

Premiers pas au laboratoire

À l'aide de quelques montages vus en TD ou en cours, ce TP a pour but premier de vous familiariser avec les appareils et les composants usuels du laboratoire. À cette occasion, vous serez amené(e) à déterminer la résistance d'un résistor, les résistances d'entrée d'un voltmètre et d'un ampèremètre et à vérifier les résultats obtenus en cours.

Ce TP s'appuie sur le travail effectué lors des chapitres § ELCT 1 Analyser un circuit électrocinétique et § ELCT 2 Étudier un circuit électrocinétique. Les relations notées (*) sont celles qu'il faut savoir retrouver et les heures mentionnées sont données à titre purement indicatif de façon à permettre l'évaluation de l'importance relative des différentes parties.

.....
Matériel utilisé :

➤ une boîte de résistances	➤ 2 GBF	➤ 2 résistances de 220 Ω
➤ un multimètre à main	➤ 2 résistances de 82 Ω	➤ 1 résistance de 330 Ω
➤ un multimètre sur table	➤ 2 résistances de 100 Ω	

.....

I) Mesurer une résistance

1°) À l'ohmmètre

i. présentation des acteurs

La résistance variable (ou boîte à décade). C'est un dipôle symbolisé par dont il est possible de modifier la résistance à l'aide des boutons. Les deux bornes utiles sont celles entre lesquelles il y a le dessin d'un résistor ou . La troisième borne (jaune et verte) avec le symbole est une prise de terre dont le rôle sera expliqué dans TP-Cours ELCT2 GBF et oscilloscope.

Le multimètre. C'est un appareil pouvant jouer le rôle de plusieurs appareils de mesure (voltmètre, ohmmètre, ampèremètre, ...) mais pas en même temps. Il faut pour cela sélectionner sa fonction et, surtout, brancher les fils de mesure sur les bornes correspondantes. Vous disposez de deux voltmètres : un dit « à main » (le jaune) et l'autre qui sera appelé « sur table ».

ii. utiliser un ohmmètre

Les bornes à utiliser sont COM et celle notée Ω. Pour le multimètre à main, la position du bouton sélecteur est Ω et pour le multimètre sur table, il faut utiliser la fonction Ω 2 W (ce qui signifie 2 wires, deux fils en anglais) pour mesurer la résistance d'un **dipôle**.

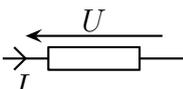
iii. valeurs pour la suite

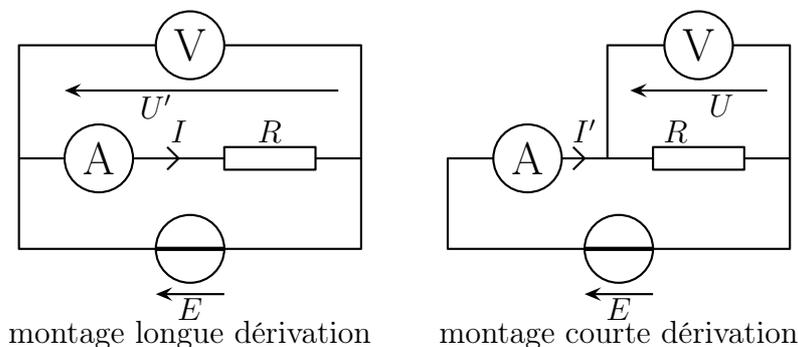
➔ Réglez successivement la boîte à décade aux deux valeurs suivantes : 650 Ω et 300 kΩ et mesurez à chaque fois la résistance avec les deux multimètres.

Valeur indiquée sur la boîte à décade	650 Ω	300 k Ω
Valeur mesurée par le voltmètre à main		
Valeur mesurée par le voltmètre sur table		

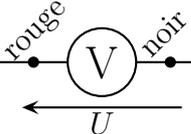
2°) Utiliser la loi d'OHM

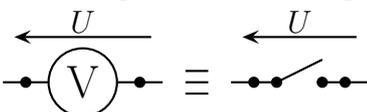
i. le principe

La relation constitutive du résistor  en convention récepteur est $U = RI$. Il suffit donc de mesurer simultanément U et I pour en déduire $R = \frac{U}{I}$. Pour cela, vous utiliserez les deux montages dits « longue » et « courte dérivation » vus dans le TD ELCT2.

