

TD1 : Compensation de l'effet de la température d'un montage LOG

Dans le montage multiplieur à diode (un quadrant) vu en cours, la fonction logarithmique est « sensible » aux variations de température. Ce sujet aborde ce problème et nécessairement utilise des transistors en fonctionnement « diode ».

Soit le montage de la Figure 1, où on rappelle que l'équation courant-tension de la diode s'écrit :

$$i_f = I_S \left(e^{\frac{v_f}{U_T}} - 1 \right) \cong I_S e^{\frac{v_f}{U_T}}$$

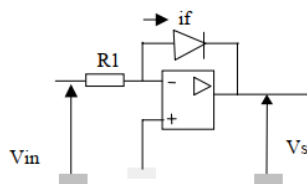


Figure 1

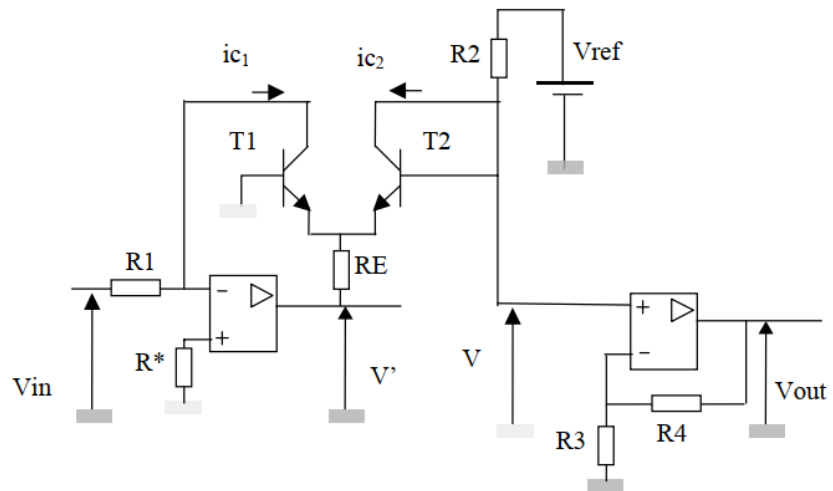


Figure 2

- 1 Donner l'équation de la tension de sortie Vs de ce montage, fonction des paramètres Vin, R1, et des paramètres technologiques de la diode.
- 2 Qu'elle est la fonction réalisée, proposer un nom au montage.

Sachant que U_T et I_S (paramètres de la diode) sont tous les 2 fonctions de T (température), et que I_S est bien plus sensible à la température que U_T , on peut améliorer le montage précédent par le montage de la Figure 2.

- 3 Qu'elle est le rôle de R^* ?..
- 4 Calculer V fonction de V_{BE1} , V_{BE2} et des paramètres du montage.
- 5 On rappelle la relation : $i_{ci} \cong I_S e^{\frac{V_{BEi}}{U_T}}$. Donner l'expression de Vout, fonction de Vin et des impédances électriques du montage.(justifier les éventuelles hypothèses simplificatrices). Conclure.

TD2 : VCO « maison » pour une PLL « maison »

Il existe différents types d'architectures conduisant à la réalisation d'oscillateurs contrôlés en tension (structures à base d'oscillateurs avec variation d'élément contrôlé en tension (type varicap, transistor,...) structures à base d'oscillateur de relaxation avec multiplicateur (cf. TD...)). Le VCO est l'élément clé de la boucle à verrouillage de phase. On se propose de réaliser un VCO le plus simplifié possible, sur la base d'un oscillateur de relaxation avec pour seuls composants disponibles A.O, diodes, résistances, capacité.

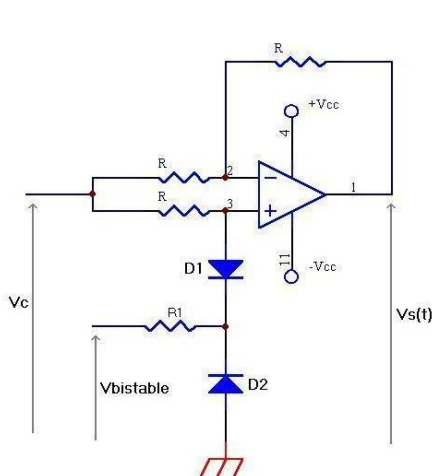


Figure 4.1

On suppose V_c positive.

