

Introduction aux circuits Protocole



Dans ce laboratoire, vous disposerez d'une source de tension (qui agit comme une pile), de trois résisteurs, de fils de connexion de résistance négligeable et d'un *multimètre*, un appareil qui peut mesurer la tension entre deux points du circuit (en mode *voltmètre*), le courant dans une des branches du circuit (en mode *ampèremètre*) et la résistance d'un résistor ou d'une combinaison de résisteurs (en mode *ohmmètre*). Ce laboratoire est conçu pour vous familiariser avec les appareils ; son but est de vérifier expérimentalement certaines notions de base de la théorie des circuits électriques.

Pour commencer, prenez en note le numéro de plaquette (indiqué sur une étiquette en son centre) :

Plaquette no. _____

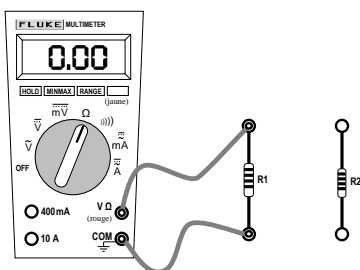
inscrivez ce numéro dans le rapport

Les trois résisteurs que vous allez utiliser dans ce laboratoire se trouvent dans le coin inférieur gauche de la plaquette. Dans les trois premières parties de ce laboratoire, vous allez utiliser un multimètre en mode *ohmmètre*.

Première partie : Mesure des résistances individuelles

Commencez par mesurer la résistance du résistor R_1 en utilisant deux fils, tel qu'indiqué sur le **schéma ci-dessous** (le gros bouton rotatif sur le multimètre doit être réglé à « Ω », tel qu'indiqué sur le schéma).

$R_1 =$ _____
(n'oubliez pas d'indiquer les unités)



Faites de même pour le résistor R_2 .

$R_2 =$ _____

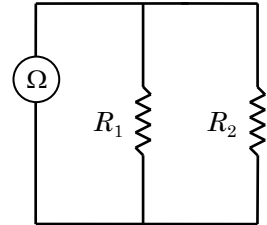
Plus loin dans cette expérience, vous vous servirez également du résistor R_3 : mesurez également sa résistance.

$R_3 =$ _____

inscrivez ces trois valeurs de résistance dans le rapport

Deuxième partie : Résistance équivalente de deux résisteurs

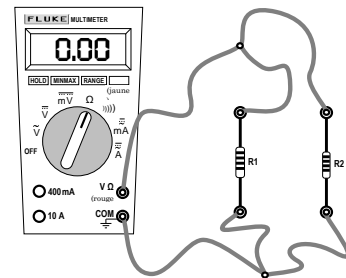
Considérez le **circuit ci-contre**, dans lequel l'ohmmètre mesure la résistance équivalente des résisteurs R_1 et R_2 branchés en parallèle.



Utilisez les valeurs des résistances R_1 et R_2 que vous venez de mesurer et la théorie de la résistance équivalente des résisteurs branchés en parallèle pour calculer R_{eq} , la résistance équivalente du circuit.

faites vos calculs dans l'encadré prévu dans le rapport

Pour réaliser ce circuit, on peut utiliser 6 fils, tel qu'indiqué sur le **schéma ci-dessous**.



Faites-le (même s'il ne s'agit pas de la manière la plus efficace d'effectuer le branchement) et prenez en note la valeur de la résistance indiquée par l'ohmmètre :

