Ce TP a pour objectif dans un premier temps de revoir les mesures d'intensité du courant électrique et la tension aux bornes des dipôles dans un circuit électrique. Puis nous évoquerons le problème d'adaptation d'un dipôle aux grandeurs d'un circuit pour qu'il fonctionne correctement. Ceci nous permettra de définir une autre grandeur électrique, la puissance.

I) Quelques rappels : mesure de grandeurs électriques :

I-2) Mesure d'intensité :

a) Sens conventionnel du courant électrique :

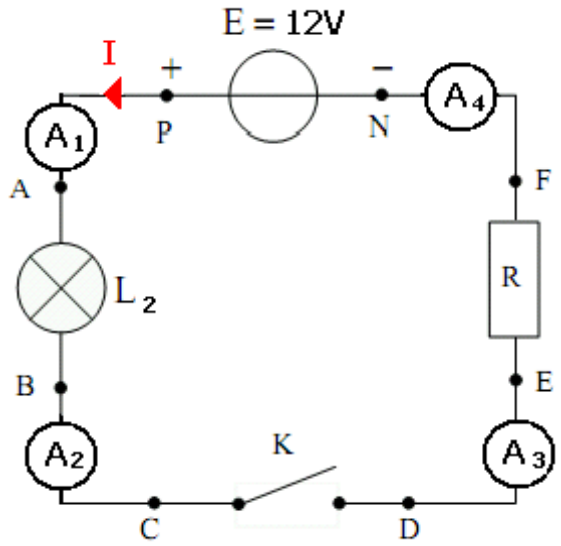
Par convention, le courant électrique circule dans le circuit de la borne + du générateur vers la borne -.

(voir schéma dans question c)

b) Mesure de l'intensité du courant électrique :

L'intensité du courant électrique se mesure avec un ampèremètre (multimètre en fonction ampèremètre) branché en série dans la branche dans laquelle on veut mesurer l'intensité du courant électrique, en faisant en sortie que le courant entre par la borne A (10A ou mA), et en ressorte par la borne COM.

c) Schéma du montage avec les appareils de mesure :



d) Mesures :

$I_1 = 105{,}7$ mA $\qquad$ $I_3 = 105{,}7$ mA

$I_2 = 105{,}5$ mA $\qquad$ $I_4 = 105{,}9$ mA

f) Conclusion :

L'intensité du courant électrique est la même dans tout le circuit.

On en déduit donc que l'intensité du courant électrique est identique en tout point d'une même branche d'un circuit électrique (donc en tout point d'un circuit en série).

I-3) Mesure de tensions électriques :

a) Représentation des tensions :

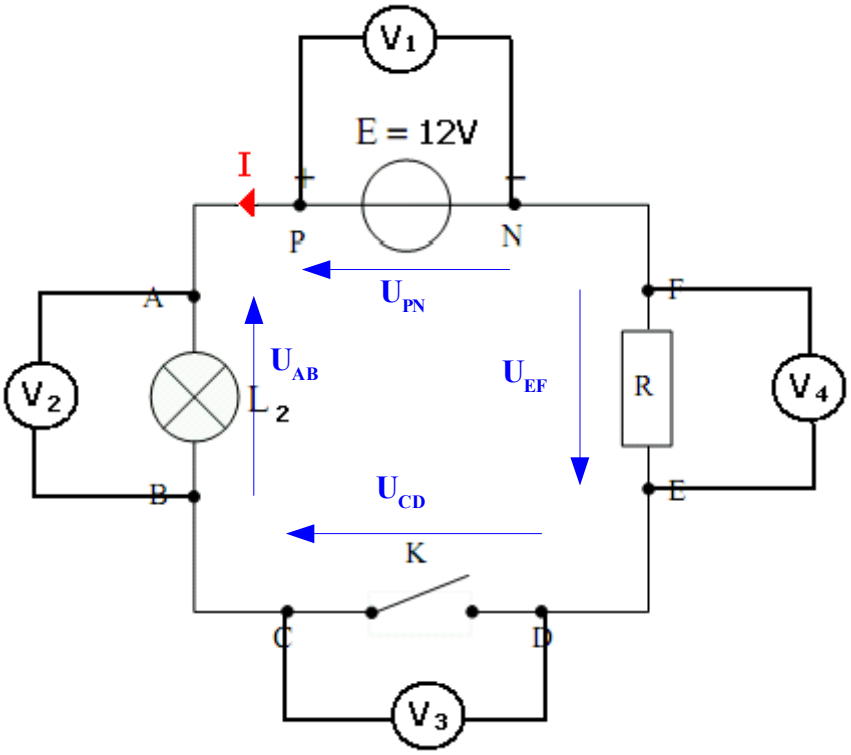
Dans un circuit on représente une tension U_{AB} (différence de potentiel V_A - V_B) par une flèche qui pointe vers le point A.

