



## Livrable 1 - Robot Kinocto

### Machines Électriques

présenté à

M. Dominique Grenier, M. Luc Lamontagne et M. Abdelhakim Bendada

<i>matricule</i>	<i>nom</i>
XXX XXX XXX	Émile Arsenault
XXX XXX XXX	Philippe Bourdages
910 098 468	Pierre-Luc Buhler
XXX XXX XXX	Diane Fournier
908 159 170	Imane Mouhtij
XXX XXX XXX	Olivier Sylvain
XXX XXX XXX	Daniel Thibodeau
XXX XXX XXX	Francis Valois

Université Laval  
11 février 2012

# Chapitre 1

## Introduction

# Chapitre 2

## Diagramme de contexte

# Chapitre 3

## Description des propriétés fonctionnelles

# Chapitre 4

## Description des cas d'utilisation

Cette section contient un résumé de chaque cas d'utilisation et est divisée en trois sous sections : les cas d'utilisation en lien à l'utilisateur, à la station de base et au robot. Voir le diagramme des cas d'utilisation en annexe A.1.

### 4.1 Cas d'utilisation en lien avec l'utilisateur

#### 4.1.1 Lancer le signal de départ

#### 4.1.2 Entrer les coordonnées initiales du robot

#### 4.1.3 Observer le message de confirmation du lancement de la tâche

#### 4.1.4 Observer le message de succès ou d'erreur

#### 4.1.5 Observer le temps pour effectuer la tâche

#### 4.1.6 Observer la solution du sudocube, ainsi que le chiffre dans le carré rouge

#### 4.1.7 Observer la trajectoire prévue du robot

### 4.2 Cas d'utilisation en lien avec la station de base

#### 4.2.1 Transmettre le message de lancement de la tâche

La station doit transmettre par connexion sans fil un message indiquant de lancer une nouvelle tâche au robot.

#### 4.2.2 Recevoir et afficher le message de confirmation du lancement de la tâche

Le station doit être capable de recevoir à l'aide d'une connexion sans-fil un message provenant du robot, confirmant que la tâche sera lancée et afficher un message de confirmation pour l'utilisateur.

### **4.2.3 Recevoir la trajectoire calculée par le robot**

La station de base doit être capable de recevoir par connexion sans-fil un message du robot contenant la trajectoire que le robot prévoit emprunter et de l'enregistrer.

### **4.2.4 Afficher la trajectoire prévue et réelle du robot**

Le trajectoire reçu par le robot doit être affiché à l'écran. De plus, à l'aide de données contenant la position du robot transmis fréquemment par ce dernier à la station de base, la station peut afficher, en comparaison à la trajectoire prévue, la trajectoire réelle du robot.

### **4.2.5 Recevoir la solution du sudocube**

La station de base doit être capable de recevoir et d'enregistrer la solution du sudocube transmis par le robot.

### **4.2.6 Afficher la solution du sudocube et le chiffre dans le carré rouge**

La station de base doit être capable d'afficher une image du sudocube résolu et indiquer à l'écran le chiffre qui se trouve dans la case rouge du sudocube.

### **4.2.7 Recevoir le signal de fin de tâche**

La station de base doit être capable de recevoir le message de fin de tâche transmis par le robot.

### **4.2.8 Afficher le temps d'exécution de la tâche**

La station de base doit être en mesure d'afficher à l'écran le temps d'exécution de la tâche.

### **4.2.9 Afficher le message confirmant que la tâche a été complété avec succès ou a échoué**

La station de base doit afficher un message à l'écran confirmant que la tâche a été complété avec succès ou un message d'échec si cette dernière a pris de plus de 10 minutes pour s'exécuter.

## **4.3 Cas d'utilisation en lien avec le robot**

### **4.3.1 Confirmer la réception du signal de départ**

Le robot reçoit et décode le message transmis par connexion sans-fil à partir de la station de base qui indique au robot de lancer l'exécution d'une nouvelle tâche. Celui-ci doit ensuite transmettre un message de confirmation (encore par connexion sans-fil) à la station de base.

### **4.3.2 Se localiser**

Le robot doit en tout temps être capable de déterminer sa position et son orientation, ce qu'il lui permet de connaître l'emplacement relatif à sa position de l'antenne et des sudocubes. De plus, il doit transmettre ces données à la station de base de façon régulière.

