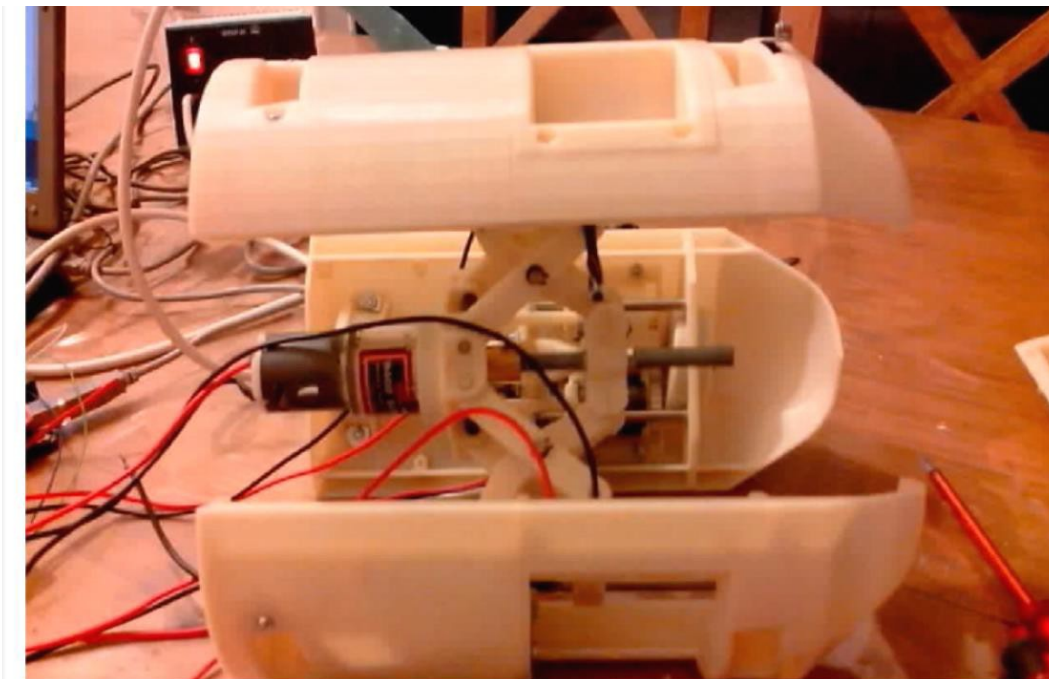


Baccalauréat technologique: Session 2014

Épreuve de projet en enseignement spécifique à la spécialité Sciences de l'Information et du Numérique

Robot Ramoneur

Module choix mode AUTOMATIQUE/MANUEL



Lycée de la Plaine de L'Ain – Rue Léon Blum , 01500 Ambérieu en Bugey

Mr JOYON

2013/2014

SOMMAIRE

1-Présentation du projet

2-Méthodologie et planification

3-Développement du projet

3.1-Phase 1 : définition Du Projet

3.2 -Phase 2 : conception pré liminaire

3.3 Phase 3 : test unitaires et validations

3.4 Phase 4 : prototypage

3.5 Phase 5 : Finalisation et test de bon fonctionnement

4-Conclusion

1 Présentation du projet

Les combustions dans les chaudières, cheminées et poêles sont toujours incomplètes malgré les améliorations techniques apportées, ce qui engendre des dépôts de suies dans les conduits. Il y a donc des risques d'obstruction ou des problèmes d'évacuation des fumées, d'inflammation des suies encore présentes lors d'une nouvelle utilisation de la cheminée ou bien des risques de dégagement de monoxyde de carbone. C'est pour toutes ces raisons que les cheminées sont très régulièrement nettoyées (à minima une fois par an). Les procédés actuellement mis en œuvre sont le nettoyage mécanique avec un ramoneur qui cure la cheminée avec un hérissou ou le nettoyage chimique moins efficace et qui n'est pas reconnue par toutes les assurances ui imposent un ramonage annuel.

L'objet de notre projet est d'automatiser le processus de nettoyage du conduit et les objectifs sont de faciliter le nettoyage des cheminées qui sera en principe:

- plus rapide donc gain de productivité
- moins dangereux (plus besoin de monter sur le toit)
- moins tributaire de la météo
- beaucoup moins fatigant pour l'utilisateur.

