

Buggy Formule Flowcode

Un robot pas cher pour aller plus loin... que l'école

Bart Huyskens,
Institut St Joseph (Schoten, Belgique)

Venu d'une école belge, ce buggy robot de 125 € a pour vocation d'inverser la tendance actuelle, de rendre le goût de l'étude de l'électronique et de la technique en Europe et qui sait, plus loin aussi.



Parmi bien d'autres, dans la fraternité des professeurs d'ingénierie, l'auteur s'aperçoit de plus en plus que l'électronique, comme la plupart des activités orientées vers la science et la technologie, n'a plus la cote auprès des jeunes. Pour des gens qui ont grandi dans la fascination envers la technique, le constat est douloureux et combien paradoxal quand on voit tous ces jeunes séduits par quantité d'ustensiles électroniques comme les i-pods, les caméras numériques ou les téléphones mobiles. On ne sait trop pour quelles raisons l'école rate l'occasion de déployer les efforts voulus pour surfer sur cet intérêt et attirer les jeunes vers les carrières techniques.

De longues et intenses réflexions ont été consacrées à trouver des remèdes et d'abord à identifier les difficultés réelles, sans perdre de vue le fait que l'électronique a des aspects mathématiques, que certaines matières sont difficiles à comprendre et peuvent présenter une image ennuyeuse. On a essayé toutes sortes d'idées,

certaines ont fourni de bons résultats, mais pas suffisamment. Il y a une exception qui sort du lot : Lego. Le robot NXT de Lego a l'air cool, il l'est réellement et amusant à utiliser. Mais il coûte cher, n'apprend pas vraiment grand-chose sur l'électronique, on ne peut pas aller lui jeter un oeil « sous le capot » ni l'utiliser comme plateforme pour étudier plus que des programmes simples.

Il y a environ six mois, lors d'une conversation avec des ingénieurs de Matrix Multimedia en Angleterre, a surgi une inspiration qui pouvait évoluer pour résoudre la question : un robot buggy à programmer soi-même qui offrirait davantage de fonctions que celui de Lego, qui présenterait une architecture ouverte et servirait à toute une gamme d'activités dans l'enseignement et l'étude de l'électronique et de la technique. Depuis, nous avons travaillé ferme pour donner vie à cette idée et nous avons baptisé le projet « Formula Flowcode ».

