

INSECTE : Scarabée ou

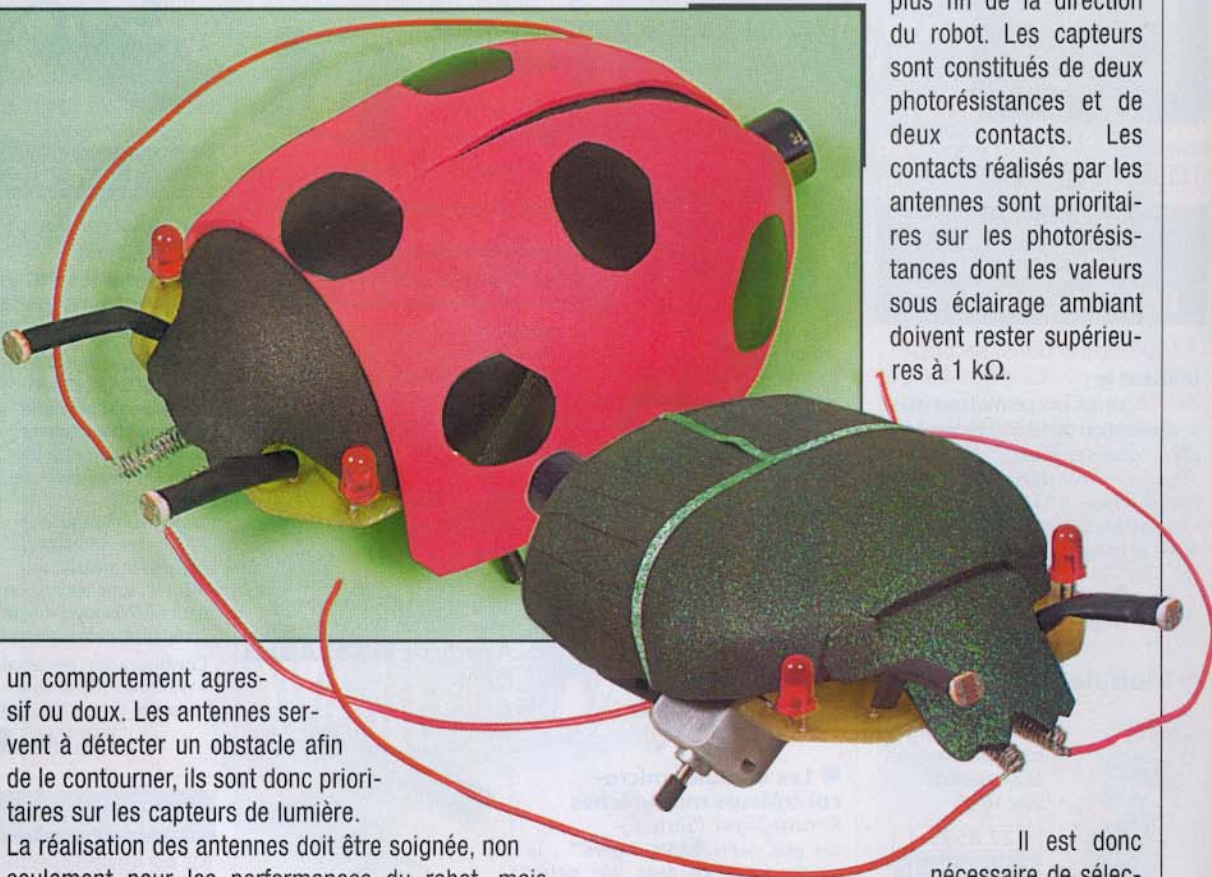
CONSTRUCTIONS

Ce petit robot fait partie de la grande famille des robots qui copient les comportements des insectes. Mais sa particularité essentielle réside dans sa simplicité de fabrication. Il n'utilise pas de microprocesseur comme cerveau mais simplement une électronique discrète. Malgré son coût de fabrication faible, il réagit comme un organisme vivant de type insecte. Il est facile de le transformer un cafard agressif ou coccinelle docile. De plus, il se dirigera vers une source de lumière pour évoluer.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le circuit imprimé, le châssis et le robot ne faisant qu'un ici, un minimum d'esthétiques doit être apporté au dessin du circuit imprimé. Les coins coupés, la découpe pour les deux moteurs représentant les pattes de l'insecte et les antennes, tous jouent en faveur d'un design ressemblant.

