

# **Fichas de Trabalho para Atividades Laboratoriais e Não Presenciais de Sistemas de Automação**

**Mestrado em Engenharia Industrial**

**Paulo Jorge Pinto Leitão**

**Bragança, setembro de 2018**

## **Tópicos de Trabalhos de Pesquisa**

Elaboração de um trabalho de pesquisa focando um tema emergente de sistemas de automação. Este trabalho deve ser apresentado na forma de um artigo (consultar a template na plataforma e-learning IPB Virtual) e numa apresentação pública de aproximadamente 10 minutos.

Os temas propostos são:

- (a) Sistemas de automação em sistemas de produção
- (b) Sistemas de automação em sistemas de montagem
- (c) Sistemas de automação em indústrias de processo
- (d) Sistemas de automação em cidades inteligentes (smart cities)
- (e) Sistemas de automação em redes elétricas inteligentes (smart grids)
- (f) Sistemas de automação em produção de energia (hídricas, parques eólicos, ...)
- (g) Sistemas de automação de suporte à manutenção industrial
- (h) Sistemas de automação na agricultura (agricultura de precisão)
- (i) Sistemas de automação em edifícios inteligentes
- (j) Sistemas de automação no controlo de tráfego
- (k) Sistemas de automação na logística
- (l) Sistemas de automação na saúde
- (m) Sistemas de automação na manufatura aditiva
- (n) Sistemas de automação em ambiente militar e espacial
- (o) Sistemas de automação de suporte à robótica colaborativa

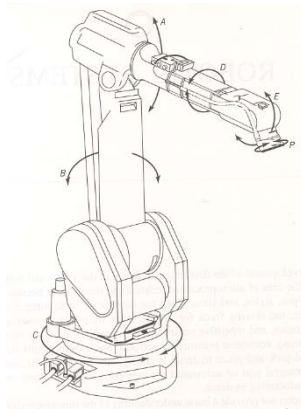
O trabalho deverá abordar, entre outras, as seguintes questões:

- Contextualização do domínio de aplicação, nomeadamente desafios e requisitos, objetivos que se pretendem atingir.
- Tipos de sistemas de automação aplicados no domínio de aplicação.

- Funções de automação a implementar (hardware e software).
- Considerações especiais, por exemplo segurança, tempo de resposta, ...
- Tecnologias vulgarmente utilizadas.
- Exemplos de aplicação em casos reais.

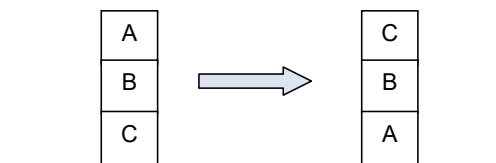
## **Ficha de trabalho nº 1: Programação de robô manipulador ABB IRB 1400**

Considere o robô manipulador antropomórfico de seis eixos ABB IRB 1400 disponível no Laboratório de Controlo, Automação e Robótica (LCAR).



Pretende-se desenvolver aplicações robotizadas para realizar a manipulação de uma pilha de peças cilíndricas com uma altura de aproximadamente 30 cm, conforme as seguintes especificações:

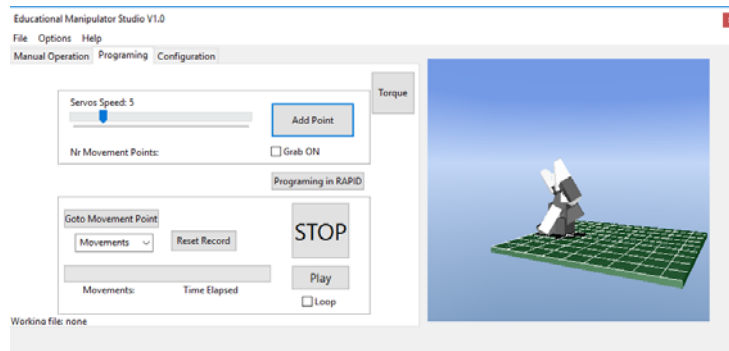
1. Manipular uma peça do local A para o local B, e após ter regressado à posição de repouso, voltar a movimentar a peça para o local A.
2. Manipular uma pilha de 3 peças conforme ilustrado na figura.



3. Manipular uma pilha de peças considerando uma dimensão variável  $n$  para o comprimento da pilha. A definição da dimensão da pilha deverá ser introduzida pelo utilizador utilizando instruções de interação para leitura e escrita.

