

PROJETO E CONTROLE DO RODIN - 1

Eduardo Aoki (*)
Erasmus José Gomes (*)

234503

RESUMO

Este artigo descreve um robô manipulador experimental de baixo custo, denominado RODIN-1, que foi desenvolvido na Escola Técnica «Professor Everardo Passos» (ETEP), mantida pelo Centro de Desenvolvimento de Tecnologia e Recursos Humanos (CDT), de São José dos Campos, utilizando componentes e serviços facilmente encontrados no mercado nacional.

O RODIN-1 pode ser adaptado para aplicações industriais como montagem, pintura, soldagem de peças numa linha de produção e outras tarefas repetitivas.

ABSTRACT

This paper describes an experimental low-cost Robot, Rodin-1, which was developed in the technical school of Professor Everardo Passos (ETEP) in São José dos Campos using components and services which are available in the National Market. Rodin-1 can be easily adapted to industrial applications such as the mounting, painting and soldering of pieces on production lines.

This paper presents the design and control strategies of Rodin-1 together with guide lines and recommendations which are useful in the development of robots of this class.

Keywords: Low-cost Robots; Robot-design; Robot-control; Robot-stpmotors; Robot-grippers.

1. INTRODUÇÃO

Coiffet (1983) e R.P.Paul (1986) equacionaram direta e indiretamente os problemas da cinemática de robôs e apresentaram um resumo consistente e atualizado de verificação e atualização de pesquisas na área; também propuseram adequadamente modelos matemáticos e metodológicos de controle.

L'Hote (1983) e Karissen (1984) tinham pesquisado e comparado uma variedade de robôs industriais comercialmente disponíveis, fornecendo descrições detalhadas, explicações e modelos matemáticos de com-

ponentes mecânicos e eletrônicos utilizados na montagem desses robôs.

Uma pesquisa de mercado revelou a existência de uma demanda significativa de uma classe de robôs industriais de baixo custo que possam executar uma grande variedade de tarefas com uma precisão razoável.

O RODIN-1 foi concebido para atender essa demanda e preencher a lacuna até então existente.

Totalmente desenvolvido, manufaturado, montado, debugado e testado pelos pesquisadores da ETEP, o RODIN-1 utiliza materiais, componentes e serviços disponíveis no mercado nacional.

(*) Eduardo Aoki e Erasmo José Gomes, elaboradores do texto e pesquisadores do Centro de Desenvolvimento de

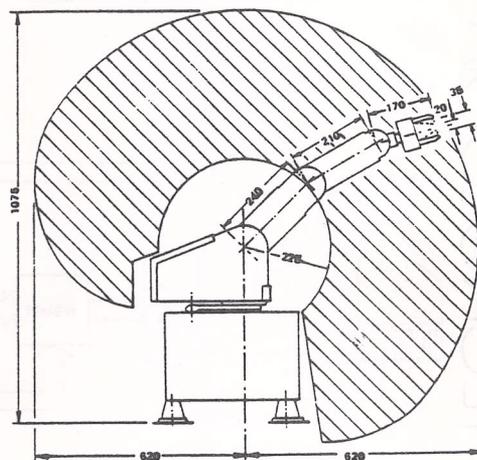
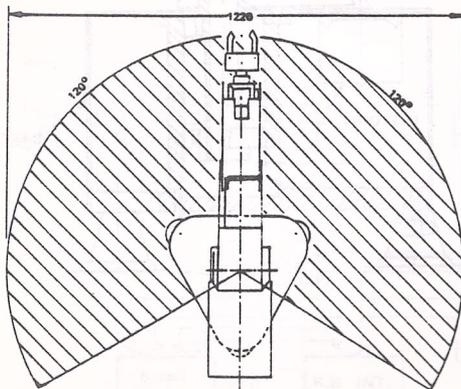
Tecnologia e Recursos Humanos — CDT/CON, São José dos Campos - SP

2. RODIN-1

A forma de execução e características do RODIN-1 foram estabelecidas como segue:

ALCANCE (mm)	600
VELOCIDADE (mm/seg)	400
CAPACIDADE DE CARGA (g)	500
DIMENSÃO DA CARGA (mm)	40 D 60
GRAUS DE LIBERDADE	5
REPETIBILIDADE (mm)	3
CONTROLE	MALHA ABERTA
POSIÇÃO INICIAL	SENSORES ÓTICOS
ATUADORES	MOTORES DE PASSO
GARRA	ELETROMAGNÉTICA

DIMENSÕES E ÁREA DE OPERAÇÃO



DIMENSÕES E ÁREA DE OPERAÇÃO

A parte mecânica consiste basicamente de uma base, ombro, braço, antebraço, punho e garra.

