

Corrigé type de l'examen du S1 du module Micro74.

Exercice N01

1. En régime continu, le condensateur C est un circuit ouvert et la self L se comporte comme sa résistance série r de 4Ω . On considère que cette résistance est négligeable. Dans ces conditions : $V_{CC} = 2 V_{CE} = 24 V$.

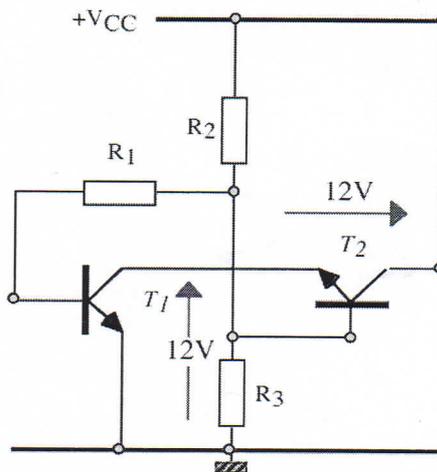
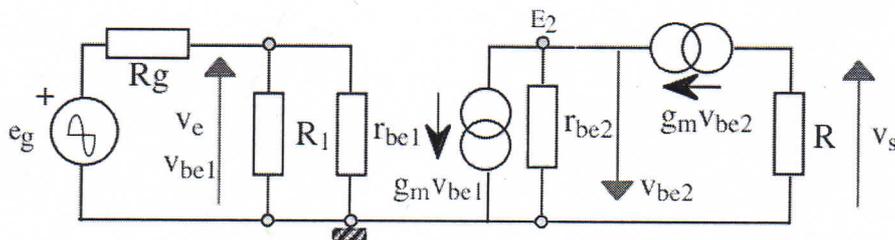


Schéma en régime continu

2. La liaison directe entre T_1 et T_2 impose la relation suivante entre les courants des transistors à savoir : $I_{E2} = I_{C1}$. Pour un gain en courant de 200 on peut en déduire : $I_{C1} \approx I_{C2}$. Dans ces conditions les transconductances g_m des deux transistors sont alors identiques.
3. Schéma équivalent aux petites variations du montage complet à la fréquence de résonance f_0 . Seule la résistance R image de r est placée entre collecteur de T_2 et la masse (voir Q2).



6. Expression de la tension de sortie : $v_s = -g_m v_{be2} R$.

Equation au nœud E_2 : $-g_m v_e + \frac{v_{be2}}{r_{be2}} + g_m v_{be2} = 0$ soit : $g_m v_e = v_{be2} \left(\frac{1}{r_{be2}} + g_m \right)$

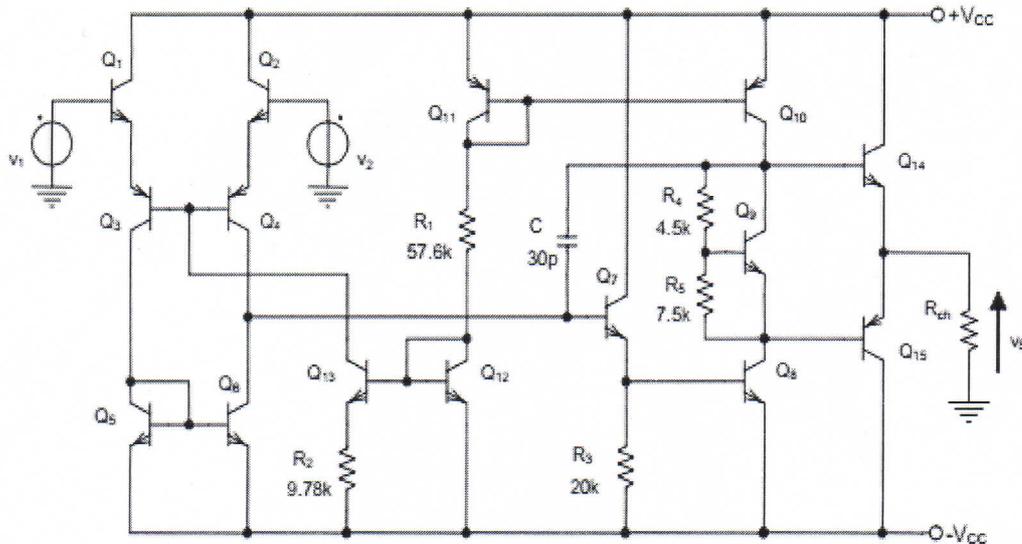
On en déduit alors :

$$\frac{v_s}{v_e} = -g_m R \frac{g_m}{g_m + \frac{1}{r_{be2}}} \approx -g_m R$$

approximation possible car : $g_m = \frac{\beta}{r_{be2}}$

06

Amplificateur de tension (inspiré du LM741 de National Semiconductor)



1- Description précise du circuit

Le schéma se compose d'un circuit de polarisation, d'un amplificateur différentiel, d'un étage de gain en tension et d'un étage de sortie push-pull.

