

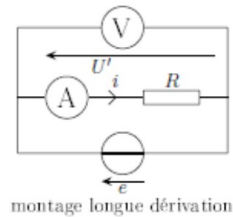
Exercice 1 : Mesure de résistance.

Montage longue dérivation :

1. L'ampèremètre et le conducteur ohmique sont placés en série, la résistance équivalente est alors : $R_L = R + R_A$.

Dans ce circuit, on mesure l'intensité i avec l'ampèremètre et la tension U' avec le voltmètre. La loi d'Ohm donne alors $U' = R_L i$. On mesure donc bien R_L au lieu de R .

On aura une mesure de la résistance R correcte si la résistance de l'ampèremètre est petite devant R : $R_A \ll R$

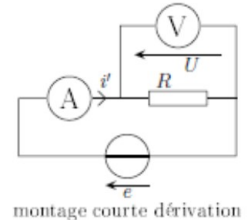


Montage courte dérivation :

2. Le voltmètre et le conducteur ohmique sont associés en parallèle ce qui amène à écrire : $\frac{1}{R_C} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_V}$ puis $R_C = \frac{RR_V}{R + R_V}$.

Dans ce circuit, on mesure l'intensité i' avec l'ampèremètre et la tension U avec le voltmètre. La loi d'Ohm donne alors $U = R_C i'$. On mesure donc bien R_C au lieu de R .

Pour que la résistance mesurée soit proche de R il faut que $R_C = \frac{R}{1 + \frac{R}{R_V}} \approx R$ ce qui



donne la condition suivante $R \ll R_V$.

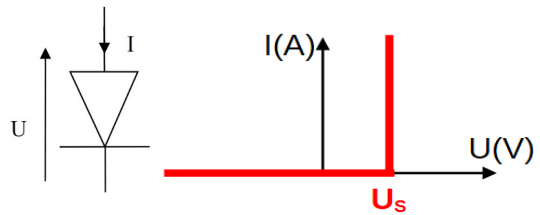
Conclusion

3. On donne les ordres de grandeur $R_A \approx 1 \Omega$ et $R_V \approx 10^7 \Omega$.

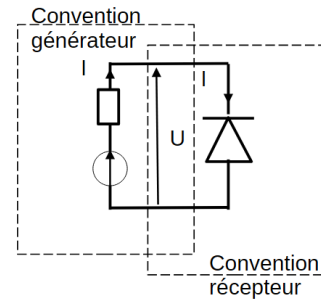
Pour les petites résistances, il vaut mieux utiliser le montage courte dérivation. Pour les grandes résistances, il vaut mieux utiliser le montage longue dérivation. Il existe une plage de résistances moyennes $R \in [10^2 \Omega ; 10^5 \Omega]$ pour laquelle les deux montages sont valables.

Exercice 2 : étude d'un dipôle non linéaire.

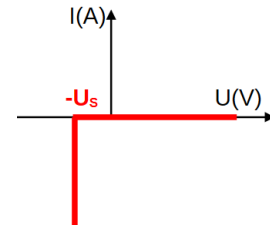
1. On obtient la caractéristique et le schéma ci contre.



2. On obtient le circuit donné ci-dessous à gauche.

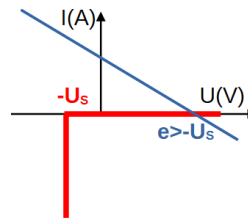


La caractéristique de la diode montée en inverse est ci contre

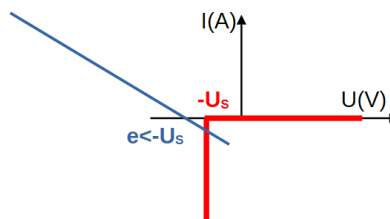


La superposition de la caractéristique de la diode montée en inverse et de la caractéristique du générateur de Thévenin amène alors à deux situations :

- Si $e > -U_s$ Cas (1)



