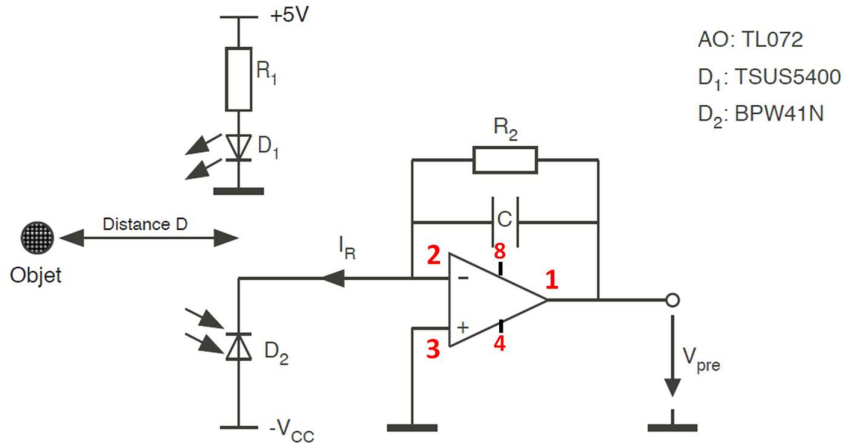


TP3 : AO Applications

1. Détecteur de Distance

Basé sur la mesure de la quantité de lumière renvoyée par un objet éclairé, un capteur de distance peut être schématisé par le circuit suivant :



où D₁ est une diode infrarouge ($U_j \approx 1.3V$) et D₂ une photodiode polarisée en inverse dont le courant est proportionnel à l'intensité lumineuse reçue.

Emission infrarouge

- Déterminer la valeur de R₁ garantissant un courant de 90 mA dans la LED alimentée sous une tension de 5 V.
- Calculer la puissance dissipée dans R₁. En déduire le type de résistance à utiliser sachant que les résistances standard dissipent 1/3 W, voire 1/4 W.
- Réaliser le circuit propre à D₁.

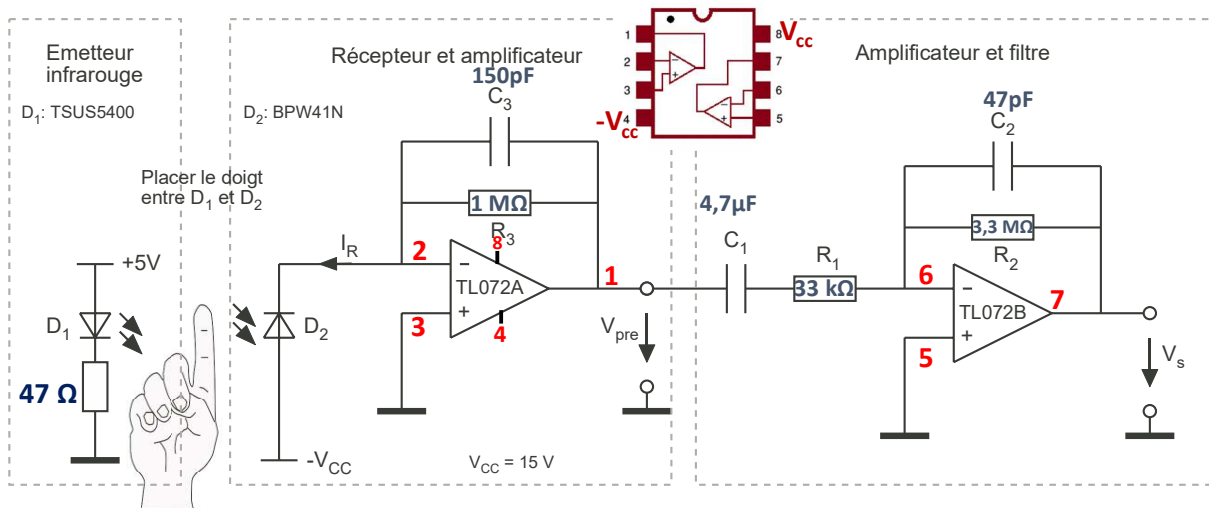
Conversion courant tension

Alimentée sous -15 V, la photodiode D₂ est traversée par un courant inverse I_R maximal de l'ordre de 20 μA lorsque l'objet visé est proche et moyennement réfléchissant comme du papier blanc.

- Déterminer la valeur de R₂ garantissant une tension de sortie de l'amplificateur maximale de 15 V.
- Réaliser le circuit (sans C) et amener D₁ au plus près de D₂, ces deux composants pointant la même direction.
 - Déplacer un objet devant le capteur et vérifier que :
 - V_{pre} vaut 0V en l'absence de lumière réfléchie, lorsque l'objet est hors du champ du capteur ($D > 10$ cm); l'offset observé dû à la lumière ambiante ne devrait pas dépasser 1 V ;
 - V_{pre} augmente jusqu'à sa valeur maximale lorsque l'objet se rapproche du capteur jusqu'à $D \approx 0.5$ cm.
 - La quantité de lumière réfléchie dépendant de l'état de surface de l'objet, vérifier le bon fonctionnement de ce capteur de distance et la validité de sa calibration avec différents objets.
- Observer V_{pre} sous un couplage AC, la sensibilité de l'oscilloscope adaptée à une mesure de faibles niveaux de tension. Quelle est la fréquence du bruit affiché? Quelle est son origine ?
- Introduire C de façon à avoir un pôle à 10 Hz et observer l'effet du filtre passe-bas ainsi réalisé sur le bruit.