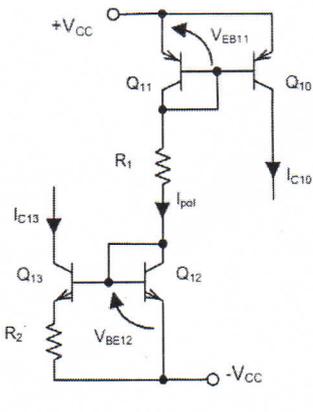
- Le circuit de polarisation est composé d'une source de Widlar $Q_{12}-Q_{13}-R_2$ et d'un miroir de courant élémentaire $Q_{10}-Q_{11}$ polarisant respectivement l'étage différentiel par le point commun des bases de Q_3-Q_4 et l'émetteur commun Q_8 . Les courants de ces sources sont réglés par la résistance R_1 .
- L'étage différentiel est un amplificateur cascode, permettant d'obtenir une bande passante plus élevée que le montage traditionnel à comportement émetteur commun. Les collecteurs communs Q_1 et Q_2 sont suivis de bases communes Q_3 et Q_4 dont la charge dynamique du point commun des bases est la source de Widlar et la charge dynamique des collecteurs est un miroir de courant Q_5-Q_6 . Le choix de la source de Widlar est, d'une part, de polariser l'étage d'entrée à très faible courant (effet lentille au lieu d'un effet miroir) et, d'autre part, de présenter une charge dynamique très importante en vue de minimiser au mieux l'amplification de mode

04

commundonc de doubler la valeur du gain différentiel en tension

- L'étage de gain en tension, nécessaire pour obtenir un gain global de quelques centaines de mille, est composé d'un collecteur commun Q_7 suivi par un émetteur commun Q_8 dont la forte charge dynamique est le miroir de courant $Q_{10}-Q_{11}$. Le rôle du collecteur commun est d'améliorer le transfert en tension entre l'étage différentiel de forte résistance de sortie (amplificateur à conductance de transfert) et l'étage émetteur commun de relativement faible résistance d'entrée.
- L'étage de sortie est un étage push-pull série à émetteur suiveur complémentaire, car Q_{14} et Q_{15} sont des transistors de type opposé et montés en collecteur commun. Le rôle de cet étage en régime dynamique est d'abaisser la résistance dynamique en sortie du circuit afin de satisfaire l'adaptation en tension vis-à-vis de la charge. tout en produisant un courant notable
- La structure $Q_9-R_4-R_5$ est un multiplicateur de V_{BE} polarisé par le courant du miroir $Q_{10}-Q_{11}$. Son rôle consiste à produire une translation de tension continue entre les bases de Q_{14} et Q_{15}
- La capacité intégrée C est une capacité de compensation par effet Miller sur l'étage de gain, requise pour rétrécir la bande passante de l'amplificateur afin que ce dernier soit inconditionnellement stable.

2- Les courants de collecteur de Q_{10} et Q_{13} .



Courant de référence

$$I_{pol} = \frac{2V_{CC} - V_{EB11} - V_{EB12}}{R_1} \cong 500 \mu A$$

01

Miroir de courant $I_{C10} \cong I_{pol} \cong 500 \mu A$

Source de Widlar $\frac{R_2}{U_T} I_{C13} \cong Ln \left(\frac{I_{pol}}{I_{C13}} \right)$
(équation transcendante)

