

Séance n° 5 : Capteurs de température : la thermistance

Matériel spécifique :

1 thermistance CTN 1 k Ω
 résistances : 1 \times 330 Ω , 1 \times 1 k Ω , 1 \times 10 k Ω
 1 potentiomètre 10 k Ω
 un thermomètre à alcool
 1 bouilloire électrique
 1 amplificateur opérationnel (TL 081 ou équivalent).
 1 LED
 logiciel Régressi

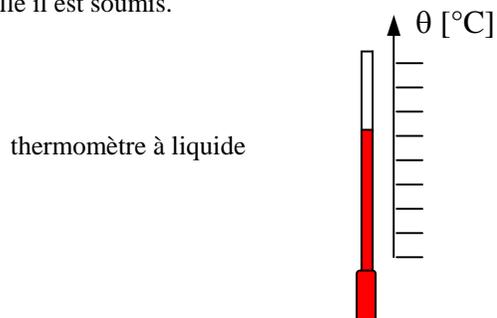
1. Objectifs.

Connaissance des thermistances
 Utilisation de la CTN pour fabriquer une alarme visuelle.

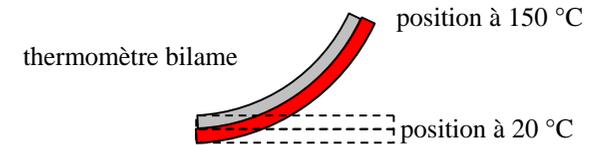
2. Introduction aux capteurs

Un capteur de température est un objet dont l'une de ses grandeurs physiques (volume, résistance...) réagit à la température à laquelle il est soumis.

On connaît le thermomètre à mercure ou à alcool : le capteur de température est tout simplement le liquide (mercure ou alcool) dont le volume augmente lorsque la température augmente. On réalise donc un thermomètre en enfermant le liquide dans un tube de section constante : la hauteur de liquide est alors proportionnelle à son volume, et comme le volume dépend de la température, on a la hauteur de liquide qui dépend de la température. Il suffit alors de graduer la hauteur de liquide pour connaître la température à laquelle il est soumis.

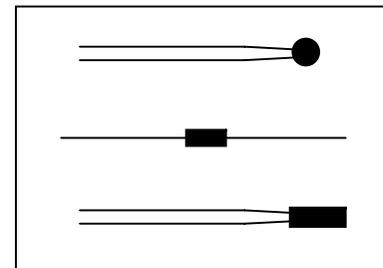


Il existe également le thermomètre bilame (ou tout simplement le "bilame") constitué de 2 lames métalliques (métal différent pour les 2 lames) collées l'une à l'autre : ces 2 lames se déforment en fonction de la température à laquelle elles sont soumises. Le bilame constitue souvent une protection d'un appareil en cas de surchauffe (rupture de contact électrique)

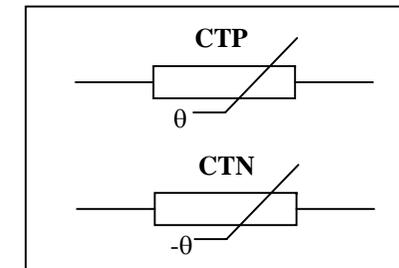


Le problème de ces thermomètres est qu'ils ne convertissent pas une température en une tension (puisque'il la convertit en une hauteur), ce qui les rend inexploitable pour une chaîne d'acquisition électronique (par exemple pour une station météo électronique). On utilise donc en électronique d'autres capteurs de températures pour fabriquer des thermomètres électroniques : le plus souvent il s'agit de composants électroniques dont la résistance varie avec la température à laquelle ils sont soumis. Ces composants sont appelés "**thermistances**". Il existe les thermistances CTP (Coefficient de Température Positif, leur résistance augmente lorsque leur température augmente) et les thermistances CTN (Coefficient de Température Négatif, leur résistance diminue lorsque leur température augmente). On indique généralement sur les catalogues constructeur la valeur de la thermistance à 20 $^{\circ}\text{C}$. En outre on appelle souvent les thermistances CTN ou CTP "résistances CTN" ou "résistances CTP"

allures :



symboles :



3. Etude de la résistance en fonction de la température

1. On souhaite tracer la courbe qui illustre la variation de résistance R_{CTN} en fonction de sa température θ , c'est-à-dire tracer la courbe $R_{CTN} = f(\theta)$ caractéristique de notre thermistance, entre 0 $^{\circ}\text{C}$ et 100 $^{\circ}\text{C}$ par pas de 5 $^{\circ}\text{C}$. Proposez un montage expérimental (schémas détaillés)