## **Ficha de trabalho nº 2: Análise de robô antropomórfico baseado no kit Bioloid**

Utilizando a plataforma robótica BIOLOID, foi construído o robô antropomórfico de 4 eixos representado na figura, o qual pode ser manipulado manualmente ou automaticamente através de uma aplicação computacional.



Utilizando esta aplicação computacional, pretende-se:

- Realizar o movimento do braço robótico usando os comandos *sliders* para cada um dos eixos.
- Executar um programa que realize um conjunto de movimentos de *pick and place*, guardando os pontos e trajetórias num ficheiro e executando-o de forma automática.

a) De acordo com a experiência realizada, enuncie os principais problemas associados à plataforma robótica:

---

---

---

---

---

b) Indique quais as melhorias que sugere serem realizadas na plataforma robótica:

---

---

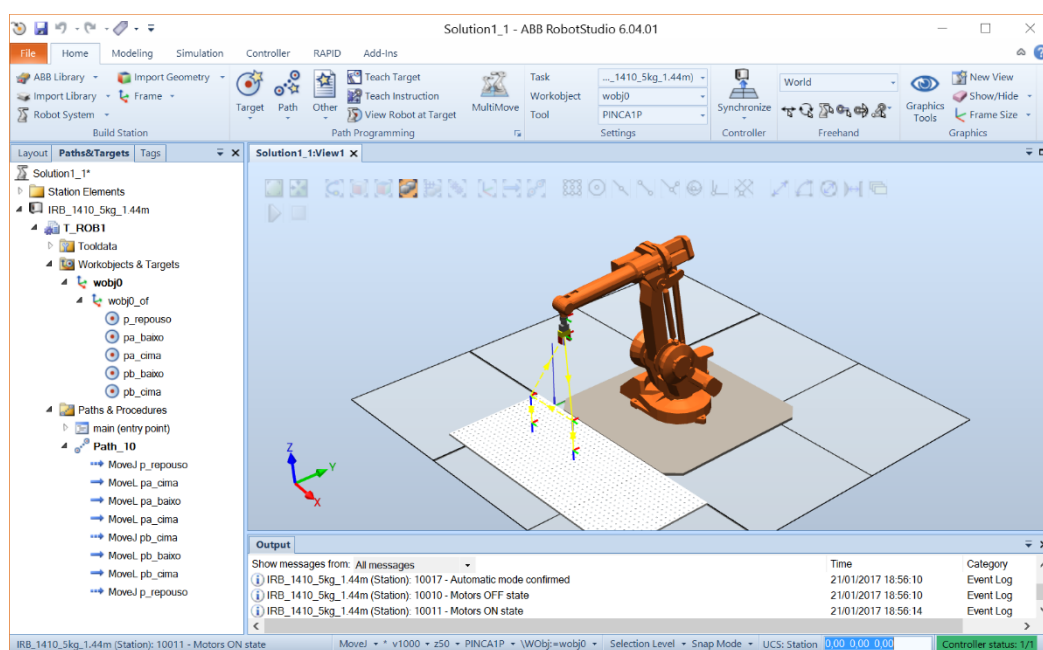
---

---

---

### **Ficha de trabalho nº3: Simulação de robôs manipuladores**

O software ABB RobotStudio permite a simulação de soluções robotizadas baseadas nos robôs ABB. Pretende-se com este trabalho realizar a programação off-line do sistema robotizado baseado no robô manipulador ABB IRB 1400 para manipular uma pilha de 3 peças cilíndrica, cada uma com uma altura de aproximadamente 30 cm, do local A para o local B, e após ter regressado à posição de repouso, voltar a movimentar a pilha para o local A.

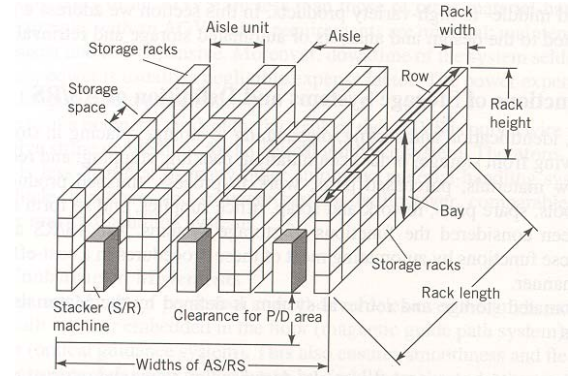


Para o efeito, o estudante deverá construir o mundo virtual, programar os pontos e as trajetórias, testar e validar o programa realizado, e por fim testar no robô real o código gerado.