C'est pourquoi, dans le cadre de l'épreuve de projet du baccalauréat des séries STI2D, une équipe pluridisciplinaire a été mise en place pour concevoir ce système avec les élèves de la spécialité ITEC chargés de la partie mécanique, des élèves de la spécialité SIN pour la partie automate (électronique et informatique) et en transversalité le choix des moteurs électriques et l'intégration des différents composants.

L'équipe travaillera en analysant un cahier des charges spécifiques à chaque membre et une étude de faisabilité sera réalisée en se basant sur des principes techniques, budgétaires, sur des charges humaines et les compétences de chacun suivant les principes que nous allons maintenant présentés,

2-Méthodologie et planification

Nous avons travaillé en mode «projet» qui est couramment utiliser dans le monde professionnel et qui permet:

- de réaliser en parallèle le travail quotidien et des évolutions, nouveaux produits tels que dans notre cas les cours et le projet de fin d'année
- un mode transversal pluridisciplinaire (bureau d'études, des méthodes, services de productions...) => SIN et ITEC dans notre cas
- d'impliquer tous les acteurs dans un mode associatif
- d'améliorer la motivation individuelle et collective en donnant du sens au travail et en renforçant l'appartenance sociale au groupe
- de favoriser l'intelligence collective
- de décloisonner les métiers,

Ce qui se traduit dans notre cas par le tableau suivant sur lequel on fera un focus particulier sur les tâches qui me sont attribués. Nous avons suivi nos tâches et la planification du projet sur le diagramme de GANTT et que j'ai synthétisé dans le tableau ci-dessous.

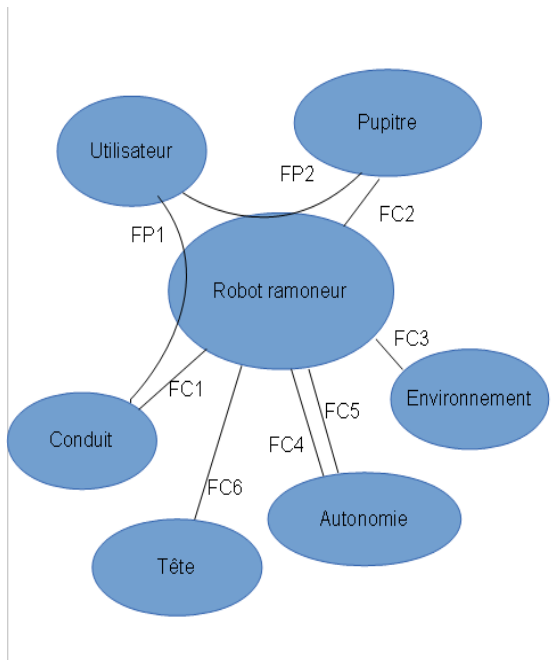
	Définition du projet	Conceptions préliminaires	Tests et validations unitaires	Prototypes	Finalisation et validation du fonctionnement	Mise en production
Objet	<p>-Appropriation du cahier des charges</p> <p>-Identification des fonctionnalités (FAST,APTE...)</p> <p>-Évaluation financière, charge et affectation des ressources</p> <p>(Je suis chargé d'élaborer le mode de pilotage du robot)</p>	<p>Étude de l'état de l'art:</p> <p>- Élaboration des ordres du robot (mode Auto/manu , arrêt dans le conduit , réglage de la vitesse de déplacement)</p> <p>- Transmettre une consigne de vitesse de déplacement</p> <p>-Affichage de l'état du robot , de l'alimentation du pupitre et du robot</p> <p>- les moyens de communications avec le robot</p> <p>- La consommation des différents systèmes</p>	<p>Définition et réalisation d'un dossier de tests</p> <p>-Élaborer les ordres de pilotage du robot</p> <p>-Envoyer la consigne de vitesse de déplacement et les ordres au robot</p> <p>-Afficher l'état de la batterie du robot et les informations sur l'écran</p> <p>-Afficher la tension de la batterie et sa consommation.</p>	<p>Agencer les éléments de commande</p>	<p>Réaliser et câbler le pupitre</p> <p>-Intégration des modules logiciels</p> <p>-Implanter le système de communication sans fils vers le robot (ordres et tension de la batterie)</p> <p>-Tests de bon fonctionnement</p> <p>-Contrôle des performances</p> <p>-Bilan des améliorations éventuelles</p>	<p>Fin du cycle de projet et début de la maintenance/production</p>
Livrables	Réalisation d'un dossier et revue de projet avec le directeur de stage	Élaboration de maquettes à partir des matériels disponibles(proposition techniques de l'équipe de projet et validation par le directeur de projet)	Vérification et validation avec le directeur de projet.	Plan d'implantation du pupitre et les programmes	Le système complet et le dossier de soutenance	Dossier d'exploitation et de maintenance
Planification prévisionnelle	06/01/2014	10/02/2014	31/03/2014	07/04/2014	21/05/2014	

