

**Produit :****Testeur de câbles chauffants électriques**

L'objectif de cette activité est de valider la conception d'un dispositif de contrôle de la résistance de câbles chauffants dans le cadre de la pose d'un sol chauffant électrique.

Description de la démarche :

1. **Prendre connaissance** : découvrir le fonctionnement du système, la problématique et la nouvelle fonctionnalité à ajouter.
2. **Simulation** : paramétrer les limites de fonctionnement du système en utilisant son programme actuel sur une maquette virtuelle.
3. **Conception** : améliorer le fonctionnement du système par l'ajout d'une nouvelle fonctionnalité en s'appuyant sur l'utilisation de la simulation.
4. **Expérimentation** : vérifier expérimentalement les performances de la fonctionnalité ajoutée pour valider sa conformité avec le cahier des charges.

Les quatre parties doivent être traitées dans l'ordre proposé.

**1. Découverte du produit et de la problématique technique**

Découvrir le testeur de câbles chauffants et prendre connaissance du contexte et de la problématique.

- **Expliquer** les raisons qui obligent à surveiller le câble chauffant pendant tout le processus de pose d'un sol chauffant électrique.

Le microcontrôleur du testeur ne permet pas de mesurer directement une résistance.

- **Identifier** la solution technologique mise en œuvre par le testeur pour permettre au microcontrôleur de mesurer indirectement une résistance.

La solution technologique retenue pour la mesure de la résistance impose l'utilisation de broches spécifiques du microcontrôleur.

- **Indiquer** quelles broches du microcontrôleur permettent de mesurer la tension nécessaire à la détermination de la valeur de la résistance.

## 2. Simulation

L'objectif de la simulation est de modéliser le fonctionnement original du programme du testeur de câbles, afin de valider les performances de mesure de résistance attendues dans le cahier des charges avant toute mise en œuvre sur le matériel expérimental.

L'architecture électronique du testeur de câbles est disponible dans le fichier :

*Ressources/SimulationTesteurCables.sim1*

Le programme du testeur de câble est disponible dans le fichier :

*Ressources/CodeTesteurCable/CodeTesteurCables.ino*

- **Mesurer** à l'aide du multimètre la valeur réelle de la résistance de référence  $R_F$ .
- **Reporter** dans la constante  $R_F$  du programme la valeur mesurée de  $R_F$ .
- **Reporter** dans le composant symbolisant une résistance « Référence 1 k $\Omega$  » de la simulation la valeur mesurée de  $R_F$ .

Le programme vérifie la validité de la résistance  $R_C$  mesurée en utilisant les valeurs limites indiquées dans l'exigence de performance id 2 du cahier des charges.

- **Reporter** la limite basse de la plage de mesure dans la constante  $RC\_MINI$  du programme, et la limite haute dans la constante  $RC\_MAXI$ .
- **Compiler** et **télécharger** le programme original.

Le câble chauffant virtuel peut être connecté ou déconnecté des bornes d'entrée du testeur virtuel de câbles, et sa résistance  $R_C$  ajustée en cours de simulation.

- **Vérifier** dans la simulation les performances de mesure de résistance en faisant varier la résistance  $R_C$  entre les limites hautes et basses et en dehors de ces limites prévues par le cahier des charges.
- **Conclure** sur la capacité du testeur à fonctionner dans les limites haute et basse imposées par le cahier des charges.

## 3. Conception

L'objectif de cette partie est d'ajouter une fonctionnalité de suivi de l'évolution de la résistance du câble chauffant  $R_C$  lors de la pose, et d'afficher une alerte en cas de problème.

Le programme original indique clairement en commentaire dans le code l'endroit où la nouvelle fonctionnalité doit être ajoutée. Seule cette partie du code doit être modifiée.

- **Coder** dans le programme la nouvelle fonctionnalité de suivi de l'évolution de la résistance  $R_C$  par rapport à sa valeur mémorisée lors de la pose du sol chauffant.
- **Compiler** et **télécharger** le programme modifié.
- **Vérifier**, en simulation, que la nouvelle fonctionnalité déclenche une alerte lorsque la résistance sort de la tolérance définie par le cahier des charges.
- **Enregistrer** le programme modifié.

#### 4. Expérimentation

Cette section vise à conclure, à partir de tests expérimentaux, sur la capacité du système à satisfaire les performances attendues en matière de surveillance et d'alerte en cas de dérive de la résistance mesurée.

- **Réaliser** le câblage du système à partir du matériel disponible.
- **Compiler** et **téléverser** dans le microcontrôleur le programme modifié.
- **Définir** un protocole expérimental permettant de faire varier la résistance du câble autour de sa valeur initialement mémorisée.
- **Suivre** ce protocole et **vérifier** que la nouvelle fonctionnalité permet de respecter les performances attendues dans le cahier des charges.
- **Conclure** sur la capacité du testeur à surveiller les câbles chauffants lors de la pose.