

Edition du schéma électrique et simulation du fonctionnement

VCO : Oscillateur commandé en tension

Grégoire BURNET

03/01/2017

Table des matières

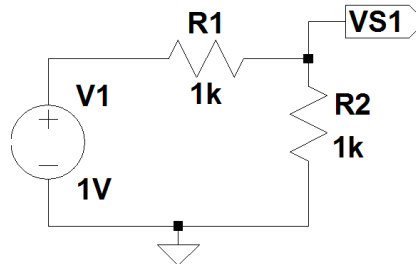
TABLE DES MATIERES	3
PARTIE I. PRISE EN MAIN DU LOGICIEL	4
I. ANALYSE CONTINUE.....	4
I. 1. SCHEMA 1	4
I. 2. SCHEMA 2	4
I. 3. SCHEMA 3	5
II. ANALYSE TEMPORELLE.....	6
II. 1. SCHEMA 1	6
II. 2. SCHEMA 2	6
III. ANALYSE FREQUENTIELLE	7
III. 1. SCHEMA 1	7
PARTIE II. EXERCICE D'APPLICATION.....	8
I. EQUILIBRE DU PONT DE WHEASTONE (ANALYSE PARAMETRIQUE)	8
II. FILTRE PASSE BANDE : PONT DE WIEN	8
III. TRANSISTOR BIPOLAIRE	9
III. 1. FONCTIONNEMENT STATIQUE.....	9
III. 2. COMMUTATION.....	10
IV. AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL.....	10
PARTIE III. PRINCIPE DU VCO : OSCILLATEUR COMMANDE EN TENSION.....	11
I. ANALYSE DES ELEMENTS SEPARES DU VCO	12
I. 1. L'INTERRUPTEUR COMMANDE : TRANSISTOR EN COMMUTATION.....	12
I. 2. L'INTEGRATEUR : AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN REGIME LINEAIRE.....	13
I. 3. LE COMPAREUR A HYSTERESIS : AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL EN REGIME NON LINEAIRE	14
II. ANALYSE COMPLETE DU MONTAGE	15

PARTIE I. PRISE EN MAIN DU LOGICIEL

Cette fiche a pour objectif de vous familiariser avec le logiciel de simulation et de conception d'un circuit électronique

I. Analyse continue

I. 1. Schéma 1



Q1. Etablir la relation liant la tension de sortie VS1 et la tension V1 :

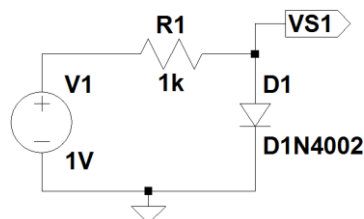
Calculer la valeur numérique et la mesurer sur la simulation :

Simuler le fonctionnement de ce circuit et tracer le graphe $VS1=f(V1)$, en faisant varier linéairement la tension d'entrée.

Faire valider par l'enseignant votre simulation

Q2 : Expliquer l'allure du graphe obtenu, mesurer le rapport $VS1/V1$ et donner le rôle de ce circuit :

I. 2. Schéma 2



Q1 : La diode étant considérée comme réelle et non idéale, donner les deux états de la diode selon les valeurs de la tension d'entrée. Dessiner les deux schémas équivalents pour ces états :

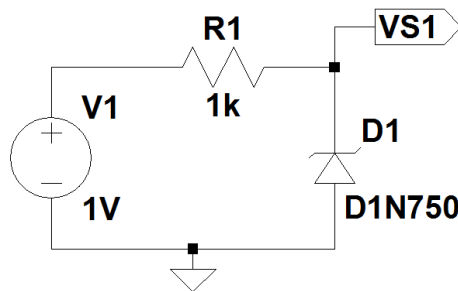
Edition du schéma électrique et simulation du fonctionnement

Simuler le fonctionnement de ce circuit et tracer le graphe caractéristique courant-tension $I=f(VS1)$, en modifiant pour cela l'axe des ordonnées.

Faire valider par l'enseignant votre simulation

Q2 : Expliquer l'allure des courbes obtenues en identifiant les deux états de la diode. Relever les valeurs de tension et intensité pour chaque état et identifier le seuil.

