

Micro et Robots

16 F
N° 1
Novembre
83



Les robots arrivent!

**LES NOUVEAUTES
DU SICOB**

BANCS D'ESSAIS:

**Le robot Héro 1
Oric 1 contre
Spectrum**

INITIATION:

**La logique, le basic
Le micro-processeur**

MAGAZINE:

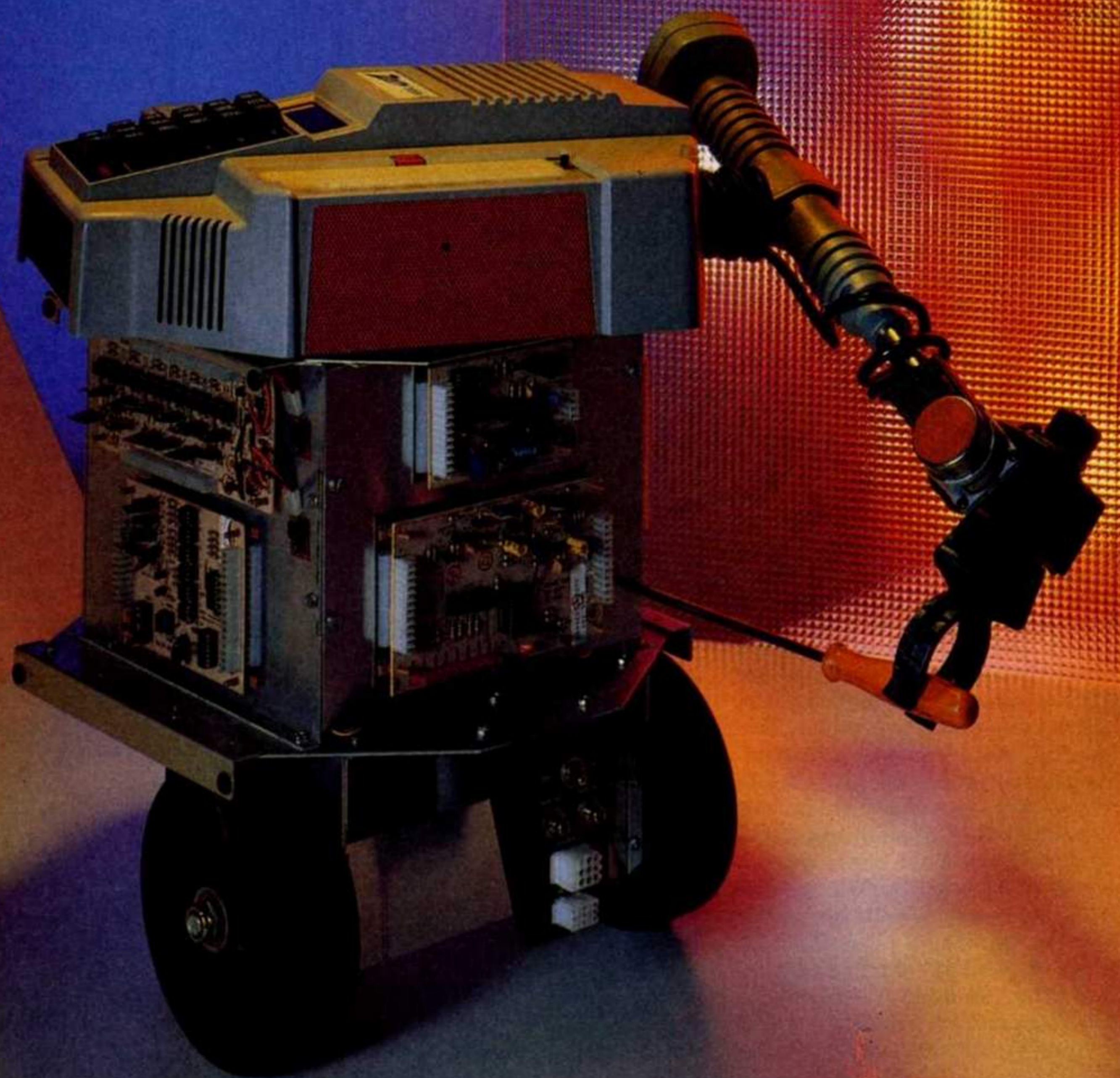
**Qu'est-ce
qu'un robot?**

REALISATIONS:

**Un programmeur
universel**

**Un détecteur
d'obstacle**





LE HERO DU JOUR

Hero 1 (Heath Educational Robot) trappu, manchot, ressemblerait plus à un aspirateur un

peu bizarre qu'à ces machines anthropomorphes que les auteurs de science-fiction et leurs illustrateurs ont pu imaginer. Et pourtant sa conception l'inclut, de fait, dans la grande catégorie des robots qu'il convient de fractionner en sous-ensembles aussi variés que spécialisés. Représentant singulier d'une nouvelle génération de robots didactiques cet appareil a été conçu pour initier les futurs professionnels à un domaine qui devrait connaître une expansion galopante, indissociable de celle de la micro-informatique et de la communication.

S'il est aisé d'imaginer ce que les automates et les robots peuvent apporter à l'industrie et aux industriels — en particulier remplacer l'homme dans des tâches répétitives, fatigantes, peu valorisantes, etc — mais aussi aux scientifiques — manipulation de matières radioactives, recherches sous-marines, exploration de l'espace et de ses corps, etc — il est plus difficile de penser leur éventuel rôle domes-

En attendant le robot domestique qui ne saurait tarder, il y a déjà matière à étonnement avec le robot Hero 1.

tique dans l'état actuel de leur développement et de leur coût. L'étude de Hero 1, de l'esprit qui a présidé à sa conception, des initiatives futures qu'il laisse prévoir devrait constituer une base intéressante en ce sens.

Le corps du Hero

En dotant Hero 1 d'une certaine autonomie et d'un grand nombre de fonctions élémentaires les constructeurs ont visiblement voulu faire de cette machine un exemple sinon parfait, du moins synthétique de ce qui pouvait le mieux concrétiser l'idée du robot : tout y est abordé sans développement particulier d'une fonction spécifique. Il ne pouvait guère en être autrement dans une machine qui se veut avant tout didactique et d'un prix relativement abordable dans le cadre des nouveaux outils pédagogiques.

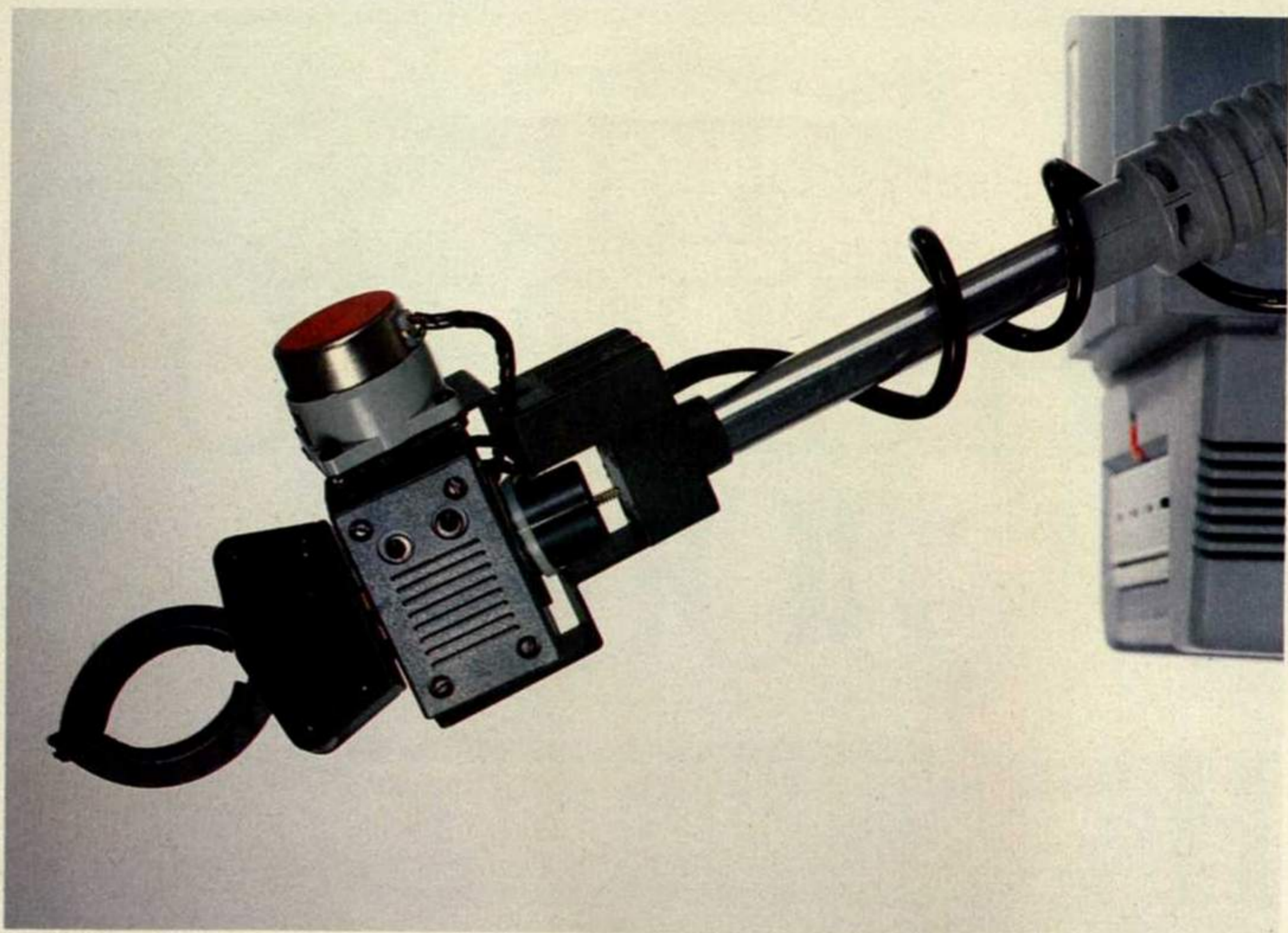
Mécaniquement Hero 1 se divise en trois : un tronc muni de trois roues dont une motrice et directrice, une tête rotative et, solidaire de celle-ci,

un bras un peu particulier s'écartant dans sa structure de l'organe préhensile classique : bras, avant-bras, main. Au total on dénombre ainsi 8 degrés de liberté

dont 5 pour le bras (rotation de l'ensemble dans un plan vertical, extension, rotation et inclinaison de la pince, ouverture et fermeture de celle-ci). Electroniquement il est bâti autour d'un micro-ordinateur spécialisé communiquant avec le monde extérieur par un clavier et différents organes émetteurs et récepteurs relativement simples, si l'on excepte un synthétiseur vocal sur lequel nous reviendrons. On pourrait d'ores et déjà se poser la question de la différence qui existe entre un jouet sophistiqué et un engin de type Hero : les différences tiennent en fait aux possibilités d'interaction avec le milieu et de programmation élaborée dont tout robot qui se respecte doit faire état. On ne saurait *ipso facto* figer de telles machines dans des définitions trop précises, trop liées à un moment de leur histoire.