En considérant les diodes D1 et D2 idéales, donner **en la justifiant** la relation entre le signal de sortie V_s et le signal d'entrée V_c en fonction de la tension $V_{bistable}$, où $V_{bistable} = +10V$ ou $-10V$.

[2 pts]

2./ L'architecture du VCO est donnée ci-dessous ; où le bloc caractérisé précédemment se substitue au Bloc 1. (attention : dans le cas où la question 1 n'aurait pas été traitée on supposera $\alpha = 10$ sinon vous conserverez la valeur démontrée.)

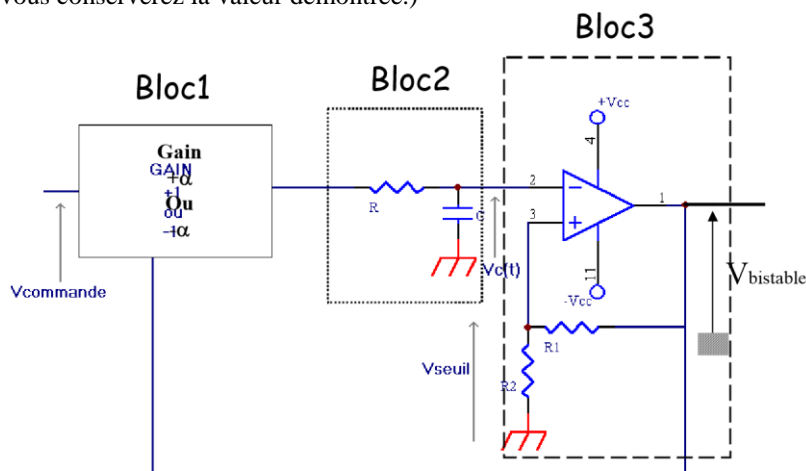


Figure 4.2

$R = 33k\Omega$
 $C = 1nF$
 $R1 = 150k\Omega$
 $R2 = 1k\Omega$

- 2.1) Tracer en la justifiant la caractéristique $V_{\text{bistable}}(V_c)$ en indiquant l'ensemble des informations possibles sur le tracé. (on rappelle que $V_{cc}=15V$). 2.2) Calculer la période des oscillations en fonction de V_{commande} et de V_{seuil}
- 2.3) Cette expression est-elle toujours vrai, ou impose t-elle une condition entre V_{commande} et V_{seuil} ? Quelle limite physique sur la plage de commande du VCO cela induit.
- 2.4) Donner la valeur numérique de f_{osc} fréquence d'oscillation pour $V_{\text{commande}}= 2.5V$.
- 2.5) Quel type de signal obtiendrait-on pour V_{bistable} lorsque $V_{\text{commande}}=2.5(1+\sin\omega t)$, avec $\omega < 2\pi f_{\text{osc}}$.

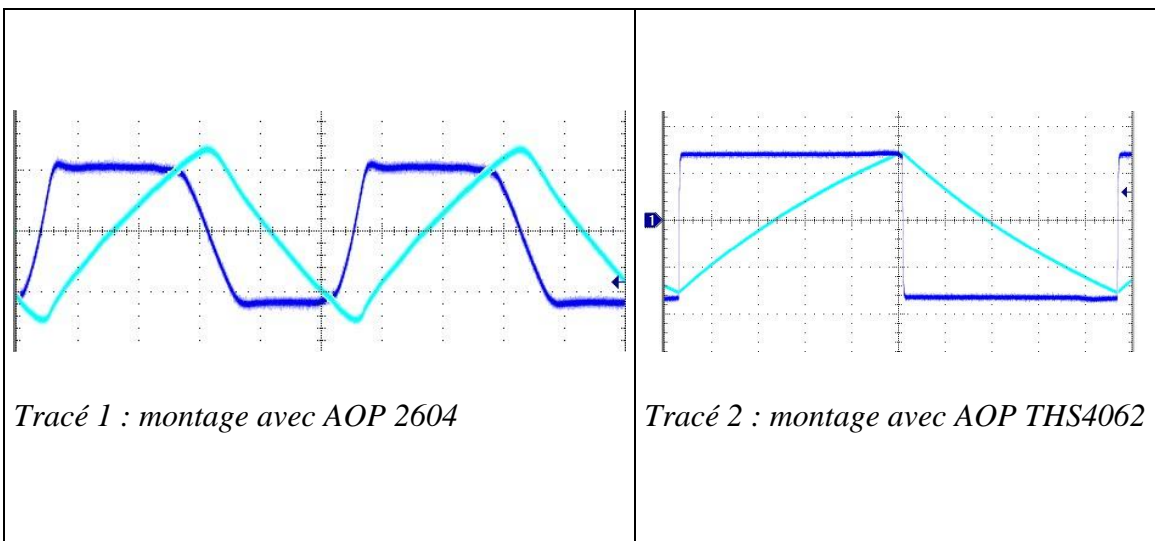
3./ Vous avez observé en TP que les seuils de saturation « positif » et « négatif » sont rarement symétriques.