## Ficha de trabalho nº 4: Dimensionamento de um Armazém Automático

### Paramêtros:

- **h**: altura da unidade de carga
- **l**: comprimento da unidade de carga
- **W**: largura da unidade de carga
- **C1**: folga na altura para a unidade de carga
- **C2**: folga no comprimento para a unidade de carga
- **C3**: folga na largura para a unidade de carga
- **u**: profundidade de armazenamento (norm. 3 uni.)



### Fórmulas:

Altura do espaço individual armazenamento =  $h + C1$

Comprimento do espaço individual armazenamento =  $l + C2$

Largura do espaço individual armazenamento =  $u (w + C3)$

Nº de transtocadores =  $\frac{\text{throughput do sistema}}{\text{capacidade do transtocador (ciclos/hora)}}$

Nº de fileiras =  $2 \times \text{nº de transtocadores}$

Nº de espaços por altura =  $\frac{\text{altura desejada do sistema}}{\text{altura do espaço de armazenamento}}$

Nº de pilhas =  $\frac{\text{nº de espaços desejado}}{\text{fileiras por transtocador} \times \text{transtocadores} \times \text{espaços por altura}}$

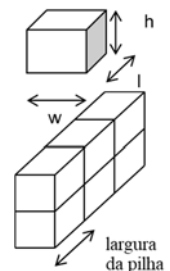
largura das pilhas =  $l + c_2 + c_4$

comprimento do rack = largura da pilha  $\times$  nº de pilhas

comprimento do sistema = comprimento rack +  $C_5 + C_6$

profundidade da pilha =  $u(w + c_3) + c_7$

largura sist. =  $[\text{largura corredor} + (2 \times \text{prof. pilha})] \times \text{nº corredores}$



### Problema:

Determine as dimensões do armazém automático considerando os seguintes dados:

- As dimensões das unidades de carga são de 145 (largura)  $\times$  132 (comprimento)  $\times$  132 (altura); as tolerâncias são  $C1 = 25$  cm,  $C2 = 20$  cm,  $C3 = 15$  cm e  $u = 3$ .
- O tempo de ciclo médio por operação é de 1 minuto e o throughput desejado é de 300 operações por hora.
- O número de espaços desejado é de 9000.
- A altura disponível é de 7,85 metros e a largura do corredor é de 180 cm.
- Os parametros  $C4 = 15$  cm,  $C5 = 25$  cm,  $C6 = 38$  cm,  $C7 = 15$  cm.

**Ficha de trabalho nº 5: Escalonamento de operações**

Grupo: _____	Curso: Mestrado Eng <sup>a</sup> . Industrial	Data: _____
Nome: _____	Nº: _____	Esp.: _____
Nome: _____	Nº: _____	Esp.: _____
Nome: _____	Nº: _____	Esp.: _____
Nome: _____	Nº: _____	Esp.: _____

Considere um sistema produtivo constituído por 4 máquinas, e por um catálogo de 3 produtos distintos, **Yellow**, **Blue** e **Green**, cada um dos quais requerendo a execução do seguinte plano de processo:

**Yellow**

Nome operação	Tempo de execução (seg.)	Máquinas
A1	10	{M1, M2}
A2	15	{M1, M3}
A3	12	{M4}

**Blue**

Nome operação	Tempo de execução (seg.)	Máquinas
B1	5	{M1, M3}
B2	10	{M2, M3}
B3	10	{M4}
B4	15	{M2, M3}

**Green**

Nome operação	Tempo de execução (seg.)	Máquinas
C1	15	{M1, M2}
C2	5	{M3, M4}

O objetivo desta ficha de trabalho é escalonar a execução de vários pacotes de produtos no sistema produtivo considerando diferentes cenários e diferentes algoritmos.

1. Considerando o pacote {1 Yellow, 1 Blue, 1 Green} realize o escalonamento das operações usando:

O algoritmo SPT (short processing time). Cmax: \_\_\_\_\_

O algoritmo LPT (longest processing time). Cmax: \_\_\_\_\_

O algoritmo que achar mais apropriado. Cmax: \_\_\_\_\_



2. Considerando o pacote {2 Yellow, 2 Blue, 1 Green} realize o escalonamento das operações usando:

O algoritmo SPT (short processing time). Cmax: \_\_\_\_\_

O algoritmo LPT (longest processing time). Cmax: \_\_\_\_\_

O algoritmo que achar mais apropriado. Cmax: \_\_\_\_\_

3. Considere o pacote {2 Yellow, 2 Blue, 1 Green} e que a máquina M2 ficou indisponível, realize o escalonamento das operações usando:

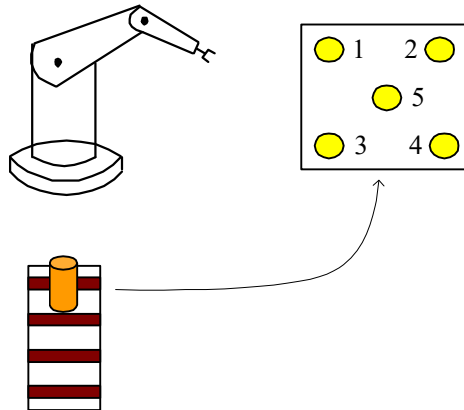
O algoritmo SPT (short processing time). Cmax: \_\_\_\_\_

O algoritmo LPT (longest processing time). Cmax: \_\_\_\_\_

Explore outro algoritmo. Algoritmo: \_\_\_\_\_ Cmax: \_\_\_\_\_

### Ficha de trabalho nº 6: Integração de sistemas

Considere que pretende integrar e sincronizar as atividades de um robot industrial que efetua tarefas de manipulação num tapete de escoamento de produtos (cujo programa corre num PLC).



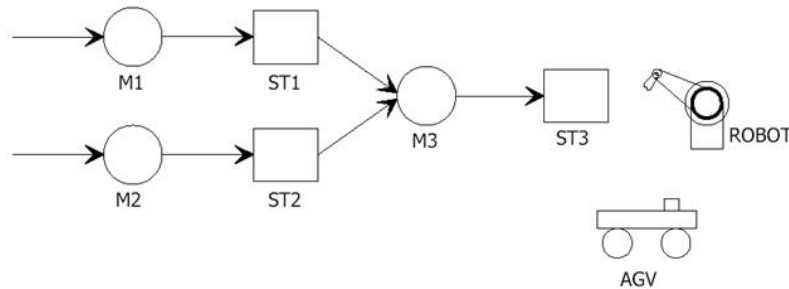
O tapete possui dois sensores: um no início do tapete (*sensor\_inicio*) e outro no final do tapete (*sensor\_fim*). Pretende-se que quando o sensor *sensor\_fim* detete o produto, o robot inicie a tarefa de evacuação do produto para o contentor de saída. Por outro lado, o robô disponibiliza uma entrada (*start\_task*) para ser notificado que deve iniciar a tarefa e uma saída (*task\_completed*) que notifica que a tarefa está concluída.

Realize a integração dos dois sistemas por forma a suportar a sincronização das atividades descritas.

## Ficha de trabalho nº 7: Modelação usando Redes de Petri

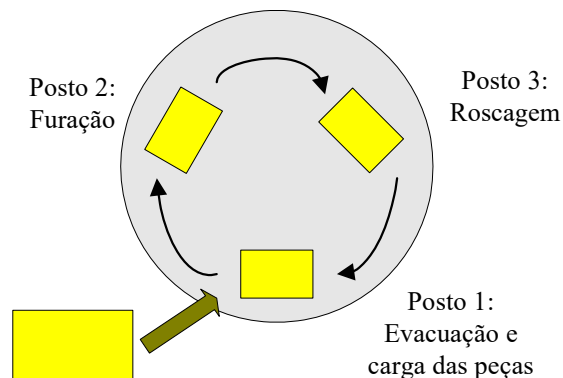
Efetue a modelação e posterior validação formal usando Redes de Petri para os seguintes problemas (1 problema por grupo).

- a. Considere o seguinte sistema automatizado (composto por três máquinas e três *buffers*):



A máquina M1 recebe uma peça, processa-a e deposita-a no *buffer* ST1. O mesmo se passa com M2 em relação a ST2. Os *buffers* ST1 e ST2 têm capacidade limitada, respetivamente a 4 e 5 unidades. A máquina M3 faz a montagem de uma 1 peça retirada do *buffer* ST1 com 1 peça retirada do *buffer* ST2. A peça final é colocada no *buffer* ST3, de capacidade ilimitada. Cada máquina só realiza uma operação de cada vez. Posteriormente, as peças (2 de cada vez) são transferidas do *buffer* ST3 para o AGV por um ROBOT, que as transportará para a célula de pintura.