Le comportement initial consiste à rechercher la source de lumière dominante. Les moteurs sont activés alternativement en fonction des informations issues des capteurs. Le robot aura donc une allure déhanchée qui pourrait être ajustée pour lui donner



un comportement agressif ou doux. Les antennes servent à détecter un obstacle afin de le contourner, ils sont donc prioritaires sur les capteurs de lumière.

La réalisation des antennes doit être soignée, non seulement pour les performances du robot, mais aussi pour l'esthétique globale.

L'orientation donnée aux photorésistances influe fortement sur les performances mais aussi sur le comportement. On peut les orienter vers l'avant, vers l'arrière, vers le haut, vers le bas ou sur les côtés. Amusez-vous à essayer les différentes possibilités.

Un circuit imprimé ne devient vraiment un robot que si on lui adjoint une carapace. Un petit chapeau bleu à l'avant lui donnera un peu plus une allure de soldat. Une demi-sphère rouge à point noir le transformera un peu en coccinelle.

ÉLECTRONIQUE

Le schéma de l'électronique (**figure 1**) regroupe l'ensemble des éléments. On peut décomposer le schéma en trois parties : la détection, le contrôle et la commande des moteurs.

La partie détection est assez réduite et correspond aux différents éléments à gauche du premier circuit intégré CI_1 , un comparateur. Ce composant compare la tension issue des capteurs à une tension de consigne. Cette tension de consigne est réalisée par des résistances talons R_3 et R_4 et une résistance ajustable RV_1 . Cette petite complexité permet un réglage

plus fin de la direction du robot. Les capteurs sont constitués de deux photorésistances et de deux contacts. Les contacts réalisés par les antennes sont prioritaires sur les photorésistances dont les valeurs sous éclairage ambiant doivent rester supérieures à $1\text{ k}\Omega$.

Il est donc nécessaire de sélectionner des photorésistances de valeurs élevées. Les contacts représentant les antennes doivent être en série avec des résistances pour éviter un court-circuit de l'alimentation. De même, lors de la réalisation, les fils doivent être isolés afin d'éviter un court-circuit avec un obstacle métallique. Mais, alors, pourquoi ne pas avoir interverti les résistances et les contacts ? Il s'agit de prévoir la possibilité de recharger le robot par ses antennes (évolution future). La sortie du comparateur étant à collecteur en l'air, on place une résistance R_5 qui définit un niveau logique haut propre. La partie contrôle consiste en quelques diodes, un inverseur et un générateur de signaux carrés.