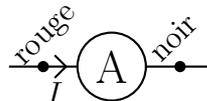


ii. utiliser un voltmètre

Pour avoir un voltmètre, symbolisé par , il faut utiliser le multimètre avec les bornes adéquates (notées V et COM). La tension mesurée et affichée est la d.d.p. $U = V_{\text{rouge}} - V_{\text{noir}}$. Il faut aussi régler le multimètre sur V_{DC} , noté --- (resp. V_{AC} , noté ~) pour mesurer une tension continue (resp. alternative).

Lorsque le voltmètre peut être considéré comme idéal, il est équivalent à un interrupteur ouvert  ; aucun courant ne le traverse.

iii. utiliser un ampèremètre

Pour avoir un ampèremètre, symbolisé par , il faut utiliser le multimètre avec les bornes adéquates (notées A ou 10A suivant l'intensité du courant à mesurer et COM). L'intensité est positive si le courant circule, à l'intérieur de l'ampèremètre, de la borne rouge à la borne noire. Il faut aussi régler le multimètre sur A_{DC} , noté --- (resp. A_{AC} , noté ~) pour mesurer l'intensité d'un courant continu (resp. alternatif).

- Sachant que $\mathcal{P}_{\max} = R I_{\max}^2$ en régime continu, déterminer les valeurs maximales de tension et d'intensité à ne pas dépasser pour les résistors précédents.

Valeur indiquée sur la boîte à décade	650 Ω	300 k Ω
I_{\max}		
U_{\max}		

- Comparer avec les valeurs précédentes.

vi. montage longue dérivation

- Réalisez le montage longue dérivation en utilisant le multimètre à main comme ampèremètre.
 → Pour chacune des 2 réglages de la boîte à décade, faites 3 ou 4 relevés de valeurs.
 → Calculez la valeur de la résistance à chaque fois et déduisez-en la valeur moyenne R_{moy} .

Mesures pour le montage longue dérivation				
650 Ω	$U =$	$U =$	$U =$	$U =$
	$I =$	$I =$	$I =$	$I =$
	$R =$	$R =$	$R =$	$R =$
	$R_{\text{moy}} =$			
300 k Ω	$U =$	$U =$	$U =$	$U =$
	$I =$	$I =$	$I =$	$I =$
	$R =$	$R =$	$R =$	$R =$
	$R_{\text{moy}} =$			

- Comparez avec les valeurs obtenues à l'ohmmètre.

vii. montage courte dérivation ⌚

→ Faites de même avec le montage courte dérivation en conservant le multimètre à main comme ampèremètre.

Mesures pour le montage courte dérivation				
650 Ω	$U =$	$U =$	$U =$	$U =$
	$I =$	$I =$	$I =$	$I =$
	$R =$	$R =$	$R =$	$R =$
	$R_{\text{moy}} =$			
300 $k\Omega$	$U =$	$U =$	$U =$	$U =$
	$I =$	$I =$	$I =$	$I =$
	$R =$	$R =$	$R =$	$R =$
	$R_{\text{moy}} =$			

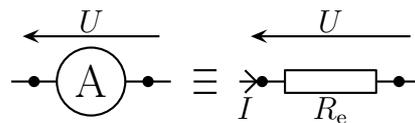
→ Comparez tous les résultats.

II) Modèles des appareils de mesure

1°) L'ampèremètre ⌚

i. modèle réel

Un ampèremètre réel, c'est-à-dire un ampèremètre pour lequel les effets de la tension à ses bornes ne sont plus négligeables, peut être modélisé par un simple résistor de résistance R_e (cf. schéma ci-dessous.) Le courant affiché vaut alors¹ $I = \frac{U}{R_e}$.

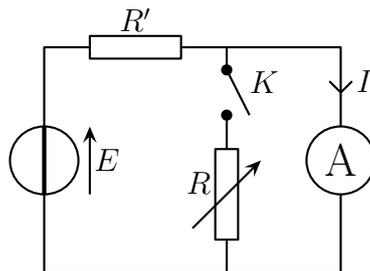


En général la tension aux bornes d'un ohmètre réel vaut $U_{\text{ohm}} \simeq 0,2 \text{ V}$.

