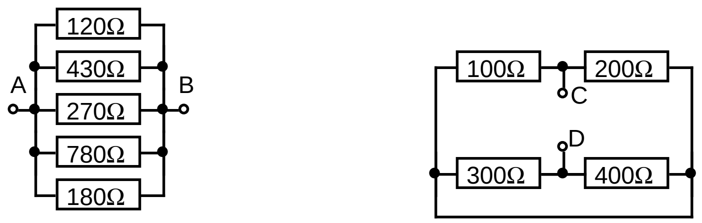
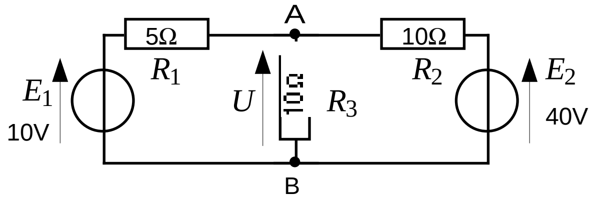

A12CC-1- Calculer les résistance R_{AB} et R_{CD} équivalentes aux circuits :



A12CC-2- Calculer *U*, ddp aux bornes de R_3, par l' une dess méthodes suivantes :

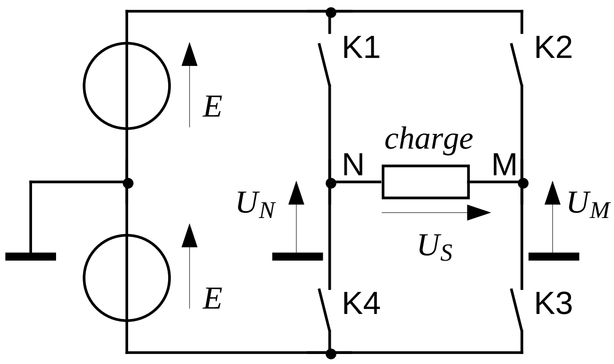
a) en appliquant les lois de Kirchhoff (loi des mailles, loi des nœuds, loi d'Ohm) ;
b) en appliquant le théorème de superposition ;
c) en appliquant le théorème de Millman
d) en transformant les branches E_1 R_1 et E_2 R_2 en leur modèle équivalent de Norton.



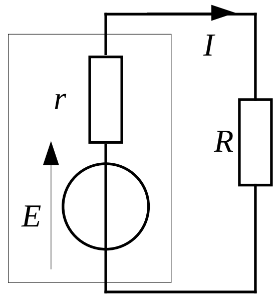
A12CC-3-

Une charge est alimentée par un pont de transistors, modélisés par des interrupteurs parfaits ouverts ou fermés. Les deux sources sont des sources de tension continue.
Le pont n'a que deux états de conduction :
- K1, K3 fermés et K2, K4 ouverts
- K1, K3 ouverts et K2, K4 fermés

Pour un certain mode de fonctionnement, la durée de l'état "K1, K1 fermés" est de 0,5 s. et la durée de l'état "K2, K4 fermés" est de 1,5 s.
1°) tracer pour deux périodes la courbe représentant U_M en fonction du temps
2°) même question pour U_N
3°) même question pour U_S

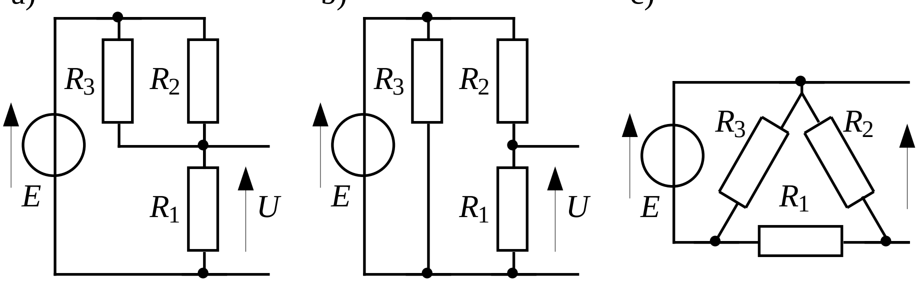


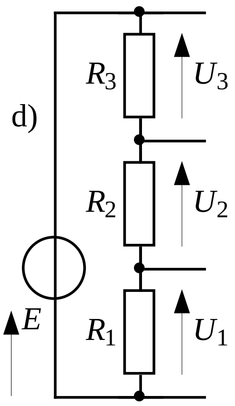
A12CC-4- Un accumulateur de fem E = 3,6 V et de résistance interne r = 20 mΩ débite pendant une heure un courant I dans une charge purement résistive R = 0,7 Ω.
1) Calculer la puissance totale P délivrée par l'accumulateur, la puissance utile P_u transmise à la charge et la puissance P_J perdue par effet Joule dans ce générateur.
2) Calculer l'énergie totale W délivrée par l'accumulateur.



ISBN 978-2-9520781-1-5

A12CC-5- Calculer la ou les tension(s) de sortie U, sachant que :
E = 10 V ; R_1 = 100Ω ; R_2 = 200Ω ; R_3 = 150Ω



