

La simulation analogique sur ordinateur avec Proteus

 Domaine d'application :
Traitement du signal

 Type de document :
Travaux Pratiques

 Classe :
Première

Date :

☞ Mise en situation et objectifs du TP ☞

L'objectif de ce TP est d'apprendre à utiliser le logiciel de simulation électronique Proteus, dans le but de simuler le fonctionnement d'un montage électronique analogique. Après un apprentissage des fonctions de base du logiciel, vous devrez les appliquer dans 5 nouveaux problèmes différents. Ce TP est structuré en 6 parties :

- * **Apprentissage du logiciel** de simulation Proteus, et utilisation des appareils de mesure
- * **Application 1** : constatation de la loi d'addition des tensions dans un circuit en série
- * **Application 2** : constatation de la loi d'addition des courants dans un circuit en dérivation
- * **Application 3** : constatation de la loi d'ohm
- * **Application 4** : association de résistances en série
- * **Application 5** : association de résistances en dérivation

☞ Travail demandé ☞

I - Apprentissage du logiciel de simulation Proteus

Nous allons voir dans cette première partie, en **7 étapes** et à travers un exemple élémentaire, la mise en œuvre pas à pas de la simulation analogique d'un circuit électronique avec le logiciel Proteus. Pour cela nous allons réaliser la saisie puis lancer la simulation d'un montage simple, afin d'obtenir les valeurs des tensions et des courants présents dans le circuit. Vous apprendrez à cette occasion comment utiliser les appareils de mesure (voltmètre et ampèremètre) et comment câbler des résistances dans le logiciel Proteus.

Effectuez chacune des 7 étapes suivantes, **en mémorisant consciemment la procédure** de saisie, de configuration, et de simulation du circuit : dans les parties **II** à **VI** du TP vous devrez ensuite simuler d'autres montages, mais les actions à effectuer sur le logiciel ne vous seront plus données en détail.

Etape 1 – Ouvrez le logiciel de simulation Proteus (son icône de couleur bleue s'appelle **ISIS 7 Professional** et elle est disponible dans le menu **Démarrer → Tous les programmes → Proteus 7 Professional**), et agrandissez sa fenêtre à tout l'écran. Dans la partie gauche de l'écran se trouve une boîte verticale de boutons : en plaçant le curseur de la souris sur un bouton, sans cliquer, une info-bulle affiche le nom du bouton. Le premier bouton de cette barre d'outils, en forme de flèche noire, s'appelle **Mode sélection**. Repérez les boutons nommés **Mode composant**, **Mode point de jonction**, **Mode terminal**, **Mode générateur** et **Mode instruments virtuels** parmi les 23 boutons verticaux de cette barre d'outils et mémorisez leur position : vous aurez régulièrement besoin de ces boutons qui seront désormais désignés par leur nom, sans rappeler leur emplacement.

Etape 2 – Préparez les 2 composants suivants, en allant les chercher dans les catégories indiquées. Pour cela :

- * Cliquez sur « **Prendre un composant/symbole** » dans le menu « **Bibliothèques** » [raccourcis touche **P**]
- * Cliquez dans une des catégories puis double-cliquez sur le composant recherché : le composant se rajoute à la liste des composants dans votre espace de travail
- * Recommencer l'opération pour tous les composants que vous avez besoin
- * Fermez la boîte de dialogue **Pick Devices** après y avoir pris tous les composants [raccourcis **Echap**]

<i>Nom réel du composant</i>	<i>Catégorie contenant le composant</i>	<i>Nom exact du composant (colonne Device) dans la catégorie</i>
Une résistance	Resistors	RES
Une pile	Simulator Primitives	BATTERY

Astuce : pour rechercher un composant dont vous connaissez le nom mais pas la catégorie vous pouvez utiliser la recherche par **Mots clés** dans la boîte de dialogue **Pick Devices** (en cochant **identique sur tous les mots**).