Les senseurs

En matière de capteurs et transducteurs on trouve ici un système à



Le robot Hero 1, sans ses flasques latérales, vu du côté droit (circuit principal équipé du microprocesseur).

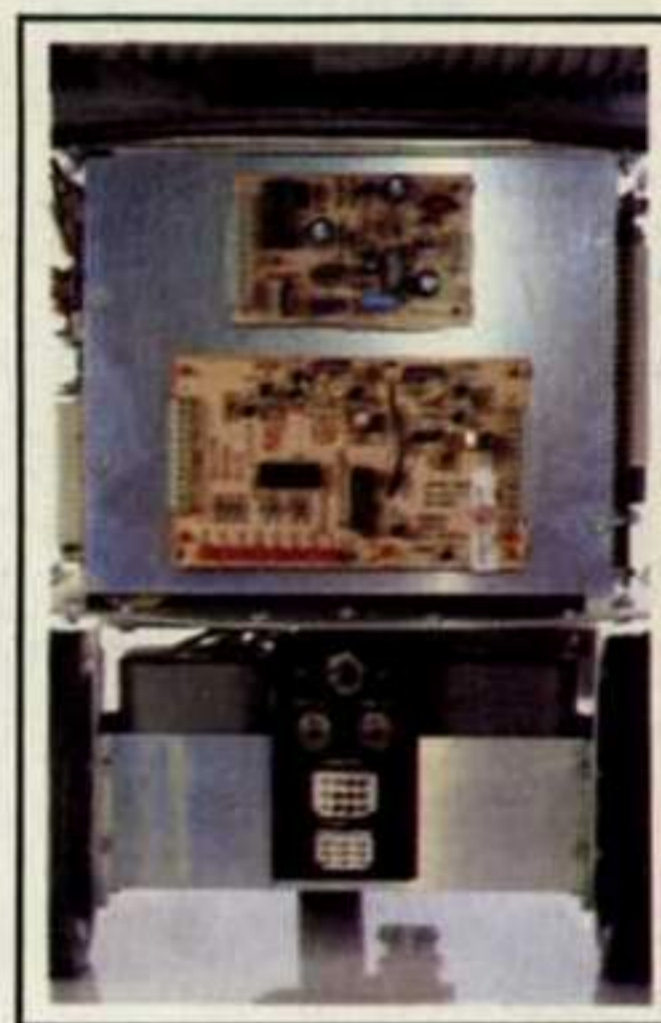
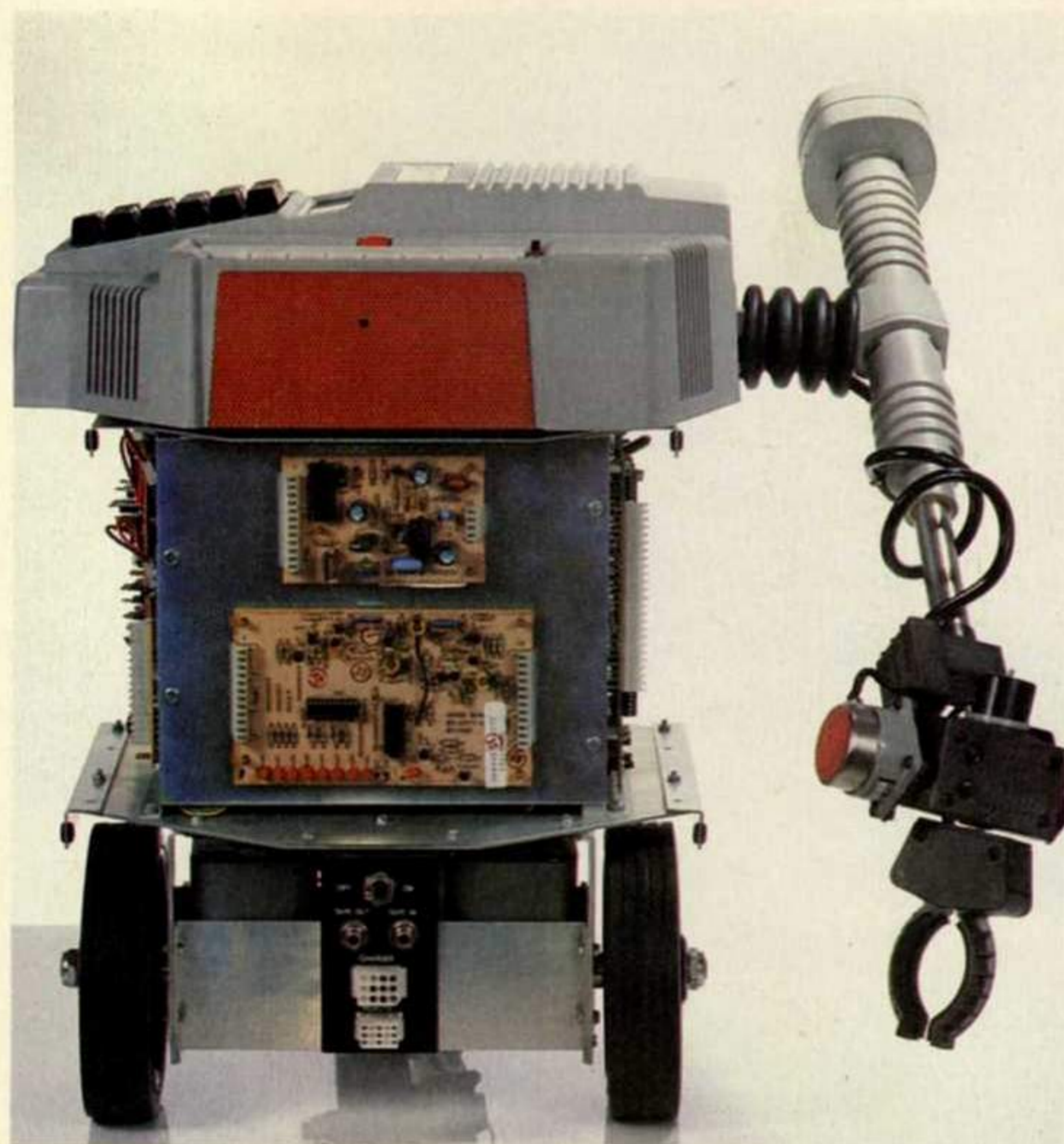
ultra-sons permettant une mesure relativement précise — au centimètre près — des distances. Ce système est constitué par un émetteur et, bien sûr, un récepteur : une impulsion est émise et réfléchiée par un obstacle se trouvant éventuellement dans l'axe de l'émetteur (rappelez-vous que les ultrasons se caractérisent par une directivité importante) ; connaissant la vitesse du son dans l'air (340 m/s dans des conditions normales de température et de pression) il suffit de mesurer le temps d'un aller-retour de cette impulsion pour connaître la distance. Celle-ci s'affiche d'ailleurs sur le panneau de contrôle (afficheurs 7 segments) en système hexadécimal qui est aussi le système retenu pour le codage d'entrée des instructions. En mode «détecteur d'obstacles» il est possible d'entrer dans le programme une distance critique, par exemple 20 cm, en-

deça de laquelle Hero s'inquiète et claironne «There is something in my way». La gamme d'efficacité de ce télémètre couvre des distances comprises entre 8 et 240 cm environ. Un second système à ultrasons fonctionnant sur une fréquence légèrement différente (35 kHz au lieu de 32 kHz) et en mode continu permet de détecter, grâce à la variation de l'amplitude de l'écho, un objet en mouvement situé à 4,5 mètres au maximum : pour diminuer la directivité on pourra utiliser un mur comme réflecteur. Autre capteur acoustique, un micro permettant de faire réagir ce robot dans la bande 200-5000 Hz caractéristique des fréquences vocales : un codage à 256 niveaux (8 bits) autorise une mesure relative de la pression sonore et le déclenchement, au-delà d'un certain seuil, d'une protestation de notre Hero fatigué : «Please be quiet, I'm trying to sleep» ce qui

pourrait se traduire par «La paix, j'essaie de dormir». Dernier capteur, enfin, une photo-résistance sensible au spectre visible : elle traduit les variations d'éclairement (256 niveaux possibles là encore) en affichage hexadécimal et en-deça d'une certaine limite d'éclairement que l'obturation de cet œil permet d'atteindre, l'on est prié de retirer sa main... Beaucoup plus que ses sens relativement atrophiés c'est son système vocal qui étonne et lui «insufflé» vie.

Il parle

Avant de pouvoir synthétiser la voix il a fallu en faire l'analyse qui a pu montrer l'existence d'éléments fondamentaux constitutifs qu'on a répertoriés. Chaque mot d'une langue parlée peut ainsi se décomposer en phonèmes, «éléments sonores du langage articulé». Synthétiser un



Circuits de traitement vocal et d'analyse des senseurs. On remarquera, aussi, les prises d'entrée et de sortie (cassette, etc.).

