

Problème n°1 : Etude d'un VCO pour émetteur FM pour autoradio

L'objet de ce problème porte sur l'étude d'un émetteur FM pour un smartphone. On utilise le circuit BH1415 dont un extrait de documentation constructeur est donné ci-dessous.

Avertissement : Dans l'éventualité où vous utiliseriez ce circuit, nous vous conseillons d'utiliser la documentation fournie par le constructeur car l'auteur du sujet a volontairement effectué quelques simplifications pour réduire la difficulté d'étude de ce circuit.



Afin de réaliser une modulation de fréquence, il est indispensable de mettre en œuvre un VCO. Le schéma de la partie VCO proposé dans la documentation constructeur est représenté sur la figure ci-contre.

On donne les renseignements suivants :

- Inductance FEM10C-3F6 (SUMIDA) : 56nH
- Diode KV-1471E (TOKO) : Capacité Cd

Vpo	1V	2V	3V
Cd	39,5pF	16,9pF	4,1pF

Q1 : Quel est le type de la diode KV-1471E ? Quelles sont les caractéristiques principales de ce type de composant ?

Q2 : Lorsque l'on se place en régime continu, montrer que la diode est correctement polarisée si Vpo est positif.

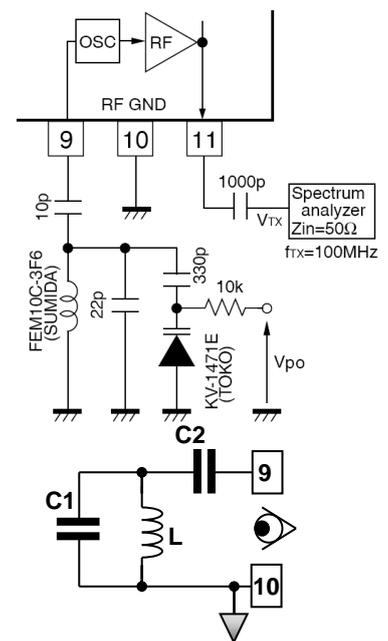
Q3 : Afin de simplifier le circuit de l'oscillateur, on vous propose le schéma ci-contre dans lequel on vous propose de donner la valeur de C2 et d'exprimer la capacité C1 en fonction de la capacité Cd et des capacités que vous jugerez utiles. On ne prend évidemment pas en compte la résistance de 10kΩ.

Q4: Pour ce type d'oscillateur la fréquence des oscillations est :

$$f_{vco} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.(C1+C2)}} \quad \text{A partir des données fournies, calculer la}$$

fréquence d'oscillation f_{vco} pour les 3 valeurs de tension de commande V_{po}. Tracer la caractéristique de transfert du VCO et déterminer le gain de conversion du VCO.

Q5: Déterminer la tension qu'il est nécessaire d'appliquer sur la tension V_{po} pour obtenir la fréquence de 100MHz en sortie du VCO comme l'indique le schéma fourni par le constructeur.

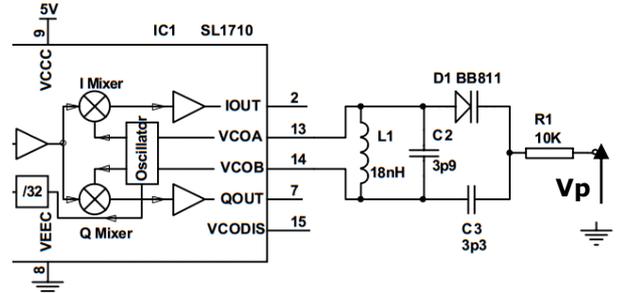


🔧 Problème n°2 : Etude d'un VCO pour démodulateur satellite

On s'intéresse au circuit SL1710 qui est un démodulateur IQ spécialement utilisé dans la démodulation des signaux pour les équipements de télévision numérique par satellite et dont la fréquence de fonctionnement se trouve à 480MHz. La partie du schéma comprenant le VCO du circuit SL1710 est représenté sur la figure ci-dessous.