- Si $e < -U_s$ Cas (2)



3. Première situation, cas (1) correspondant à $e > -U_s$
- On est sur la branche horizontale de la caractéristique de la diode ce qui donne $i = 0$
 - On est sur la caractéristique du générateur de Thévenin : $U = e - Ri$ d'où $U = e$

Finalement on obtient pour point de fonctionnement $(U_p = e; i_p = 0)$

Seconde situation, cas (2) correspondant à $e < -U_s$

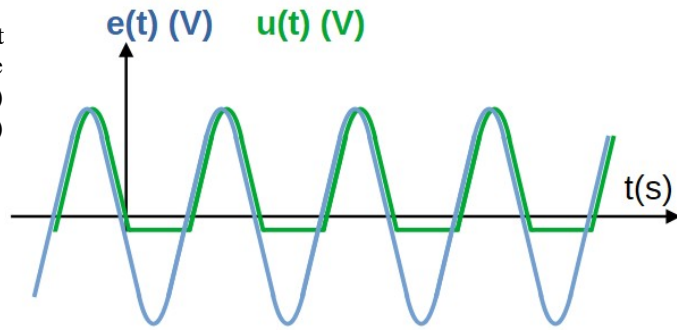
- On est sur la branche verticale de la caractéristique de la diode ce qui donne $U = -U_s$
- On est sur la caractéristique du générateur de Thévenin : $U = e - Ri$ d'où $i = \frac{e + U_s}{R}$

Finalement on obtient pour point de fonctionnement $(U_p = -U_s; i_p = \frac{e + U_s}{R})$

4. Les tracés sont présentés ci contre :

Si la tension seuil U_s est faible devant l'amplitude e_0 , le signal de sortie $u(t)$ ne conserve que la partie positive de la tension $e(t)$ et prend une valeur nulle quand la tension $e(t)$ est négative.

On parle de redressement mono-alternance.



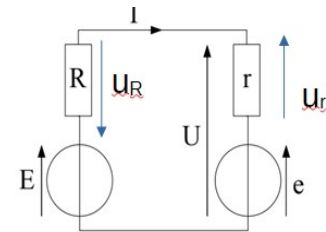
Exercice 3 : charge d'une batterie.

1. On complète les notations pour le circuit comme sur le schéma ci contre.

On fait une loi des mailles $E = u_R + u_r + e$

On écrit les lois d'Ohm $u_R = RI$ et $u_r = rI$ d'où $E = (R+r)I + e$

Finalement : $I = \frac{E-e}{R+r}$ A.N : $I = 2 \text{ A}$



La relation de Chasles donne $U = u_r + e = e + r \frac{E-e}{R+r} = \frac{rE + Re}{R+r}$ A.N : $U = 12,4 \text{ V}$

2. La puissance fournie par la source de force électromotrice E est $P_{\text{Géné}} = E \cdot I = E \cdot \frac{E-e}{R+r}$

La puissance dissipée par effet Joule est $P_J = u_R I + u_r I = \frac{(E-e)^2}{R+r}$

La puissance reçue par la batterie est $P_{\text{Stock}} = eI = e \frac{(E-e)}{R+r}$

Le rendement de la charge s'écrit alors $\rho = \frac{P_{\text{stock}}}{P_{\text{Géné}}} = \frac{e}{E}$ A.N : $\rho = 92\%$

3. La capacité est en fait la charge électrique totale Q_{max} qui peut être stockée dans la batterie.

4. La charge de la batterie $q(t)$ est reliée à l'intensité circulant dans le système par la relation : $I(t) = \frac{dq}{dt}(t)$

Si e et E sont constants, l'intensité est constante et s'exprime $I = \frac{E-e}{R+r}$ alors $dq(t) = \frac{E-e}{R+r} dt$