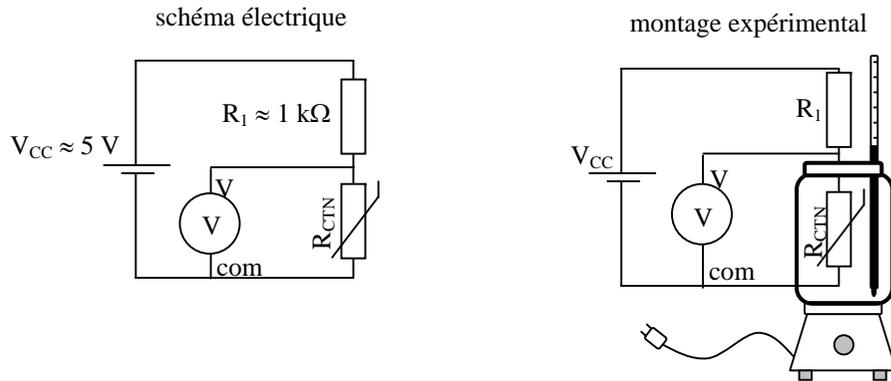
2. Réalisez le montage précédent. Mettez environ 3 cm d'eau dans la cuve puis placer le curseur de la bouilloire sur "Kochen" pour faire bouillir l'eau. Rajouter ensuite progressivement l'eau froide pour faire descendre la température. On remplira donc le tableau de mesure suivant :

θ [°C]	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
R_{CTN} [Ω]													

3. Utilisez le logiciel de modélisation *Regressi* et affichez le nuage de points tiré du tableau de mesures précédent, avec la température en abscisse. Appelez ensuite le professeur pour vérifier qu'il n'y a pas d'erreur de faite. Quelle semble être la courbe qui semble le mieux correspondre au nuage de points (modélisation du nuage de points par une courbe) ? Donnez son équation (trouvée à l'aide de *Regressi*), faites vérifier par le professeur.

4. Conversion résistance → tension

Afin de rendre la variation de résistance exploitable en électronique, il faut la convertir en tension, c'est-à-dire qu'il faut passer d'une relation $R = f^{on}(\theta)$ à une relation $U = f^{on}(\theta)$. On peut alors utiliser le montage "diviseur de tension" vu aux séances 3 et 4 (voir le schéma électrique ci-dessous) :



1. Recopiez le schéma électrique ci-dessus sur votre compte-rendu puis fléchez la tension U mesurée par le voltmètre.

2. Exprimez la tension théorique U (notée $U_{théo}$) en fonction de V_{CC} , R_1 et R_{CTN} .

3. Comme R_{CTN} dépend de la température θ , on a donc U aux bornes de la CTN qui dépend de θ : relevez à l'aide du voltmètre la tension U expérimentale (notée U_{exp}) en fonction de θ . Vous placerez les résultats dans le tableau suivant :

θ [°C]	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
U_{exp} [V]													

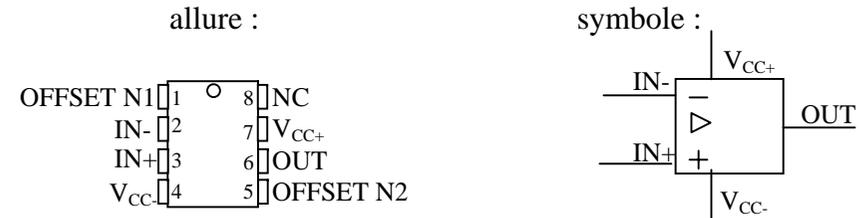
4. Dans Régressi tracez $U_{exp} = f(\theta)$ et $U_{théo} = f(\theta)$ (vous mesurerez à l'ohmmètre la valeur exacte de R_1). Vérifiez, en comparant les 2 tracés, que votre calcul théorique de la question 2 précédente est correct (appelez le professeur pour le constat). A l'aide de Régressi donnez l'équation de la courbe $U_{exp} = f(\theta)$.

Sauvegardez vos données (Fichier → Enregistrer sous → ...votre répertoire/CTN) : le fichier CTN.RW3 va être créé et contiendra les résultats expérimentaux de votre TP qui seront utilisés ultérieurement.

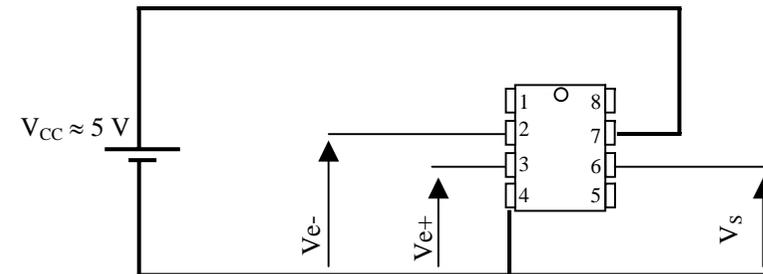
5. Sortez le thermomètre du bain puis réchauffez légèrement l'eau (sans l'amener à ébullition). Mesurez la tension aux bornes de la CTN puis déduisez en la température du bain grâce au graphe $U_{exp} = f^{on}(\theta)$. Vérifiez ensuite, à l'aide du thermomètre, que la température trouvée grâce à U_{exp} est correcte.