I. 3. Schéma 3



Q1 : La diode Zener étant considérée comme réelle et non idéale, donner les trois états de fonctionnement selon la valeur de la tension appliquée, en dessinant les schémas équivalents associés :

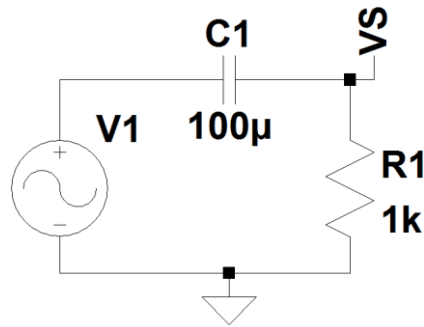
Simuler le fonctionnement de ce circuit et tracer le graphe caractéristique courant-tension $I=f(VS2)$.

Faire valider par l'enseignant votre simulation

Q2 : Expliquer le graphe en identifiant les trois états. Relever les valeurs tension-intensité. Donner les valeurs des tensions de seuil.

II. Analyse temporelle

II. 1. Schéma 1



($T=100\mu\text{s}$; $VCC = 2\text{ V}$; $VOFF = 1\text{ V}$)

Q1 : A l'aide d'un schéma simple, expliquer les paramètres choisis pour le générateur de signaux carrés :

Q2 : Etablir la fonction de transfert complexe du circuit et déduire le type de filtre :

Q3 : Donner l'opérateur ALI associé à ce montage, en sachant que $s(t) = -RC \frac{de(t)}{dt}$

Simuler le fonctionnement de ce circuit et tracer sur un même graphe V4 et VS4.
Faire valider par l'enseignant votre simulation.

Q4 : Donner l'allure des courbes obtenues et mesurer la constante de temps.

II. 2. Schéma 2

Reprendre le schéma 3 en remplaçant le générateur continue par un générateur sinusoïdal.

En choisissant judicieusement les paramètres du générateur simuler le fonctionnement de ce circuit et tracer sur un même graphe V5 et VS2.

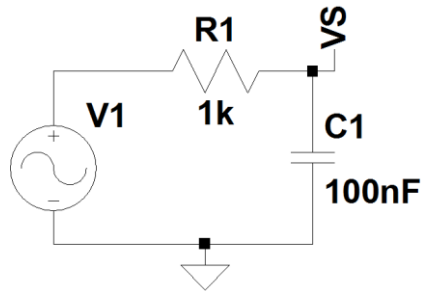
Faire valider par l'enseignant votre simulation.

Q1 : Tracer l'allure de la courbe obtenue et identifier les trois états de la diode Zener en précisant les seuils.

III. Analyse fréquentielle

III. 1. Schéma 1

(F=10 Hz à 100kHz)



Q1 : La fonction de transfert complexe de ce circuit est : $H = \frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_0}}$ et sa fréquence de coupure : $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$. En déduire le type de filtre.

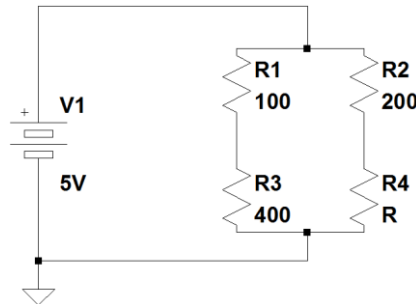
En choisissant judicieusement les paramètres du générateur simuler le fonctionnement de ce circuit et tracer le diagramme de Bode.

Faire Valider par l'enseignant votre simulation.

PARTIE II. EXERCICE D'APPLICATION

I. Equilibre du pont de Wheastone (analyse paramétrique)

On souhaite équilibrer le pont de 4 résistances de telle sorte que $V_{CD} = 0 \text{ V}$. Pour cela on choisit une résistance R_3 variable que l'on va régler.