Etape 3 – Réalisez le montage indiqué sur le *Schéma 1*, en utilisant 3 résistances (composant **RES**) et une pile (composant **BATTERY**). Pour connecter 2 composants avec un fil électrique dans le logiciel Proteus, vous devez :

- * Placer les composants sur la feuille de travail
- * Cliquer sur le bouton « **Mode point de jonction** »
- * Cliquer sur la borne du premier composant
- * Cliquer sur la borne du second composant

Il est inutile de perdre du temps à faire des virages avec les fils électriques, **c'est le logiciel qui s'en charge !**

Remarque : les touches F6 et F7 du clavier permettent de faire un zoom avant et un zoom arrière centré sur le curseur de la souris. La touche F5 permet de centrer à l'écran la zone pointée par le curseur de la souris, et la touche F8 permet d'afficher l'ensemble de votre feuille de travail.

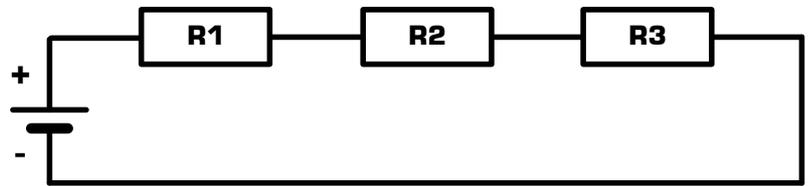


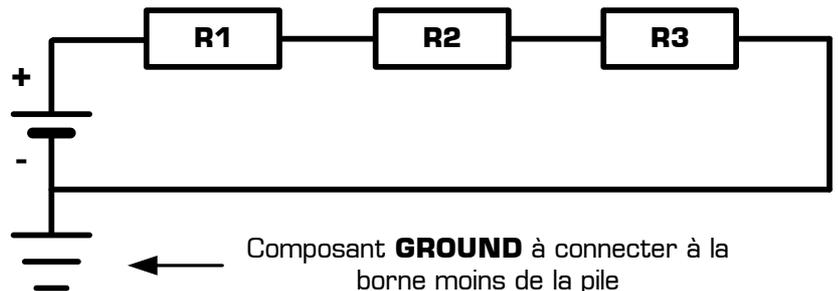
Schéma 1

Remarque à surligner en fluo, à retenir et à appliquer pour toutes vos futures utilisations de Proteus :

N'hésitez pas à zoomer la région du circuit sur laquelle vous travaillez et maîtrisez l'utilisation des touches F5, F6, F7 et F8 en les utilisant fréquemment !

Etape 4 – Lors de la simulation analogique dans le logiciel Proteus, **il faut toujours connecter un composant GROUND à la borne moins du générateur de tension** [ici la pile] du montage. Ce composant GROUND représente la masse du circuit, et est indispensable pour pouvoir simuler le comportement électrique du montage. En suivant la procédure suivante, rajoutez un composant GROUND dans votre schéma et connectez-le à la borne moins de la pile :

- * Cliquez sur le bouton « **Mode terminal** »
- * Dans la liste des composants qui sont présentés cliquez gauche sur **GROUND** pour le sélectionner
- * Cliquez dans votre schéma pour rajouter le composant **GROUND** à votre montage
- * Connectez cette masse [GROUND] à la borne moins de la pile



Remarque à surligner en fluo, à retenir et à appliquer pour toutes vos futures utilisations de Proteus :

Pour déplacer, configurer, supprimer un composant ou lui faire subir une rotation, cliquez droit sur le composant puis utilisez une des entrées du menu contextuel

Etape 5 – Nous allons maintenant configurer les valeurs des résistances [en ohms] et du générateur de tension [en volts]. Pour configurer un composant, il faut cliquer droit sur le composant [il devient rouge], puis cliquer gauche sur « **Editer propriétés** » : la boîte de dialogue de configuration apparaît. Pour désélectionner tous les composants [afin qu'aucun composant ne soit rouge] il faut **cliquer gauche** sur le fond de la feuille de travail, à l'extérieur de tout composant.