Formule Flowcode est une solution robotique complète, tant maté-

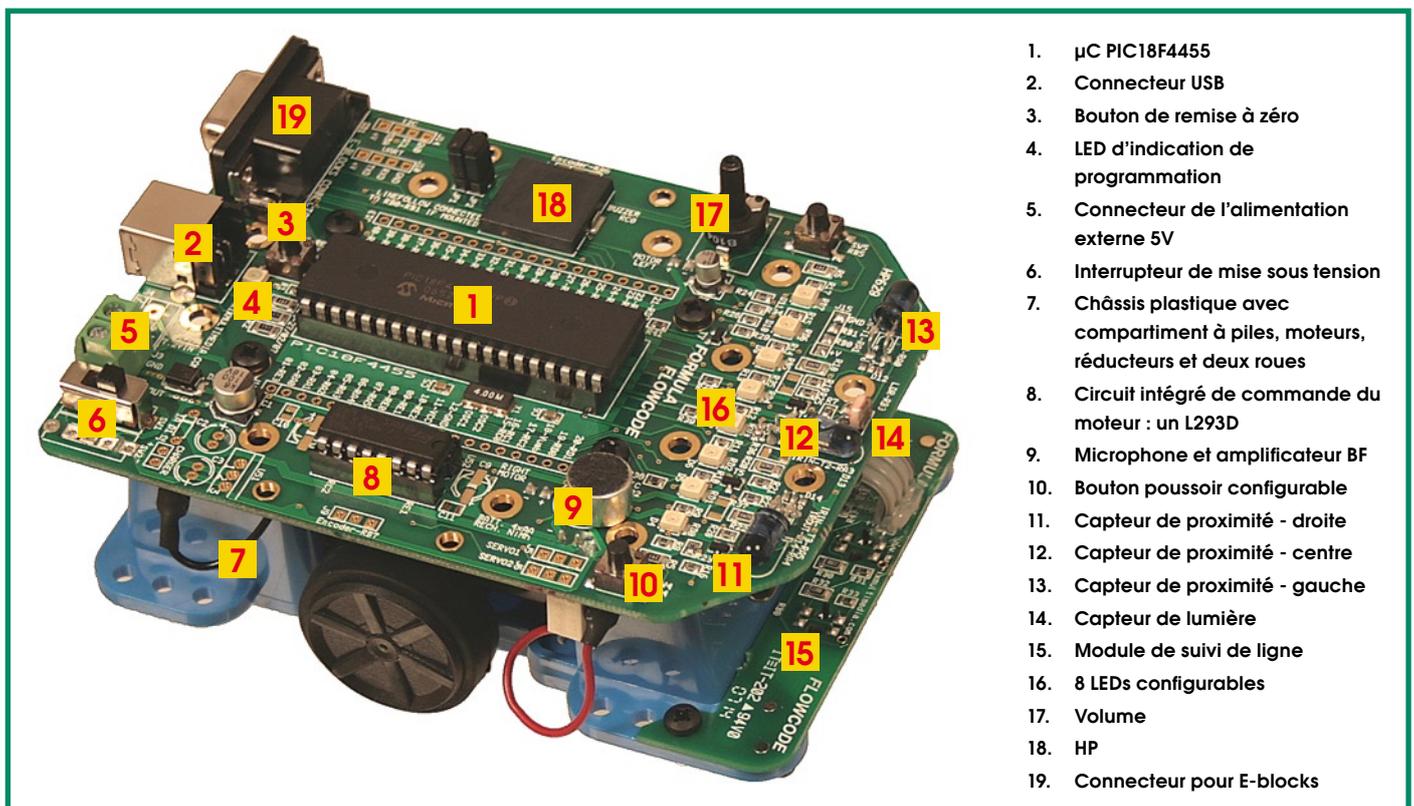


Figure 1. Les différentes parties de Formule Flowcode.

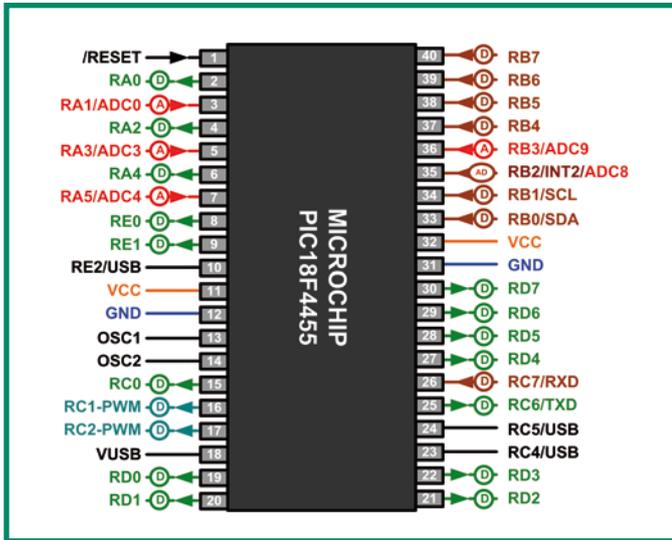


Figure 2. Le schéma du PIC18F4455 a ici été simplifié, il ne montre que les fonctions réellement utilisées des broches du PIC. D indique les E/S numériques, A les analogiques.

