

# QUITE UNIVERSAL CIRCUIT SIMULATOR : SIMULATION EN REGIME TRANSITOIRE ET SINUSOÏDAL



## 1. Généralités

Quite Universal Circuit Simulator (QUCS) est un logiciel open source de simulation de circuits électroniques avec une interface graphique (GUI) sous licence GPL. Le logiciel de simulation prend en charge des simulations de type DC, AC, paramètre S, analyse de bruit, etc. Les données de simulation peuvent être représentées dans différents types de diagrammes, notamment cartésien, polaire, Smith-Chart, etc.

## 2. Téléchargement et Lancement du Logiciel

- Allez sur le site : <https://sourceforge.net/projects/qucs/files/qucs/>
- Cliquez sur « Download Latest Version »
- Une fois le fichier zip téléchargé, extrayez les fichiers.
- Le logiciel ne requérant pas d'être installé, sauvegardez les fichiers extraits dans un emplacement de votre choix.
- Lancez le fichier « qucs.bat » en faisant double-clic.

## 3. Rappel : Types de Simulation

Dans le cadre des Travaux Pratiques qui vous seront proposés, on s'intéressera à trois types de simulation principalement:

- Simulation DC : par exemple la caractéristique électrique d'une diode :  
$$I_{AK} = I_S \left[ \exp\left(\frac{qV_{AK}}{kT}\right) - 1 \right].$$
- Simulation AC : par exemple la réponse en fréquence d'un filtre passe-bas où les variables de simulation seront fonction de la fréquence ou de la pulsation. Ex.  $|T(\omega)| = \frac{1}{1+jRC\omega}$
- Simulation Transitoire : par exemple la charge et la décharge d'un condensateur où les variables de simulation seront fonction du temps. Ex :  $i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$

## 4. Exemple d'utilisation (Extrait du TP2 : Circuits « RC » Intégrateur).

### 4.1. Dessin du schématique

Le circuit RC de la Figure 1 est excité par une tension  $v_e$  sinusoïdale telle que :  $v_e = V_{em} \sin(\omega t)$ . La tension  $v_c$  aux bornes du condensateur constitue la tension de sortie du montage.

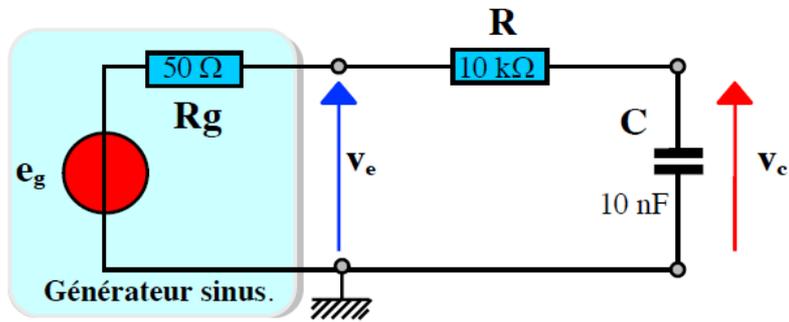


Figure 1 : Circuit « RC intégrateur »

- 4.1.1. Créez un nouveau projet : Menu *Projet* → *Nouveau projet...* ou bien *Ctrl+Shift+N* et nommez-le.
- 4.1.2. Dans l'onglet « *Composants* », sélectionnez « *lumped components* » dans la liste déroulante : et placez les éléments passifs du circuit (résistances, condensateur).
- 4.1.3. Sélectionnez « *Sources* » dans la liste déroulante et placez la source d'alimentation alternative.
- 4.1.4. Faites double-clic sur chaque composant et modifiez ses paramètres.
- 4.1.5. Dans la barre d'outils, sélectionnez  et placez la masse dans votre circuit.
- 4.1.6. Dans la barre d'outils, sélectionnez  et reliez vos composants avec des fils.
- 4.1.7. Dans la barre d'outils, sélectionnez  et nommez les nœuds:  $v_e$  et  $v_c$ .