### **4.3.3 Décoder la transmission de l'antenne**

Le robot doit se déplacer au dessus de l'antenne et capter le signal transmis celle-ci et le décoder pour trouver les paramètres indiquant le sudocube ciblé et l'orientation et la taille du chiffre à dessiner.

### **4.3.4 Confirmer les informations de l'antenne**

Si le message de l'antenne a pu être décodé avec succès, le robot transmet les paramètres trouvés, suite au décodage du signal de l'antenne, à la station de base.

### **4.3.5 Afficher les informations de l'antenne**

Les paramètres trouvés sont affichés sur un écran LCD installé sur le robot.

### **4.3.6 Détecter les obstacles**

Le robot doit être en mesure de détecter la position des deux obstacles disposés entre les deux zones principales du terrain, ainsi que les limites (murs) du terrain.

### **4.3.7 Déterminer le chemin optimal**

En connaissant la position des obstacles, le robot doit calculer la trajectoire optimale qu'il doit emprunter pour ce rendre d'un point à un autre (ou d'une zone du terrain à une autre).

### **4.3.8 Transmettre la trajectoire à la station de base**

Le robot doit transmettre à la station de base la chemin optimal que prévoit emprunter le robot pour passer d'une zone du terrain à une autre.

#### **4.3.9 Se déplacer vers le bon sudocube en évitant les obstacles**

En suivant la trajectoire optimale, le robot doit pouvoir se déplacer de la zone "locale" à la zone "visiteur" et s'orienter vers le sudocube indiqué par le signal de l'antenne décodé tout en évitant les obstacles.

#### **4.3.10 Prendre une image du bon sudocube**

Le robot prend, à l'aide de sa caméra, une image du sudocube indiqué par les paramètres décodés. L'image est alors enregistrée sur le disque dur du Mac Mini du robot.

#### **4.3.11 Résoudre le sudocube et identifier le chiffre dans le carré rouge**

Le robot doit effectuer des traitements sur l'image du sudocube pour le modéliser et ensuite le résoudre. Il identifie également l'emplacement de la case rouge à l'intérieur du sudocube et donc le chiffre qui s'y trouve.

#### **4.3.12 Transmettre les informations du sudocube résolu à la station de base**

Le robot doit transmettre, par connexion sans-fil, le sudocube résolu et le chiffre prélevé dans la case rouge à la station de base.

#### **4.3.13 Se déplacer vers l'aire de dessin**

En suivant une trajectoire optimale, le robot doit se déplacer et atteindre l'aire de dessin tout en évitant les obstacles.

#### **4.3.14 Dessiner, en suivant les consignes, le chiffre prélevé dans le carré rouge**

Le robot doit descendre le préhenseur du crayon une fois dans l'aire de dessin et se déplacer de façon à dessiner le chiffre trouvé dans la case rouge du sudocube tout en suivant les dimensions exigées et les paramètres décodés.

#### **4.3.15 Confirmer la fin de la tâche**

Une fois la tâche terminée, le robot doit transmettre par connexion sans-fil un message à la station de base confirmant que la tâche a été complétée avec succès.



#### **4.3.16 Sortir de la zone de dessin et allumer la LED à la fin de la tâche**

Une fois le message de fin de tâche transmis, le robot doit sortir de l'aire de dessin et allumer une LED qui est installée sur le robot.

#### **4.3.17 Lancer une nouvelle tâche s'il reste du temps**

Si le temps alloué pour la compétition (10 minutes) n'est pas écoulé, le robot doit commencer une nouvelle tâche.

