

Licence « Sciences pour l'ingénieur »
DS 2.3 - Énergétique et circuits électriques
Contrôle continu #1 (90 minutes)

- L'utilisation du téléphone portable, même en mode calculatrice, ainsi que de tout autre appareil électronique est strictement interdite.
- Aucun document autorisé : ni notes, ni copies de diapositives, ni livre, ni aides-mémoire.
- Calculatrice autorisée.
- Vous pouvez utiliser un crayon (évite les ratures et fait gagner du temps).

Exercice 1 : puissance et énergie (10 min, 2/20 points)

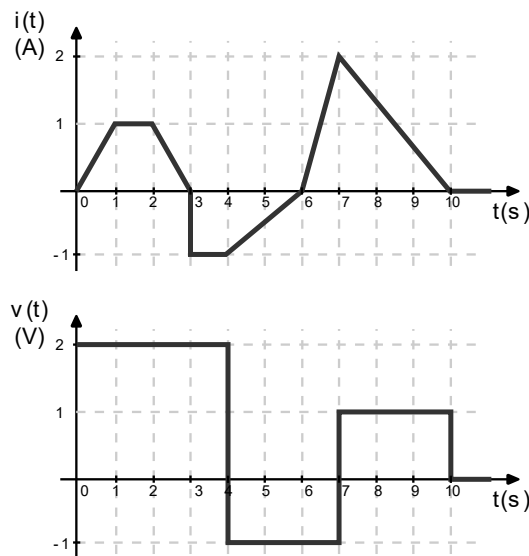
Un ordinateur portable est équipé d'une batterie d'une capacité de 100 Wh, entièrement chargée au départ. Lors de la première heure et demie d'utilisation, l'ordinateur fonctionne en mode « haute performance » et consomme une puissance constante de 50 W.

Ensuite, il est basculé en mode « sauvegarde d'énergie », et sa consommation devient constante à 12 W.

Question : Combien de **temps total (en minutes), depuis le démarrage**, l'ordinateur pourra-t-il fonctionner avant que la batterie ne soit complètement déchargée ?

Exercice 2 : Charge et courant (15 min, 3/20 points)

La figure ci-dessous représente l'évolution en fonction du temps t (en secondes) du courant $i(t)$ (en Ampères) et de la tension $v(t)$ (en Volt) aux bornes d'un élément dans un circuit.

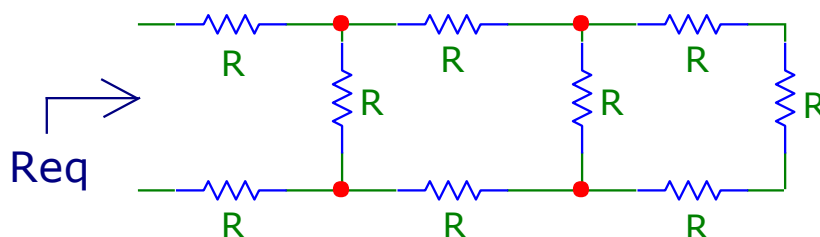


- Déterminer la charge totale déplacée (en Coulomb) entre $t = 0$ s et $t = 10$ s.
- Tracer l'évolution de la puissance instantanée $p(t)$ sur cet élément.

Exercice 3 : Résistance équivalente (15 min, 3/20 points)

La figure ci-dessous montre un circuit avec neuf résistances de valeur « R » connectées selon le schéma.

Calculer la résistance équivalente. Exprimez votre réponse sous la forme d'une **expression mathématique** dépendant uniquement de R.



Exercice 4 : Sources d'alimentation (10 min, 2/20 points)

Une source de tension fournit 24 V à vide (aucune charge connectée). Son courant maximal est de 5 A et sa régulation de charge est de 4 %.