En intégrant de $t=0$ à $t=t_{\text{fin}}$ on obtient $\int_0^{Q_{\text{max}}} dq(t) = \frac{E-e}{R+r} \int_0^{t_{\text{fin}}} dt$ alors $\frac{9}{10} Q_{\text{max}} = \frac{E-e}{R+r} t_{\text{fin}}$

La charge s'effectue donc sur une durée $t_{\text{fin}} = \frac{9}{10} \frac{R+r}{E-e} Q_{\text{max}}$ A.N : $Q_{\text{max}} = 50 \text{ A} \cdot h = 50 \cdot 3600 \text{ C}$

$$t_{\text{fin}} = 22 \text{ h } 30 \text{ min}$$

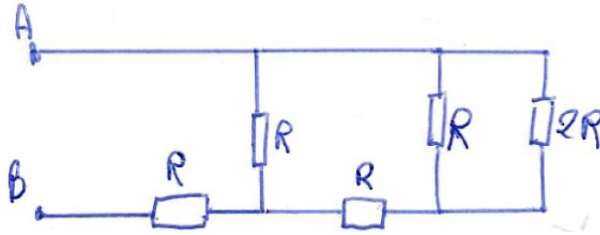
5. La puissance dissipée s'exprime $P_J = \frac{(E-e)^2}{R+r} = \frac{dE_J}{dt}$,

l'énergie dissipée par effet Joule est alors $E_J = \int_{t=0}^{t_{\text{fin}}} P_J dt$ On obtient $E_J = \frac{9}{10} (E-e) Q_{\text{max}}$ A.N : $E_J = 1,6 \cdot 10^5 \text{ J}$

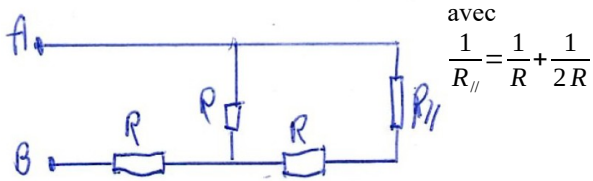
Exercice 4 : Associations de résistances.

Circuit de Gauche

1ère association en série



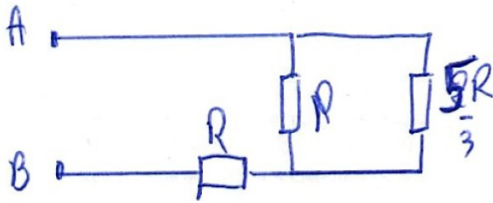
2ème association en //



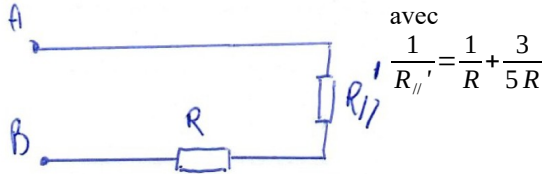
avec
 $\frac{1}{R_{//}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}$

ce qui donne $R_{//} = \frac{2R}{3}$

3ème association en série :



4ème association en // :



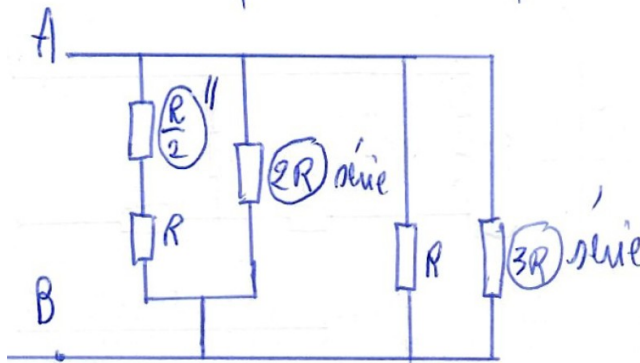
avec
 $\frac{1}{R_{//}'} = \frac{1}{R} + \frac{3}{5R}$

ce qui donne $R_{//}' = \frac{5R}{8}$

L'ultime association en série donne alors $R_{eq} = R + \frac{5R}{8} = \frac{13R}{8}$