Ouvrez la boîte de dialogue de configuration de la pile, puis entrez 12V dans le champ **Voltage**. Ouvrez la boîte de dialogue de configuration de chaque résistance, puis entrez les valeurs suivantes pour chacune d'entre elles dans le champ **Resistance** :

Composant	Valeur
R1	800
R2	1k
R3	1.2k

Remarques :

- * le logiciel Proteus utilise les préfixes suivants pour les valeurs des composants : **M** pour méga, **k** pour kilo, **m** pour milli, et **u** pour micro.
- * La virgule décimale est représentée par un point (et non par une virgule)

Etape 6 – Avant de lancer la simulation, et dans le but de pouvoir observer les mesures des tensions et du courant, nous allons ajouter les appareils de mesure nous permettant d'obtenir la tension aux bornes de la pile, la tension aux bornes de chaque résistance, ainsi que le courant circulant dans le circuit. Pour cela, rajoutez 4 voltmètres [instrument **DC VOLTMETER** disponible dans le « **Mode instruments virtuels** »] et 1 ampèremètre [instrument **DC AMMETER** disponible dans le « **Mode instruments virtuels** »] dans votre montage comme indiqué sur le *Schéma 2*, **en respectant la polarisation de chaque appareil de mesure.**

Remarque au sujet du câblage de l'ampèremètre :

L'ampèremètre se branchant en série, il faut effacer le fil sur lequel on veut le brancher AVANT de placer l'ampèremètre, puis il faut ensuite le connecter avec 2 nouveaux fils. Ne pas « déposer » l'ampèremètre sur un fil !

Remarques au sujet des calibres de l'ampèremètre :

L'ampèremètre de Proteus [instrument **DC AMMETER**] possède 3 calibres différents configurables dans ses propriétés [champ **Display Range**] : **Amps** [pour mesurer un courant de l'ordre de l'ampère], **Milliamps** [pour mesurer un courant de l'ordre du milliampère], et **Microamps** [pour mesurer un courant de l'ordre du microampère]. Si l'ampèremètre affiche 0.00 cela signifie peut-être qu'il est sur un calibre trop grand !

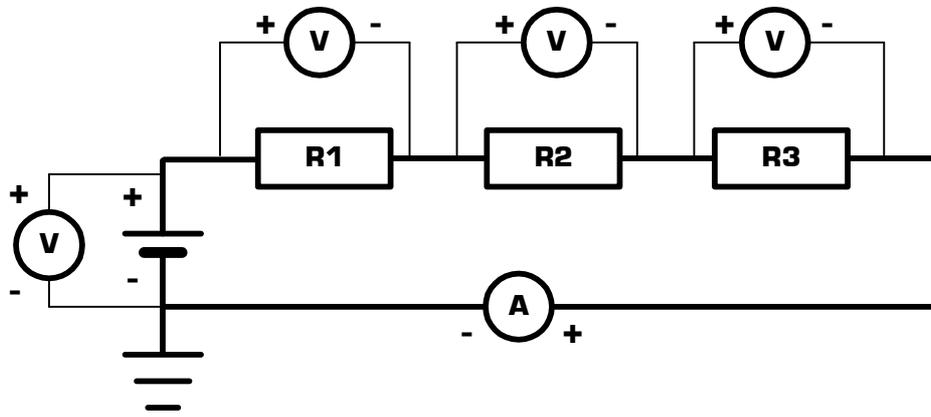


Schéma 2

Etape 7 - Le schéma est maintenant complètement terminé, nous pouvons lancer la simulation afin d'observer les valeurs sur les appareils de mesure. Pour cela, cliquez sur « **Exécuter** » dans le menu « **Mise au point** » de Proteus [vous pouvez aussi utiliser le bouton de raccourcis « Jouer » (symbolisé par un triangle noir) placé en bas à gauche de l'écran]. Observez les valeurs données par les appareils de mesure. Pour arrêter la simulation, cliquez sur « **Stop animation** » dans le menu « **Mise au point** » de Proteus [vous pouvez aussi utiliser le bouton de raccourcis « Arrêt » (symbolisé par un carré noir) placé en bas à gauche de l'écran].

