



Thermocouple

Document de cadrage

PRJ 1404

GARÇON Bastian & JAOUANNE Lilian

Client : LAURENT Hervé

Table des matières

.....	1
Objectif :	1
Fonctionnement du thermocouple :	2
Cahier des charges :	3
Ressource et personnel mis à notre disposition	5
Ressources	5
Personnel	5
Calendrier	6
Bibliographie	7

Objectif :

L'objet de ce projet consiste à développer un thermocouple et d'acquérir la valeur de la température par un moyen sans fil (Bluetooth, Wifi...) sur une centrale d'acquisition. Le thermocouple devra pouvoir fonctionner sur une plage de température de -200 à 1200°C.

Bien que ce type de thermocouple existe déjà sur le marché, il nous ait demandé d'en concevoir un à partir des moyens disponibles à l'ENSIBS et si possible à bas coût.

Fonctionnement du thermocouple :

Le principe du thermocouple consiste à mesurer une différence de potentiel entre deux fils constitués de deux conducteurs différents et soudés entre eux à une extrémité.

La mesure s'effectue ponctuellement au niveau de la soudure (nommée soudure chaude ou jonction de référence).

Un thermocouple est un capteur actif de température. Il est composé de deux jonctions reliant deux métaux ou alliages différents. Le thermocouple fonctionne grâce à l'**effet Seebeck** (Cf Bibliographie) qui produit un courant continu lorsqu'il y a une différence de température entre les deux jonctions. En ouvrant le circuit, on mesure une force électromotrice (tension) de faible niveau, mais mesurable (centaine de μV). Le thermocouple mesure la différence de température entre le point de mesure (SF – soudure froide) et le point de raccordement (SC – soudure chaude).

Pour s'assurer que la température ambiante aux bornes de raccordement de la soudure froide (idéalement 0°C) n'affecte pas le résultat de la mesure, une compensation de soudure froide est nécessaire.

La tolérance d'un thermocouple est généralement de $\pm 1^\circ\text{C}$. La soudure chaude peut être générée à partir d'un arc électrique et les fils qui composent le thermocouple (ou câbles d'extension/compensation) ont une couleur caractéristique normalisée. Le conducteur négatif est toujours blanc, le conducteur positif est toujours de la couleur de la gaine. Chaque paire de conducteurs définit une plage de mesure et un graphe associé, nommé par une lettre.

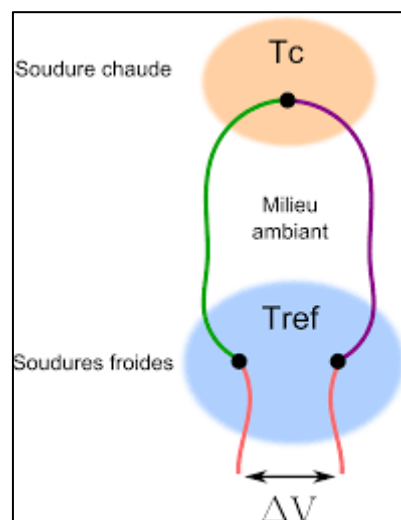


Figure 1 : Principe du thermocouple

Cahier des charges :