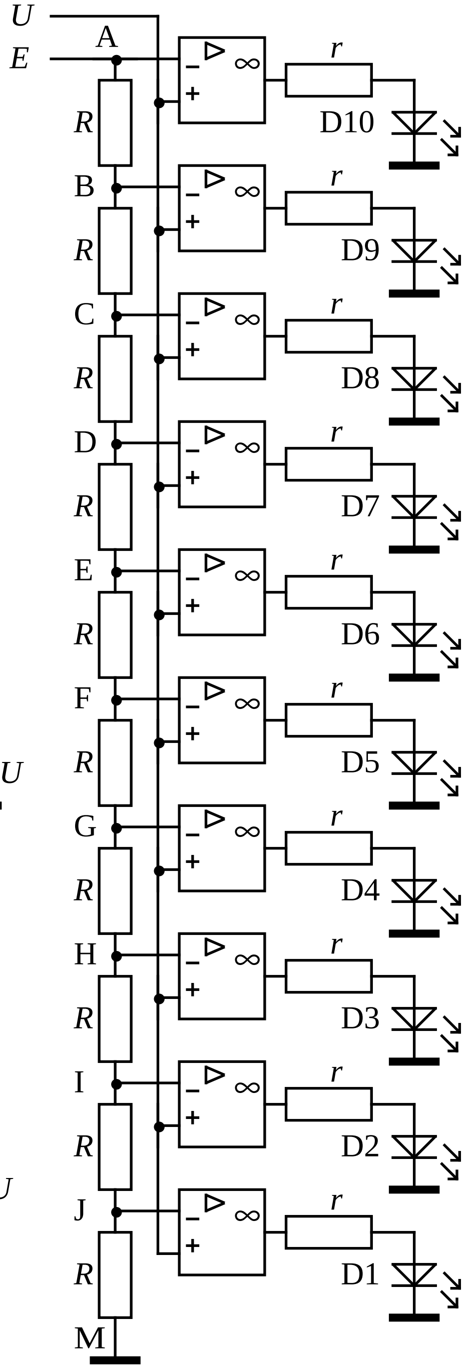


A12CC-6- Bargraph : un *bargraph* comprend dix *DELs*, chaque diode étant commandée par un AOP supposé parfait fonctionnant en comparateur tout-ou-rien *(fig. ci-contre)* de la façon suivante : *si* $V_+ > V_-$ *alors DEL* allumée *sinon DEL* éteinte. (V_+ = tension présente sur l'entrée marquée "+" de l'AOP, V_- tension sur l'entrée "–"). La tension de référence E est fixe et vaut 10 V. La tension d'entrée U est variable.

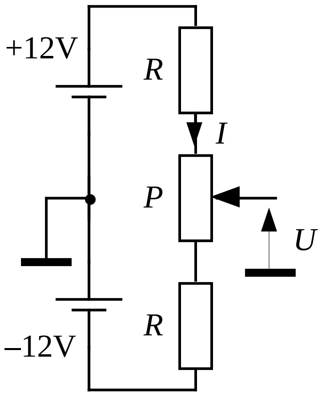
a) Calculer les tensions V_{AM}, V_{BM}, V_{CM}, ... V_{JM}.

b) Si U = 3,14 V, quelles sont les *LEDs* allumées ?

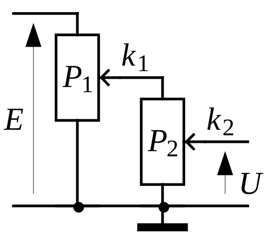
c) A quelle condition sur U les *LEDs* sont-elles toutes éteintes ? Ou toutes allumées ?



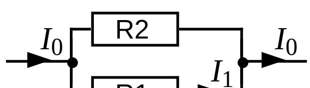
A12CC-7-
Pont diviseur bipolaire :
on dispose d'une alimentation symétrique ±12V. On désire fournir en sortie (à vide) une tension U réglable entre +1V et –1V. Pour cela on envisage le montage ci-contre. On choisit I = 1 mA. Calculer R et P.



A12CC-8-
Montage potentiométrique double :
Le potentiomètre P_2 fonctionne à vide. Les positions des curseurs sont repérées par les facteurs k_1 et k_2 ($0 \leq k_1$, $k_2 \leq 1$). On pose $a = P_1/P_2$. Exprimer U en fonction de E, k_1, k_2, a.
A.N : E = 12V ; $P_1 = P_2$ = 100kΩ, k_1 = 0,5 ; k_2 = 0,3.

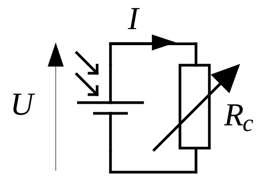


A12CC-9- Pont diviseur de courant :
établir la relation $I_1 = f(I_0)$



ISBN 978-2-9520781-1-5 http://www.syscope.net

A12CC-10- Générateur photovoltaïque



Une cellule solaire, soumise à un éclairage constant, est connectée à une résistance de charge variable R_c. Les mesures de la tension de sortie U et du courant débité I ont donné les vingt valeurs suivantes :

point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U [V]	2,17	2,10	2,00	1,90	1,80	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,21
I [mA]	0,00	0,71	1,23	1,53	1,73	1,88	1,94	1,96	1,97	1,99	1,99	2,00	2,00	2,01	2,00	2,01	2,02	2,02	2,02	2,02

a) Tracer la caractéristique $I = f(U)$

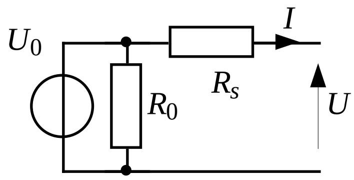
b) Quelle est la valeur de la tension à vide U_0 ? du courant de court-circuit I_{cc} ?

c) En admettant une variation inférieure à 5% du courant de sortie, indiquer sur cette courbe la zone de fonctionnement de cette cellule en tant que générateur de courant. Donner son schéma équivalent. En déduire la valeur de sa conductance interne G_s pour ce type de fonctionnement.

d) En admettant une variation inférieure à 5% de la tension de sortie, indiquer sur cette courbe la zone de fonctionnement de cette cellule en tant que générateur de tension. Donner son schéma équivalent. En déduire la valeur de sa résistance interne R_s pour ce type de fonctionnement.

e) Soit P_u la puissance fournie à la charge. Tracer les courbes $P_u = f(U)$ et $P_u = f(R_c)$. Quel point de mesure réalise l'adaptation d'impédance ?

A12CC-11- Utilisation optimale d'un accumulateur NiMH



On donne pour un élément NiMH les caractéristiques suivantes : tension nominale (U_0) : 1,2 V ; "capacité" (Q) : 2400 mAh ; résistance interne (R_s) : 50 mΩ ; autodécharge : 20% par mois.