¹En laissant ici aussi provisoirement de côté les phénomènes qui seront discutés lors du TP Incertitude.

ii. protocole de mesure

Ce protocole est étudié dans le TD ELCT2.



→ Réalisez le montage ci-dessus avec $R' \simeq 1,0 \text{ k}\Omega$ et E à choisir en fonction du calibre.

→ K ouvert, notez l'intensité I_0 affichée par l'ampèremètre.

→ K fermé, réglez R de telle sorte que l'intensité affichée soit $I = \frac{I_0}{2}$.

→ Débranchez la boîte à décade et mesurez sa résistance R_{mes} à l'ohmmètre.

Dans ces conditions, nous avons $R_e = R_{\text{mes}}$. (**)

☞ *Remarque* : lorsque la résistance d'entrée est trop faible, il est possible de choisir les réglages suivants :

→ $R_e = \frac{R_{\text{mes}}}{2}$ pour $I = \frac{2}{3} I_0$;

→ $R_e = \frac{R_{\text{mes}}}{9}$ pour $I = \frac{9}{10} I_0$;

→ $R_e = \frac{I_0 - I_{\text{final}}}{I_{\text{final}}} R_{\text{mes}}$ dans le cas général.

¿? Quelle est l'utilité du résistor R' ?

.....

iii. série de mesures

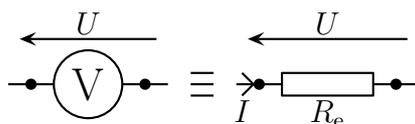
→ Déterminez (ou essayez de) la résistance d'entrée des deux ampèremètres. Pour le multimètre à main, faites le pour les calibres 40 mA et 0,4 mA en modifiant R' et e .

Multimètre à main	
Calibre :	$R_e =$
Calibre :	$R_e =$
Multimètre sur table	
Calibre :	$R_e =$

2°) Le voltmètre **i. modèle réel**

Un voltmètre réel, c'est-à-dire un voltmètre pour lequel les effets du courant qui le traverse ne sont plus négligeables, peut être modélisé par un simple résistor de résistance R_e (cf. schéma ci-dessous).

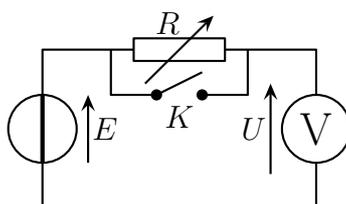
La tension affichée vaut alors² $U = R_e I$.



Pour des voltmètres (*vs.* des oscilloscopes) de mauvaise qualité, la résistance interne vaut typiquement $R_e \simeq 1 \text{ M}\Omega$. Pour des voltmètres d'excellente qualité, il est possible d'avoir jusqu'à $R_e \simeq 1 \text{ G}\Omega$.

ii. protocole de mesure

Ce protocole est étudié dans le TD ELCT2.



- Réalisez le montage ci-dessus.
- K fermé, notez la tension U_0 affichée par le voltmètre.
- K ouvert, réglez R de telle sorte que la tension affichée soit $U = \frac{U_0}{2}$.
- Débranchez la boîte à décade et mesurez sa résistance R_{mes} à l'ohmmètre.
Dans ces conditions, nous avons $R_e = R_{\text{mes}}$. (*)

☛ *Remarque* : lorsque la résistance d'entrée est trop élevée, il n'est pas possible d'atteindre $\frac{U_0}{2}$ et alors il faut choisir parmi les situations suivantes :

- $R_e = 2 R_{\text{mes}}$ pour $U = \frac{2}{3} U_0$;
- $R_e = 9 R_{\text{mes}}$ pour $U = \frac{9}{10} U_0$;
- $R_e = \frac{U_{\text{final}}}{U_0 - U_{\text{final}}} R_{\text{mes}}$ dans le cas général.

iii. série de mesures

- Déterminez (ou essayez de) la résistance d'entrée des deux voltmètres.

Multimètre à main
$R_e =$
Multimètre sur table
$R_e =$

²En laissant provisoirement de côté les phénomènes qui seront discutés lors du TP Incertitude.