3-Développement du projet

3.1-Phase 1: définition Du Projet

Afin de nous approprier le cahier des charges, nous avons tout d'abord réalisé l'analyse fonctionnelle du projet en réalisant un brainstorming que l'on a matérialisé sous la forme d'une carte heuristique ou mentale.

Nous avons poursuivi l'analyse fonctionnelle par la réalisation de la pieuvre ci-dessous:



Fonctions	
FP1	Nettoyer le conduit
FP2	Piloter à distance
FC1	S'adapter au conduit et ne pas le détériorer
FC2	Fournir une preuve du ramonage
FC3	Être peu énergivore
FC4	Être autonome pendant tout le cycle de nettoyage
FC5	Redescendre si la batterie est faible
FC6	Peut ramoner, débistrer et dégoudronner

Nous avons enfin réalisé la planification et le partage des tâches et je me suis donc vu attribuer la réalisation du «choix du mode auto ou manuel piloté depuis une interface».

3.2 -Phase 2 : conception préliminaire

Je vais maintenant me focaliser sur les tâches qui m'ont été attribuées, et précisé dans mon contrat individuel et reporté dans le tableau du paragraphe 2, en réalisant l'étude de faisabilité afin de formaliser les spécifications générales en prenant soin d'intégrer le référentiel technique de l'établissement scolaire dans un souci de coûts, compétences et délai de réalisation. C'est pourquoi je vais utiliser comme langage et les interfaces de développement ARDUINO alors que d'autres langages compilés tels le C++ sont souvent mis en œuvre pour les systèmes embarqués alors que le PL/SQL l'est pour la gestion des bases de données.

Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre mais dont certains composants sur la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre) sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un,

robot etc. (source wikipédia).

Je me suis tout d'abord approprié ma lettre de commande en faisant l'inventaire des commandes à réaliser, telle technologie physique et logicielle pouvant être mise en œuvre et initialiser la définition des interfaces en réalisant le schéma de principe joint en annexe 1.

Élaboration des ordres de commande

L'interface homme-machine des ordres de commandes du robot peut être réalisée par des interrupteurs qui peuvent être de plusieurs types:

- boutons tactiles: très à la mode et esthétique mais plus fragiles dans un contexte rustique comme celui de notre étude et souvent plus onéreux
- interrupteurs 1 position instable qui génèrent une impulsion qui est interprété par le système de 'calcul' des commandes
- interrupteurs multi-positions stables

Nota: l'état peut être visualiser par une lampe de couleurs (LED rouge).

Nous pourrions donc utiliser des interrupteurs à levier type TA101A pour les commandes de mode AUTO/MANUEL et des boutons poussoirs éclairés du type GQ pour les fonctions montée / descente, mise en œuvre du robot (déploiement/repliement), marche/arrêt et généraliser leurs emploi pour les autres commandes,

Ces commandes seront interprétées pour le robot par le programme qui sera réalisé sous ARDUINO et transmis suivant les modalités que nous définirons ci-dessous.

Changement de vitesse

Nous pourrions faire varier la vitesse soit grâce à un variateur composé d'une résistance variable qui en modifiant l'intensité électrique permet d'augmenter ou baisser précisément la vitesse de déplacement.

Nous pourrions également prédéfinir des vitesses en fonction des besoins tels que :

- lente: pour le nettoyage de conduits très sales
- moyenne: pour le nettoyage de conduits sales
- Normal: pour des conduits peu sales
- Rapide: retour après l'intervention

Nous avons privilégié l'utilisation de ces derniers interrupteurs car plus simple et facile à utiliser dans ce milieu rustique voir hostile.