Quelle valeur indique l'ampèremètre sur le schéma 2 pour chacun de ses 3 calibres ? Conclusion : il faudra toujours utiliser le calibre de l'ampèremètre correspondant à l'ordre de grandeur du courant à mesurer [de l'ordre du microampère, ou du milliampère, ou bien de l'ampère] et être attentif aux messages de l'ampèremètre [ex : MAX].

Nous venons de voir, à travers les 7 étapes précédentes, comment réaliser un montage analogique sous Proteus, comment configurer les composants [les résistances et la pile], comment connecter deux composants ensemble, comment placer des appareils de mesure [voltmètre et ampèremètre] et comment lancer et arrêter la simulation analogique. Vous allez maintenant appliquer cet apprentissage dans les cinq applications suivantes.

II - Application 1 : constatation de la loi d'addition des tensions dans un circuit série

II - 1 - Saisissez dans Proteus le montage indiqué sur le schéma 3, où les 4 résistances sont branchées en série, et sur lequel on a nommé 7 tensions de la manière suivante :

U1 est la tension aux bornes de R1 U4 est la tension aux bornes de R4
 U2 est la tension aux bornes de R2 U5 est la tension présente aux bornes des deux résistances R1 et R2
 U3 est la tension aux bornes de R3 U6 est la tension présente aux bornes des deux résistances R3 et R4
 Et U7 est la tension totale du circuit, présente aux bornes des quatre résistances R1 R2 R3 et R4.

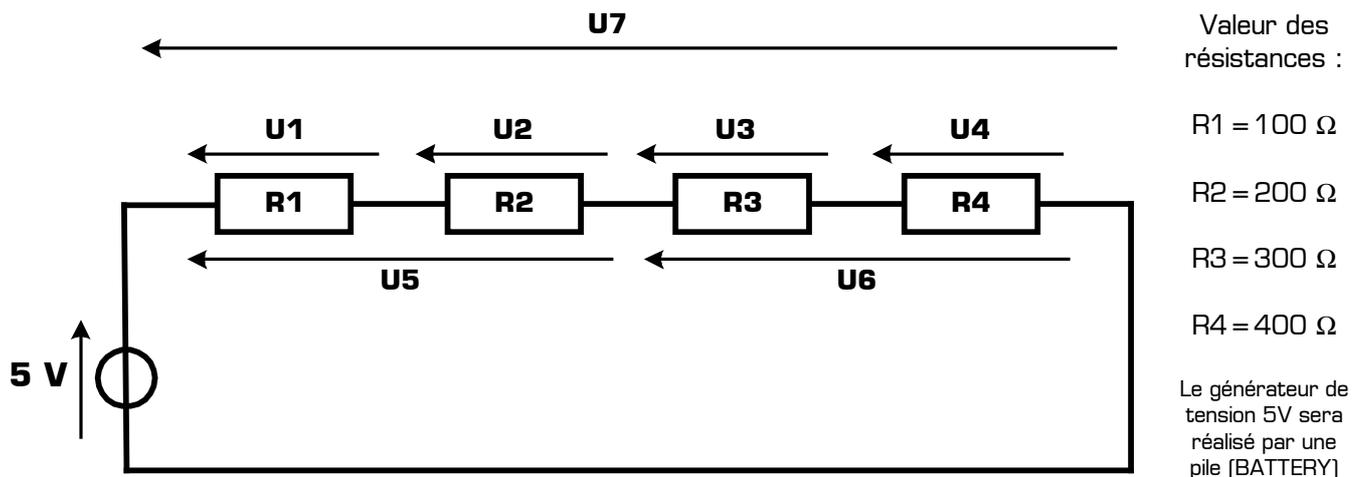


Schéma 3

II - 2 - En utilisant le voltmètre, mesurez chacune des 7 tensions du circuit et consignez vos résultats dans le tableau 1 :

U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7

Tableau 1

II - 3 - Calculez dans le *tableau 2* les 4 sommes de tensions indiquées :

U1 + U2	U3 + U4	U5 + U6	U1 + U2 + U3 + U4

Tableau 2

II - 4 - En comparant la valeur de U1 + U2 avec la valeur de U5, déduisez une égalité : =

Observez la position des flèches des tensions U1, U2, et U5 sur le *schéma 3*, dans le but de retrouver cette égalité à partir du schéma.

