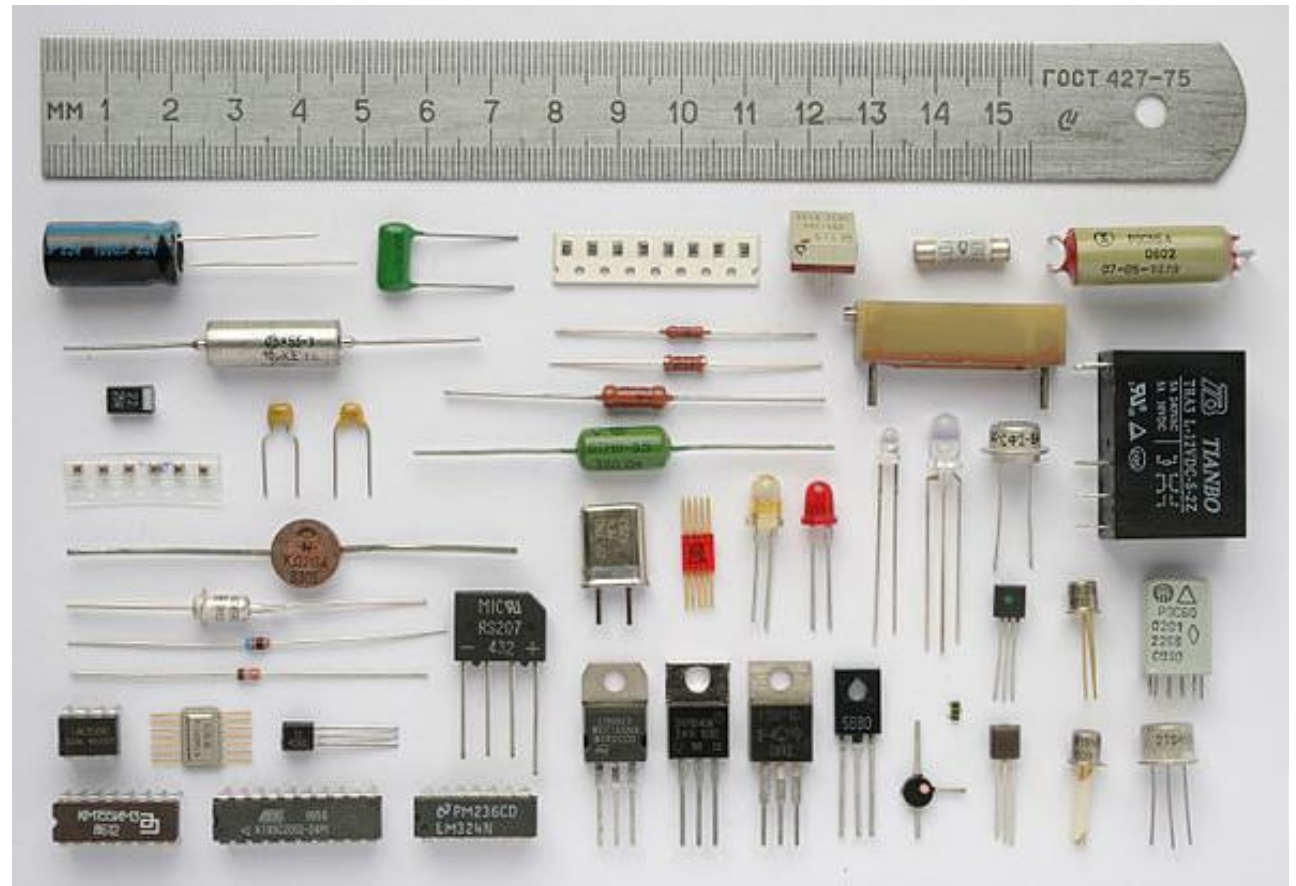


ELECTRICITÉ ET COMPOSANTS ELECTRONIQUES SUPPORT DE TD

Pr. COULIBALY Moussa
HESTIM
moussa.coulibaly@hestim.ma



ELECTRICITÉ ET COMPOSANTS ELECTRONIQUES

Chapitre 1 : Généralités sur les charges électriques, champs
électrique et magnétique

EXERCICES : GÉNÉRALITÉS SUR LES CHARGES ÉLECTRIQUES, CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE

Exercice 1 :

1. Calculer la force électrostatique $F = F_{1/2} = F_{2/1}$

Données : $q_1 = 4.10^{-3}C$ $q_2 = -3.10^{-1}C$ $k = 9.10^9 SI (Nm^2C^{-2})$

Exercice 2 :

Dans une molécule de NaCl, l'ion Na^+ se trouve à $2,3.10^{-10}$ de l'ion Cl^- .

1. Quelle type de force électrostatique (attractive ou répulsive) s'exerce entre ces deux ions ?
2. Calculer cette force.

Exercice 3 :

1. Calculer la force électromagnétique qui lie un proton et un électron dans un atome.
2. Comparer cette force avec la force gravitationnelle entre ces deux particules. Conclure.
3. Calculer la force électromagnétique qui s'exerce entre deux protons au sein du noyau d'un atome. Pourquoi le noyau de l'atome n'explose t-il pas ?

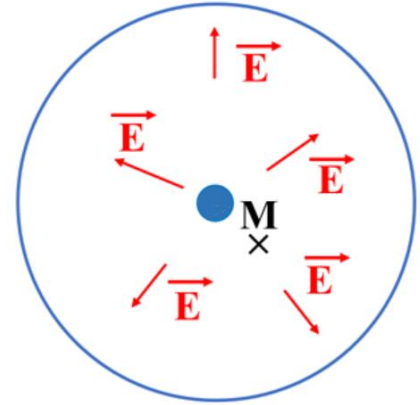
- Charge élémentaire : $e = 1.6 \times 10^{-19} C$
- Masse de l'électron : $m_e = 9.31 \times 10^{-31} kg$
- Masse du proton : $m_p = 1.67 \times 10^{-27} kg$
- Rayon moyen d'un atome : $D = 10^{-10} m$
- Rayon moyen d'un noyau d'atome : $d = 10^{-15} m$
- Constante gravitationnelle : $G = 6.67 \times 10^{-11} SI$
- Permittivité du vide : $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} SI$

EXERCICES : GÉNÉRALITÉS SUR LES CHARGES ÉLECTRIQUES, CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE

Exercice 4 :

Le schéma ci-dessus représente le champ électrostatique en quelques points d'un condensateur cylindrique.

1. Quel est le signe de la charge portée par l'armature centrale de ce condensateur ?
2. Représenter le champ au point M.



Exercice 5 :

1. Un solénoïde a une longueur de 3,2 cm et se compose de 90 spires de fil. Le fil transporte un courant constant de 1,2 A. Calculez la force du champ magnétique au centre du solénoïde.
2. Un fil qui transporte un courant constant de 0,15 A est transformé en un solénoïde avec 11 spires par centimètre. Calculez la force du champ magnétique au centre du solénoïde.

On donne $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$.

Exercice 6 :

1. Un solénoïde est formé de 35 spires de fil sur une longueur de 42 mm. Le champ magnétique au centre du solénoïde est de $4,9 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Calculez le courant dans le fil.
2. Un solénoïde est formé d'une longueur de fil qui transporte un courant constant I . Le solénoïde a 430 spires de fil par mètre. Le champ magnétique au centre du solénoïde est de $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

Exercice 7 :

Un solénoïde formé à partir d'un fil a 80 spires. Le solénoïde transporte un courant constant de 13 A et l'intensité du champ magnétique produit est de $7,3 \cdot 10^{-3} \text{T}$ en son centre. Calculez la longueur du solénoïde en donnant la réponse arrondie au centimètre près.

Exercice 8 :

Une longueur de fil est transformée en un solénoïde avec n spires de fil par millimètre. Le fil transporte un courant constant I . Un champ magnétique de force B peut donc être mesuré au centre du solénoïde.

Laquelle des modifications suivantes du système augmente l'intensité du champ magnétique au centre du solénoïde, en supposant que tout le reste soit inchangé ?

- 1) Diminuer la longueur du solénoïde en retirant les spires du fil tout en maintenant n constant
- 2) Diminuer I , le courant dans le fil
- 3) Diminuer n , le nombre de spires de fil par millimètre
- 4) Augmenter I , le courant dans le fil
- 5) Augmenter la longueur du solénoïde en ajoutant des spires de fil tout en maintenant n constant

EXERCICES : GÉNÉRALITÉS SUR LES CHARGES ÉLECTRIQUES, CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE

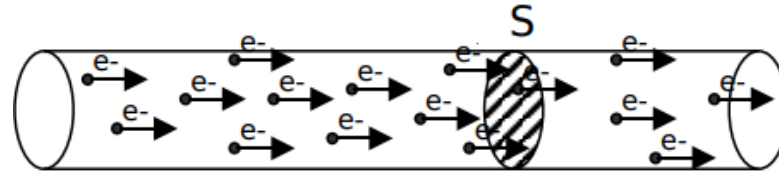
Exercice 9 :

1. Calculer le nombre d'électrons qui traversent une section d'un fil conducteur pour une intensité $I=20$ mA en une seconde.

Ce fil contient N électrons non liés par mètre cube. En notant S sa section, et en supposant que les électrons circulent à la vitesse d'ensemble v et provoquent un courant d'intensité I .

2. Donner la relation qui existe entre I , N , S , v et la charge e .
3. Calculer la valeur de la vitesse de déplacement des électrons.

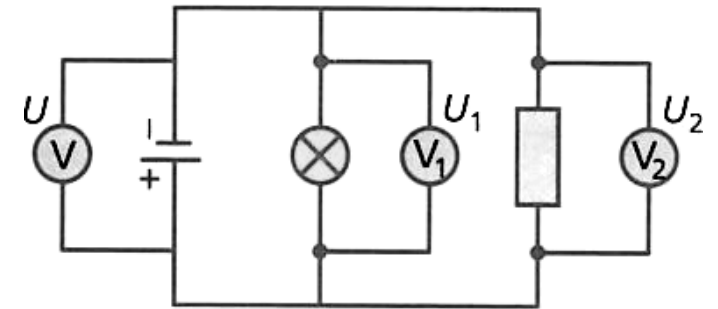
$$S = 2 \text{ mm}^2, N = 8.10^{28} \text{ électron/m}^{-3}, e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$$



Exercice 10 :

Soit le schéma suivant, avec une lampe dont la tension nominale est de 6 V, une résistance et une pile de 4,5 V.

1. Exprimer la relation entre U , U_1 , et U_2 .
2. A votre avis, quelles valeurs vont afficher les voltmètres V , V_1 et V_2 : 4,5 V ou 6 V ?



EXERCICES : GÉNÉRALITÉS SUR LES CHARGES ÉLECTRIQUES, CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE

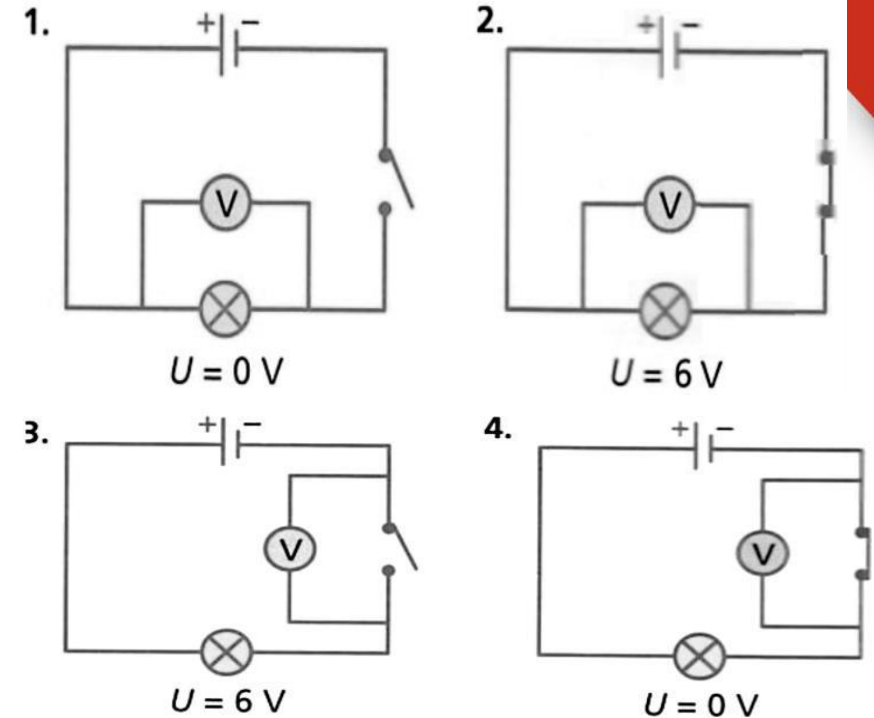
Exercice 11 :

Ci-dessous une série de mesures de tension effectuée par en TP. La pile délivre une tension de 6 V. Observer attentivement les schémas et les mesures.

1. Dans les situations 1 et 2, les mesures de tensions aux bornes de la lampe vous semblent-elles logiques ?

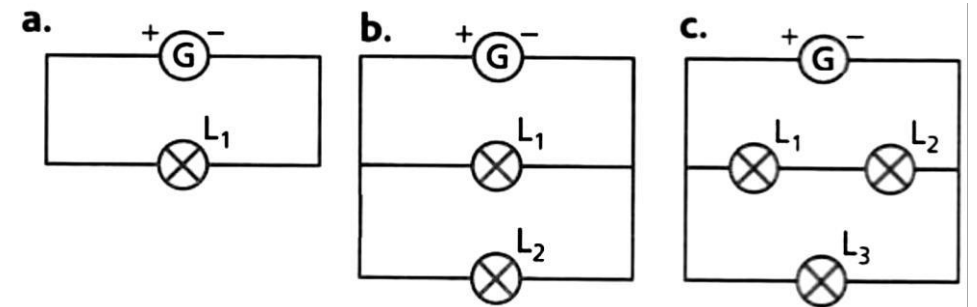
2. Analyser maintenant les situations 3 et 4.

À l'affirmation : « Lorsqu'un circuit est ouvert, la tension est nulle dans tout le circuit », que répondez-vous ?



Exercice 12 :

Voici trois montages. Les lampes L1, L2 et L3 sont identiques (tension nominale 3 V). Dans les trois cas, le générateur délivre une tension de 3 V. Pour chaque situation, indique l'éclat de chaque lampe : brille normalement, brille faiblement (sous-tension) ou risque de griller (surtension).

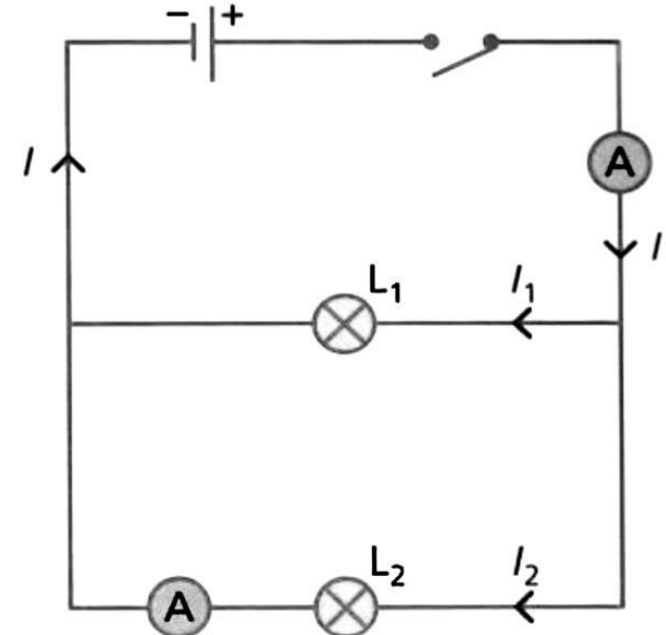


EXERCICES : GÉNÉRALITÉS SUR LES CHARGES ÉLECTRIQUES, CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE

Exercice 13 :

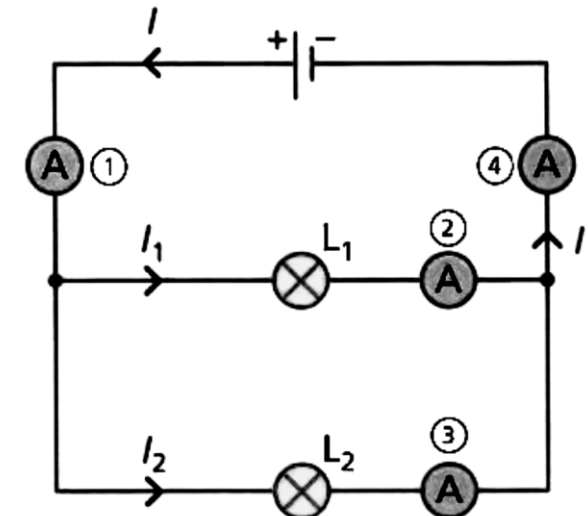
Voici un montage composé d'une pile qui délivre 6 V, d'un interrupteur, d'une lampe L_1 (tension 6 V, 0,2 A) et d'une lampe L_2 (tension nominale 6V).

1. Dans cette configuration, peut-on prévoir les valeurs affichées par les deux ampèremètres ?
2. On ferme l'interrupteur. Sur l'ampèremètre en série avec L_2 , on peut lire $I_2 = 0,3$ A. Que va afficher l'autre ampèremètre ?
3. On dévisse la lampe L_1 . (Rappel : pas de danger pour une tension continue de 6 V). Cela va-t-il changer quelque chose pour les ampèremètres ? Argumentez votre réponse.



Exercice 14 :

Selon sa position dans le circuit, l'ampèremètre affiche soit 0,2 A soit 0,4 A. Pour chacune de ses positions, donnez la valeur de l'ampèremètre.