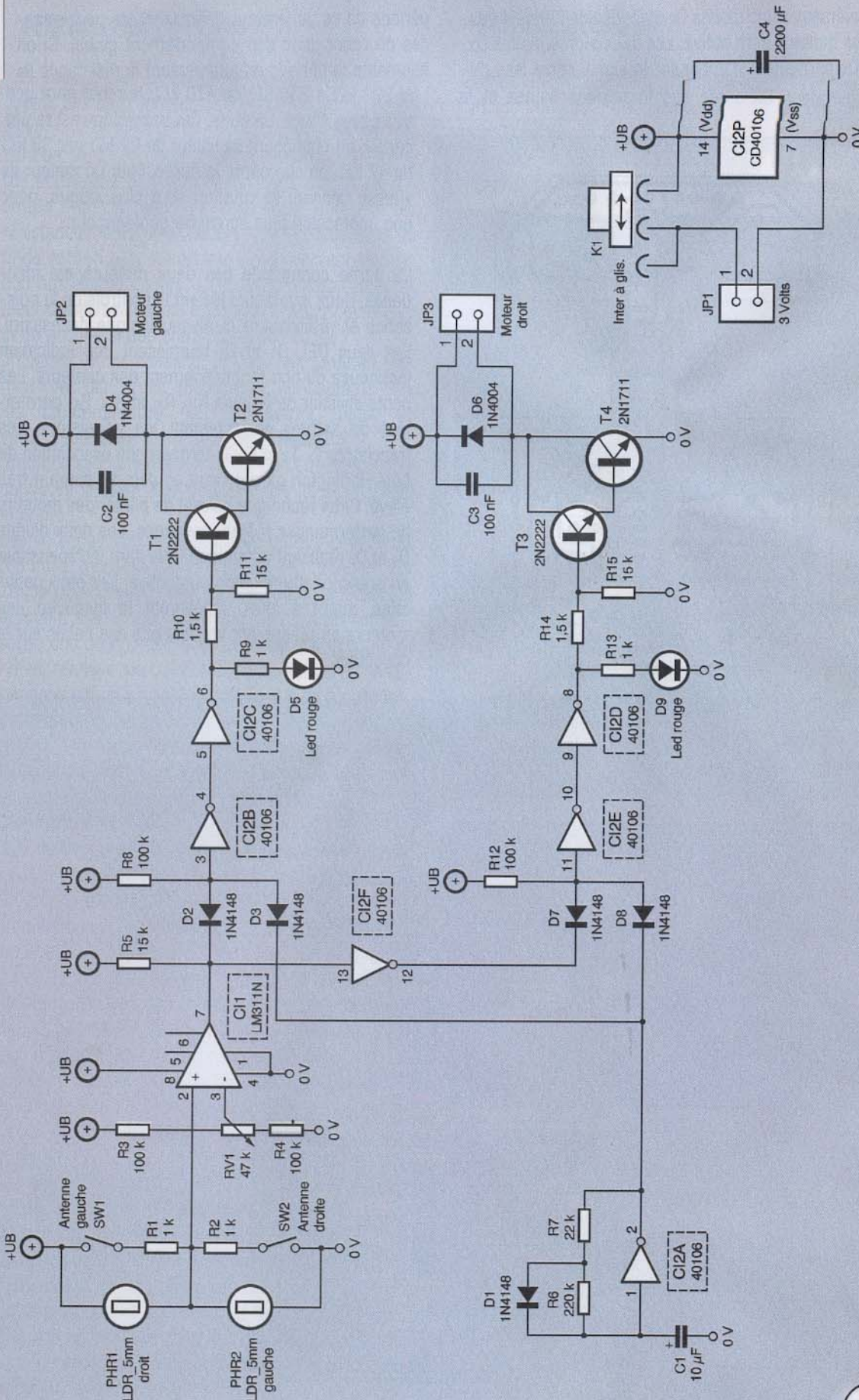


FIGURE 1
Schéma de principe.

CONSTRUCTIONS

INSECTE

L'inverseur et les diodes D₂ et D₇ décident lequel des deux moteurs sera activé. Les deux autres diodes D₃ et D₈ permettent d'appliquer le signal carré issu du générateur. La durée des impulsions hautes et la

période de ce générateur définissent les performances du robot donc son comportement global. Si on augmente la période en augmentant la résistance R₆ de 220 kΩ à 330 kΩ ou 470 kΩ, le robot aura une allure plus douce. La durée des impulsions est réglée par R₇, en changeant sa valeur de 22 kΩ par 33 kΩ ou 47 kΩ, on augmente la durée. Pour un moteur de vitesse donnée, sa rotation sera plus longue, donc une impression plus agressive se dégagera.

La partie commande des deux moteurs est identiques. Deux inverseurs isolent le contrôle de la puissance et rétablissent le niveau logique nécessaire. Les deux DEL D₅ et D₉ fournissent une indication lumineuse du bon fonctionnement des capteurs. Les ponts diviseur de tension R₁₀, R₁₁ et R₁₄, R₁₅ permettent de saturer correctement les transistors. Les transistors T₁, T₂ et T₃, T₄ forment une association de type Darlington garantissant un gain en courant très élevé. Cette technique permet de piloter des moteurs de performances même moyennes. Les deux diodes D₄ et D₆ réalisent la fonction roue libre indispensable en présence d'une charge inductive. Les deux capacités, quant à elles, améliorent la longévité des moteurs en préservant les contacts des balais sur le collecteur.