Voir schéma dans question c)

b) Mesure d'une tension électrique aux bornes d'un dipôle :

On mesure la tension électrique aux bornes d'un dipôle à l'aide d'un voltmètre (multimètre en mode voltmètre) branché en dérivation aux bornes du dipôle, de façon à ce que la borne V du voltmètre soit branchée sur la borne du dipôle reliée à la borne + du générateur, et que la borne COM soit branchée sur la borne du dipôle reliée à la borne – du générateur.

c) Schéma du circuit avec les appareils de mesure :



1-3-2) Mesures de tensions interrupteur ouvert :

Lorsque K est ouvert on obtient les mesures suivantes :

U_{PN} = 12,22 V U_{CD} = 12,25 V

U_{AB} = 0,00 V U_{EF} = 0V

On en déduit donc lorsqu'aucun courant ne circule dans le circuit, les tensions aux bornes des récepteurs électrique est nulle. La tension aux bornes de l'interrupteur ouvert est égale à la tension aux bornes du générateur.

1-3-3) Mesures de tensions interrupteur fermé :

On ferme maintenant l'interrupteur K, il y a alors un courant d'intensité non nulle qui circule dans le circuit. On obtient les mesures de tension suivantes :

U_{PN} = 11,98 V U_{CD} = 0,01 V

U_{AB} = 6,68 V U_{EF} = 5,21V

On constate que la tension aux bornes des récepteurs est non nulle lorsqu'ils sont parcouru par un courant d'intensité non nulle. La tension aux bornes d'un interrupteur fermé est nulle.

On constate également, que la tension aux bornes du générateur est égale à la sommes des tensions aux bornes des récepteurs montés en série.

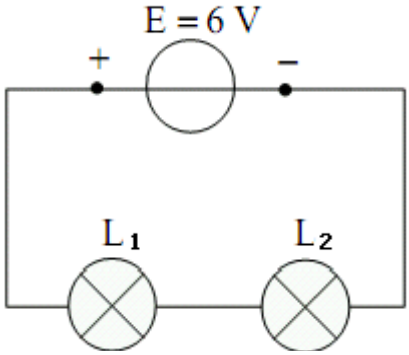
II) Quelle est la lampe qui brille le plus ?

II-1) Mise en évidence de l'adaptation en tension :

Expérience : *On tente de faire fonctionner une lampe 12V avec une pile plate de tension 4,5V.*
Observation : La lampe ne s'allume pas.
Interprétation : La tension aux bornes de la pile (4,5 V) est trop faible par rapport à la tension qu'il faut appliquer aux bornes de la lampe pour qu'elle s'allume correctement et que l'on appelle tension **nominale** (U_N) de la lampe.
Conclusion : Pour fonctionner correctement, une lampe doit être adaptée à la tension délivrée par le générateur. C'est à dire que la tension entre les bornes de la lampe doit être identique (ou tout au moins légèrement inférieure) à sa tension nominale. Lorsque la tension aux bornes de la lampe est inférieure à sa tension nominale, elle ne fonctionne pas et on dit qu'elle est en **sous-tension**. Dans le cas contraire, on dit qu'elle est en **sur-tension**, et il y a risque de détérioration de la lampe.