O projeto das partes mecânicas tem as seguintes características:

a) Os materiais utilizados têm razoável integração mecânica e estabilidade dimensional; são usinados de maneira simples com recursos da mecânica convencional e métodos de baixo custo de fabricação. Nas partes com movimento relativo são utilizados materiais leves, para minimizar o trabalho dos atuadores.

b) O projeto permite um fácil intercâmbio das partes e montagem do sistema, através de parafusos convencionais.

c) As chapas de alumínio utilizadas nas laterais, base, ombro, braço e antebraço, são de 3mm de espessura. A base é montada sobre duas placas horizontais de aço, com espessura de 19mm, para fixá-la e promover estabilidade nas partes em movimento.

d) O movimento relativo do ombro para a base é realizado apoiado em rolamentos; e os demais movimentos, apoiados em pinos de aço e buchas de nylon e bronze.

e) As tolerâncias de fabricação das diferentes partes são de conformidade com a ISO IT7.

f) Cinco motores de passo, de diferentes especificações, controlam o movimento das partes mecânicas. Cada um desses motores utiliza uma redução na velocidade através de correias sincronizadas e polias.

As relações de redução são as seguintes:

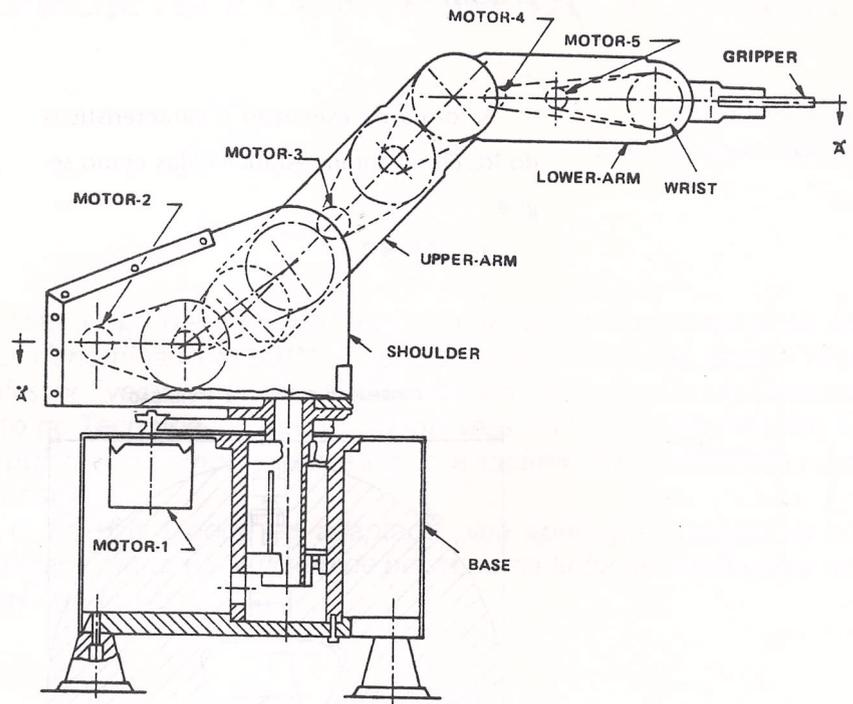
OMBRO/BASE	1/3
BRAÇO/OMBRO	1/9
ANTEBRAÇO/BRAÇO	1/9
PUNHO/ANTEBRAÇO	1/3, 1/3

g) Todas as engrenagens e as polias maiores são fabricadas em nylon; as polias menores, em alumínio.

h) Um contrapeso é introduzido no braço para auxiliar no torque requerido pelo motor de passo dois.

i) Um solenóide de tração de 40N atua na garra.

j) O punho, equipado com três engrenagens cônicas dispostas de maneira similar às engrenagens de uma caixa diferencial de automóveis, é capaz de realizar movimentos de rotação e flexão separadamente.