FIGURE 2  Tracé du circuit imprimé

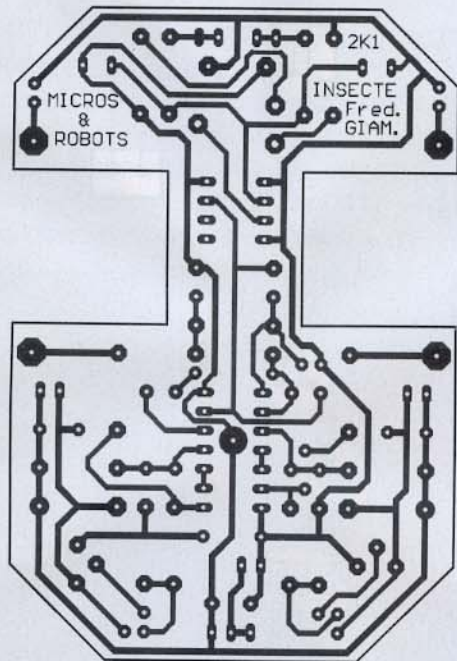
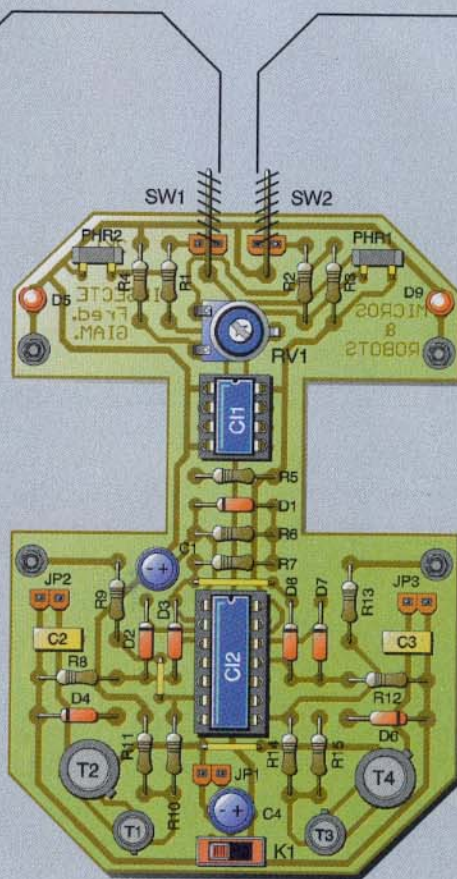


FIGURE 3  Implantation des éléments

Implantation des éléments



RÉALISATION

Commencer par découper les coins et les emplacements des deux moteurs. Le circuit imprimé (**figure 2**) sera percé avec un foret de 0,8 mm, puis on utilisera un foret de 1,2 mm pour la résistance ajustable RV₁ et les deux tiges de fixation des moteurs. Il y a 5 straps à placer avant de commencer à souder les résistances. Mais deux straps sont réalisés avec du fil de section plus importante car ils servent de fixation aux deux moteurs. Le trou de fixation du coupleur de pile sera percé à 2,5 mm. Souder l'écrou sur cette pastille située entre les pattes de Cl₂.

Implanter les composants de plus bas profil en premier : les diodes, les résistances, les supports puis les condensateurs, les transistors, ainsi de suite... Suivre les indications de la **figure 3**.

Attention au condensateur C₄ qui doit être soudé côté cuivre en laissant 1cm d'écart entre lui et le circuit imprimé.

Les antennes sont réalisées avec du fil monobrin de 0,5 mm. Deux longueurs de 30 cm dénudé sur 15 cm pour chaque antenne. La partie dénudée est enroulée autour d'un tournevis pour former un ressort d'une dizaine de tours. La partie fixe de l'antenne est réalisée avec une broche de support à wrapper dans laquelle on soude une queue de résistance. Cette dernière partie est coudée à 90° et soudée sur le circuit imprimé (voir photo). Les antennes doivent détecter un obstacle à 2 ou 3 cm du robot, leur forme peut être esthétique mais surtout ample.