II-2) Etude d'un circuit en série :

On réalise le montage schématisé ci-contre :
Les caractéristiques des lampes sont les suivantes :
L_1 : 6V, 100 mA ; L_2 : 6V, 300 mA
Quelle est la lampe qui brillera le plus ?
On réalise le montage pour vérifier notre hypothèse



Observations :
On constate que la lampe L2 brille alors que la lampe L1 ne brille pas.

La lampe L1 est-elle défectueuse ?
Pour le vérifier, on dévisse la lampe L1 de son culot. On constate alors aussitôt que la lampe L_2 s'éteint. En effet, si L_2 est dévissée le circuit est alors ouvert et le courant ne peut plus circuler dans le circuit. Ceci nous amène donc à conclure que si la lampe L_1 était défectueuse alors la lampe L_2 ne pourrait pas briller.

Cela vient-il de la position de la lampe L2 dans le circuit ?
Pour le vérifier on inverse les positions de L_1 et L_2. On constate alors que le résultat est inchangé, L_1 ne brille toujours pas contrairement à L_2.
L'origine de l'anomalie est autre.

Pour identifier l'origine de cette anomalie, nous allons mesurer toutes les grandeurs utiles du circuit.

Placer sur le schéma du circuit l'ampèremètre et les voltmètres nécessaires aux mesures de l'intensité du courant traversant les lampe L1 et L2 et les tensions à leurs bornes.

On note les valeurs :

$I_{L1} = I_{L2} = 97$ mA

$U_{L1} = 5{,}20$ V

$U_{L2} = 0{,}88$ V

Interprétation :

On constate donc que les valeurs de l'intensité traversant la lampe L_2 et de la tension à ses bornes sont trop faibles par rapport à ses valeurs nominales pour qu'elle fonctionne correctement. C'est ce qui explique que la lampe L_2 ne s'allume pas.

Conclusion :

Bien que la tension aux bornes du générateur semble adaptée aux tensions nominales des lampes, on constate que cette donnée ne suffit pas à prévoir le fonctionnement d'une lampe. En effet, on constate que la lampe L_2 semble limiter l'intensité du courant dans le circuit à la valeur de son intensité nominale (ici 100 mA), ce qui a pour conséquence que l'intensité du courant traversant la lampe L_1 est trop faible pour qu'elle fonctionne correctement. La mesure de la tension à ses bornes confirme qu'elle est trop inférieure à sa valeur nominale (6V) pour qu'elle puisse fonctionner, et ceci semble montrer un lien direct entre la

valeur de l'intensité traversant la lampe et la valeur de la tension à ses bornes.

Ce lien est une grandeur électrique, appelée puissance, notée P telle que :

$$\mathbf{P = U \times I}$$

P la puissance s'exprime en W.
U la tension s'exprime en V
I l'intensité du courant s'exprime en A.

Applications : *Calculer les puissance nominales des lampes, et leur puissance en fonctionnement dans le circuit.*

$P_N(L_1) = 0,6$ W $\qquad$ $P_N(L_2) = 1,8$ W

$P(L_1) = 0,5$ W $\qquad$ $P(L_2) = 0,8$ mW

On constate donc que la puissance reçue par L_2 est très faible devant la valeur de sa puissance nominale.

Résolution du problème :

Dans un circuit en série, les lampes doivent avoir les mêmes caractéristiques de fonctionnement (intensité et tension nominales identiques) et le générateur doit être adapté en tension aux caractéristiques des lampes.

Nouveau problème :

A la maison, tous les dipôles utilisés et notamment les lampes n'ont pas les même caractéristiques de fonctionnement. Comment expliquer que deux lampes de puissances différentes brillent correctement ? Pourquoi lorsqu'une lampe tombe en panne à la maison, les autres continuent de fonctionner ?

Hypothèse :

Dans les installations domestiques, les lampes ne sont pas branchées en série mais en dérivation .