Q1 : Lorsque l'on se place en régime continu, on considère que la tension sur les bornes 13 & 14 du VCO est égale à 0. Montrer que la diode BB811 est ainsi correctement polarisée.



Q2 : En se plaçant du côté des bornes 13 & 14, l'oscillateur est constitué de l'inductance L1 en parallèle avec un condensateur C_{eq} . Exprimer C_{eq} en fonction de C2, C3 et Cd où Cd représente la capacité de la diode varicap BB811. Pour ce calcul on oublie volontairement la présence de la résistance R1.

Q3 : Exprimer la fréquence des oscillations F_{VCO} de ce VCO en fonction de L1 & C_{eq} .

Q4 : A partir des caractéristiques du constructeur de la diode BB811 on établit le tableau suivant.

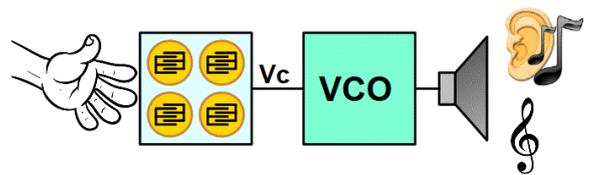
V_p (V)	1	2	3	4	5
C_d (pF)	8,33pF	6,91pF	5,83pF	4,98pF	4,3pF

Calculer la fréquence des oscillations du VCO pour les 5 valeurs de la tension V_p et tracer la caractéristique de transfert de ce VCO : F_{vco} en fonction de V_p .

Q5 : Montrer que ce VCO convient parfaitement pour l'application envisagée et calculer la tension V_p que l'on doit appliquer pour obtenir le point de fonctionnement souhaité.

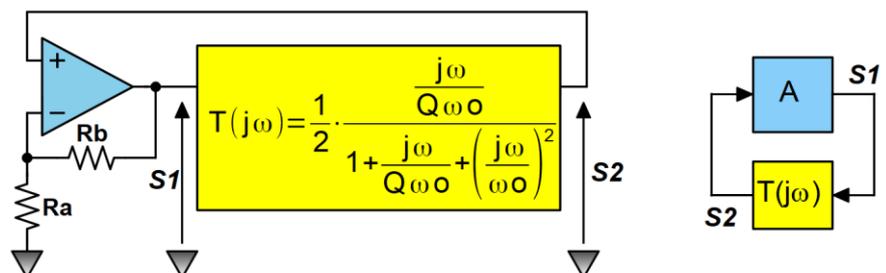
🔧 Problème n°3 : Une boîte à musique tactile

On vous propose l'étude d'un oscillateur contrôlé en tension utilisé pour la production de notes de musique à partir d'une tension de commande dont la valeur est obtenue en utilisant des capteurs de pressions résistifs tactiles. L'idée consiste à réaliser une petite boîte à musique à commande tactile.



Principe de l'oscillateur

L'oscillateur proposé pour ce montage est constitué d'un filtre passe bande du 2nd ordre sélectif ($Q=10$) rebouclé sur un amplificateur.



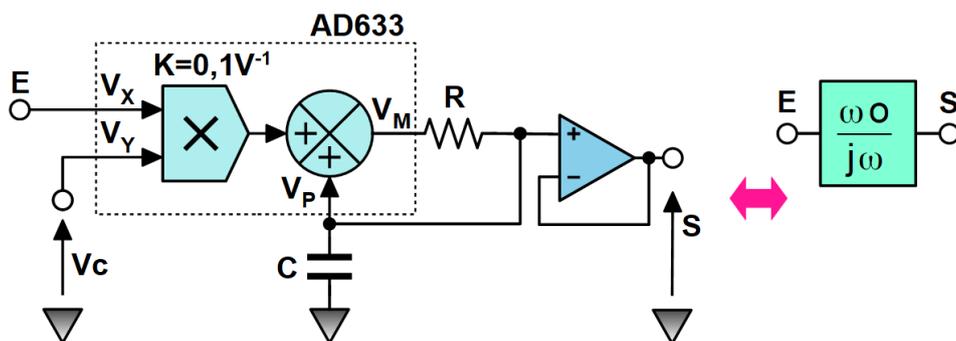
Q1 : Montrer simplement que cet oscillateur peut se modéliser sous la forme du schéma bloc représenté ci-contre en exprimant A en fonction de Rb et Ra.