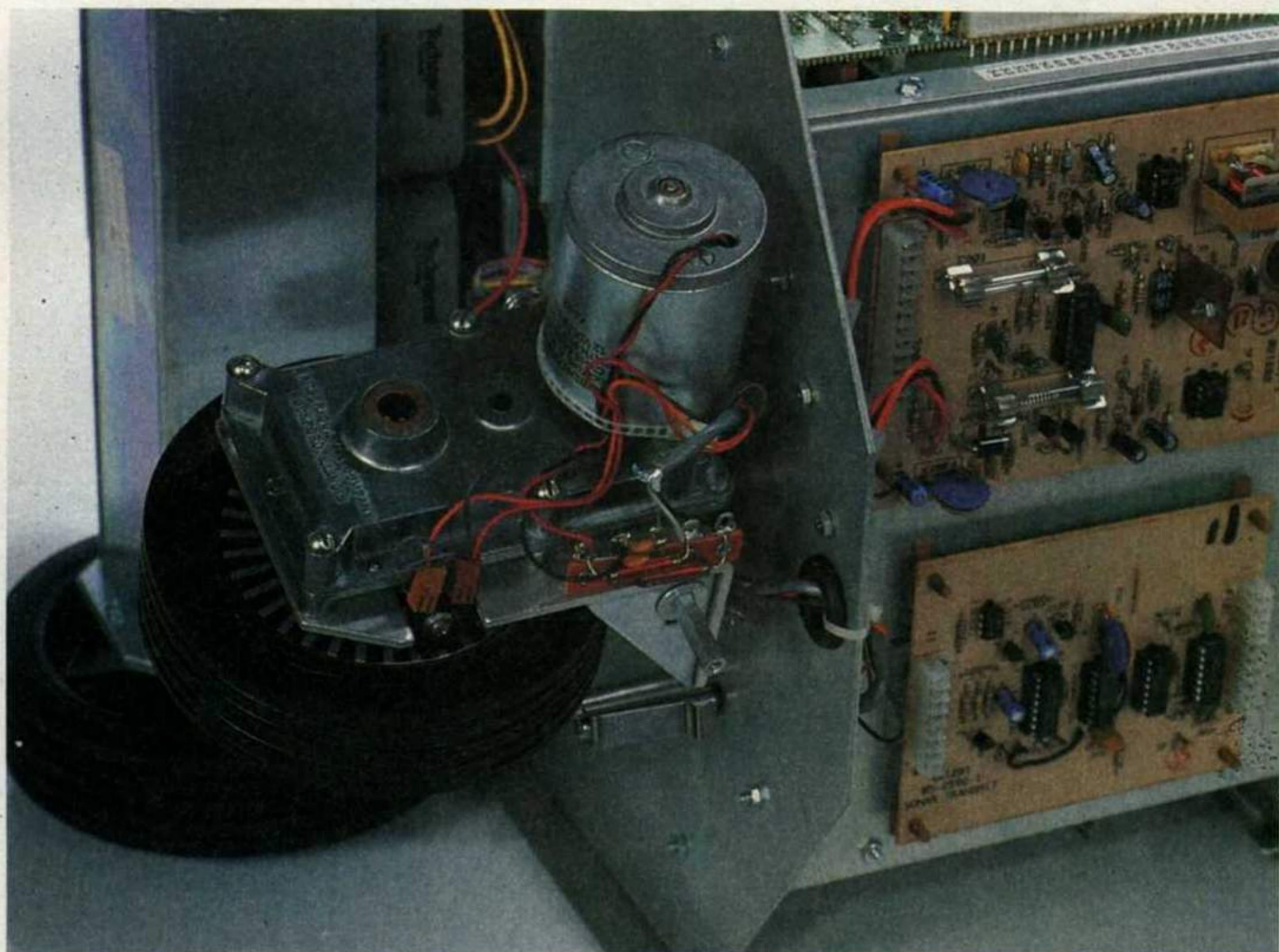
mot, une phrase revient donc à associer des groupes de phonèmes adéquats, particuliers à chaque langue. Ainsi 64 phonèmes propres à l'anglais ont été stockés dans le mémoire de Hero 1, de même que plusieurs phrases ou réponses typiques (« Hello, my name is Hero », « I can talk like this », « You are very attractive for a human » etc.) que l'on peut assembler par programmation (codes et adresses se trouvent dans la notice d'utilisation), mais n'hésitons pas à le dire, former des mots intelligibles demande beaucoup de patience et de pratique. Pour lui faire prononcer « my » (mon) il faudra par exemple introduire la séquence codée hexadécimale suivante : 0C (pour M), A15, 00, 09, 29 (pour Y) chacun de ces phonèmes durant respectivement 103, 146, 50, 55 et 103 millisecondes. A partir de ces phonèmes on ne pourra d'autre part le faire parler

français qu'avec un certain accent d'Outre-Manche : à l'étrangeté robotique se joint l'exotisme...

Ce qui l'anime

Autre élément spectaculaire de cet être de synthèse, un bras articulé supporté par la tête pivotante : quoique possédant un nombre de degrés de liberté suffisant la structure choisie se révèle inadéquate à simuler de manière simple l'action d'un bras humain. Les concepteurs de cet organe, en optant pour cette disposition, ont singulièrement limité la zone utile du volume d'action (volume limité en quelque sorte à une couronne cylindrique verticale) : la prise d'un objet nécessite ainsi la mise en œuvre du bras et, en général, la translation de robot. Au total cinq moteurs permettent d'actionner le bras (épaule, extension, fermeture et ouverture de la pince,

rotation et torsion pour celle-ci) et trois autres servent à assurer le déplacement de la machine (entraînement de la roue et orientation) et la rotation, sur 350°, de la tête. Sept de ces huit moteurs, sont de type pas à pas (sauf celui d'entraînement de la roue) ce qui permet de les initialiser après la mise sous tension et de garder la trace — c'est le rôle du microprocesseur — de leurs positions en cours de manœuvre : ces moteurs sont en effet commandés par des séquences de quatre impulsions que l'on peut donc dénombrer et dont on peut inverser l'ordre pour permuter le sens de rotation. Signalons que la roue tractrice est équipée, elle, d'un disque optiquement codé offrant la possibilité de connaître la position de cette roue de manière relative, d'où la faculté de retenir un trajet sans, toutefois, de référence de départ mémorisable. Le moteur associé de type cou-



La roue motrice et directrice avec son disque de codage optique et le détecteur associé.

Caractéristiques mécaniques

Bras

Rotation horizontale	350 degrés avec le moteur tourelle
Plan vertical	150 degrés avec le moteur d'épaule
Extension de la pince	12,7 cm à l'aide du moteur d'extension
Pivot du poignet	90 degrés au-dessus et au-dessous de l'axe du bras (180 degrés au total).
Rotation du poignet	350 degrés à l'aide du moteur du poignet
Pince	Ouverture de 9,53 cm à l'aide du moteur de pince.
Rotation de l'ensemble du poignet	90 degrés avec extension maximum du bras (avec option de piste courbe).

Charge maximale

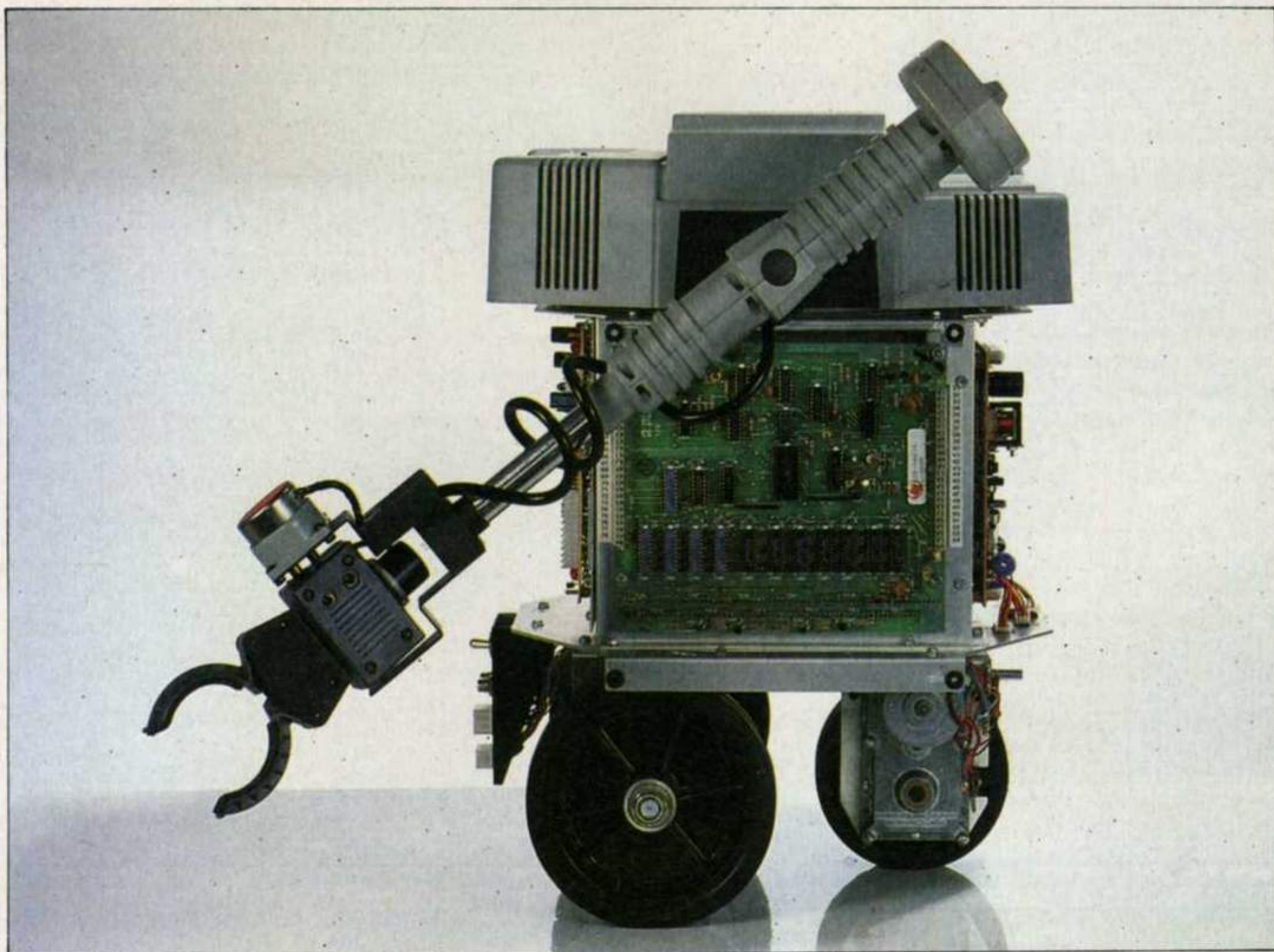
Bras horizontal et complètement retracté	453 grammes
Bras horizontal et complètement allongé	226 grammes
Force de la pince	142 grammes maximum

Rotation de la tête	350 degrés à l'aide d'un moteur pas-à-pas
Rayon de braquage minimal	30,5 cm

Température de fonctionnement	0 à 40 °C
Masse	17,6 kg
Dimensions	50,8 x 45,7 cm.