ELECTRICITÉ ET COMPOSANTS ELECTRONIQUES

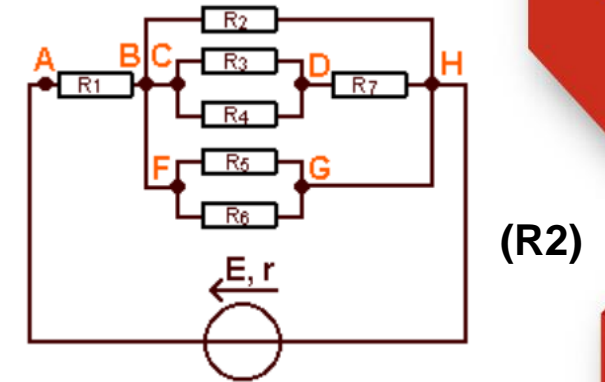
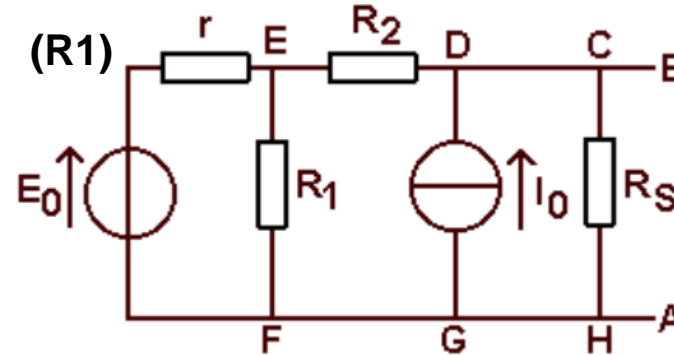
Chapitre 2 : Lois Générales dans le Cadre de l'Approximation des
Régimes Quasi Stationnaires (ARQS)

EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES DANS LE CADRE DE L'APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI STATIONNAIRES (ARQS)

Exercice 1 :

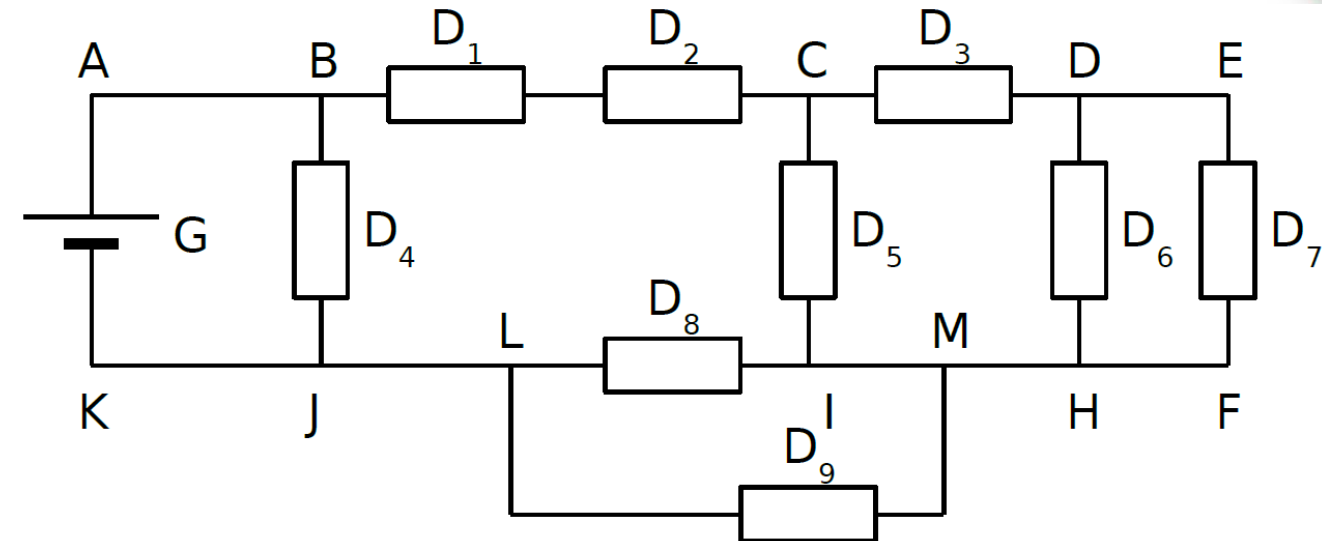
Combien ces réseaux comportent-ils ?

1. de dipôles ?
2. de branches ?
3. de nœuds ?



Exercice 2 :

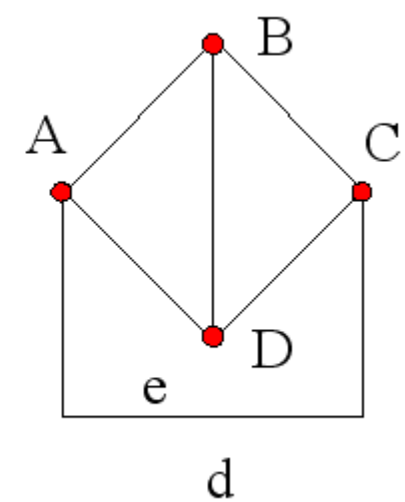
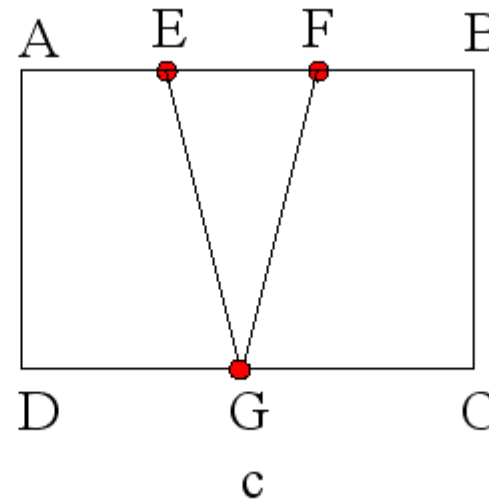
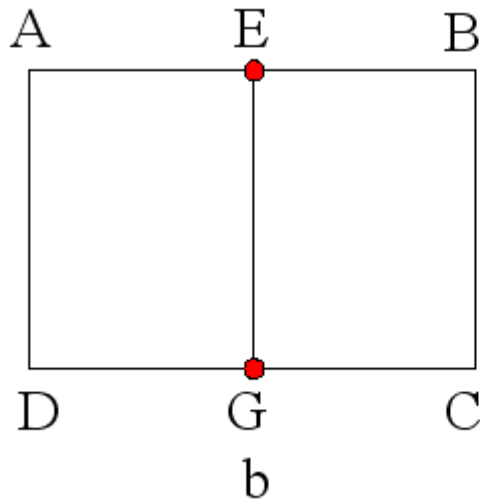
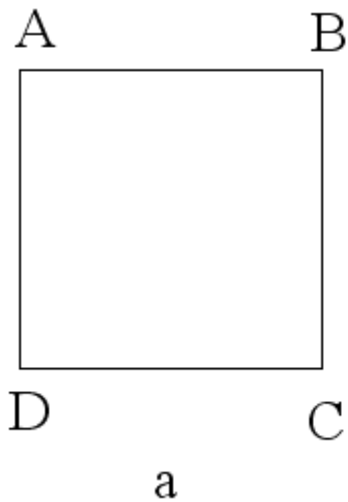
- 1) Combien y a-t-il de nœuds? Les nommer.
- 2) Combien y a-t-il de branches? Les nommer.
- 3) Combien y a-t-il de mailles?
- 4) Quels dipôles sont en série?
- 5) Quels dipôles sont en parallèle ?



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES DANS LE CADRE DE L'APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI STATIONNAIRES (ARQS)

Exercice 3 :

1. Pour chacun des réseaux ci-dessous, trouver et identifier le nombre de :
nœuds (N), branches (B) et de mailles simples ou élémentaires (M).
2. En déduire la relation qui lie M, N et B.



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES DANS LE CADRE DE L'APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI STATIONNAIRES (ARQS)

Exercice 4 :

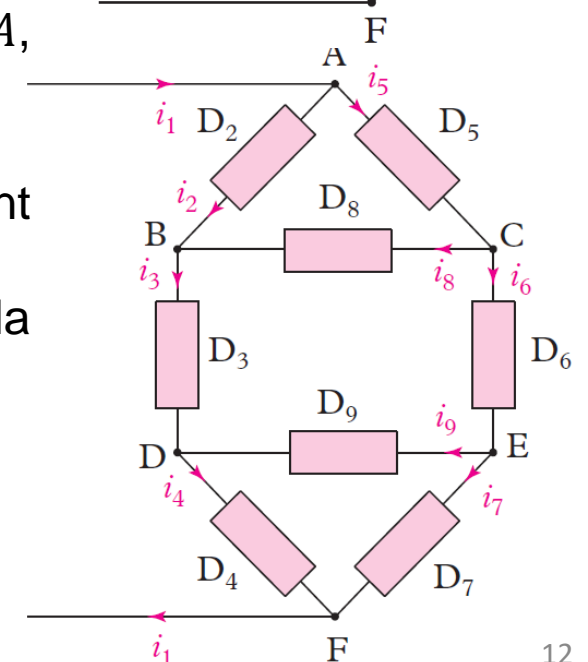
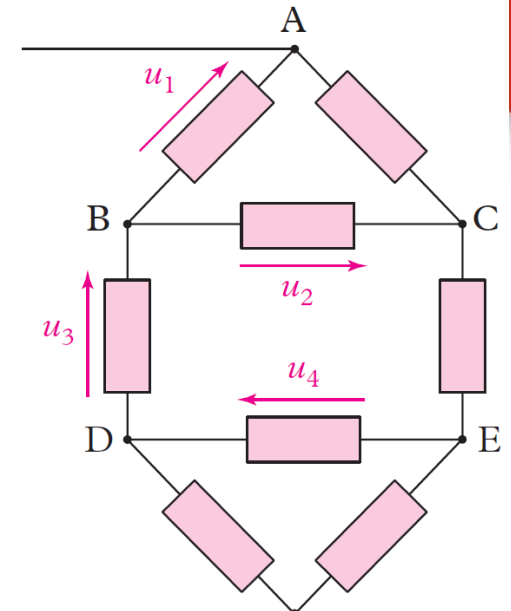
1. Lors d'une expérience, on a mesuré les potentiels des points A et F par rapport à la masse. On a, de même, mesuré les différences de potentiel u_1 , u_2 , u_3 et u_4 . On obtient les résultats suivants :

$V_A = 7 \text{ V}$ et $V_F = -2 \text{ V}$; $u_1 = 4 \text{ V}$, $u_2 = 2 \text{ V}$, $u_3 = 1 \text{ V}$ et $u_4 = 2 \text{ V}$.

- Déterminer les potentiels des points B, C, D et E.
- Préciser le point relié à la masse.

2. On a mesuré les courants i_1 , i_2 , i_3 et i_4 . On a obtenu : $i_1 = 2 \text{ A}$, $i_2 = 1 \text{ A}$, $i_3 = 0,5 \text{ A}$ et $i_4 = 1,5 \text{ A}$

- Déterminer les intensités des courants i_5 , i_6 , i_7 , i_8 et i_9 .
- Déterminer la puissance reçue par chaque dipôle. Préciser ceux qui sont générateurs et ceux qui sont récepteurs.
- Déterminer la puissance totale reçue par tous les dipôles. Vérifier la cohérence des résultats.

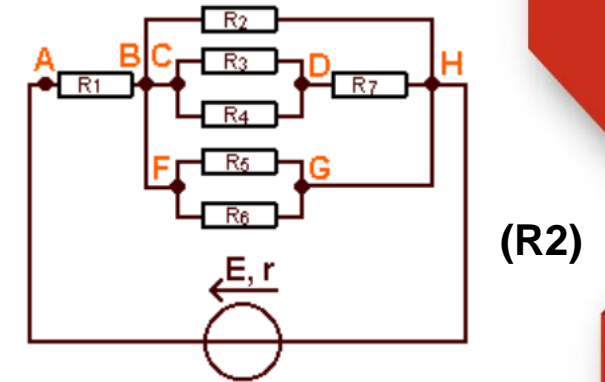
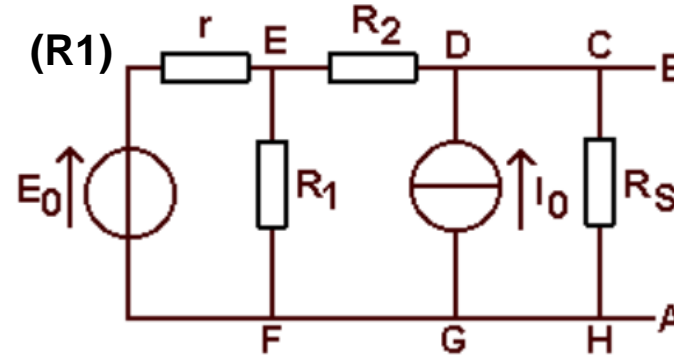


EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES DANS LE CADRE DE L'APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI STATIONNAIRES (ARQS)

Exercice 5 :

Combien ces réseaux comportent-ils ?

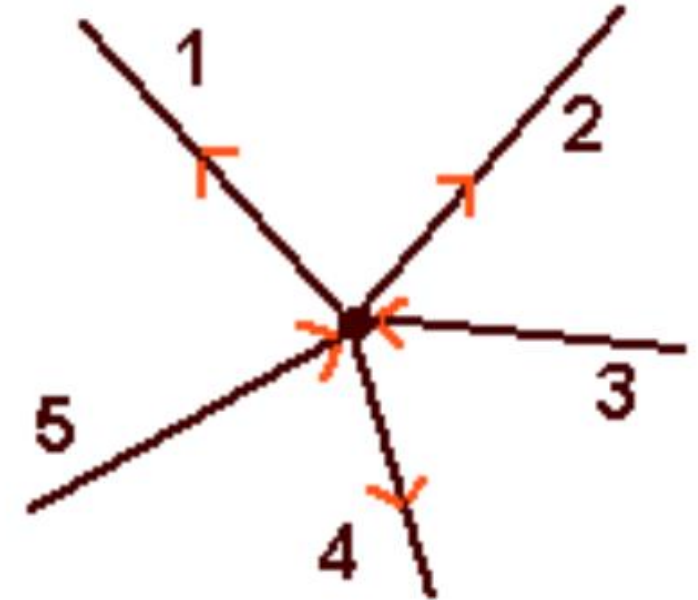
1. de dipôles ?
2. de branches ?
3. de nœuds ?



Exercice 6 :

Donner le sens et la valeur de l'intensité manquante :

- a) $I_1 = 1 \text{ A}$; $I_2 = 2 \text{ A}$; $I_3 = ? \text{ A}$; $I_4 = 5 \text{ A}$; $I_5 = 3 \text{ A}$
- b) $I_1 = ? \text{ A}$; $I_2 = 4 \text{ A}$; $I_3 = 9 \text{ A}$; $I_4 = 8 \text{ A}$; $I_5 = 2 \text{ A}$
- c) $I_1 = 7 \text{ A}$; $I_2 = ? \text{ A}$; $I_3 = 5 \text{ A}$; $I_4 = 3 \text{ A}$; $I_5 = 6 \text{ A}$

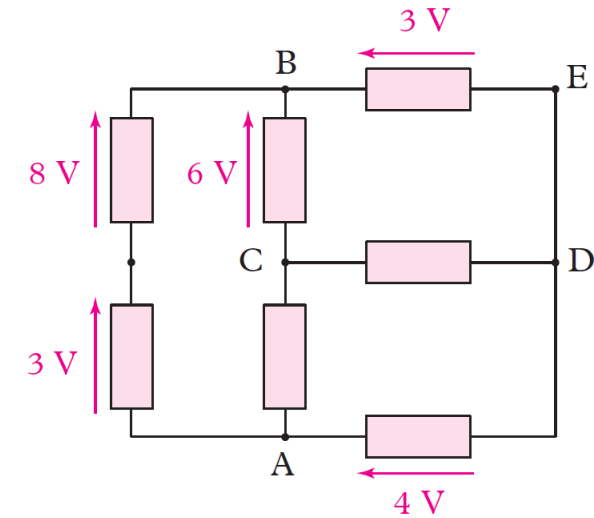


EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES DANS LE CADRE DE L'APPROXIMATION DES RÉGIMES QUASI STATIONNAIRES (ARQS)

Exercice 7 :

On considère le circuit suivant, dans lequel la nature des dipôles n'est pas précisée.

- Dénombrer les mailles qui peuvent être définies dans ce circuit.
- Appliquer la loi des mailles à chacune de celles-ci. Combien de relations indépendantes obtient-on ainsi ?
- Déterminer les tensions u_{AC} , u_{CD} et u_{DF} .



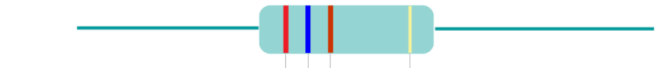
ELECTRICITÉ ET COMPOSANTS ELECTRONIQUES

Chapitre 3 à 5 : Lois Générales (Partie 2) & Dipôles Linéaires
(Résistances et potentiomètres, Condensateurs & Bobines)

EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 1 :

1. Déterminer les valeurs des résistances ci-dessous et les séries dans lesquelles on peut les extraire (voir annexe) :



Exercice 2 :

On branche une résistance de 4,7 k Ω sous une tension continue de 12 V.

1. Quelle est la puissance dissipée par effet Joule ?
2. Quel choix de puissance serait-il adéquat 1/4 W, 1/2 W, 1 W, 2 W, 5 W ?

EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Annexe

E 3 ($\pm 20\%$) : 100 - 220 - 470

E 6 ($\pm 10\%$) : 100 - 150 - 220 - 330 - 470 - 680

E12 ($\pm 10\%$) : 100 - 120 - 150 - 180 - 220 - 270 - 330
390 - 470 - 560 - 680 - 820

E24 ($\pm 5\%$) : 100 - 110 - 120 - 130 - 150 - 160 - 180
200 - 220 - 240 - 270 - 300 - 330 - 360 - 390
430 - 470 - 510 - 560 - 620 - 680 - 750 - 820 - 910

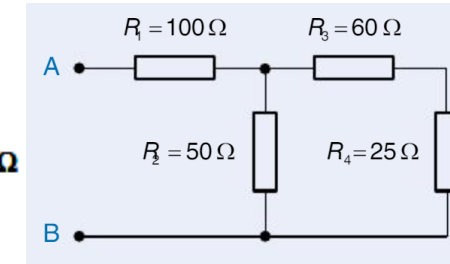
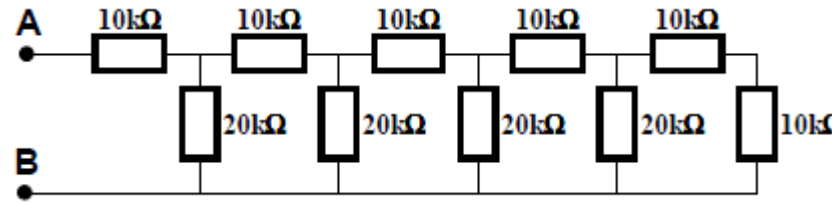
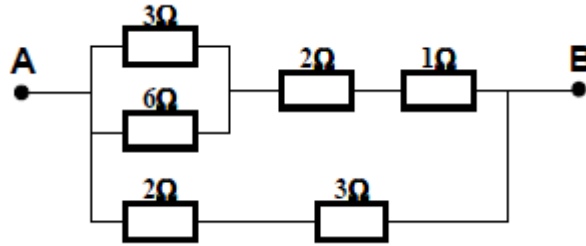
E48 : 100 - 105 - 110 - 115 - 121 - 127 - 133
140 - 147 - 154 - 162 - 169 - 178 - 187 - 196
205 - 215 - 226 - 237 - 249 - 261 - 274 - 287
301 - 316 - 332 - 348 - 365 - 383 - 402 - 422
442 - 464 - 487 - 511 - 536 - 562 - 590 - 619
649 - 681 - 715 - 750 - 787 - 825 - 866 - 909 - 953

E96 ($\pm 1\%$) : 100 - 102 - 105 - 107 - 110 - 113 - 115
118 - 121 - 124 - 127 - 130 - 133 - 137 - 140
143 - 147 - 150 - 154 - 158 - 162 - 165 - 169
174 - 178 - 182 - 187 - 191 - 196 - 200 - 205
210 - 215 - 221 - 226 - 232 - 237 - 243 - 249
255 - 261 - 267 - 274 - 280 - 287 - 294 - 301
309 - 316 - 324 - 332 - 340 - 348 - 357 - 365
374 - 383 - 392 - 402 - 412 - 422 - 432 - 442
453 - 464 - 475 - 487 - 499 - 511 - 523 - 536
549 - 562 - 576 - 590 - 604 - 619 - 634 - 649
665 - 681 - 698 - 715 - 732 - 750 - 768 - 787
806 - 825 - 845 - 866 - 887 - 909 - 931 - 953 - 976

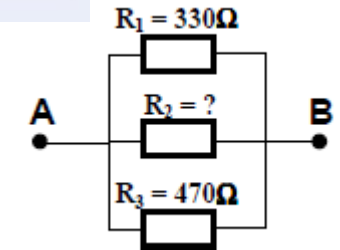
EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 3 :

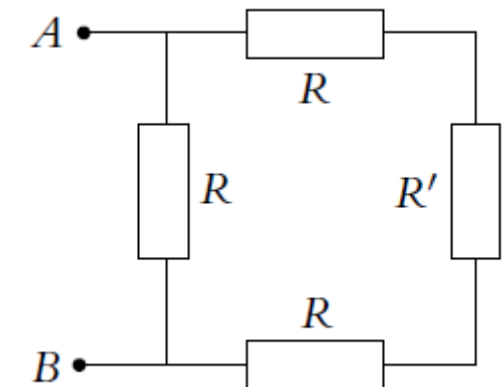
1. Calculer R_{AB} (résistance équivalente) pour les trois circuits ci-dessous :



2. Dans le circuit ci-contre, on désire avoir $R_{AB} = 103 \Omega$, déterminer alors la valeur de la résistance R_2



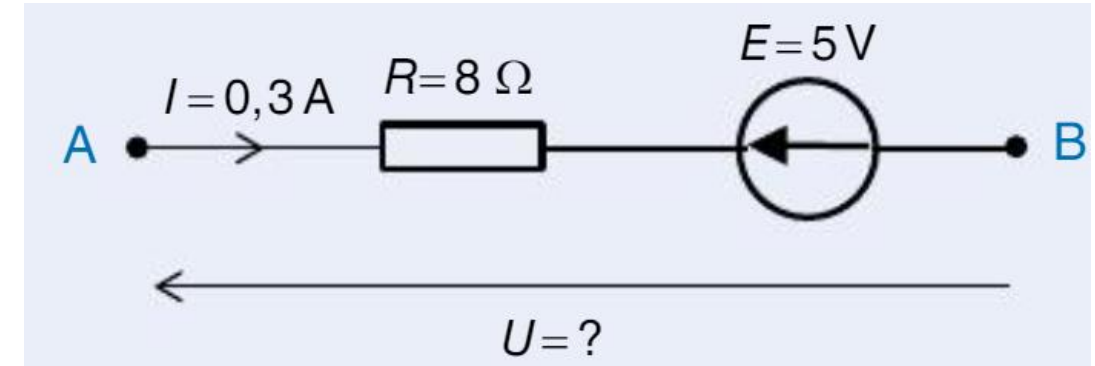
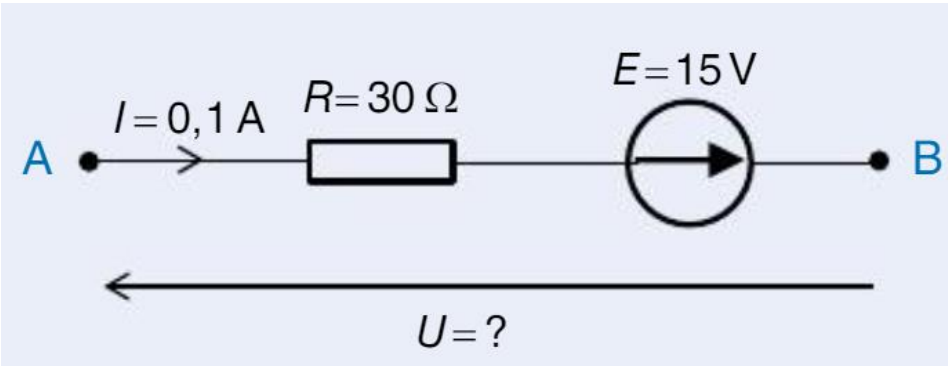
3. On considère le montage de la figure ci-dessous. Déterminer l'expression de R' en fonction de R pour que la résistance entre A et B soit égale à R' .



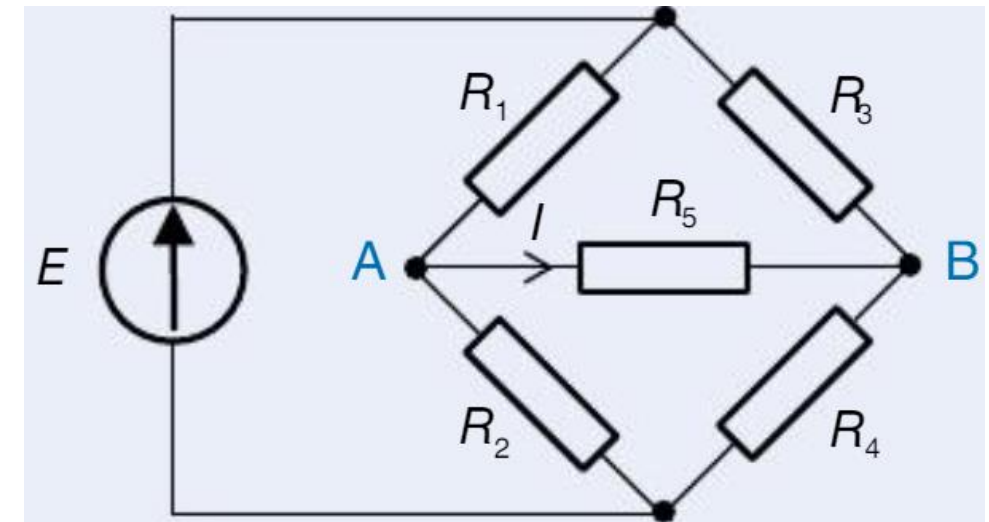
EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 4 :

1. Déterminer la tension U inconnue :



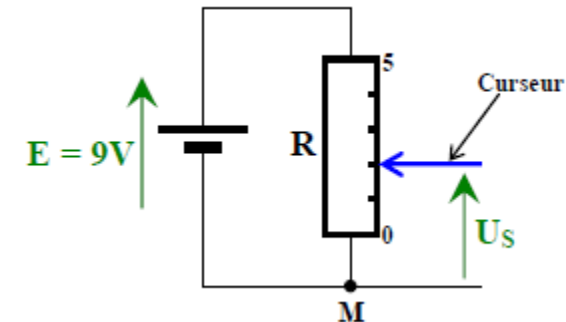
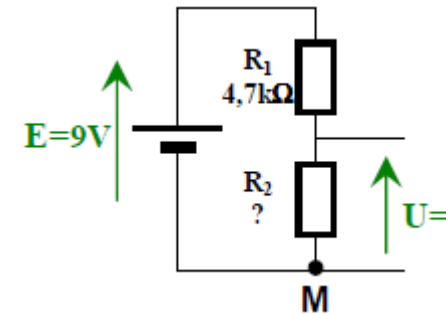
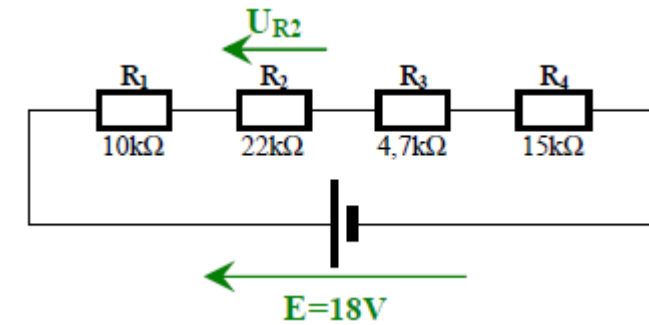
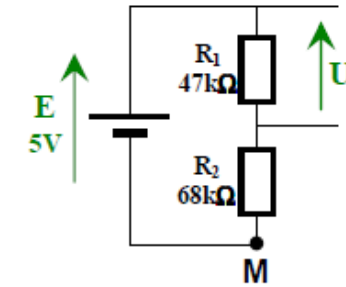
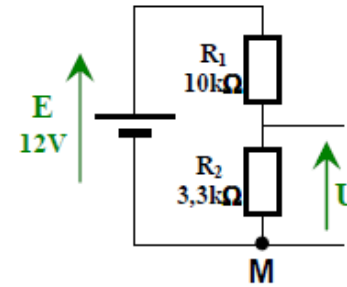
2. On considère le montage représenté ci-contre. On cherche à déterminer la condition sur les quatre résistances R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , de manière à ce que le courant I dans R_5 soit nul. En considérant que I est nul, déterminer l'expression de V_A . Puis déterminer l'expression de V_B . En déduire la condition recherchée.



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 5 :

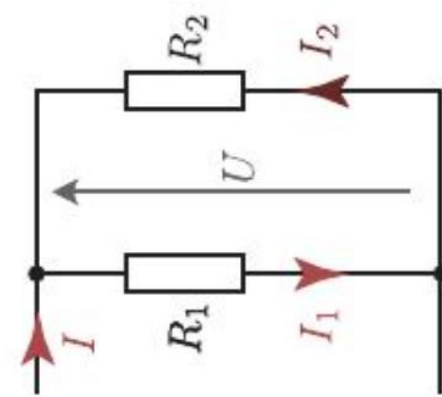
1. Déterminer la valeur de la tension U pour les deux circuits. Conclure.
2. Déterminer la valeur de la tension U_{R_2} aux bornes de la résistance R_2 .
3. On désire avoir une tension $U = 5V$ mais on ne dispose que d'une batterie d'accumulateur de tension $E = 9V$. Déterminer la valeur de la résistance R_2 dans le circuit ci-contre (diviseur de tension qui permet d'avoir $U = 5V$).
4. Un potentiomètre de résistance totale R comporte 6 positions (de 0 à 5), déterminer la valeur de la tension de sortie U_s pour la position 2 du curseur (voir schéma).



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

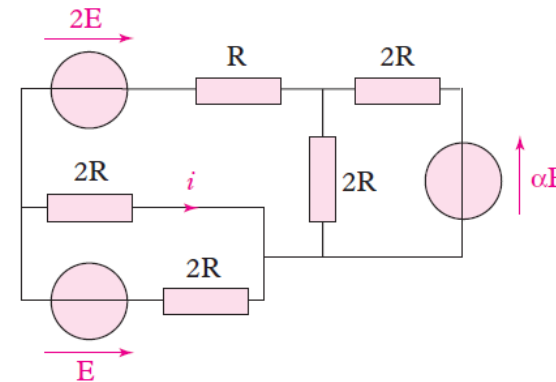
Exercice 6 :

Déterminer les intensités I_1 et I_2 sur le schéma à droite en fonction de I .



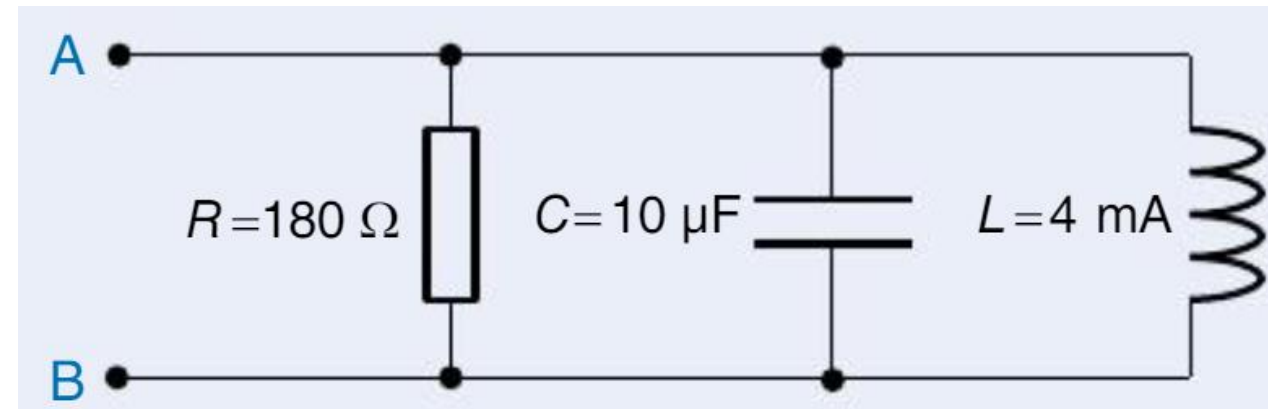
Exercice 7 :

Déterminer l'intensité i sur le schéma ci-dessous.



Exercice 8 :

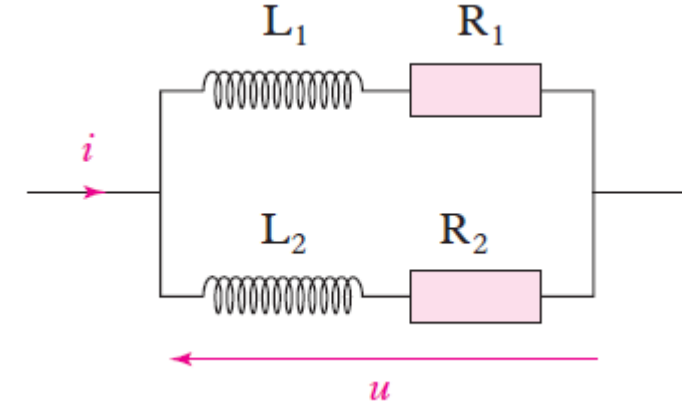
Calculer l'impédance complexe puis réelle du dipôle ci-contre, supposé alimenté par une source de tension sinusoïdale de pulsation égale à $\omega = 500 \text{ rad.s}^{-1}$.



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 9 :

Déterminer l'équation différentielle liant la tension u et le courant i dans le montage à droite, comportant deux bobines réelles en parallèle.



Exercice 10 :

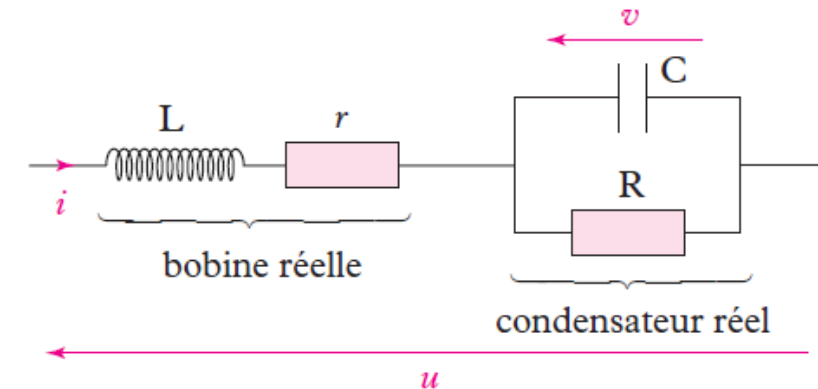
Une bobine réelle d'inductance L possède une résistance r . Elle est placée en série avec un condensateur de capacité C et de résistance de fuite R .

On note u la tension totale, v la tension aux bornes du condensateur et i l'intensité du courant.

1. Déterminer l'équation différentielle liant l'intensité i et la tension u .
2. À $t = 0$, la tension aux bornes du condensateur vaut v_0 et pour $t \geq 0$, on impose $u = 0$.

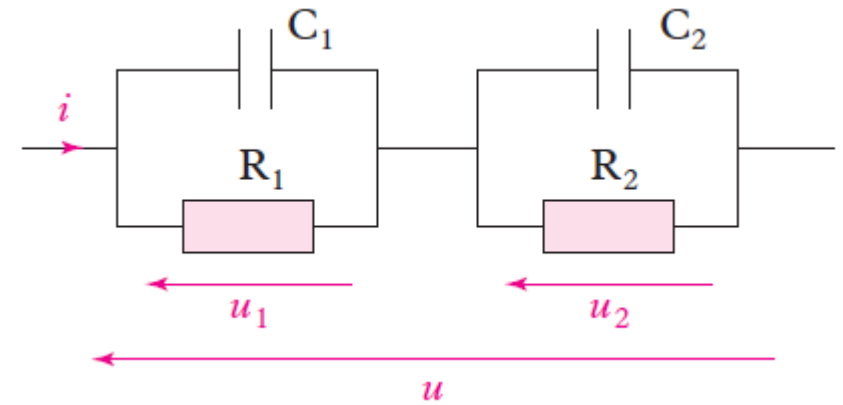
Juste après installation du court-circuit, que valent

$$i(0^+) ? \quad v(0^+) ? \quad \frac{di}{dt}(0^+) ? \quad \frac{dv}{dt}(0^+) ?$$



Exercice 11 :

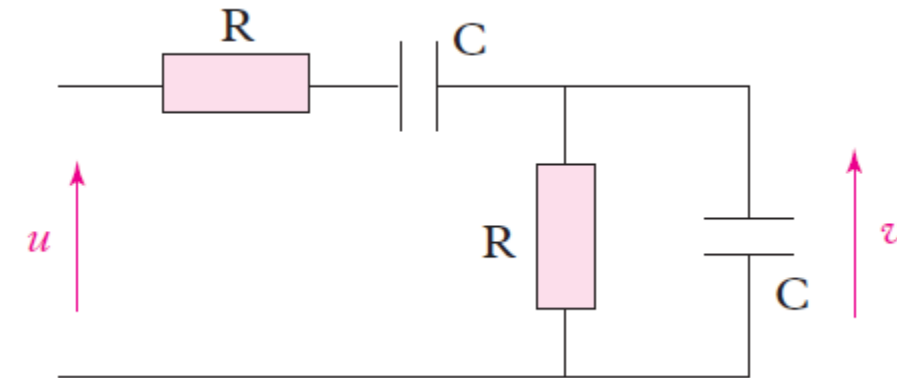
1. Déterminer l'équation différentielle liant la tension u et le courant i dans le montage ci-dessous, comportant deux condensateurs avec fuite en série. On notera u_1 et u_2 les tensions aux bornes de chaque condensateur.



Exercice 12 :

Le montage schématisé ci-contre comporte deux résistances identiques R et deux condensateurs de capacité C .

