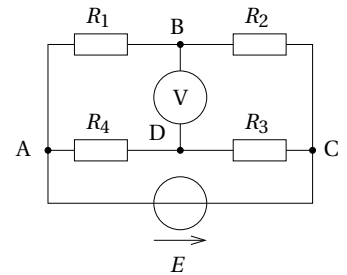


1 Pont de Wheatstone ★

Un pont de Wheatstone permet de mesurer une résistance inconnue (par exemple R_1). Un voltmètre de résistance interne R très supérieure aux autres résistances du circuit mesure la différence de potentiels $U_{BD} = V_B - V_D$.

1. Exprimer U_{BD} en fonction de E et des résistances R_1, R_2, R_3 et R_4 . [A0.12]
2. À l'équilibre du pont ($U_{BD} = 0$) quelle relation lie les résistances R_1, R_2, R_3 et R_4 ?

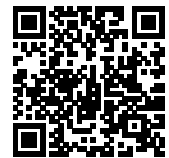


2 Mesures de résistances ★

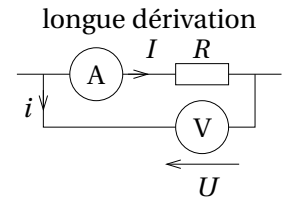
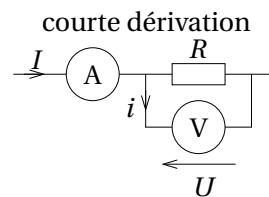
On cherche l'erreur commise lors de la mesure d'une résistance dans les montages courte et longue dérivation. La valeur mesurée est $R_{mes} = U/I$, U étant la valeur lue sur le voltmètre de résistance R_V et I la valeur lue sur l'ampèremètre de résistance R_A .

1. Quel est le modèle d'un ampèremètre idéal? d'un voltmètre idéal?
2. Paul a lu les documentations techniques du voltmètre et de l'ampèremètre pour trouver R_V et R_A . Il a noté 10Ω et $10^6 \Omega$ sans préciser l'appareil. Quelle est la valeur de R_V et R_A ?
3. En salle de TP, nous utilisons des multimètres ISO TECH. Rechercher dans la documentation constructeur les valeurs des résistances R_V et R_A . [A0.14]
4. Exprimer pour chaque montage R_{mes} en fonction de R, R_V et R_A , puis l'erreur relative $\varepsilon = \frac{R_{mes} - R}{R}$. [A0.11]
5. Quel est, selon la valeur de R , le montage à réaliser? [A0.14]
6. A.N : $R = 5000 \Omega$. Quel est le meilleur montage? Quelle est l'erreur relative commise ?

Documentation multimètre ISO TECH :

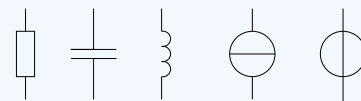


Doc 1



Modélisation

Les dipôles élémentaires suivants permettent par leur association de **modéliser** le comportement d'un circuit, d'un composant électrique.



Par exemple une batterie (dipôle actif) peut être modélisée, pour un domaine de fonctionnement défini, par l'association d'une source idéale de tension et d'une résistance.



symbole

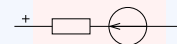


schéma électrique équivalent

De même un condensateur réel avec ses défauts (dipôle passif) peut être modélisé, pour un domaine de fonctionnement défini, par le schéma suivant :



symbole

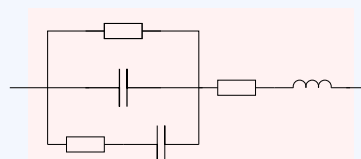
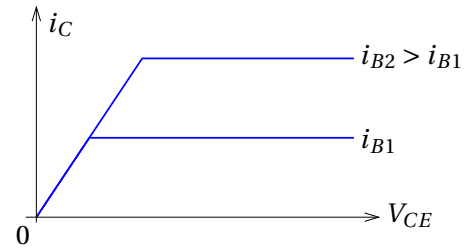
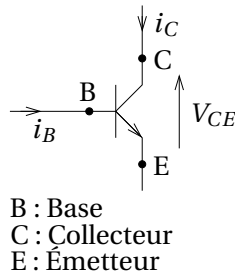


schéma électrique équivalent

3 Transistor bipolaire ★

Un transistor bipolaire est un interrupteur (entre C et E) commandé par un courant i_B caractérisé par son coefficient d'amplification β . Deux modes caractérisent son fonctionnement :

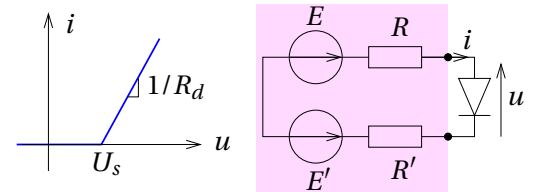


- { fonctionnement linéaire : $i_C = \beta i_B$
- { fonctionnement en saturation : $i_C < \beta i_B$