5. Application : détecteur d'incendie (alarme de surchauffe)

L'amplificateur opérationnel est un circuit intégré qui doit être alimenté entre les pattes V_{CC+} et V_{CC-} . (la patte V_{CC-} est souvent reliée à la borne noire de l'alimentation et la patte V_{CC+} à la borne rouge).



Pour le moment on ne va pas analyser le rôle de chaque patte mais plutôt se borner à étudier le montage suivant :

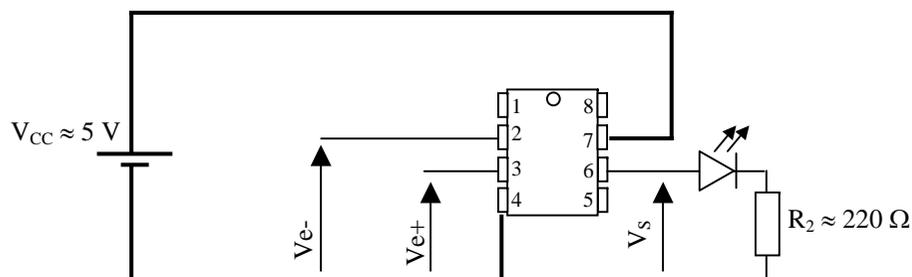


Fonctionnement du montage :

Lorsque $V_{e+} > V_{e-}$ alors $V_s \approx V_{CC}$, sinon V_s reste à 0 V.

1. Vérifier expérimentalement le fonctionnement du dispositif précédent (détaillez votre procédure). Faites constater par le professeur.

2. On profite du fait que la tension de sortie V_S passe à V_{CC} pour allumer une LED. On complète donc le schéma électrique précédent par le schéma ci-dessous :

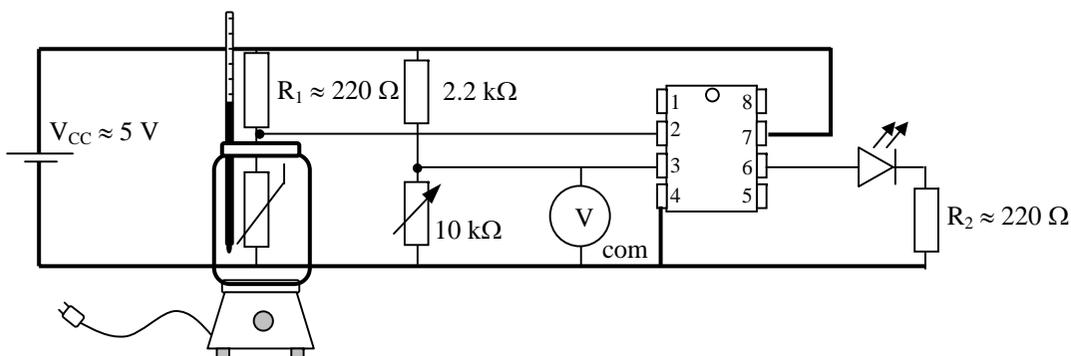


3. A quoi sert la résistance R_2 ? Pouvez vous justifier sa valeur ?

La tension V_{e-} va tout simplement être la tension U relevée au bornes de la CTN du montage du paragraphe 4 précédent, la tension V_{e+} va être une tension fixe, réalisée à partir de la tension V_{CC} , à l'aide d'un diviseur de tension par exemple (voir séance n° 4). De cette manière, la LED va s'allumer dès que $U < V_{e+}$

4. Quelle doit être la valeur de la tension V_{e+} pour que la LED s'allume lorsque $\theta > 50^\circ\text{C}$? (utilisez les résultats du paragraphe 4).

5. Réalisez hors tension le montage suivant, ajustez la résistance variable (réalisée à partir du potentiomètre, voir séance n° 7) de manière à obtenir à ses bornes la tension trouvée à la question 4 précédente, puis vérifiez le bon fonctionnement de votre alarme visuelle (appelez le professeur pour le constat).



6. Modifiez le montage précédent de manière à obtenir une commande de circuit de chauffage : lorsque la température est trop faible, la diode doit s'éclairer ⁽¹⁾.

¹ Dans les montages électroniques grand public, cette diode commande un opto-triac, c'est-à-dire une sorte d'interrupteur qui met sous tension un radiateur électrique.