

Introduction à la simulation

Le but de ce document est de fournir une introduction rapide à la simulation afin de fournir à l'étudiant un outil supplémentaire pour sa compréhension des concepts de l'Électrotechnique.

Préambule :

Il est important de préciser que :

- La simulation n'est pas au programme de l'examen de ce cours, elle sera utilisée uniquement comme complément aux exercices dans un but pédagogique.
- Bien qu'elle puisse apparaître comme un outil magique qui semble toujours donner les bons résultats, la simulation n'est en aucun cas une alternative à la résolution analytique d'un circuit avec des équations bien définies. En effet, l'ingénieur peut s'en servir afin de compléter ou vérifier son modèle théorique d'un circuit, mais il ne doit en aucun cas baser ses travaux uniquement sur elle si l'on connaît pas la théorie derrière.

Introduction :

La simulation est un outil puissant couramment utilisé par les ingénieurs afin de résoudre de manière numérique des systèmes qu'ils analysent. Dans le cadre de ce cours, nous ferons recours à la simulation de manière assez superficielle, dans l'unique but de visualiser certains concepts expliqués en cours. Il faut donc garder en tête que nous ferons des simulations uniquement pour "voir et sentir" les choses et prendre conscience des ordres de grandeurs, et non pas pour obtenir des résultats précis en tant que tels.

Il est utile de savoir que de nombreux simulateurs existent sur le marché, avec des performances et prix très variables. Voici une liste non-exhaustive de quelques simulateurs auxquels vous pourrez avoir recours si vous le souhaitez dans l'avenir :

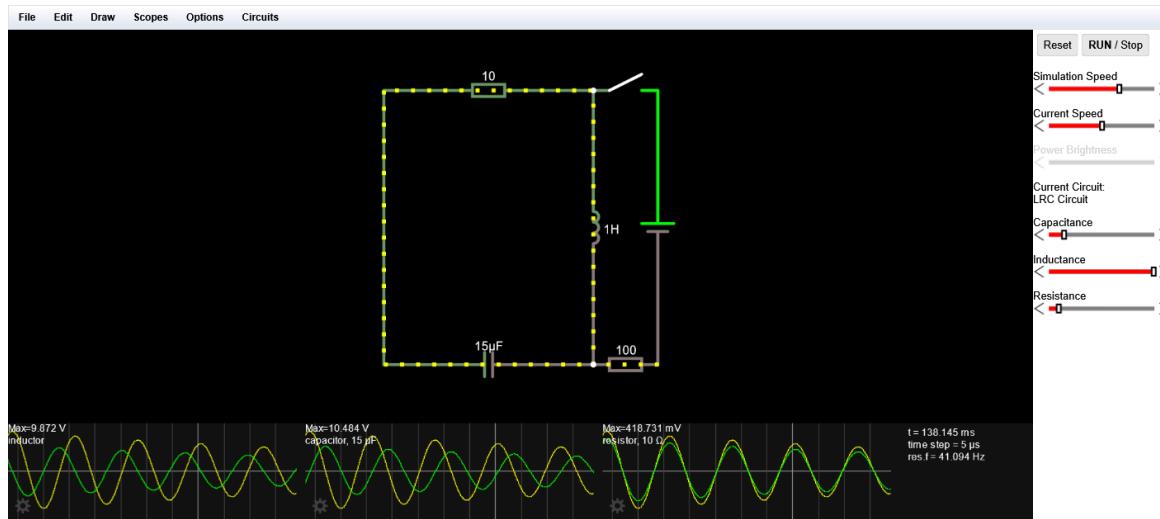
- *CircuitLab* : Simulateur en ligne (<https://www.circuitlab.com/>), *payant avec demo gratuite*.
- *LTSpice* : Simulateur professionnel développé par l'entreprise Analog Circuits qui vend des circuits intégrés, *gratuit*. Ce simulateur est utilisé couramment dans le cadre d'autres cours du cursus Microtechnique à l'EPFL, il est très complet mais assez peu intuitif pour des débutants.
- *EveryCircuit* : Simulateur en ligne et sur smartphone, *payant avec trial gratuit*.
- *Falstad Circuit Simulator* : Simulateur en ligne (avec possibilité de le télécharger offline) développé par Paul Falstad sous une licence libre GNU, *gratuit*.

Dans ce cours, nous avons décidé d'opter pour le simulateur **Falstad** qui est gratuit, simple, très visuel, et suffisamment complet pour nos applications. Les exemples seront donc donnés sur ce programme, mais si vous le souhaitez, rien ne vous empêche d'effectuer des recherches et d'apprendre à utiliser d'autres simulateurs.

