

Circuit Simulation with **TINA Design Suite & TINACloud**

Extrait : oscillateurs sinusoïdaux

Dogan Ibrahim (Royaume-Uni)

Selon certains, l'une des meilleures choses de TINA sera la possibilité de transposer facilement un circuit simulé sur un circuit imprimé grâce aux fonctions de placement et de routage automatiques. En effet, les options de traçage gerber et de perçage CNC permettent d'utiliser TINA pour concevoir et mettre en œuvre des prototypes. C'est bien sûr génial, mais avant de se lancer dans la conception des platines, il faut d'abord apprendre à maîtriser la simulation de circuits élémentaires. Voici une introduction à TINA à ne pas manquer.

Un oscillateur sinusoïdal est constitué d'un amplificateur et d'un réseau de rétroaction (**figure 1**). Les deux conditions suivantes doivent être remplies pour que l'oscillateur fonctionne :

- le gain de la boucle ($A \times B$) de la **figure 1** doit être supérieur ou égal à 1 ;
- le déphasage total dans le circuit doit être de 0 ou 360°.

Quelques simulations de circuits oscillateurs à base d'amplificateurs opérationnels sont proposées dans cette section.

Simulation 1 — Oscillateur à déphasage

On le désigne parfois sous le nom d'oscillateur RC. Chaque paire RC introduit un déphasage de 60°. Trois résistances et condensateurs sont utilisés ici pour introduire un déphasage de 180° dans la boucle de retour. Le déphasage total de la boucle est donc de 0° comme requis pour l'oscillation.

Schéma de TINA

La **figure 2** montre le schéma du circuit. Le réseau RC est connecté à l'entrée d'inversion de l'amplificateur opérationnel. En supposant que les résistances et les condensateurs sont identiques, l'exigence est que le gain en tension de l'amplificateur doit être supérieur ou égal à 29, c'est-à-dire :

$$\text{Gain} = \frac{R_f}{R} \geq 29$$

La fréquence d'oscillation est donnée par :

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

Dans cet exemple, la fréquence requise est de 4 kHz. En choisissant $C = 2 \text{ nF}$, on peut trouver la valeur requise de R à partir de :

Note de l'éditeur. Cet article est un extrait du livre de 440 pages *Circuit Simulation with TINA Design Suite & TINACloud* (Elektor 2022), formaté et légèrement modifié pour correspondre aux normes éditoriales et à la mise en page du magazine Elektor. Puisque cet article est extrait d'une publication plus vaste, certains termes peuvent faire référence à des passages du livre d'origine situés ailleurs. L'auteur et l'éditeur ont fait de leur mieux pour l'éviter et seront heureux de répondre aux questions. Pour les contacter, voir l'encadré « Des questions, des commentaires ? ».

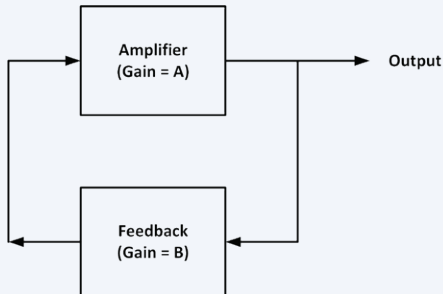


Figure 1. Principe de l'oscillateur.

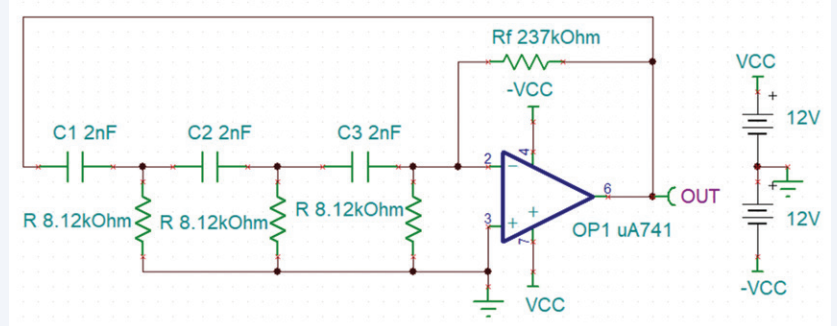


Figure 2. Schéma du circuit.

$$R = \frac{1}{2\pi f C \sqrt{6}} = \frac{1}{2\pi \times 4 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-9} \times \sqrt{6}}$$

ce qui donne $R = 8,12 \text{ k}\Omega$. Alors,

$$\frac{R_f}{R} \geq 29$$

et nous choisissons $R_f = 237 \text{ k}\Omega$. Dans ce projet, nous utilisons un amplificateur opérationnel de type UA741. Le circuit TINA est disponible sous forme d'un fichier sim9 (voir fin de l'article).