1. Écrire l'équation différentielle liant la tension de sortie v aux bornes du condensateur et la tension d'entrée u .
2. À l'instant initial, les deux condensateurs sont déchargés et la tension $u = E$ est constante. Déterminer les conditions initiales portant sur v et $\frac{dv}{dt}$ juste après le branchement du circuit ($v(0^+)$ et $\frac{dv}{dt}v(0^+)$).

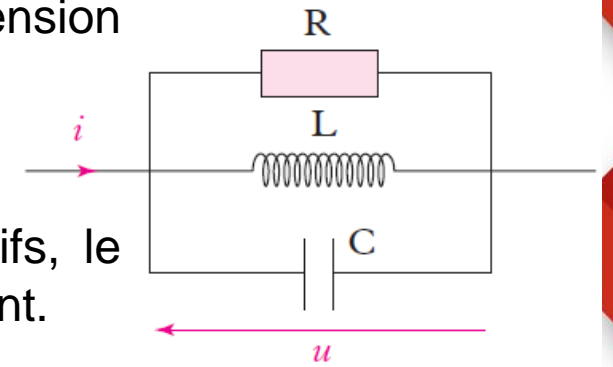


EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 13 :

Un conducteur ohmique de résistance R , une bobine parfaite d'inductance L et un condensateur sans fuite de capacité C sont placés en parallèle. On note u la tension aux bornes des trois composants et i l'intensité totale traversant l'association.

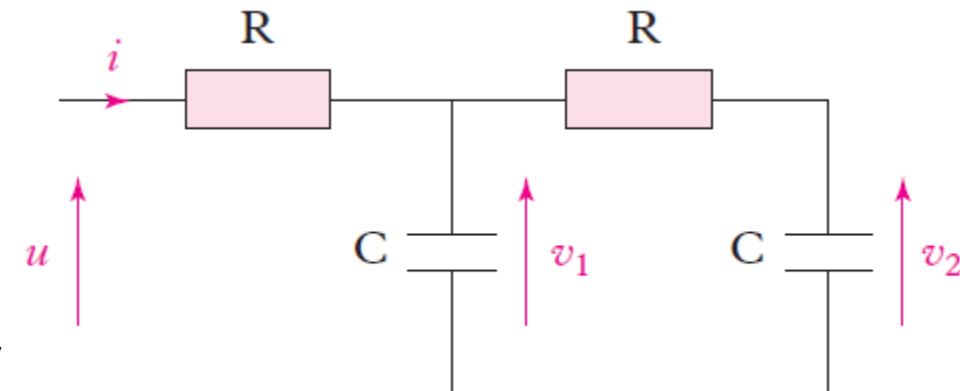
1. Quelle est l'équation différentielle liant u et i ?
2. On impose à partir de $t = 0$, un courant $i = I_0$. Pour les instants négatifs, le condensateur était déchargé et la bobine n'était parcourue par aucun courant.
3. Déterminer $u(0^+)$ et $\frac{du}{dt}(0^+)$.



Exercice 14 :

On étudie le montage ci-dessous comportant deux circuits RC en cascade. On note u la tension d'entrée et v_1 et v_2 les tensions respectives aux bornes des condensateurs.

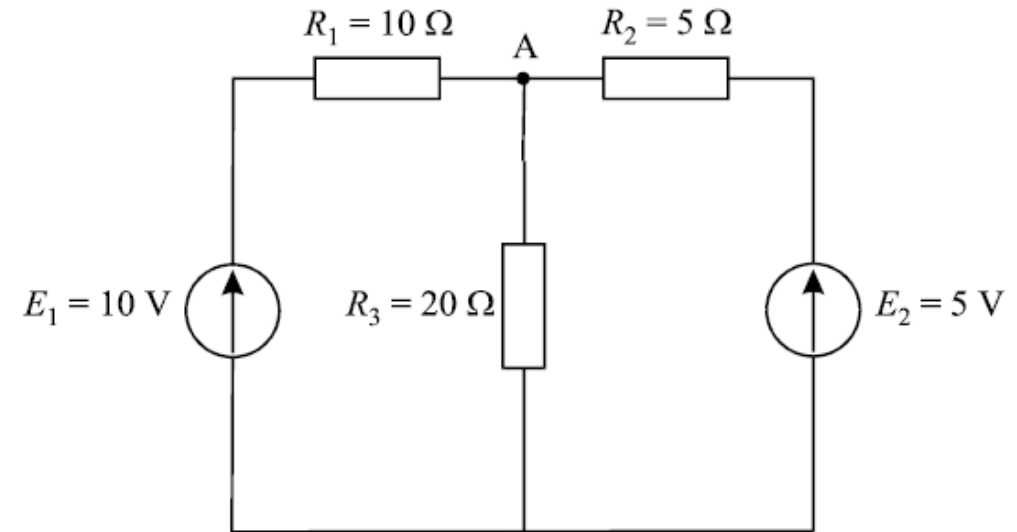
- a) Déterminer l'équation différentielle liant v_2 à u .
- b) Déterminer l'équation différentielle liant v_1 à u .
- c) À l'instant $t = 0$, on a : $u = U_0$, $v_1 = V_{10}$ et $v_2 = 0$. Déterminer $\frac{dv_1}{dt}(0)$ et $\frac{dv_2}{dt}(0)$.



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

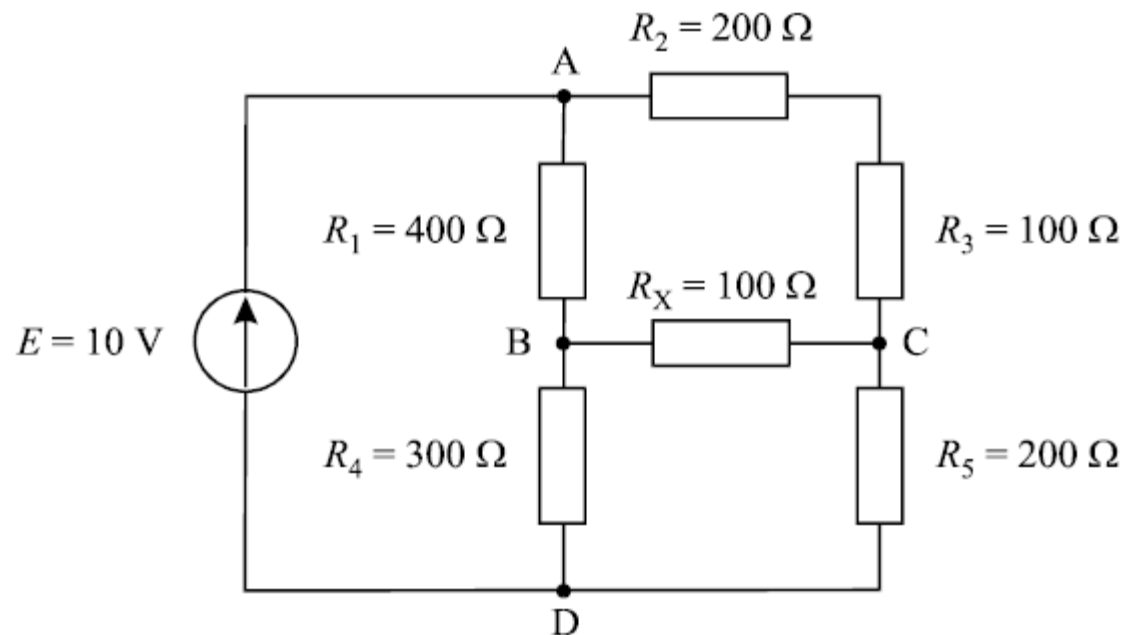
Exercice 15 :

Dans le montage représenté, déterminer le potentiel au point A.



Exercice 16 :

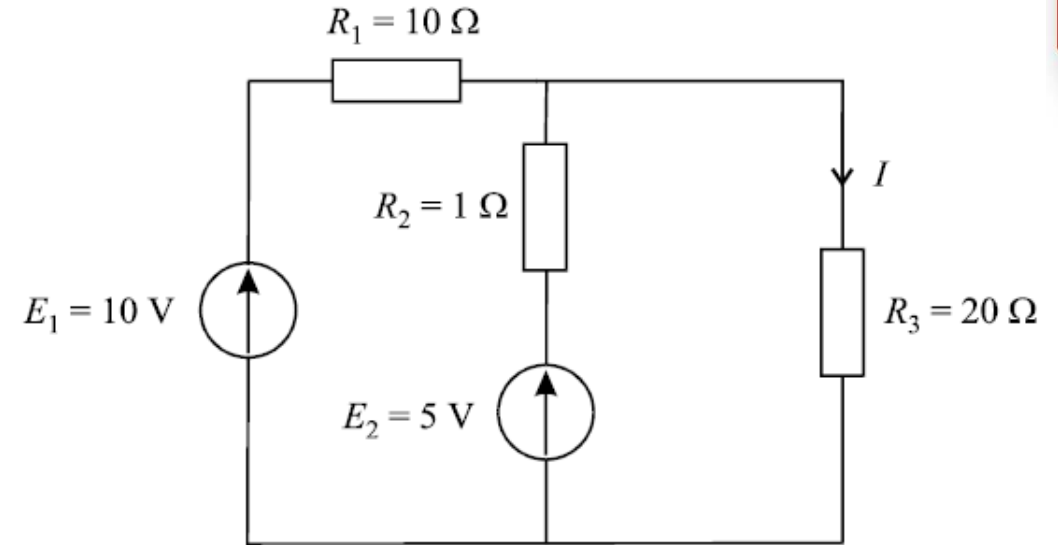
Dans le montage ci-dessous, déterminer la valeur du courant qui circule dans la résistance R_X



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

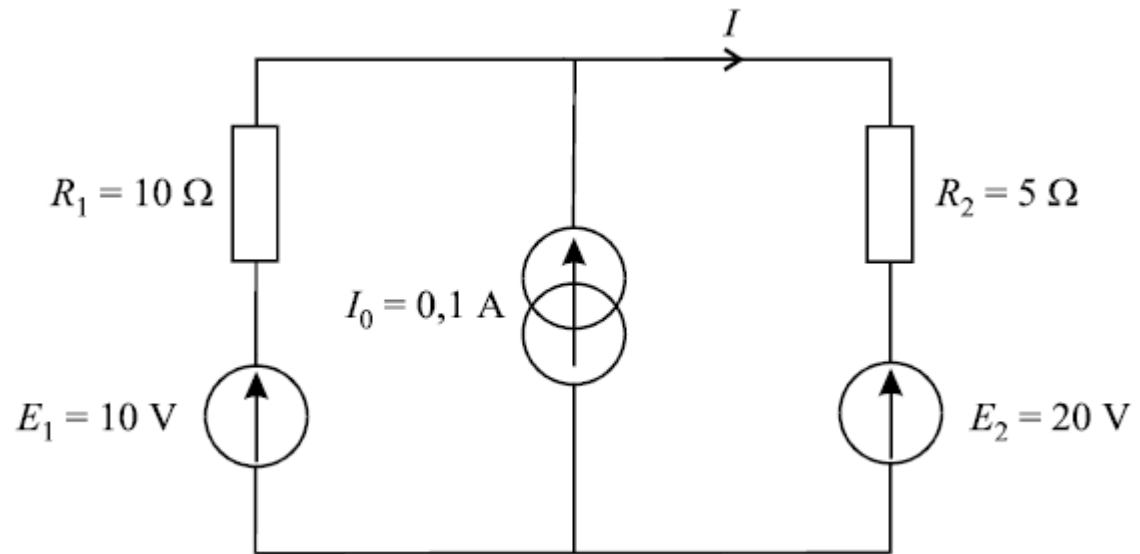
Exercice 17 :

Dans le montage ci-contre, déterminer le courant I dans la résistance R_3 .



Exercice 18 :

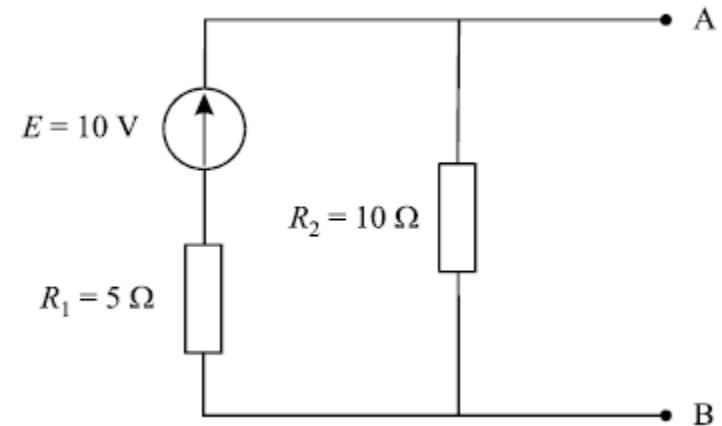
Dans le montage ci-contre, déterminer le courant I dans la résistance R_2 .



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

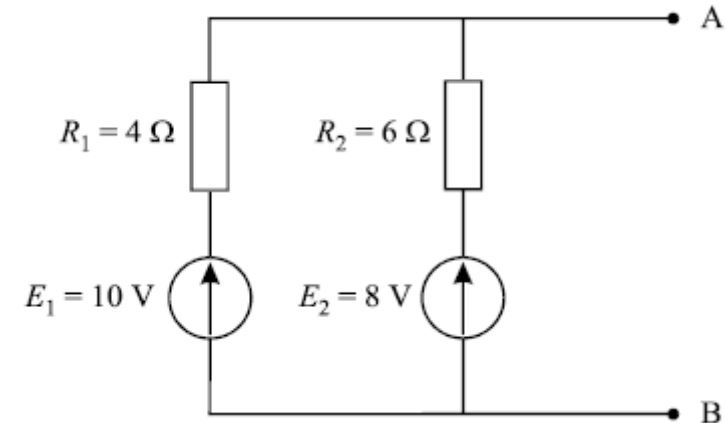
Exercice 19 :

Déterminer le générateur équivalent de Thévenin du dipôle AB représenté sur la figure en calculant successivement la résistance équivalente du dipôle puis sa tension à vide.



Exercice 20 :

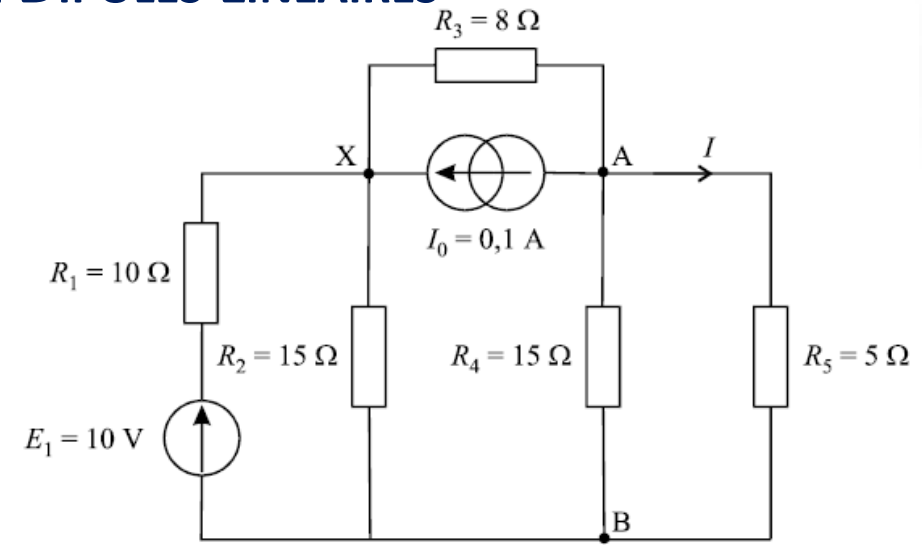
Déterminer le générateur équivalent de Thévenin (E_0 et R_{eq}) du dipôle AB représenté sur la figure.



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 21 :

Déterminer le courant I dans la résistance R_5 du circuit représenté ci-contre.

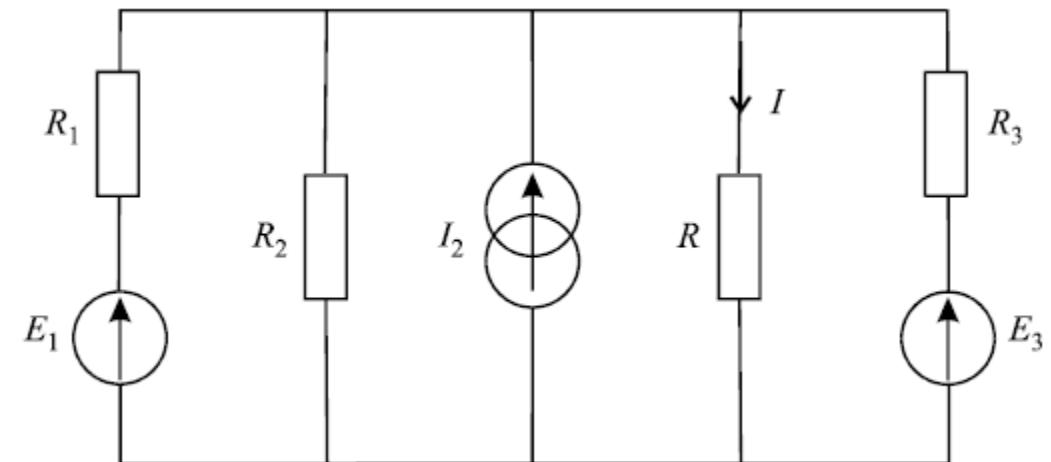


Exercice 22 :

Déterminer le courant I dans la résistance R du circuit représenté à droite, en n'utilisant que la technique de la transformation Thévenin-Norton.

$$E_1 = 10 \text{ V}, I_2 = 100 \text{ mA}, E_3 = 7 \text{ V}$$

$$R_1 = 60 \Omega, R_2 = 100 \Omega, R_3 = 40 \Omega, R = 30 \Omega$$

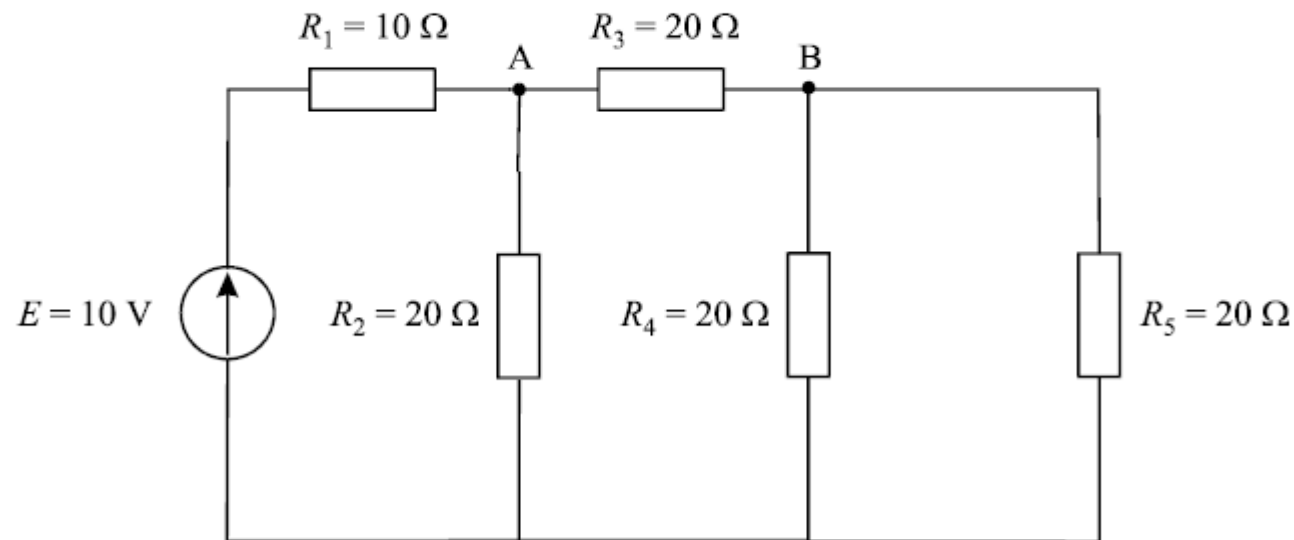


EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 23 :

On considère le montage représenté ci-dessous.