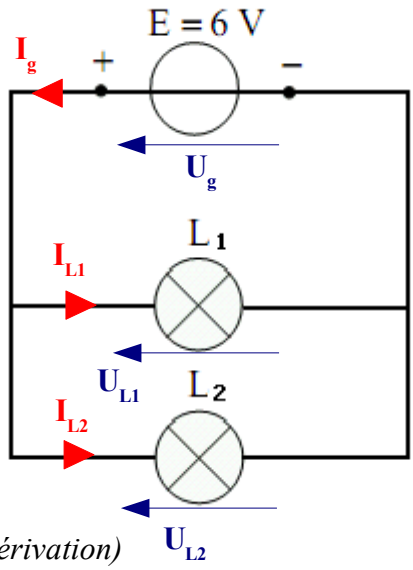
II-3) Étude du circuit dérivation :

On réalise le montage électrique suivant :

Caractéristiques des deux lampes utilisées :

L_1 : 6V 100 mA

L_2 : 6V 300mA



Observations :

Les deux lampes brillent normalement. Quand on en dévisse une, l'autre continue de fonctionner.

On effectue les mesures de toutes les grandeurs du circuit.

$I_g = 395$ mA ; $I_{L1} = 98$ mA ; $I_{L2} = 295$ mA

$U_g = 5,96$ V : $U_{L1} = 5,95$ V ; $U_{L2} = 5,96$ V

On constate que :

$U_g = U_{L1} = U_{L2}$ *(vérifie la loi d'égalité de la tension dans un circuit dérivation)*

$I_g = I_{L1} + I_{L2}$ *(vérifie la loi d'additivité de l'intensité dans un circuit en dérivation)*

Interprétation :

Les grandeurs nominales des lampes sont cette fois ci bien adaptées au grandeurs du circuit. En effet, avec le montage en dérivation, le générateur impose une tension de 6V aux bornes des deux lampes, correspondant à leur tension nominale. L'intensité du courant traversant chacune des lampes est donc également conforme à leurs valeurs nominales, car cette intensité dépend de la puissance de la lampe.

Calculer les puissances des lampes et comparer aux valeurs nominales.

$P_{L1} = 5,95 \times 98 \times 10^{-3} = 0,58$ W $\qquad$ or $P_N(L_1) = 0,6$ W

$P_{L2} = 5,96 \times 295 \times 10^{-3} = 1,76$ W $\qquad$ or $P_N(L_2) = 1,8$ W

Les puissances électriques reçues par les deux lampes coïncident avec les valeurs de leurs puissances nominales. Elles brillent donc normalement.

Conclusion :

A la maison, les dipôles électriques que nous utilisons sont branchés en dérivation. Ceci permet dans un premier temps, un fonctionnement indépendant des dipôles (les autres continuent de fonctionner lorsqu'un autre tombe en panne). De plus l'adaptation ne pose plus de problème. Il suffit simplement de choisir un dipôle dont la tension nominale est adaptée à la tension du secteur (230 V). Ensuite en fonction de la puissance du dipôle branché, l'intensité le traversant sera plus ou moins grande.

Application : Attention au phénomène de surintensité.

Nous avons vu que dans l'installation électrique domestique, tous les dipôles sont branchés en dérivation et ont donc une tension à leurs bornes égale à celle du secteur a savoir 230V. Le courant qui les traverse, dépend donc de la puissance du dipôle. Sachant que $P = U \times I$, et que U est fixé à 230V, alors plus le dipôle aura une puissance élevé et plus le courant qui le traversera aura une intensité élevée. Ainsi si on branche un trop grand nombre de dipôles de puissances élevées sur une même prise, l'intensité du courant fournie par EDF sera trop élevée pour les câbles qui vont chauffer avec un risque d'incendie derrière. Heureusement, fusibles ou disjoncteur permettent de prévenir ce risque en coupant le courant lorsque l'intensité du courant est trop élevée.

Quelques vidéos :

rôle du fusible

rôle du disjoncteur

Une petite animation :

Dédé vous explique toutes les caractéristiques des circuits dérivations