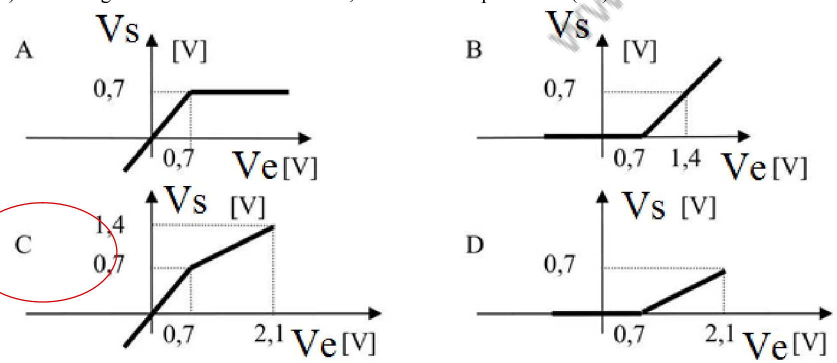
3) Dans la figure 2 quelle est la valeur de RL?
A) 5 KΩ B) 5,5 KΩ C) 6KΩ D) 6,5 KΩ E) Aucune réponse n'est vraie

Les deux diodes sont passantes. Ri + 03 + 0, 7 = 12 V ; R = (12 - 0,3 - 0,7)/2 donc R = 5,5 Kiloohms

4) Dans la figure 3, V2 est :
A) 3,201 V B) 4,3 V C) 0V D) 1,371 E) Aucune réponse n'est vraie
Loi des mailles : 10 = 5 +6.9i+0.7

5) Dans la figure 4 quel est l'état de chacune des diodes idéales? (P = passante , B = bloquée)
A) D3 P et D4 P B) D3 P et D4 B C) D3 B et D4 P D) D3 B et D4 B

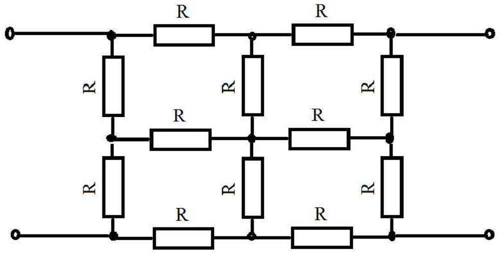
6) Dans la figure 5 la diode est en silicium, la caractéristiques Vs = f(Ve) est :



7) On considère le quadripôle de la figure 6, Le paramètre Z_{21} de la matrice impédance est égal à :

A) $\frac{1}{R}$ B) $\frac{1}{12R}$ C) $2R^2 + R + 1$ D) $\frac{2}{3R}$ E) Aucune réponse n'est vraie

Figure 6

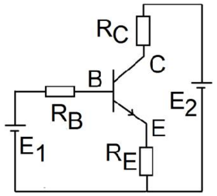


Aucune réponse n'est bonne car toutes les réponses données n'ont pas l'unité d'une résistance

8) (E1=5,7V; E2 = 15 V; RB = 50KΩ, RC = 1 KΩ, RE= 500 Ω, β=100)

le potentiel au collecteur V_C est égale à :

A) -5V B) 0V C) +5V D) +10V E) +7,5V



Maille entrée : VC + RC IC = E2

Donc VC = E2 – RCIC

Il faut calculer IC donc IB = (E1 – 0,7) /[RE +(RB/β)]