3. OS MOTORES DE PASSO

Cinco motores de passo foram adquiridos da Syncro Eletro-mecânica Ltda. Suas especificações técnicas são as seguintes:

MOTORES	1.3	2	4.5
FASES	5	5	4
TORQUE DE MANUTENÇÃO (N.cm) .	110	230	48
TORQUE DE TRABALHO (N.cm)	95	200	42
TORQUE RESIDUAL (N.cm)	11	23	3
PASSO (Ângulo)	0.72	0.72	1.8
PASSO/REVOLUÇÃO	500	500	200
AMPLITUDE/FASE (Amp.)	1.25	1.25	1
PESO (kg)	1.5	2.6	0.5
DIÂMETRO (mm)	85	85	57
ALTURA (mm)	73	107	57

AZIMUTE	motor 1	— horário/ anti-horário
BRAÇO:	motor 2	— para cima/ para baixo
ANTEBRAÇO:	motor 3	— para cima/ para baixo
PUNHO/FLEXÃO:	motor 4 e 5 (oposição)	— para cima/ para baixo
PUNHO/ROTAÇÃO:	motor 4 e 5 (juntos)	— horário/ anti-horário
GARRA:	solenóide	— aberto/ fechado
APG:	apaga último comando	
ECT:	repete execução	
RESET:	reinicializa	

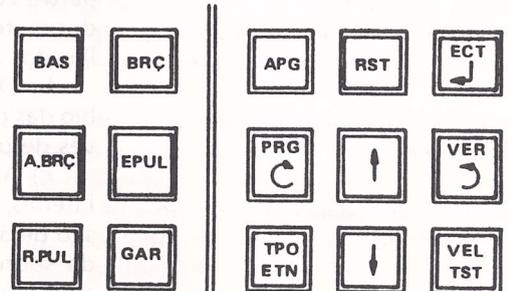
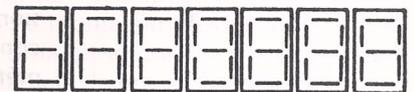
4. CONTROLE DO RODIN-1

O sistema de controle do RODIN-1 possibilita a escolha de duas configurações: programação manual (MDI) ou programação direta (ON LINE).

A programação manual é realizada no próprio painel de controle ('TEACHING BOX'); a programação direta é conseguida através de um microcomputador (padrão IBM-PC) por meio de uma interface serial.

O painel de controle também é equipado com 'displays' para indicar os ângulos em graus e o sentido do movimento, bastando para isto entrar com uma instrução por vez.

O 'TEACHING BOX' possui as seguintes teclas, tendo algumas dupla função:



O 'rack', que abriga o painel de controle, contém ainda os módulos de resistência e comando para os motores de passo, o sistema de controle, a fonte de alimentação e o sistema de ventilação.

O sistema de controle tem as seguintes características:

Nos motores de passo, a interface paralela é responsável pelo sentido de rotação e o cartão 'timer' é responsável pela velocidade.

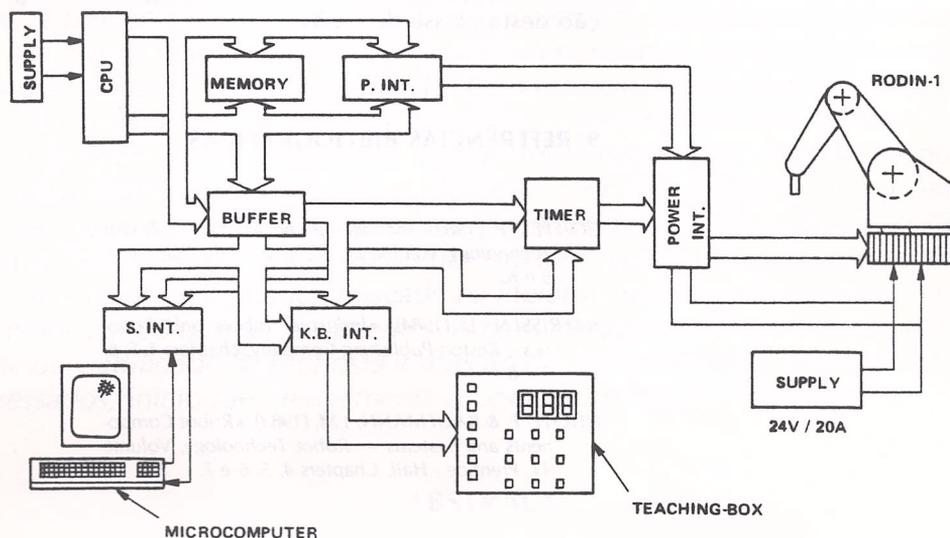
Todos os cartões de controle são interligados, obedecendo a barramento padronizado.