3.1) Quel effet ce phénomène peut-il engendrer ? 3.1)

Donner un moyen pour « forcer cette symétrie ».

4./ On effectue les deux relevés suivants à l'oscilloscope (..sans toucher à l'Autoset...) avec :

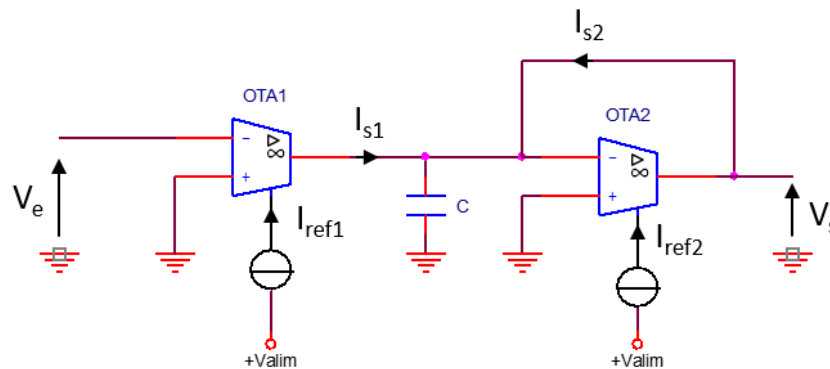
- canal 1 (Ch1) : V_c (tension aux bornes du condensateur)
- canal 2 (Ch2) : V_{seuil} –avec seuils symétrisés -



Commentaires et conclusion. (analysez les datasheet...)

TD3 : Un oscillateur avec OTA

Dans cette étude on vous demande de dimensionner les composants passifs du circuit électronique présenté ci-dessous où l'amplificateur opérationnel à transconductances OTA utilisé est supposé parfait. L'amplificateur est alimenté avec une tension symétrique $\pm V_{alim} = \pm 15V$. On rappelle que le courant de sortie de l'OTA est défini par l'équation $I_s = g_m(v^+ - v^-)$.

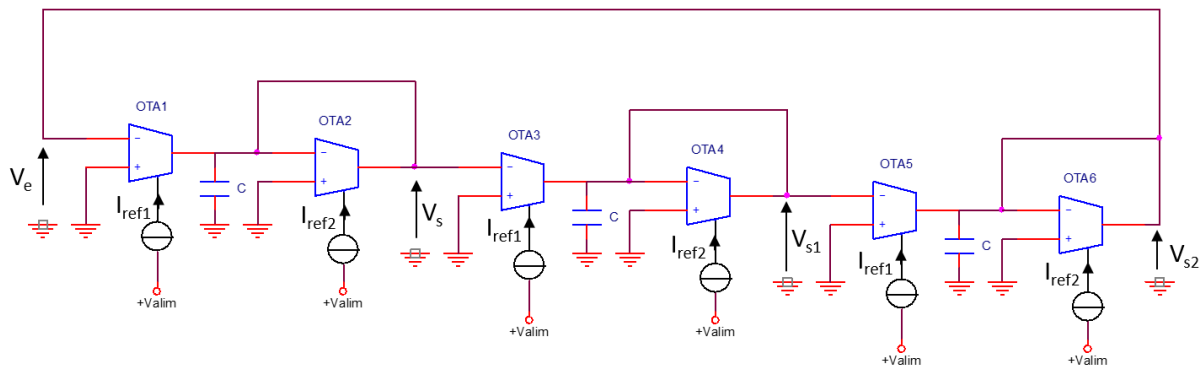


- 1) Démontrer que l'expression analytique de la fonction de transfert s'établit selon

$$\frac{V_s(p)}{V_e(p)} = T_A(p) = \frac{T_0}{1 + \tau_0 p} \text{ avec } \tau_0 = \frac{C}{Ag_{m2}} \text{ en précisant la valeur de } A.$$

- 2) Donner l'expression de T_0 en fonction de g_{m1} et g_{m2} .