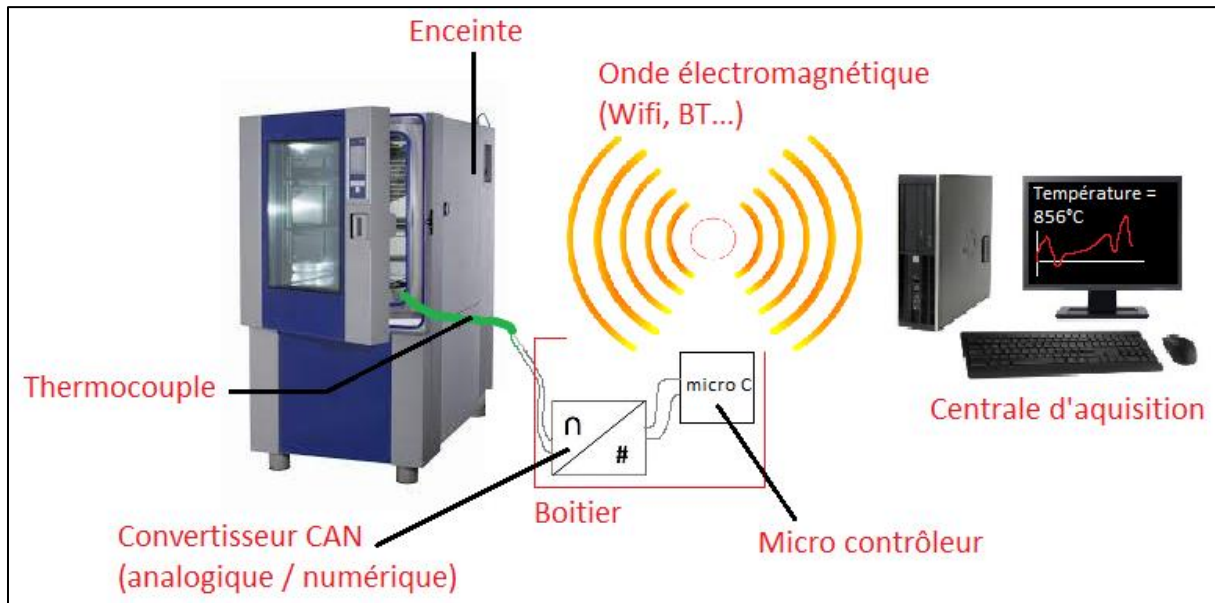


Figure 2 : Schéma du dispositif envisagé

- Thermocouple

Il existe différents types de thermocouples suivant la plage de température à mesurer, différenciant le couple de matériaux semi-conducteurs à utiliser.

Nous prendrons un thermocouple de type K pour des températures allant de **-270 à 1370°C** avec une sensibilité de **41µV/°C**. Le type K demande un fil de **Chromel** (alliage de Nickel et de Chrome) et un fil d'**Alumel** (alliage de Nickel et d'Aluminium).

La taille des 2 fils utilisés influencera sur la vitesse et la précision des mesures. Nous préférons donc des fils fins et prendrons des fils de 250 microns.

Pour isoler électriquement nos deux fils, nous utiliserons un tube d'alumine (minéraux de température de fusion 2000°C) pour la partie à l'intérieur de l'enceinte et une isolation en soie de verre pour la partie des fils à l'extérieur (fusion à 300°C).

Pour compenser la température de référence de la soudure froide, il est nécessaire de connaître la température de la jonction de référence. On utilisera pour cela une thermistance CTN ou autre capteur de température.

- Moyen d'acquisition

Pour le traitement du signal, il faudra un convertisseur analogique numérique (choisi en fonction de son nombre de bits) ou d'un module de récupération directe de la température devant renvoyer la donnée mesurée à un microcontrôleur. Microcontrôleur qui devra ensuite pouvoir traiter la différence

de potentiel et la température de la jonction de mesure, puis transmettre la donnée par Bluetooth ou Wifi à un moyen d'acquisition (poste informatique, smartphone...).

La centrale d'acquisition devra ensuite récupérer la donnée émise et gérer son affichage.

Une solution serait le développement d'une application avec un script Python, affichant des informations sur la série de mesures dans le terminal par exemple.

- Autonomie

L'ensemble devra avoir sa propre source d'alimentation, il ne devra pas être relié à un secteur d'alimentation. De plus, le moyen d'alimentation devra assurer une durée de fonctionnement correct et répondre aux impulsions de consommations importantes demandées par le Bluetooth et le Wifi.

- Design

L'ensemble devra avoir une ergonomie compacte et discrète. Les fils du thermocouple sortiront de l'enceinte isolée thermiquement et être reliés à un boîtier situé à côté de l'enceinte (à l'extérieur). Boîtier possiblement imprimé en 3D avec du PLA, dans lequel se trouveront les composants propres au traitement et à l'émission du signal.