Le boîtier de télécommande.



Le bras extensible (d'où le cordon enroulé) terminé par un poignet rotatif et une pince à deux branches.



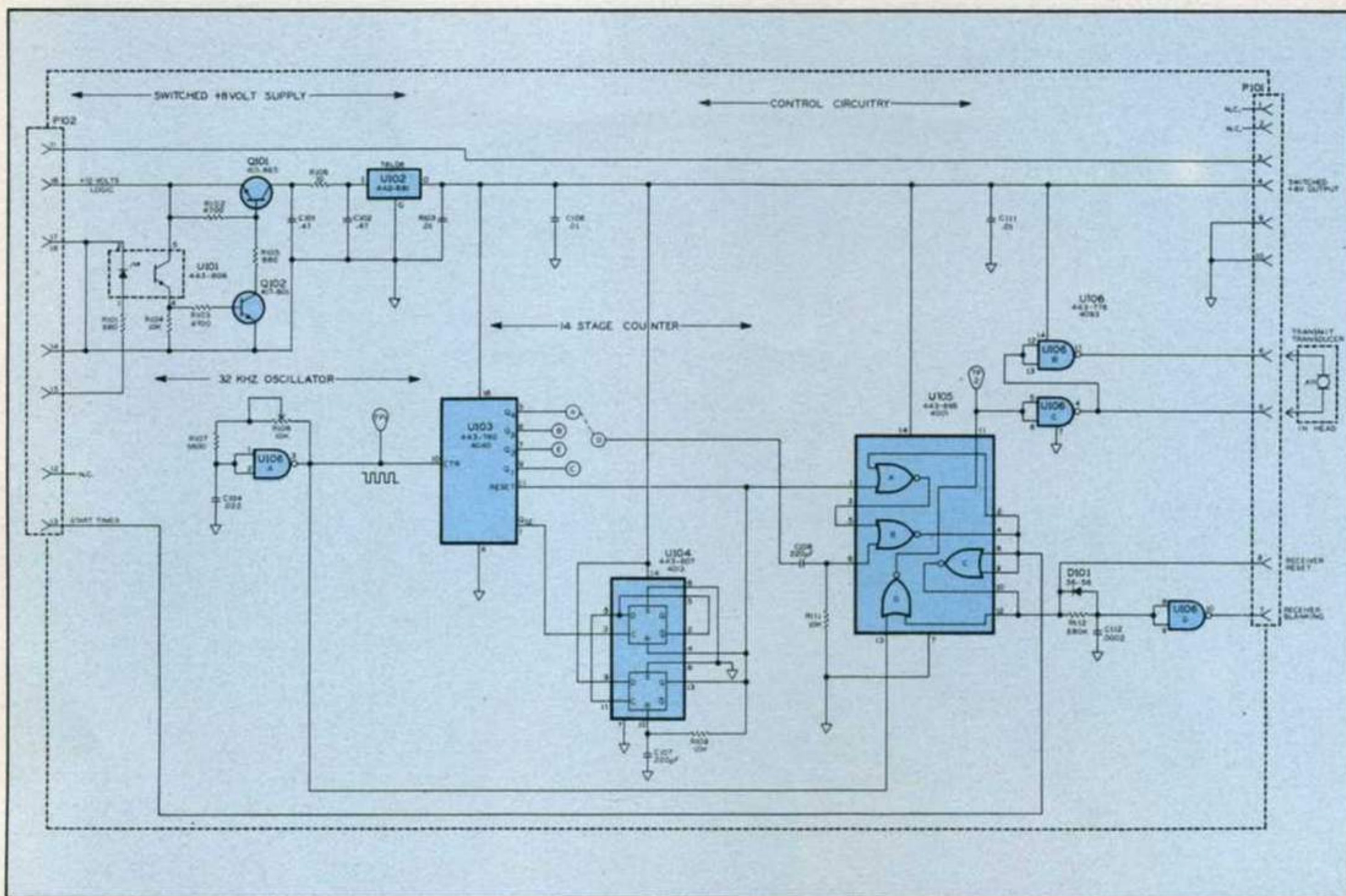
Le clavier et les afficheurs.

rant continu, à aimant permanent est alimenté par un générateur de courant à modulation de largeur d'impulsion : en jouant sur ce paramètre on modifie, bien sûr, le courant moyen traversant les bobinages et, donc, la vitesse de rotation. Quant à l'inversion de polarité elle change le sens de rotation : rien de très classique pour cette commande. Ces problèmes de repérages, de la connaissance de l'état des actionneurs se trouvent directement liés à la précision recherchée, à l'exacte réitération des mouvements de tout robot fonctionnel comme ils ne peuvent être, non plus, sous-estimés au plan de la sécurité en milieu industriel : il serait insensé, en effet et par exemple, de ne pouvoir prédire l'action ou la trajectoire d'un organe mécanique à sa mise sous tension. Tout comme il serait néfaste de provoquer des

changements d'états sans en contrôler les accélérations. D'où, bien sûr, la nécessité de doter toute machine d'une mémoire, quelle quelle soit, lui rappelant en général à quelle sorte de repos elle doit se tenir. On ne saurait trouver meilleure image comparative que celle, pour l'homme endormi, d'un réveil brutal sous l'action d'un violent stimulus : mouvements désordonnés, cris, palpitations, etc. sont autant de signes de désadaptation entre les causes et les effets qu'elles étaient censées impliquer si l'on excepte «la mauvaise plaisanterie»

La commande

Dormir, cet Hero le peut, à sa manière mais, à défaut de récupérer ses forces il ne fait que les ménager : pour passer dans ce mode il suffit de commuter l'interrupteur Sleep/Normal en position Sleep



Le schéma de l'émetteur à ultrasons. Un photocoupleur commande l'interruption de l'alimentation.

L'émetteur à ultrasons

Le télémètre. La fréquence de base des oscillations ultrasonores, produites par U106, a été fixée à 32 kHz environ (ajustable par R108). L'émission est en fait constituée de trains de 8 impulsions obtenues en sortie 11 de U105 (quadruple NOR) : la porte D est activée quand elle reçoit sur son entrée 12 un niveau logique 0 correspondant à la commande «start timer» obtenue à partir du signal à 32 kHz lui-même, utilisé comme base de temps. La sortie 13 de U104 passe à l'état 1 après 4096 divisions ce qui, d'une part, va fournir le signal d'activation de la porte D (transmission du 32 kHz) et, d'autre part, le signal de remise à zéro de U103 et U104 faisant démarrer un nouveau cycle de comptage. Quant à la sortie 5 de U103 elle passe à 1 après avoir compté 8 cycles du 32 kHz, une information qui arrête la transmission du signal commandée par la porte NOR U105D. Remarquons que, simultanément, la porte U106D sert à bloquer le récepteur pendant la transmission du signal, un blocage qui, en fait, dépasse pendant quelques instants la durée des 8 cycles transmis grâce à l'intégrateur formé par R112 et C112. La mesure de distance se fait en comptant le nombre d'impulsions produites après l'émission des 8 cycles et avant le retour du premier écho. La télémétrie par ultrasons s'avère précise mais nécessite normalement un système de correction : la température et la pression modifient en effet la vitesse du son et donc la durée du trajet aller et retour des impulsions. Dans le cas de Hero 1, ces corrections n'auraient guère de sens ni d'utilité. Nous étudierons prochainement le kit de télémétrie par ultrasons fabriqué par Polaroid et monté maintenant sur de nombreux équipements de robotique industrielle et scientifique.

mettant hors service un certain nombre de circuits secondaires afin de limiter la décharge des batteries : chaque période de sommeil dure 10 secondes pendant lesquelles seule la RAM reste activée. Mais il est évident que ce mode léthargique n'offre guère d'intérêt comparé aux autres modes de fonctionnement de ce robot. Des plus immédiats c'est sans doute celui de la télécommande par lequel on pourra s'initier, d'abord, aux fonctions mécaniques de Hero 1 : une embase permet de recevoir la prise terminant le câble du boîtier de télécommande. Sur ce boîtier on trouve un commutateur à sept positions, dont une neutre, affectées soit aux mouvements du bras soit à ceux du corps selon la position des sélecteurs «motion» et «arm/body». Il serait trop long de décrire ici la procédure d'exécution des actions télécommandables; disons simplement qu'elle n'est pas aussi simple qu'on le souhaiterait et qu'une pratique quelque peu laborieuse s'im-

pose à qui veut pouvoir jongler avec trois commutateurs et une gâchette de validation. Toujours est-il qu'avec un peu de patience et de dextérité l'on arrive à ses fins et même, en mode apprentissage, à faire garder en mémoire à ce robot les ordres injectés par ce boîtier de

télécommande. Il suffit pour y parvenir de passer sur la touche «7» du clavier et d'entrer deux adresses : l'une de départ, l'autre de fin d'apprentissage. Les mouvements enregistrés pourront alors être «rejoués» : une erreur lors de la programmation sera simplement effa-

cée par un mode particulier de retour arrière permettant de corriger le mouvement erroné.

Il reste, enfin, la possibilité de programmer Hero 1 pas à pas en rentrant au clavier la suite d'instructions codées en hexadécimal après avoir frappé l'adresse initiale, par exemple 0100. Rappelons qu'en hexadécimal l'on compte ainsi : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. A ce mode «Programme» on peut préférer un second mode nommé «A» (pour auto) utilisant un langage plus évolué — et donc plus long à interpréter par l'ordinateur — que le langage machine. Un programme entré en mémoire peut être sauvegardé sur bande magnétique (sur cassette par exemple) et conservé ainsi pour une utilisation ultérieure : des embases d'entrées et de sortie sont prévues à cet effet.