Et si on cascaderait ces trois cellules élémentaires.



- 3) En supposant le système en boucle ouverte, pourquoi peut-on affirmer que :

$$\frac{V_{s2}(p)}{V_e(p)} = T(p) = T_A(p)^3$$

- 4) Déterminer l'expression analytique de la fréquence d'oscillation f_{osc} .
- 5) Sachant que $C=33\text{nF}$, déterminer la valeur de g_{m2} qui permet l'obtention d'une fréquence d'oscillation fixée à $16,7\text{kHz}$.
- 6) Déterminer la valeur du gain de boucle minimal qui assure la naissance des oscillations.
- 7) A partir de la valeur du gain de boucle minimal, démontrer que $g_{m1} = K \cdot g_{m2}$ en donnant la valeur de K .

Annexe : Operational Transconductance Amplifier (OTA) : CA3080



CA3080

Operational Transconductance
Amplifier (OTA)

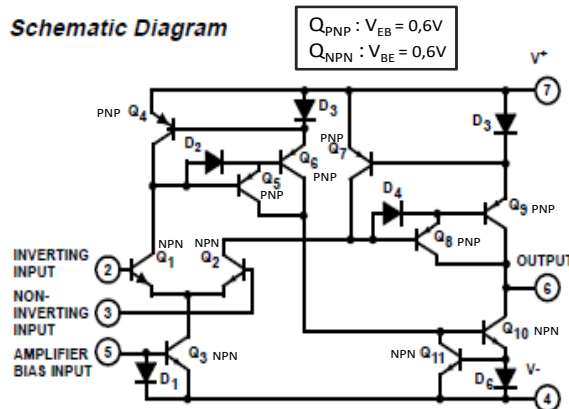
Features

- Slew Rate (Unity Gain, Compensated) 50V/ms
- Adjustable Power Consumption. 10μW to 30μW
- Flexible Supply Voltage Range ±2V to ±15V
- Fully Adjustable Gain 0 to $g_{M\text{ Limit}}$
- Tight g_M Spread:
 - CA3080 2:1
 - CA3080A 1.6:1
- Extended g_M Linearity 3 Decades

Applications

- Sample and Hold
- Multiplexer
- Voltage Follower
- Multiplier
- Comparator

Schematic Diagram



Description

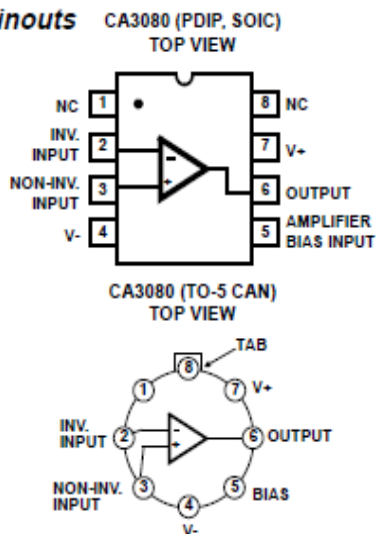
The CA3080 and CA3080A types are Gatable-Gain Blocks which utilize the unique operational-transconductance-amplifier (OTA) concept described in Application Note ICAN-6668, "Applications of the CA3080 and CA3080A High-Performance Operational Transconductance Amplifiers".

The CA3080 and CA3080A types have differential input and a single-ended, push-pull, class A output. In addition, these types have an amplifier bias input which may be used either for gating or for linear gain control. These types also have a high output impedance and their transconductance (g_M) is directly proportional to the amplifier bias current (I_{ABC}).

