

Étude d'un thermomètre électronique

Placer la diode dans la glace dès le début du TP, pour qu'elle soit bien à 0°C.

A – Présentation de la situation :

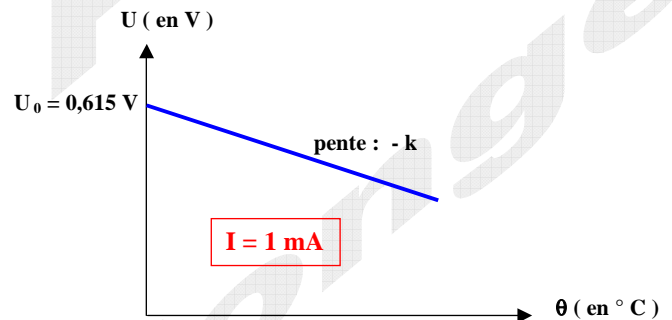
▪ **Le capteur de température** est une diode à jonction (1 N 4004) parcourue par un courant d'intensité I constante et indépendante de la tension U entre les bornes de la diode.

Cette tension est fonction affine de la température :

Pour $I = 1 \text{ mA}$, on a :

$$U \text{ (en V)} = 0,615 - k \theta$$

avec θ en °C et $k = 2,15 \times 10^{-3} \text{ V} \cdot \text{°C}^{-1}$.



▪ **Le générateur de courant constant** permet de créer le courant d'intensité $I = 1 \text{ mA}$ qui traverse la diode.

▪ **La tension** $U \text{ (en V)} = 0,615 - 2,15 \times 10^{-3} \theta$ est peu pratique car elle est fonction décroissante de la température et elle est trop faible pour pouvoir être mesurée correctement.

On va donc la transformer en une tension de la forme $U_4 = K \theta$ obtenue à la sortie du dispositif en imposant $U_4 = 0 \text{ V}$ pour $\theta = 0 \text{ °C}$ et $U_4 = 10 \text{ V}$ pour $\theta = 100 \text{ °C}$.

Pour passer de U à U_4 , il faut donc supprimer la constante $0,615 \text{ V}$ et le signe $-$ et amplifier la tension dans le rapport K / k .

Calculer la valeur de K et en déduire la valeur du rapport K / k .

B – Réglage du générateur de courant :

Alimenter le générateur sous une tension de 15 V (Attention aux polarités).

Ce générateur de courant est réalisé à l'aide d'une diode Zener et d'un transistor PNP (2 N 2905)

En plaçant un milliampèremètre entre les points C et la masse M, ajuster, soigneusement, l'intensité I du courant à 1 mA grâce au potentiomètre P **et ne plus modifier ce réglage par la suite**.

C – Obtention de la tension $U_1 = k \theta$:

Ceci va être réalisé à l'aide d'un pont diviseur de tension en agissant sur le potentiomètre P_1 .

▪ **Remplacer le milliampèremètre par la diode plongée dans la glace** (sans toucher au réglage du potentiomètre P). Vérifier que la tension, aux bornes de la diode vaut $0,615 \text{ V}$; cette vérification permet de contrôler que celle-ci est bien passante.....

- Alimenter la maquette du thermomètre sous $+15\text{ V}$, 0 , -15 V .
- Appliquer la tension U , prise aux bornes de la diode, à l'entrée de l'Ampli A.O.2 (entre le + et la masse). Vérifier que l'on a bien $U = 0,615\text{ V}$!
- Ajuster, soigneusement, U'_0 à la valeur de $0,615\text{ V}$ (quand la diode est placée dans la glace fondante) en agissant sur le potentiomètre P_1 .

On montre que, dans ce cas, U_1 s'écrit : $U_1 = k \theta$ ($k = 2,15 \times 10^{-3}\text{ V} \cdot \text{C}^{-1}$), la diode étant toujours parcourue par un courant d'intensité 1 mA !

- Vérifier, expérimentalement, ceci en plongeant la diode (toujours parcourue par un courant d'intensité 1 mA !) dans de l'eau bouillante.

Ne plus toucher au réglage de P_1 ensuite.

D – Amplification de la tension U_1 :

La tension U_4 doit être ajustée à 10 V en agissant sur le potentiomètre P_2 , lorsque la diode est plongée dans l'eau bouillante.

Si la diode est dans la glace fondante, on doit avoir $U_4 = 0\text{ V}$. Vérifier.

Avec ce thermomètre électronique, déterminer les températures de l'eau du robinet puis de l'air ambiant.