Le schéma équivalent de l'élément est indiqué ci-contre. La résistance R_0 modélise l'autodécharge (l'élément perd 20% de sa charge en un mois si non utilisé ni rechargé).

a) Exprimer en coulombs la quantité d'électricité emmagasinée Q, encore appelée "charge" ou "capacité" de l'accumulateur.

b) Combien faudrait-il de "supercondensateurs" de capacité 10 F chargés sous 1,2 V pour emmagasiner la même quantité d'électricité ?

c) Calculer la quantité d'énergie contenue dans l'accumulateur, en joules puis en watt-heures.

d) Calculer le courant de court-circuit I_{cc}. En déduire la durée minimum $t_{\min}$ d'une décharge complète.

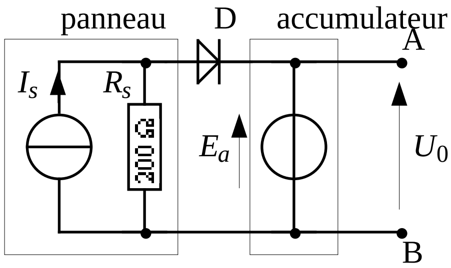
(! : Danger ! Ne pas effectuer une telle manipulation, qui présente des risques et provoquerait en outre la destruction définitive de l'élément !)

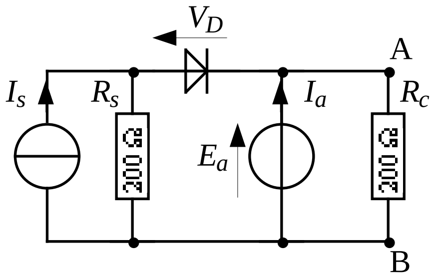
e) Calculer R_0 (on adoptera conventionnellement une durée de 30 jours pour un mois).

f) La batterie alimente une charge résistive R_c. Soit I le courant traversant cette charge, P_F la puissance fournie par la batterie, P_u la puissance reçue par la charge, $\eta = P_u/P_F$ le rendement. On néglige la puissance dissipée dans R_0. On pose $x = I/I_{cc}$. Établir les relations $P_u = f(x, U_0, I_{cc})$ et $\eta = g(x, U_0, I_{cc})$.

g) Calculer les paramètres (puissance, courant, rendement, temps de décharge) pour le point de fonctionnement où P_u est maximale.

A12CC-12- Association d'un générateur photovoltaïque et d'un accumulateur





Dans le circuit ci-contre un panneau constitué d'un jeu de cellules solaires est modélisé (pour de petites variations autour d'un point de fonctionnement donné) par le générateur I_s, R_s . On donne : I_s = 12 mA (valeur nominale pour un éclairement optimal) ; R_s = 200 Ω. Ce générateur est placé en parallèle avec un accumulateur de fem E_a = 1,2 V dont on néglige l'impédance interne. Pour éviter que l'accumulateur ne se décharge dans les cellules, une diode est insérée en série avec celles-ci. Lorsque la diode conduit, la tension V_D à ses bornes est égale à 0,5 V.

1) Quelle est la tension de sortie U_0 vue entre les points A et B lorsque ce circuit n'est pas chargé (fonctionnement à vide) ?

2) Cet ensemble est maintenant connecté à une charge R_c = 200 Ω. On examine trois situations différentes :

a) Éclairement optimal (I_s = 12 mA), accumulateur chargé (E_a = 1,2 V), diode passante. Calculer le courant I_a qui traverse l'accumulateur. Celui-ci est-il générateur ou récepteur ?

b) Éclairement optimal (I_s = 12 mA), accumulateur déchargé : E_a ne vaut plus que 0,8 V ; diode passante. Calculer dans ce cas le courant I_a qui traverse l'accumulateur. Celui-ci est-il générateur ou récepteur ?

c) Éclairement insuffisant (I_s < 12 mA), accumulateur chargé (E_a = 1,2 V), diode bloquée. Calculer I_a. Calculer la valeur minimale que doit prendre le courant I_s pour rendre la diode conductrice.

A12CC-13- Etude d'une batterie d'accumulateurs

On considère une *batterie d'accumulateurs* NiMH constituée *de trois éléments connectés **en série*** :

- *Chaque élément* a les caractéristiques nominales suivantes : E_0 (tension à vide) = 1,2 V ; résistance interne r_s = 50 mΩ . Quantité d'électricité emmagasinée Q_e, encore appelée "charge" d'un élément = 2400 mAh.
- On appelle U_0 la tension de sortie à vide de la *batterie* et R_s sa résistance interne.

1) Etablir le modèle équivalent de Thévenin *d'un élément* :

a) rappeler le schéma de ce modèle ; calculer le courant de court-circuit I_{cc}.

b) soit E la tension de sortie de cet élément lorqu'il débite du courant. Déterminer l'équation de sa caractéristique de sortie $E(I)$; tracer succinctement le graphe de celle-ci.

2) En déduire le modèle équivalent de Thévenin *de la batterie* (schéma et équation)

3) Etablir le modèle équivalent de Norton *de la batterie*

a) dessiner le schéma ;

b) soit U la tension de sortie de la batterie lorqu'elle débite du courant. Déterminer l'équation de la caractéristique de sortie $I(U)$; tracer succinctement son graphe.

4) a) Exprimer en coulombs la quantité d'électricité emmagasinée Q_e *dans chaque élément* .

b) Calculer la quantité d'énergie contenue dans *chaque élément*, en joules.

c) Calculer la quantité d'énergie contenue dans *la batterie*, en joules, puis en watt-heures.

d) Quelle est en mAh la charge Q_b *de la batterie* ? Conclusion.

e) Calculer la durée minimum $t_{\min}$ d'une décharge complète de la batterie par court-circuit[1] .

5) Cette batterie est insérée dans une lampe de poche équipée d'une ampoule à filament consommant 0,6 A. Calculer numériquement :

a) la tension de sortie U de la batterie ;

b) la durée d'utilisation de la lampe.