# Chapitre 5

## Diagrammes de séquences

# Chapitre 6

## Diagrammes de classes

# Chapitre 7

## Description des prototypes

### 7.1 Préhenseur

Comme dispositif pour le traçage des dessins par le robot, nous opterons pour la solution la plus simple et robuste qui soit. Afin d'éviter d'augmenter inutilement la charge de travail du microcontrôleur, nous avons décidé d'éviter d'utiliser des solutions complexes qui pourraient exiger la production d'un signal particulier par le microcontrôleur. Le signal de sortie que devra produire le celui-ci sera simplement un signal binaire : « 1 » lorsque le crayon devra être en mode traçage et « 0 » lorsque le crayon sera soulevé et donc en mode « attente ». Pour maintenir le crayon en position « attente » durant la durée du trajet, nous utiliserons un système de maintien magnétique qui gardera le crayon en position relevé lorsqu'il recevra le signal « 1 » logique. Pour abaisser le crayon et ainsi entrer en mode traçage, nous utiliserons un ressort à faible constante de rappel qui entrera en jeu lorsque le système de maintien magnétique relâchera le crayon « 0 » logique. Il est bien important que la constante de rappel du ressort soit faible pour ne pas briser la mine lors du contact de celle-ci avec la surface de traçage. La constante de rappelle du ressort devra également être inférieur à la force exercée par le système de maintien magnétique qui ramènera le crayon en mode attente une fois le dessin terminé.

### 7.2 Récepteur et décodeur du signal manchester

Pour le récepteur du signal magnétique, nous utiliserons un « tone decoder » qui est utilisé dans de nombreuses applications qui nécessitent la reconnaissance de certaines tonalités bien précises. Comme nous avons besoins de détecter une série tonalités identiques qui se suivent et forme un code, ce genre de dispositif nous convient parfaitement. Le « tone decoder » recevra le signal par une boucle de fil installées à un endroit sur le robot qui captera la variation du flux magnétique produite par le fil sous la table et détectera si la tonalité inaudible est émise ou non. Lorsque la fréquence (ou tonalité) sera reçue par le récepteur, celui-ci présentera zéro volt en sortie et à l'opposé, lorsque le récepteur ne détectera pas la fréquence ciblée, il présentera 5V à sa sortie. Il exécutera ces opérations d'une façon suffisamment rapide pour que le segment binaire reçu soit exactement le même que celui transmis, mais complètement opposé étant donné la configuration logique du « tone decoder ». Ce message sera ensuite inversé par l'unité de traitement suivante et traité pour que le robot exécute la tâche adéquate. L'avantage de cette approche est que le « tone decoder » est un circuit intégré très robuste aux perturbations magnétiques de son environnement, il est peu énergivore et très compact.

## 7.3 Microcontrôleur

Le lien entre le pont en H contrôlant les moteurs, le signal décodé par le récepteur de signal, le préhenseur et le Mac mini sera un microcontrôleur modèle Texas Instrument Stellaris LM3S9B92. Ce microcontrôleur possède un grand nombre de broches d'entrée/sortie, 4 PWM, 2 interfaces d'encodeur à quadrature qui permettront le contrôle et l'asservissement des moteurs. Il possède également deux ports de communication UART ainsi qu'une interface USB pour la communication avec le Mac mini. Le microcontrôleur peut être programmé en C avec un compilateur, un IDE et des bibliothèques de pilotes de périphériques fournies.

## 7.4 Affichage sur le robot

Pour l'affichage sur le robot, nous utiliserons un écran à cristaux liquides 16 x 2 caractères. Cet écran est commandé par 8 lignes de données qui permettent de transmettre des caractères ASCII et 3 lignes de contrôle, RS, R/W et E. Le huitième bit de données peut également servir de "busy flag", ce qui permet de savoir si le contrôleur de l'écran a terminé d'exécuter les dernières instructions. Il est possible d'ajouter des caractères "maison" dans des espaces libres de la mémoire de caractères. Le contraste peut être contrôlé par un potentiomètre qui fournit la référence sur la broche 3. Il peut être alimenté à même le microcontrôleur, en excluant le rétroéclairage, qui n'est pas nécessaire pour distinguer les caractères dans un environnement éclairé. Si le rétroéclairage devait être utilisé, il devra être alimenté sur une source indépendante du microcontrôleur, car il nécessite 150 mA. Les fonctions codées dans les fichiers `ecran.h` et `ecran.c` de l'annexe ?? permettent d'envoyer des caractères et des chaînes de caractères sur le LCD et de contrôler le déplacement du curseur.

## 7.5 Communication entre le microcontrôleur et le Mac mini

Comme le microcontrôleur possède une interface USB qui permet la communication avec l'ordinateur via un port série UART, nous utiliserons le port UART pour la communication.