R_{12} (parallèle, 6 fils) = _____

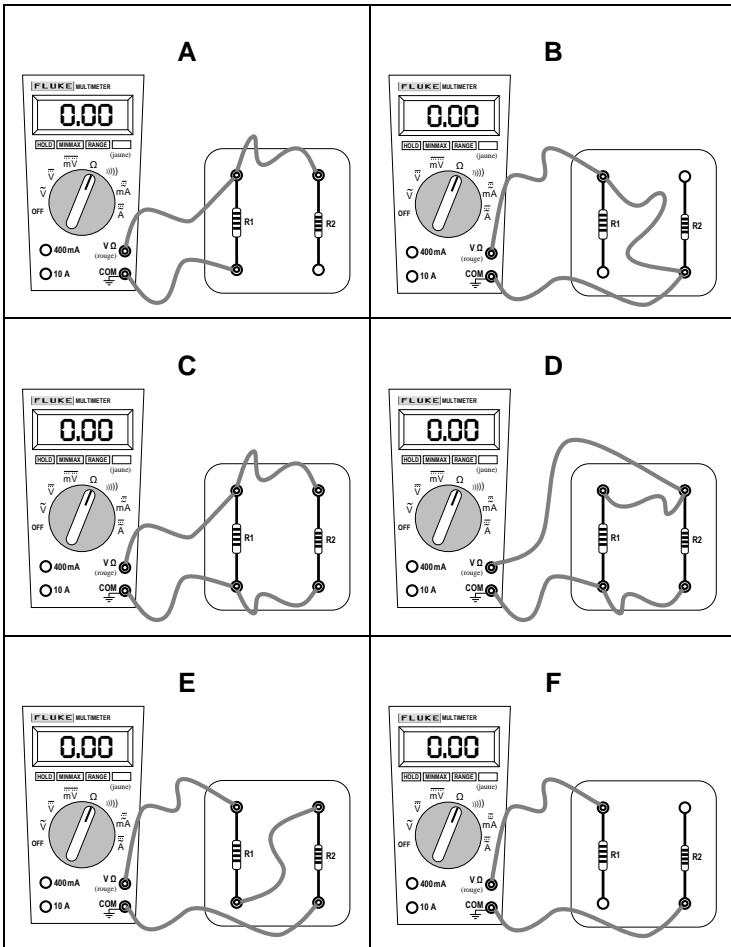
inscrivez cette valeur dans le rapport

Bien sûr, il est possible d'utiliser moins de fils sans changer la nature fondamentale de ce circuit. Avant de le faire, répondez à la question qui suit.

Troisième partie : La source (pile)

Pour lequel ou lesquels des branchements des figures **A** à **F** ci-dessous les résisteurs sont-ils branchés en parallèle ? _____

inscrivez votre réponse dans le rapport

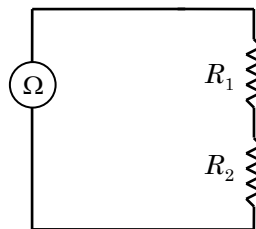


Choisissez un des circuits en parallèle que vous venez d'identifier, effectuez le circuit puis prenez en note la valeur de la résistance indiquée par l'ohmmètre :

R_{12} (parallèle, nombre de fils minimal) = _____

inscrivez cette valeur dans le rapport

Parmi les circuits **A** à **F**, lequel ou lesquels sont équivalents au branchement en série représenté sur le schéma ci-contre ? _____



inscrivez votre réponse dans le rapport

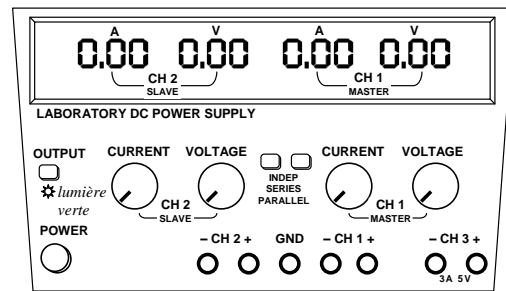
Effectuez le circuit puis prenez en note la valeur de la résistance indiquée par l'ohmmètre :

R_{12} (série) = _____

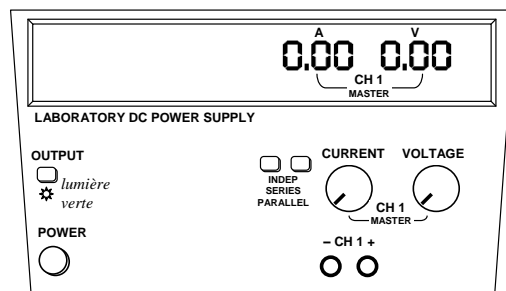
inscrivez cette valeur dans le rapport

Dans ce qui précède, vous avez mesuré des résistances à l'aide du multimètre en mode ohmmètre. Dans ce mode, l'ohmmètre se sert de sa pile interne (dont la tension est connue et constante) pour générer un courant dans les résisteurs dont on désire mesurer la résistance, et déduit leur résistance à partir du courant qui en résulte : plus la résistance est grande, plus le courant est faible.