Simulation TINA

Voici les étapes à suivre pour lancer la simulation :

- cliquez sur T&M -> Oscilloscope et Run. Réglez Time/div sur 100 u.
- vérifiez la forme d'onde de sortie (figure 3). La période est de 250 μs , ce qui correspond à 4 kHz. Notez la pointe dans la forme d'onde de sortie sur l'oscilloscope. L'oscilloscope peut être synchronisé pour créer une image stable. Pour ce faire, sélectionnez Normal sous Mode et synchronizing signal sous Source. Vous devrez peut-être aussi régler le niveau de déclenchement (Trigger).

Simulation 2 — Oscillateur à pont de Wien

Il s'agit de l'un des oscillateurs sinusoïdaux les plus simples. L'oscillateur à pont de Wien est un circuit couplé RC à deux étages qui présente une bonne stabilité à sa fréquence de résonance, une faible distorsion et est très facile à accorder, ce qui en fait un circuit populaire en tant qu'oscillateur de fréquence audio.

Le circuit utilise un circuit RC en série connecté à un circuit RC en parallèle. Le déphasage du circuit est de 0° à la fréquence de résonance et le circuit est connecté à l'entrée positive de l'amplificateur opérationnel de sorte que le déphasage global est de 0° . Habituellement, on utilise une configuration d'amplificateur non-inverseur.

Pour obtenir une oscillation, il faut que le gain en tension soit supérieur ou égal à 3.

En supposant que les mêmes résistances et condensateurs sont utilisés, la fréquence d'oscillation est donnée par :

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

Dans cet exemple, la fréquence requise est de 5 kHz. En choisissant $C = 3 \text{ nF}$, nous pouvons déterminer la valeur requise de R à partir de :

$$R = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^3 \times 3 \times 10^{-9}}$$

ce qui donne $R = 10,6 \text{ k}\Omega$.

Pour remplir la condition de gain, pour un amplificateur non-inverseur (voir la figure 4) :

$$\text{Gain} = 1 + \frac{R_f}{R_2}$$

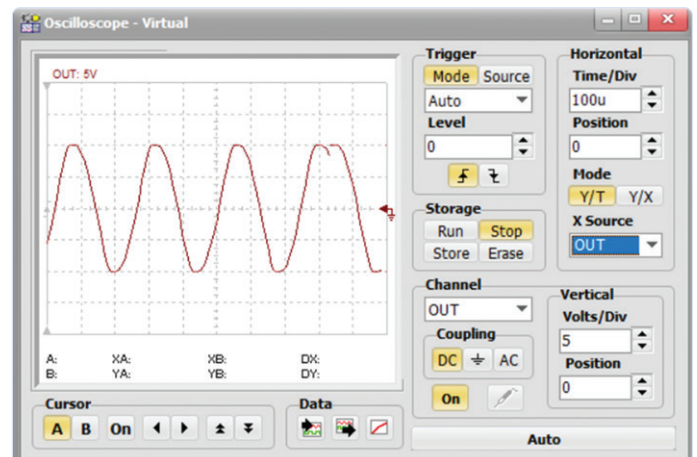


Figure 3. Forme d'onde de sortie.

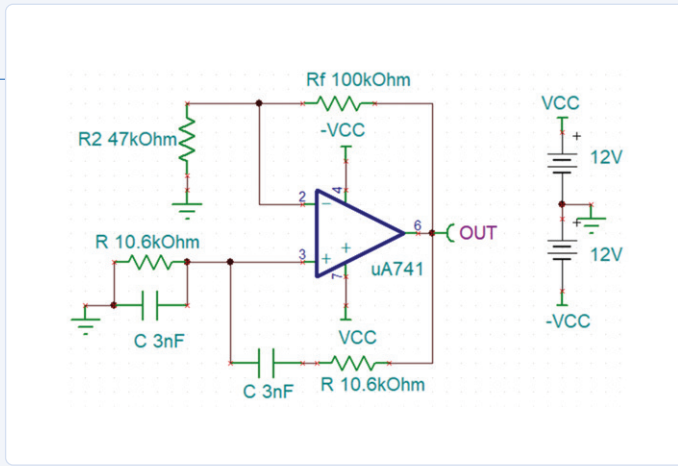


Figure 4. Schéma du circuit.

