

Électronique

Oscillateur à déphaseur RC

Introduction

L'objectif de cette étude est de comprendre le fonctionnement et le dimensionnement d'un oscillateur à déphaseur RC à l'aide de LTspice.

1 Étude théorique

On s'intéresse ici au circuit présenté sur la figure 1. On considérera dans cette première partie que l'interrupteur I1 est fermé, et donc que les diodes sont court-circuitées.

1. Calculer théoriquement la fonction de transfert de l'oscillateur et retrouver les relations données dans le cours.

2 Étude numérique

On s'intéresse dans un premier temps aux conditions d'oscillation.

2. À l'aide de LTspice, simuler la réponse en fréquence $\beta_{RC}(j\omega) = V_1/V_s$ (amplitude et phase) du déphaseur RC seul, sans l'associer avec l'amplificateur, entre 100 et 10 kHz. Attention: Le déphaseur RC est chargé par la résistance R_1 . Il faut donc en tenir compte dans le schéma du déphaseur.
3. En déduire la valeur de la fréquence d'oscillation F_0 en Hz et la valeur du gain A assurant le maintien des oscillations. N'oubliez pas d'illustrer vos réponses avec les résultats de la simulation.
4. Évaluer numériquement (en justifiant) la stabilité de l'oscillateur et la comparer à la valeur théorique donnée dans le cours.

Nous allons maintenant étudier le démarrage de l'oscillateur dans les trois cas présentés dans le cours: $A\beta(j\omega) < 1$, $A\beta(j\omega) > 1$ et $A\beta(j\omega) = 1$. Dans la pratique, le bruit thermique suffit à fournir une tension de démarrage à l'oscillateur. Dans LTspice en revanche, les tensions initiales sont rigoureusement nulles et le signal de sortie également. Il est donc nécessaire de créer une impulsion pour permettre à l'oscillateur de démarrer. Nous allons pour cela ajouter une source de

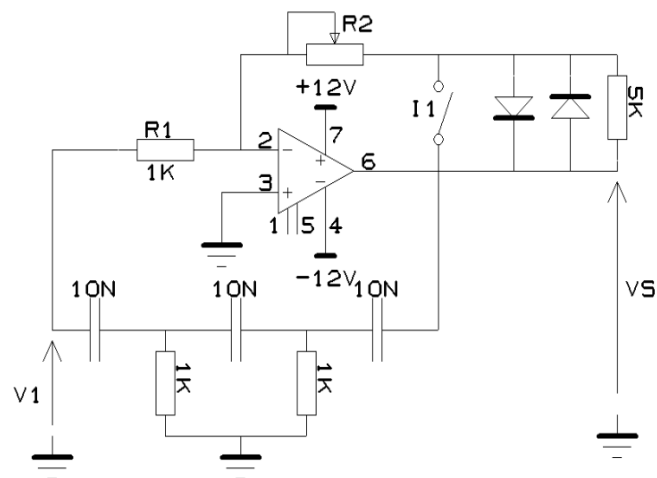


Figure 1: Schéma de l'oscillateur à déphaseur RC. Les condensateurs ont pour capacité 10 nF.

tension ("voltage") en série avec R_1 . Cette source de tension délivrera une impulsion avec les paramètres suivants: "PULSE(0 100 μ 0 0 0 0.1m 0 1)" (impulsion unique d'amplitude 100 μ V, de durée 0,1 ms).

5. Créer sur LTspice le schéma de l'oscillateur complet (I1 toujours fermé), avec la source de tension de démarrage. On utilisera pour l'amplificateur opérationnel "UniversalOpamp2".
6. Simuler temporellement le circuit et observer les trois régimes de fonctionnement en changeant la valeur de R_2 . On utilisera pour cela une simulation de type "transient" sur une durée de 100 ms. Attention: le gain numérique peut être légèrement différent du gain théorique. Vérifier également que l'oscillateur oscille à la bonne fréquence.

Études pour finir le contrôle de gain induit par la présence des diodes.

7. Créer le schéma de l'amplificateur opérationnel seul, avec I1 ouvert (on considère donc les diodes et la résistance de 5 k Ω) et une source de tension à l'entrée.
8. En utilisant une simulation de type "DC sweep", simuler la caractéristique $v_s = f(v_e)$ pour des tensions v_e comprises entre -1 V et 1 V, et observer la non-linéarité du gain introduite par les diodes.