Voici le circuit résultant :

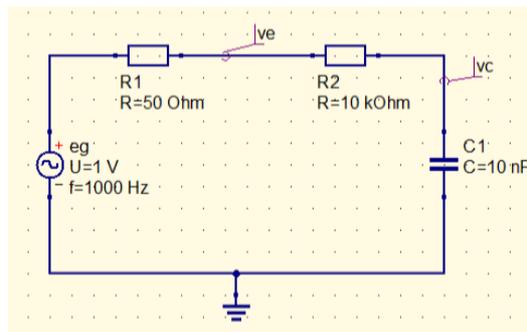


Figure 2 : Circuit de Simulation « RC Intégrateur »

## 4.2. Simulation Temporelle

- 4.2.1. Sélectionnez « *Simulations* » dans la liste déroulante et placez un objet de type « *Simulation en régime transitoire* ». Modifiez ses paramètres de manière à simuler quelques périodes de la tension « *eg* ». Assurez-vous d'avoir suffisamment de points de simulation en rajustant le « *pas* ».

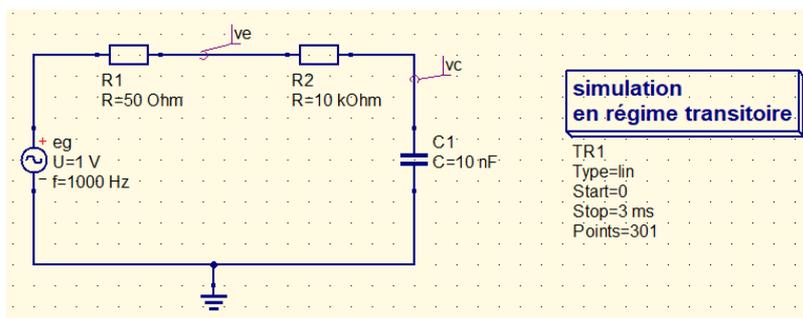


Figure 3: Schématique Simulation Temporelle

- 4.2.2. Lancez la simulation : Menu Simulation → Simuler ou bien appuyez sur F2. Nommez et enregistrez votre schématique.
- 4.2.3. Dans le nouveau fichier « .dpl » venant de s'ouvrir, sélectionnez « Diagrams » dans la liste déroulante et placez un diagramme de type « Cartésien ». Ajoutez au diagramme les variables transitoires « ve.Vt » et « vc.Vt ».
- 4.2.4. Pour relever les points vous permettant de tracer votre diagramme de Bode : dans la barre d'outils, sélectionnez  et placez des marqueurs. Ajustez leur position avec les flèches de votre clavier.

Voici le diagramme de type « Cartésien » résultant :

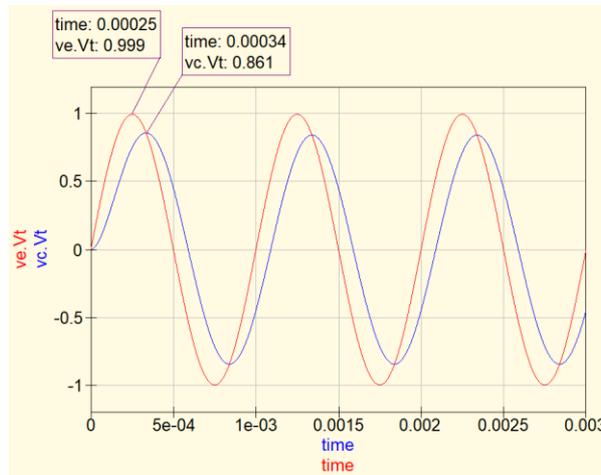


Figure 4: Simulation temporelle du circuit « RC intégrateur »

- 4.2.5. En faisant varier la fréquence dans votre schématique, vous pouvez relever les points de simulation pour différentes valeurs de fréquence et tracer votre diagramme de Bode dans un logiciel de type classeur.

### 4.3. Simulation AC

- 4.3.1. Dans un nouveau schématique (Menu Fichier → Nouveau), redessinez (ou bien faites un copier-coller) votre circuit de départ de la Figure 2.
- 4.3.2. Sélectionnez « Simulations » dans la liste déroulante et placez un objet de type « Simulation en régime sinusoïdal ». Modifiez ses paramètres de manière à avoir un balayage en fréquence de type logarithmique allant de 10 Hz jusqu'à 100 kHz avec 25 points par décade.
- 4.3.3. Dans la barre d'outils, sélectionnez  et placez un objet de type « équation » dans votre schématique.
- 4.3.4. Modifiez les paramètres de l'objet de type « équation » comme suit :