Prise en main :

- Afin d'utiliser le simulateur en ligne dans votre navigateur, il suffit de vous rendre sur <https://www.falstad.com/circuit/> (il est possible que vous deviez télécharger Java si vous ne l'avez pas déjà installé).
- Si vous préférez utiliser la version offline du simulateur, il suffit de télécharger le fichier correspondant à votre système d'exploitation à partir de ce lien : <https://www.falstad.com/circuit/offline/>, d'extraire les fichiers puis lancer celui qui est exécutable.

La fenêtre du simulateur se présente ainsi :



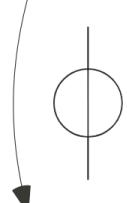
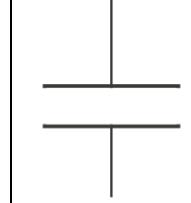
- L'espace central contient le circuit analysé (le circuit sur l'image est celui affiché par le simulateur par défaut lorsqu'il est lancé). Les points jaunes représentent le courant, et les couleurs donnent une indication sur le potentiel de la zone en question (couleur verte quand le potentiel est positif et rouge quand il est négatif).
- Le haut de la colonne à droite permet de contrôler l'état de la simulation, elle n'est pas de grand intérêt pour nous. Les curseurs permettent de modifier la valeur des composants de manière rapide (l'autre manière est de double-cliquer sur chaque élément et d'y entrer une nouvelle valeur manuellement).
- Le ruban en haut contient tous les menus nécessaires à l'utilisation du simulateur. Voici une description brève des utilités principales de chacun :
 - **File** : permet de sauvegarder la simulation ou d'ouvrir une simulation sauvegardée précédemment.
 - **Edit** : outils standards d'édition.
 - **Draw** : tout ce qui est en lien avec l'édition du schéma : c.-à-d. l'ajout de composants et des conducteurs idéaux qui les relient entre eux.
 - **Scopes** : permet l'ajout de sondes d'oscilloscope (évolution d'une grandeur dans le temps), comme celles visibles en bas de la fenêtre afin d'observer différents paramètres du circuit (surtout utile pour des circuits à courant alternatif qui seront traités en deuxième partie du semestre).
 - **Options** : paramètres en lien avec l'aspect visuel du simulateur.
 - **Circuits** : librairie de circuits standards déjà dessinés que l'on peut modifier.

Note :

Afin de garder l'introduction brève, les détails et subtilités de l'utilisation du simulateur ne seront pas expliqués davantage, mais n'hésitez pas à le découvrir par vous-même. Il est relativement simple et intuitif, et il s'agit d'un excellent outil pour la compréhension qui peut vous être utile durant tout votre cursus.

Mise en garde - Symboles :

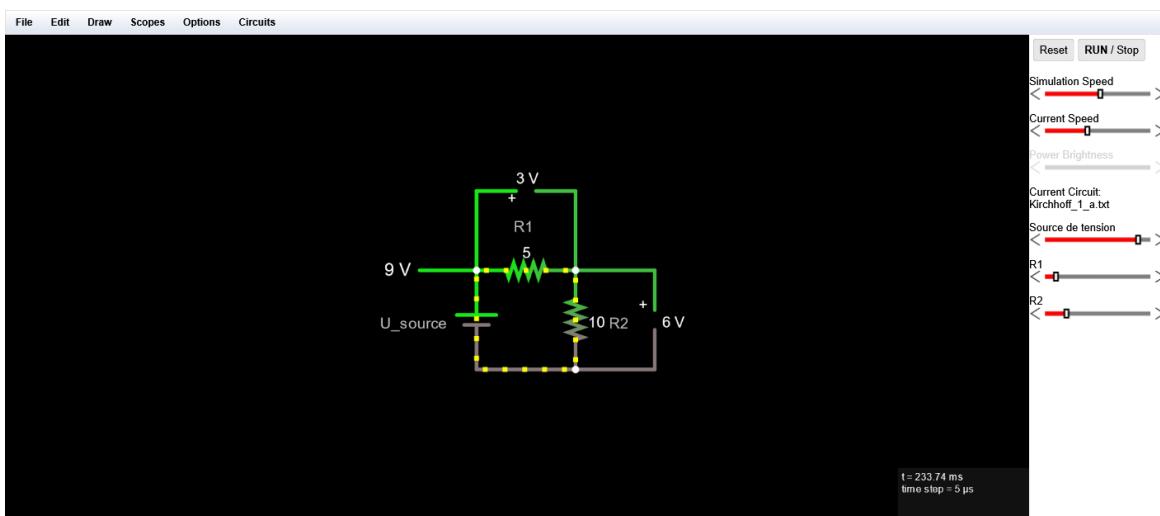
Il est important de noter que ce simulateur ne suit pas tout le temps les mêmes conventions de symboles utilisées dans le cours d'Electrotechnique (convention US vs. Europe).