6) Lorsqu'elle n'est pas utilisée, la batterie perd par autodécharge 20% par mois de sa capacité.

a) Calculer le courant d'autodécharge (on adoptera conventionnellement une durée de 30 jours pour un mois).

b) On modélise cette autodécharge par une résistance R_0 branchée en parallèle sur la batterie. Calculer R_0.

c) Peut-on négliger cette résistance dans le modèle équivalent de la batterie établi en 1) ? Justifier précisément.

[1] *Danger ! Ne pas effectuer une telle manipulation, qui présente des risques et provoquerait en outre la destruction définitive de l'élément !*

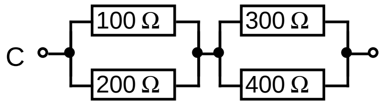
REPONSES

A12CC-1-

a) $\dfrac{1}{R_{AB}} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{R_1} + ... + \dfrac{1}{R_5}}$ $\Rightarrow$ on calcule R_{AB} en utilisant la touche x^{-1} de la calculatrice :

$$R_{AB} = \left(120^{-1} + 430^{-1} + 270^{-1} + 780^{-1} + 180^{-1}\right)^{-1} \approx 47{,}17\ \Omega$$

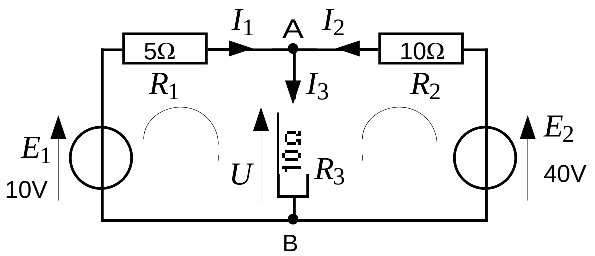
b) On calcule R_{CD} après avoir redessiné le circuit sous une forme plus classique :



$$\Rightarrow R_{CD} = \left(100^{-1} + 200^{-1}\right)^{-1} + \left(300^{-1} + 400^{-1}\right)^{-1} \approx 238\ \Omega$$

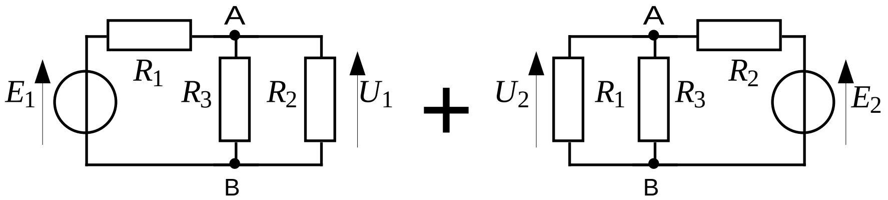
A12CC-2-

a) *Lois de Kirchhoff* : on résoud un système de 4 équations à 4 inconnues (I_1, I_2, I_3, U) :



$$\begin{cases} E_1 - R_1 I_1 - U = 0 & (loi\ \ des\ \ mailles) \\ E_2 - R_2 I_2 - U = 0 & (loi\ \ des\ \ mailles) \\ U = R_3 I_3 & (loi\ \ d'ohm) \\ I_3 = I_1 + I_2 & (loi\ \ des\ \ noeuds) \end{cases}$$

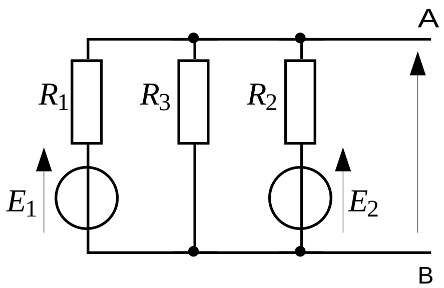
b) *Théorème de superposition :*



$$U = U_1 + U_2 = \frac{\dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{\dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1} E_1 + \frac{\dfrac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}}{\dfrac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2} E_2$$

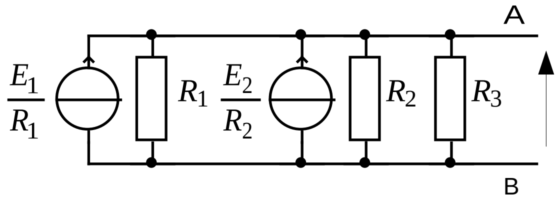
(ponts diviseurs de tension)

c) *Théorème de Millman* : on applique le théorème de Millman avec trois branches, la troisième branche étant formée d'un "générateur" de fem nulle en série avec la résistance R_3 :



$$U = \frac{G_1 E_1 + G_2 E_2 + G_3 .0}{G_1 + G_2 + G_3} = \frac{\dfrac{E_1}{R_1} + \dfrac{E_2}{R_2} + 0}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}}$$

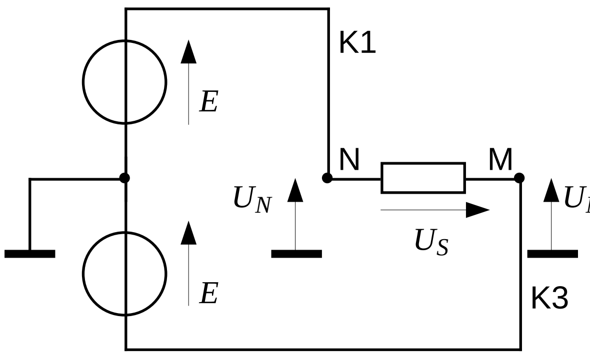
d) *Modèle de Norton :* la somme des courants est appliquée aux trois résistances disposées en parallèle :



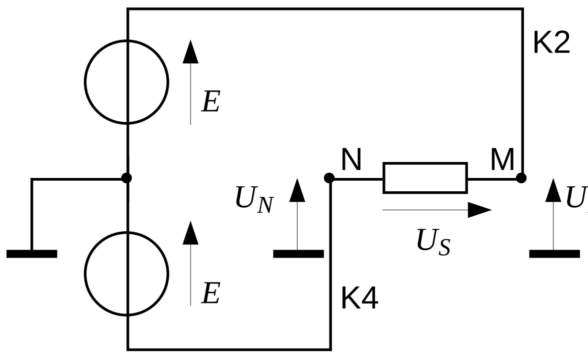
$$U = R_{eq} I = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}\left(\frac{E_1}{R_1}+\frac{E_2}{R_2}\right)$$

$$\Rightarrow U = \frac{R_2 R_3 E_1 + R_1 R_3 E_2}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} = 15\text{ V}$$