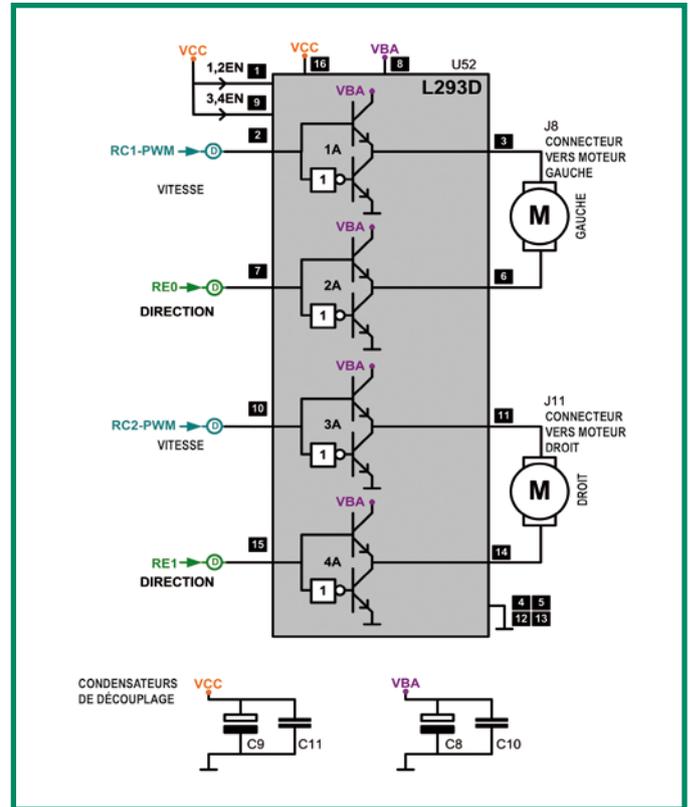


Figure 3. Le L293D est un circuit de pilotage de moteur avec pont en double H.

rielle que logicielle, pour l'étude de l'électronique et de la programmation. Cet article va s'efforcer de décrire ce que Formule Flowcode fait, comment ça marche et comment, nous l'espérons, elle servira à apprendre tout ce qui concerne la robotique...

Nous y voilà

La figure 1 donne une représentation de Formule Flowcode avec une liste des composants et les caractéristiques du buggy. Comment tout cela fonctionne-t-il ? Commençons par le commencement. Le buggy tout entier est conçu au départ d'un nouveau microcontrôleur très puissant, le PIC18F4455 de Microchip. Cette puce à 40 pattes travaille à 24 MHz et exécute des programmes à la vitesse impressionnante de 6 MIPS (méga-instructions par seconde). Un schéma de présentation de cette unité centrale se trouve à la figure 2. L'appareil se branche sans intermédiaire à votre port USB et contient une amorce de chargement qui vous permet de le programmer à l'aide d'une version de Flowcode 3 livrée gratuitement avec le buggy. Le PIC18F4455 dispose de deux sorties matérielles PWM, un UART, un bus I²C, des entrées analogiques, des interruptions par broche, par port et par temporisateur ainsi qu'un tas d'E/S numériques.

En commande de moteurs à CC

Les deux moteurs à courant continu avec boîtes de vitesse séparés sont alimentés par une classique puce L293D avec deux ponts en H complets comme le montre la figure 3. Le sens et la vitesse de chaque moteur peuvent se programmer séparément en Flowcode, ce qui permet au buggy d'effectuer les déplacements les plus extravagants qui se puissent imaginer. Comme vous pouvez le voir sur le schéma, le L293 utilise quatre sorties du PIC pour la commande. Deux sorties (RE0 et RE1) déterminent la direction et deux signaux PWM (fabriqués par le matériel) à RC1 et RC2 régissent la vitesse de chaque roue.

Possibilités d'extension des LED, commutateurs et E-blocks

Le schéma du matériel pour les E/S est représenté à la figure 4. Les huit LED et les deux interrupteurs en avant du buggy vous seront très pratiques dans vos premiers pas en Flowcode et se montreront encore plus utiles quand il s'agira de déboguer des logiciels plus

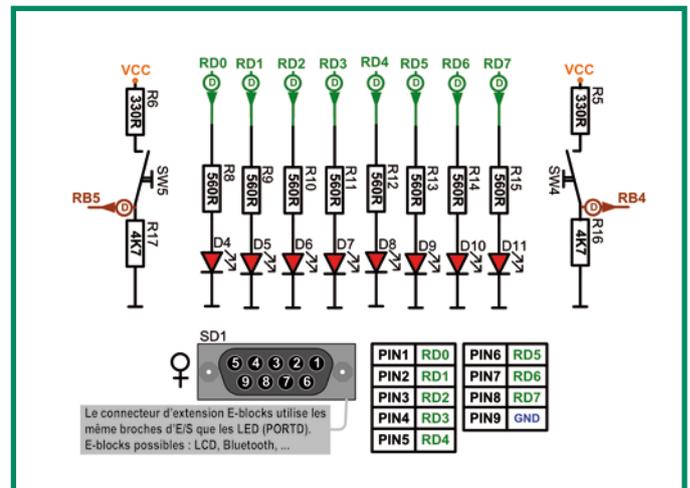


Figure 4. Deux interrupteurs, huit LED et le connecteur de type D pour E-blocks.