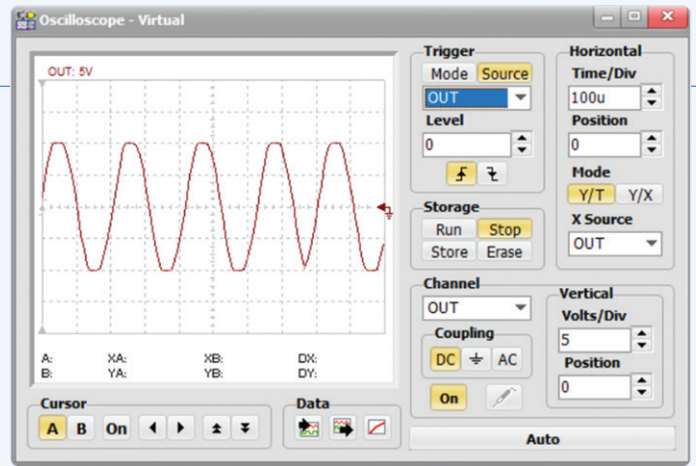


Figure 5. Forme d'onde de sortie.

Choisissez $R_f = 100 \text{ k}\Omega$:

$$1 + \frac{R_f}{R_2} \geq 3$$

Ce qui donne :

$$R_2 = \frac{R_f}{3-1} \leq 50 \text{ k}\Omega$$

Choisissez $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$.

Schéma TINA

La **figure 4** montre le schéma du circuit. Le circuit de rétroaction est connecté à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel et le gain est réglé par R_f et R_2 . Dans ce projet, nous utilisons un amplificateur opérationnel de type UA741. Le circuit est disponible sous forme d'un fichier : *sim10*.

Simulation TINA

Les étapes pour lancer la simulation sont :

- cliquez T&M -> Oscilloscope et cliquez Run. Réglez Time/div sur 100u.
- vérifiez la forme d'onde de sortie (**figure 5**). La période est de 200 μs , ce qui correspond à 5 KHz.

Simulation 3 – Oscillateur de Colpitts

L'oscillateur de Colpitts utilise un réseau diviseur de tension capacitif comme source de rétroaction. Deux condensateurs, C_1 et C_2 , sont placés aux bornes d'une seule inductance commune, L , où C_1 , C_2 et L forment le circuit LC. Le circuit de rétroaction est généralement connecté à l'entrée négative. C_1 , C_2 et L assurent le déphasage supplémentaire de 180° nécessaire pour que le déphasage total soit de 0° .

La fréquence d'oscillation est donnée par :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}$$

Où C_T est l'équivalent série de C_1 et C_2 , c'est-à-dire :

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Le taux de rétroaction dépend des valeurs de C_1 et C_2 . Par conséquent, en modifiant les valeurs de ces condensateurs, nous pouvons ajuster la valeur de la tension de rétroaction renvoyée vers le circuit LC. Le rapport entre C_1 et C_2 représente le taux de rétroaction B :

$$B = C_1 / C_2$$

Pour les oscillations, $AB \geq 1$, où A est le gain de l'amplificateur.

$$\text{Ou, } A \geq C_2 / C_1.$$

Dans cet exemple, la fréquence requise est de 10 KHz. En choisissant $L = 10 \text{ mH}$, nous pouvons trouver le taux de rétroaction de :

$$C_T = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 \times 10^8 \times 10 \times 10^{-3}}$$

ce qui donne 25,3 nF.

En choisissant $C_2 = 250 \text{ nF}$, on obtient $C_1 = 28,15 \text{ nF}$, ce qui correspond à un taux de rétroaction de $B = C_2 / C_1 = 250 / 28,15 = 8,88$. Nous pouvons donc choisir le gain de l'amplificateur à environ 10 (voir la **figure 6**), ce qui donne :

$$\text{Gain} = \frac{R_f}{R_1} = 10$$

En choisissant $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$, on obtient $R_f = 50 \text{ k}\Omega$.

Schéma TINA

La **figure 6** montre le schéma du circuit. Le circuit de rétroaction est connecté à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel et le gain est réglé par R_f et R_1 . Un amplificateur opérationnel de type UA741 est utilisé dans ce projet. Le circuit est disponible sous forme de fichier : *sim11*.

Simulation TINA

Les étapes pour lancer la simulation sont :

- cliquez sur T&M -> Oscilloscope et Run. Réglez Time/div sur 50u.
- vérifiez la forme d'onde de sortie (**figure 7**). La période est de 100 μs (100u) ce qui correspond à 10 KHz.