E – Analyse du montage :

- Les ampli Op A.O.1 et A.O.2 sont montés en suiveurs ; pourquoi ?
- Quel est le rôle du potentiomètre P_1 ?
- Entre quelles limites peut-on faire varier la tension U'_0 ? Faire un calcul littéral puis numérique et vérifier vos calculs en mesurant $U'_{0,\max}$ puis $U'_{0,\min}$.
- La diode étant parcourue par un courant d'intensité 1 mA et la tension U'_0 ajustée à la valeur de $0,615\text{ V}$, démontrer que U_1 s'écrit : $U_1 = k \theta$ ($k = 2,15 \times 10^{-3}\text{ V} \cdot \text{C}^{-1}$) !
- La tension U_1 est amplifiée en deux étapes :

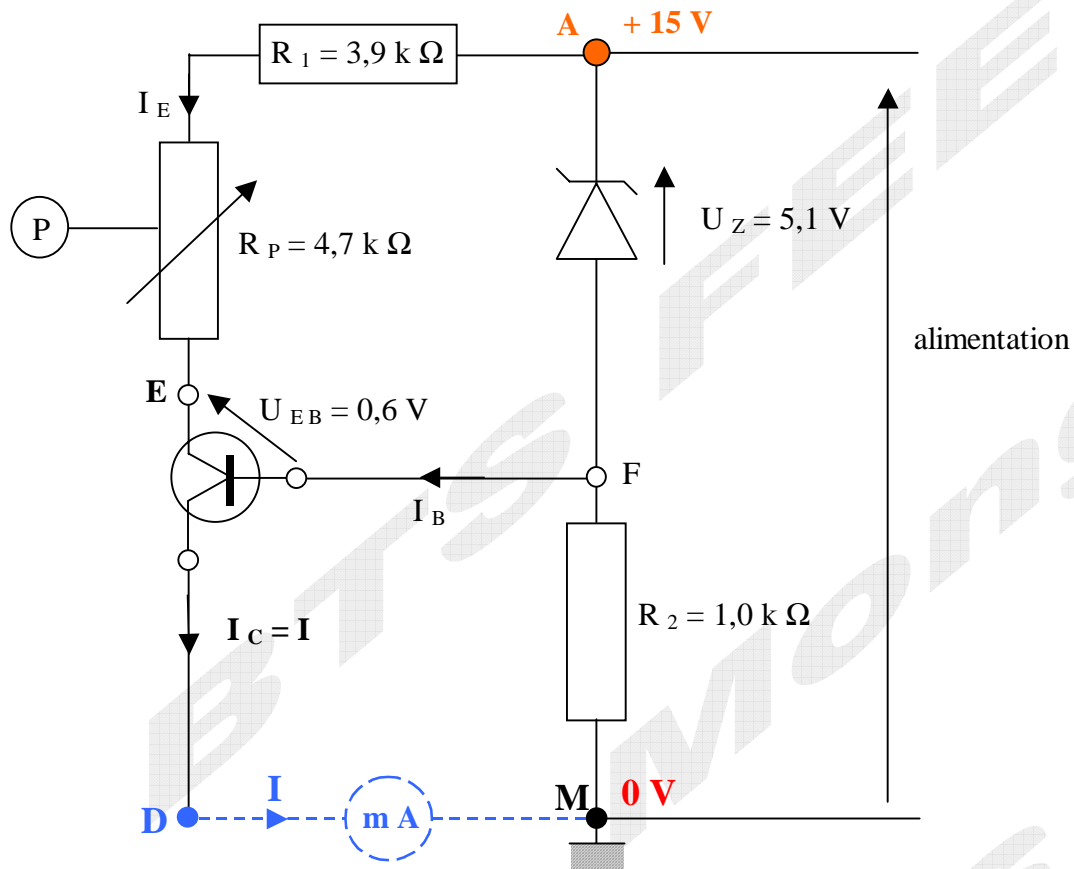
1° étape : Exprimer la tension U_3 à la sortie de l'ampli Op A.O.3 en fonction de U_1 , de R_1 et de R_2 . Quel est le rôle de cet ampli Op ?

2° étape : Exprimer la tension U_4 à la sortie de l'ampli Op A.O.4 en fonction de U_1 et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R . Comment doit-on choisir R afin d'ajuster le rapport K/k à la valeur désirée ?