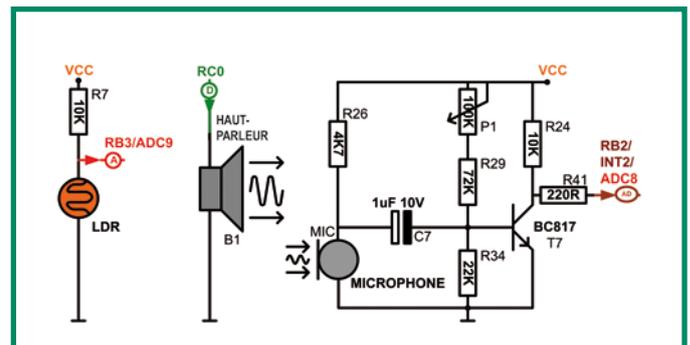


Figure 5. Les circuits du microphone, du haut-parleur et du photodétecteur.

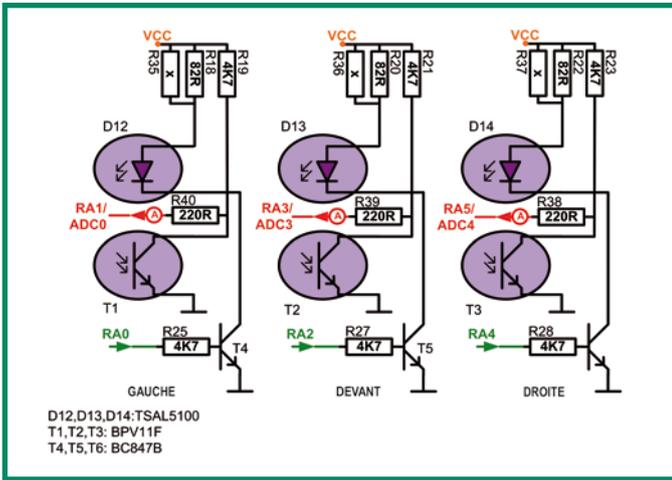


Figure 6. Le circuit de télémétrie à bord du buggy Formule Flowcode.

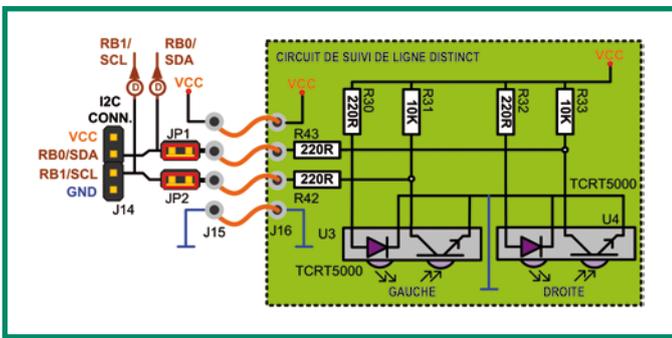


Figure 7. Le circuit suiveur de ligne.

complexes sur ce microcontrôleur PIC à 8 bits. En parallèle sur les huit LED, Formule Flowcode est équipée d'un connecteur pour E-blocks. Rien de plus simple, dès lors, de développer le buggy en lui adjoignant des blocs standard tels que LCD, Bluetooth et encore bien d'autres.

E/S sonore et capteur de lumière

Le buggy peut réagir au son (battement de mains) grâce à un microphone amplifié connecté à RB2. Comme le montre la figure 5, ce capteur de sons peut s'utiliser comme entrée numérique, comme interruption externe ou même comme entrée analogique. Le buggy

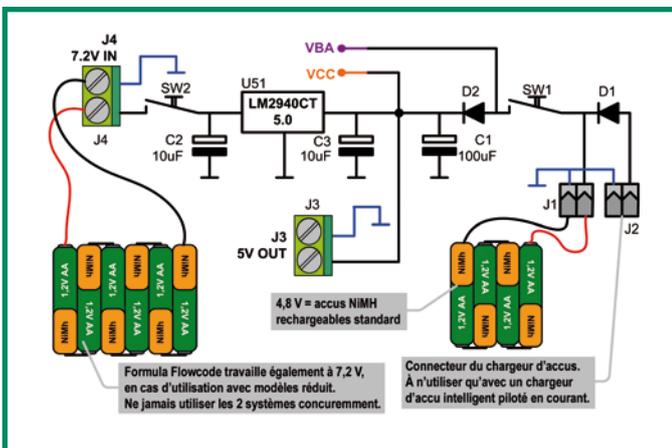


Figure 8. Simple mais incontournable, l'alimentation en énergie.

dispose aussi d'un haut-parleur simple à haute impédance auquel on peut faire reproduire des fréquences entre 100 Hz et 17 kHz. Sur la face avant du buggy, il y a un petit capteur photosensible qui fournit au véhicule la mesure de l'intensité lumineuse dans le sens de progression.