A12CC-3- a) *Lecture du schéma :*

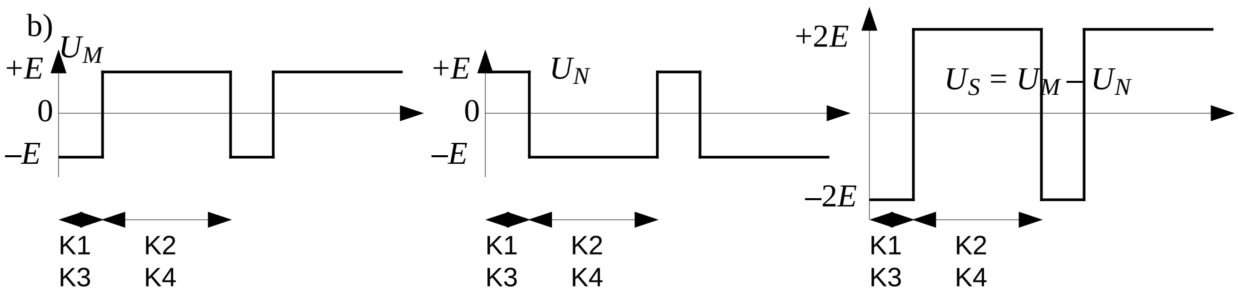


K1, K3 fermés ; K2, K4 ouverts
$U_M = -E$; $U_N = +$ E



K1, K3 ouverts ; K2, K4 fermés
$U_M = +E$; $U_N = -$ E

b)



A12CC-4-

$I = \frac{E}{R+r} = 5A$ ($\Rightarrow$ décharge de l'accumulateur = 5 Ampères-heure)

$\Rightarrow P = UI = 18$ W ; $P_u = RI^2 = 17{,}5$ W ; $P_J = rI^2 = 0{,}5$ W

$W = Pt = 64800$ J

A12CC-5- a) $U = \frac{R_1}{R_1 + \frac{R_2 . R_3}{R_2 + R_3}} E = 5{,}38\text{ V}$

b) Le générateur de fem E étant parfait, la résistance R_3 ajoutée au circuit n'a aucune influence sur la la tension de sortie. Il reste donc : $U = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = 3{,}33\text{ V}$

c) Même remarque. $U = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E = 6{,}66\text{ V}$

ISBN 978-2-9520781-1-5 http://www.syscope.net

d) $U_1 = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} E = 2{,}22$ V ; $U_2 = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} E = 4{,}44$ V ; $U_3 = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} E = 3{,}33$ V

A12CC-6- Bargraph :

a) Tensions entre les points A, B, ..., J et la masse :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
E	0,9E	0,8E	0,7E	0,6E	0,5E	0,4E	0,3E	0,2E	0,1E
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

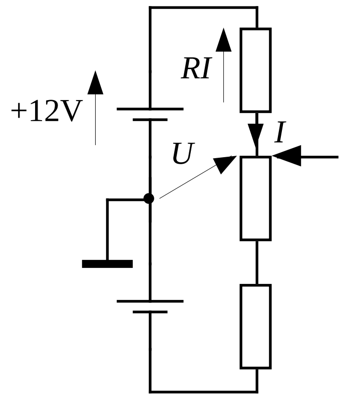
[V]

b) $\Rightarrow$ les *DELs* 1, 2 et 3 sont allumées.
c) Toutes *DELs* éteintes $\Leftrightarrow U < 1$ V ; toutes *DELs* allumées $\Leftrightarrow U > 10$ V

A12CC-7- Pont diviseur bipolaire :

$R_{\text{totale}} = 2R + P = \dfrac{U}{I} = \dfrac{24}{10^{-3}} = 24\ \text{k}\Omega$

Si on suppose que le curseur du potentiomètre est par exemple en position haute *(fig.)*, alors $U = 1$ V .
Donc dans la maille supérieure :
$12 - RI - U = 0 \Rightarrow 12 - RI - 1 = 0 \Rightarrow RI = 11\ \text{V} \Rightarrow R = 11\ \text{k}\Omega$.
D'où : $P = R_{\text{totale}} - 2R = 2\ \text{k}\Omega$



A12CC-8- Montage potentiométrique double :

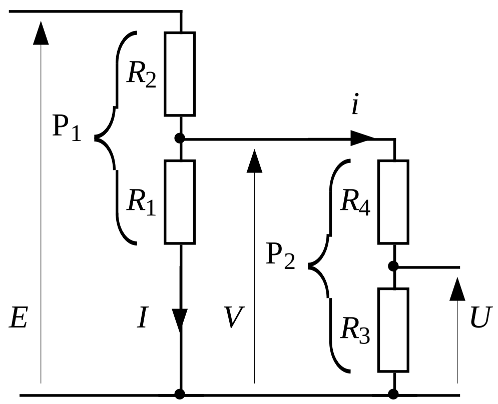
Le potentiomètre P_1 est chargé par le potentiomètre P_2. Le montage se ramène au schéma suivant :

$P_1 = R_1 + R_2$

$k_1 = \dfrac{R_1}{P_1} = 0{,}5 \Rightarrow R_1 = 50\,\text{k}\Omega \;\; et \;\; R_2 = 50\,\text{k}\Omega$

$P_2 = R_3 + R_4$

$k_2 = \dfrac{R_3}{P_2} = 0{,}3 \Rightarrow R_3 = 30\,\text{k}\Omega \;\; et \;\; R_4 = 70\,\text{k}\Omega$