II - 5 - En comparant les 3 autres valeurs du *tableau 2* avec les tensions du *tableau 1*, et en observant les flèches de tension sur le *schéma 3*, déduisez 3 autres égalités entre les sommes des tensions et certaines tensions :

..... = = =

II - 6 - Complétez la phrase suivante résumant le phénomène que vous venez de constater :

Dans un circuit électronique utilisant plusieurs résistances branchées en série, la somme de toutes les présentes aux bornes de chaque est égale à la totale du circuit.

III - Application 2 : constatation de la loi d'addition des courants dans un circuit en dérivation

III - 1 - Saisissez dans Proteus le montage indiqué sur le *schéma 4*, où les 4 résistances [qui ont les mêmes valeurs que pour le montage précédent] sont branchées en dérivation, et sur lequel on a nommé 7 courants :

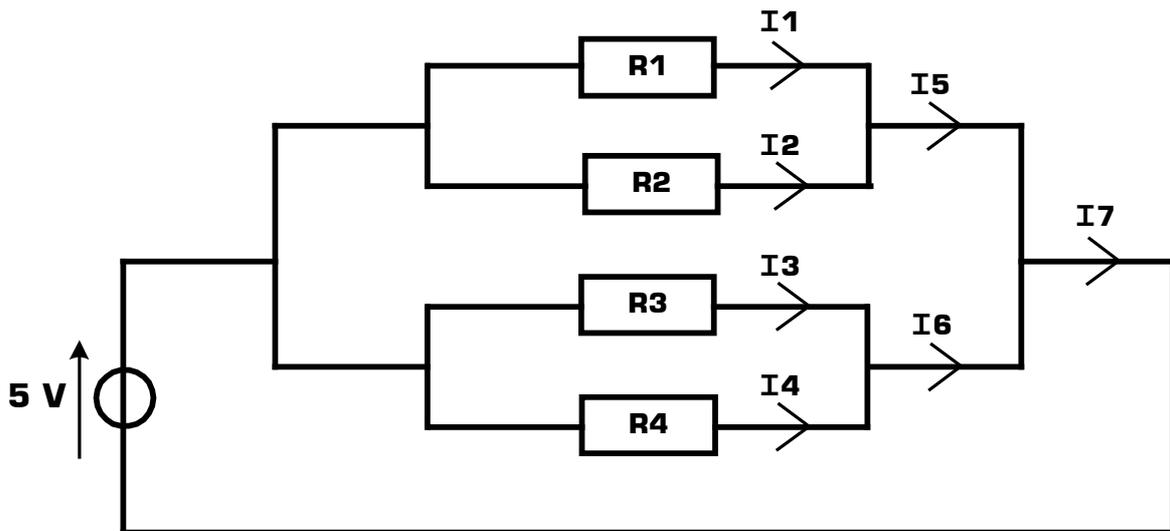


Schéma 4

III - 2 - En utilisant l'ampèremètre [avec son calibre approprié] et en le connectant correctement, mesurez chacun des 7 courants du circuit et consignez vos résultats dans le *tableau 3* :

I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7

Tableau 3

III - 3 - Calculez dans le *tableau 4* les 4 sommes de courants indiquées :

I1 + I2	I3 + I4	I5 + I6	I1 + I2 + I3 + I4

Tableau 4

III - 4 - En comparant les 4 valeurs du *tableau 4* avec les courants du *tableau 3*, et en observant les flèches des courants sur le *schéma 4*, déduisez 4 égalités entre les sommes des courants et certains courants :

..... =
 =

III - 5 - Complétez la phrase suivante résumant le phénomène que vous venez de constater :

Dans un circuit électronique utilisant plusieurs résistances branchées en dérivation, la somme de tous les circulant dans chacune des est égale au total du circuit.

IV - Application 3 : constatation de la loi d'ohm

Vous allez dans cette troisième application constater la relation mathématique liant la tension **u**, la résistance **R** et le courant **i** dans un circuit électrique.