Q2 : Montrer que l'application du critère de Barkhausen pour la recherche de la fréquence des oscillations et de la condition des oscillations peuvent être déterminées en résolvant l'équation suivante : $1 + \frac{j\omega}{Q\omega_0} + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2 = \frac{A}{2} \cdot \frac{j\omega}{Q\omega_0}$. En déduire simplement la fréquence des oscillations et la condition sur la valeur de A et donc des résistances Rb et Ra pour obtenir l'apparition des fréquences d'oscillations.

Etude d'un intégrateur commandé en tension

Afin de réaliser le filtre passe bande et obtenir une fréquence d'oscillation commandée par une tension de commande Vc il est indispensable de concevoir un intégrateur réglable.

On propose le montage ci-contre dans lequel on utilise le multiplieur AD633 et qui réalise l'opération suivante : $V_M = K \cdot V_X \cdot V_Y + V_P$ avec $K = 0,1V^{-1}$

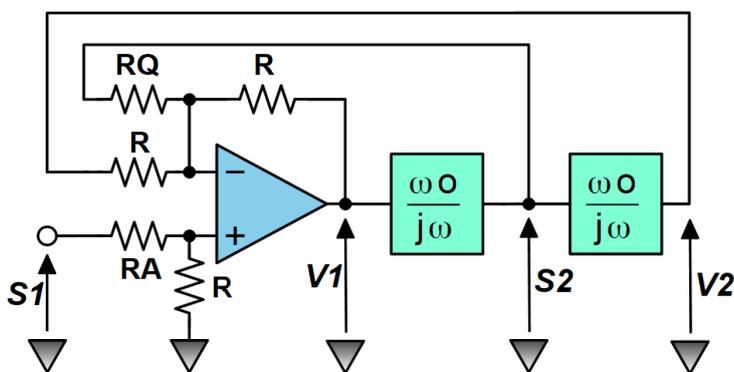


Q3 : Quel montage simple reconnait-on entre Vm et S=Vp ? En déduire la fonction de transfert entre S et Vm en fonction de R, C et jω.

Q4 : Montrer alors que la fonction de transfert de ce montage peut s'écrire sous la forme indiquée en exprimant ω0 en fonction de K, Vc, R et C.

Réalisation du filtre passe bande

Pour réaliser le filtre passe bande du 2nd ordre utilisé dans le montage oscillateur, on propose le montage ci-contre dans lequel on retrouve 2 structures d'intégrateurs commandés en tension. On suppose que l'ampli-op utilisé est parfait et fonctionne en régime linéaire.



Q5 : Exprimer V1 et V2 en fonction de S2, ω0 et jω.

Q6 : Exprimer la tension sur la borne + de l'ampli-op en fonction de S1, R et RA.

Q7 : Exprimer la tension sur la borne - de l'ampli-op en fonction de V1, V2, S2, R et RQ.

Q8 : En utilisant l'ensemble des équations précédentes montrer que la fonction de transfert peut se mettre sous la forme d'un filtre passe bande du 2nd ordre. Exprimer Tmax et Q en fonction des résistances RQ, RA et R.

Dimensionnement de l'ensemble

On fixe R=2kΩ et l'on souhaite obtenir une fréquence d'oscillation maximale de 2400Hz lorsque Vc=10V. On rappelle que Q=10 et Tmax=1/2.

Q9 : Calculer les valeurs de C, RQ et RA. Tracer la caractéristique de transfert du VCO pour une tension Vc variant entre 0,5V et 10V.

Q10 : On fixe Ra=10kΩ en déduire une valeur de Rb qui permet d'obtenir des oscillations.