Conclusion

On ne saurait décrire exhaustivement toutes les possibilités que recèle Hero 1 et nous nous bornerons à signaler, d'une part, la présence d'une horloge et d'un calendrier permettant de déclencher un programme d'action à une heure et à une date données, d'autre part, la possibilité d'accéder au cœur de l'engin grâce à une plaque munie de connecteurs destinée à servir d'interface entre l'ordinateur et des montages extérieurs. Voilà qui clôt cette description succincte de l'un des premiers robots évolués à usage pédagogique, regroupant un grand nombre d'éléments fondamentaux pour la robotique. Pourtant, dans cette perspective didactique, nous continuons de penser qu'un bras plus traditionnel l'aurait mieux servi; et mieux adapté aussi à une télécommande différente, plus «analogique» que celle retenue. Ces quelques remarques ne viennent pourtant gêner en rien le plaisir éprouvé à l'expérimentation de ce «jouet» ultra-sophistiqué offrant une voie d'accès concrète et féconde au microprocesseur, à ses interfaces, aux périphériques et à la programmation.

Jean-Claude Simoni

Caractéristiques électroniques

Microprocesseur

Type	6808
Horloge système	895 kHz dérivés d'un quartz de 3,58 MHz.
Mémoire sur carte	8 K avec espace pour une MEM en option, 4K
Affichage	6 afficheurs 7 segments
Clavier	Clavier hexadécimal à 17 touches (0 à F et REPRISE).

Capteurs

Son	
Gamme de fréquence	200 Hz à 5 kHz
Résolution	1 sur 256
Angle de détection	Omnidirectionnel

Lumière

Gamme	Spectre visible
Résolution	1 sur 256
Angle de détection	Environ 30 degrés.

Téléométrie à ultrasons

Type	Système à ultrasons par impulsions
Fréquence	32 kHz
Résolution	1 cm
Angle de détection	Environ 30° horizontal et vertical
Gamme	7,62 cm à 2,44 m.

Déplacement

Type	Système à ultrasons à onde entretenue
Fréquence	35 kHz
Sensibilité	Fonction de la taille et du mouvement relatif de l'objet
Angle de détection	Omnidirectionnel si dirigé vers un mur

Ensemble vocal

Type	Système basé sur phonèmes synthétisés générant 64 sons de base Compteur de référence Sélectionnable par matériel
Inflexion	4 niveaux à l'aide du logiciel.

Interface cassette

Débit de données	300 bauds
Fréquence de marque	2400 Hz
Fréquence d'espace	1200 Hz

Plaque expérimentale

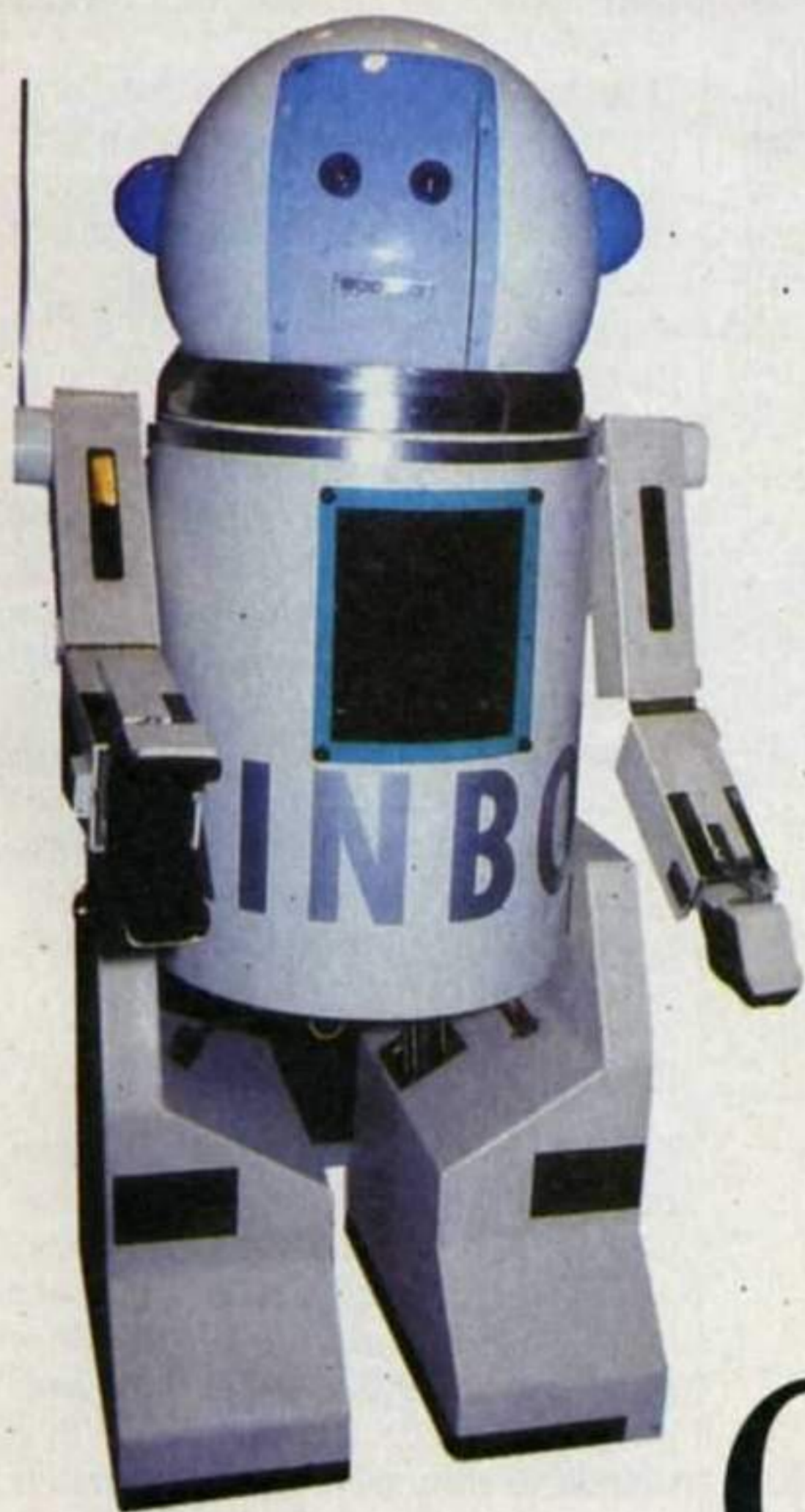
Interface	Alimentation + 5 volts et + 12 volts, porte d'entrée/sortie, interruption définie par l'utilisateur et ligne d'écriture/lecture vers l'unité centrale.
-----------	--

Commandes spéciales

Commandes spéciales	Touches de reprise, d'arrêt et commutateur de sommeil.
---------------------	--

Alimentation

Alimentation	Deux systèmes de batterie à 12 volts, l'un pour les moteurs et l'autre pour l'électronique.
--------------	---



L'une des finalités de la robotique est, très certainement, de nous soulager des tâches rébarbatives, voire d'accroître notre temps libre. Nos ancêtres avaient résolu ce problème à leur manière en choisissant les esclaves. Comme il n'est guère possible d'espérer revenir à ces temps délétères, il ne reste qu'à façonner un être artificiel à notre image en lui accordant quelque liberté surveillée.

QU'EST-CE QU'UN ROBOT?

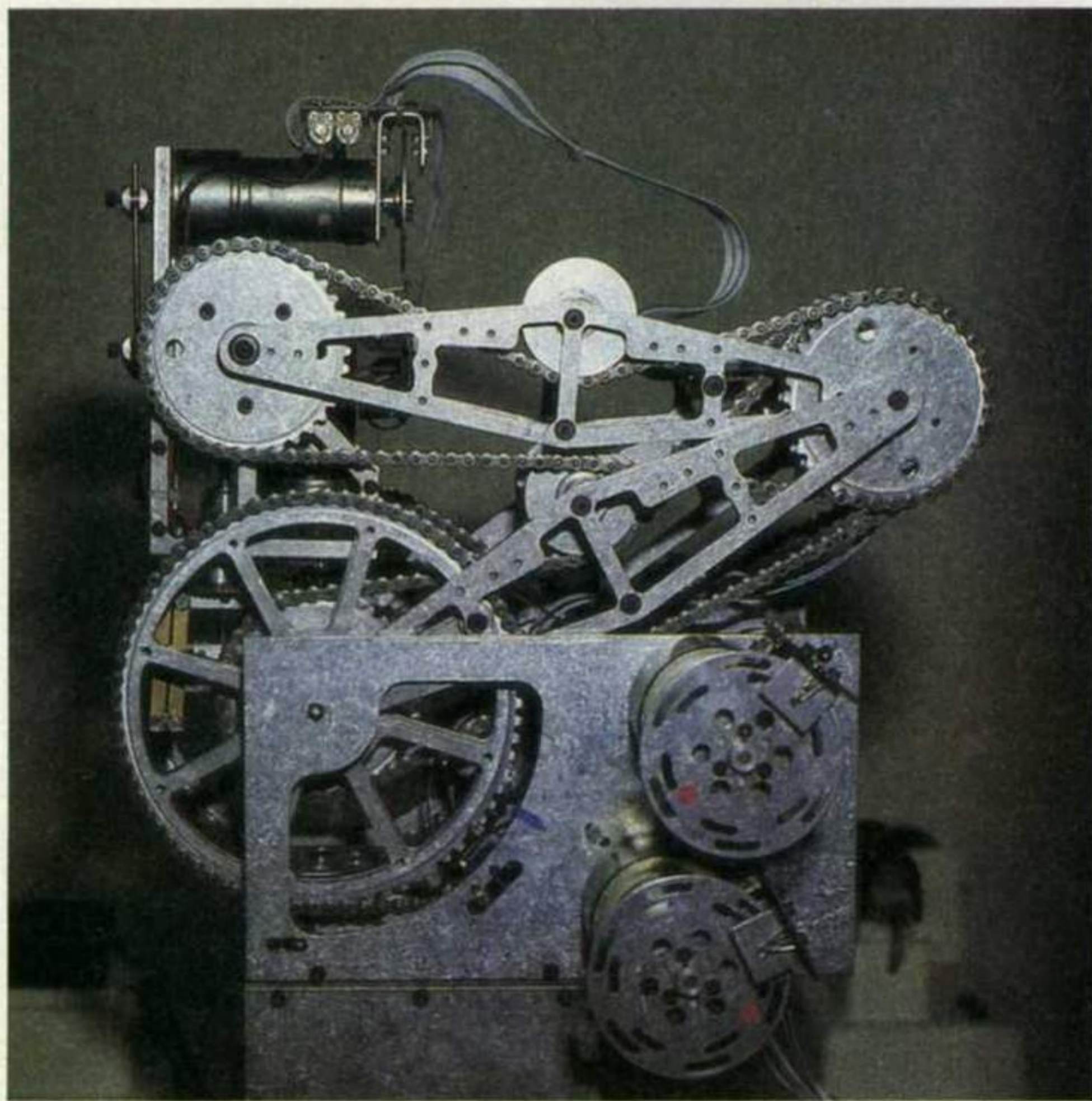
La plupart des robots personnels actuellement commercialisés dans le monde sont des outils d'initiation à la robotique plutôt que de vrais robots à usage domestique. Tous ces robots ont cependant quelque chose d'extraordinaire, et si cet article avait été écrit il y a vingt ou trente ans, il aurait été classé dans la rubrique science-fiction. Notre société est entrée dans l'ère de l'électronique, et sans jouer au prophète, l'on peut affirmer que les

robots deviendront nos futurs compagnons. Tout comme l'automobile, le téléphone et l'ordinateur ont acquis une place prépondérante dans notre vie quotidienne, ces robots nous permettront de multiplier nos moyens d'appréhension et d'action sur notre environnement.