Ressource et personnel mis à notre disposition

Ressources

Pour ce projet, nous pourrions utiliser les différents outils présents au sein de l'ENSIBS de Lorient notamment ceux se trouvant dans le laboratoire de mécatronique. Si nécessaire, nous devrions être supervisés par un enseignant lors de l'utilisation de ces derniers.

Pour le matériel, nous pourrions prélever les composants prévus à cet effet, pour la fabrication de notre thermocouple à l'ENSIBS.

Enfin, si le matériel n'est pas disponible au sein de l'école. Nous pourrions en commander sur les sites partenaires.

Personnel

Lors de ce projet, nous pourrions aussi nous référer à différentes personnes spécialistes dans leur domaine afin d'obtenir des précisions sur différents sujets. Cela a déjà été le cas avec l'un des chercheurs au LAB-STICC, William BERCKMANS. William est un spécialiste des thermocouples. Il nous a donc éclairé pour la conception de celui-ci (épaisseur des fils, choix du matériau, soudage...) et nous aussi déjà donné du matériel (lecteur de thermocouple et câbles de thermocouple) pour débiter notre projet.

Quant à notre tuteur Hervé LAURENT, un mail lui sera envoyé après chaque session de projet. Avec à l'intérieur quelques phrases sur ce que nous avons fait durant la séance, mais aussi ce qu'il nous reste à faire pour les séances à venir. Quelques rendez-vous seront aussi pris avec Hervé afin de faire le point sur l'avancement du projet.

Calendrier

date	événement du projet
lundi 12 décembre	début de la diffusion des sujets
vendredi 6 janvier	présentation du fonctionnement et des sujets
lundi 9 janvier	retour et diffusion des affectations étudiants/projets
vendredi 13 janvier	première séance de projet
vendredi 13 janvier	fin prises de rendez-vous et rencontre avec les tuteurs
vendredi 20 janvier	dépôt du document de Cadrage
vendredi 10 mars	dépôt diaporama du jalon
semaine 11	jalón
vendredi 5 mai	dépôt diaporama de la soutenance
semaine 19	soutenance
vendredi 12 mai	dépôt du rapport
vendredi 12 mai	dépôt de l'archive de reprise du projet

Tableau 1 : calendrier du projet

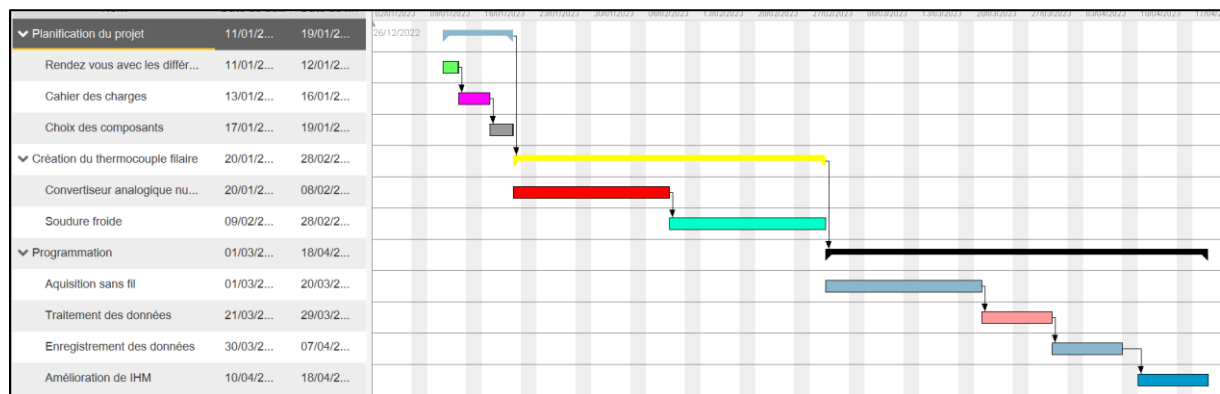


Figure 3 : Planification du projet fait sur GanttProject

Bibliographie

- EFFET SEEBECK
https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Seebeck
- THERMOCOUPLE
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermocouple>
<https://youtu.be/7QFdb2aJn14>