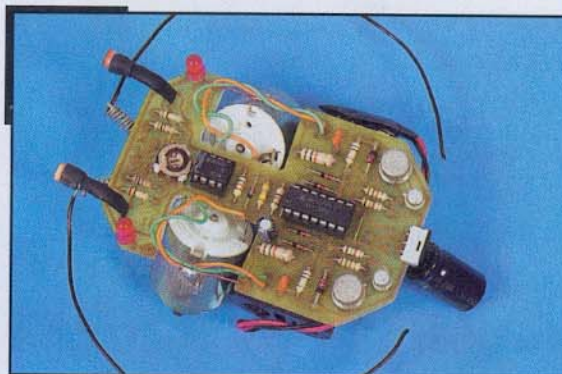
Les moteurs sont bloqués entre le circuit imprimé et le fil rigide, puis soudés sur ce même fil (voir photo). Deux fils de couleurs différentes sont utilisés pour souder les contacts des moteurs au circuit imprimé (attention au sens si on ne veut pas voir le robot tourner sur place ou reculer). Deux petits morceaux de gaine thermo sont collés en bout d'axe pour une meilleure adhérence ou, mieux, de la gaine silicone. Deux types de moteurs différents peuvent être utilisés, voir nomenclature, pour un insecte plus rampant comme le scarabée ou plus haut comme la coccinelle. Le coupleur de piles sera un modèle pour piles au format AA ou AAA suivant la hauteur disponible sous le robot.

Les photorésistances sont soudées en hauteur 1,5 cm du circuit imprimé et coudées vers l'avant dans un premier temps.

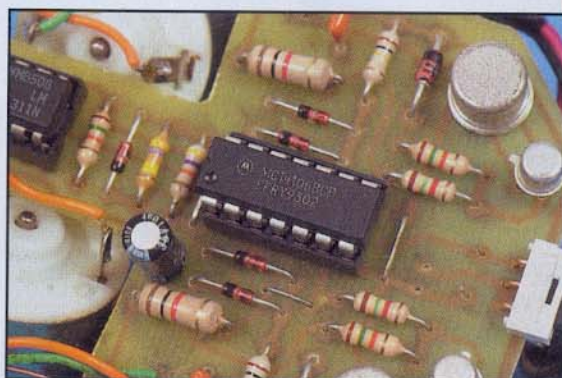
Deux exemples sont présentés représentant une coccinelle et un scarabée. La coque est réalisée en mousse de 1mm d'épaisseur moulée sur une forme. La forme est réalisée avec des morceaux de Siporex et la mousse est formée dessus en chauffant avec une décapeuse thermique.

RÉGLAGES

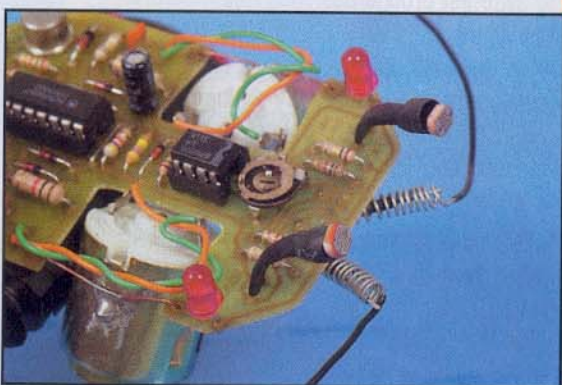
Prenez le temps de vérifier le montage sans les deux circuits intégrés. Puis, seulement avec le comparateur Cl₁, observer les deux DEL rouges s'allumer ou s'éteindre en fonction des contacts sur les antennes ou par rapport à la source de lumière dominante.