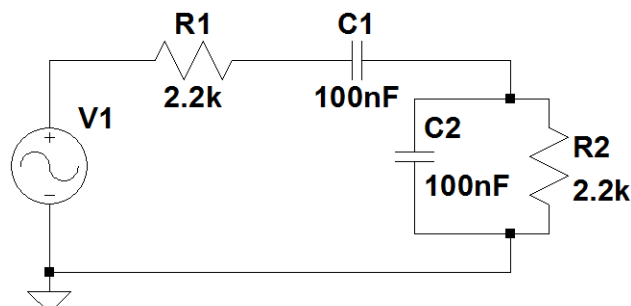
Q1 : Donner l'expression théorique de la tension V_{CD} en fonction de la tension d'entrée et des 4 résistances. Calculer la valeur de R_3 .

Simulez ce circuit pour observer l'évolution de la tension V_{CD} lorsque R_3 varie de $400 \text{ } \Omega$ à $1 \text{ k}\Omega$ par pas de $1 \text{ } \Omega$.

Faire valider par l'enseignant.

Q2 : Mesurer la valeur de R_3 pour la quelle $V_{CD}=0\text{V}$.

II. Filtre passe bande : Pont de Wien



On met en série un circuit passe-haut et un passe bas.

Croissez judicieusement le générateur sinusoïdal pour simuler le fonctionnement de ce circuit, afin d'obtenir le diagramme de Bode du filtre dans le domaine fréquentiel : 10 Hz à 100 kHz .

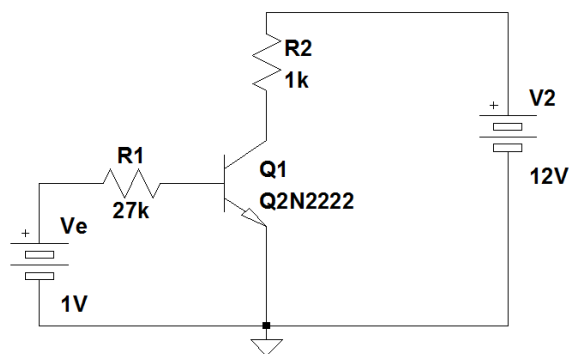
Faire Valider par l'enseignant.

Q1 : Mesurez à l'aide des curseurs la fréquence f_0 et la tension maximale $V_s(f_0)$.

Q2 : Effectuez une analyse pour V1, un signal carré de valeur moyenne nulle et d'amplitude crête à crête égale à 2 V. Faire ceci pour deux fréquences différentes de V1 telles que $f=f_0/100$ et $f=f_0*100$.

Observez et tracez l'allure de V_s pour chaque fréquence.

III. Transistor bipolaire



III. 1. Fonctionnement statique

Tracer la caractéristique $V_s=f(V_e)$ lorsque V_e varie de 0 à 8V.

Faire valider par l'enseignant.

Q1 : Identifier les trois régimes de fonctionnement du transistor et déterminer les plages de variation de V_e correspondantes.

Tracer le graphe $I_c=f(I_b)$.

Faire valider par l'enseignant

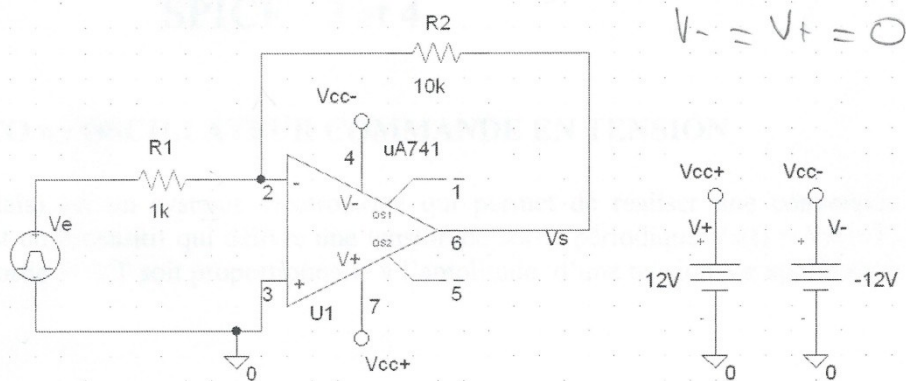
Mesurez graphiquement β et I_{Csat}

III. 2. Commutation

Tracez sur un graphe $V_s(t)$ et $V_e(t)$ lorsque $V_e(t)$ est de la forme :

Q1 : Dessinez l'allure des courbes obtenues, en identifiant les régimes de fonctionnement du transistor.