Forme et fonction

La forme d'un robot dépend essentiellement de sa fonction. Ainsi, la forme optimum pour un robot universel serait forcément une forme anthropomorphique, puisque ce ro-

bot serait appelé à nous aider dans nos tâches quotidiennes, dans notre environnement conçu et modelé à notre échelle, pour nos fonctions. Mais avant d'en arriver à ce stade, il reste encore beaucoup de chemin à parcourir, et les robots qui nous aident aujourd'hui sont tous des robots spécialisés. La forme la plus courante de ces robots se ramène à celle du bras articulé. Ce bras permet, à partir d'une position fixe, et à condition d'y adapter l'environnement, de remplacer l'homme dans des tâches répétitives ou dangereu-

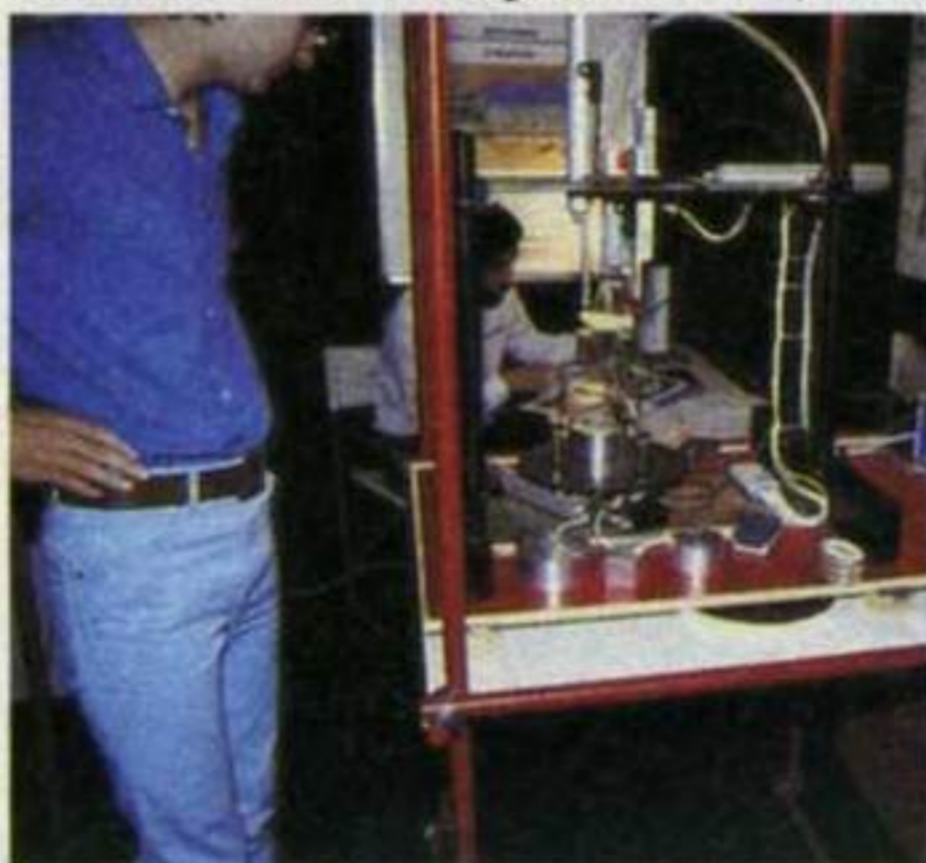


Un robot destiné à l'enseignement : il s'agit d'abord d'y voir clair !

seuses. Dans l'industrie, 95 % des robots appartiennent à cette catégorie, et s'ils possèdent certaines caractéristiques supérieures à celles du bras humain (vitesse, précision, force), ils sont cependant encore très loin de pouvoir en égaler toute la souplesse. Ces robots de type industriel possèdent au mieux six à sept degrés de liberté ou articulations, alors que notre bras en compte plus d'une vingtaine !

D'autres robots de type domestique présentés depuis quelques mois dans la presse se veulent universels, et leurs formes sont sans équivoque : tête, bras, yeux... Mais ne nous leurrions pas, la seule forme que nous maîtrisons et que nous puissions réellement utiliser, pour l'instant, dans des tâches utiles et autonomes reste le bras fixe articulé. En effet, un bras fixe peut, avec une relative facilité, appréhender son environnement; mais si ce bras se déplace, les problèmes

«d'adaptabilité» au milieu deviennent vite insolubles. Nous touchons là à deux concepts importants de la robotique : appréhension de l'environnement et adaptabilité. En un



Préhension et fibres optiques (Souriau).
mot, l'intelligence du robot est liée à sa capacité d'analyse de l'environnement.

Pour analyser cet environnement, le robot possède des capteurs, le plus important étant la caméra

L'intelligence du robot est liée à sa capacité d'analyse de l'environnement.

électronique. En effet, l'être humain perçoit plus de 60 % de ses informations via le canal visuel — tous sens confondus. Il est bien connu qu'un petit croquis vaut mieux qu'un long discours. Malheureusement, autant cet outil est puissant, autant il est difficile à maîtriser; et la reconnaissance de forme n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements malgré tous les efforts déployés par les spécialistes depuis une dizaine d'années.

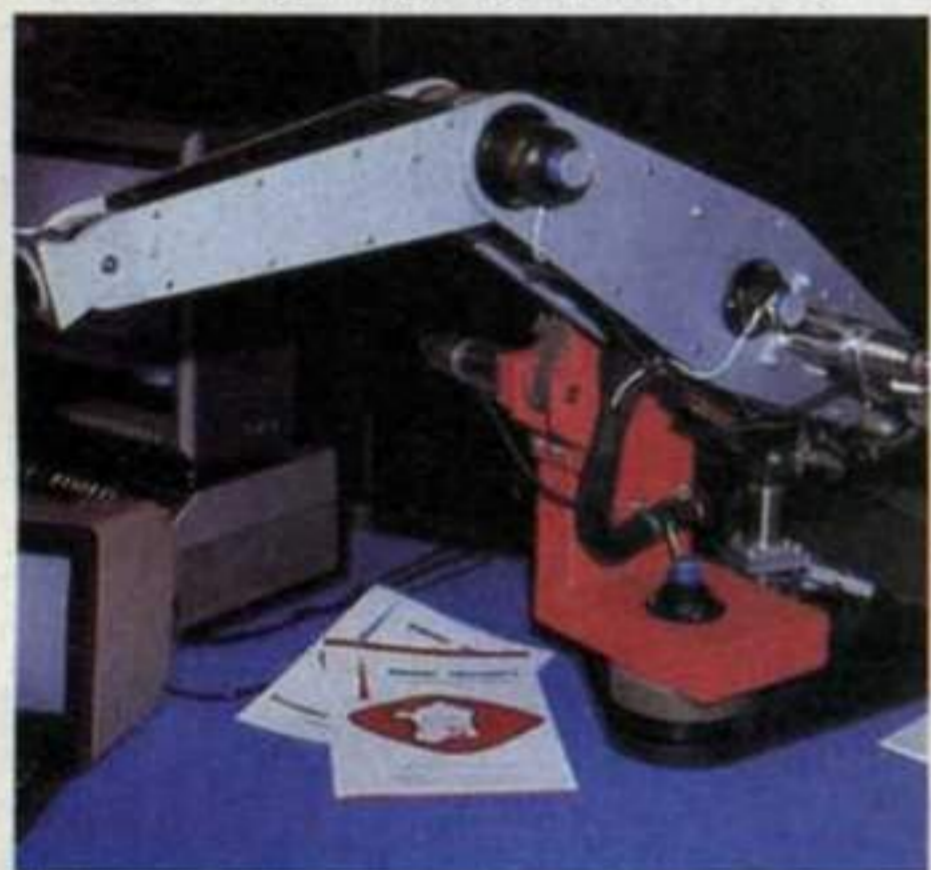
Mais il existe bien d'autres types de capteurs tels que :

- les capteurs de distance, à ultrasons, à infrarouge.
- les capteurs de vitesse et d'accélération.
- les capteurs de position
- les détecteurs de bruit, de fumée, de gaz, d'odeurs, etc.
- les capteurs sensitifs (peau artificielle)
- les capteurs de force
- les détecteurs de chaleur, qui