Calcul direct à partir des valeurs des résistances :

$$\left.\begin{aligned} U &= \frac{R_3}{R_3 + R_4} V \\ V &= \frac{R_{eq}}{R_2 + R_{eq}} E \\ R_{eq} &= \frac{R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4} \end{aligned}\right\} \Rightarrow U = \frac{R_3}{R_3 + R_4} \frac{\dfrac{R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4}}{R_2 + \dfrac{R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3 + R_4}} E = \frac{R_1 R_3}{R_1 R_2 + (R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} E \approx 1{,}44\ \text{V}$$

Calcul à partir des paramètres :

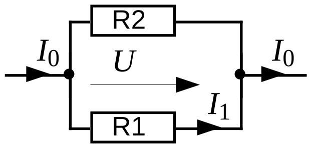
$$\left.\begin{array}{l} U = k_2 V \\ V = \dfrac{R_{eq}}{R_2 + R_{eq}} E = \dfrac{R_{eq}}{(1-k_1)P_1 + R_{eq}} E \\ R_{eq} = \dfrac{R_1 P_2}{R_1 + P_2} = \dfrac{k_1 P_1 P_2}{k_1 P_1 + P_2} = \dfrac{k_1 P_1}{k_1 a + 1} \end{array}\right\} \Rightarrow U = k_2 \dfrac{\dfrac{k_1 P_1}{k_1 a + 1}}{(1-k_1)P_1 + \dfrac{k_1 P_1}{k_1 a + 1}} E = \dfrac{k_1 k_2 E}{1 + k_1(1-k_1)a} \approx 1{,}44 \text{ V}$$

Remarque : si $P_1 << P_2$, soit $a << 1$, alors le courant i débité par P_1 vers P_2 est négligeable par rapport au courant I qui traverse P_1. On peut donc considérer que P_1 fonctionne à vide ($i \approx 0$). Il vient :

$$\left.\begin{array}{l} U = k_2.V \ \ (calcul\ \ exact) \\ V \approx k_1.E \ \ (calcul\ \ approché) \end{array}\right\} \Rightarrow U \approx k_1.k_2.E = \dfrac{R_1.R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} E$$

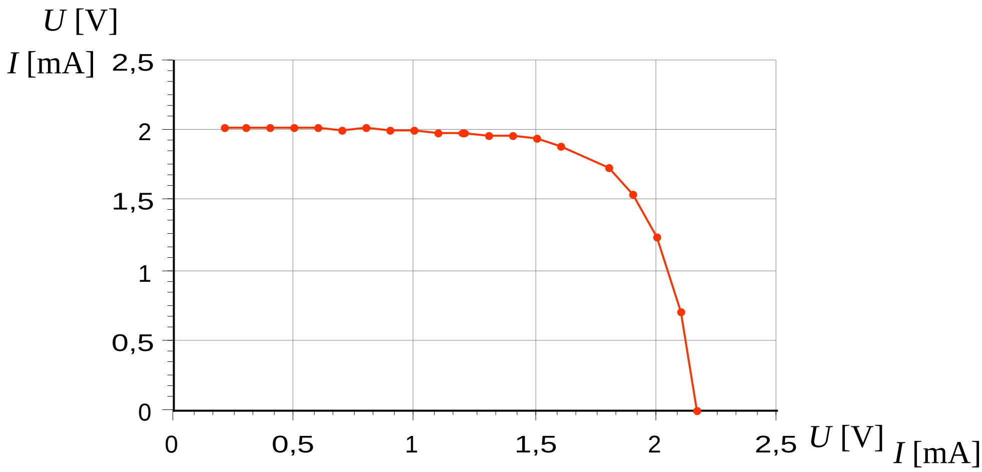
A12CC-9- Pont diviseur de courant :

$$\left.\begin{array}{l} U = R_1 I_1 \\ U = R_{eq} I_0 \end{array}\right\} \Rightarrow I_1 = \dfrac{R_{eq}}{R_1} I_0 = \dfrac{\dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{R_1} I_0 = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} I_0$$



A12CC-10- Générateur photovoltaïque

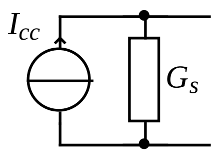
a)



b) U_0 = 2,17 V ; I_{cc} = 2,02 mA

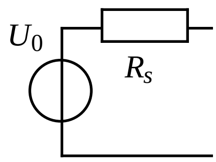
c) En admettant une variation maximale de 5% du courant de sortie, soit $0{,}95.I_{cc} \approx$ 1,92 mA, on constate que la cellule se comporte en générateur de courant du point 7 au point 20, avec un pente moyenne qui vaut :

$$G_s = \left|\dfrac{\Delta I}{\Delta U}\right| = \dfrac{(2{,}02 - 1{,}94).10^{-3}}{1{,}50 - 0{,}21} \approx 62 \text{ µS soit une résistance interne} \approx 16 \text{ k}\Omega\,.$$



d) En admettant une variation maximale de 5% de la tension de sortie, soit $0{,}95.U_0 \approx$ 2,06 V, on constate que la cellule se comporte en générateur de tension du point 1 au point 2, avec un pente qui vaut :

$$R_s = \left|\dfrac{\Delta U}{\Delta I}\right| = \dfrac{2{,}17 - 2{,}10}{0{,}71.10^{-3}} \approx 100\ \Omega\,.$$