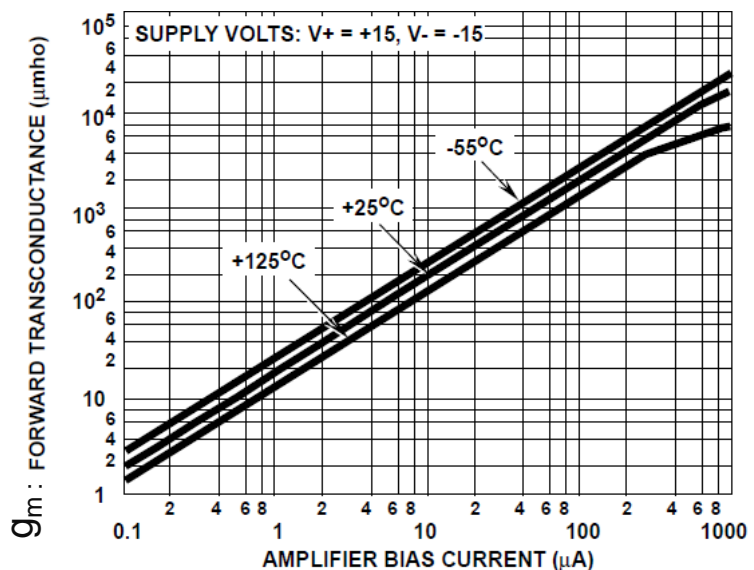
The CA3080 and CA3080A types are notable for their excellent slew rate (50V/μs), which makes them especially useful for multiplexer and fast unity-gain voltage followers. These types are especially applicable for multiplexer applications because power is consumed only when the devices are in the "ON" channel state.

The CA3080A is rated for operation over the full military-temperature range (-55°C to +125°C) and its characteristics are specifically controlled for applications such as sample-and-hold, gain-control, multiplex, etc. Operational transconductance amplifiers are also useful in programmable power-switch applications, e.g., as described in Application Note AN6048, "Some Applications of a Programmable Power Switch/Amplifier" (CA3094, CA3094A, CA3094B).

Pinouts



NOTE: Pin 4 is connected to case.

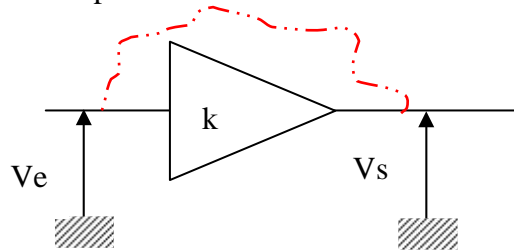


TRANSCONDUCTANCE vs AMPLIFIER BIAS CURRENT

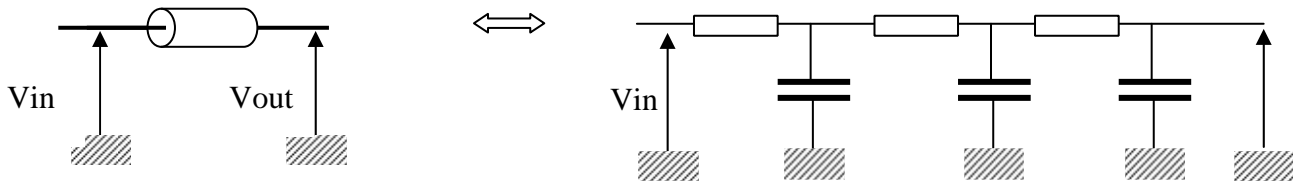
TD4 : Oscillations entretenues : réseau phase shift

On considère l'étude d'un système bouclé, pour lequel l'Amplificateur opérationnel utilisé est supposé parfait.

Le montage présenté Figure 1 correspond à un AOP en boucle fermée de gain k ($k \in \mathbb{R}$).



On reboucle la sortie V_s sur l'entrée V_e , à l'aide d'un fil, dont le schéma électrique équivalent est donné ci-après avec $R = 10\text{k}\Omega$ et $C = 39\text{nF}$



1./ Calculer la fonction de transfert $T(p) = V_{out}(p)/V_{in}(p)$ de la "cellule à retard".

Essayez par Millman et redécouvrez la théorie des quadripôles et des matrices!!!!

2./ Tracer le lieu de Nyquist de la cellule $T(p)$. Conclure sur risque d'instabilité.

3./ Appliquez le critère de Barkhausen et conclure sur le risque d'instabilité.

4./ Déterminer suivant le signe et la valeur numérique de k (qui est le gain en boucle fermée de l'AOP), le comportement du montage.

5./ Donner le montage qui réalise un oscillateur sinusoïdal...

6./ Donner conditions et la fréquence des oscillations (et éventuellement l'amplitude...)