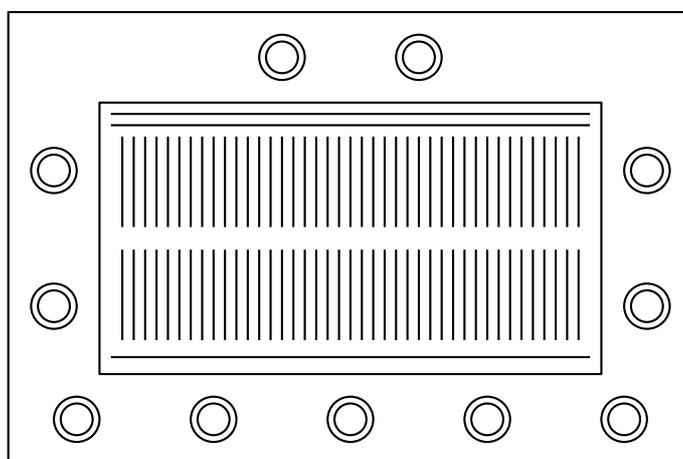
III) Circuits plus complexes

1°) Du nouveau matériel

i. plaquette de montage

Les plaquettes de montage que vous utiliserez tout au long de l'année ont toutes la même structure, même si elles diffèrent sur quelques points (cf. schéma ci-dessous) :

- il y a un support et la plaquette proprement dite ;
- il y a deux (ou trois) embouts bananes au dessus de la plaquette : un marqué +15 V (rouge), l'autre marqué -15 V (bleu) ;
- 4 embouts bananes, deux de chaque côté de la plaquette ;
- 3 ou 5 embouts noirs en dessous de la plaquette.



La plaquette elle-même. Pour prendre de bonnes habitudes, nous orienterons toujours la plaquette de la même manière : les deux grandes lignes « au-dessus ».

Sur chacune des trois lignes horizontales, tous les points sont reliés ensemble. Pour chacune des lignes verticales, tous les points sont reliés ensemble mais, attention, la partie verticale supérieure n'est pas reliée à la partie verticale inférieure.

En résumé, le schéma ci-dessus ne représente ni plus ni moins que l'ensemble des contacts électriques.

Le support. Il permet de relier le montage aux appareils extérieurs par l'intermédiaire de ses bornes.

Il y a, par construction, quelques liaisons établies :

- les bornes noires du bas (et éventuellement la noire du haut) sont toutes reliées à la ligne du bas de la plaquette ; elles serviront de masse du circuit (cf. TP-Cours ELCT2 GBF et oscilloscope) ;
- la borne rouge (resp. bleue) du haut du support est reliée à la ligne du haut (resp. du bas) du haut de la plaquette ; elle servira à l'alimentation +15 V (resp. -15 V) des composants intégrés (notamment l'amplificateur opérationnel, cf. TP-Cours ELCT7 Amplificateur Opérationnel).

Les autres bornes sur le coté servent à établir des liaison entre l'extérieur et un point quelconque de la plaquette.

 *Remarque* : dans le doute, il ne faut pas hésiter à retourner la plaquette pour visualiser les branchements déjà réalisés.

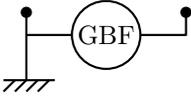
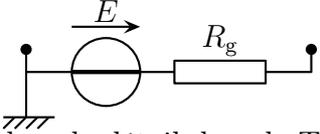
ii. composants pour plaquette

Lors des montages, il faudra faire attention à bien enfoncer les bornes des composants (résistors, condensateurs, fils, ...) dans la plaquette; il sera peut-être quelques fois utile de redresser quelques pattes.

Il faudra veiller aussi à la qualité du contact métal-métal entre un petit fil et une borne de liaison sur la plaquette : les faux contacts y sont particulièrement fréquents.

Enfin, pour les valeurs des composants, il faudra avoir une confiance modérée dans l'indication des boîtes de rangement, car ce sont les élèves (vous!) qui les rangent ... et les élèves ne sont pas infailibles. Il faudra donc régulièrement vérifier les valeurs, soit avec le code couleur (toujours affiché dans toute bonne salle de TP), soit avec un multimètre.

iii. le GBF

Le GBF (Générateur Basses Fréquences) symbolisé par  est un appareil pouvant être modélisé par  où E est réglable et $R_g = 50 \Omega$. Cet appareil sera étudié pour lui-même et dans le détail dans le TP-Cours ELCT2 GBF et oscilloscope.