1. Définir pour chaque zone de fonctionnement du transistor, un modèle électrique équivalent entre les bornes C et E (en faisant abstraction de la borne de commande B). [A0.15]

4 Circuit à diode ★★

1. À l'aide de la caractéristique $i = f(u)$ de la diode, proposer deux modèles électriques équivalents correspondant à chaque zone de la caractéristique (tension seuil U_s , résistance dynamique R_d). Préciser pour chaque état si la diode est « passante » ou « bloquée ». [A0.10]



2. Déterminer le modèle équivalent de Thévenin au dipôle $\{E, E', R, R'\}$. [A0.10]

3. En superposant les caractéristiques des deux dipôles, mettre en évidence le point de fonctionnement du montage.

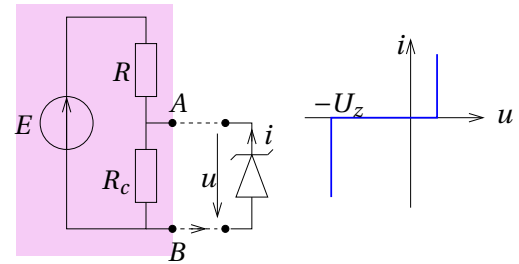
4. En déduire l'intensité du courant traversant la diode. [A0.15]

5 Stabilisation par diode Zener ★★

1. Déterminer le modèle électrique équivalent de Thévenin du dipôle AB. [A0.10]

2. On place une diode ZÉNER (dont la caractéristique est représentée) aux bornes de AB. Déterminer graphiquement le point de fonctionnement. [A0.15]

3. Montrer alors que si $R_c > R_{c0}$, la tension U_{AB} est indépendante de R et égale à U_z ($U_z > 0$). Quelle est l'expression de la valeur seuil R_{c0} ?



6 Détermination expérimentale des paramètres d'un modèle ★

On donne ci-dessous plusieurs lois physiques en précisant les grandeurs que l'on suppose pouvoir faire varier et mesurer expérimentalement (toutes les autres sont supposées constantes). L'objectif est en utilisant une **régression linéaire ou affine** de déterminer le ou les paramètres physiques du modèle indiqués.

Pour chaque expression, on précisera la linéarisation utilisée en donnant explicitement les variables Y et X telles que $Y = aX(+b)$. Donner aussi les expressions de a et b en fonction des paramètres physiques recherchés.

- loi de CAUCHY : $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$; grandeurs mesurées n, λ ; paramètres du modèle à déterminer A et B
- formule de la diffraction : $\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$; grandeurs mesurées θ, d ; paramètres du modèle à vérifier λ
- vitesse de propagation d'une onde en eau peu profonde : $c = \sqrt{gd}$; grandeurs mesurées c, d ; paramètre du modèle à vérifier g
- évolution de la pression atmosphérique avec l'altitude : $p = p_0 \exp(-\frac{z}{H})$; grandeurs mesurées p, z ; paramètres du modèle à déterminer p_0 et H
- évolution de la concentration d'une solution en fonction du temps $c(t) = \frac{c_0}{1 + c_0 kt}$; grandeurs mesurées c, t ; paramètres du modèle à déterminer c_0 et k
- relation de conjugaison entre la position d'un objet et celle de son image par une lentille : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$; grandeurs mesurées OA et OA' ; paramètre du modèle à déterminer f'

Correction

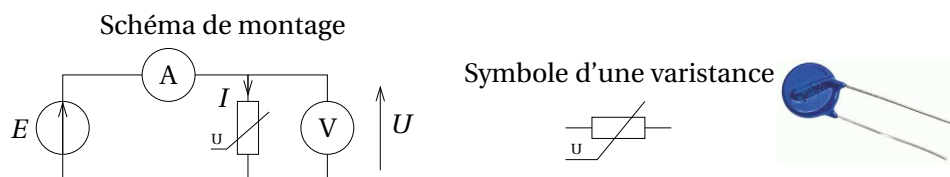


7 [Capacité numérique] Caractéristique statique d'une varistance *

Rappel : l'ensemble des données numériques sera traité en utilisant les propriétés des tableaux numpy, conçus pour le calcul scientifique.

Une **varistance** (Contraction de variable et résistance, en anglais **V.D.R.** : Volt Dependent Resistor) est un composant dont la résistance dépend de la tension appliquée à ses bornes.

On relève la caractéristique expérimentale d'une varistance à l'aide du montage suivant en faisant varier la source de tension.