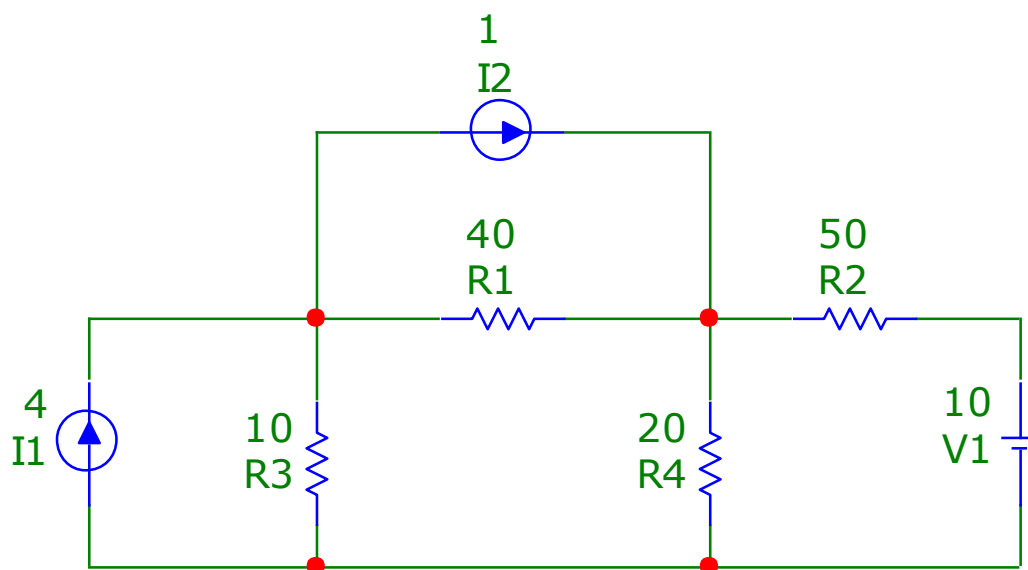
- Déduire les paramètres du modèle de source de tension réelle (V_{oc} et résistance interne).
- Calculer la tension à pleine charge (5A).

Exercice 5 : Méthode de nœuds (40 min, 10/20 points)

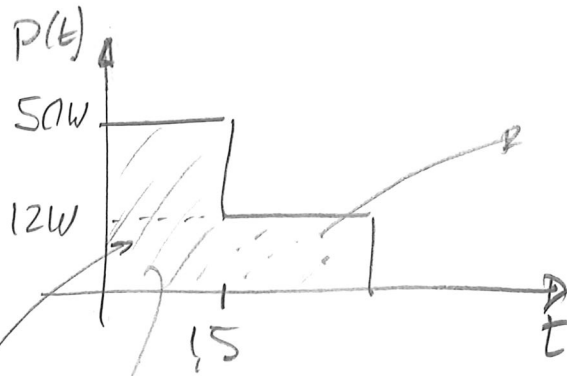
On considère le circuit représenté ci-dessous, comportant des résistances, des sources de courant et de tension. Le circuit a été créé avec Microcap, donc, les valeurs des composants sont indiquées sans unités dans le schéma.

- Analyse structurelle du circuit :
 - Déterminer le nombre de branches.
 - Déterminer le nombre de nœuds.
 - En déduire le nombre de boucles indépendantes.
- Méthode de Kirchhoff (approche dite « force brute améliorée ») :
 - Indiquer le nombre d'équations indépendantes issues des lois de Kirchhoff (LKC et LKT).
 - Écrire ces équations en utilisant les conventions d'orientation du circuit.
Nota bene 1 : n'oubliez pas de choisir à l'avance le sens des courants dans les branches, ce qui fixe par conséquent le signe « + » sur les composants.
Nota bene 2 : identifier et marquer clairement sur le schéma :
 - les nœuds utilisés pour appliquer les LKC,
 - les boucles choisies pour appliquer les LKT.
- Méthode de nœuds :
 - Choisir un nœud de référence.
 - Établir les équations nodales associées aux autres nœuds.
 - Écrire le système d'équations nodales sous forme matricielle (avec les valeurs numériques des composants).
 - Exprimer la tension aux bornes de la source de courant I_2 en fonction des tensions des nœuds et des valeurs des résistances et des sources du circuit.

Remarque importante : Il n'est pas demandé de résoudre numériquement le système obtenu.