IV. Amplificateur Opérationnel



Prenez pour tension d'entrée un signal $V_e(t)$ rectangulaire d'amplitude $-1V$; $+1V$ et de fréquence $1kHz$, et tracer sur un graphe l'entrée et la sortie.

Faire valider par l'enseignant.

Q1 : Observer et représenter les signaux V_e et V_s sur un même graphe. Attention à l'échelle. Commentez.

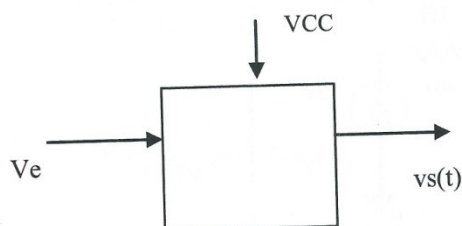
Remplacez la résistance R_2 par un condensateur C_1 de $1\mu F$. Observer V_e et V_s .

Faire valider par l'enseignant.

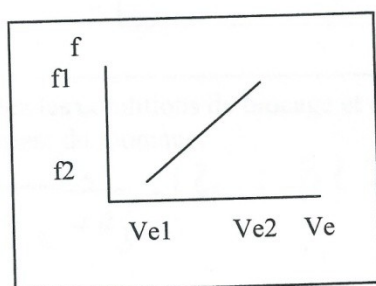
Q2 : Observer et représenter les signaux V_e et V_s sur un même graphe. Attention à l'échelle.

PARTIE III. PRINCIPE DU VCO : OSCILLATEUR COMMANDE EN TENSION

L'Oscillateur commandé en tension est un système électronique qui permet de réaliser une conversion Tension - Fréquence. C'est un dispositif qui délivre une tension de sortie périodique $V_s(t)=V_s(t+T)$ telle que la fréquence de $F=1/T$ soit proportionnelle à l'amplitude d'une tension V_e appliquée à l'entrée du montage.