Circuit infrarouge de mesure de distance

Le buggy est aussi équipé de trois capteurs de distance vers l'avant, la gauche et la droite de la platine principale. La figure 6 en montre le schéma.

Chaque capteur est la combinaison d'une LED IR qui émet des infrarouges et d'un phototransistor correspondant qui produit une tension analogique inversement proportionnelle à l'énergie IR réfléchie.

Circuit suiveur de ligne

Toujours à l'avant du buggy, il y a une petite carte fille porteuse de deux transcepteurs infrarouges I²C intelligents capables de détecter les surfaces noires et blanches à des distances comprises entre 1 et 6 mm sans la moindre erreur. Le circuit est représenté à la figure 7. Ces capteurs permettent au buggy de pister des lignes sur une table ou une moquette.

Alimentation

La source d'énergie est dévoilée à la figure 8, sous forme d'une combinaison de pictogrammes avec le schéma, bien sûr. Le petit châssis est alimenté par quatre accumulateurs NiMH AA qui fournissent entre 4 et 6,2 V. La platine dispose d'espace libre pour des composants supplémentaires, vous pouvez y brancher une plus grosse batterie et utiliser un régulateur de 5 V.

Circuiterie additionnelle

Outre ce qui vient d'être décrit, le châssis est aussi équipé d'un bon nombre de connecteurs d'extension. On peut citer le bus I²C, des entrées à roues codeuses, des entrées de servo et bien d'autres.

Pour utiliser Formule Flowcode

À présent, vous devriez vous faire une bonne idée de la manière dont fonctionne le matériel et ce qui l'anime. Mais comment le programmer, comment s'en servir, comment les étudiants sauront-ils ce qu'il faut faire ?

Le buggy de Formule Flowcode est livré avec une copie gratuite (à fonctionnalités réduites) de Flowcode, un langage graphique de programmation des microcontrôleurs. Avec Flowcode, l'utilisateur peut charger directement le logiciel par un câble USB. Après quoi, il n'y a plus qu'à débrancher le câble USB, à pousser sur le bouton de mise à zéro et le buggy exécute le programme.

Des cours pour une course

La nouvelle version de Flowcode contient un composant à modulation en largeur d'impulsion (PWM) pour la commande de moteurs. Comme Flowcode est à présent disponible en une dizaine de langues, en ce compris le chinois, il pourra servir à des enfants à partir de 12 ans virtuellement partout dans le monde.

Le robot buggy s'appelle officiellement « Formula Flowcode », d'après la Formule Ford dans laquelle toutes les voitures sont identiques, pour gagner, il faut être le meilleur pilote. Dans notre cas, ce sont les talents de programmation du concurrent qui sont mis à l'honneur. Comme vous l'avez deviné, il y a un certain nombre de « leçons » à étudier pour améliorer son niveau de compétence. Ces cours commencent par l'allumage d'une simple LED et vont jusqu'à être capable de retrouver son chemin dans un labyrinthe

en utilisant un châssis sur mesure, des roues codeuses et tout ce que vous voulez. C'est bien là l'idée ingénieuse de Formule Flowcode, parce qu'elle convient à des débutants en robotique, comme en électronique, mais propose un défi considérable à ceux qui ont déjà acquis les connaissances voulues en électronique et en science informatique.

On trouve dans ces cours des sujets tels que :

- allumer une seule LED ;
- réaliser un effet de « NightRider » sur la face de Formule Flowcode ;
- développer un programme qui utilise le photocapteur embarqué pour suivre le faisceau d'une lampe torche ;
- développer un programme pour faire danser Formule Flowcode sur la musique. À chaque battement de mains, elle tourne de 90 degrés ;
- développer un programme pour lui faire suivre une ligne de deux mètres de long en toile isolante noire ; temps à battre, 30 secondes ;
- développer un programme qui permet à Formule Flowcode de sortir d'un labyrinthe à 64 cellules en utilisant la technique du mur de gauche.