Ici, nous nous en servons uniquement comme source de tension continue :

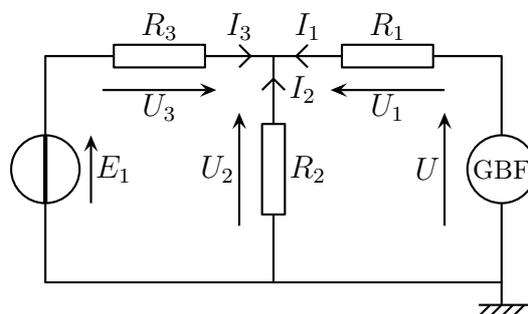
- pour les GX240 : boutons ,  et  relevés) et réglage de la tension à l'aide du bouton **OFFSET** après l'avoir tiré (et sans le renfoncer après)
- pour les RIGOL : créer un signal sinusoïdal d'amplitude nulle et de décalage la valeur souhaitée (il faut que le voyant « décalage » soit allumé)

Vous utiliserez des adaptateurs BNC-banane et veillerez à ce que l'embout noir soit relié au point noté  sur les schémas; il s'agit de la masse (cf. TP-Cours ELCT2 GBF et oscilloscope).

2°) Circuit TP1

i. le montage

Ce circuit a été étudié en cours §ELCT2.I.



- Réglez à vide la tension de l'alimentation stabilisée à $E_1 = 5,0 \text{ V}$ et le GBF à $E = 6,0 \text{ V}$.
- Réalisez le montage ci-dessus en utilisant l'alimentation stabilisée pour E_1 et avec $R_1 = 3,3 \cdot 10^2 \Omega$; $R_2 = 1,0 \text{ h}\Omega$ et $R_3 = 2,2 \text{ h}\Omega$.

ii. les vérifications

- Mesurez à l'aide du multimètre sur table les différentes grandeurs suivantes et comparez avec la valeur attendue.



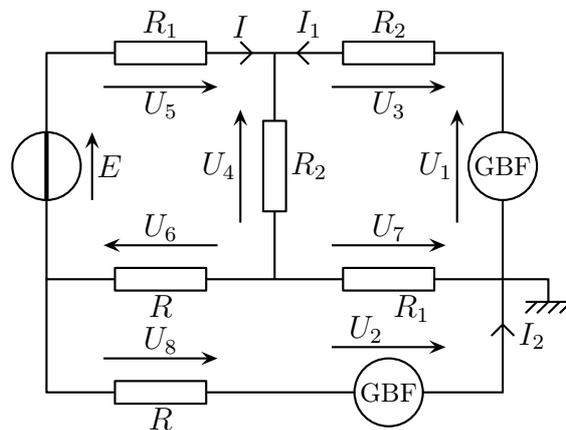
Il sera quelques fois nécessaire de modifier le montage pour insérer l'ampèremètre : prenez garde à bien refaire le circuit après.

Grandeur	Valeur mesurée	Valeur attendue
U		5,506 V
U_1		-3,263 V
U_2		2,242 V
U_3		-2,758 V
I_1		9,9 mA
I_2		-22,4 mA
I_3		12,5 mA

3°) Circuit TP2

i. le montage

Ce circuit a été étudié en cours §ELCT2·I.



- Réglez à vide la tension de l'alimentation stabilisée à $E = 12,0$ V, un GBF (celui de droite) à $E_1 = 10,0$ V et l'autre GBF (celui du bas) à $E' = -E_2 = -8,0$ V.
- Réalisez le montage ci-contre en utilisant l'alimentation stabilisée pour E et avec $R = 82 \Omega$; $R_1 = 1,0$ h Ω et $R_2 = 2,2$ h Ω .

ii. les vérifications

- Mesurez à l'aide du multimètre sur table les différentes grandeurs suivantes et comparez avec la valeur attendue.

Prenez garde ici aussi de bien refaire le circuit après une mesure à l'ampèremètre.

Grandeur	Valeur mesurée	Valeur attendue
U_1		9,231 V
U_2		6,691 V
U_3		3,385 V
U_4		6,925 V
U_5		-1,609 V
U_6		-3,466 V
U_7		1,079 V
U_8		-2,146 V
I		16 mA
I_1		15 mA
I_2		26 mA