

Découvrir l'électronique en classe de seconde à travers la conception de robots

Par Jacques LE COUPANEC, Lycée Colbert

L'OBJECTIF

Faire découvrir à des élèves de seconde l'électronique, la mécanique et l'informatique mais aussi améliorer leur maîtrise de l'anglais.

L'enseignement Robotics

L'enseignement Robotics est proposé depuis 2010 aux élèves de seconde. Il répond à la problématique d'orientation des lycéens qui envisagent une carrière scientifique ou technologique en leur faisant découvrir la mécanique, l'électronique et l'informatique à travers la conception et la réalisation de robots. Dispensé intégralement en anglais, il a également pour objectif d'améliorer la maîtrise de cette langue. Chaque année, entre 25 et 35 élèves suivent cet enseignement à raison de quatre heures hebdomadaires.

Pour assurer l'investissement dans les activités techniques et linguistiques, les robots sont présentés à un concours dans un pays anglophone. Aussi l'objectif linguistique est de permettre aux élèves d'expliquer en anglais le fonctionnement de leurs robots et de justifier leurs choix technologiques. Avec 15 titres obtenus dont une médaille d'or lors des RoboGames à San Francisco face à des universitaires américains et mexicains, l'investissement est bien à la hauteur de nos espérances.

À noter que l'organisation d'un tel voyage constitue un véritable challenge car le lycée est soucieux de ne proposer que des voyages scolaires accessibles à tous. Les élèves doivent donc s'impliquer

LA SOLUTION

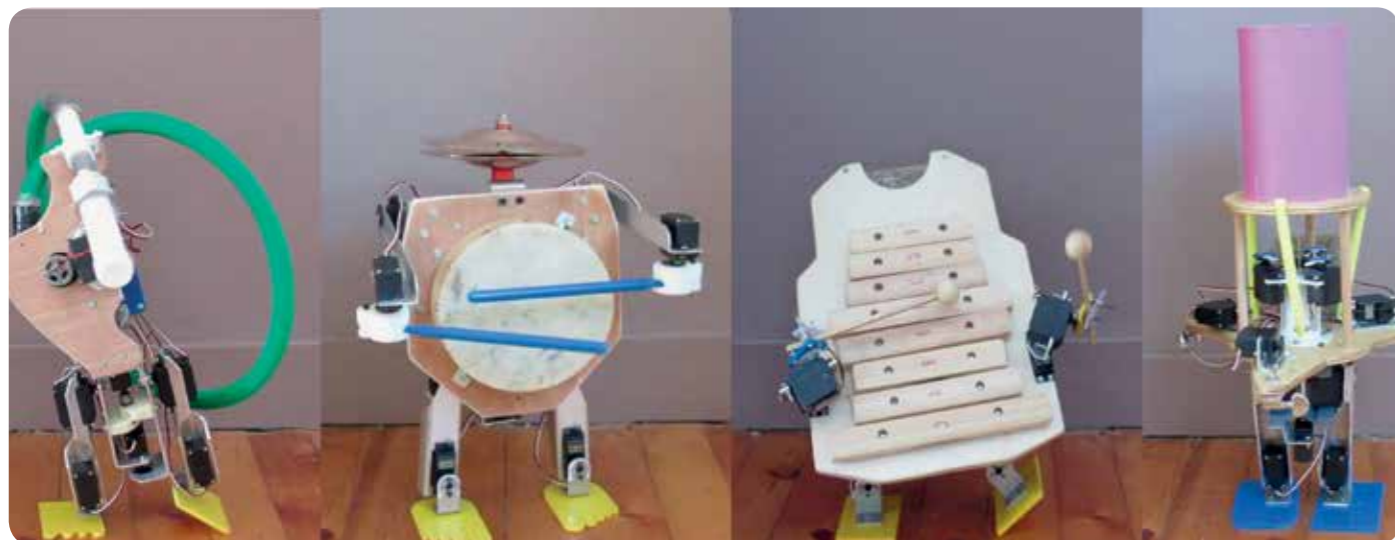
Concevoir des robots présentés dans un concours international de robotique dans un pays anglophone. Utiliser la plate-forme NI ELVIS pour concevoir et tester la carte électronique contrôlant les robots.

dans diverses actions pour financer le voyage : confection de paquets cadeaux, organisation d'une brocante, recherche de partenaires financiers... Remercions à ce sujet National Instruments qui nous a soutenus lors de notre périple à San Francisco.

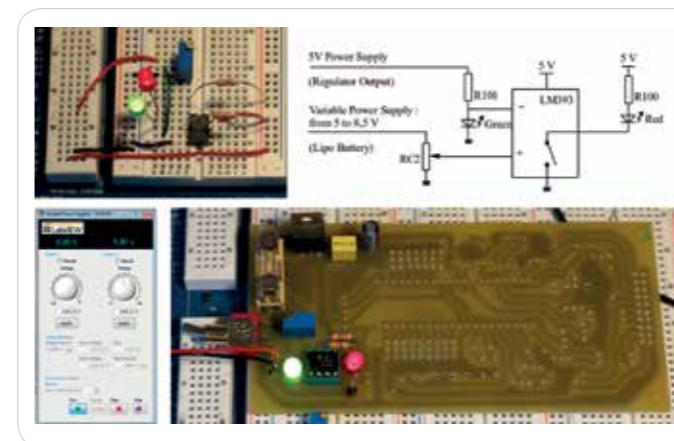
Concevoir les robots

Il revient aux élèves d'imaginer les robots réalisés. Ils ont déjà réalisé un hexapode qui joue du piano, deux caméléons qui dansent, cinq pingouins qui marchent et qui chantent mais aussi un groupe de musique composé d'une flûte, d'un batteur, d'un xylophone et d'une guitare. Ils souhaitent, cette année, progresser au niveau de l'esthétique des réalisations.

