ÉLECTROCARDIOGRAPHE À GAMEBOY

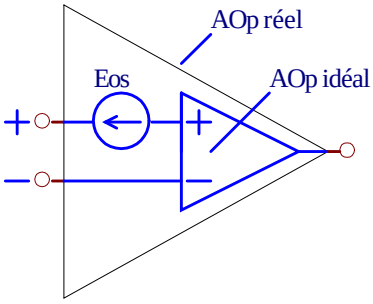
AMPLI ECG

Préparation TP2

COMPENSATION AUTOMATIQUE DU "ZÉRO"

Les amplificateurs opérationnels réels ne sont pas parfaits. L'amplificateur ECG est perturbé essentiellement par leurs **tensions de décalage E_{OS}**. Les autres imperfections des AOps (courants de polarisation et de décalage, réponse en fréquence, …) ont une influence négligeable dans cette application.

La structure interne d'un amplificateur opérationnel réel n'est pas parfaitement symétrique. **La tension de décalage est la tension à appliquer à son entrée pour annuler la tension de sortie**. Elle est modélisée par le schéma ci-dessous :

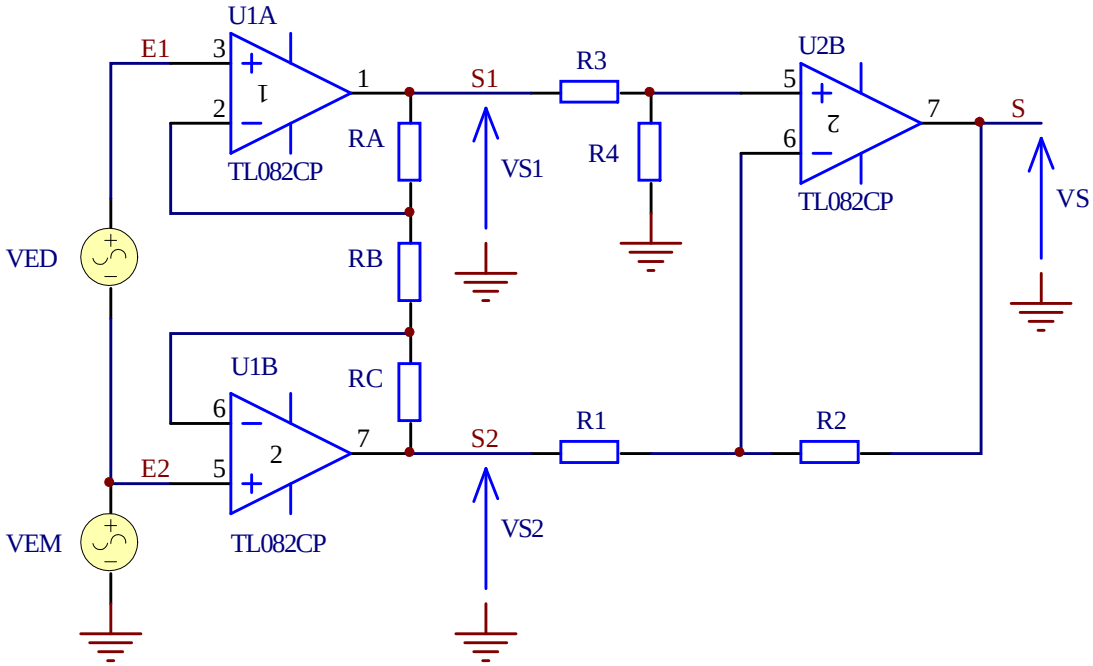


On constate effectivement que la tension de sortie est nulle quand la tension Vε appliquée à l'AOP réel est égale à E_{OS} : la définition est respectée.

Pour un TL082 et à 25°C :

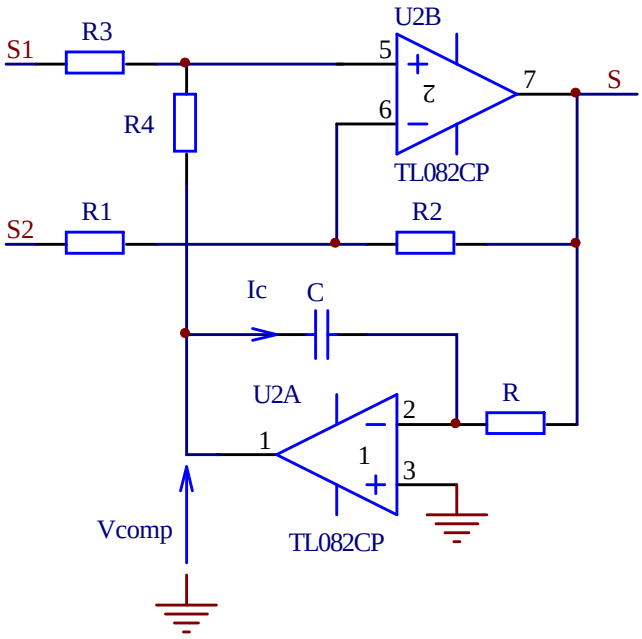
-3mV < E_{OS} < +3mV en valeurs typiques

-15mV < E_{OS} < +15mV maximums



1. **Pour V_{ED} = V_{EM} = 0V, calculer les valeurs extrêmes possibles des tensions V_{S1} et V_{S2} en fonction des tensions de décalage E_{OS1A} et E_{OS1B}.**
2. **L'AOp U2B est supposé parfait** (en fait, l'influence de sa propre tension de décalage est négligeable)
   Dans les mêmes conditions que §1, calculer les valeurs extrêmes possibles de V_S.

3. La structure proposée ci-dessous permet de maintenir la valeur moyenne de la tension de sortie V_S à 0V malgré les tensions de décalage de U1A et U1B :



3.1. Calculer V_S en fonction de V_{COMP} pour $V_{S1} = V_{S2} = 0V$. On admet R1 = R2 = R3 = R4.

3.2. Même question, pour V_{S1} et V_{S2} quelconques.

3.3. Calculer les valeurs de V_{COMP} permettant d'annuler V_S avec les valeurs extrêmes de V_{S1} et V_{S2} calculées au §1.

3.4. U2A fonctionne en régime "linéaire" grâce à la contre-réaction via le condensateur C. L'AOp est supposé parfait. En déduire le courant I_C en fonction en fonction de V_S et R.

3.5. En régime établi (aucune grandeur électrique ne varie) et au repos ($V_{EM} = V_{ED} = 0V$), quelle est la valeur de I_C ? En déduire la valeur de repos de V_S.

3.6. Étude du régime transitoire.
Conditions initiales (t = 0) : $V_{S1} = +1V$, $V_{S2} = -1V$ et C déchargé.
On admet : R1 = R2 = R3 = R4.
Calculer l'évolution temporelle de V_S pour $V_{EM} = V_{ED} = 0V$ (V_{S1} et V_{S2} restent à leurs valeurs initiales).

<u>Note</u> : utiliser les équations différentielles (ex : $I_C = C\frac{dV_C}{dt}$)

3.7. Dans l'électrocardiographe définitif, la constante de temps est modifiée (par modification de R) en fonction de la phase de fonctionnement de l'appareil :

- "Auto-zéro rapide" : R.C = 0,5 S
- "Moniteur" : R.C = 2 S
- "Diagnostic" : R.C = 20 S

Évaluer la durée de l'"auto-zéro" dans chaque cas.
Justifier la nécessité de modifier cette constante de temps dans l'électrocardiographe.