1)



$$E_2 = 100 - 75 = 25 \text{ Wh} \\ = 12 \text{ W} \times \Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{25}{12} = \underline{2.08 \text{ h}}$$

l'énergie est l'intégrale de la puissance!

$$E_1 = 50 \text{ W} \times 1.5 \text{ h} = 75 \text{ Wh}$$

$$\Rightarrow t = 1.5 + 2.08$$

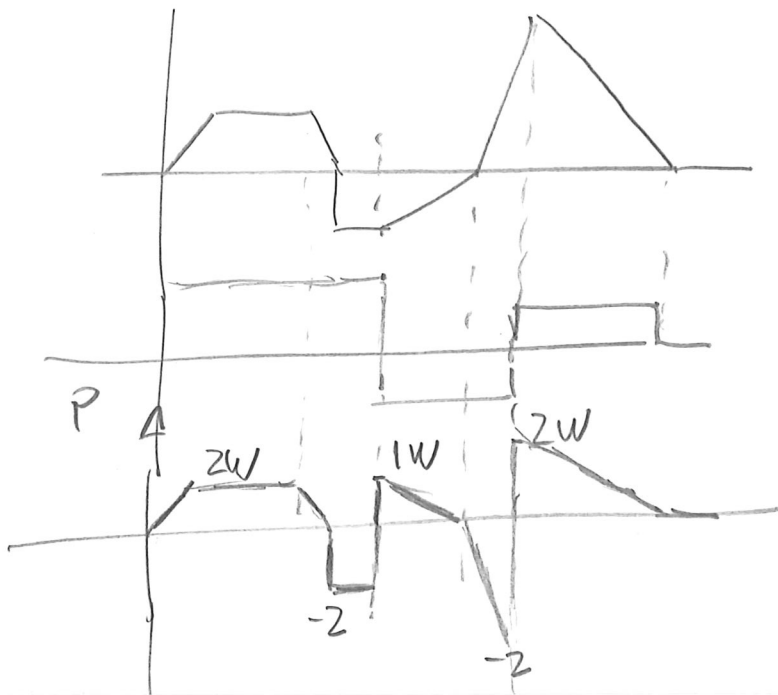
$$\underline{t = 3.58 \text{ h}} \quad (215 \text{ min.}) \quad (3 \text{ h } 35)$$

2)