Nous allons maintenant utiliser un appareil appelé « source » (l'équivalent d'une pile) pour générer du courant dans un circuit composé d'un ou de plusieurs résisteurs, puis nous allons nous servir du multimètre en mode voltmètre pour mesurer des voltages (différences de potentiel) et en mode ampèremètre pour mesurer des courants. La source dont on dispose (**schéma ci-dessous**) est conçue pour pouvoir jouer simultanément le rôle de trois piles, par l'entremise de ses sorties appelées « canaux » (*channels* en anglais), identifiées par **CH 1**, **CH 2** et **CH 3**.



Dans ce laboratoire, nous utiliserons uniquement la sortie **CH 1**. Sur le **schéma ci-dessous**, nous avons masqué les composantes « inutiles » de la source. Nous allons nous servir de la source pour générer un voltage constant. Dépendamment de la résistance du circuit qui sera alimenté par la source, celle-ci générera un courant (en ampères) plus ou moins élevé.



Assurez-vous que les deux petits boutons « **INDEP SERIES PARALLEL** » soient « sortis » (désactivés), et non « enfoncés » (activés). Les 2 boutons doivent être « sortis » afin que le canal **CH 1** soit indépendant du canal **CH 2**.

Un peu plus loin dans ce laboratoire, lorsque vous allez mesurer des courants avec le multimètre en mode ampèremètre, il ne faudra pas que le courant dépasse 400 mA (ce qui correspond à 0,4 A), sinon le fusible du multimètre va brûler.

Pour éviter que cela ne se produise, nous allons régler la source pour qu'elle ne dépasse jamais une certaine valeur de courant : pour se donner une marge de sécurité, nous allons régler 0,3 A comme valeur maximale permise. Voici comment procéder :

Procédure pour limiter le courant de la source à 0,3 A

☑ **Étape 1.** Allumez la source (bouton **POWER**). La lumière verte au-dessus du bouton **POWER** (et en dessous du bouton **OUTPUT**) devrait être éteinte : si elle est allumée, appuyez sur le bouton **OUTPUT** pour l'éteindre.

☑ **Étape 2.** Tournez le bouton **CURRENT** du **CH 1** pour que l'affichage rouge indique **0,30** (ampères).

☑ **Étape 3.** Appuyez sur le bouton **OUTPUT** afin que la lumière verte s'allume. L'affichage rouge n'indique plus 0,3 A (s'il n'y a rien de branché à la source, la valeur retombe à 0), mais la valeur de 0,3 A est gardée « en mémoire ».

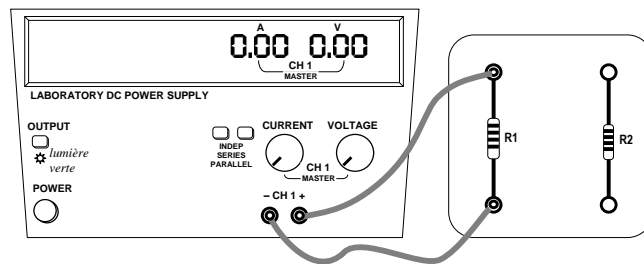
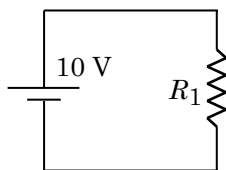
Ne touchez plus au bouton CURRENT pour le reste de l'expérience. Si vous y touchez par inadvertance, recommencez tout simplement la procédure.

Désormais, le courant généré par la source pourra prendre n'importe quelle valeur entre 0 A et 0,3 A, dépendamment de la tension ΔV demandée (par le bouton **VOLTAGE**) et de la résistance du circuit. Si le bouton **VOLTAGE** est réglé à une valeur trop élevée ou que la résistance est trop petite, le courant « théorique » pourrait dépasser 0,3 A : dans ce cas, la source va se contenter de fournir 0,3 A.

Dans son mode « par défaut », la source peut générer jusqu'à 3 A. Ainsi, il est essentiel d'effectuer la procédure de limitation du courant pour éviter de brûler le fusible du multimètre en mode ampèremètre.

Quatrième partie : La source branchée à un résistor

☑ Vous allez maintenant réaliser le circuit représenté ci-contre, ce qui revient à faire les branchements indiqués sur le schéma en haut de la colonne suivante.



☑ À l'aide du bouton **VOLTAGE** du **CH 1**, réglez le voltage à 10 V.