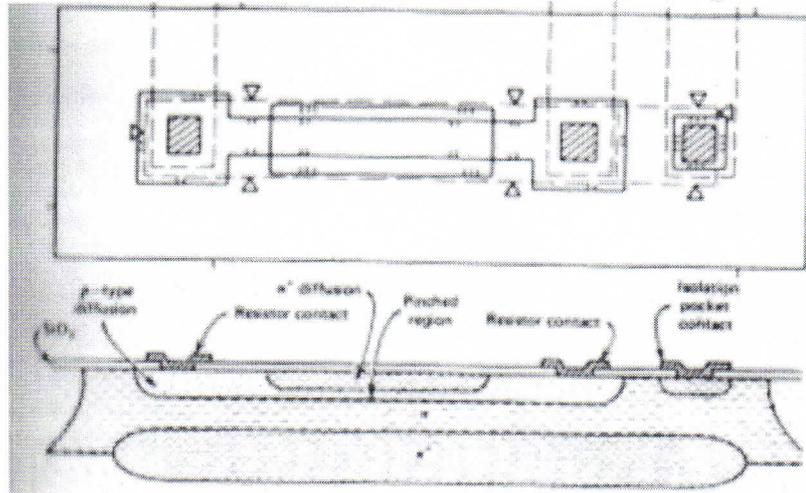
02

d'où $I_{C13} \cong 10 \mu A$

Questions de cours

08

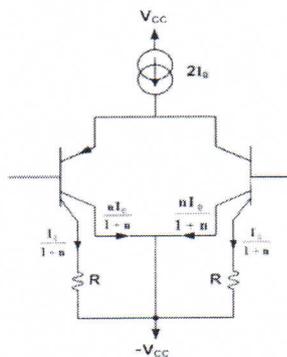
1- Le dessin des masques de la structure d'une résistance pincée.



04

2- La capacité de compensation C_c assure une contre-réaction permettant de limiter la réponse en fréquence de l'amplificateur à une valeur qui empêche la naissance d'oscillations parasites.

Pour réduire sa valeur il faut utiliser dans l'étage différentiel des transistors (BJT) multi-collecteurs.



04

3- La charge active occupe moins d'espace dans un circuit intégré par rapport à une charge résistive et permet donc d'augmenter la densité d'intégration.

01

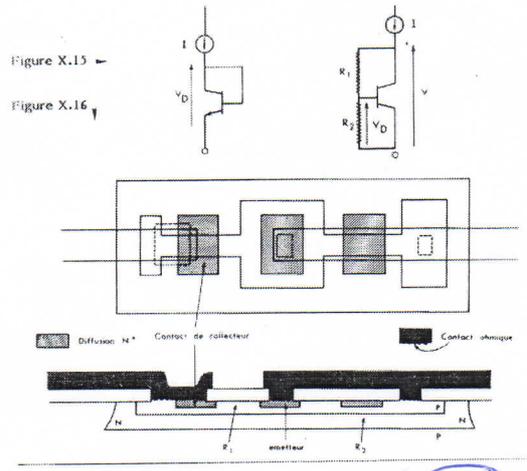
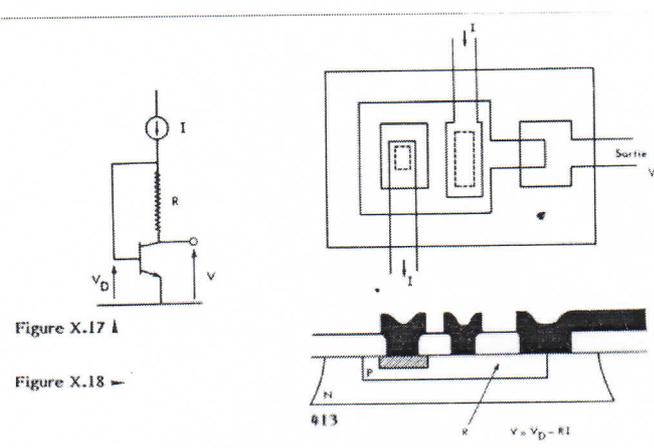
4- Isolation par des caissons d'isolement en oxyde, ou par polarisation de jonction PN en inverse.

01

5- L'amplificateur différentiel permet d'avoir un gain très élevé et occupe moins d'espace dans la puce de CI

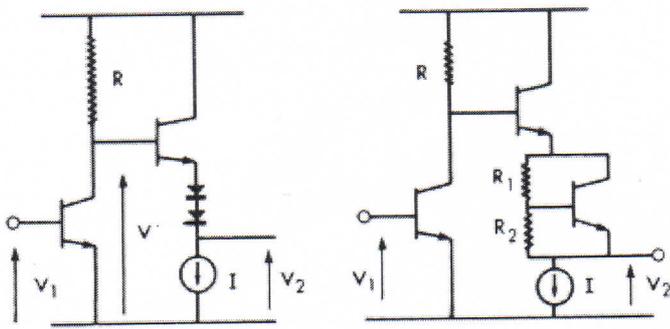
02

6- Circuit référence de tension



Circuit de décalage de tension

01



7- Les différents étages de L'AOP sont : L'étage d'entrée de polarisation, l'étage différentiel et l'étage de sortie de puissance.

01

8- L'étage cascode permet d'avoir une bande passante plus élevée pour le montage.

01