2. Mesure optique du pouls (PPG)

Basé sur les variations d'opacité d'un doigt placé dans une barrière lumineuse infrarouge, un capteur optique du pouls peut être schématisé par le circuit suivant, composé de 3 blocs distincts.



Les deux premiers copient le circuit du capteur de distance infrarouge (voir TP précédent) et le 3^{ème} reprend le montage du filtre passe-bande du TP2.

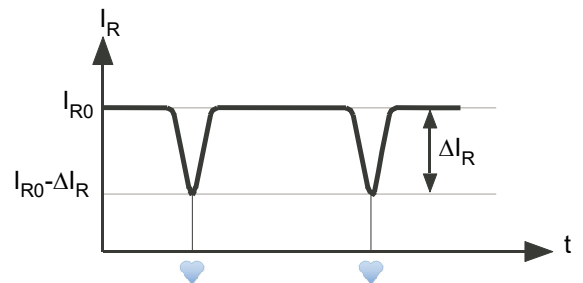
Emetteur infrarouge

- Dimensionner la résistance R afin de garantir un courant de 90 mA dans D₁.
- Calculer la puissance dissipée dans R et en déduire le type de résistance à utiliser.

4.2 Récepteur et convertisseur courant tension

L'afflux de sang consécutif à un battement cardiaque, en opacifiant le doigt éclairé par D₁, réduit la quantité de lumière reçue par la photodiode D₂ et donc le courant inverse qui la traverse.

Entre les battements cardiaques, le courant de repos de la photodiode vaut $I_{R0} \approx 8 \mu\text{A}$. Il diminue de $\Delta I_R = 40 \text{ nA}$ lors d'une pulsation.



- Dimensionner R₃ afin d'obtenir une tension de sortie au repos (entre deux battements) de $V_{CC}/2$.
- Calculer l'amplitude de la variation de la tension V_{pre} lors d'un battement cardiaque.
- Dimensionner C₃ pour obtenir un filtre passe-bas de fréquence de coupure $f_C = 1 \text{ kHz}$.
- Réaliser le montage en veillant à minimiser la longueur des connexions entre la photodiode et le préamplificateur.
- Vérifier que la tension de sortie V_{pre} vaut :
 - 0 lorsque la barrière infrarouge est coupée (pas de lumière reçue) ;
 - +V_{CC} lorsque la barrière infrarouge n'est pas interrompue (maximum de lumière reçue) ;
 - Environ $V_{CC}/2 \text{ V}$ lorsqu'un doigt est placé entre l'émetteur et le récepteur (réception d'une partie seulement de la lumière). La position du doigt, qui ne peut être le pouce, doit optimiser le résultat. Si la tension V_{pre} est supérieure à 7.5 V lors de cette mesure, diminuer la valeur de R₃ ; l'augmenter si elle est inférieure à 3 V.

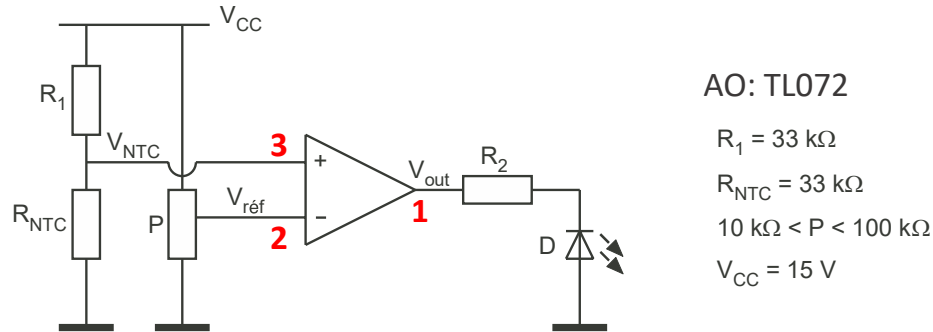
Amplificateur et filtre

- Déterminer la fonction de transfert du circuit complet $H(j\omega) = V_s/I_R$.
- Tracer les asymptotes des diagrammes de Bode en phase et en amplitude.
- Réaliser le montage complet
- Régler la base de temps à 200 ms / division.
- Un doigt placé dans la barrière lumineuse, observer les pulsations cardiaques avant filtrage (V_{pre}) et après filtrage (V_s).

3. Détecteur de Température

Dans l'application ci-dessous, on veut détecter toute augmentation de la température par rapport à une valeur seuil (ex. la température ambiante). Pour cela on utilise une résistance NTC (Thermistor with a Negative temperature coefficient) comme capteur de température et une diode électroluminescente (LED) pour signaler son augmentation ($U_j (LED) \approx 2V$).

Schéma:



- Sachant que $R_{NTC} = 33 \text{ k}\Omega$ à 25°C , déterminer la tension $V_{\text{réf}}$ à imposer pour que la LED soit éteinte par défaut.
- Déterminer la valeur de la résistance R_2 permettant de limiter le courant dans la LED à 20 mA lorsque $V_{\text{out}} = V_L$.
- Réaliser le montage en réglant $V_{\text{réf}}$ à la bonne valeur à l'aide du potentiomètre (P). Tester la réaction du circuit à une élévation de la température en soufflant par exemple de l'air chaud sur la résistance R_{NTC} .

A. KOUKAB