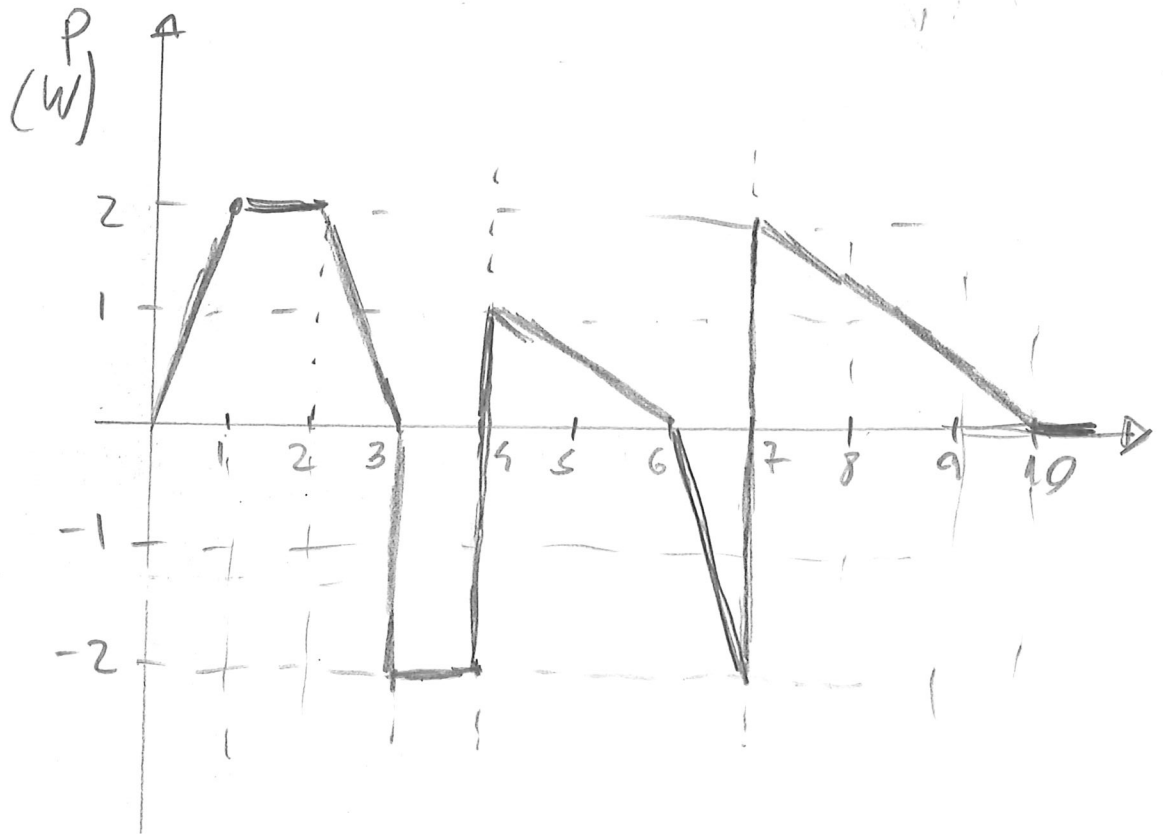
$$Q = \int i dt =$$

$$= 0.5C + 1C + 0.5C - 1C - \frac{2 \times 1C}{2} + \frac{2 \times 1}{2} + \frac{3 \times 2}{2}$$

$$\underline{Q = 4C}$$



(7 min)



———— x ————

3) $\left\{ \left[(3R \parallel R) + 2R \right] \parallel R \right\} + 2R$ (3 min)

$$\frac{3R \cancel{R}}{4R}$$

$$2R + \frac{3R}{4} = \frac{11R}{4}$$

$$\frac{\frac{11R^2}{4}}{\frac{11R}{4} + R} = \frac{\frac{11}{4}R}{\frac{15}{4}}$$

$$\frac{11R}{15}$$

$$\frac{11R}{15} + 2R = \frac{41R}{15} = \underline{2,7\overline{3}R}$$

4)

$$\frac{24 - V_F}{V_F} = 0,04$$

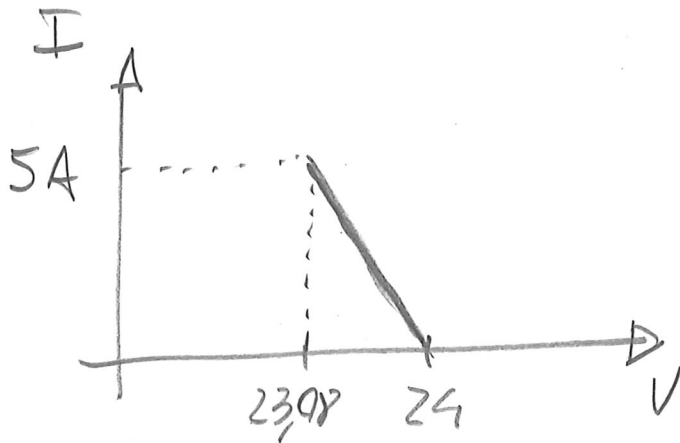
(3:30 min)

(2)

$$\frac{24 - 1}{V_F} = 0,04$$

$$\frac{24}{V_F} = 1,04$$

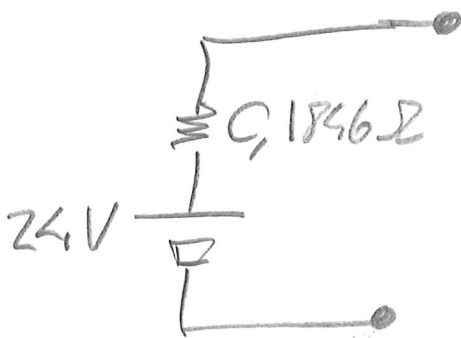
$$V_F = \frac{24}{1,04} = 23,08 \text{ V}$$