	Source de tension idéale (pôle + en haut)	Source de courant idéale	Résistance	Inductance	Capacité
Convention simulateur	 DC / AC				
Convention cours				 ou 	

Première simulation :

Afin de faire votre premier essai du programme, deux fichiers fournis sur Moodle, nommés « kirchhoff_1_a.txt » et « kirchhoff_1_b.txt » reprennent les circuits résolus à l'exercice Kirchhoff 1 pendant la séance d'exercice de la semaine précédente, le but ici est de les simuler et de vérifier que les valeurs correspondent bien aux calculs effectués.

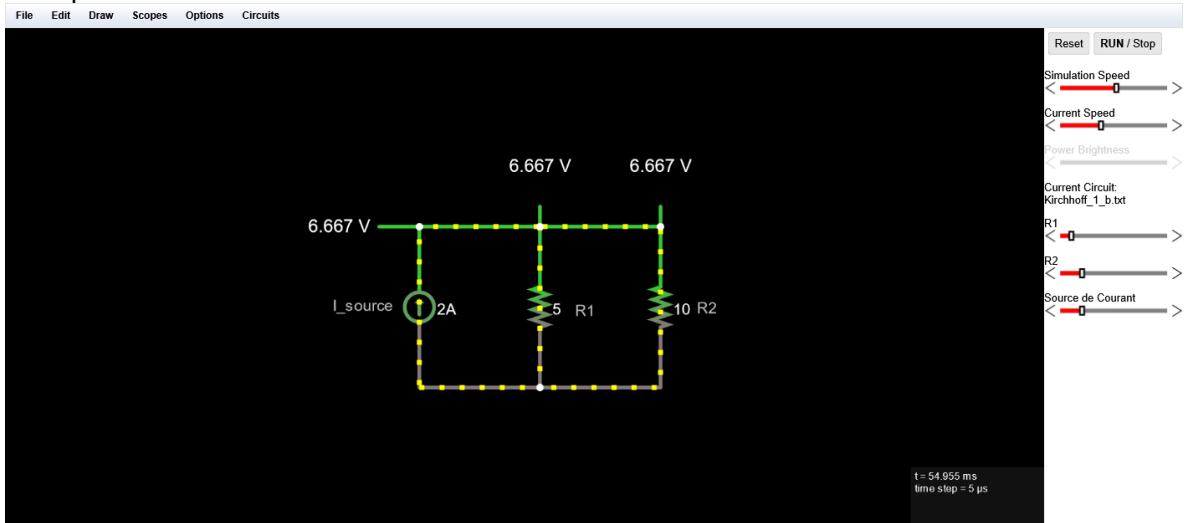
Afin d'ouvrir un circuit, appuyez sur *File > Open File* et sélectionnez un des deux fichiers que vous avez précédemment téléchargés. Le résultat de l'ouverture du premier fichier est celui-ci, il correspond à un diviseur de tension :



Il est possible de modifier la valeur des 3 composants du circuit à l'aide de curseurs à droite de l'écran ou en cliquant sur chaque composant. Les points jaunes vous permettent de constater la variation du courant et les voltmètres branchés aux bornes de chacune des résistances vous donnent la chute de tension entre ses deux bornes.

Faites varier la valeur des composants et observez leur influence sur le courant et les chutes de tension. (Tip : lorsque vous mettez votre curseur sur un composant, le courant qui y passe est affiché en bas à droite).

Faites de même avec le deuxième circuit. Le schéma affiché devrait être celui-ci, il correspond à un diviseur de courant :



Expérimenez également en faisant varier la valeur des composants et en observant leur influence.

Exercice supplémentaire (optionnel) :

Commencez avec un circuit vide en pressant sur File > New Blank Circuit puis reconstruisez vous-même les 2 circuits analysés en utilisant les éléments se trouvant dans le menu Draw. (Tip : afin de faire apparaître les curseurs à droite, il faut cliquer avec le bouton droit sur l'élément pour lequel vous souhaitez avoir un curseur et presser sur Sliders).