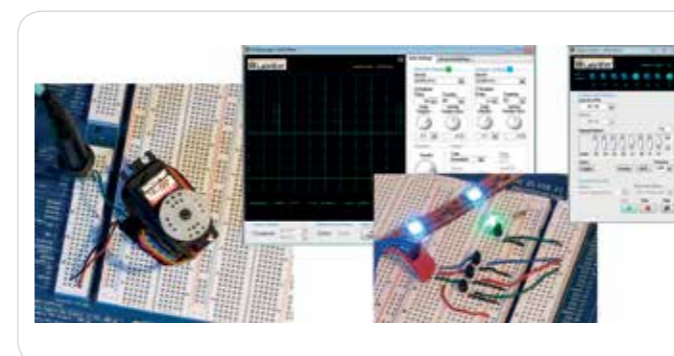
Toutes les activités sont liées à la réalisation des robots : conception assistée par ordinateur de l'architecture mécanique, élaboration et test du système électronique, réalisation des pièces mécaniques, programmation du microcontrôleur, assemblage des robots, réalisation des cartes électroniques, mise au point de la chorégraphie... Notre ambition est de permettre à des élèves de seconde de maîtriser les outils de conception, de réalisation et de test mais aussi de comprendre les principes utilisés dans les fonctions mécaniques, électroniques et logicielles.



Le bagad d'Asimov : choisir un instrument de musique, comprendre le principe physique exploité pour produire le son et l'adapter au monde de la robotique.



L'élaboration du système de surveillance de la charge de la batterie permet d'introduire un comparateur, les ponts diviseurs de tensions puis les potentiomètres.



La position angulaire des servomoteurs dépend du rapport cyclique du signal de commande. Les effets de lumière ne nécessitent que l'utilisation de quelques transistors en commutation.

Réaliser la carte électronique

Les robots sont pilotés par une carte électronique conçue autour du microcontrôleur PIC18F4550. La réalisation de ces cartes est, dès le début de l'année, le support des cours d'électronique et les notions d'électronique explorées découlent directement des besoins soulevés par la conception des robots.

La progression en électronique se décompose en deux phases : élaboration du circuit électronique puis intégration des composants sur la carte électronique. La plate-forme NI ELVIS s'avère ici particulièrement adaptée : les instruments associés sont introduits selon les besoins, leur référence commune simplifie grandement leur utilisation et la simplicité des interfaces graphiques permet, même à des élèves de seconde, une prise en main immédiate.

La carte de chaque équipe est donc complétée peu à peu tout en enrichissant les compétences des élèves. Le microcontrôleur et son quartz peuvent alors être intégrés et l'étude du contrôle des périphériques retenus peut commencer.

"La prise en main immédiate des instruments de la plate-forme NI ELVIS permet à nos élèves de seconde de se concentrer sur les notions d'électronique étudiées."

Piloter les périphériques

Les périphériques utilisés sur les robots contrôlent les mouvements, réalisent des jeux de lumière ou produisent des sons. On se focalise sur l'interface des périphériques tout en se limitant aux protocoles les plus simples. NI ELVIS s'avère encore ici particulièrement adapté car ses instruments permettent de reconstituer les fonctionnalités déjà validées sur les cartes : ses alimentations remplacent le régulateur de tension et la batterie alors que son générateur de fonction et ses sorties numériques simulent le comportement du processeur.

La commande et le circuit de pilotage d'un périphérique ayant été étudiés, les élèves soudent les composants sur la carte et élaborent la partie logicielle. Pour cette dernière tâche les élèves programment en assembleur et utilisent l'environnement MPLAB X. Cet apprentissage est facilité par l'installation de plugins réalisés spécifiquement pour chaque TP. Leur programme étant validé par simulation, le processeur est reprogrammé in situ et le bon fonctionnement de l'ensemble est vérifié.

Lorsque les élèves ont finalisé cette carte, il reste à traiter les périphériques originaux qu'ils souhaitent intégrer sur leurs robots. Par exemple, la voix des pingouins est réalisée par un haut-parleur associé à un compteur alors que la flûte du bagad d'Asimov nécessite une pompe alimentée par un hacheur. Ces fonctionnalités peuvent être réalisées sur une carte annexe.

Programmer la chorégraphie

À ce stade, les élèves ont assimilé de nombreux concepts en électronique, en informatique mais aussi en mécanique. Néanmoins, ils ne savent contrôler qu'un périphérique à la fois et leur ambition est de faire marcher des pingouins ou d'apprendre le piano à un hexapode. Aussi, un système plus complexe est téléchargé sur les cartes. Celui-ci est capable de contrôler en parallèle une trentaine de périphériques et facilite la mise au point de la chorégraphie en temps réel via une connexion USB. Une interface graphique sur une station hôte permet alors aux élèves de pleinement exploiter les périphériques qu'ils ont souhaité intégrer dans leurs réalisations.

Cette année, les élèves envisagent de présenter leurs robots aux RoboGames de Delhi. Vous comprendrez qu'ils sont encore particulièrement motivés et qu'ils s'investissent sans compter...

Pour en savoir plus, vous pouvez contacter :

Jacques LE COUPANEC
Lycée Colbert
117, boulevard Leon Blum
56100 Lorient
+33 (0)2 97 37 33 55
robotics.colbert.free.fr
jacques.le-coupanec@ac-rennes.fr