Affichage de l'état du robot

Deux alternatives se proposent à nous

- voyants lumineux intégrés ou non dans les interrupteurs: simple et robuste et pas cher
- afficheur à LCD
 - plus moderne
 - consolidation des informations en un seul point

- paramétrable
- mais également
- plus cher
 - nécessité de prendre en compte le climat: étanchéité pour la pluie et contraste pour la luminosité du soleil
 - fragilité / casse

Moyens de communications

- filaire: mono ou multi brins mais contraignant en raison des longueurs à mettre en œuvre, fragilité dans ce milieu hostile, peut être associée à la ligne de 'vie du robot' destiné à le récupérer en cas de problème & simple / rustique
- sans fils / radio: disponible dans le référentiel technologique sous couvert de Xbee stable et fiable, économique et compatible avec notre plate-forme de développement ARDUINO et que nous avons privilégié.

3.3 Phase 3: test unitaires et validations

On a réalisé des maquettes permettant de tester les différentes actions réalisées par le robot et travailler à partir de petits programmes adaptés à l'utilisation du matériel (Arduino, Xbee,...). Ses maquettes servent de test pour valider nos études avant d'utiliser le matériel qui ira sur le pupitre ou le robot.

J'ai tout d'abord élaboré les algorigrammes du pupitre de pilotage, du mode automatique et manuel joints en annexe 2, qui représentent le fonctionnement du logiciel qui sera développé.

Une attention particulière a été apportée à la définition des ordres de pilotage et des interfaces qui seront adaptées lors de la réalisation du prototype pour prendre les éventuelles modifications car les ports Arduino ont été remplacés pour les tests par des touches de clavier.

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
Éclairage 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

J'ai ensuite réalisé les programmes permettant la commande mode MANU / AUTOMATIQUE et l'envoi des ordres au robot qui sont joints en annexe 3.

J'ai apporté un soin tout particulier à documenter le «code» afin d'en permettre la maintenance.

L'ensemble des maquettes et programmes ont été testés suivant les prérequis et processus décrits ci-dessous et qui consignent également le résultat des tests.

Prérequis	Matériels	carte composants + carte interface ARDUINO			
		Interrupteurs – boutons – module HF Xbee			
		PC			
	Logiciel	ARDUINO: interprétation des commandes			
		X-CTU: communication radio des modules HF			
		Les programmes à tester			
Objet des tests	Envoi des ordres au robot		Mesure / état	Validation	Observations
	Test du mode MANUEL	Mode MANU	Pas d’allumage voyant	Ok	
Mode AUTO		Allumage voyant	Ok		
Montée		Alimentation des moteurs	Ok		
Descente		Alimentation inverse des moteurs	Ok		
Mise en marche des brosses		Alimentation des moteurs des brosses	Ok		
Déploiement		Sortie des capteurs	Ok		
Repliement		Rétractation des capteurs	Ok		
Éclairage		Allumage lampe	Ok		
Objet des tests	Test du mode AUTO: déroule ensemble séquence en remplaçant les états des capteurs de fin de course par touche clavier	Mode AUTO	Allumage voyant	Ok	
		Déploiement	Sortie des capteurs	Ok	
		Montée	Alimentation des moteurs	Ok	
		Mise en marche des brosses	Alimentation des moteurs des brosses	Ok	
		Arrêt fin de course	Arrêt des moteurs	Ok	
		Descente	Alimentation inverse des moteurs	Ok	
		Repliement	Rétractation des capteurs	Ok	
	Test du module XBee	Test transmission	Réception de ordres en mode AUTO	Ok	
	Affichage	Ampoules intégrées aux boutons de commande	Contrôle allumage	Ok	
	Mesure des consommations électriques	Délégué au sous-projet motorisation électrique du robot			

3.4 Phase 4: prototypage

Cette phase a pour objet de réaliser le prototype du robot ce qui se traduit dans mon cas par:

- la définition de l'implantation des éléments dans le pupitre de commande. J'ai joint en annexe 4 les schémas de câblage du pupitre et que j'ai réalisé ainsi que celui du robot dont je ai réalisé la carte gestion et réception des consignes avec le module XBee.
- la finalisation des programmes
 - de commande: clos 07/04
 - d'affichage infos: clos 24/04
 - d'envoi des ordres de commande: 24/04

J'ai finalisé l'identification des entrées/sorties de la fonction 'Acquérir les consigne de pilotage sur le pupitre'

Variables d'entrée	N° Port Arduino	Rôle de chaque variable
BP_monte	3	Consigne de pilotage de la montée du robot en mode manuel
BP_descend	4	Consigne de pilotage de la descente du robot en mode manuel
BP_brosse	5	Consigne de pilotage des brosses de nettoyage du conduit en mode manuel
BP_deplie	6	Consigne de pilotage du dispositif de déploiement du robot dans le conduit
BP_replie	7	Consigne de pilotage du dispositif de repliement du robot dans le conduit
BP_eclairage	10	Consigne de pilotage de la lampe permettant d'éclairer le conduit (pour vérification état)
INTER_auto_manu	11	Consigne de commande de choix du mode Manu/Auto

Variables de sorties	N° Port Arduino	Rôle de chaque variable
Bargraph	8 & 9	Signaux de commande (CLK, DIO) permettant de piloter le bargraph qui sert à indiquer l'état de la charge de la batterie du robot.

