

### Especificação do Problema

Deseja-se construir o controlador de um robô capaz de remover detritos não metálicos de uma tubulação metálica. A fig. 1 ilustra o problema (obs.: trata-se apenas de um exemplo – não se atenha à esta tubulação exclusiva, mas sim às possibilidades inerentes a diferentes configurações de tubulação).

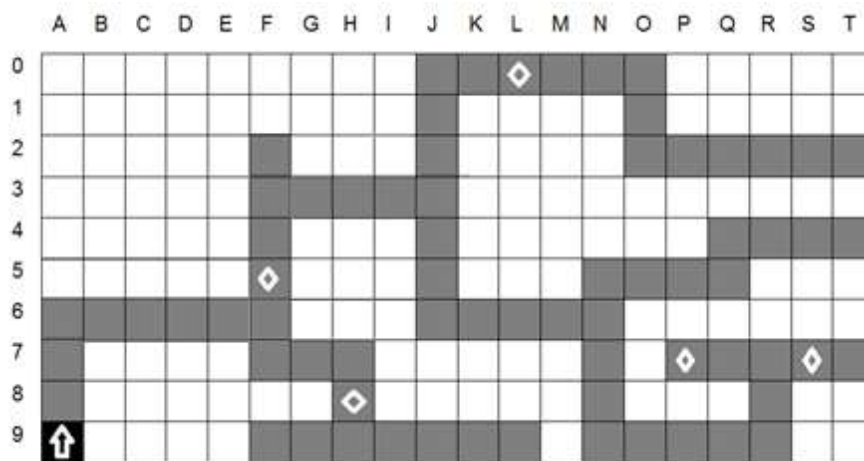


Figura 1: Tubulação a ser percorrida e limpa pelo robô.

A tubulação a ser percorrida corresponde aos componentes de uma matriz de células, indicados pela cor cinza. O robô, mostrado como uma seta, é colocado em uma célula da cor preta, a qual representa um ponto de acesso do sistema de tubulação, com sua frente voltada para qualquer um dos 4 sentidos possíveis (Norte, Sul, Leste ou Oeste).

O robô possui 4 sensores binários:

- **head (H)**: detector de metal de curto alcance, situado na frente do robô (ponta da seta), que retorna 0 quando a célula situada à frente do robô está livre para prosseguir (célula cinza ou preta) – caso contrário, retorna 1;
- **left (L)**: detector de metal de curto alcance, situado na lateral esquerda do robô, que retorna 0 quando a célula do lado esquerdo do robô está livre (ou seja, há uma abertura à esquerda na tubulação) – caso contrário, retorna 1;
- **under (U)**: sensor situado na parte inferior do robô, que retorna 1 quando a célula na qual o robô está situado é preta – caso contrário, retorna 0; e
- **barrier (B)**: sensor situado na frente do robô, que retorna 1 quando a célula situada à frente do robô está bloqueada por algum entulho que o robô é capaz de remover (células com losango) – caso contrário, retorna 0.

Em relação à movimentação, o robô é capaz de fazer apenas 2 tipos de movimento: avançar para uma célula livre à sua frente (saída **F**) ou rotacionar 90° para a esquerda, mantendo-se na mesma célula em que se encontra (saída **T**). Cada movimento consome 1 pulso de clock. Ao passar de uma célula livre para uma célula preta ou, ainda, em casos anômalos, o robô deverá ficar suspenso (em stand-by), até que um novo reset seja dado. Ao deparar-se com algum entulho à sua frente, o robô consumirá ao menos 3 pulsos de clock para removê-lo (saída **R**), após o que poderão ocorrer duas situações: i) caso reste algum entulho, o robô fará novo ciclo de remoção (3 pulsos) e testará a condição de caminho livre novamente; ii) caso o caminho esteja livre (não há mais entulho na célula considerada), o robô entrará em movimento novamente, avançando sobre o setor antes ocupado

*pelo entulho. O robô deverá ser capaz de percorrer toda a tubulação de forma otimizada, adotando sempre o mesmo critério em todas as bifurcações, qual seja, adotar o lado esquerdo como preferencial.*

1. Façam o diagrama de estados da FSM que atenda ao solicitado, utilizando uma máquina de Mealy. Atentem para o processo de remoção de entulhos e às situações em que o robô deve fazer 3 giros consecutivos, 2 giros consecutivos e 1 giro somente. Associe um número a cada estado, iniciando com 0 (zero) para o estado inicial.
2. Seguindo o diagrama de estados construído na questão anterior, deem um **Reset** e realizem 22 pulsos de clock, completando a tabela seguinte (usem os números associados a cada estado, conforme solicitado na questão anterior):

| Pulso | Estado Atual | Célula | Orientação | H | L | U | B |
|-------|--------------|--------|------------|---|---|---|---|
| 0     | 0            | A9     | N          | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1     |              |        |            |   |   |   |   |
| 2     |              |        |            |   |   |   |   |
| 3     |              |        |            |   |   |   |   |
| 4     |              |        |            |   |   |   |   |
| 5     |              |        |            |   |   |   |   |
| 6     |              |        |            |   |   |   |   |
| 7     |              |        |            |   |   |   |   |
| 8     |              |        |            |   |   |   |   |
| 9     |              |        |            |   |   |   |   |
| 10    |              |        |            |   |   |   |   |
| 11    |              |        |            |   |   |   |   |
| 12    |              |        |            |   |   |   |   |
| 13    |              |        |            |   |   |   |   |
| 14    |              |        |            |   |   |   |   |
| 15    |              |        |            |   |   |   |   |
| 16    |              |        |            |   |   |   |   |
| 17    |              |        |            |   |   |   |   |
| 18    |              |        |            |   |   |   |   |
| 19    |              |        |            |   |   |   |   |
| 20    |              |        |            |   |   |   |   |
| 21    |              |        |            |   |   |   |   |
| 22    |              |        |            |   |   |   |   |