A interface com os motores de passo é feita através de cartões de controle de quatro e cinco fases e de módulos de resistência que adequam a corrente para os motores.

A alimentação dos motores de passo é de 24V/6A por linha de força de cada motor; uma fonte de alimentação de 480W foi projetada e fabricada de acordo com as necessidades do sistema.

O sistema de controle é equipado com os componentes:

CPU	8 bit	Z 80A CPU
ROM	16KB	Intel 27128
RAM	8KB	Motorola 6264
TIMER	Intel 8254	
INTERFACE PARALELA	Z 80 PIO	
INTERFACE SERIAL	Z 80 SIO	



5. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Foi desenvolvida uma linguagem especial de programação para o RODIN-1. Com poucos comandos, facilidade de programação e operação — que são rapidamente assimiladas e realizadas pelo próprio usuário sem a necessidade de conhecimento de técnicas específicas de programação — esta linguagem interativa atua de maneira direta no sistema através dos comandos básicos «home, move, grip, null, stop, run e jump» e dos comandos auxiliares «right, left, up, down, open e close».

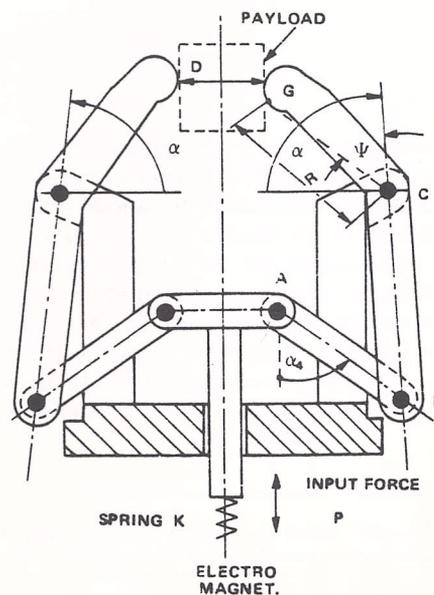
O comando «home», por exemplo, atua nos sensores óticos montados nas juntas de movimentação do RODIN-1 para a detecção da posição de referência.

Para o RODIN-1 foram projetadas duas pinças levando em consideração os aspectos de:

- a) otimização dos movimentos;
- b) facilidade de instalação no pulso do robô.

6. A GARRA

Existem diferentes tipos de garras que podem equipar os robôs industriais — com dois ou três discos, para prender externo ou interno — a serem especificadas em função de diferentes necessidades, condições de aplicação e concepções de projeto.



7. CONCLUSÃO

O desempenho do robô manipulador RODIN-1, nos sucessivos testes até agora realizados, é considerado muito bom para aplicações didáticas.

Novas implementações estão sendo feitas para utilização em diversas aplicações industriais. Uma análise qualitativa dos progressos obtidos mostra estarmos no caminho certo.

A ETEP atualmente tem planos para o desenvolvimento de um novo projeto para aplicação específica na indústria, atendendo as necessidades do mercado nacional: RODIN-2, que representa a próxima geração desta classe de robôs.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COIFFET, P. (1983). «Modelling and Control — Robot Technology, volume 1», Prentice - Hall, chapters 4, 5 e 6.
- KAFRISSEN, E. (1984). «Industrial robots and Robotics», Reston Publishing Company, chapters 4, 5, 6, 7 e 8.
- L'HOTE, F. & KAUFMANN, J.M. (1983). «Robot Components and Systems — Robot Technology, Volume 4», Prentice - Hall, Chapters 4, 5, 6 e 7.

PAUL, R.P. (1986). «Robot Manipulators: Mathematics. Programming Control», The MIT Press, chapters 3, 4, 5, 6 e 7.

CARDOSO, C. & MARQUES, E. «Design and Control of RODIN-1». Anais do VII Congresso de Automatização, volume 1, 1988, p. 304 a 309.

Boletim da Sociedade Brasileira de Comando Numérico e Automatização Industrial, Ano V, maio/junho, 1989, p. 39 e 43.

8. EQUIPE DE PESQUISADORES

Carlos Henrique R. Cardoso
Edmundo Alberto Marques Filho
Eduardo Pereira de Castro
Guilherme Peixoto
Helder Chaib Menezes
Nilson Chaib Menezes
Rogério Feliciano rocha

• **Consultores:**
Roberto Peres
William Mansour

• **Coordenadora:**
Rosa Maria Costa