

**Licenciatura em Engenharia Informática**  
**Exame de ROBÓTICA**  
**1ª chamada**  
**6 de Março de 1990 • 15 horas**  
**(Duração: 2h30, Tolerância: 30mn)**

- comece cada problema numa nova folha -

**1• Manipulação [55%]**

Considere a cena representada na figura 1. O robô é pressuposto obter uma peça BASE do alimentador 1 e colocá-la no fixador da mesa de montagem. Seguidamente deve retirar dois parafusos do alimentador 2 e inseri-los nos buracos da peça BASE. Após a conclusão da montagem, esta deve ser retirada do fixador e colocada no tapete rolante de saída.

O robô dispõe de um magazine de ferramentas, donde se destacam:

- **garra\_normal**, capaz de pegar na peça BASE,
- **garra\_chave**, capaz de pegar num parafuso e aparafusar.

As peças nos dois alimentadores caem por efeito da gravidade. Sempre que uma é retirada, outra assume o seu lugar.

O controlador da estação incorpora o modelo cinemático do robô e fornece os seguintes comandos:

- **move** <ref> - movimento livre para <ref> [referencial indicado em termos do punho do robô],
- **approach** <d> - movimento retilíneo com amplitude <d> ao longo do eixo dos ZZ,
- **deapproach** <d> - análogo ao anterior mas em sentido contrário,
- **release\_tool** - desconecta a ferramenta corrente do punho,
- **attach\_tool** - conecta o punho a uma ferramenta [pressupõe que nessa altura o punho está em contacto com a base da ferramenta].

Quando a ferramenta corrente for **garra\_normal**, estão ainda disponíveis os comandos:

- **open\_gripper** <width> - abre a garra com a amplitude <width>,
- **close\_gripper** <width> - oposto do comando anterior.

No caso de a ferramenta ser a **garra\_chave** podem-se utilizar os comandos:

- **pick\_screw** - pega o parafuso em contacto com a garra,
- **insert\_screw** - faz a inserção do parafuso [até "sentir" resistência elevada],
- **release\_screw** - larga o parafuso.

Para controlar o fixador da mesa de montagem dispõe-se dos comandos:

- **open\_fixture**,
- **close\_fixture**.

**Questões:**

[10%] **a.** Indique os referenciais significativos para a resolução desta tarefa.

[30%] **b.** Escreva, em pseudo-código, o programa de controle da estação para a realização desta tarefa.