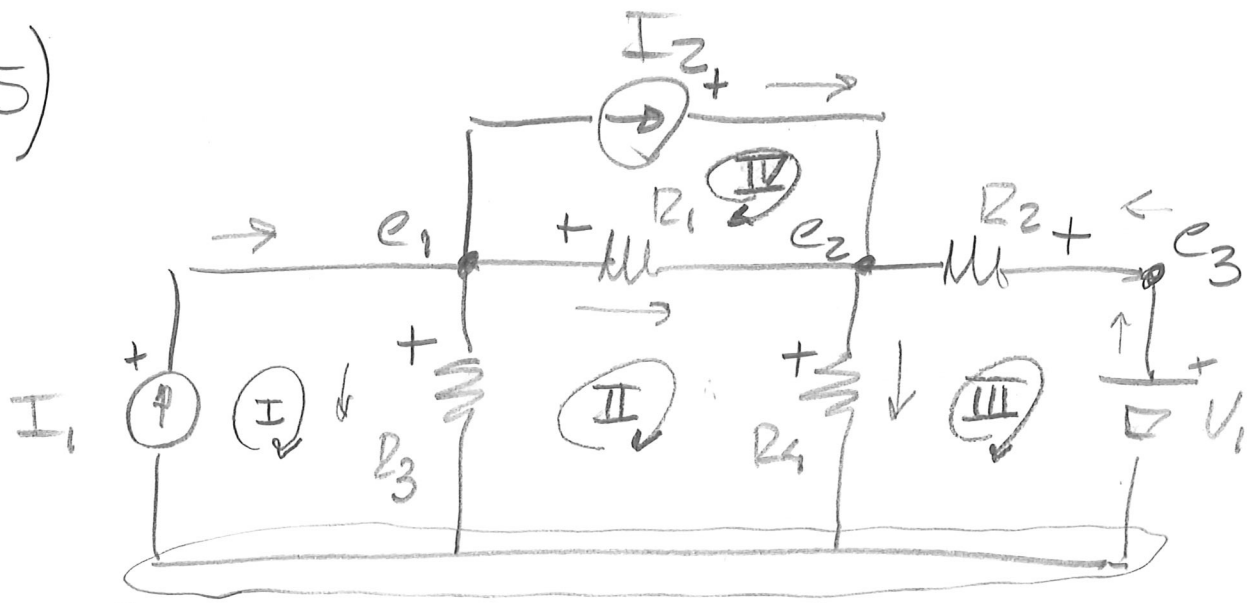
$$\frac{1}{2} = \frac{5}{24 - 23,08}$$

$$R = \frac{24 - 23,08}{5}$$

$$R = 0,1846 \Omega$$



5)



a) e_0

$$b = \# \text{ components} = 7$$

$$N = 4$$

$$L = b - N + 1 = 7 - 4 + 1 = 4$$

$$b) \# \text{ LKC} = N - 1 = 3$$

$$\# \text{ LKT} = L = 4$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{LKC } e_1: I_1 - i_{R3} - i_{R1} - I_2 = 0 \\ \text{LKC } e_2: i_{R1} - i_{R4} + i_{R2} + I_2 = 0 \\ \text{LKC } e_3: i_{V1} - i_{R2} = 0 \end{array} \right\} \times 3$$

(3)

$$\text{LKT I: } -N_{I_1} + N_{R_3} = 0$$

$$\text{LKT II: } -N_{R_3} + N_{R_1} + N_{e_4} = 0$$

$$\text{LKT III: } -N_{R_4} - N_{R_2} + N_{V_1} = 0$$

$$\text{LKT IV: } -N_{R_1} - N_{I_2} = 0$$

 $\left. \begin{array}{l} \text{LKT I} \\ \text{LKT II} \\ \text{LKT III} \\ \text{LKT IV} \end{array} \right\} \times 4$

 x

c) Méthode maeuds:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{LKC } e_1: I_1 - e_1 G_3 - (e_1 - e_2) G_1 - I_2 = 0 \\ \text{LKC } e_2: (e_1 - e_2) G_1 - e_2 G_4 + \underbrace{(e_3 - e_2) G_2}_{10V} + I_2 = 0 \\ e_3 = 10V \end{array} \right.$$

$$e_1(-G_1 - G_3) + e_2(G_1) = I_2 - I_1$$

$$e_1(G_1) + e_2(-G_1 - G_2 - G_4) = -I_2 - 12G_2$$

$$\begin{bmatrix} -G_1 - G_3 & G_1 \\ G_1 & -G_1 - G_2 - G_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_2 - I_1 \\ -I_2 - 12G_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{1}{R_1} & -\frac{1}{R_3} \\ \frac{1}{R_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} \\ -\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_2 - I_1 \\ -I_2 - \frac{12}{R_2} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\frac{1}{40} & -\frac{1}{10} \\ \frac{1}{40} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{40} \\ -\frac{1}{40} - \frac{1}{50} - \frac{1}{20} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - 4 \\ -1 - \frac{10}{50} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -0,125 & 0,025 \\ 0,025 & -0,095 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 \\ -1,2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 28V \\ 20V \end{bmatrix}$$

$$\text{IV: } \boxed{V_{I_2} = e_2 - e_1}$$

S'on met e_3 dans la matrice:

(4)

$$\begin{bmatrix} -G_1 - G_3 & G_1 & 0 \\ G_1 & -G_1 - G_2 - G_3 & G_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_2 - I_1 \\ -I_2 \\ 10 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow [e_1, e_2, e_3]^T = [28V, 20V, 10V]^T$$
