

Baccalauréat technologique, STI2D

Session 2013

Épreuve de projet en enseignement spécifique à la spécialité

Projet Ramon

Contrôle et nettoyage du conduit

TERRIER Paul

Lycée de la plaine de l'Ain - 01500 Ambérieu-en-Bugey
Professeur référent : Mr Joyon

Sommaire :

1) présentation du projet

2) planification des taches

3) conception préliminaire et recherche de solutions:

3-1) procédé de nettoyage

3-2) système d'éclairage et de visualisation du conduit

4) tests :

4-1) visualisation du conduit

4-2) éclairage du conduit

4-3) nettoyage du conduit

4-4) envoi des informations à distance

5) assemblage et finalisation

6) conclusion

1) présentation du projet :

Pour ce projet, nous partons d'un problème concret qui affecte directement la sécurité de personnes. En effet, les conduits de cheminée dans les maisons sont, à un moment ou à un autre, encrassés et nécessitent un ramonage régulier. Pour cela des entreprises de ramonage existent mais la suie dans les cheminées est toxique pour les ramoneurs. De plus, le fait de ramoner les cheminées par le haut impose de monter sur toit de l'habitation et cela constitue un risque supplémentaire pour les ramoneurs. Dans un souci de protection de la santé de ces travailleurs et en vue d'une meilleure efficacité du ramonage, nous allons créer un robot ramoneur de cheminée.

Nous avons décidé de travailler en collaboration avec un groupe d'élèves de la spécialité ITEC, qui se chargeront de la partie conception et réalisation de la partie mécanique du robot. Dans le même temps, un groupe d'élèves de la spécialité SIN, se chargera de la partie programmation du robot. Nous travaillerons en commun sur le choix des composants et leur intégration dans la coque du robot.

Ce robot est capable de nettoyer un conduit de cheminée, contrôlé à distance depuis un pupitre de commande ou bien de manière complètement automatique. Il est possible de visualiser l'intérieur du conduit grâce à une lampe et à un retour vidéo sur un moniteur. Le robot est capable de redescendre automatiquement en bas du conduit de cheminée si la charge de la batterie est insuffisante pour continuer le ramonage. En plus de contrôler l'intérieur du conduit, l'utilisateur pourra également connaître la durée de fonctionnement ainsi que la distance parcourue pour fournir une preuve de nettoyage lors de la facturation au client.

Aucun type de robot ramoneur de cheminée n'existe à ce jour, nous ne sommes donc partis de rien en ce qui concerne la forme du robot, son déplacement dans le conduit, les composants et la programmation.

Pour ma part, je dois m'occuper de nettoyer le conduit et je dois m'assurer que ce travail a bien été effectué après le passage du robot.

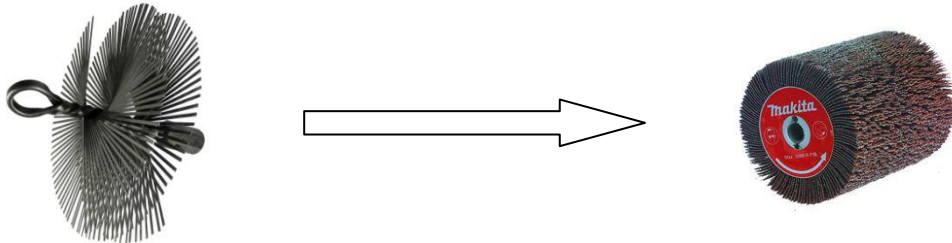
2) planification des différentes phases du projet :