Nous voulons mesurer le voltage aux bornes de R_1 , ou encore, pour utiliser une terminologie plus précise, la *différence de potentiel* entre ses bornes, que nous allons représenter par le symbole ΔV_1 .

☑ Pour ce faire, tournez le bouton rotatif du multimètre pour le placer en mode $\overline{\overline{V}}$ (qu'il ne faut pas confondre avec le mode \tilde{V} , utilisé pour mesurer du courant alternatif). Prenez en note la différence de potentiel aux bornes du résistor R_1 :

$$\Delta V_1 = \frac{\text{mesure}}{\text{facteur}} *$$

(n'oubliez pas d'indiquer les unités)

inscrivez cette valeur dans le rapport

* Si vous obtenez une valeur négative, c'est que vous avez une inversion entre les polarités « rouge-noir » de la source et celles du multimètre (le noir étant la borne COM) : ce n'est pas bien grave, car dans ce laboratoire, on s'intéresse uniquement aux valeurs absolues des mesures.

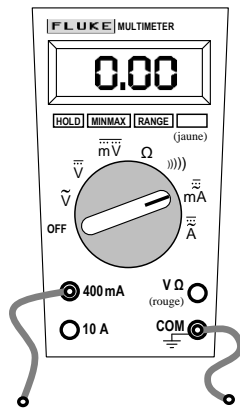
Votre valeur de ΔV_1 ne devrait pas vous surprendre : en effet, la différence de potentiel aux bornes du résistor est la même qu'aux bornes de la source, puisqu'elle alimente directement le résistor.

Contrairement à l'ohmmètre, le voltmètre n'a pas besoin de la pile interne du multimètre pour fonctionner. On pourrait penser que la présence du voltmètre modifie le circuit et fausse la valeur mesurée. Or, la résistance du voltmètre est très grande ($R \rightarrow \infty$). Comme il est branché en parallèle avec le résistor R_1 , la quasi-totalité du courant généré par la source continue de traverser R_1 , et le circuit n'est pas modifié de manière significative. Seule une fraction négligeable du courant généré par la pile traverse le voltmètre : c'est justement grâce à ce courant que le voltmètre est capable de déduire la différence de potentiel aux bornes du résistor.

Nous voulons maintenant mesurer le courant qui circule à travers le résistor R_1 . Comme le circuit ne comporte aucun embranchement, le courant est le même en tout point du circuit.

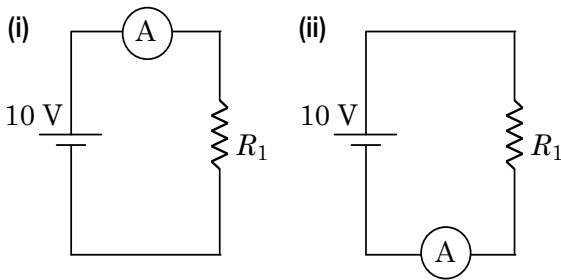
Pour mesurer ce courant, on pourrait penser qu'il suffit de prendre le fil qui se trouve dans le trou « $V \Omega$ » et le déplacer dans le trou « 400 mA », puis de tourner le bouton rotatif du multimètre pour le placer en position « mA » (comme sur le schéma ci-contre)...

Or, ce n'est pas aussi simple que cela ! 😞

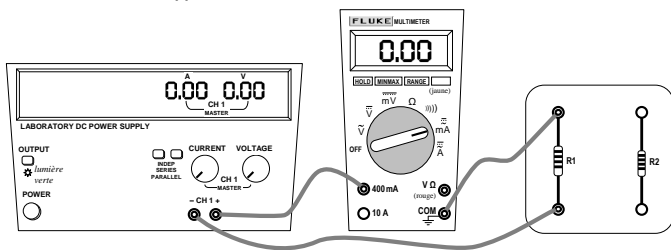


Pour mesurer une différence de potentiel, on a vu qu'il faut brancher le multimètre « en parallèle » avec le résistor ou la portion de circuit qui nous intéresse. En revanche, lorsqu'on utilise un multimètre en mode ampèremètre, la totalité du courant qu'on désire mesurer doit traverser le multimètre. Ainsi, le multimètre en mode ampèremètre doit être inséré « en série » à l'endroit du circuit où on veut mesurer le courant.

Ici, comme le courant est le même partout dans le circuit, on peut placer l'ampèremètre « avant » le résistor (comme sur le schéma (i) ci-dessous) ou « après » (schéma (ii)).



