



DIPÔLES ET RÉSEAUX LINÉAIRES

TD

CPGE
PTSI-PT
Lycée Jean Zay - ThiersCompétences visées: C1-06, C2-11
Séquence 8 - Dipôles et réseaux linéaires

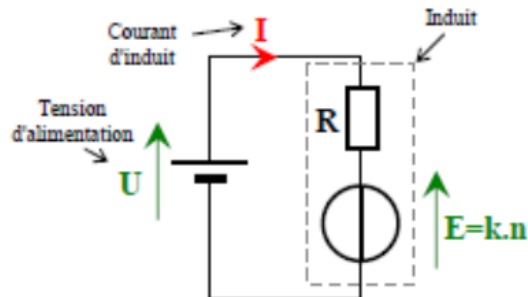
v1

Lycée Jean Zay - 21 rue Jean Zay - 63300 Thiers - Académie de Clermont-Ferrand

EXERCICES

1 Machine à courant continu

1.1 Caractéristiques de la machine



Un moteur à courant continu à excitation séparée possède les caractéristiques suivantes :

- Tension d'alimentation : $U = 230 \text{ V}$
- Résistance d'induit : $R = 2 \Omega$
- F.e.m. : $E = k \cdot n$ avec $k = 0,15 \text{ V} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$ et n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$

Essai à vide

A vide, le moteur absorbe un courant $I_0 = 4 \text{ A}$

- Q1 Déterminer la valeur de la f.e.m. E_0
- Q2 Déterminer sa fréquence de rotation n_0 en tr/min

Essai en charge

En charge, le moteur tourne à la vitesse $n = 1360 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$

- Q3 Déterminer la valeur de la f.e.m. E
- Q4 Déterminer la valeur du courant absorbé I



1.2 Modélisation "dipôle"

Une génératrice à courant continu à excitation indépendante est utilisée pour alimenter un récepteur résistif (résistance chauffante).



Des essais en charge réglable sur la génératrice ont donné les résultats suivants :

I(A)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
U(V)	400	392	384	376	368	360	352	344	336

- **Q5** Tracer la courbe $U = f(I)$.
- **Q6** Justifier que la génératrice peut être remplacée par un modèle de Thévenin.
- **Q7** Déterminer les éléments U_0 et R_0 du modèle de Thévenin.
- **Q8** Qui est responsable, à l'intérieur de la génératrice, de la chute de tension lors du débit de courant ?

On utilise maintenant la génératrice pour alimenter une résistance $R = 30 \Omega$.

- **Q9** Faire un schéma en remplaçant la génératrice par son modèle de Thévenin.
- **Q10** Calculer alors les valeurs de U et I lors du branchement de la résistance R .

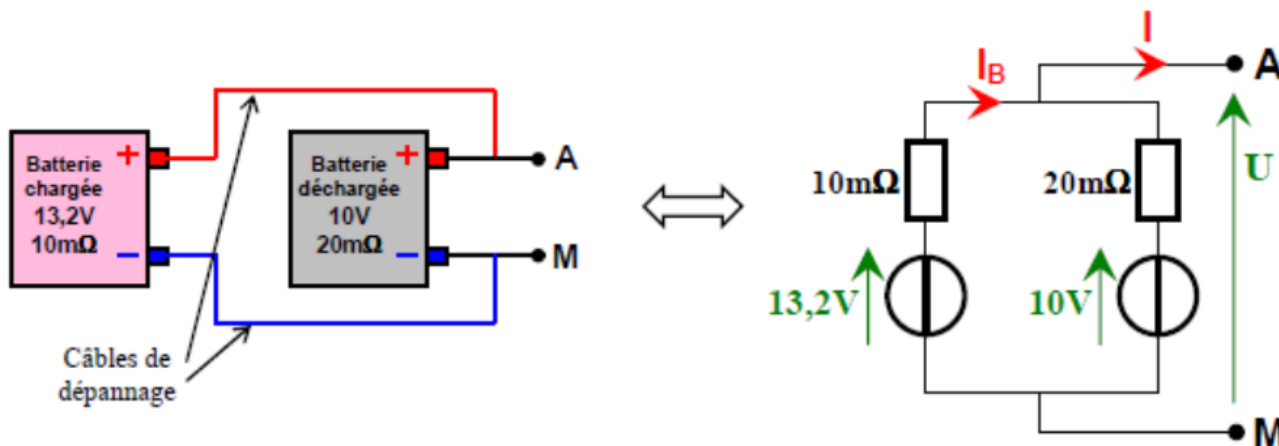
Utiliser pour cela deux méthodes : méthode graphique/par le calcul

2 Batterie déchargée



Un automobiliste constate que sa batterie est déchargée.