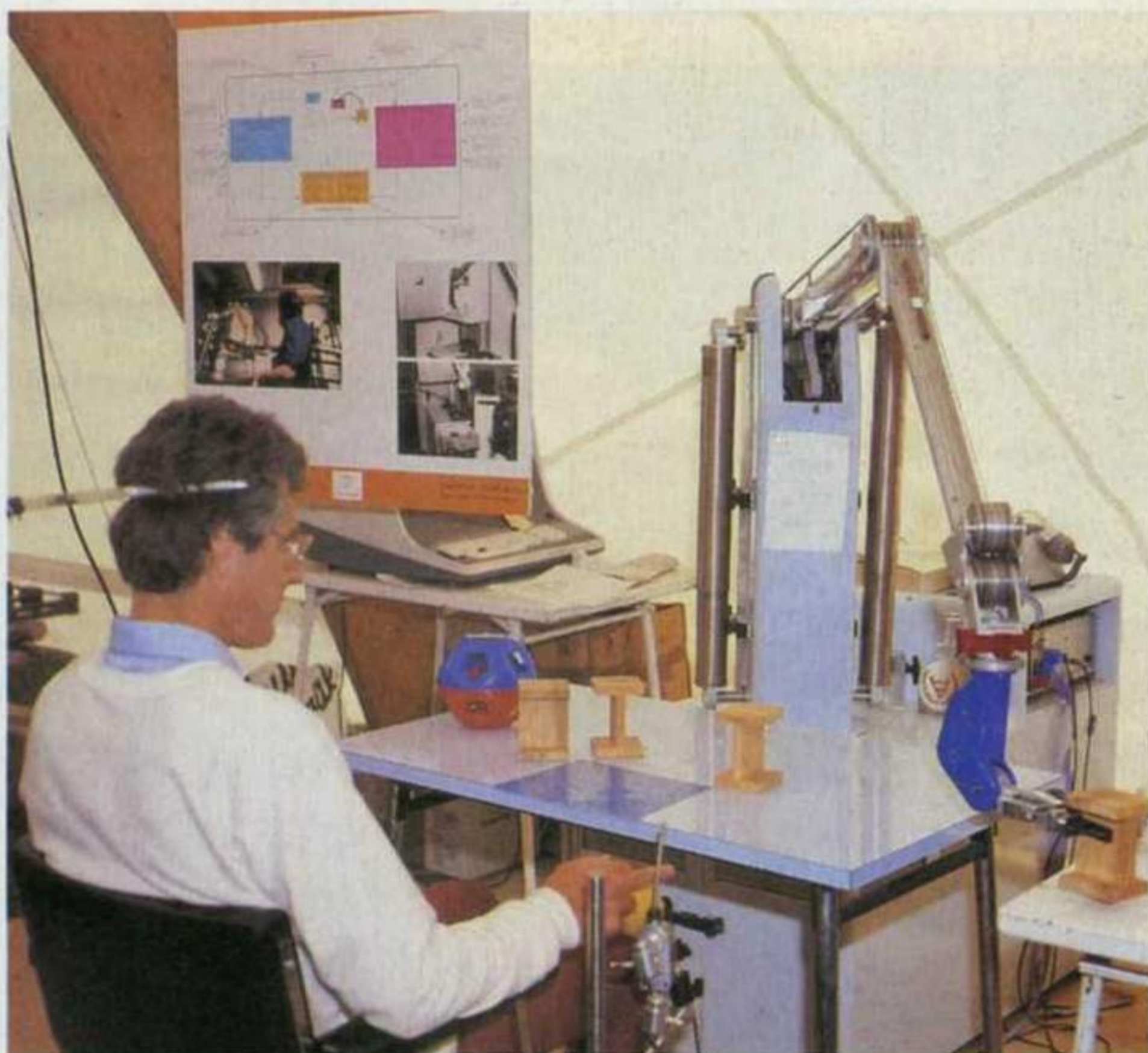


Véhicule à guidage optique (Matra).

doc. Afi



Ericc fabriqué par Barras Provence.



Les mouvements de la tête pilotent le bras (projet Spartacus).

servent entre autre à détecter la présence humaine — et bien d'autres encore...

La quantité et la diversité des capteurs ne suffit bien évidemment pas à rendre un robot intelligent. Encore faut-il pouvoir utiliser le flot d'informations en provenance de ces capteurs, et cela suffisamment rapidement pour déterminer ou modifier le comportement du robot alors même qu'il est en train d'agir : nous pénétrons ainsi directement dans le monde de l'intelligence artificielle.

Robotique et ordinateurs

Certains considèrent que tous les robots, même les plus sophistiqués, ne constituent en fait que des périphériques d'ordinateur. Il est vrai qu'un ordinateur peut s'utiliser sans robot, mais que l'inverse est difficile. Une chose reste certaine, c'est que tous les développements futurs de la robotique seront inmanquablement liés aux développements de l'ordinateur et plus précisément à l'évolution des logiciels tournés vers l'intelligence artificielle. La société Androbot aux Etats-Unis l'a



Topo fabriqué aux USA par Androbot.

bien compris, puisqu'elle a doté son robot domestique B.O.B. (Brains on Board — cerveaux embarqués) d'une puissance de calcul extraordinaire et recherche de façon permanente des programmeurs capables d'en exploiter toutes les ressources. B.O.B. contient en effet deux microprocesseurs 16 bits Intel 8086 et une mémoire de trois millions d'octets.

Il est absolument certain qu'avec une multitude de capteurs, une puissance de traitement de l'information suffisamment importante et surtout de bons logiciels, les robots de notre futur proche sauront nous démontrer par leur comportement qu'ils ne sont pas de simples machines automatiques.

L'énergie, les actionneurs et la mécanique

Ce sont trois éléments moins importants mais cependant essentiels pour l'évolution de la robotique. Dans un robot autonome, l'énergie se trouve limitée. De ce fait les actionneurs, c'est-à-dire l'équivalent de nos muscles, doivent consommer le moins possible et la partie

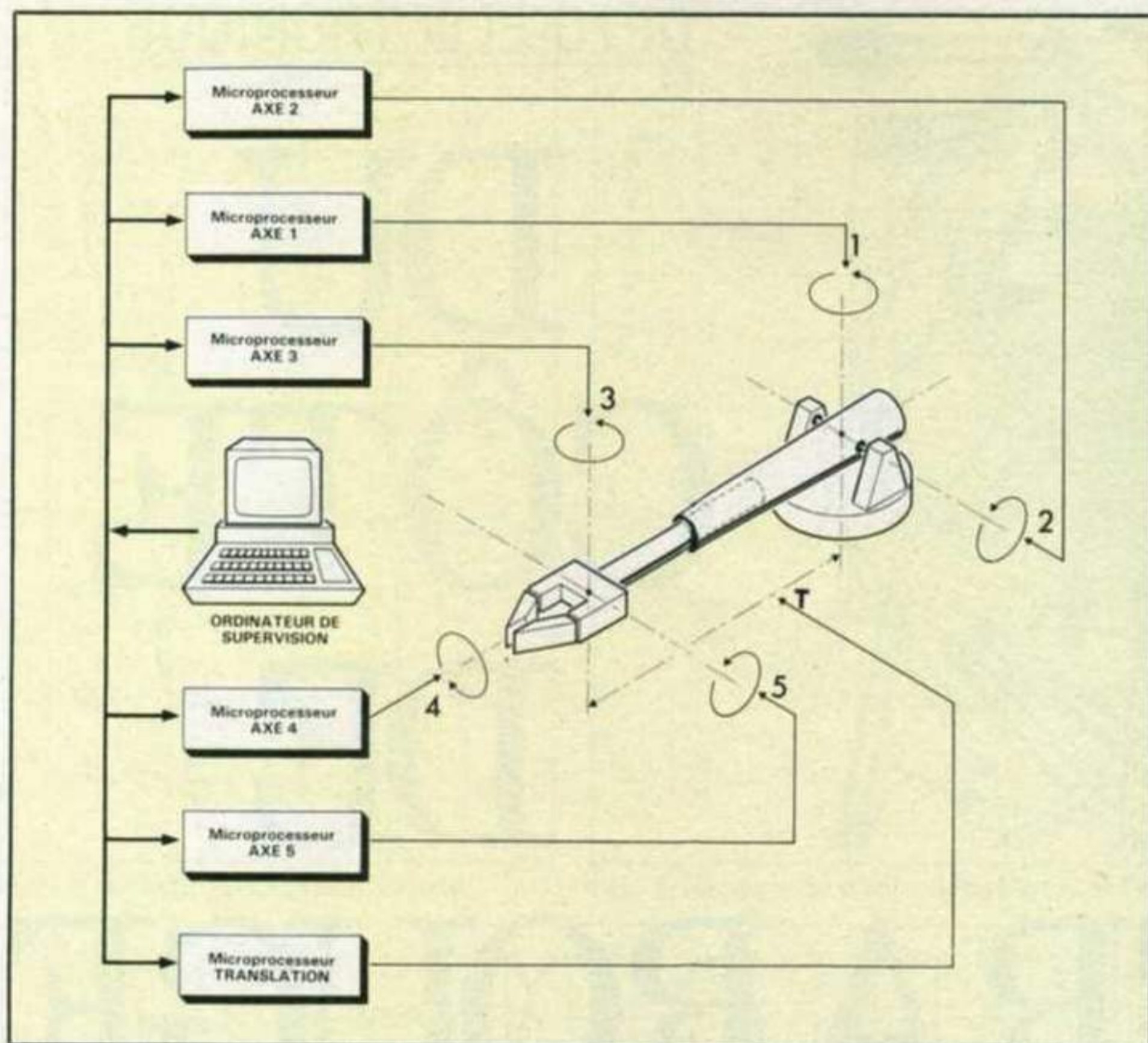
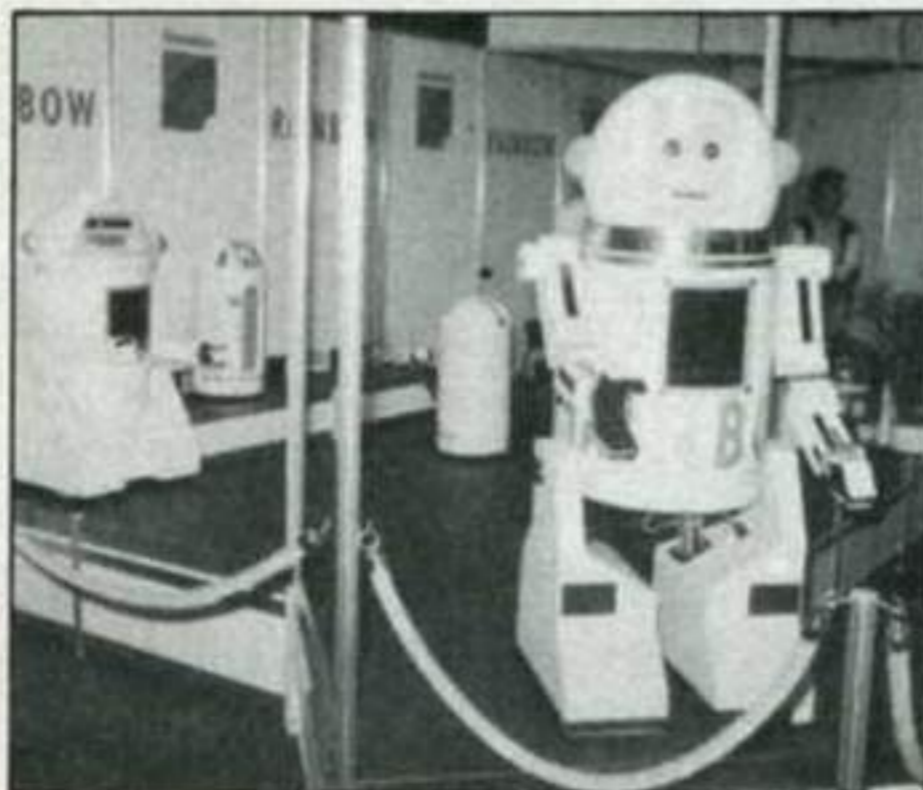


Schéma d'un bras rétractable avec pince et poignet (doc. Télésoft).

mécanique, les structures et le châssis doivent être le plus léger possible tout en offrant une rigidité suffisante. Les robots sont donc essentiellement construits en alliages légers et en matériaux synthétiques ou composites.