Par exemple, voici les branchements correspondant au schéma (i) :



Attention ! Quand on tourne le bouton rotatif du multimètre pour le placer en position « mA », il se règle par défaut en mode « AC » (courant alternatif). Dans ce laboratoire, la source produit un courant continu, et il faut appuyer sur le **BOUTON JAUNE** du multimètre pour faire apparaître « mA DC » à droite de l'écran (« DC » pour « direct current », ce qui signifie « courant continu » en anglais).

☑ Réalisez le montage du schéma (i), et prenez en note la valeur du courant, que nous allons désigner par le symbole I :

$$I_{\text{schéma (i)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

(n'oubliez pas d'indiquer les unités)

☑ Réalisez maintenant le montage du schéma (ii), et prenez en note la valeur du courant :

$$I_{\text{schéma (ii)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

inscrivez ces deux valeurs de courant dans le rapport

Nous avons dit plus haut que la résistance du multimètre en mode voltmètre doit être très grande, afin de ne pas modifier le circuit de manière significative lorsqu'on le branche en parallèle. Pour le multimètre en mode ampèremètre, c'est le contraire : comme il est inséré dans le circuit, sa résistance doit être très petite ($R \rightarrow 0$). Ainsi, un bon multimètre est conçu pour avoir une résistance très grande en mode voltmètre et quasi nulle en mode ampèremètre.

D'après la loi d'Ohm, la différence de potentiel entre les bornes d'un résistor est égale à sa résistance multipliée par le courant qui le traverse : $\Delta V = RI$.

À partir des valeurs obtenues plus haut, calculez le produit $R_1 I$ (utilisez la valeur de $I_{\text{schéma (i)}}$ pour effectuer le calcul) :

$$R_1 I = \underline{\hspace{2cm}}$$

inscrivez cette valeur dans le rapport

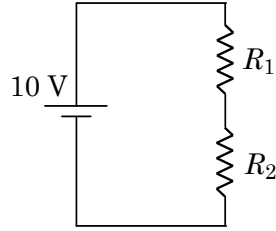
Calculez le pourcentage d'écart entre votre valeur $R_1 I$ et votre valeur ΔV_1 , que l'on considère ici comme valeur de référence :

$$\begin{aligned} \% \text{ d'écart} &= \frac{[\text{valeur}] - [\text{valeur de référence}]}{[\text{valeur de référence}]} \times 100\% \\ &= \frac{R_1 I - \Delta V_1}{\Delta V_1} \times 100\% \end{aligned}$$

faites vos calculs dans l'encadré prévu dans le rapport

Cinquième partie :
La source branchée à deux résisteurs en série

☑ Montez le circuit représenté sur le **schéma ci-contre**.



Avec le multimètre en mode voltmètre, mesurez la différence de potentiel ΔV_S aux bornes de la source ; faites de même pour la différence de potentiel aux bornes du résistor R_1 , puis aux bornes du résistor R_2 :

$\Delta V_S =$ _____

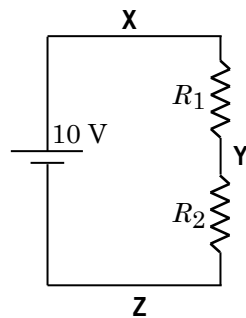
$\Delta V_1 =$ _____

$\Delta V_2 =$ _____

Quelle relation algébrique simple existe-t-il entre ΔV_S , ΔV_1 et ΔV_2 ? (Si vous ne la voyez pas immédiatement, essayez d'utiliser votre logique pour « découvrir » la relation !)

✎ inscrivez vos réponses dans le rapport

☑ Avec le multimètre en mode ampèremètre, vous allez mesurer le courant entre la source et le résistor R_1 (région **X** sur le schéma ci-contre), entre les deux résisteurs (région **Y**) et entre le résistor R_2 et la source (région **Z**). Mais avant de prendre vos mesures, essayez de prévoir dans quelle région le courant est le plus élevé.



Mesurez les courants (vérifiez que l'ampèremètre est bien réglé en mode « mA DC » et non « mA AC ») :

$I_X =$ _____

$I_Y =$ _____

$I_Z =$ _____

✎ inscrivez ces trois valeurs de courant dans le rapport

☑ En utilisant la théorie des résisteurs en série, calculez la résistance équivalente R_{eq} des deux résisteurs ?