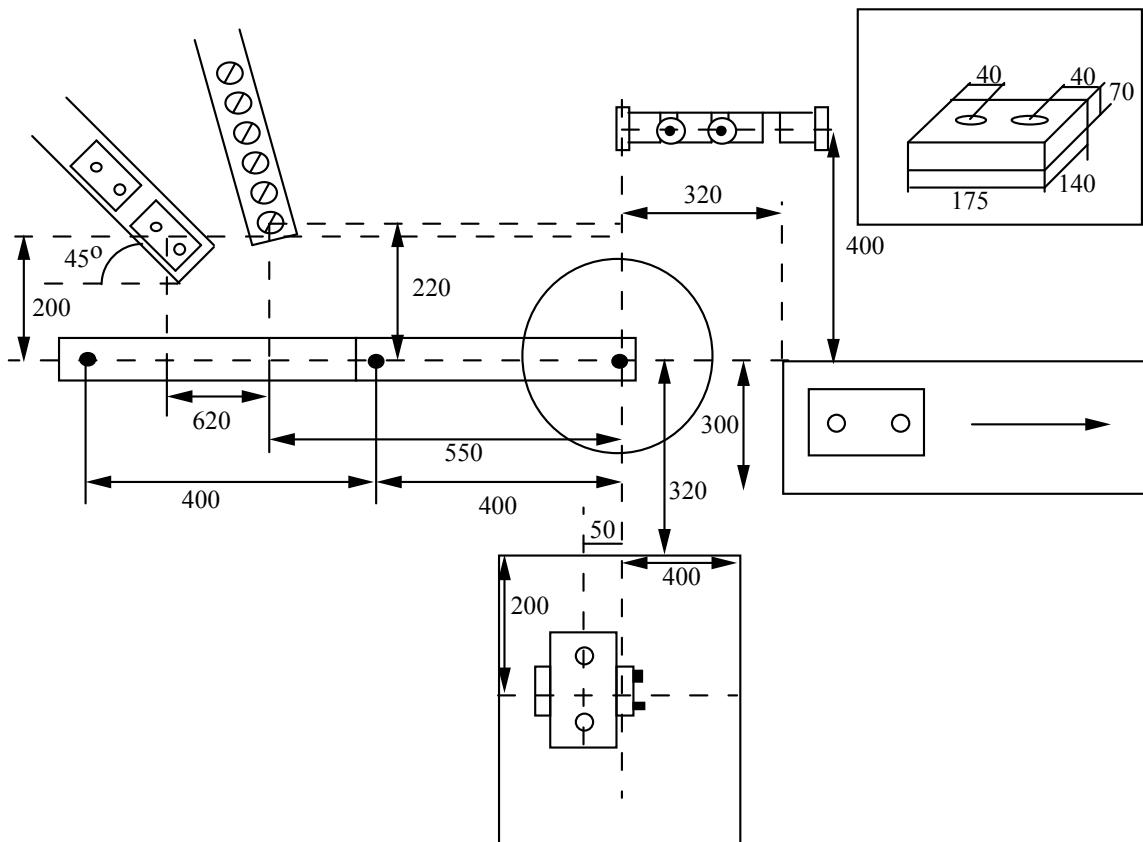
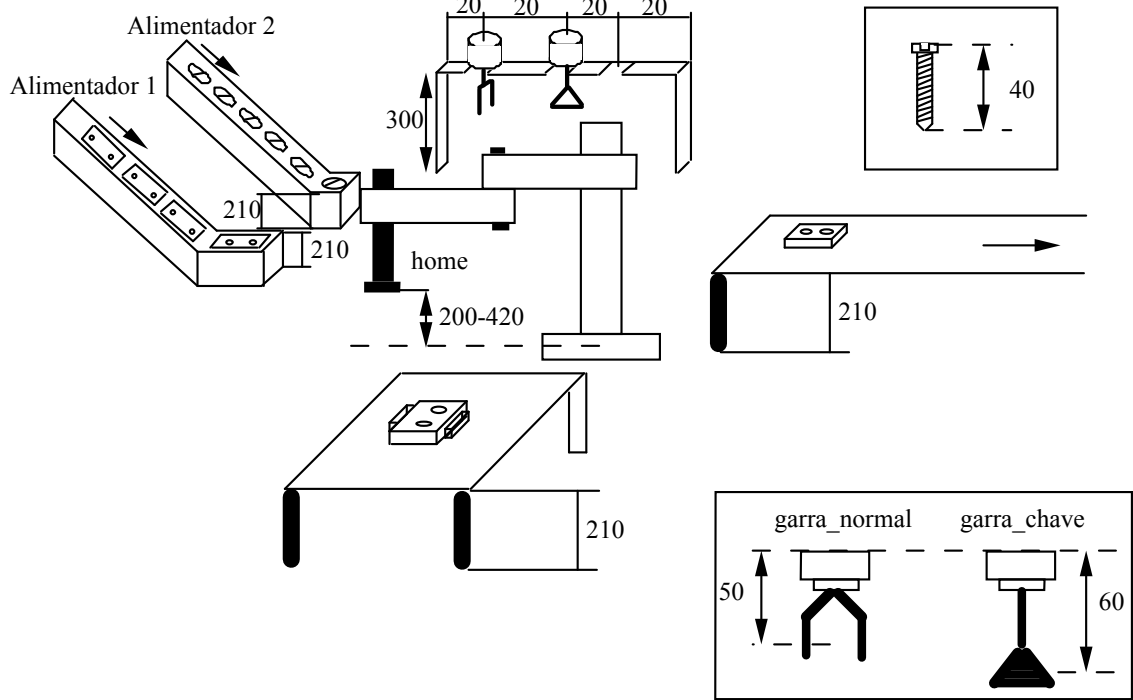
Assuma como pré-definido o tipo **referencial**, com as operações:

- **rot**(<ref>,<eixo>,<ângulo>),
- **trans**(<ref>,<eixo>,<deslocação>).

**NB:** Os referenciais a usar nas diversas operações de movimento devem ser rigorosamente definidos.

[15%] **c.** Suponha que, após a entrada em funcionamento do sistema, se verificam frequentemente pequenos erros de posicionamento da peça BASE no fixador.

Proponha um sistema sensorial -económico- para determinar a localização exacta da peça após a sua fixação.  
 Que alterações seriam necessárias no programa anterior?



**Figura 1**

2• Triangulação [20%]

Um sistema "range finder" baseado no princípio da triangulação, usa uma câmara de 35mm de distância focal, colocada a 30cm à direita de um emissor de luz (figura 2).

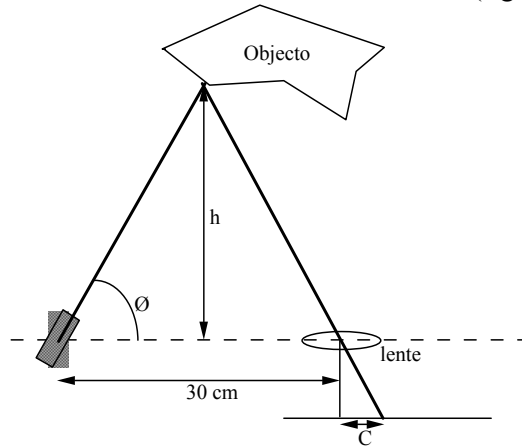


Figura 2

Suponha que para três valores distintos de  $\theta$ , os correspondentes pontos imagem foram obtidos às distâncias  $C$  do centro da câmara, de acordo com a seguinte tabela:

amostra	$\theta_i$	$C_i$
1	$60^\circ$	28.3 mm
2	$48^\circ$	17 mm
3	$45^\circ$	9 mm

[15%] a. Represente num gráfico 2-D os valores  $h_i$  correspondentes às três amostras.