Circuit de Droite :

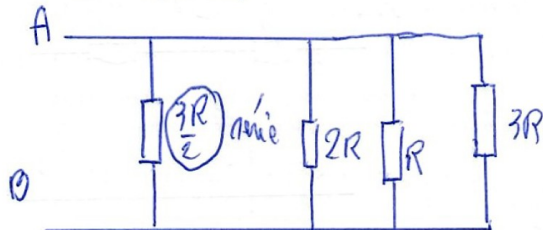
On traite plusieurs transformations à chaque étapes pour éviter les longueurs de rédaction



Une association en // et deux associations en série

association en // $\frac{1}{R_{//}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$

On obtient alors :



Finalement on traite l'association en // des 4 résistances : $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{2}{3R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{15}{6R}$

Finalement $R_{eq} = \frac{2R}{5}$

Exercice 5 : Récurrence dans une chaîne de résistances.

1. Par association en série de R , R' et R , on obtient $R_{\text{série}} = 2R + R'$

Par association en //, on obtient alors $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R + R'}$ d'où $R_{\text{eq}} = \frac{R(2R + R')}{3R + R'}$

On souhaite que $R_{\text{eq}} = R'$ il faut alors que $R'^2 + 2RR' - 2R^2 = 0$

Pour ce binôme, le discriminant est $\Delta = 4R^2 + 8R^2 = 12R^2 = (2R\sqrt{3})^2$

Les racines sont alors $r_1 = (-1 - \sqrt{3})R$ et $r_2 = (-1 + \sqrt{3})R$; une résistance étant positive $R' = (\sqrt{3} - 1)R$

2. Avec la condition précédente, on montre qu'à chaque étage passant du rang k au rang $(k+1)$ du circuit, on se ramène à l'étude de R , R' et R en série et

qu'alors $u_{k+1} = \frac{R'}{2R + R'} u_k = \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3} + 1} u_k$

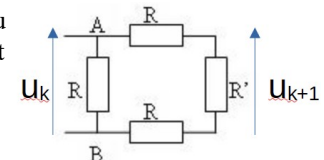
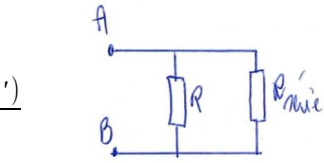
On montre alors par récurrence que $u_k = a^k u_0$ avec $a = \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3} + 1}$

On suppose que $\forall j \leq k, u_j = a^j u_0$

Initiation : $u_0 = u_0$ Ok

Hérédité : $u_{k+1} = a u_k = a^k u_0 = a^{k+1} u_0$ Ok

Conclusion : On a montré par récurrence que $\forall k \in [0; n] u_k = a^k u_0$



Exercice 7 : adaptation en puissance.

1. On dessine le circuit puis on exprime $P_R = U \cdot I$

Par un diviseur de tension on obtient $U = \frac{R}{r + R} E$

et avec $R_{\text{eq}} = r + R$ et la loi d'Ohm $I = \frac{E}{r + R}$

On obtient donc $P_R = \frac{R}{(r + R)^2} E^2$

2. La puissance fournie par la source est $P_{\text{tot}} = E \cdot I = \frac{1}{r + R} E^2$

3. Lorsqu'on fait varier R , on voit P_R comme une fonction de R , on étudie $f(x) = \frac{x}{(r + x)^2} E^2$

La dérivée s'exprime $f'(x) = \frac{(r + x)^2 - 2(r + x)x}{(r + x)^4} E^2 = \frac{r - x}{(r + x)^3} E^2$

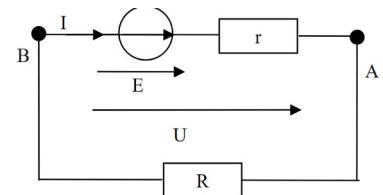
On dessine le tableau de variation pour montrer que $f(x)$ est alors maximale en $x_{\text{max}} = R^* = r$

4. Le rendement est alors donné par $\rho = \frac{P_{R, \text{max}}}{P_{\text{tot}}} = \frac{1}{2}$.

Lorsqu'on veut maximiser la puissance transmise au circuit en aval, on obtient un très mauvais rendement, on parle d'adaptation en puissance.