	Définition du projet	Conceptions préliminaires	Tests et validation	Prototypage	Finalisation et validation du fonctionnement
Taches	<p>S'approprier le Cahier des charges</p> <p>Etablir le diagramme APTE, FAST, les chaînes fonctionnelles, la description par schémas SysML, BDD et/ou BDI, une carte mentale.</p>	<p>Rechercher les procédés de nettoyage envisageables.</p> <p>Rechercher des solutions permettant de piloter le mécanisme de nettoyage.</p> <p>Rechercher une solution permettant de piloter le mécanisme de nettoyage à distance depuis une interface ergonomique.</p> <p>Rechercher une solution permettant de visualiser l'état de propreté du conduit.</p>	<p>Tester la solution permettant de piloter le dispositif de nettoyage.</p> <p>Tester le dispositif permettant d'envoyer les ordres de pilotage depuis le pupitre.</p> <p>Tester le dispositif permettant de visualiser le flux vidéo et de piloter l'éclairage à distance depuis le pupitre</p>	<p>Elaborer un programme qui permet de piloter dispositif de nettoyage.</p> <p>Elaborer un programme permettant d'envoyer les ordres de pilotage, à distance depuis le pupitre.</p> <p>Mettre en place la solution permettant de piloter l'éclairage et de visualiser le flux vidéo sur l'interface.</p>	<p>Intégrer le programme de gestion du nettoyage, la caméra, le dispositif d'éclairage, la motorisation et la modulation d'énergie dans le robot.</p> <p>Intégrer le programme permettant d'envoyer les ordres de pilotage et de commande ainsi que la réception du flux vidéo dans le pupitre.</p> <p>Vérifier puis valider le fonctionnement de l'ensemble du dispositif commande du nettoyage et réception vidéo.</p> <p>Déterminer les performances de la solution et envisager les améliorations possibles.</p>
Date de fin de la phase	06 janvier 2014	10 février 2014	31 mars 2014	07 avril 2014	21 mai 2014

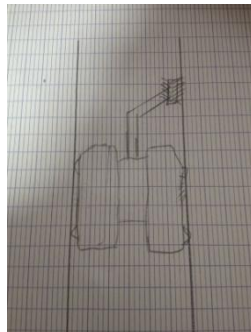
3) Conception préliminaire et recherche de solutions:

3-1) procédé de nettoyage :

Pour la partie nettoyage du conduit de cheminée, nous sommes partis de ce qui existe déjà dans le ramonage actuel, c'est-à-dire un hérisson de ramonage. Puis, en tenant compte de l'espace réduit que nous offre le conduit, nous avons décidé de prendre une petite brosse technique.

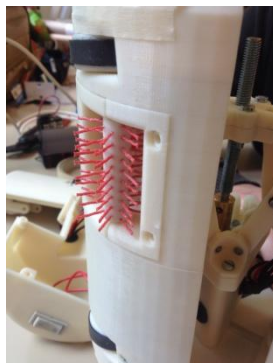


Le problème a ensuite été de trouver l'emplacement de la brosse sur le robot. Dans un premier temps, nous avons pensé à mettre une brosse fixe au bout d'un bras en rotation au dessus du robot et qui nettoie le conduit au fur et à mesure que le robot monte. Mais ce système ne permet pas de nettoyer correctement l'intégralité du conduit et risque d'encrasser rapidement le robot situé en dessous.



Nous avons ensuite voulu mettre les brosses directement à la place des roues pour que celles-ci permettent de se déplacer et de nettoyer le conduit en même temps. Mais le robot n'a pas une adhérence suffisante et suit pas la trajectoire voulue. De plus, la faible vitesse des roues lors de l'ascension ne permet pas un nettoyage correct du conduit.

La solution retenue est un système avec une brosse montée entre les roues sur chaque une des trois parties déplaçables du robot. Placées ainsi, les brosses ne perturbent pas l'équilibre du robot ; leur vitesse de rotation est indépendante de celle des roues pour un nettoyage plus efficace, le robot peut suivre une trajectoire fixe qui garantit un nettoyage de l'intégralité du conduit.



3-2) système d'éclairage et de visualisation du conduit

Le cahier des charges nous impose de fournir une preuve du nettoyage au client pour la facturation. Il nous faut donc pouvoir visualiser le conduit. Nous avons dès le début choisi d'utiliser une lampe puissante et une camera.