IV - 1 - Réalisez dans le logiciel Proteus le *Schéma 5* ci-contre, dans lequel **U_{géné}** représente la tension aux bornes du générateur de tension, **u** représente la tension aux bornes de la résistance, et **i** représente le courant circulant dans le circuit. Ajoutez les appareils de mesure convenables pour mesurer **u** et **i**.

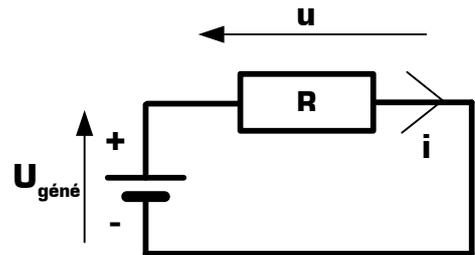


Schéma 5

IV - 2 - Complétez le *Tableau 5* ci-dessous en utilisant les 3 valeurs de **R** pour chacune des 3 valeurs de **U_{géné}**, et en mesurant les valeurs de **u** et de **i** grâce au logiciel Proteus.

Rappel : Il faut toujours exprimer les valeurs numériques des grandeurs physiques avec des puissances de 10 multiples de 3 ou un préfixe multiplicateur, sans oublier l'unité de mesure de la grandeur physique. Lorsqu'on utilise un préfixe, la valeur numérique qui le précède **doit toujours être comprise entre 1 et 999** et contiendra 3 chiffres significatifs au maximum. Par exemple, on ne dit pas 0,8 mA, mais on dira 800 μA. De même, on ne dit pas 4500Ω, mais on dira 4,5kΩ. Ou encore on n'écrit pas 29.10⁻⁴ V mais on marquera 2.9 mV. Un dernier exemple : on n'écrit pas U = 74,5829314x10⁻⁵ [trop de chiffres, mauvaise puissance de 10, et sans unité !!!] mais on écrira U = 746 μV en arrondissant la valeur numérique à 3 chiffres significatifs, et en utilisant le préfixe approprié. **Vous devez donc interpréter et formater les résultats numériques donnés par la calculatrice, et non les recopier aveuglément sans aucune réflexion !**

Tension du générateur U_{géné}	Valeur de la résistance R	Valeur de la tension u	Valeur du courant i	Valeur du produit Rxi
5 V	100 Ω			
	2.2 kΩ			
	470 kΩ			
9 V	100 Ω			
	2.2 kΩ			
	470 kΩ			
17 V	100 Ω			
	2.2 kΩ			
	470 kΩ			

Tableau 5

IV - 3 - En observant les valeurs numériques trouvées dans le tableaux ci-dessus, déduisez une relation liant la tension **u** aux bornes d'une résistance **R** et le courant **i** circulant dans cette résistance **R**. Cette relation doit utiliser seulement les 3 grandeurs **R**, **u** et **i** :

..... =

V - Application 4 : association de résistances en série

V - 1 - Réalisez à nouveau le *Schéma 5* dans le logiciel Proteus, en configurant **U_{géné} = 12V** et **R = 600 Ω**.

Quelle est alors la valeur du courant **i** circulant dans le circuit ? **i** =

V - 2 - On désire maintenant réaliser le *Schéma 6*, qui utilise 2 résistances différentes R_1 et R_2 branchées en **série**, de telle sorte qu'il soit équivalent au *Schéma 5*, **c'est-à-dire que le courant i soit le même dans les deux circuits**. On donne $R_1 = 400\Omega$ pour le *Schéma 6*. Réalisez le *Schéma 6* dans le logiciel Proteus, en configurant $U_{\text{généré}} = 12V$ et $R_1 = 400\Omega$.