Le modèle équivalent de Thévenin de la batterie déchargée est $10V; 20m\Omega$.



Q11 Le démarreur de la voiture absorbe un courant $I = 200 A$ et a besoin d'une tension supérieure à $10 V$ pour fonctionner. Montrer qu'avec la batterie déchargée, le démarreur ne peut fonctionner.

Pour se dépanner, l'automobiliste branche alors une deuxième batterie chargée (deuxième véhicule + câbles). La figure suivante montre le schéma électrique de l'association des deux batteries :

Q12 Immédiatement après la connexion, un courant de boucle I_B circule entre les deux batteries. Calculer l'intensité de I_B .

Pour la suite du problème (sauf dernière question), on ne tient plus compte du courant I_B .

Q13 Déterminer le modèle équivalent de Thévenin (U_0 et R_0) de l'association des batteries entre les points A et M.

Indications :

- Transformer les modèles de Thévenin en modèles Norton.
- Associer les deux modèles de Norton pour n'en faire qu'un.
- Transformer le "Norton" en "Thévenin"

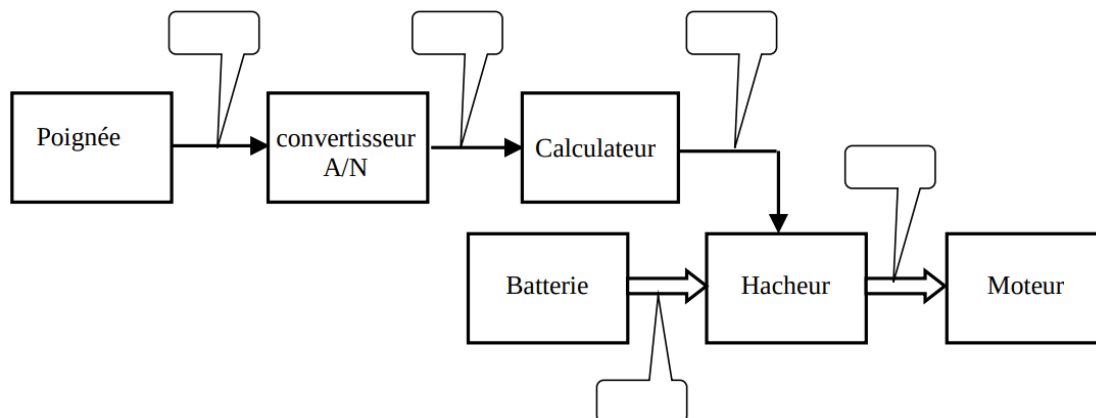
Q14 L'automobiliste actionne le démarreur (branché entre A et M avec $I = 200A$), montrer que le démarrage est maintenant possible.

Indication : On rappelle que le démarreur a besoin d'une tension U supérieure à $10 V$

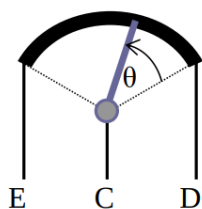
Q15 Pour finir, on considère le cas où les batteries ont été branchées par erreur (bornes "+" et "-" ensemble). Quelle est l'intensité du courant I_B qui circule alors entre les deux batteries ?

3 Commande de vitesse d'un scooter électrique

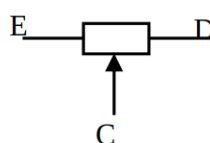
La structure du dispositif de commande est la suivante :



L'information délivrée par la poignée est une tension dont la valeur est représentative de l'angle de rotation de la poignée. Le capteur d'angle est un potentiomètre dont la course est de 120° .