Ces cours sont présentés aux étudiants sous la forme de tableaux basés sur les tâches à accomplir. Certain-

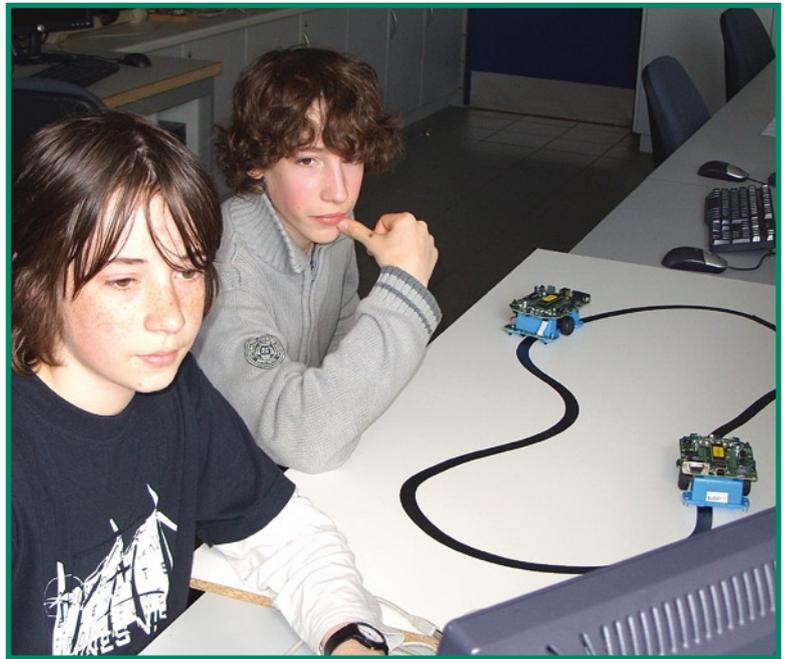


Figure 9. Exercice typique de suivi de ligne.

Arrêt au stand ! Comment participer ?

Le robot buggy Formule Flowcode a été développé dans le but de motiver les gens qui veulent en savoir davantage sur la robotique et l'électronique, dès l'âge de 12 ans pour les jeunes curieux de s'instruire et jusqu'aux retraités tout heureux d'avoir enfin l'occasion de connaître le sujet et de se maintenir intellectuellement dans le mouvement. Aux États-Unis, le First Robotics programme (www.usfirst.org) a remporté un vif succès dans l'industrie auprès des ingénieurs, les stimulant à collaborer avec des jeunes pour s'aventurer dans des compétitions entre robots. Nous avons l'espoir de réaliser quelque chose de comparable ici, en proposant matériel et logiciel d'un robot à bon compte, un soutien en ligne et un plan d'apprentissage de qualité. L'organisation d'ateliers et de compétitions devrait attirer du monde à s'intéresser aux choses de l'électronique. Si vous estimez que pareil objectif est valable et a des chances de réussir, si vous souhaitez participer à ce programme ou si vous êtes intéressé par les concours et les ateliers, faites-le nous savoir. Si le niveau d'enthousiasme est élevé, nous écrivons d'autres articles sur le sujet et nous publierons une édition spéciale pour les lecteurs d'Elektor. Vous pouvez contacter l'auteur et ses collègues par courriel adressé à barthuyskens@scarlet.be ou par l'intermédiaire d'Elektor.

Vous pouvez vous procurer un buggy Formula Flowcode auprès de l'e-choppe d'Elektor au prix de 125 € TVA incluse.

nes proposent la compétition, en termes de durée ou de fonction, et peuvent constituer la base de concours régionaux, en espérant qu'Elektor et les pouvoirs animateurs de l'enseignement les organisent à travers l'Europe. D'autres cours visent l'amusement ou l'exploration détaillée de caractéristiques techniques et de programmation.

Le forum sur le site Internet de Matrix Multimedia, accessible via www.matrixmultimedia.com se tient à la disposition de chacun pour se poser des questions les uns aux autres et échanger des programmes. Nous avons le projet d'organiser des ateliers pour jeunes, qui les aideraient à démarrer et aiguiseraient leur intérêt pour la technique.

En complément à cela, Elektor va publier un livre qui conduira l'utilisateur à travers les arcanes de la conception de programmes et de circuits additionnels pour le buggy. On disposera alors d'une suite complète de tutoriels pour apprendre aux jeunes enthousiastes jusqu'à seize ans tout ce qu'il faut savoir pour construire des appareils électroniques en se familiarisant avec la technologie.

(070323-1)



Figure 10. Résoudre par la gauche un problème de labyrinthe.