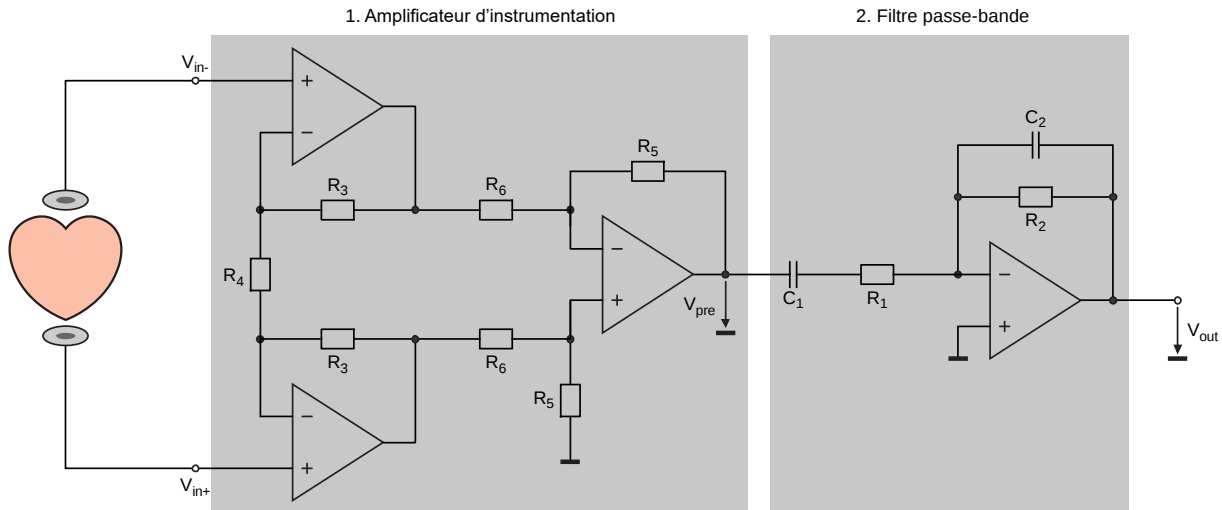


Exercices : Mesure électrique du pouls

Le but de cette série d'exercices est le dimensionnement bloc par bloc, composant par composant, d'un circuit complet de mesure électrique du pouls.

Le schéma du circuit électrique permettant la mesure du pouls selon le principe énoncé ci-dessus est le suivant:



Le circuit est composé:

- 1) D'un amplificateur d'instrumentation mesurant le potentiel différentiel entre les deux électrodes ($V_{in+} - V_{in-}$) et éliminant la tension de mode commun.
- 2) D'un filtre passe-bande éliminant la composante continue (du signal différentiel), ainsi que le bruit en-dehors de la bande passante utile du signal.

Le dimensionnement de chaque bloc est traité séparément dans les exercices ci-dessous. Les caractéristiques du circuit sont les suivantes:

Paramètre	Valeur	Unité
V_{cc}	15	[V]
f_{min}	1	[Hz]
f_{max}	1000	[Hz]

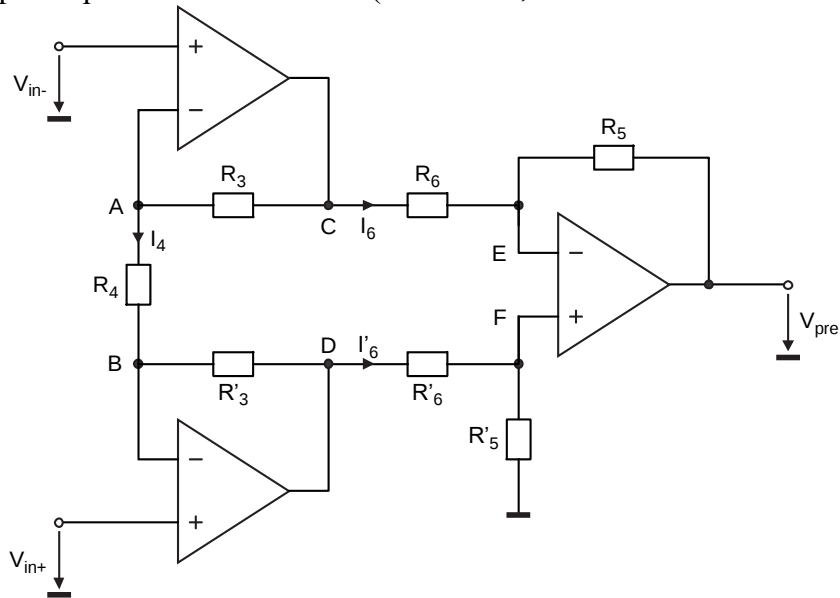
Exercice 1: Amplificateur d'instrumentation