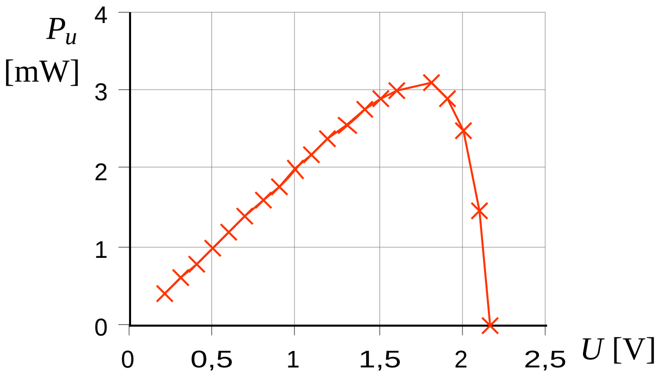


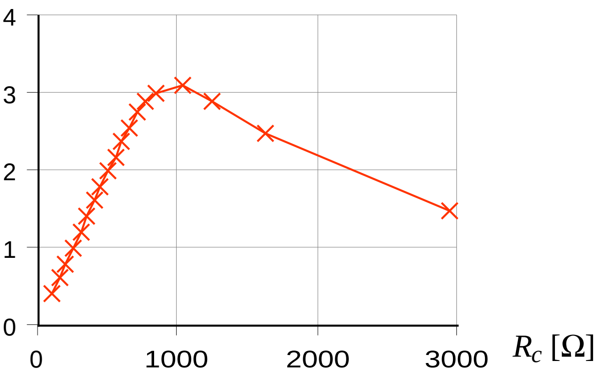
Dans cet exemple, $R_s \neq \dfrac{1}{G_s}$!

ISBN 978-2-9520781-1-5

e) $P_u = U.I$; $R_c = U/I$:

point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U [V]	2,17	2,10	2,00	1,90	1,80	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,21
I [mA]	0	0,71	1,23	1,53	1,73	1,88	1,94	1,96	1,97	1,99	1,99	2,00	2,00	2,01	2,00	2,01	2,02	2,02	2,02	2,02
Pu [mW]	0	1,49	2,46	2,91	3,11	3,01	2,91	2,74	2,56	2,39	2,19	2,00	1,80	1,61	1,40	1,21	1,01	0,81	0,61	0,42
Rc [Ω]	∞	2958	1626	1242	1040	851	773	714	660	603	553	500	450	398	350	299	248	198	149	104





On constate que la puissance maximale est de l'ordre de 3 mW, pour une charge adaptée voisine du kΩ (⇒ adaptation d'impédance au point de mesure n° 5).

A12CC-11- Accumulateur NiMH

a) $Q = I.t = 2{,}4.3600 = 8640$ C

b) Charge d'un supercondensateur de 10 F sous 1,2 V : $Q = C.V = 10.1{,}2 = 12$ C

Il faudrait donc 8640/12 ≈ 720 supercondensateurs de ce type pour emmagasiner la même charge !

c) $W = U_0.I.t = U_0.Q = 1{,}2.8640 = 10368$ J ≈ 2,88 Wh (1 Wh = 3600 J)

d) $I_{cc} = \dfrac{U_0}{R_s} = \dfrac{1{,}2}{0{,}05} = 24$ A $\Rightarrow t_{\min} = \dfrac{Q}{I_{cc}} = \dfrac{8640}{24} = 360$ s = 6 mn

e) Le courant d'autodécharge est :

$$i = \frac{0{,}2Q}{t} = \frac{0{,}2.8640}{30.24.3600} = 0{,}67 \text{ mA}$$

L'élément n'étant pas connecté, on a donc : $R_0 = \dfrac{U_0}{i} = 1800\ \Omega$

f) En posant $x = I/I_{cc}$, et $R_s = \dfrac{U_0}{I_{cc}}$, il vient :

- Puissance fournie : $P_F = U_0.I = U_0.I_{cc}.x$

- Puissance utile : $P_u = U.I = (U_0 - R_s.I)I = \left(U_0 - \dfrac{U_0}{I_{cc}}I\right)I = U_0.I_{cc}.x(1-x)$

- Rendement : $\eta = \dfrac{P_u}{P_F} = 1 - x$

- Temps de décharge : $t = \dfrac{Q}{I} = \dfrac{Q.I_{cc}}{x}$

g) La puissance utile est maximale quand :

$$\frac{dP_u}{dx} = 1 - 2x = 0 \quad pour \quad x = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{I_{cc}}{2} = 12 \text{ A} \; ; \; P_u = \frac{U_0.I_{cc}}{4} = 7{,}2 \text{ W} \; ; \; \eta = 50\% \; ; \; t = \frac{8640}{12} = 720 \text{ s} = 12 \text{ mn}$$

ISBN 978-2-9520781-1-5

A12CC-12 - Association d'un générateur photovoltaïque et d'un accumulateur

1) $U_0 = E_2 = 1{,}2$ V (c'est le générateur de tension qui impose la tension !)

2)

a) $I_{Rc} = E_a/R_c = 1{,}2/200 = 6$ mA ; $I_{Rs} = (V_D + E_a)/R_s = 1{,}7/200 = 8{,}5$ mA. D'où :

$I_s + I_a = I_{Rs} + I_{Rc}$ (loi des nœuds) $\Rightarrow I_a = 6 + 8{,}5 - 12 = 2{,}5$ mA $\Rightarrow$ accu générateur

NB : dans la diode circule $I_D = I_s - I_{Rs} = 12 - 8{,}5 = 3{,}5$ mA

b) $I_{Rc} = E_a/R_c = 0{,}8/200 = 4$ mA ; $I_{Rs} = (V_D + E_a)/R_s = 1{,}3/200 = 6{,}5$ mA. D'où :

$I_s + I_a = I_{Rs} + I_{Rc}$ (loi des nœuds) $\Rightarrow I_a = 4 + 6{,}5 - 12 = -1{,}5$ mA $\Rightarrow$ accu récepteur

NB : dans la diode circule $I_D = I_s - I_{Rs} = 12 - 6{,}5 = 5{,}5$ mA

c) $I_a = 1{,}2/200 = 6$ mA.