La source d'énergie principale reste encore la batterie, mais les piles solaires ou les piles à carburant pourront peut-être la compléter ou la remplacer dans un avenir proche. Quant aux actionneurs, si l'on trouve encore des moteurs ou vérins hydrauliques dans les robots fixes de l'industrie (c'est l'actionneur qui présente le meilleur rapport puissance/masse ou puissance massique), les robots mobiles sont, pour la plupart, équipés de moteurs électriques. Le rendement et donc la consommation de ces moteurs est meilleure; de plus, les progrès récents dans ce domaine créent une tendance irréversible. La mécanique, les sources d'énergie et les actionneurs vont évoluer dans les années à venir, pour faire face aux besoins propres de la robotique, mais ce n'est pas à ce plan-là qu'il faut attendre les progrès les plus

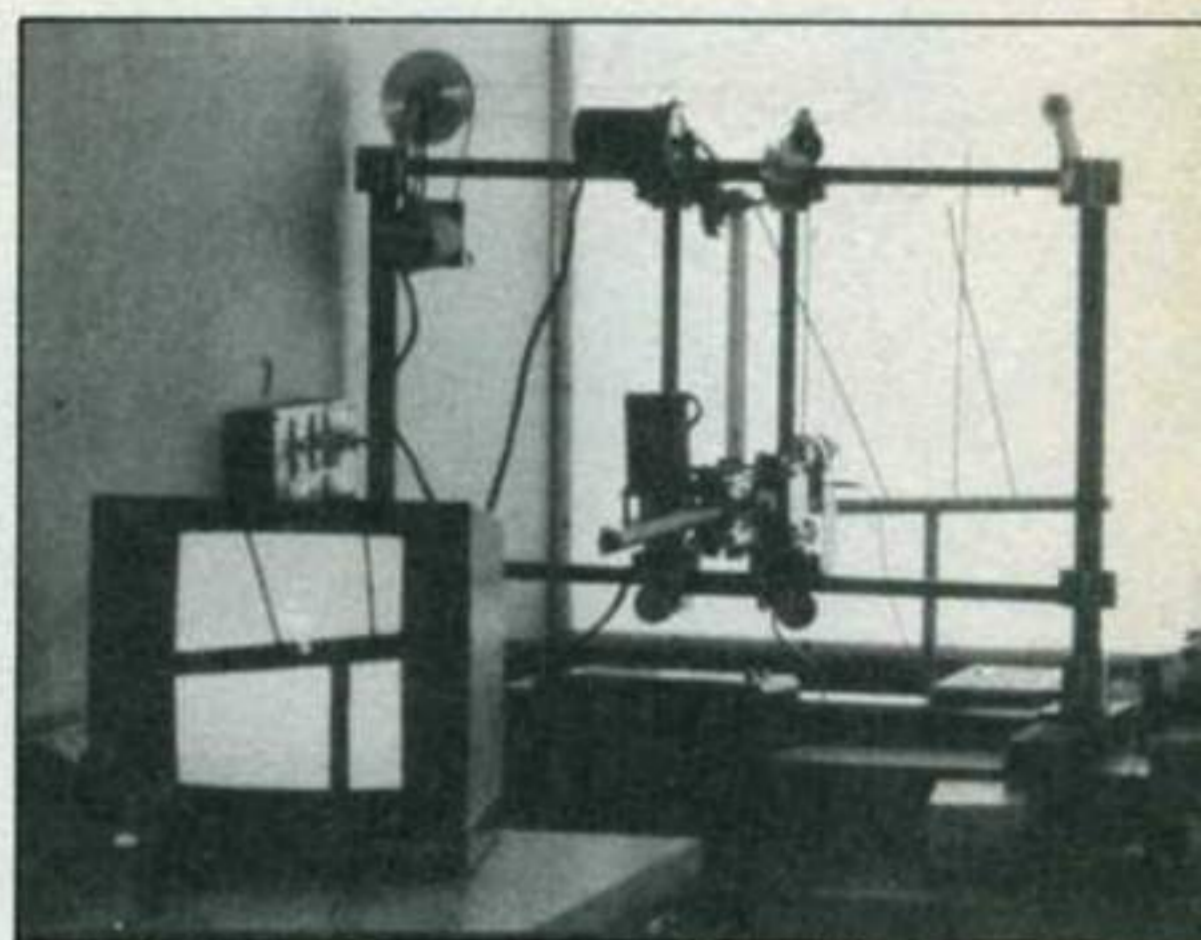
importants. Les robots personnels ou domestiques actuellement proposés sont, de ce point de vue, suffisamment bien équipés. Cela signifie, en fait, qu'avec un bon micro-ordinateur, une de ces «mécaniques» en vente dans toutes les bonnes boutiques de micro-informatique et l'adjonction de capteurs judicieusement choisis, chacun de nous va pouvoir s'adonner aux joies de l'intelligence artificielle.



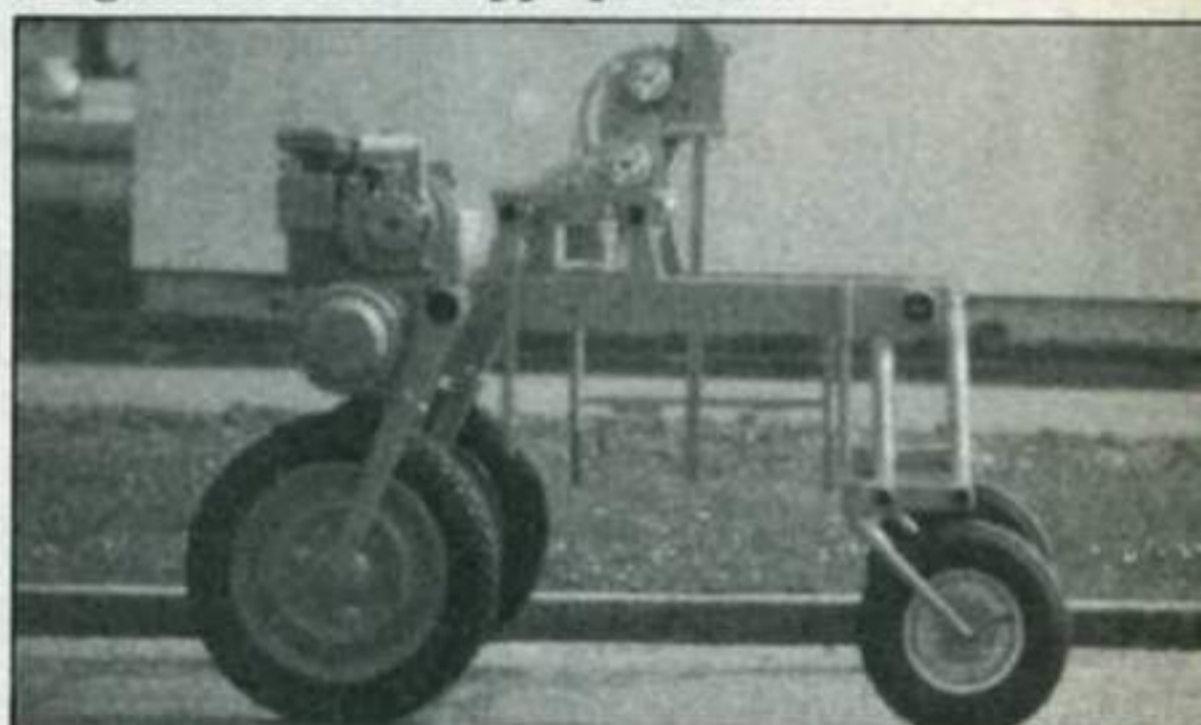
Denby un robot très démonstratif.

L'avenir de la robotique domestique

Pour l'instant, les robots domestiques permettent surtout de se fami-



L'agriculture n'échappe pas à la...



...robotisation (ramassage des asperges).

doc. Afr

liariser avec cette jeune science qu'est la robotique. Dans quelques années, ils feront peut-être la cuisine, la vaisselle et nous apprendront à jouer correctement aux échecs. Bien sûr ils seront dotés de la parole, sauront nous écouter avec attention et ils seront capables de s'adapter d'eux-mêmes aux diverses situations. Tout cela impliquera que les capteurs et en particulier les capteurs visuels soient intelligents, c'est-à-dire que, munis de leur propre micro-processeur, ils enverront des informations déjà traitées vers le processeur central. A moins qu'entre-temps, le processeur central et son logiciel ne soient devenus tellement puissants qu'ils puissent remplacer une petite quantité de microprocesseurs répartis entre les divers capteurs et actionneurs. Il est tout de même réjouissant de penser que les progrès de la robotique dépendent essentiellement du développement de logiciels, c'est-à-dire, et surtout, de l'intelligence humaine et non pas seulement de progrès technologiques aléatoires.

Pierre-Alain Cotte