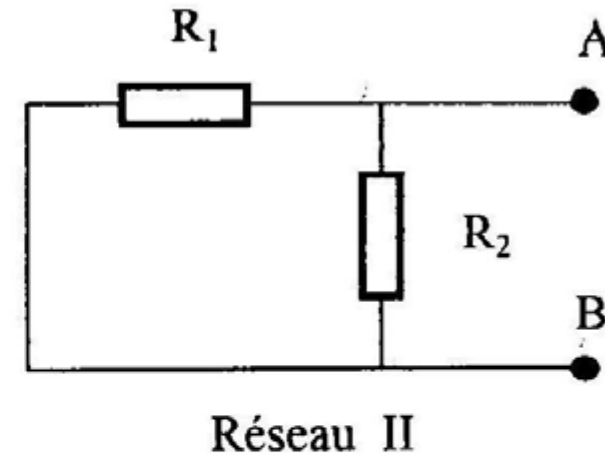
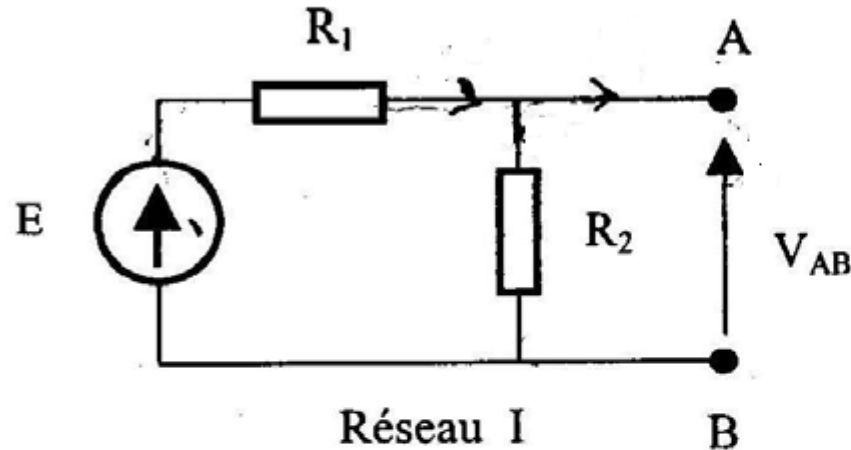
- Déterminer l'expression du potentiel V_A en fonction de V_B et de E .
- Déterminer l'expression du potentiel V_B en fonction de V_A .
- En déduire la valeur de la différence de potentiels $V_A - V_B$.



EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 24 :

1. Calculer la différence de potentiel (d.d.p.) E_0 aux bornes du réseau I, puis la résistance R_{AB} vue des bornes A et B du réseau II.



2. En utilisant les lois de Kirchhoff, calculer le courant qui passerait dans une résistance R placée entre les bornes A et B du réseau I. Montrer que ce courant peut se mettre sous la forme :

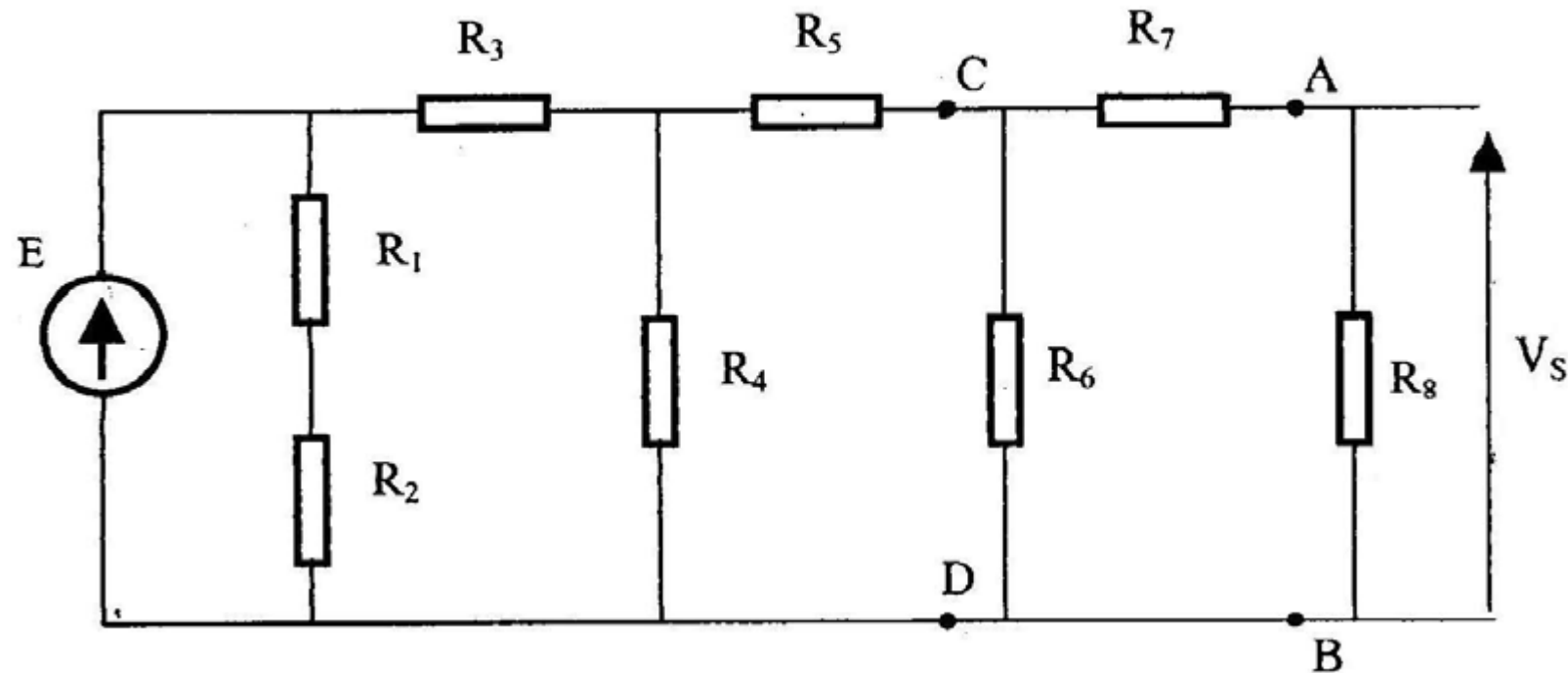
$$I = \frac{E_0}{R_{AB} + R}$$

Conclure.

EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 25 :

Application du théorème de Thévenin : Calculer la tension V_S du circuit suivant:

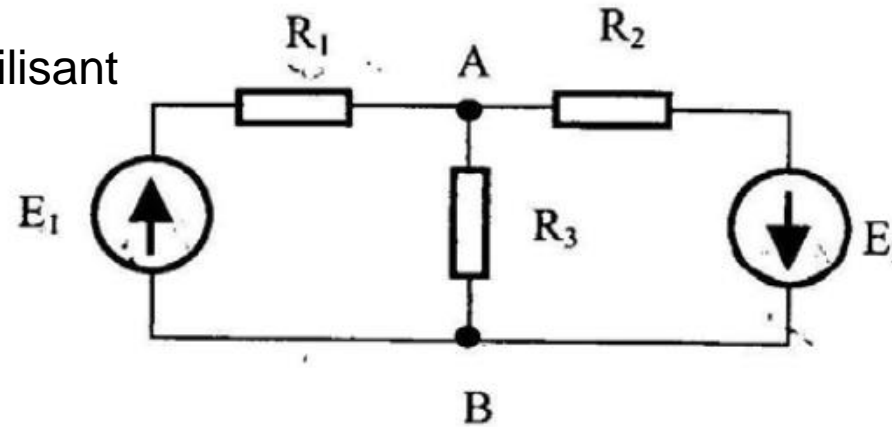


EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 26 :

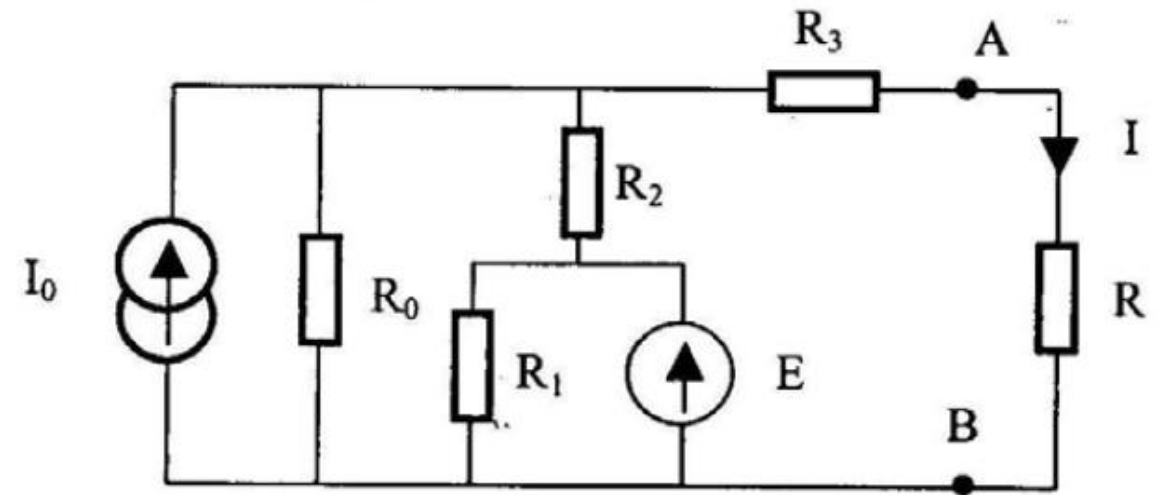
Calculer la tension V_{AB} du circuit suivant en utilisant les théorèmes de :

1. Millman
2. Superposition
3. Thévenin
4. Norton



Exercice 27 :

En utilisant le théorème de Thévenin, calculer la tension V_{AB} du circuit suivant. En déduire le courant I dans la résistance R .

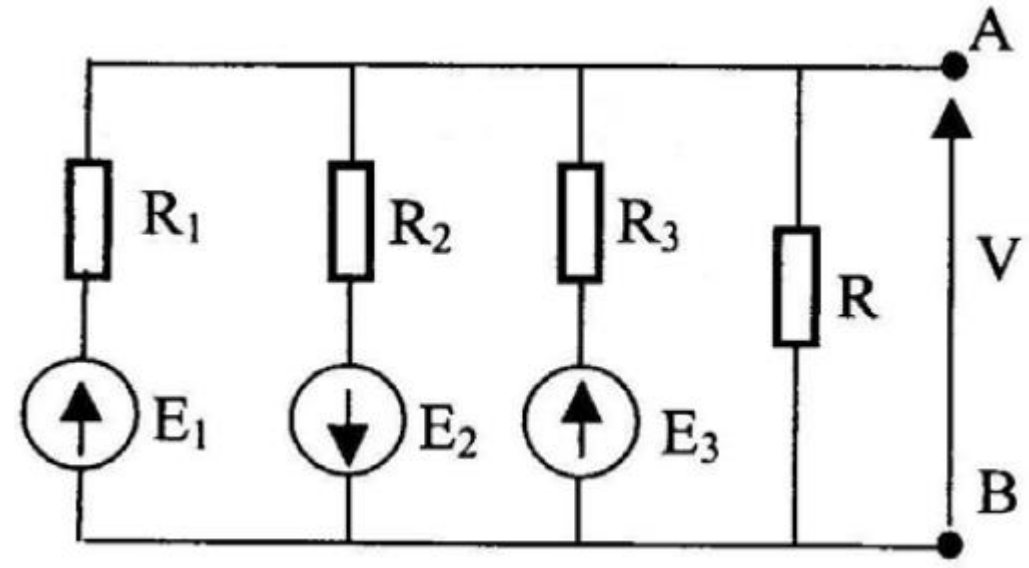


EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 28 :

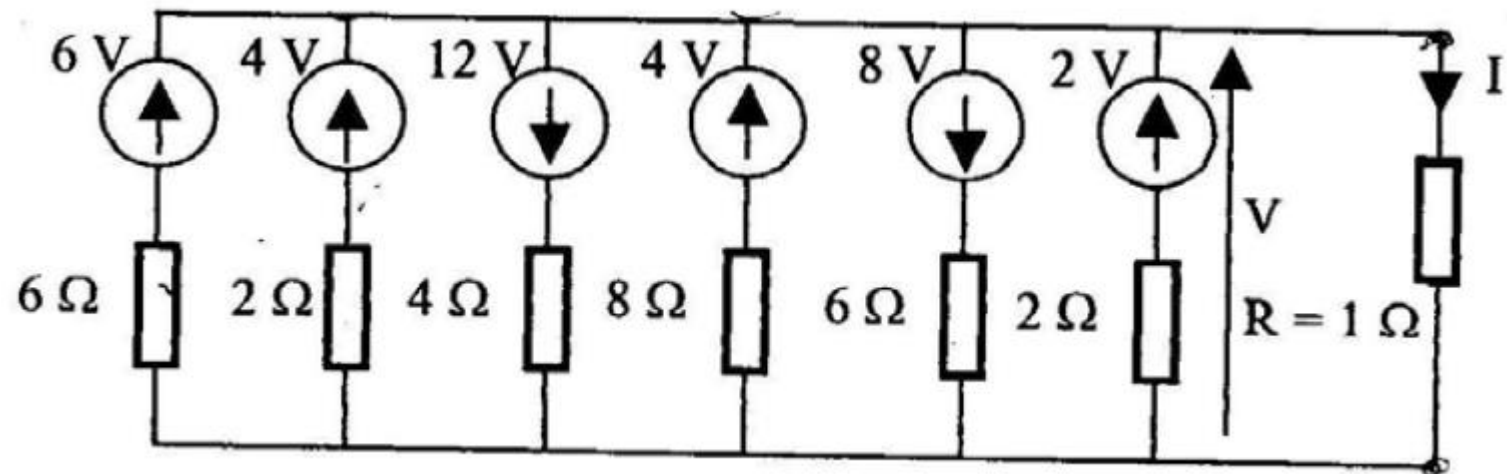
Déterminer la tension V aux bornes de la résistance R du circuit suivant en utilisant successivement les théorèmes de :

1. Superposition
2. Thévenin
3. Millman



Exercice 29 :

Trouver le courant I dans le circuit par application des théorèmes de Millman et de Norton



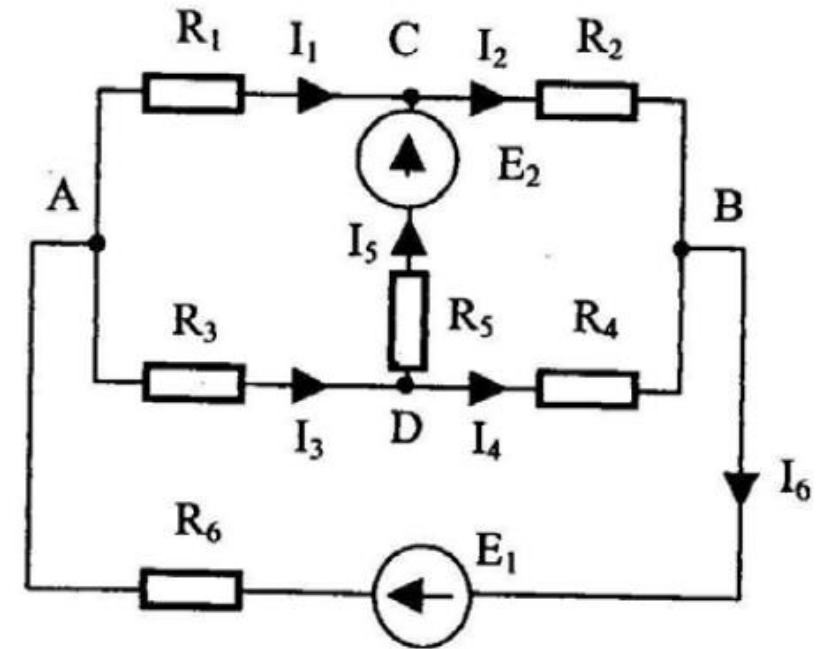
EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 30 :

Déterminer les intensités dans les différentes branches du réseau par application du théorème de superposition.

$$A.N.: E_1 = 2\text{ V}; E_2 = 1,5\text{ V}$$

$$R_1 = 1\ \Omega; R_2 = 3\ \Omega; R_3 = 2\ \Omega; R_4 = 6\ \Omega; R_5 = 5\ \Omega; R_6 = 0\ \Omega$$



Exercice 1 :

- a- Déterminer le générateur de Thévenin équivalent au circuit ci-dessous vu des points A et B:

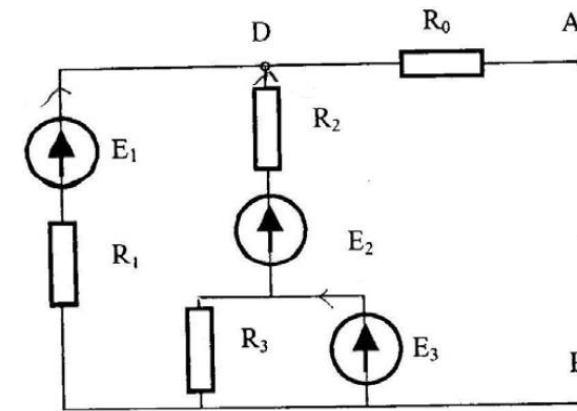
On donne :

$$E_1 = 8\text{ V}; E_2 = 12\text{ V}; E_3 = 2\text{ V};$$

$$R_0 = 5\ \Omega; R_1 = 10\ \Omega; R_2 = 15\ \Omega;$$

$$R_3 = 20\ \Omega.$$

- b- Déterminer le générateur de Norton équivalent.