▶ Le condensateur C₄ : une queue improvisée



▶ Ici pas de programmation, uniquement des composants classiques tels que le CD 40106



▶ Les yeux de l'insecte sont fournis à l'aide de deux cellules LDR

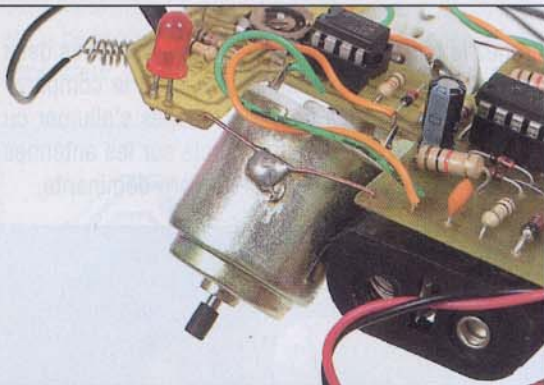


▶ Détails de réalisation des antennes "contact"

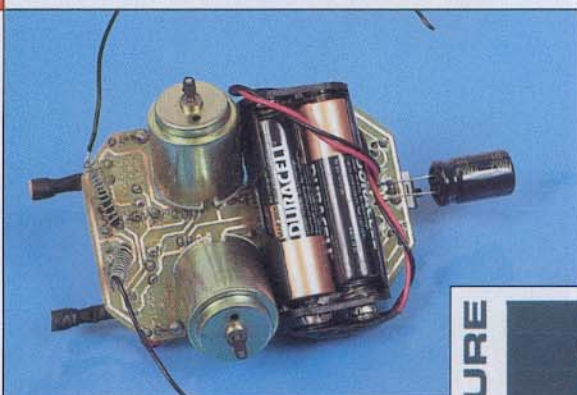
CONSTRUCTIONS

INSECTE

Mise en place des moteurs à l'aide des straps avec soudure sur le corps



L'envers du décor avec la position du porte-piles



Placer le deuxième circuit Cl_2 et régler l'ajustable RV_1 pour que le robot se dirige vers une source de lumière. Il ne vous reste plus qu'à ajuster l'assiette du robot par le gros condensateur. Plus le centre de gravité est proche des axes des moteurs, meilleure est l'adhérence. Mais plus les moteurs sont chargés, plus de courant ils consomment. Résultat : il y a plus de pertes dans les transistors et plus assez de tension pour faire tourner les moteurs qui s'arrêtent. La bonne position est un compromis. Mais éviter que le coupleur de pile ou un excédent de fils frotte le sol.

CONCLUSION

Si vous souhaitez aller plus loin encore avec des robots de cette catégorie, simple à réaliser, peu coûteux et malgré tout fascinant, alors vous pourrez découvrir les robots solaires sur divers sites Internet. L'ouvrage «Construisons nos robots mobiles» chez DUNOD consacre aussi un chapitre aux robots solaires.

F. GIAMARCHI

ADRESSES INTERNET

Site de l'auteur montrant la réalisation :

www.iut-nimes.fr/giamarchi/index.html

Site proposant des robots équivalents :

www.totalrobots.com

Site consacré aux robots solaires :

www.solarbotics.com

NOMENCLATURE

- R_1, R_2, R_9, R_{13} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_3, R_4, R_8, R_{12} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R_5, R_{11}, R_{15} : 15 k Ω (marron, vert, orange)
- R_6 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
- R_7 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
- R_{10}, R_{14} : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- RV_1 : 47 k Ω
- PHR_1, PHR_2 : LDR 5mm
- C_1 : 10 μ F/16V tantale
- C_2, C_3 : 100 nF
- C_4 : 2200 μ F/10V
- D_1, D_2, D_3, D_7, D_8 : 1N4148
- D_4, D_6 : 1N4004
- D_5, D_9 : LED 5mm rouges
- T_1, T_3 : 2N2222
- T_2, T_4 : 2N1711
- Cl_1 : LM311
- Cl_2 : CD40106

Inter à glissière (réf. FARNELL : 674-357)
2 supports (8 broches et 14 broches)

Divers

- 2 moteurs (réf. FARNELL : 599-104 ou 599-116)
- 1 vis et écrou M2,5
- 2 piles 1,5V (modèle AA ou AAA)
- 1 coupleur pour 2 piles (AA ou AAA)
- 60cm de fil monobrin isolé 0,5mm
- 2 broches de support à wrapper