## 7.6 Alimentation du Mac mini

En ce qui a trait au système d'alimentation du Mac mini, le dispositif à concevoir doit réussir à élever la tension de la batterie jusqu'à 24V. Cette tension correspond à un point de fonctionnement qui est jugé comme idéal selon les spécifications techniques de l'appareil. On constate par la suite que la puissance demandée par le Mac mini sera la plus grande dépense énergétique du système. Il faut donc envisager une alimentation avec un très bon rendement, de manière à limiter le dimensionnement de la batterie. L'usage d'un régulateur de tension conventionnel, qui utilise une tension supérieure à l'alimentation, n'est pas envisageable pour le projet, dans la mesure où le rendement dépasse rarement les 50%. Ce qui

s'offre à la conception de l'alimentation est un système de type «Boost» qui effectue une amplification de la tension continue. Ce type de circuit est le pendant en tension continue du transformateur. En soi, il est possible de réaliser la fonction d'amplification au moyen de composants discrets. Cependant, l'implantation pratique demande beaucoup de temps et de ressources et est généralement moins robuste qu'une alimentation utilisant des composants intégrés. Il est préférable, vu les coûts de l'électronique actuelle, d'opter pour des composants intégrés qui effectuent le même travail avec des rendements très élevés (de l'ordre du 90% et plus). Aussi, vu le coût de l'ordinateur et sa sensibilité aux oscillations de tension, il est très important de considérer la stabilité de la tension de sortie de l'alimentation. Les régulateurs envisageables pour l'application et les spécifications en courant présentent une ondulation de tension inférieure aux niveaux maximaux du Mac mini ( $\pm 200mV$ ). Il est donc tout indiqué d'opter pour un circuit intégré de type «Boost», vu son bon rendement, sa robustesse, sa facilité d'implantation ainsi que sa stabilité de tension de sortie.

## 7.7 Alimentation de l'électronique embarquée

En ce qui a trait au système d'alimentation de l'électronique embarquée, l'alimentation de l'électronique autre que le Mac mini doit se faire optimalement en 5V, puisqu'il s'agit d'une tension utilisable pour le servomoteur de la tourelle de caméra et permet aussi de donner un point de référence au pont en H. Par ailleurs, la plupart des microcontrôleurs ont des entrées 5V, il est donc de mise d'utiliser cette tension pour l'électronique auxiliaire. Le dispositif devra abaisser la tension de la batterie à 5V puisque celle-ci sera sélectionnée avec une tension supérieure. On peut tout de suite songer à l'usage d'un régulateur, cependant, pour les mêmes raisons qu'énoncées à la section 7.6, un faible rendement de l'alimentation pourrait dégrader la durée de vie de la batterie. Vu qu'il est nécessaire d'abaisser la tension, l'utilisation d'une technologie de type «Boost» est impossible. Il existe cependant la technologie de type «Buck», qui produit exactement l'effet contraire. L'utilisation de composants discrets requiert davantage de temps et est moins robuste. Une solution impliquant des composants intégrés doit être envisagée. Par ailleurs, les rendements de ce type d'alimentation peuvent s'élever à plus de 90%. Les composants comme le microcontrôleur et le pont en H requièrent une tension d'alimentation stable et l'emploi d'une alimentation faite à partir de composants intégrés permet de convenir à ce besoin. Il est donc tout indiqué d'opter pour un circuit intégré de type «Buck», vu son bon rendement, sa robustesse, sa facilité d'implantation ainsi que sa stabilité de tension de sortie.

## 7.8 Connexion sans fil

La communication sans-fil permet l'échange d'information entre le mac-mini et la station de base. La vérification de cette fonctionnalité est donc très importante. On fait le premier test validant la connexion sans fil du mac-mini au réseau de l'université. Ce test est réussi et la connexion fonctionne automatiquement après l'ajout d'un script dans le fichier rc.local.

Ensuite, on fait un autre test qui vérifie de la communication sans fil entre le mac-mini et la station de base. On envoie un ‘Ping ‘ de la station de base au mac-mini, ce dernier reçoit bien une réponse. Le contraire fonctionne aussi, quand on effectue un ‘Ping’ du mac-mini à la station de base. Ces tests sont faits sur linux avec les adresses IP fourni par le réseau de l’université Laval.

**Annexe A**

**Annexes**



Figure A.1 – Diagramme des cas d'utilisation

