

Approfondissement Signaux et capteurs

Diode, résistance équivalente, incertitudes, jauge de contrainte

5 exercices · niveau ●●● · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée



R. RINGUET · 2026 – 2027

★ À RETENIR — Pour aller plus loin

- Exploiter la caractéristique d'une diode et une droite de charge ; dimensionner une résistance de protection ; établir les lois d'association des conducteurs ohmiques.
- Traiter une série de mesures (moyenne, écart-type, incertitude-type) ; exploiter un capteur à très faible variation.

Exercice 1 La diode électroluminescente et sa droite de charge



Une diode électroluminescente (DEL) rouge est branchée en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 160 \, \Omega$ et une pile de tension constante $E = 4,5 \, \text{V}$. La caractéristique $U_D = f(I)$ de la DEL, relevée dans le sens passant, est tracée sur la figure 1.

- 1.1 La DEL est-elle un dipôle ohmique ? Que se passe-t-il si on la branche dans l'autre sens ? Quelle tension minimale, appelée *tension de seuil*, faut-il appliquer pour qu'un courant la traverse ? La lire sur la figure.
- 1.2 Faire le schéma du circuit. En appliquant la loi des mailles, montrer que la tension aux bornes de la DEL vérifie $U_D = E - RI$.
- 1.3 Cette relation est celle d'une droite, appelée *droite de charge*. Calculer U_D pour $I = 0$ et pour $I = 20 \, \text{mA}$, puis tracer cette droite sur la figure 1.
- 1.4 En déduire le point de fonctionnement du circuit : intensité du courant et tension aux bornes de la DEL. Calculer alors la tension aux bornes du conducteur ohmique et vérifier la loi des mailles.
- 1.5 La DEL ne doit pas être traversée par un courant supérieur à $20 \, \text{mA}$. Le choix de R est-il correct ? Déterminer la plus petite résistance de protection acceptable, sachant que la tension aux bornes de la DEL vaut alors $2,2 \, \text{V}$.

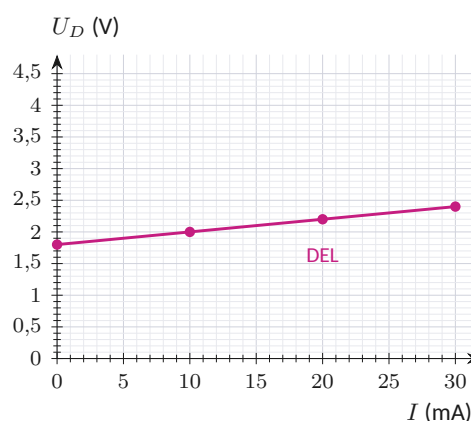


Figure 1 — Caractéristique de la DEL (à compléter)

Exercice 2 Deux conducteurs ohmiques n'en font qu'un



(Hors programme — pour aller plus loin.) On appelle *résistance équivalente* R_{eq} d'une association de deux conducteurs ohmiques la résistance du conducteur ohmique unique qui, sous la même tension, serait traversé par le même courant.

- 2.1 Deux conducteurs ohmiques R_1 et R_2 sont en **série** sous une tension U . En écrivant la loi des mailles et la loi d'Ohm pour chacun, démontrer que $R_{\text{eq}} = R_1 + R_2$.
- 2.2 Application : $R_1 = 220 \, \Omega$ et $R_2 = 330 \, \Omega$ sont branchés en série sous $U = 11,0 \, \text{V}$. Calculer R_{eq} , l'intensité du courant, puis la tension aux bornes de chacun. Vérifier la loi des mailles.

- 2.3** Les deux conducteurs ohmiques sont maintenant en **dérivation** sous la tension U . En écrivant la loi des nœuds et la loi d'Ohm, démontrer que $\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.
- 2.4** Application : $R_1 = 300 \, \Omega$ et $R_2 = 600 \, \Omega$ sont branchés en dérivation sous $U = 6,0 \, \text{V}$. Calculer I_1 , I_2 , l'intensité totale et R_{eq} ; vérifier la formule démontrée, puis comparer R_{eq} à R_1 et R_2 dans les deux associations et énoncer une règle qualitative.