Tout d'abord nous avons fait le choix d'un module LED qui correspond à nos exigences en terme de place et à notre besoin en éclairage :



Nous avons ensuite choisi d'utiliser une camera miniature sans fil connectée à un récepteur vidéo. Nous pouvons récupérer l'image en direct sur un moniteur que l'on branche au récepteur en bas du conduit. C'est cela que nous allons utiliser pour fournir la preuve du nettoyage du conduit au client :



Cette solution est idéale car la caméra en elle-même est très petite et respecte l'idée d'utiliser le moins de place possible. De plus, la camera a sa propre batterie intégrée et ne prendra pas d'énergie à la batterie du robot, ce qui améliore son autonomie.

Le principal problème fut ensuite le choix de l'emplacement de la camera sur le robot. Dans un premier temps, nous avons voulu placer la camera vers le haut du robot pour qu'elle puisse filmer le conduit en redescendant. Mais cette solution n'était pas possible car de la suie risquait d'obstruer l'objectif rapidement.

Nous avons ensuite voulu mettre la camera sur le côté du robot entre les roues. Rapidement, nous avons constaté que la distance entre le conduit et la camera allait être trop petite pour que l'on puisse voir si le nettoyage était efficace. En plus de cela, la LED située juste à côté de la camera aurait totalement ébloui l'objectif.

La solution que nous avons retenue est de mettre la camera sous le robot pour qu'elle filme le conduit vers le bas. Cette solution permet de ne pas encrasser la camera avec la suie qui tombe car elle est protégée par la coque du robot ; cela empêche également d'être ébloui par la lumière de la lampe. Notre robot brosse le conduit lors de la montée et redescend sans broser, c'est à ce moment que là que nous allons pouvoir vérifier l'état de propreté et ainsi revenir aux endroits où le nettoyage a été moins bien effectué.

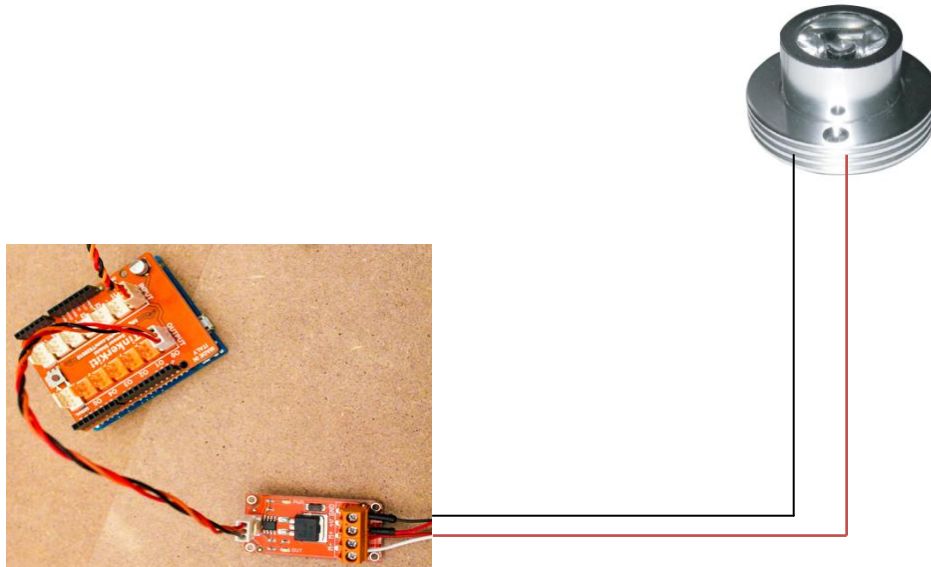
4) tests :

4-1) visualisation du conduit :

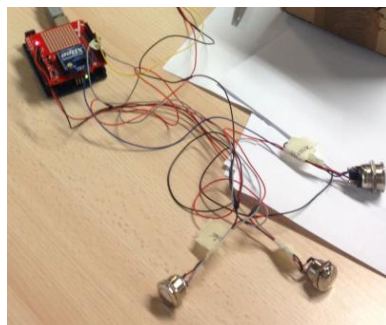
Pour la camera, il a suffi de vérifier si on avait une bonne visibilité du conduit avec l'éclairage de la lampe. En effet, la camera étant directement reliée au récepteur, je n'ai pas eu besoin de faire un programme pour l'envoi de la vidéo sans fils.