[05%] b. Que conclusão pode extrair sobre a superfície do objecto?

3• AGV's [25%]

Uma conhecida empresa do ramo industrial, produtora de fardos de palha, pediu à firma "AGV's do Silva, Lda.", o desenvolvimento de um veículo autónomo, capaz de apanhar os fardos que a enfardadora vai atirando para o recinto de expedição e cuja posição é, a priori desconhecida; e de os depositar numa cinta transportadora de saída (figura 3).

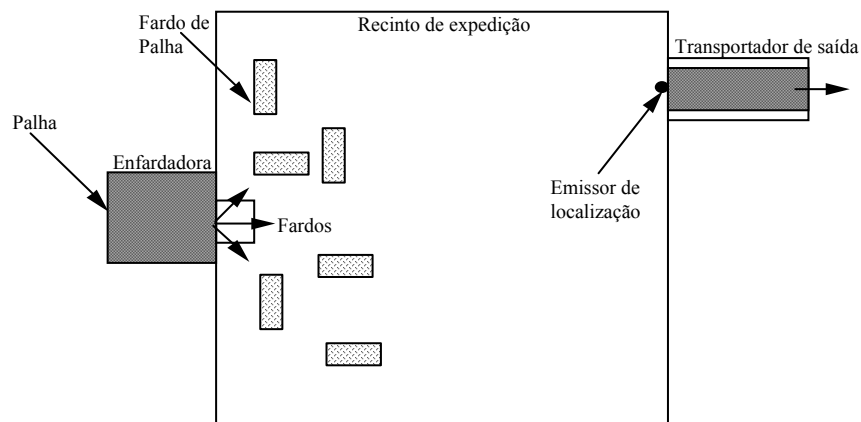


Figura 3

O veículo, desenvolvido pela firma do Sr. Silva, apresentado na figura 4, dispõe de um braço capaz de levantar um fardo de palha do chão e de o colocar na caixa de carga. A capacidade do veículo é de quatro fardos e encontra-se munido de um sistema receptor, capaz de o guiar até ao emissor localizado junto ao transportador de saída.

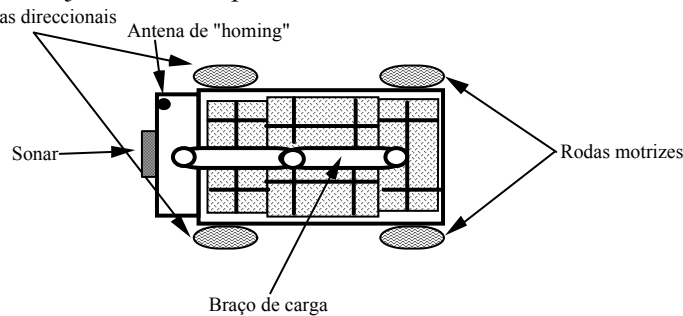


Figura 4

O veículo possui disponíveis os seguintes comandos:

- **forward** - colocar o veículo a andar em frente, a direito;
- **back** - andar para trás a direito;
- **right** - andar em frente para a direita;
- **left** - para a frente e para a esquerda;
- **bright** - para trás e para a direita;
- **bleft** - para trás e para a esquerda;
- **stop** - parar o veículo;
- **pick** - apanhar um fardo e colocá-lo numa posição livre; se não houver posições livres, o fardo não é apanhado; a utilização incorrecta deste comando (tentar apanhar um fardo inexistente) conduz à diminuição do número de fardos que o veículo ainda pode apanhar;
- **dispose** - despejar todos os fardos na cinta transportadora;
- **home** - enviar o veículo para o transportador de saída; procedimento inteligente, capaz de se desviar de todos os obstáculos;
- **status** - função que devolve "moving" ou "stopped".
- **sonar** - esta função devolve um byte, com as seguintes características:
  - bits 5, 6 e 7:** direcção do objecto mais próximo, respectivamente direita, frente ou esquerda; se nenhum destes bits se encontra activo, não existe nenhum objecto nessas três direcções.
  - bits 0-4:** proporção da distância para o objecto mais próximo, quando os cinco bits se encontram a zero, o objecto está à distância de ser apanhado pelo braço do veículo.

O seu objectivo é o de desenvolver em pseudo-código um programa capaz de realizar a tarefa exposta.