Exercice 31 :

Un convertisseur numérique analogique délivre une tension continue U proportionnelle à un nombre décimal N qu'on écrit en base 2.

Dans ce problème, on suppose que $0 \leq N \leq 15$ et que $N = 2^0 a_0 + 2^1 a_1 + 2^2 a_2 + 2^3 a_3$.

On utilise pour cette conversion un réseau $R - 2R$ et quatre interrupteurs K_0, K_1, K_2 et K_3 reliés chacun à une source idéale de courant (de courant à vide I_0). On notera $a_i I_0$ le courant délivré avec $a_i = 0$ si l'interrupteur K_i est ouvert et $a_i = 1$ si l'interrupteur K_i est fermé.

Le montage est le suivant :

EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 1 :

The circuit diagram shows a network of resistors, current sources, and switches. A top horizontal wire is connected to four switches labeled $K_0, K_1, K_2,$ and K_3 . Each switch is in series with a current source I_0 pointing downwards. Below each current source is a vertical branch containing a resistor. The first branch has a resistor R with voltage U_0 across it. The next three branches have a resistor $2R$ with voltages $U_1, U_2,$ and U_{AM} respectively. These vertical branches are connected to a horizontal line that also contains three resistors R between the nodes. The horizontal line ends at a node labeled A . A bottom horizontal wire is connected to a ground symbol (three horizontal lines of decreasing width) and a node labeled M . The ground symbol is located under the second $2R$ resistor.

Pr. COULIBALY Moussa

hestim
Engineering & Business School

36

EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

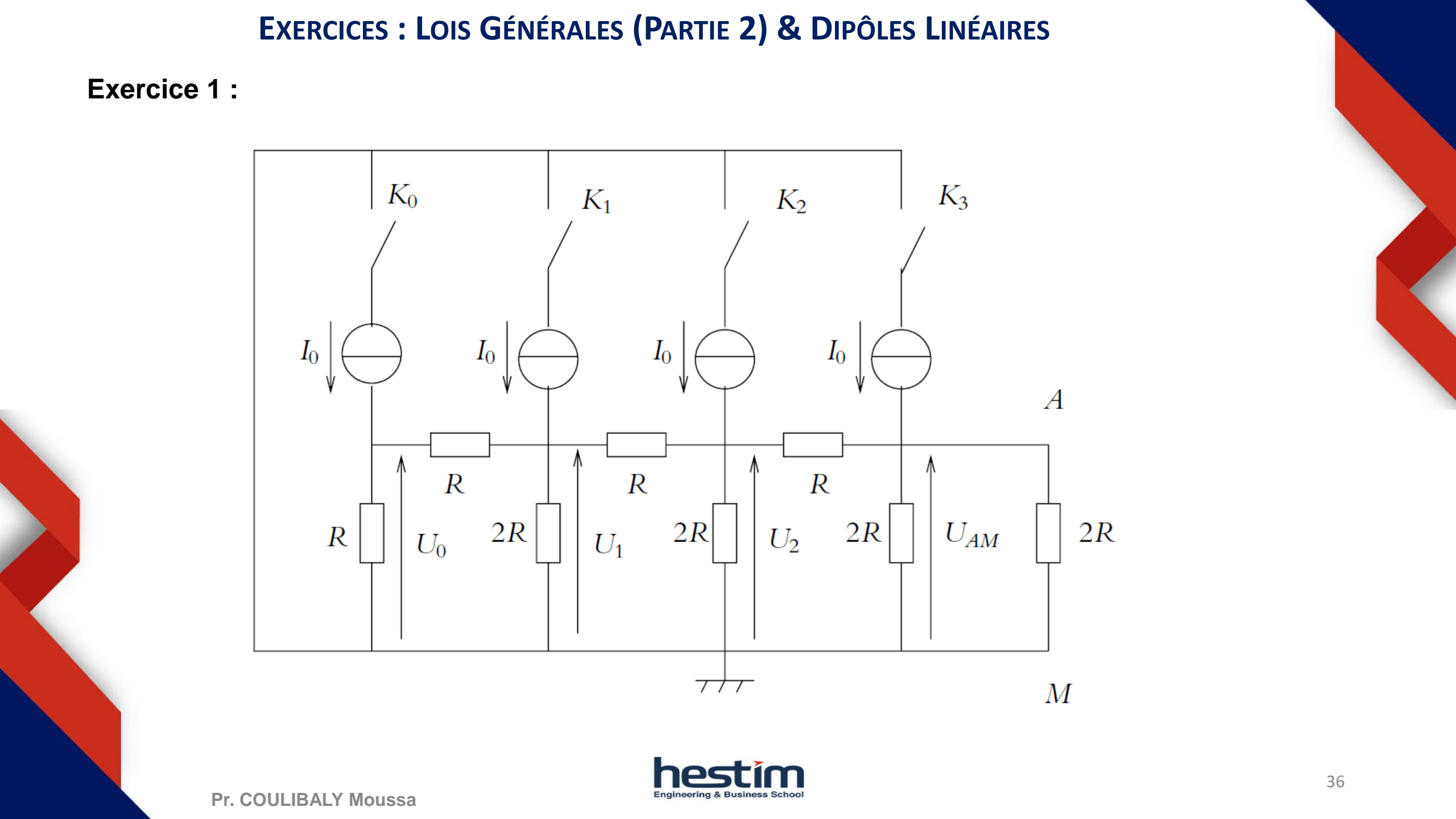
Exercice 1 :

The diagram shows a circuit with four parallel branches connected to a common top rail. Each branch contains a switch K_0, K_1, K_2, K_3 in series with a current source I_0 pointing downwards. Below each current source is a vertical branch containing a resistor. The first branch has a resistor R with voltage U_0 across it. The next three branches each have a resistor $2R$ with voltages U_1, U_2, U_{AM} respectively. These vertical branches are connected to a horizontal line that also contains three resistors R between the nodes of the $2R$ resistors. The horizontal line ends at a terminal A . The bottom rail is connected to a ground symbol and a terminal M .

Pr. COULIBALY Moussa

hestim
Engineering & Business School

36



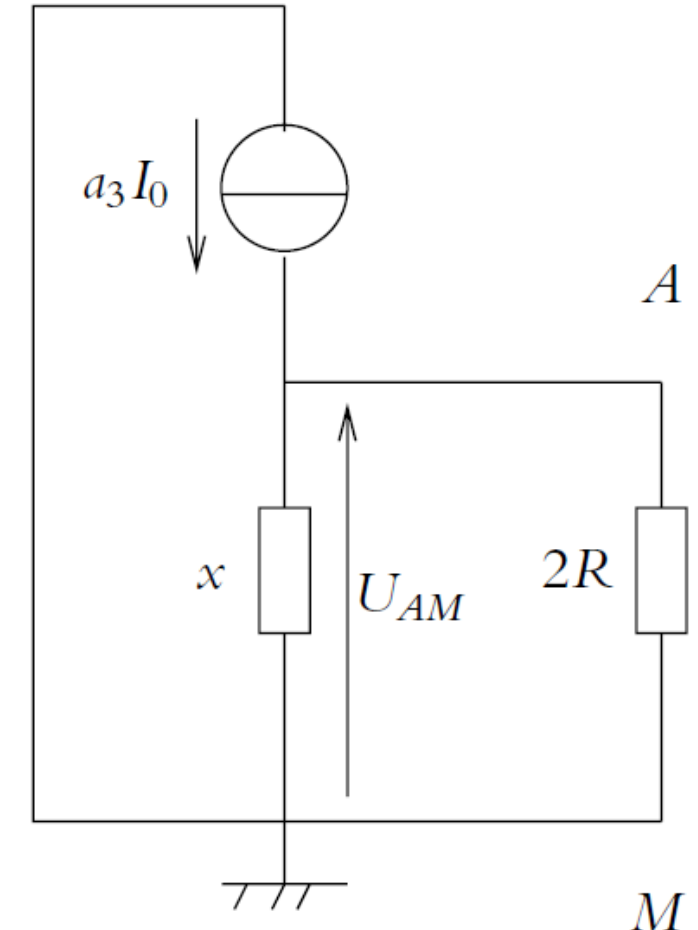
EXERCICES : LOIS GÉNÉRALES (PARTIE 2) & DIPÔLES LINÉAIRES

Exercice 1 :

1. On suppose dans un premier temps que seul K_3 est fermé. Montrer que le montage est alors équivalent à :

On donnera l'expression de x en fonction de R .

2. En déduire l'expression de la tension U_{AM} en fonction de R , a_3 et I_0 .
3. On suppose maintenant que seul K_2 est fermé. Donner le nouveau montage équivalent.
4. Exprimer U_2 en fonction de R , a_2 et I_0 .
5. Déterminer la relation entre U_2 et U_{AM} .
6. En déduire l'expression de la tension U_{AM} en fonction de R , a_2 et I_0 .
7. On suppose maintenant que seul K_1 est fermé. Donner le nouveau montage équivalent.
8. Exprimer U_1 en fonction de R , a_1 et I_0 .
9. Déterminer la relation entre U_1 et U_2 .
10. En déduire celle entre U_1 et U_{AM} .
11. En déduire l'expression de la tension U_{AM} en fonction de R , a_1 et I_0 .
12. On suppose maintenant que seul K_0 est fermé. Donner le nouveau montage équivalent.
13. Exprimer U_0 en fonction de R , a_0 et I_0 .
14. Déterminer la relation entre U_0 et U_1 .
15. En déduire celle entre U_0 et U_{AM} .
16. En déduire l'expression de la tension U_{AM} en fonction de R , a_1 et I_0 .



Exercice 1 :

17. Lorsque tous les interrupteurs peuvent être fermés, déterminer l'expression de U_{AM} en fonction de R , I_0 et des coefficients a_i .

18. Montrer qu'on peut l'écrire sous la forme :

$$U_{AM} = \frac{RI_0}{k} (2^0 a_0 + 2^1 a_1 + 2^2 a_2 + 2^3 a_3)$$

19. Quelle est la valeur minimale de U_{AM} ?

20. Quelle est la plus petite variation possible de U_{AM} ?

21. Quelle est la valeur maximale de U_{AM} ?

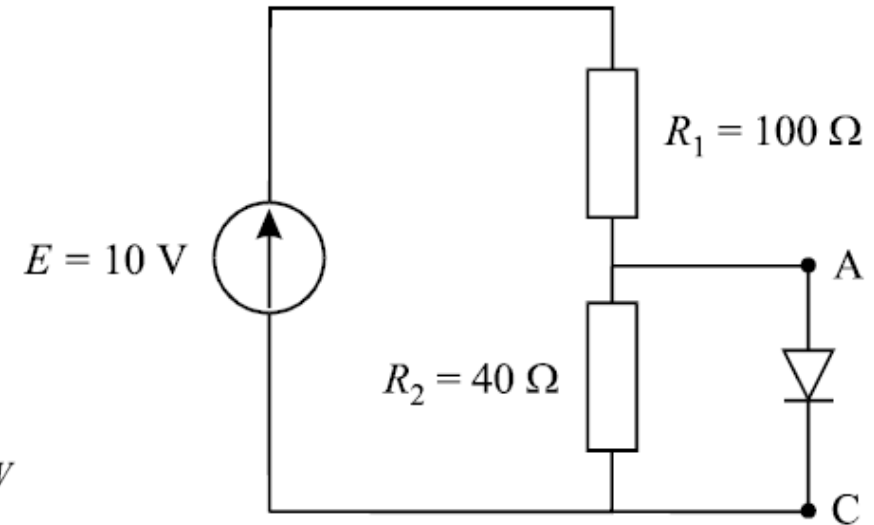
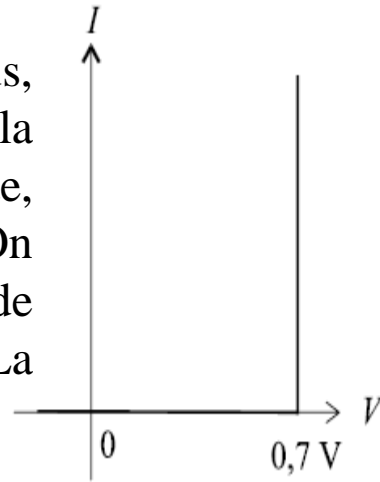
ELECTRICITÉ ET COMPOSANTS ELECTRONIQUES

Chapitre 6 à 8 : Semi-conducteurs (Diodes & Transistors)

EXERCICES : DIODES

Exercice 1 :

Dans le circuit représenté ci-dessous, déterminer l'état (passant ou bloqué) de la diode. Dans le cas où la diode est passante, déterminer le courant I qui la traverse. On supposera que la diode est parfaite et possède une tension de seuil égale à $0,7\text{ V}$. La caractéristique de la diode est aussi fournie.



Exercice 2 :

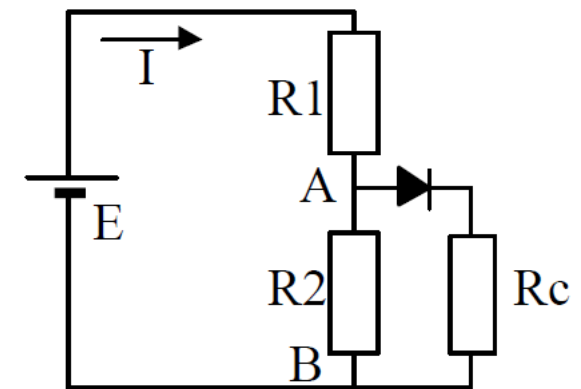
En utilisant les divers modèles de la diode, calculer le courant débité par le générateur.

$E = 12\text{ V}$; $R_1 = 6\text{ k}\Omega$; $R_2 = 3\text{ k}\Omega$; $R_C = 1\text{ k}\Omega$;

Pour le modèle « avec seuil et résistance » prendre $R_D = 100\Omega$.

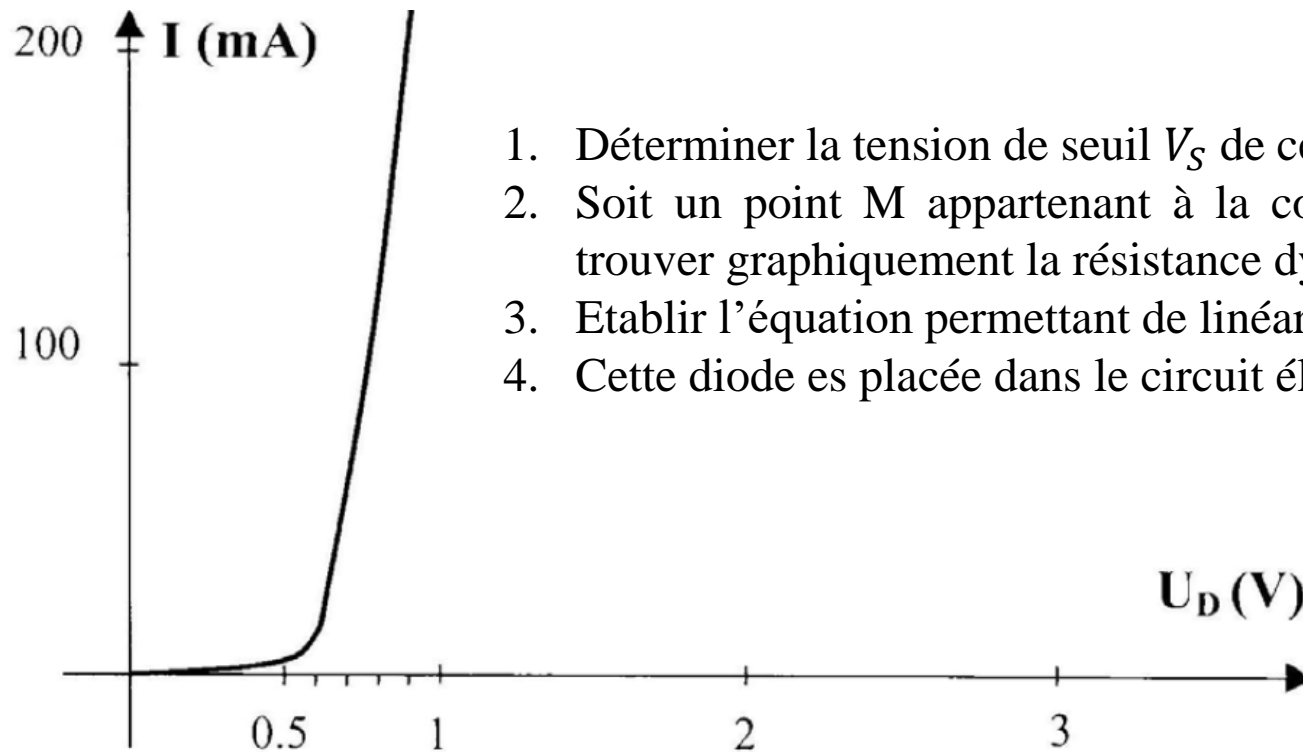
La diode du circuit ci-dessus est en court-circuit. Déterminer V_{AB}

Même question si la diode est coupée.

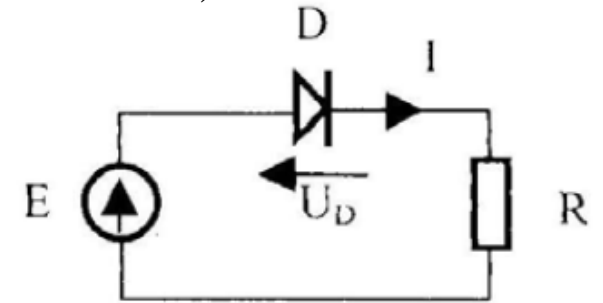


Exercice 3 :

On considère la courbe caractéristique $I = f(U_D)$ d'une diode à jonction :



1. Déterminer la tension de seuil V_S de cette diode.
2. Soit un point M appartenant à la courbe caractéristique tel que $I_M = 100$ mA, trouver graphiquement la résistance dynamique de la diode en ce point.
3. Etablir l'équation permettant de linéariser la diode.
4. Cette diode es placée dans le circuit électrique ($E = 3$ V et $R = 22\Omega$) ci-dessous :



Ecrire l'équation de la droite de charge $I = f(U_D)$. Tracer cette droite et en déduire les coordonnées du point de fonctionnement.

Exercice 4 :

La tension u est sinusoïdale alternative. D est une diode supposée parfaite (tension de seuil nulle). La charge est une résistance R .