- b. Considere a unidade de furação e roscagem, rotativa e constituída por três postos de trabalho, que se representa na figura que se segue:

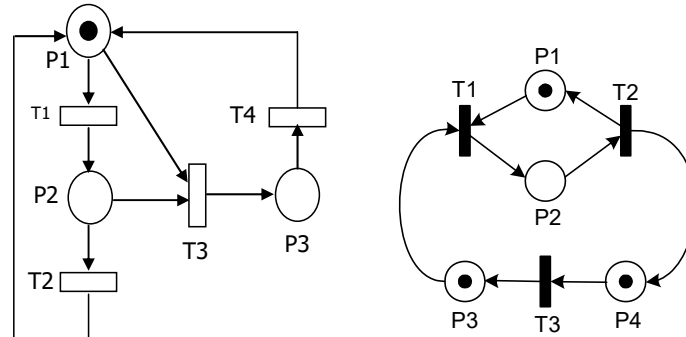


Cada uma das peças tem que ser submetida a duas operações consecutivas: a primeira no posto 2 (**furação**) e a segunda no posto 3 (**roscagem**). No posto 1 é realizada a **evacuação** e a carga das peças. A execução das operações em cada um dos postos é realizada simultaneamente. Após os três postos de trabalho terem completado a execução das operações (assinaladas respetivamente por **f\_furação**, **f\_roscagem** e **f\_evacuação**), a plataforma roda 120° (**ROT**). A presença de uma peça nos postos 1, 2 e 3 é assinalada pelos sinais p1, p2 e p3.

- c. Considere um sistema de fabrico de pães. Os dispositivos **A1** e **A2** permitem realizar a mistura da farinha, água e fermento. Esta mistura demora 10 minutos no dispositivo **A1** e 4 minutos no dispositivo **A2**, finalizada a qual é efetuada a transferência para o dispositivo **A3** que divide a massa no formato pretendido para os pães. Após **A3** ter concluído a sua tarefa, os pães são transferidos para o forno **A4**, o qual demora 30 minutos, até que os pães estejam cozidos. De seguida, os pães são retirados do forno e acondicionados, estando o sistema de novo pronto a iniciar novo ciclo.
- d. Considere um sistema de engarrafamento de licor caseiro. O início do sistema é realizado através do interruptor **início**. O dispositivo **D1** produz o licor, que demora 10 minutos. Paralelamente são produzidas as embalagens no dispositivo **D2**. Após estarem produzidos, o licor e as embalagens, o dispositivo **D3** enche as embalagens com o licor produzido em **D1**. O dispositivo **D4** realiza o controlo de qualidade do processo, verificando, entre outros parâmetros, o nível das embalagens. Caso passem no controlo de qualidade (sinal **qualidade\_OK**), o lote é rotulado e empacotado. Caso o lote seja rejeitado, deteção de 2 embalagens sem o nível desejado, (sinal **qualidade\_not\_OK**) o lote é rejeitado e o sistema regressa ao início.
- e. Considere uma célula que produz os produtos do tipo A e do tipo B. Os produtos do tipo A são processados na máquina M1 durante 1 minuto e após esse período são colocados por um manipulador num tapete para serem escoados. O produto B deve ser processado durante 2 minutos na máquina M1 e durante 30 segundos na máquina M2, sendo que após este processo deverá ser colocado pelo manipulador no tapete. Para se iniciar o processo de cada uma das peças o manipulador vai buscar matéria-prima ao armazém A e ao armazém B respetivamente. Podem ser produzidas uma peça do tipo A e uma peça do tipo B em simultâneo, mas nunca duas peças do tipo A ou do tipo B.
- f. Considere um sistema de monitorização de pacientes de um hospital. Cada paciente está ligado a dispositivos que monitorizam a pressão do sangue, o ritmo cardíaco e efetuam também um ECG. Estes dispositivos enviam um sinal lógico, indicando FALHA ou !FALHA. Os resultados de cada uma destes dispositivos são combinados para criar um sinal de ALARME. Considerando que existe apenas um paciente por sala, os sinais de ALARME são também combinados e enviados para a estação de enfermagem, se qualquer destes dispositivos indicar uma falha. Nesse caso um alarme sonoro de emergência é ativado e é indicado qual o paciente e o dispositivo que indicou uma falha.

## Ficha de trabalho nº 8: Análise de Redes de Petri

Considere as seguintes redes de Petri.



- Determine a matriz de incidência e elabore o grafo de acessibilidade que representa a evolução do seu comportamento.
- Verifique as propriedades da rede, nomeadamente, limitação, reversibilidade, conservação e existência de *deadlocks*. Justifique.

Desenhe a rede de Petri para as seguintes matrizes de incidência.

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} t1 & t2 & t3 & t4 \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} & \begin{matrix} p1 \\ p2 \\ p3 \\ p4 \\ p5 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} t1 & t2 & t3 & t4 & t5 \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} -1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} & \begin{matrix} p1 \\ p2 \\ p3 \\ p4 \end{matrix} \end{matrix}$$