Pour que la diode conduise, il faut : $V_D \geq 0{,}5$ V $\Leftrightarrow I_D \geq 0$

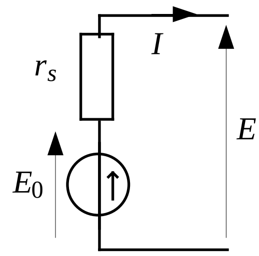
$\Leftrightarrow I_s \geq I_{Rs} \geq (V_D + E_a)/R_s = 1{,}7/200 = 8{,}5$ mA

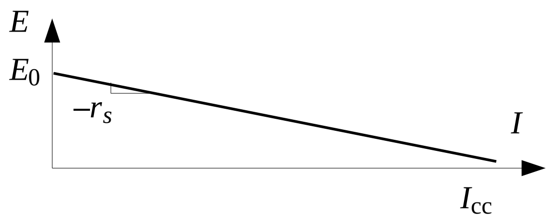
A12CC-13- Etude d'une batterie d'accumulateurs

1) $E_0 = 1{,}2$ V ; $r_s = 0{,}05\ \Omega$; $I_{cc} = 1{,}2/0{,}05 = 24$ A

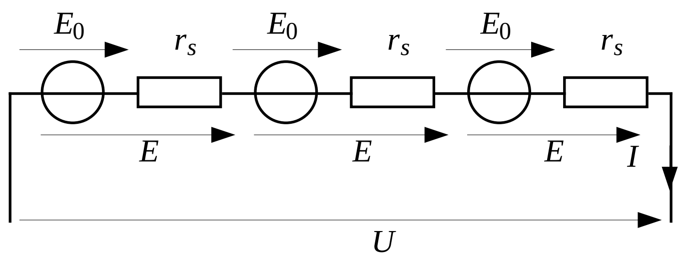
$E = -r_s.I + E_0$

$E = -0{,}05.I + 1{,}2$





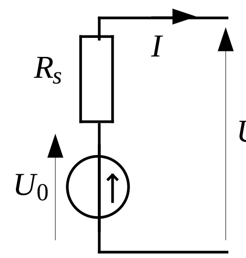
2)

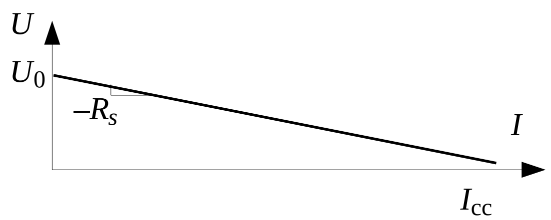


$U_0 = 3 \times 1{,}2 = 3{,}6$ V ; $R_s = 3 \times 0{,}05 = 0{,}15\ \Omega$; $I_{cc} = 3{,}6/0{,}15 = 24$ A

$U = -R_s.I + U_0$

$U = -0{,}15.I + 3{,}6$

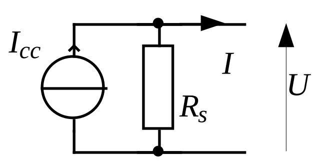


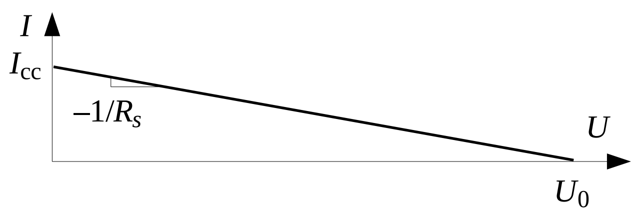


3)

$$I = -\frac{U}{R_s} + I_{cc}$$

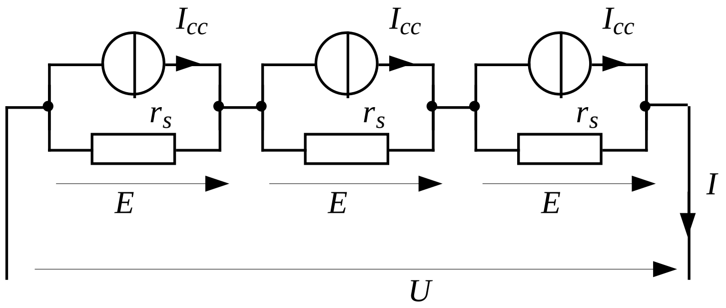
$I = -6{,}67.U + 24$





ISBN 978-2-9520781-1-5

On ne peut pas appliquer directement le modèle de Norton à chaque élément pour trouver le modèle de Norton de la batterie, car ces trois générateurs sont connectés en série :



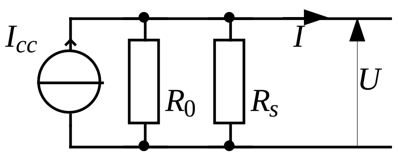
4) a) $Q_e = I.t$ = 2,4 x 3600 = 8640 C
b) $W_e = E_0.I.t = E_0.Q_e$ = 1,2 x 8640 = 10368 J
c) $W_{batt} = 3.W_e$ = 3 x 10368 = 31104 J = 8,64 Wh
d) $W_{batt} = U_0.Q_b \Rightarrow Q_b = W_{batt} / U_0$ = 8,64 / 3,6 = 2,4 Ah = 2400 mAh.

La capacité de la batterie est donc égale à la capacité de chaque élément (mais l'énergie contenue comme la tension sont trois fois plus grandes). Si ces éléments étaient connectés en parallèle, la charge de la batterie serait le triple de la charge d'un élément, mais avec la même tension : l'énergie emmagasinée serait la même.

e) t_{min} = 8640 / 24 = 360 s = 6 mn

5) a) $U = - R_s.I + U_0 \Rightarrow U$ = 3,6 – 0,15 x 0,6 = 3,51 V
b) $t = Q/I$ = 8640 / 0,6 = 14400 s = 4 h

6) a) i = 0,2 x 8640 / (3600 x 24 x 30) = 0,67 mA (calcul avec le temps exprimé en secondes)
ou i = 0,2 x 2400 / (24 x 30) = 0,67 mA (temps exprimé en heures)
b) $R_0 = 3,6 / 0,67.10^{-3} = 5400\ \Omega$
c)



On calcule : $R_0 // R_s = \dfrac{5400 \times 0,15}{5400 + 0,15} \approx 0,15\ \Omega = R_s \Rightarrow$ on peut négliger la présence de la résistance de fuite R_0 par rapport à l'impédance interne R_s lorsque la batterie est en fonctionnement.

ISBN 978-2-9520781-1-5