On relève les points expérimentaux suivants :

U (en V)	1,02	1,51	1,98	2,47	3,05	3,50	3,97	4,63	5,00	5,52	6,03	7,04	7,62
I (en A)	1,2	2,4	3,4	5,2	7,4	10,0	12,5	17,7	20,6	26,2	32,0	47,5	59,8

1. Afin de relever la caractéristique statique de la varistance, quel réglage AC ou DC doit-on adopter pour l'ampèremètre et le voltmètre ?
2. À l'aide d'un script python, tracer la caractéristique expérimentale $I = f(U)$ de la varistance. Que constatez-vous ? Le comportement d'une varistance est habituellement modélisé par la relation : $I = K \cdot U^\alpha$.
3. Rappeler comment doit-on procéder afin de déterminer les coefficients du modèle K et α , à l'aide d'une régression linéaire ?
4. À l'aide de la fonction `polyfit` de la bibliothèque `numpy`, déterminer K et α . [N5.4]
5. Superposer sur un même graphe, la droite de régression et les points expérimentaux. En affichant les résidus, conclure quant à la pertinence du modèle choisi.

Correction



Régression linéaire avec Python :

La fonction `polyfit` de la bibliothèque `numpy` permet de réaliser une régression linéaire sur une série de données. Dans le cas d'une régression d'ordre 1, elle retourne 2 valeurs : les coefficients a et b de la régression $y = ax + b$:

```
python
import numpy as np

# tableaux numpy contenant les données expérimentales
x=np.array([0,2.5,5,7.5,10])
y=np.array([2.2,7.7,12.4,17.7,21.1])

# régression linéaire d'ordre 1
(pente,ordonnee)=np.polyfit(x,y,1)
```

Attention, cette fonction ne permet pas de réaliser une régression linéaire en prenant en compte les incertitudes sur les mesures !

Doc 1

Au programme :

Nature et méthodes	Capacités exigibles
PCSI : 5. Circuits électriques dans l'ARQS	
Charge électrique, intensité du courant. Potentiel, référence de potentiel, tension. Puissance. Savoir que la charge électrique est quantifiée.	[A0.1] Exprimer l'intensité du courant électrique en termes de débit de charge. [A0.2] Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence. Relier la loi des noeuds au postulat de la conservation de la charge. [A0.3] Utiliser la loi des mailles. [A0.4] Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur. [A0.5] Citer les ordres de grandeur des intensités et des tensions dans différents domaines d'application.
Dipôles : résistances, condensateurs, bobines, sources décrites par un modèle linéaire.	[A0.6] Utiliser les relations entre l'intensité et la tension. [A0.7] Citer les ordres de grandeurs des composants R, L, C. [A0.8] Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance. [A0.9] Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine. [A0.10] Modéliser une source non idéale en utilisant la représentation de Thévenin.
Association de deux résistances.	[A0.11] Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente. [A0.12] Établir et exploiter les relations de diviseurs de tension ou de courant.
Résistance de sortie, résistance d'entrée.	[A0.13] Étudier l'influence de ces résistances sur le signal délivré par un GBF, sur la mesure effectuée par un oscilloscope ou un multimètre. [A0.14] Évaluer les grandeurs à l'aide d'une notice ou d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de leurs valeurs sur le fonctionnement d'un circuit.
Caractéristique d'un dipôle. Point de fonctionnement.	[A0.15] Étudier la caractéristique d'un dipôle pouvant être éventuellement non-linéaire [A0.16] Mettre en œuvre un capteur dans un dispositif expérimental.
Domaines numériques	
PCSI - 5. Probabilité-statistiques	
Régression linéaire	[N5.4] Utiliser la fonction polyfit de la bibliothèque numpy (sa spécification étant fournie) pour exploiter des données.

Éléments de correction:

Ex. 1 : $R_1 R_3 = R_2 R_4$. Résultat à connaître!

Ex. 2 :

1. courte dérivation $R_{mes} = RR_V / (R + R_V)$, $\varepsilon = -R/R_V$

longue dérivation $R_{mes} = R + R_A$, $\varepsilon = \frac{R_A}{R}$

2. si $R \leq \sqrt{R_A R_V} \Rightarrow$ courte dérivation sinon longue dérivation.

3. longue dérivation, $\varepsilon = 0,2\%$

Ex. 3 :

Ex. 5 :

$$1. E_{th} = \frac{R_c}{R + R_c} E \text{ et } R_{th} = R // R_c$$

$$3. R_{c0} = \frac{U_z}{E - U_z} R$$

Ex. 7 :

1. multimètre en DC, mesure de valeur moyenne (ou constante)

3. Pour obtenir une équation du type $Y = aX + B$, il faut prendre le logarithme de l'équation : $X = \ln(U)$, $Y = \ln(I)$, $a = \alpha$ et $b = \ln K$.

4. $K = 0,98$, $\alpha = 1,92$