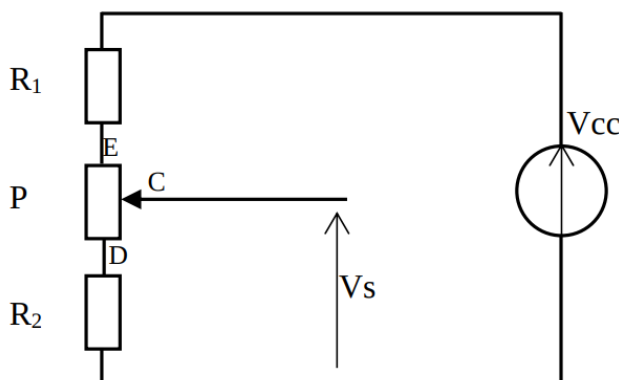
Symbole d'un potentiomètre



Ce potentiomètre est constitué d'une piste résistante sur laquelle se déplace un curseur. La section de la piste résistante est constante ; la résistance entre R et C est donc proportionnelle à l'angle de rotation θ .

3.1 Principe

Le potentiomètre est alimenté par une tension constante entre E et D selon le schéma ci-dessous :



La tension V_{cc} est fournie par un circuit alimenté par la batterie.

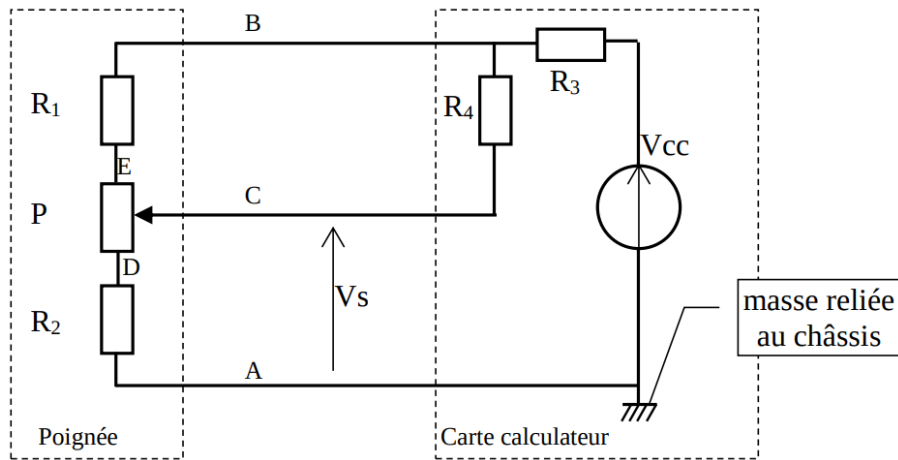
$$V_{cc} = 5V \quad R_1 = R_2 = 1k\Omega \quad P = 2,7k\Omega$$

Q16 Déterminer l'expression de V_s en fonction de $R_1, R_2, P, V_{cc}, \theta$. Faire l'application numérique et représenter l'évolution de V_s en fonction de θ pour $0 < \theta < 120^\circ$.



3.2 Montage réel

Pour pouvoir repérer d'éventuels défauts dans le câblage, le montage réel est le suivant :



$$R_1 = R_3 = 500 \Omega, R_2 = 1 k\Omega, P = 2,7 k\Omega, R_4 = 20 k\Omega$$

Q17 Vérifier que si R_4 est grande devant toutes les autres résistances, ce montage est équivalent au précédent.

Lors des rotations du guidon, les fils A , B , C sont soumis à des torsions et à des frottements contre le châssis.

Pour des raisons de sécurité évidentes, il est important de pouvoir détecter un défaut éventuel sur ces liaisons afin de couper la commande du moteur dans ce cas.

Q18 Quelle est la plage de tension de V_s lors du fonctionnement normal ?

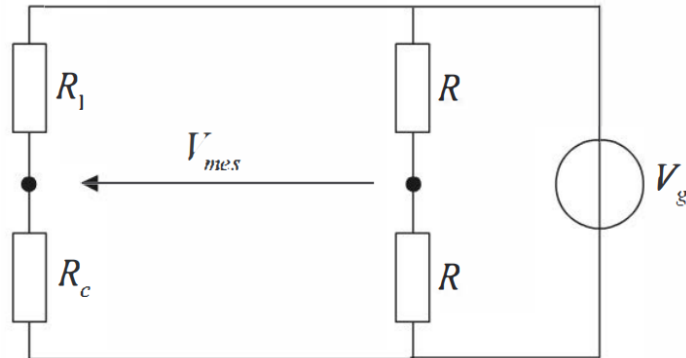
Q19 Déterminer Les plages de tension V_s pour les situations suivantes :