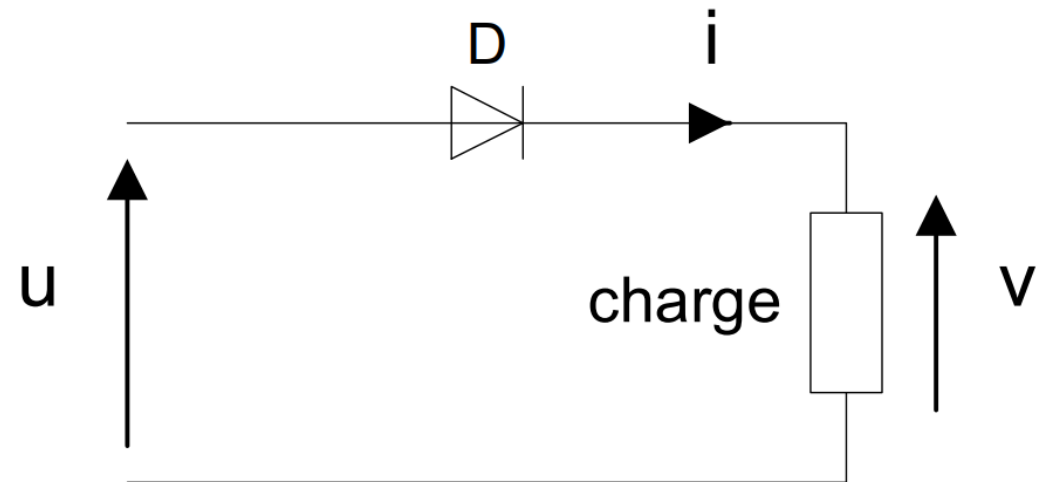
- 1- Quel est l'état de la diode quand $u > 0$? En déduire la relation entre v et u .
- 2- Quel est l'état de la diode quand $u < 0$? En déduire la tension v .
- 3- Tracer u et v en concordance de temps.
- 4- Montrer que la valeur moyenne de la tension v est : $\langle v \rangle = V_m/\pi$.
- 5- **AN** : La valeur efficace de la tension u est de 10 V. $R = 220 \Omega$.

Calculer $\langle v \rangle$ et $\langle i \rangle$. Calculer la valeur efficace de la tension v . On rappelle que : $V_{\text{eff}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$

Rappels :

$$\langle v \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$$



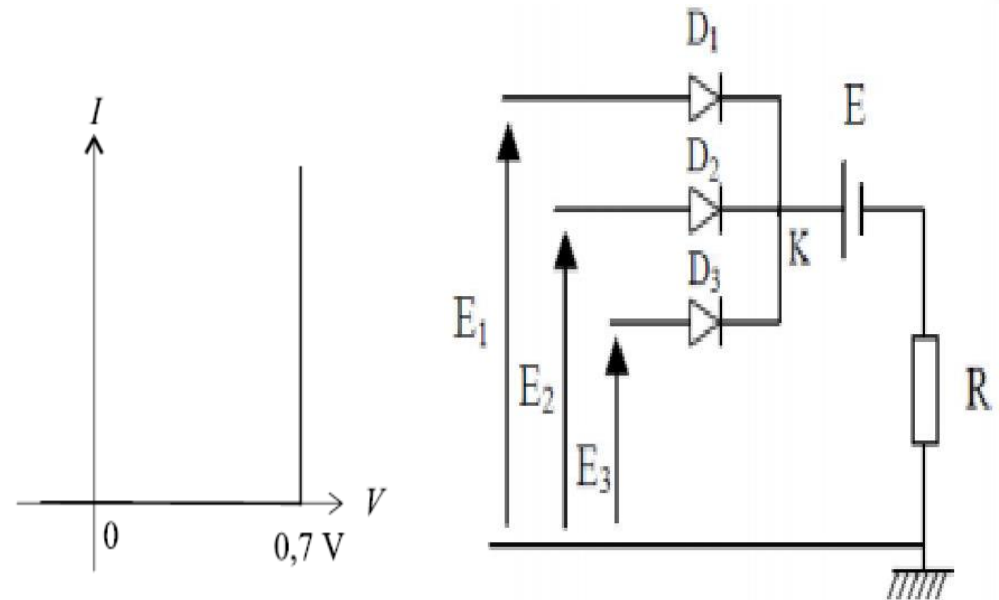
EXERCICES : DIODES

Exercice 5 :

La caractéristique des diodes utilisées dans le montage est fournie ci-dessous.

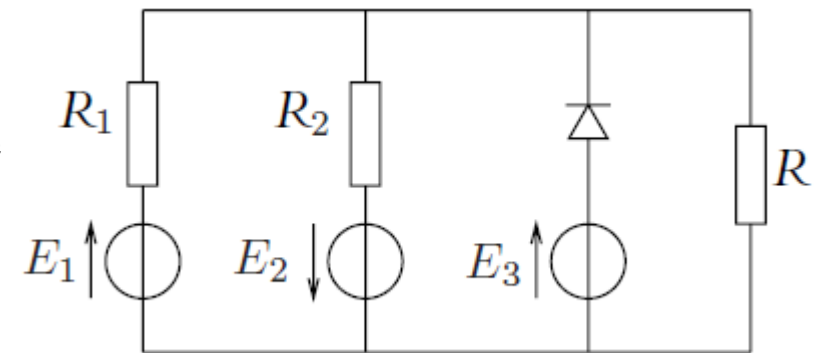
On donne $E_1 = 30\text{ V}$, $E_2 = 10\text{ V}$, $E_3 = 15\text{ V}$, $E = 10\text{ V}$ et $R = 20\ \Omega$

1-Donner (avec justification) l'état (passante ou bloquée) de chacune des diodes.



Exercice 6 :

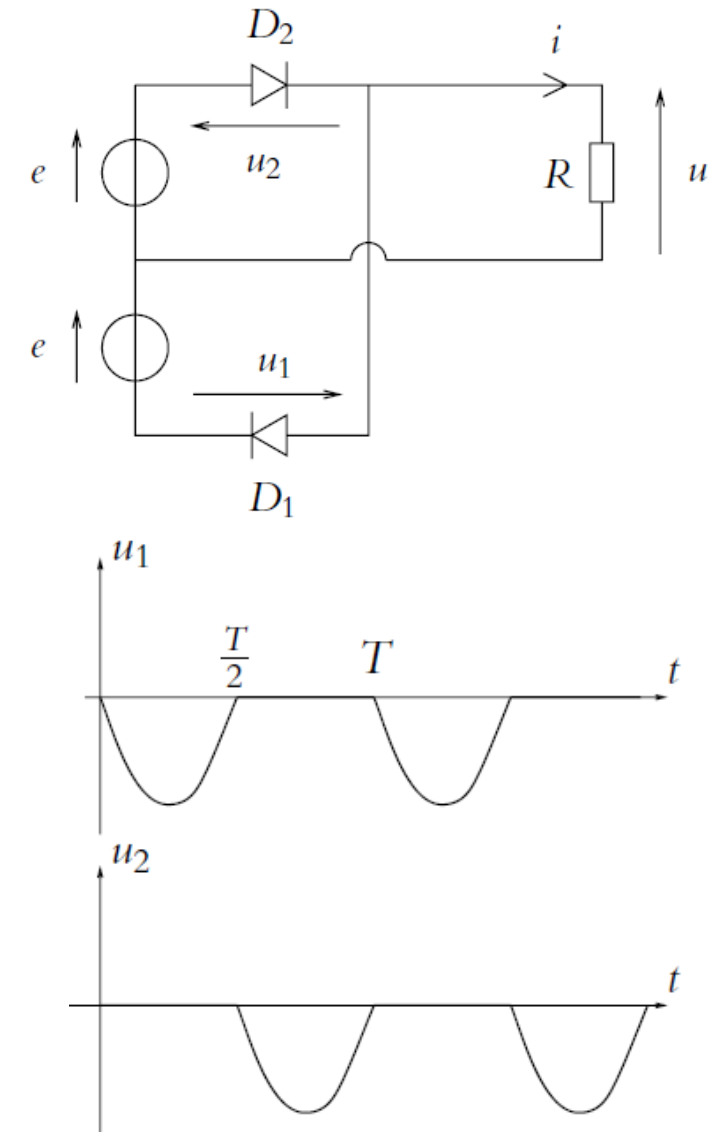
La diode admet pour tension seuil U_s et comme résistance interne R_d . Déterminer l'intensité parcourant la résistance R en appliquant le théorème de Millman.



Exercice 7 :

Les deux générateurs délivrent une tension sinusoïdale $e = E \cos(\omega t)$. Les diodes sont supposées idéales. On observe expérimentalement les tensions u_1 , et u_2 représentées sur les figures ci-contre.

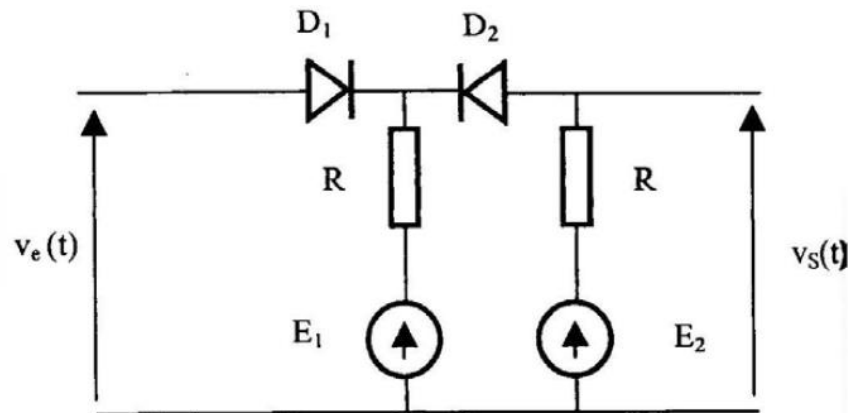
1. Déterminer deux relations entre les tensions e , u_1 , u_2 et u .
2. Déterminer les comportements des diodes D_1 et D_2 d'après l'allure des signaux u_1 et u_2 .
3. En déduire l'intensité i dans la résistance sachant que les deux générateurs délivrent une tension sinusoïdale $e = E \cos(\omega t)$. Les diodes sont supposées idéales.
4. Comparer par rapport au montage de l'exercice 11.



Exercice 8 :

On se propose d'étudier le circuit ci-dessous. La tension d'entrée est de la forme $v_e = 100\sin(\omega t)$. On donne $E_1 = 25 \text{ V}$ et $E_2 = 75 \text{ V}$. Les diodes sont supposées parfaites ($V_0 = 0 \text{ V}$ et $R_D = 0 \text{ V}$).

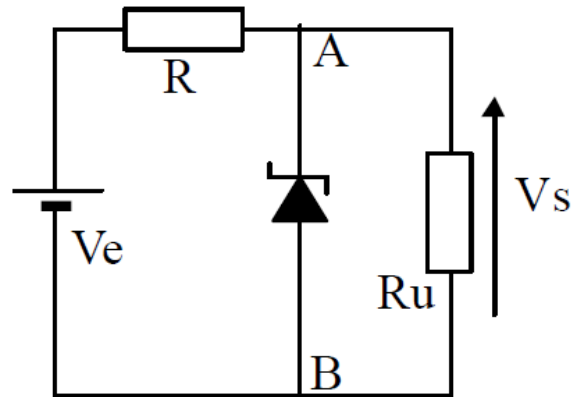
1. Pour chaque combinaison indiquée dans le tableau :
 - a) Donner le schéma équivalent du montage ;
 - b) Préciser la ou les conditions sur $v_e(t)$;
 - c) Indiquer si cet état est possible (P) ou non possible (NP)
 - d) Trouver l'expression de $v_S(t)$ et $v_{D1}(t)$.
2. Représenter les allures de $v_S(t)$ et $v_{D1}(t)$.



Etat de D_1	Etat de D_2	Condition sur $v_e(t)$	$v_S(t)$	$v_{D1}(t)$	Etat (P ou NP)
passante	passante				
passante	bloquée				
bloquée	passante				
bloquée	bloquée				

Exercice 9 :

Soit le montage ci-dessous :



- 1) Calculer I_Z maximum.
- 2) Quel est le générateur de Thévenin (E_{th} , R_{th}) équivalent entre A et B.
- 3) Déterminer le point de fonctionnement.
- 4) Calculer R et R_U sachant que :
 - $V_E = 40 \text{ V}$ si $I_Z = I_Z \text{ max}/2$ et que :
 - $V_E = 35 \text{ V}$ si $E_{th} = 1,2 V_Z$.

5) Calculer alors I_Z si $V_E = 45 \text{ V}$.

6) On considère que $R_Z = 25 \Omega$. Calculer alors $\delta V_S/V_S$

7) On fait varier R_U . Quel est le domaine de variation de cette résistance dans lequel la régulation est assurée ?

Données numériques :

$$V_E = 40 \text{ V} \pm 12,5 \%$$

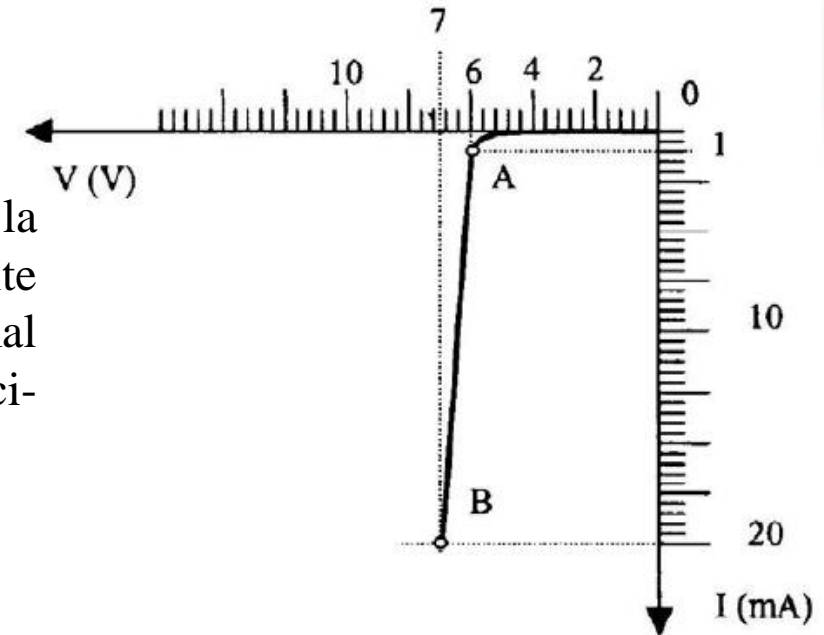
$$V_Z = 24 \text{ V} \quad P_Z \text{ max} = 1,3 \text{ W}$$

R_Z sera négligée sauf dans la question n° 6.

Exercice 10 :

A. Point de fonctionnement :

La caractéristique inverse d'une diode Zener est représentée par la figure ci-contre. La partie utile (I non nul) est assimilée à une droite entre les points A (1 mA) et B (20 mA). Le courant inverse maximal autorisé est 20 mA. La diode Zener est utilisée dans le montage ci-dessous.



1. Calculer le point de fonctionnement pour $R = 650 \, \Omega$ et $V_E = 13 \, V$

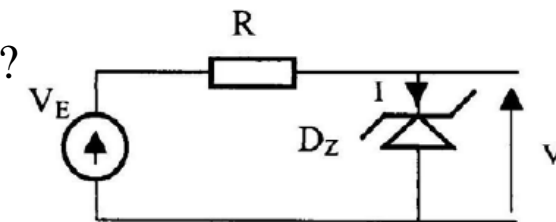
B. Résistance de polarisation :

1. Quelle valeur faut-il donner à la résistance de polarisation R pour que le courant de la diode Zener soit 15 mA ?
2. Quelle est la limite inférieure R_{\min} de R pour que la diode soit passante en sens inverse ?

C. Stabilisation de tension :

On adopte le point de fonctionnement suivant : M(10 mA ; 6,5 V) et on donne $R = 650 \, \Omega$.

1. Calculer la résistance dynamique R_z et la tension Zener V_z de la diode.
2. Calculer la variation de la tension de sortie, à vide, si la tension d'entrée est $V_E = (13 \pm 2) \, V$.
3. Déduire le coefficient de stabilisation $K = \frac{\Delta V}{\Delta V_E}$.



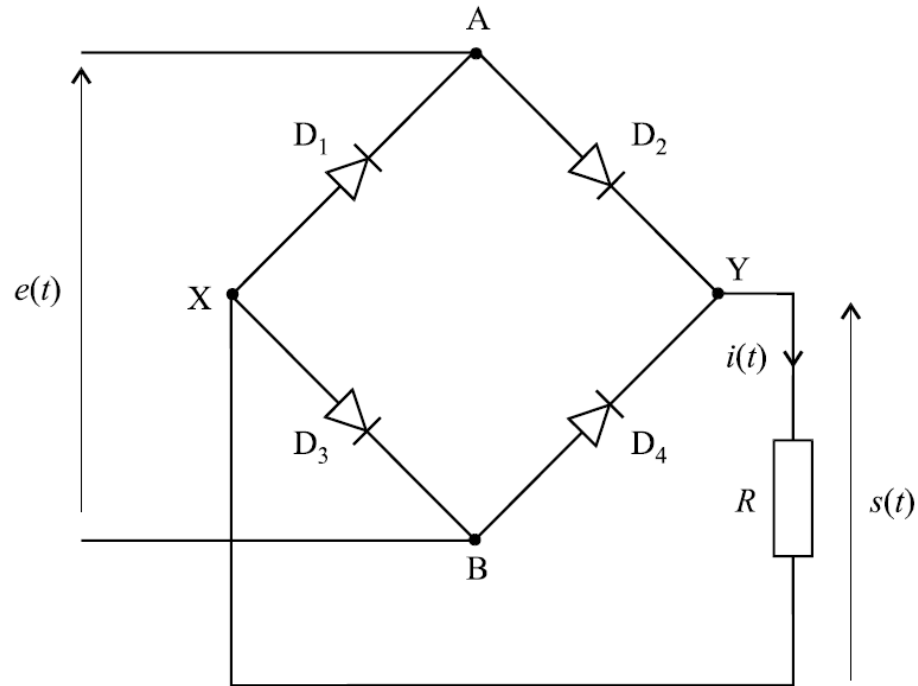
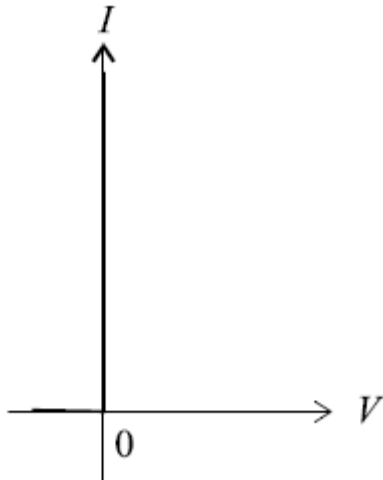
EXERCICES : DIODES

Exercice 11 :

On considère le montage ci-dessous, avec $e(t) = E_0 \sin \omega t$, $E_0 = 50 \text{ V}$ et $\omega = 2\pi \times 50 \text{ rad/s}$.