4-2) éclairage du conduit :

Pour la phase de tests, nous sommes directement partis sur de la programmation avec arduino. En premier, j'ai commencé à élaborer des programmes de test pour l'éclairage de la lampe. Je me suis servi d'une carte arduino avec une carte tinkerkits et un module mosfet tinkerkits auquel j'ai branché la lampe.



Je peux commander la LED grâce à un bouton poussoir situé en entrée de la carte tinkerkits. Lorsque j'appuie sur le bouton la lampe s'allume et quand j'appuie de nouveau, la lampe s'éteint. Mais le manque de place dans le robot nous a imposé de retirer la carte tinkerkits et le module mosfet. J'utilise le même système de bouton poussoir sur le pupitre pour commander la LED mais uniquement avec la carte arduino.



4-3) nettoyage du conduit :

Premièrement, j'ai élaboré un programme permettant aux moteurs des broches de tourner lorsque j'appuie sur une touche du clavier dans le moniteur série du logiciel arduino.

Pour modifier la vitesse de rotation du moteur, il suffit de changer une information de fréquence sur la sortie PWM de la carte arduino. Cette valeur, comprise entre 0 et 255 correspond à un pourcentage de la vitesse maximale du moteur (par exemple : 25% = 64; 50% = 127; 75% = 191; 100% = 255).

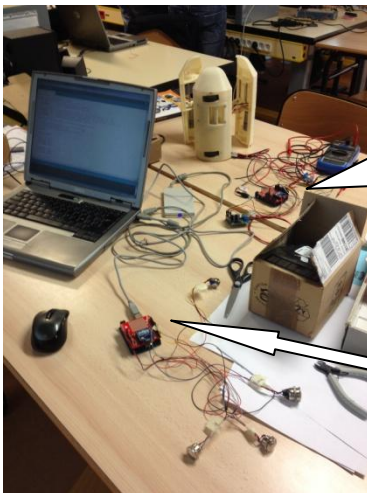
Puis j'ai modifié le programme pour que ce soit en appuyant sur un bouton du pupitre que le robot active les broches. (Annexe 2)



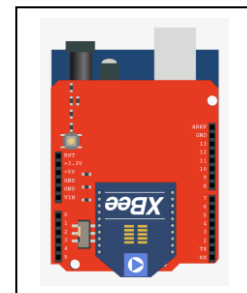
En sortie de la carte arduino du robot, il y a une carte moteur driver qui distribue l'énergie vers les moteurs. Cette carte peut envoyer une information différente à deux moteurs en même temps. J'utilise une seule des deux sorties et nous avons branché les trois moteurs des broches en série pour que les trois broches soient actives en même temps.

4-4) envoi des informations à distance :

Pour l'envoi des données à distance, nous utilisons deux modules X-Bee ; un dans le pupitre qui enverra les informations au module situé dans la tête du robot. Sur le pupitre de commande, il y a un bouton pour l'éclairage et un bouton pour l'activation des broches :



Partie robot



Partie pupitre (envoi des données)

Lorsqu'on appuie sur un bouton du pupitre, on envoie un caractère jusqu'au X-Bee du robot ; puis, en fonction du caractère reçu, le programme de la carte arduino du robot va envoyer un ordre aux différents composants du robot (voir annexes 1 et 2)

5) assemblage et finalisation

Dans cette dernière phase, nous avons monté toutes les cartes, tous les moteurs et autres éléments dans la coque imprimée en 3D par nos collègues d'ITEC.



Nous avons rassemblé tous les sous-programmes (un peu plus de 20) en deux gros programmes : un pour l'envoi des données depuis le pupitre et un deuxième pour la réception des informations dans la carte du robot.

Nous avons ensuite construit le pupitre de commande à partir duquel nous allons contrôler le robot.



6) conclusion :

Quelques chiffres :

- Durée de programmation: 110 h
- Durée de conception : 120 h (Partie ITEC)
- Durée de prototypage: 100 h
- Durée de montage et câblage : 100 h
- Durée des tests et mise au point : 60 h
- Nombre d'heures hors classe: 40 h
- Coût de réalisation : 650 (ITEC + SIN et Prototypage à l'imprimante 3D inclus)

Ce qui correspond a un total de plus de 500 heures sur le robot.