Ainsi que l'Identification des entrées/sorties de la fonction 'Elaborer les ordres de pilotage du robot'

Variables de sorties	N° Port Arduino	Rôle de chaque variable
InB1	2	Signal logique B1 permettant de fixer les sens de déplacement des moteurs des roues Sens montée : A1=1, B1=0 Sens descente : A1=0, B1=1
InA1	4	Signal logique A1 permettant de fixer les sens de déplacement des moteurs des roues

		Sens montée : A1=1, B1=0 Sens descente : A1=0, B1=1
PWM1	3	Signal modulé en largeur d'impulsion (PWM) permettant de fixer la vitesse de déplacement des moteurs des roues
InB2	5	Signal logique B2 permettant de fixer les sens de rotation des moteurs des brosses de nettoyage Sens horaire : A2=1, B2=0 Sens trigo : A2=0, B2=1
InA2	7	Signal logique A2 permettant de fixer les sens de rotation des moteurs des brosses de nettoyage Sens horaire : A2=1, B2=0 Sens trigo : A2=0, B2=1
PWM2	6	Signal modulé en largeur d'impulsion (PWM) permettant de fixer la vitesse des moteurs des brosses de nettoyage du conduit
CDE_DIR	8	Signal logique DIR permettant de fixer les sens de déplacement des moteurs des brosses
CDE_RST	9	Signal logique RST permettant de mettre en mode standby la commande du moteur du dispositif de déploiement / repliement
CDE_PWM	10	Signal modulé en largeur d'impulsion (PWM) permettant de fixer la vitesse du moteur du dispositif de déploiement / repliement
CDE_LED	A3	Signal logique de commande de la lampe d'éclairage du conduit

Variables d'entrées	N° Port Arduino	Rôle de chaque variable
FDC_1	11	Contact fin de course 1 permettant la détection de la périphérie du conduit de cheminée
FDC_2	12	Contact fin de course 1 permettant la détection de la périphérie du conduit de cheminée
FDC_3	13	Contact fin de course 1 permettant la détection de la périphérie du conduit de cheminée
DETECT_HAUT	A0	Dispositif de détection (soit par télémétrie soit par luminosité) du haut du conduit
DETECT_BAS	A1	Dispositif de détection (soit par télémétrie soit par luminosité) du bas du conduit
MES_BATT	A2	Mesure de la tension de la batterie (avec un pont diviseur de tension pour ne pas dépasser 5V)
CDE_LED	A3	Dispositif de commande de l'éclairage du conduit (le même bouton commande l'éclairage et l'extinction)
BUZZER	A4	Information sonore permettant d'indiquer la fin du cycle de ramonage

3.5 Finalisation et test de bon fonctionnement

Nous avons réalisé et câblé le pupitre de commande et intégré la carte ARDUINO avec le module XBee émetteur ainsi que la batterie Lipo dans le robot.

4-Conclusion

Ce travail nous a permis de découvrir le travail en mode projet et ses outils tout en mettant en œuvre l'analyse fonctionnelle et de travailler en équipe pour confronter des solutions techniques.

Au niveau du projet, le cahier des charges est quasiment réalisé car seul subsiste un 'bug' : perte du mode manuel après le mode automatique et nous n'avons pas eu le temps d'implémenter un afficheur LCD plus convivial pour l'affichage des informations

Un des problèmes majeurs que nous avons rencontré et qui nous a fortement pénalisé dans l'avancement de notre projet est une difficulté et une perte de temps à réaliser le mode automatique. Nous avons également eu des difficultés à gérer le planning et les retards par manque de jalons intermédiaires et de processus d'escalade lors des difficultés. Enfin, nous aurions dû être plus rigoureux pour la documentation intermédiaire de nos travaux.

En revanche nous avons réalisé le principal objectif qui était de construire un robot ramoneur se déplaçant de manière autonome dans la cheminée.