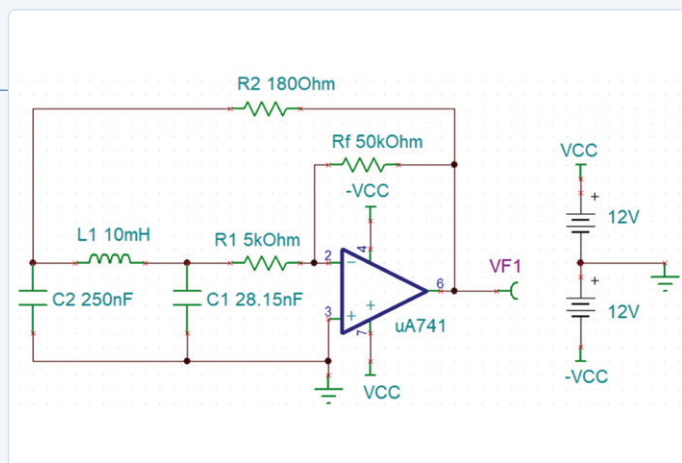


Figure 6. Schéma du circuit.

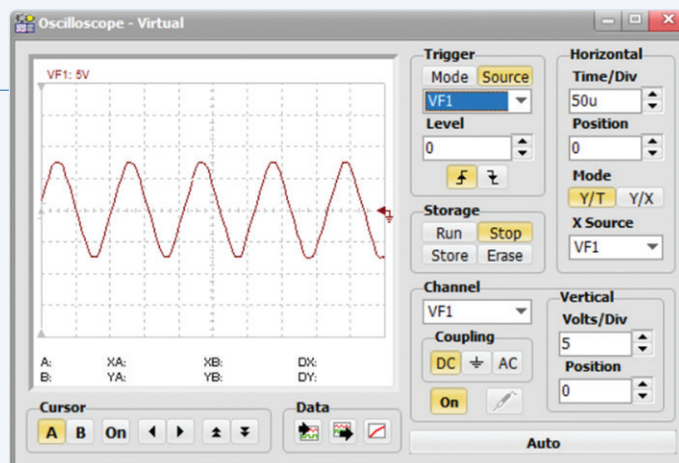


Figure 7. Forme d'onde de sortie.

Où l'obtenir ?

Les fichiers de simulation TINA mentionnés dans cet article sont contenus dans le paquet de logiciels publié par l'auteur et DesignSoft à l'appui du livre. Le logiciel peut être téléchargé gratuitement. Rendez-vous sur le site [1], faites défiler la page jusqu'aux téléchargements et cliquez sur le nom de ce fichier :

Contents_Circuit Simulation with TINA Design Suite & TINACloud.

Enregistrez localement le fichier ZIP (2,45 Mo) puis extrayez-le. Ouvrez votre version de TINA et chargez les fichiers *sim9*, *sim10*, *sim11* tels que mentionnés dans cet article. N'hésitez pas à les modifier en fonction de vos propres applications. ◀

Offre à durée limitée : Le livre TINA est fourni avec une licence gratuite d'un an de TINA Cloud Basic Edition.

220025-04

Contributeurs

Texte et images : Dogan Ibrahim

Éditeur : Jan Buiting

Mise en page : Giel Dols

Traduction : Asma Adhimi

Des questions, des commentaires?

Envoyez un courriel à l'auteur (d.ibrahim@btinternet.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

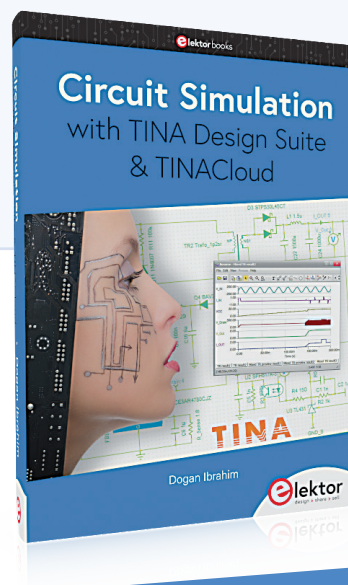


PRODUITS

► Livre en anglais « Circuit Simulation with TINA Design Suite & TINACloud » de Dogan Ibrahim

Version papier : www.elektor.fr/19977

Version numérique : www.elektor.fr/19978



Les deux livres sont accompagnés d'une licence d'un an pour TINACloud Basic Edition. (Offre à durée limitée)

LIEN

[1] Page de ressources/informations sur le livre: www.elektor.fr/circuit-simulation-with-tina-design-suite-tinacloud