Le robot accomplit sa tâche et fonctionne aussi bien en mode automatique que manuel. Cependant, quelques améliorations sont à prévoir comme l'ajout d'un système de récupération de la suie qui tombe lors du passage du robot. Nous pouvons aussi penser à une jupe sur les parties ouvertes du robot afin de protéger l'intérieur.

Olympiades des sciences de l'ingénieur :

Après s'être qualifié durant la finale académique de Lyon, le robot ramoneur a remporté la troisième place lors de la finale nationale a Paris !

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier les professeurs de spécialités SIN et ITEC pour leur investissement et leur soutien tout au long du projet.

Je tiens également à remercier le lycée de la plaine de l'Ain pour nous avoir donné les moyens nécessaires à la réalisation d'un tel projet.

Annexe 1 : Tableau d'affectation des ordres de pilotage du robot

Type pilotage	Caractère reçu	Ordre de commande
Déplacement du robot	a	Arrêt du déplacement du robot dans le conduit
	m	Déplacement du robot sens Montée dans le conduit
	d	Déplacement du robot sens Descente dans le conduit
Nettoyage du conduit	b	Mise en marche de la brosse de nettoyage du conduit
	s	Arrêt de la brosse de nettoyage du conduit
Déploiement ou repliement du robot	D	Mise en marche du dispositif de Déploiement du robot
	R	Mise en marche du dispositif de Repliement du robot
	S	Arrêt du dispositif de Repliement / déploiement du robot
Eclairage du conduit	E	Mise en marche de l'éclairage du conduit
	N	Arrêt de l'éclairage du conduit
Choix du mode de fonctionnement	M	Choix du mode Manuel
	A	Choix du mode Automatique

Annexe 2 : sous-programme activation des brosses :

```
/******
*          Affectation des Entrées / Sorties          *
******/

int InB1 = 2;    // B1: INB1 fil vert carte Pololu MD03A
int PWM1 = 3;    // PWM1 fil rouge carte Pololu MD03A
int InA1 = 4;    // A1: INA1 fil gris carte Pololu MD03A

int InB2 = 5;    // B2: INB2 INB2 fil jaune carte Pololu MD03A
int PWM2 = 6;    // PWM2 fil orange carte Pololu MD03A
int InA2 = 7;    // A2 : INA2 fil blanc carte Pololu MD03A
int vitesse_b = 120; // vitesse des moteurs des brosses (25% = 64; 50% = 127; 75% = 191; 100%
= 255)
char consigne;    // lecture de la consigne en provenance du pupitre

// Ne pas oublier de cabler +5VIN de la carte MD03A au +5V arduino et la masse

/******
*          Boucle SETUP exécutée 1 seule fois          *
******/

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

// ---- Pour la carte MD03 ----
    pinMode(InA1, OUTPUT);
    pinMode(InB1, OUTPUT);
    pinMode(PWM1, OUTPUT);

    pinMode(InA2, OUTPUT);
    pinMode(InB2, OUTPUT);
    pinMode(PWM2, OUTPUT);

}

void loop()
{
    if(Serial.available())
    {
        consigne = Serial.read(); // Lecture de la consigne en provenance du pupitre
        delay(10);

        if(consigne != -1)
        {
            switch(consigne)
            {

                case 'b':    // si on recoit le caractere 'b'
                    Marche_brosse();    // Actionner la rotation de la brosse
                    break;
            }
        }
    }
}
```

```

    case 's':          // si on recoit le caractere 'b'
    Arret_brosse();    // Actionner la rotation de la brosse
    break;
  }
}
}
}

```

```

void Marche_brosse()
{
  digitalWrite(InA2, HIGH);
  digitalWrite(InB1, LOW);
  analogWrite(PWM2, vitesse_b);
}

```

```

void Arret_brosse()
{
  digitalWrite(InA2, LOW);
  digitalWrite(InB1, LOW);
  analogWrite(PWM2, vitesse_b);
}

```

Annexe 3 : schéma de câblage du pupitre :