Exercice 3 Dix fois la même mesure



Un groupe d'élèves mesure dix fois la résistance d'un même conducteur ohmique, en refaisant le montage à chaque fois. Les résultats, en ohms, sont :

98,4	101,2	99,6	100,8	97,9	102,1	100,3	99,1	101,5	99,1
------	-------	------	-------	------	-------	-------	------	-------	------

- 3.1** Pourquoi les dix résultats ne sont-ils pas identiques ? Citer deux causes possibles de cette variabilité.
- 3.2** Calculer la valeur moyenne $\bar{R}$ de la série.
- 3.3** À la calculatrice, déterminer l'écart-type expérimental s de la série (calculé avec $n - 1$, noté s_x ou σ_{n-1} ; arrondi à $0,01 \, \Omega$), puis l'incertitude-type $u(\bar{R}) = s/\sqrt{n}$ où n est le nombre de mesures. Écrire le résultat sous la forme $R = \bar{R} \pm u(\bar{R})$, avec un nombre de chiffres cohérent.
- 3.4** Les anneaux du conducteur ohmique indiquent $100 \, \Omega$ à $1 \, \%$ près. Le résultat de la mesure est-il compatible avec cette indication ? Justifier.
- 3.5** Les élèves veulent diviser l'incertitude-type par deux. Combien de mesures devraient-ils réaliser, en supposant s inchangé ?

Exercice 4 Le pèse-personne électronique



Une jauge de contrainte est un fil conducteur collé sur une pièce métallique qui se déforme sous l'effet du poids : sa résistance augmente très légèrement avec la masse m posée sur le plateau. L'étalonnage d'un pèse-personne donne :

$m \, (\text{kg})$	0	20	40	60	80	100
$R \, (\Omega)$	120,00	120,24	120,48	120,72	120,96	121,20

- 4.1** Montrer que R est une fonction affine de m et déterminer la *sensibilité* du capteur (augmentation de résistance par kilogramme).
- 4.2** Écrire la relation $R = R_v + k m$ en précisant les valeurs et les unités de R_v et de k . En déduire la masse d'une personne pour laquelle on mesure $R = 120,90 \, \Omega$.
- 4.3** La jauge est associée à un conducteur ohmique fixe de résistance $R_0 = 120,00 \, \Omega$ dans un pont diviseur alimenté sous $U_{\text{alim}} = 5,000 \, \text{V}$. La tension mesurée aux bornes de la jauge vaut $U = U_{\text{alim}} \times \frac{R}{R_0 + R}$. Calculer U pour $m = 0$, puis pour $m = 100 \, \text{kg}$.
- 4.4** En déduire la variation de tension correspondant à $100 \, \text{kg}$, en millivolts, puis celle qui correspond à $1 \, \text{kg}$. Pourquoi le constructeur place-t-il un amplificateur entre le pont diviseur et le microcontrôleur ?

Exercice 5 Problème ouvert : une guirlande de vingt DEL



On réalise une guirlande de vingt DEL identiques, alimentée par un bloc secteur délivrant une tension constante de $5,0 \, \text{V}$. Chaque DEL fonctionne correctement sous $2,0 \, \text{V}$ lorsqu'elle est traversée par un courant de $20 \, \text{mA}$; elle est détruite au-delà de $25 \, \text{mA}$.

- 5.1** Expliquer pourquoi on ne peut pas brancher une DEL seule directement sur le bloc secteur.
- 5.2** Proposer un schéma de la guirlande, chaque DEL étant protégée par son propre conducteur ohmique, toutes les branches étant en dérivation ; déterminer la résistance de protection à utiliser.
- 5.3** Calculer l'intensité totale débitée par le bloc secteur, limité à $0,50 \, \text{A}$: le montage convient-il ? Montrer enfin, sans calcul compliqué, qu'un montage des vingt DEL en série ne peut pas fonctionner sous $5,0 \, \text{V}$.