V - 3 - Recherchez expérimentalement la valeur à donner à R_2 dans le *Schéma 6*, afin que le courant i soit le même que celui trouvé à la question **V - 1** :

$R_2 = \dots\dots\dots$

V - 4 - En déduire une relation liant R , R_1 et R_2 :

$R = \dots\dots\dots$

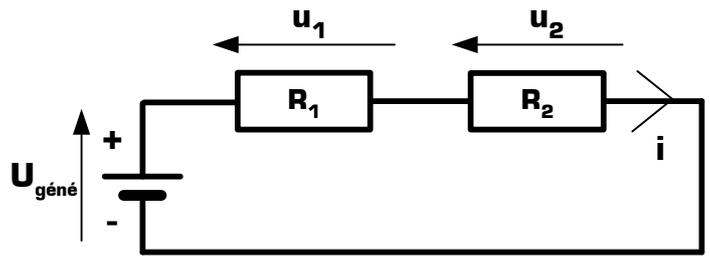


Schéma 6

Complétez la phrase suivante qui généralise la loi que vous venez de constater, en utilisant les mots **résistances**, **série**, et **somme** :

La résistance équivalente d'un circuit en est égale à la de toutes les

VI - Application 5 : association de résistances en dérivation

VI - 1 - Réalisez à nouveau le *Schéma 5* dans le logiciel Proteus, en configurant $U_{\text{généré}} = 12V$ et $R = 666 \Omega$.

Quelle est alors la valeur du courant i circulant dans le circuit ? $i = \dots\dots\dots$

VI - 2 - On désire maintenant réaliser le *Schéma 7*, qui utilise 2 résistances différentes R_1 et R_2 branchées en **dérivation**, de telle sorte qu'il soit équivalent au *Schéma 5*, **c'est-à-dire que le courant i soit le même dans les deux circuits**. On donne $R_1 = 400\Omega$ pour le *Schéma 7*. Réalisez le *Schéma 7* dans le logiciel Proteus, en configurant $U_{\text{généré}} = 12V$ et $R_1 = 1k\Omega$.

VI - 3 - Connaissant les valeurs de $U_{\text{généré}}$ et R_1 , calculez la valeur du courant i_1 :

$i_1 = \dots\dots\dots$

VI - 4 - Dans le *Schéma 7*, on veut que le courant i ait la même valeur que celle trouvée à la question **VI - 1**. Déduisez-en la valeur que doit prendre le courant i_2 :

$i_2 = \dots\dots\dots$

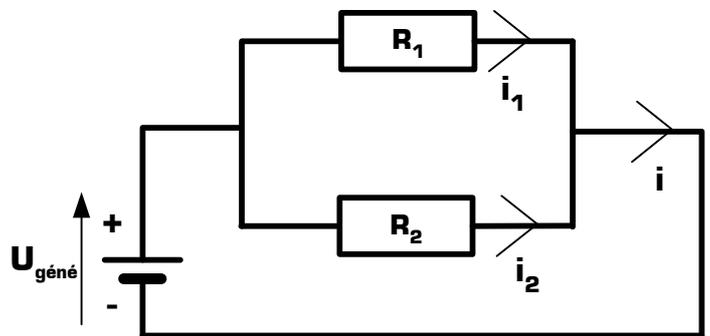


Schéma 7

VI - 5 - Quelle doit être la valeur de R_2 afin que i_2 soit égal à la valeur trouvée à la question **VI - 4** ?

$R_2 = \dots\dots\dots$

VI - 6 - Saisissez puis testez le *Schéma 7* dans le logiciel Proteus, en donnant à R_2 la valeur que vous venez de trouver et en configurant $U_{\text{généré}} = 12V$ et $R_1 = 1k\Omega$, puis vérifiez si la valeur de i correspond à votre attente.

VI - 7 - Parmi les 6 propositions ci-dessous, rayez les 5 propositions fausses afin de ne garder que la proposition correspondant à la phrase suivante :

La résistance équivalente d'un circuit avec 2 résistances R_1 et R_2 branchées en dérivation est :

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| $R_1 + R_2$ | $R_1 \times R_2$ | R_2 / R_1 |
| $\frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2}$ | $\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$ | $\frac{R_1 \times R_2}{R_1 - R_2}$ |

Ce TP vous a montré les bases du logiciel Proteus. Il vous appartient désormais d'utiliser naturellement Proteus, mais surtout de découvrir par vous-même les autres fonctionnalités non énumérées ici [touches ou boutons raccourcis, copier/coller, nouveaux composants, clic droit + Placer, etc.]