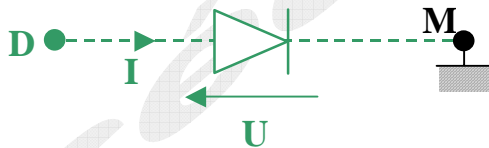
On donne pour la maquette du thermomètre :

$$R_1 = 3,3\text{ k}\Omega ; R_2 = 22\text{ k}\Omega ; R_3 = 47\text{ k}\Omega ; R \text{ varie de } 4,7\text{ k}\Omega \text{ à } 9,4\text{ k}\Omega .$$

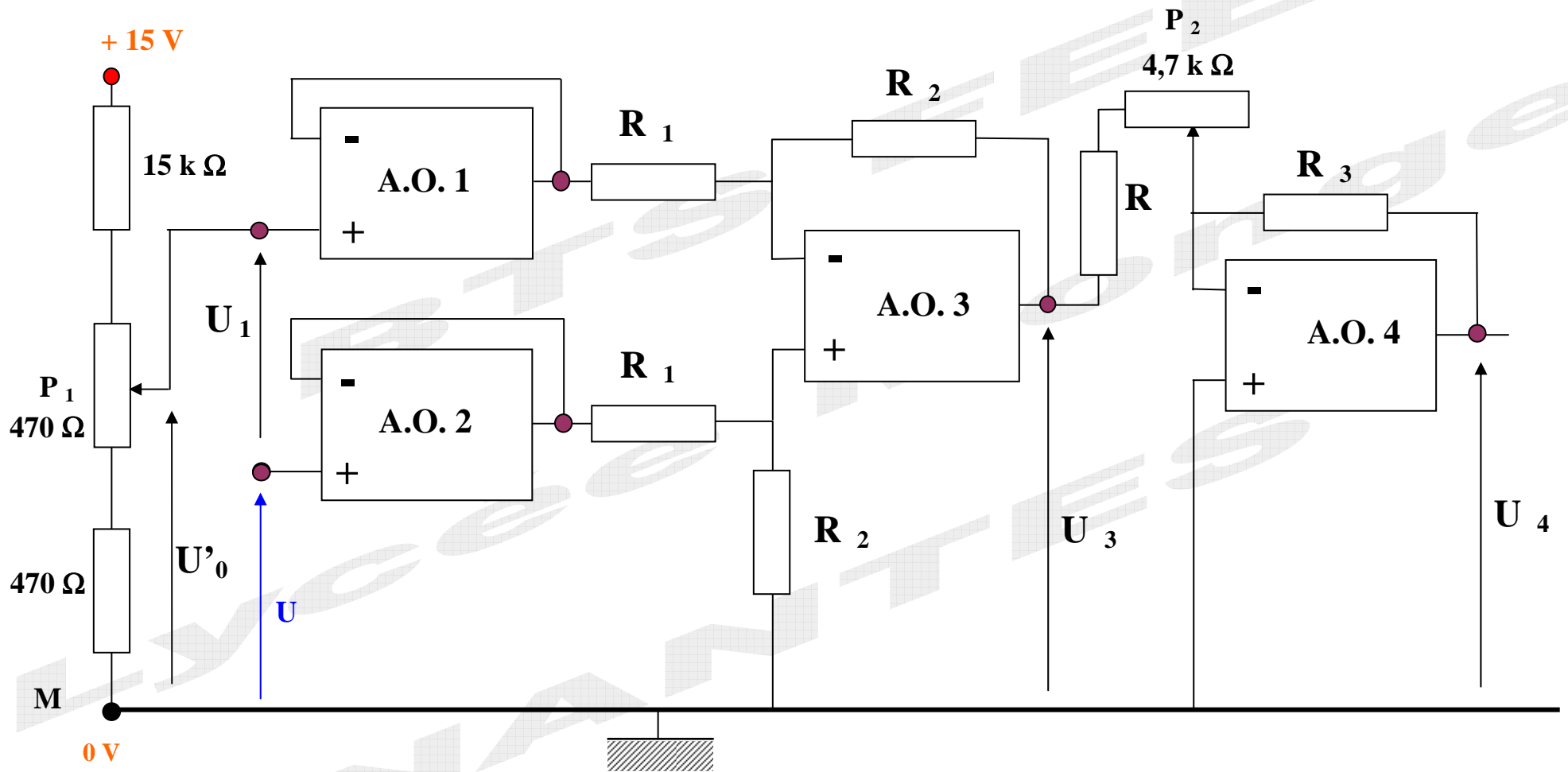
GÉNÉRATEUR DE COURANT



La diode remplace, ensuite,
l'ampèremètre



MAQUETTE DU THERMOMÈTRE



**L'alimentation des ampli Op se fait à l'aide du générateur - 15 V , 0 , + 15 V.
C'est ce qu'il faut faire en premier et c'est ce qu'il faut supprimer en dernier !**