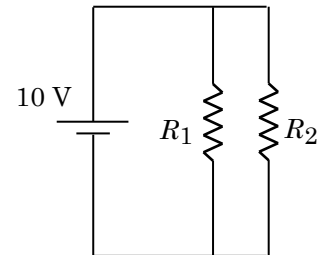
✎ faites vos calculs dans l'encadré prévu dans le rapport

☑ Utilisez la loi d'Ohm $\Delta V_S = R_{eq}I$ pour calculer la valeur « théorique » du courant qui devrait circuler dans le circuit :

✎ faites vos calculs dans l'encadré prévu dans le rapport

Sixième partie :
La source branchée à deux résisteurs en parallèle

☑ Montez le circuit représenté sur le **schéma ci-contre**. Avec le multimètre en mode voltmètre, mesurez la différence de potentiel ΔV_S aux bornes de la source. Faites de même pour la différence de potentiel aux bornes du résistor R_1 , puis aux bornes du résistor R_2 .



$\Delta V_S =$ _____

$\Delta V_1 =$ _____

$\Delta V_2 =$ _____

✎ inscrivez ces trois valeurs dans le rapport

☑ Avec le multimètre en mode ampèremètre, mesurez le courant I_S débité par la source, le courant qui circule dans le résistor R_1 , et le courant qui circule dans le résistor R_2 (vérifiez que l'ampèremètre est bien réglé en mode « mA DC ») :

$I_S =$ _____

$I_1 =$ _____

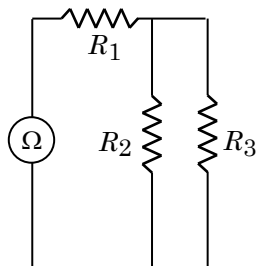
$I_2 =$ _____

Quelle relation algébrique simple existe-t-il entre I_S , I_1 et I_2 ? (Si vous ne la voyez pas immédiatement, essayez d'utiliser votre logique pour « découvrir » la relation !)

✎ inscrivez vos réponses dans le rapport

Septième partie :
La résistance équivalente de trois résisteurs

On veut maintenant déterminer la résistance équivalente d'un circuit où R_1 est branché en série avec les résisteurs R_2 et R_3 , qui sont branchés entre eux en parallèle.



Utilisez la théorie des résisteurs pour calculer la résistance équivalente R_{eq} du circuit.

✎ faites vos calculs dans l'encadré prévu dans le rapport

Effectuez le circuit qui permet de mesurer avec l'ohmmètre la résistance équivalente que vous venez de calculer, et prenez en note la valeur indiquée par l'ohmmètre :

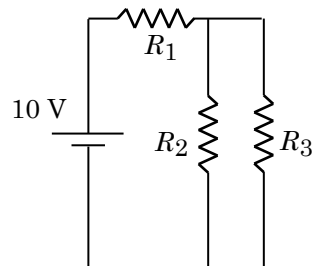
$$R_{123} \text{ (mesuré)} = \underline{\hspace{2cm}}$$

✎ inscrivez cette valeur dans le rapport

Appelez le professeur pour qu'il vérifie votre montage et vos résultats, et obtenez sa signature

Huitième partie :
La mesure des courants dans un circuit à trois résisteurs

Gardez le même circuit que celui de la septième partie (R_1 en série avec R_2 et R_3 en parallèle), mais remplacez l'ohmmètre par la source réglée, comme toujours à 10 V.



Avec le multimètre en mode ampèremètre (assurez-vous qu'il est bien réglé en mode « **mA DC** »), mesurez le courant I_S débité par la source, le courant I_1 qui circule dans le résistor R_1 , le courant I_2 qui circule dans le résistor R_2 , et le courant I_3 qui circule dans le résistor R_3 :

$$I_S = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Quelle relation algébrique simple existe-t-il entre les courants I_S et I_1 ?

Quelle relation algébrique simple existe-t-il entre les courants I_1 , I_2 et I_3 ?

✎ inscrivez vos réponses dans le rapport

Les manipulations sont terminées. Débranchez tous les fils et rangez votre station de travail.

S'il vous reste du temps, vous pouvez commencer à répondre aux **QUESTIONS POST-MANIPULATIONS** dans le rapport.