- $V_s(t) = V_s(t+T) \quad F=1/T$
- $F = k.V_e$

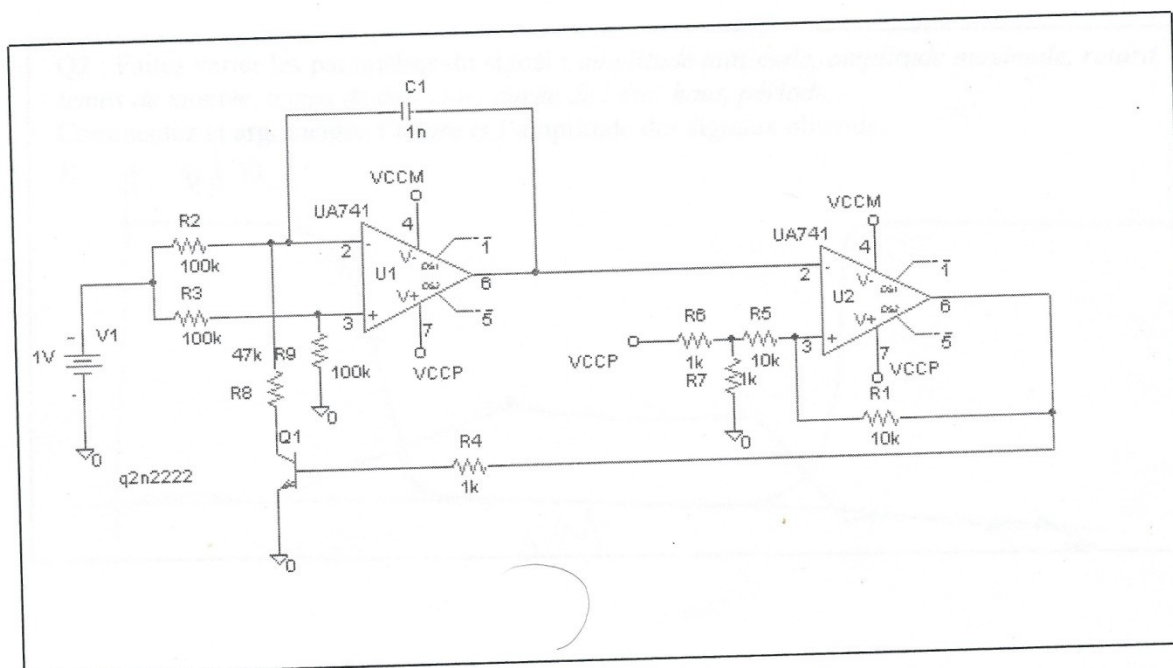


$$f = k.V_e$$

Excursion en fréquence : $\Delta F = f_2 - f_1$

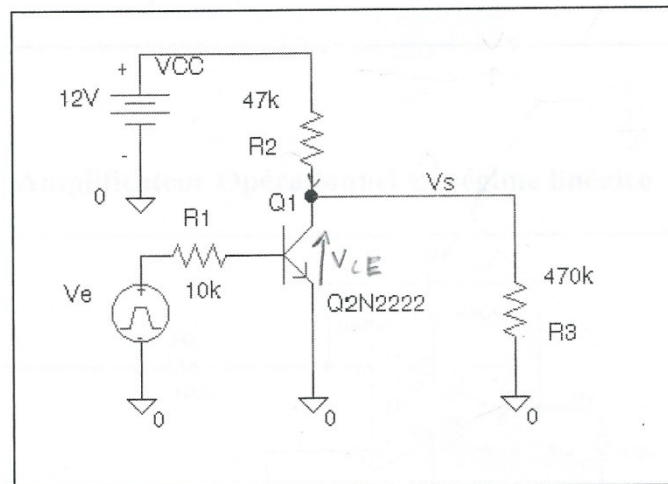
Excursion en tension : $\Delta V_e = V_{e2} - V_{e1}$

SCHEMA ELECTRIQUE DU MONTAGE



I. Analyse des éléments séparés du VCO

I. 1. L'interrupteur commandé : Transistor en commutation



Q1 : Calculez les conditions de blocage et de saturation du transistor.

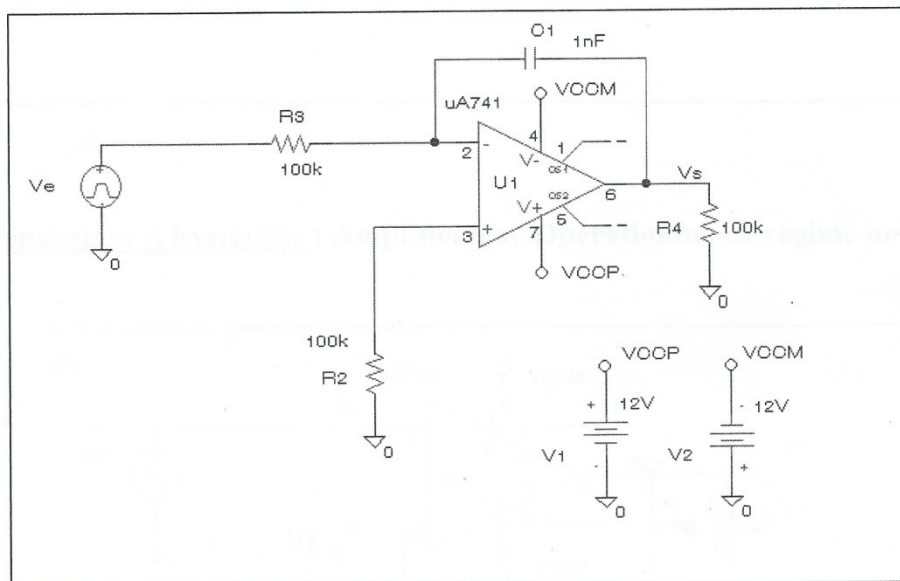
Simulez le fonctionnement du montage ci dessus, lorsque Ve est un signal carré de période égale à 1 ms.