A- On souhaite donner à l'amplificateur d'instrumentation un gain de 100, obtenu par un gain de 10 dans le premier étage (buffer) et un gain de 10 dans le second (soustraction).

- a) On fixe $R_3 = R_5 = 100 \text{ [k}\Omega\text{]}$. Calculer les valeurs de R_4 et R_6 pour obtenir le gain désiré.
- b) Etablir la fonction de transfert $\underline{H}_{pre}(j\omega) = \underline{V}_{pre}(j\omega)/(\underline{V}_{in+}(j\omega) - \underline{V}_{in-}(j\omega))$, puis tracer le diagramme de Bode correspondant.

B- Les résistances utilisées pour la réalisation du circuit présentent une tolérance (incertitude sur la valeur) de 5%. Les paires de résistances n'auront donc pas des valeurs précisément identiques et les performances du

circuit en mode commun seront affectées. Pour tenir compte de cette asymétrie, les résistances R_i de la partie basse du circuit, sont remplacées par des résistances R'_i ($R'_i = R_i + \varepsilon$, ε = erreur due à l'incertitude sur la valeur).



- En utilisant la nomenclature proposée dans le schéma ci-dessus (paires R_i , R'_i), établir l'équation de la tension de sortie $V_{pre,MC}$ en fonction de la tension du mode commun V_{MC} ($V_{MC} = (V_{in+} + V_{in-})/2$).
- Calculer le gain en mode commun en supposant que $R'_6 = R_6(1+5\%)$ et que $R'_5 = R_5(1-5\%)$. En déduire le taux de rejection du mode commun en dB ($TRMC_{dB}$). Nous négligerons l'effet de l'appariement imparfait des résistances sur le gain différentiel.
- Expliquer l'effet d'un mauvais appariement des résistances.
- On propose de calibrer la résistance R'_5 pour annuler l'effet du mode commun d'entrée. Trouver la valeur de R'_5 qui permet d'obtenir ce résultat.

Exercice 3: Filtre passe-bande

- Calculer la fonction de transfert $H_{filtre}(j\omega) = \underline{V}_{out}(j\omega)/\underline{V}_{pre}(j\omega)$ du filtre.
- On fixe $R_2 = 3.3 [M\Omega]$. Calculer la valeur de R_1 afin de donner au filtre un gain de 10 (en valeur absolue) dans la bande passante.
- Calculer C_1 et C_2 afin que les fréquences plus basses que f_{min} et plus hautes que f_{max} soient coupées (filtrage passe-bande).
- Tracer le diagramme de Bode du filtre.

Exercice 4: Circuit complet

- Calculer la fonction de transfert globale $H(j\omega) = \underline{V}_{out}(j\omega)/(\underline{V}_{in+}(j\omega) - \underline{V}_{in-}(j\omega))$.
- Tracer le diagramme de Bode du circuit complet.
- Calculer le gain dans la bande passante du montage entier (amplificateur d'instrumentation & filtre passe-bande), ainsi que l'amplitude de la variation de tension en sortie lors d'un battement cardiaque, sachant que l'amplitude mesurée aux bornes des électrodes vaut 1 [mV].