Les diodes sont supposées idéales (voir caractéristique ci-dessous).

- Déterminer et tracer les variations de la tension $s(t)$ lorsque $e(t) > 0$.
- Déterminer et tracer les variations de la tension $s(t)$ lorsque $e(t) < 0$.
- Tracer les variations de $s(t)$ dans le cas général et calculer la valeur moyenne de la tension $s(t)$.
- Comparer par rapport au montage de l'exercice 7.



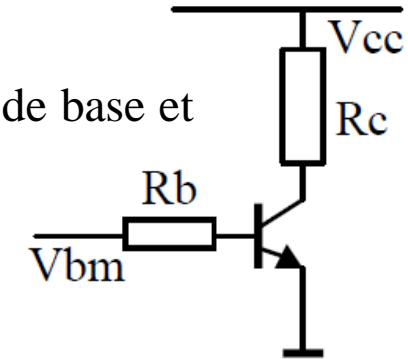
EXERCICES : TRANSISTORS

Exercice 1 :

le courant émetteur d'un transistor est 100 mA et son courant base vaut 0,5 mA. Déterminer les valeurs des coefficients α et β du transistor.

Exercice 2 :

On donne $V_{CC} = 20 \text{ V}$; $V_{BM} = 10 \text{ V}$; $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_B = 47 \text{ k}\Omega$. Calculer le courant de base et la tension V_{CE} du transistor.



Exercice 3 :

Le transistor PNP est en régime linéaire.

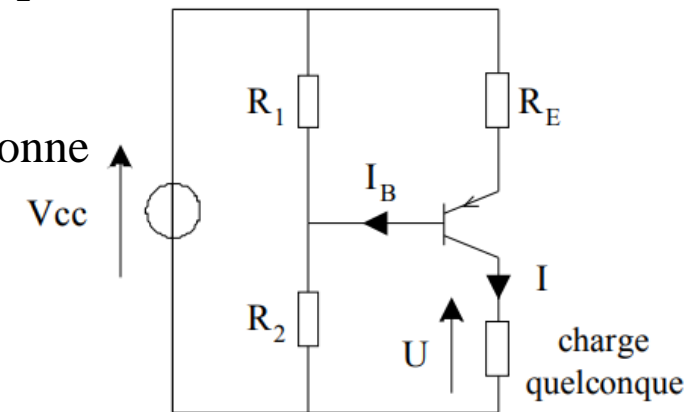
- 1- En négligeant le courant de base I_B , calculer la tension aux bornes de la résistance R_2 .
- 2- En déduire la tension aux bornes de la résistance R_E .
- 3- Calculer R_E pour avoir un courant $I = 1 \text{ mA}$.
- 4- Le montage se comporte comme une source de courant tant que le transistor fonctionne en régime linéaire. Quelle valeur la tension U ne doit-elle pas dépasser ?

On donne :

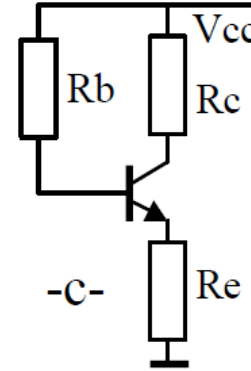
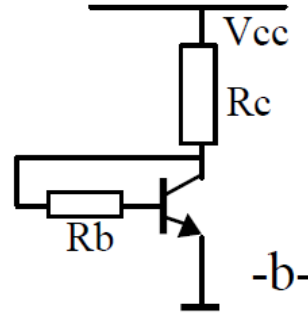
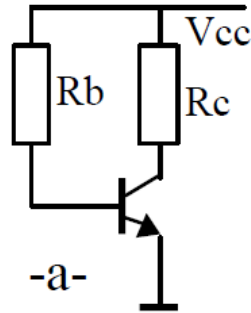
$$V_{cc} = + 12 \text{ V}$$

$$V_{EB} = 0,7 \text{ V} ; V_{ECsat} = 0,2 \text{ V}$$

$$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega ; R_2 = 8,2 \text{ k}\Omega.$$



Exercice 4 :



On donne : $V_{CC} = E = 15 \text{ V}$; $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$;

$R_C = 1 \text{ k}\Omega$, $R_E = 100 \Omega$ et $R_B = 200 \text{ k}\Omega$.

Calculer le courant collecteur pour chaque circuit pour un gain $\beta = 100$ puis pour un gain $\beta = 300$.

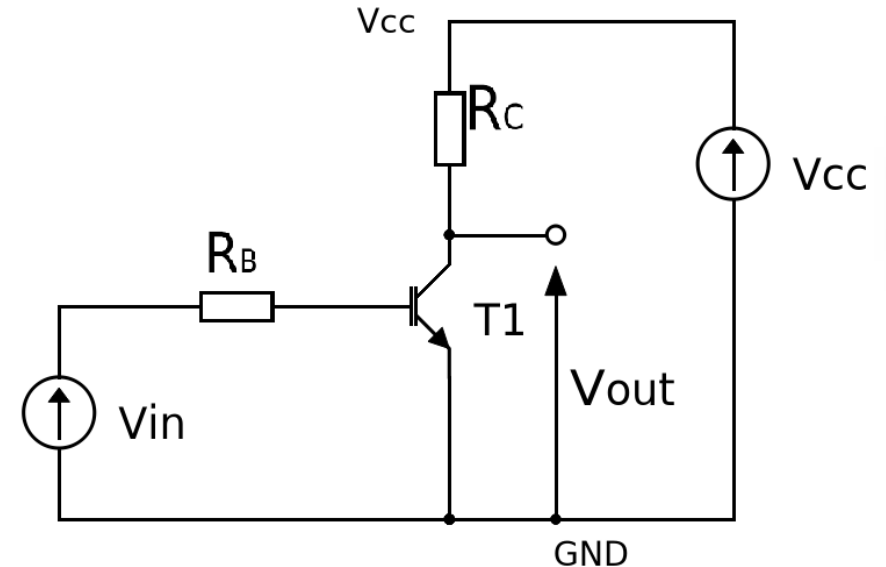
Quel montage est le moins sensible aux variations de β ?

Exercice 5 :

Soit le montage d'un transistor en commutation ci-contre :

Données : $V_{CC}=10V$, $\beta=200$, $V_{BE}=0,7V$, $V_{CEsat}=0,25V$, $R_C=500\Omega$, $R_B=14700\Omega$, $V_{in}=0$ ou $5V$. Le transistor sera saturé

1. Écrivez l'équation de la maille d'entrée (R_B , V_{in} , ...)
2. Écrivez l'équation de la maille de sortie (R_C , V_{CC} , ...)
3. Lorsque $V_{in}=0V$: Donnez l'état du transistor (bloqué ou conducteur). Déduisez-en la valeur de V_{CE} et de V_{out} .
4. Lorsque $V_{in}=5V$: Donnez l'état du transistor (bloqué ou conducteur). Déduisez-en la valeur de V_{CE} et de V_{out} .
5. Lorsque le transistor conduit calculez, à l'aide de l'équation de la maille d'entrée, la valeur du courant I_B .
6. Lorsque le transistor conduit calculez, à l'aide de l'équation de la maille de sortie, la valeur du courant I_C . (le transistor est saturé)
7. À partir de la relation entre I_C et I_B , démontrez que le transistor est bien saturé.

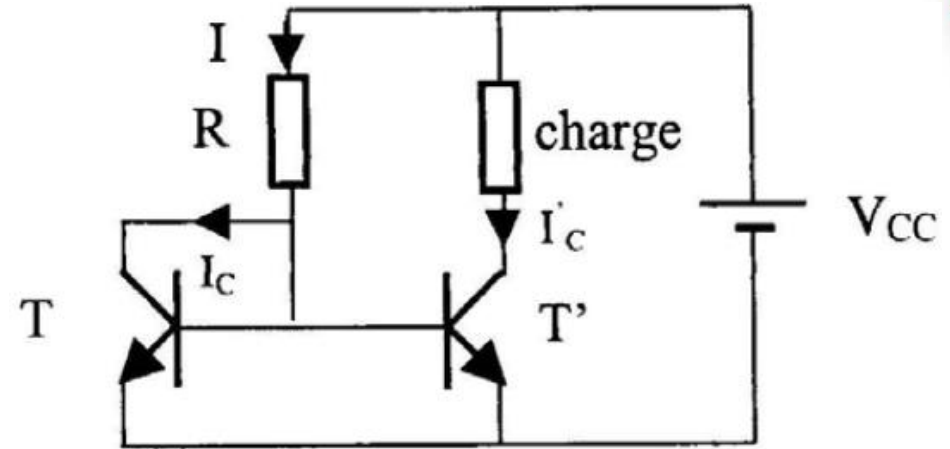


EXERCICES : TRANSISTORS

Exercice 6 :

Soit le montage ci-dessous, où les transistors T et T' sont identiques. On donne $V_{cc} = +12\text{ V}$ et on prendra $V_{BE} = 0,7\text{ V}$:

1. Exprimer I'_c en fonction de I .
2. Que devient I'_c si $\beta \gg 1$?
3. Déterminer la valeur de R pour que le courant I'_c dans la charge soit de $1,5\text{ mA}$.



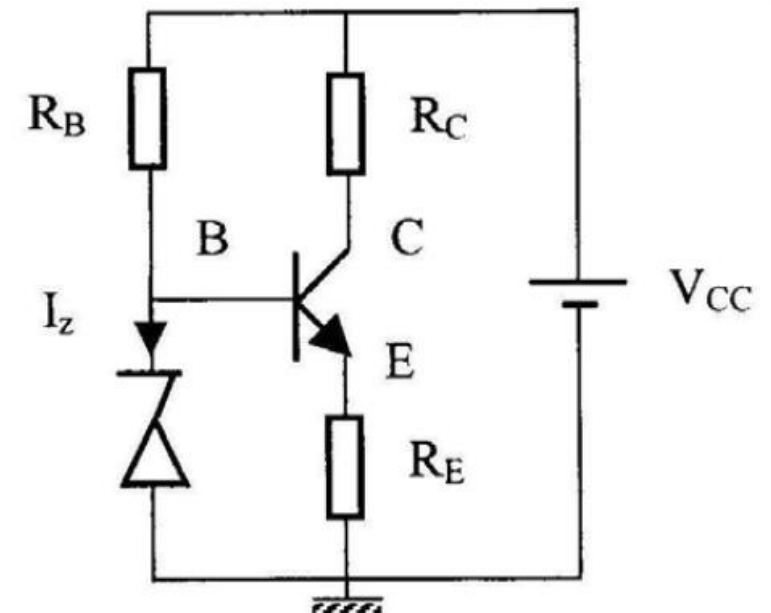
Exercice 7 :

On considère le circuit ci-contre où la diode Zéner est supposée idéale ($r_d = r_z = 0$ et $V_0 = 0$) sa tension Zéner est $V_z = 5,6\text{ V}$.

Les paramètres du transistor sont les suivants : $\beta = 200$ et $V_{BE} = 0,6\text{ V}$.

On donne $V_{cc} = 12\text{ V}$, $R_B = 500\Omega$; $R_C = 100\Omega$; $R_E = 400\Omega$.

1. Montrer que le courant I_c est indépendant de la résistance R_C .
2. Déterminer alors le courant I_z ?
3. Déterminer la tension V_{CE} .



EXERCICES : TRANSISTORS

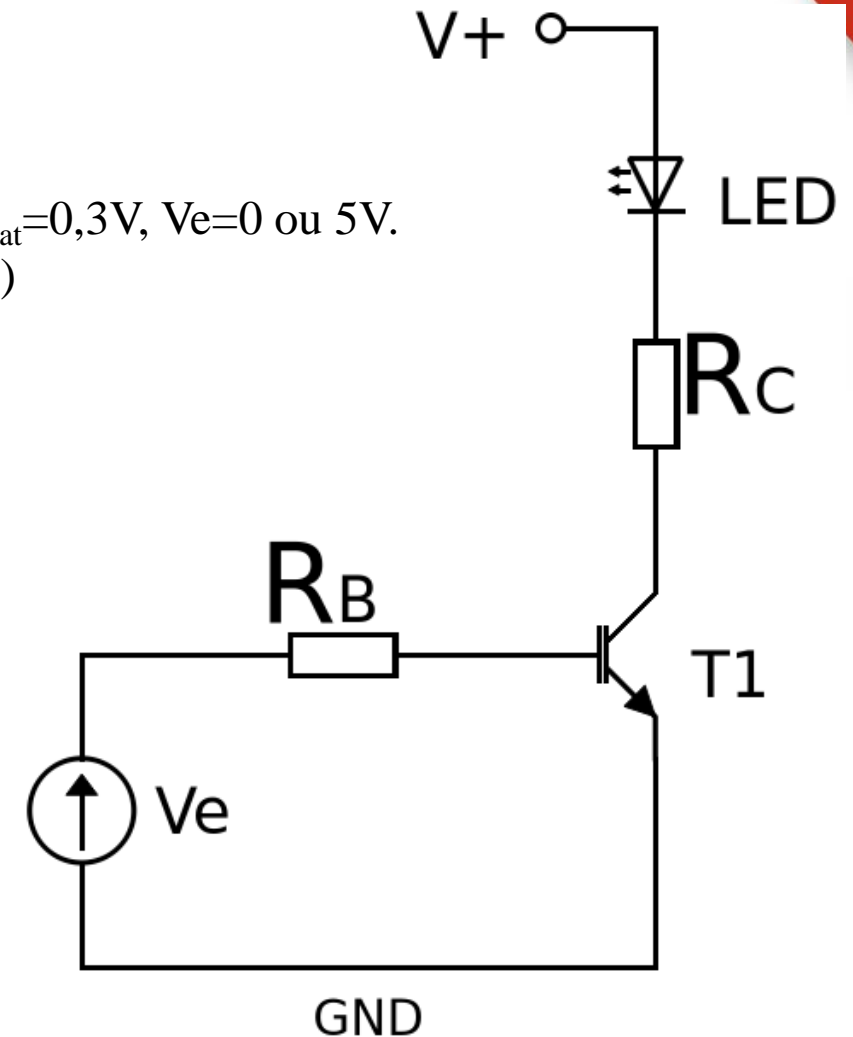
Exercice 8 :

Soit le montage ci-contre :

Données : $V_+ = 12\text{V}$, $V_{\text{LED}} = 1,6\text{V}$, $I_{\text{LEDmax}} = 30\text{mA}$, $\beta = 250$, $V_{\text{BE}} = 0,7\text{V}$, $V_{\text{CEsat}} = 0,3\text{V}$, $V_e = 0$ ou 5V .

Le transistor sera utilisé en commutation (coefficient de sursaturation=2)

1. Lorsque $V_e = 0\text{V}$, donnez l'état du transistor (bloqué ou conducteur).
En déduire l'état de la diode électroluminescente.
2. Lorsque $V_e = 5\text{V}$, donner l'état du transistor (bloqué ou conducteur).
En déduire l'état de la diode électroluminescente.
3. Écrivez l'équation de la maille de sortie. En déduire la valeur de R_c (la LED est parcourue par son courant max).
4. Calculez I_B puis calculez I_{Bsat} .
5. Écrivez l'équation de la maille d'entrée. En déduire la valeur de R_B .



EXERCICES : TRANSISTORS

Exercice 9 :

Le transistor T est caractérisé par un gain statique en courant $\beta = 150$ et une tension $V_{BE} = 0,7$. On désire obtenir pour le point de polarisation $I_C = 2,5$ mA, $V_{CE} = 6$ V et $V_E = 2$ V.

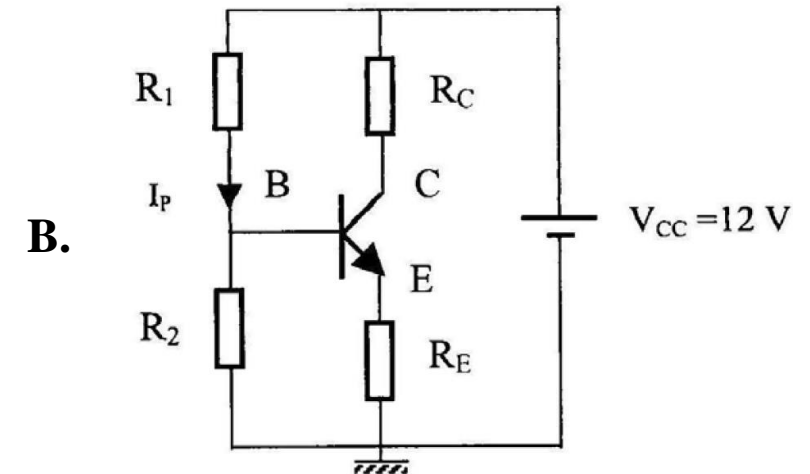
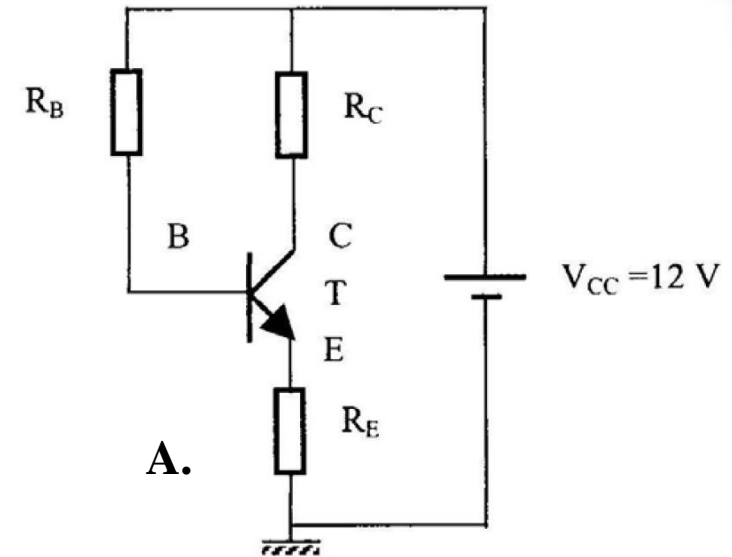
A. Polarisation par résistance de base :

1. Calculer les valeurs des résistances R_B , R_C et R_E .
2. On remplace le transistor T par un transistor T' de la même famille mais dont le gain statique en courant $\beta = 200$. Calculer le nouveau point de fonctionnement du transistor en conservant la valeur des résistances calculées précédemment. Conclure.

B. Polarisation par pont diviseur :

Pour fixer le potentiel de base (I_B faible devant I_P), on choisira R_1 et R_2 telles que $I_P = 10 I_B$

1. Calculer les valeurs des résistances R_1 , R_2 , R_C et R_E .
2. Reprendre la question et faire une comparaison entre les deux types de polarisation.





MERCI

Pr. COULIBALY Moussa

HESTIM

moussa.coulibaly@hestim.ma