Faite vérifier par l'enseignant.

Q2 : Faites varier les paramètres du signal : amplitude, retard, temps de montée, temps de descente, période...

Représentez l'allure et l'amplitude des signaux obtenues.

I. 2. L'intégrateur : Amplificateur Opérationnel en régime linéaire



L'expression temporelle liant V_e et V_s est la fonction intégration : $V_s(t) = \frac{-1}{R_3 \cdot C_1} \int V_e(t) dt$

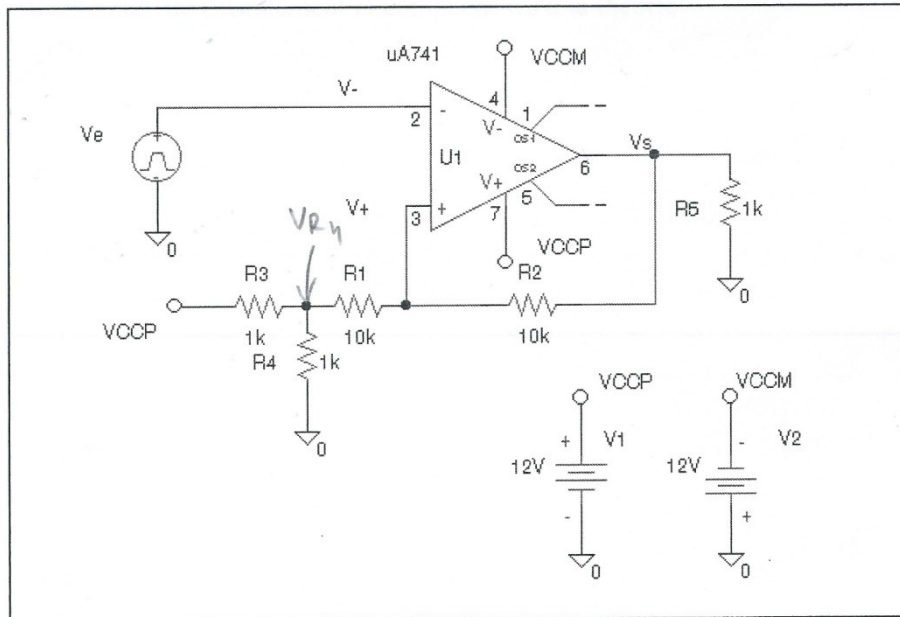
Simulez le fonctionnement du montage ci dessus lorsque $V_e(t)$ est un signal carré périodique.

Faites vérifier par l'enseignant.

Q1 : Faites varier les paramètres du signal : amplitude, retard, temps de montée, temps de descente, période...

Représentez l'allure et l'amplitude des signaux obtenus.

I. 3. Le comparateur à hystérésis : Amplificateur Opérationnel en régime non linéaire



Simulez le fonctionnement du montage ci dessus lorsque $V_e(t)$ est un signal triangulaire périodique.

Faites vérifier par l'enseignant.

Q1 : Faites varier les paramètres du signal : amplitude, retard, temps de montée, temps de descente, période...

Représentez l'allure et l'amplitude des signaux obtenus.

Tracez la caractéristique $V_s=f(V_e)$ du montage pour faire apparaître les seuils de basculement.

Faites vérifier par l'enseignant.

II. Analyse complète du montage

Saisissez le schéma complet du montage et simulez son fonctionnement lorsque $V_e(t)$ est un signal carré ($V_{e \min}=1V$ et $V_{e \max} = 4V$)

Faites vérifier par l'enseignant.

Q1 : Expliquer brièvement le fonctionnement du montage. Pour cela, observer le signal en sortie de l'intégrateur et le signal $V_s(t)$.

Appliquez une tension continue V_e en entrée.

Relevez les valeurs de fréquence du signal de sortie en fonction de la tension V_e , afin de tracer la courbe $F=k.V_e$ (Sous Excel par exemple) Donnez aussi le tableau de valeurs.

Q2 : Comparez la valeur de la constante k_2 extraite de la simulation à la constante k_1 .