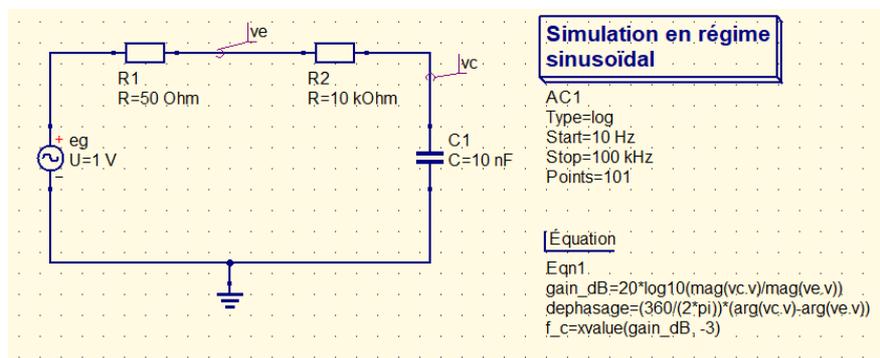


Figure 5: Schématique Simulation AC

L'équation «  $gain\_dB = 20 \cdot \log_{10}(\text{mag}(v_c.v)/\text{mag}(v_e.v))$  » calcule le gain en dB en faisant le rapport du module de la tension de sortie par rapport au module de la tension d'entrée.

L'équation «  $dephasage = (360/(2 \cdot \pi)) \cdot (\arg(v_c.v) - \arg(v_e.v))$  » calcule le déphasage en degrés de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée en faisant la différence de leurs arguments.

L'équation «  $f\_c = xvalue(gain\_dB, -3)$  » recherche la valeur x la plus proche (dans ce cas la fréquence) où gain\_dB s'approche de -3 dB.

- 4.3.5. Lancez la simulation : Menu Simulation → Simuler ou bien appuyez sur F2. Nommez et enregistrez votre schématique.
- 4.3.6. Dans le nouveau fichier « .dpl » venant de s'ouvrir, sélectionnez « Diagrams » dans la liste déroulante et placez deux diagrammes de type « Cartésien » pour représenter le gain en dB et le déphasage en degré en échelle logarithmique. Placez un diagramme de type « Tableau » pour afficher la fréquence de coupure.

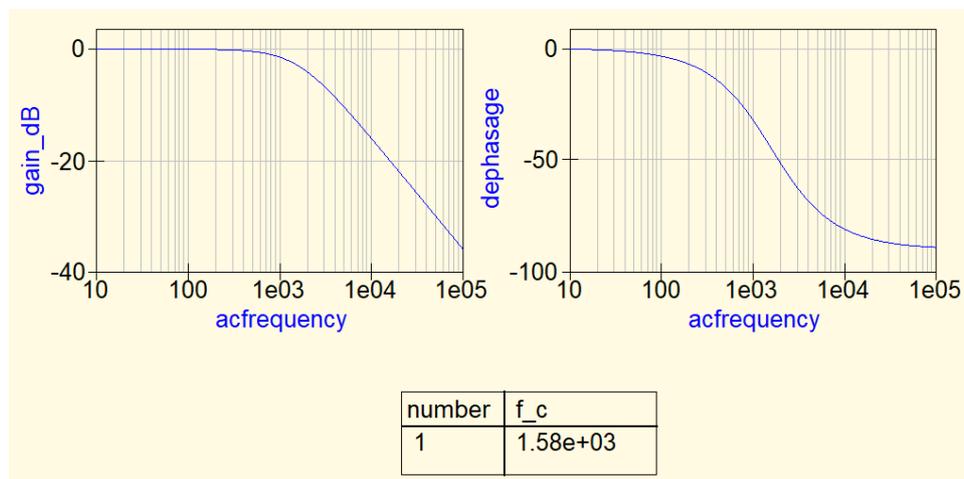


Figure 6 : Simulation AC du circuit « RC intégrateur »

## 5. Exemple d'utilisation : Charge et Décharge d'un Condensateur

Dans cet exemple, on s'intéresse à la simulation de la charge et décharge d'un condensateur via une résistance suite à une impulsion en tension.