- coupure d'un ou plusieurs fils (A , B , C , A et B , A et C , B et C , A et B et C)
- court circuit entre fils (AB , AC , BC , ABC)

4 Fils de capteur - Pont de Wheatstone

On considère une résistance thermométrique Pt100 de résistance $R_c(T) = R_0(1 + \alpha T)$ où T représente la température en $^{\circ}C$, $R_0 = 100\ \Omega$ la résistance à $0^{\circ}C$ et $\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3}\ ^{\circ}C^{-1}$ le coefficient de température.

Cette résistance est placée dans un pont de Wheatstone schématisé à la figure suivante. Le pont est alimenté par une source de tension de force électromotrice V_g et de résistance interne négligeable.



On se limite à l'étendue de mesure $[0^{\circ}C; 100^{\circ}C]$ et on équilibre le pont pour la valeur $T_0 = 50^{\circ}C$ de la température pour laquelle on pose $R_c(T_0) = R_{c0}$.

L'impédance des fils de liaison liant le capteur au reste du montage est totalement négligeable (le capteur est physiquement proche du pont).

Q20 Déterminer la valeur de R_1 qui permet d'équilibrer le pont.

On limite le courant I dans la Pt100 à moins de $5\ mA$ afin de pouvoir négliger l'auto échauffement.

Q21 Fixer la valeur maximale de la tension d'alimentation permettant cette limitation du courant.

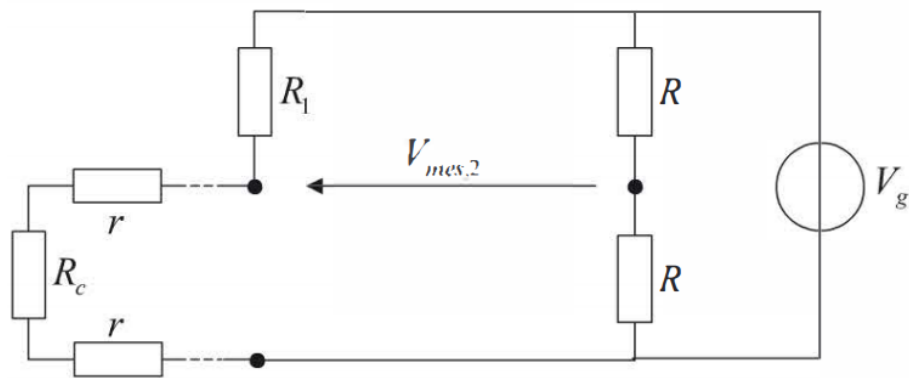
Q22 Établir l'expression de la tension différentielle de mesure pour une valeur quelconque de la température pour laquelle on posera :

$$R_c(T) = R_c(T_0 + \Delta T) = R_{c,0} + \Delta R_c$$

$$V_{mes}(T) = V_{mes}(T_0 + \Delta T) = V_{mes,0} + \Delta V_{mes}$$

Q23 En déduire une approximation au premier ordre en $\frac{\Delta R_c}{R_{c0}}$ de la sensibilité de la mesure $S_{mes} = \frac{\Delta V_{mes}}{\Delta T}$.

Le capteur est maintenant mis en service mais à grande distance de l'électronique constituée par le pont, de son alimentation et du système de mesure de la tension différentielle. La résistance des fils de liaison du capteur à son électronique n'est plus négligeable. Celle-ci est modélisée selon la figure suivante par deux résistances supplémentaires r .



Q24 Calculer la tension de déséquilibre $V_{mes,2}$ du pont dans ce cas puis l'erreur δV_2 entraînée par les fils de liaison.

Q25 Calculer la valeur maximale de r pour que l'erreur introduite sur la mesure d'une température reste inférieure à $\delta T = 0,2^\circ C$.

On suppose que le fil de liaison est un fil de cuivre de diamètre $d = 0,5\text{ mm}$ et de résistivité $1,72 \cdot 10^{-8}\ \Omega m$.

Q26 Calculer la longueur des fils de liaison qui correspondent à cette résistance.