Lorsqu'on veut assurer un bon rendement, pour transmettre de l'information sans perte de signal c'est à dire avec un rendement maximal, la puissance transmise tend vers une valeur nulle.

Selon la destination d'un circuit, on se placera dans une optimisation ou dans l'autre.



Exercice 8 : jauge de déformation.

1. On fait un diviseur de tension dans les deux branches :

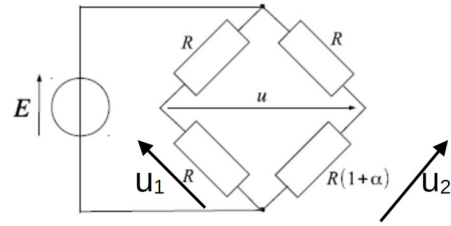
$$u_1 = \frac{R}{R+R} E = \frac{E}{2} \quad \text{et} \quad u_2 = \frac{R(1+\alpha)}{R+R(1+\alpha)} E = \frac{E(1+\alpha)}{2+\alpha}$$

On utilise la loi de Chasles pour obtenir $u = -u_1 + u_2 = \frac{E(1+\alpha)}{2+\alpha} - \frac{E}{2}$

$$\text{D'où } u = -u_1 + u_2 = E \frac{2(1+\alpha) - (2+\alpha)}{2(2+\alpha)} = E \frac{\alpha}{2(2+\alpha)}$$

Si on considère que $\alpha \ll 1$, pour tenir compte du rôle de ce pont dans la mesure des déformations de la jauge étudiée on obtient $u \approx E \frac{\alpha}{4}$ et donc la mesure de u donne une tension proportionnelle à α .

On pourra donc déterminer les petites variations α de manière très précise avec ce type de mesure.



2. Lorsque $\alpha=0$, la branche de gauche et la branche de droite sont identiques de résistance $2R$, l'intensité dans chaque branche est $i = \frac{E}{2R}$ la puissance dans chaque branche est alors $P_G = P_D = E * i = \frac{E^2}{2R}$

La puissance totale est alors $P_{\text{conso}} = P_G + P_D = \frac{E^2}{R}$

Exercice 9 : Diode Zener.

1. D'après la caractéristique de la diode Zéner, pour que $U = U_z$ il faut $I > 0$

La loi d'Ohm donne alors $I_R = \frac{U_z}{R}$ et $I_{R'} = \frac{U' - U_z}{R'}$

La loi des nœuds donne alors $I = I_{R'} - I_R = \frac{U' - U_z}{R'} - \frac{U_z}{R}$

On en déduit $I > 0$ si et seulement si $\frac{U' - U_z}{R'} - \frac{U_z}{R} > 0$ qui se traduit par $R' < R \left(\frac{U'}{U_z} - 1 \right)$

Pour l'application numérique, on prend la valeur minimale de U' ce qui donne $R' < 62 \Omega$

2. La puissance reçue par la diode Zener s'exprime $P = U_z * I$

L'intensité maximale est évaluée à $I \leq I_{\text{max}} = \frac{U_z}{R} \left(\frac{U_{\text{max}}' - U_z}{U_{\text{min}}' - U_z} - 1 \right)$

La puissance maximale est alors $P_{\text{max}} = \frac{U_z^2}{R} \left(\frac{U_{\text{max}}' - U_z}{U_{\text{min}}' - U_z} - 1 \right) = 580 \text{ mW} < 700 \text{ mW}$ c'est Ok