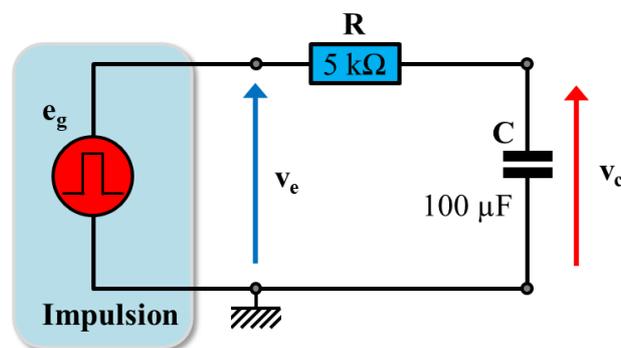


Figure 7 : Circuit de Simulation : Charge et Décharge d'un condensateur

### 5.1. Dessin du schématique

- 5.1.1. Créez un nouveau schématique (Menu Fichier → Nouveau).
- 5.1.2. Placez les éléments passifs (résistance, condensateur) et la masse dans votre circuit et modifiez leurs paramètres comme le montre la Figure 8.

- 5.1.3. Sélectionnez « Sources » dans la liste déroulante et placez une source de type « Impulsion en tension ». Modifiez ses paramètres de manière à créer une impulsion en tension de 0 → 1 V avec comme début d'impulsion 100 ms et comme fin d'impulsion 3 s.
- 5.1.4. Reliez les composants et nommez les nœuds.
- 5.1.5. Sélectionnez « Simulations » dans la liste déroulante et placez un objet de type « Simulation en régime transitoire ». Modifiez ses paramètres de manière à simuler 6 s. Assurez-vous d'avoir suffisamment de points de simulation en rajustant le « pas ».

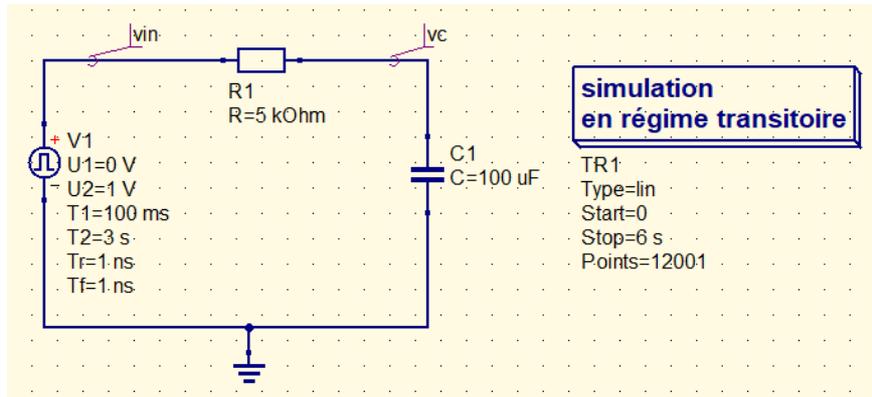


Figure 8 : Schématique Simulation en Régime Transitoire

## 5.2. Simulation Transitoire

- 5.2.1. Lancez la simulation : Menu Simulation → Simuler ou bien appuyez sur F2. Nommez et enregistrez votre schématique.
- 5.2.2. Dans le nouveau fichier « .dpl » venant de s'ouvrir, sélectionnez « Diagrams » dans la liste déroulante et placez un diagrammed de type « Cartésien ». Ajoutez au diagramme les variables transitoires « vin.Vt » et « vc.Vt ».
- 5.2.3. Rajoutez un curseur pour vérifier que la constante du temps  $\tau = RC$  correspond bien à 63 % de la tension maximale. (N'oubliez pas de considérer le décalage de 100 ms en début de simulation)

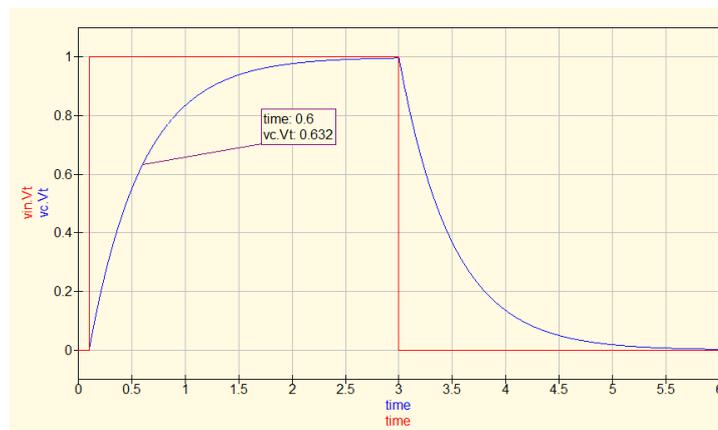


Figure 9: Simulation transitoire: Charge et Décharge d'un Condensateur