

Universidade de Aveiro
Dep. de Electrónica e Telecomunicações

Licenciaturas em Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e
Engenharia de Computadores e Telemática

Sistemas de Tempo-Real – 5º ano

Teste teórico
(duração 1h30)
2005/01/10

1- (2 valores) Indique, justificando, pelo menos dois factores que causam variações no tempo de execução das tarefas (não considerando preempções e interrupções).

2- (2 valores) Compare as políticas de escalonamento de tarefas, com preempção, FIFO (First-In-First-Out), RM (Rate-Monotonic) e EDF (Earliest Deadline First) em termos de cumprimento de deadlines, *fairness* na atribuição de CPU e *jitter* de terminação.

3- (3 valores) Em termos de controlo temporal, o disparo das tarefas pode ser efectuado por tempo (time-triggered) ou por eventos (event-triggered).

- (2 valores)** Compare ambos os métodos em termos de taxa de utilização de CPU e da situação de pior caso.
- (1 valor)** Indique um exemplo de aplicação típico de cada um dos métodos referidos.

4- (6 valores) Considere um AGV (*Automatic Guided Vehicle*) que se desloca num ambiente industrial para transportar componentes entre uma linha de montagem e um armazém automático. O AGV desloca-se à velocidade máxima de 1 m/s e dispõe de sensores que lhe permitem detectar obstáculos em seu redor.

- (1 valor)** Sabendo que à velocidade máxima indicada o AGV necessita de 1m para se imobilizar determine o alcance mínimo que os sensores de obstáculos devem ter para permitir que essa paragem seja em segurança. Admita que os obstáculos são estáticos e que o respectivo tempo de detecção bem como de actuação na velocidade do AGV são nulos.
- (1 valor)** Admitindo que os sensores de obtáculos têm um alcance de 1,2m e que são amostrados periodicamente por uma tarefa com tempo de execução desprezável, determine a taxa de activação dessa tarefa para garantir a paragem em segurança. Considere que a activação da tarefa não sofre *jitter* e que a actuação na velocidade do AGV é instantânea.
- (2 valores)** O CPU que controla o AGV executa também outras duas tarefas que têm maior prioridade do que a tarefa referida na alínea b). Estas tarefas têm um tempo de execução de 10ms e 40ms, e um período de 100ms e 120ms, respectivamente. Nestas condições calcule a nova taxa de

activação da tarefa de amostragem dos sensores de obstáculos que continua a permitir a paragem em segurança.

- d) **(2 valores)** Considere que a tarefa de maior prioridade é a de 10ms e que esta partilha um *buffer* com a tarefa de amostragem. A tarefa de 40ms tem prioridade intermédia e é independente das outras duas. A tarefa de amostragem usa o *buffer* durante 2ms. Calcule o bloqueio que as várias tarefas podem sofrer se for usado um protocolo de acesso a recursos partilhados com herança de prioridades e sem herança de prioridades. Faça um esboço de ambas as situações.

5- (7 valores) Uma fresadora industrial com comando numérico tem 3 eixos ortogonais, cada um dotado de controlo de posição em malha fechada e de sensores de fim de curso para a respectiva protecção, e ainda dois sensores de pressão da fresa que permitem detectar situações de encravamento. O controlo global é efectuado por um CPU que executa seis tarefas de forma concorrente:

- τ_1 lê instruções de um programa de controlo escrito numa linguagem de alto nível, uma em cada iteração, e transforma-a em movimentos mais simples utilizados pela tarefa τ_2 . É disparada sempre que termina a execução de uma instrução.
 τ_1 (esporádica, $C_1=1\text{ms}$, $mit_1=50\text{ms}$)
- τ_2 interpreta os movimentos gerados pela tarefa τ_1 e gera os *set-points* adequados para cada um dos eixos.
 τ_2 (periódica – $C_2=5\text{ms}$, $T_2=20\text{ms}$)
- τ_{3-5} executam o controlo em malha fechada de cada eixo.
 τ_{3-5} (periódicas – $C_{3-5}=1\text{ms}$, $T_{3-5}=5\text{ms}$)
- τ_6 é activada pelo disparo de qualquer dos sensores de protecção e faz a paragem da máquina em condições de segurança.
 τ_6 (aperiódica, $C_6=1\text{ms}$, $R_6=10\text{ms}$), R = tempo de resposta máximo admissível

a) **(2 valores)** Diga, justificando, se pode garantir a escalonabilidade do conjunto das tarefas τ_{1-5} com escalonamento *rate-monotonic* usando os dois critérios baseados em taxa de utilização (Liu&Layland e Bini&Buttazzo2)

b) **(2 valores)** Determine o tempo de resposta de pior caso do mesmo conjunto e diga se o conjunto é escalonável. Desenhe um esboço do respectivo gráfico de Gantt com início no instante crítico e até cobrir o maior tempo de resposta.

c) **(3 valores)** Para atender a tarefa τ_6 , aperiódica, é utilizado um servidor esporádico. Diga quais os parâmetros do servidor que lhe permitem cumprir a restrição do tempo de resposta de τ_6 (atribua-lhe a menor prioridade possível naquelas condições). Redesenhe o gráfico de Gantt da alínea anterior com todo o conjunto e verifique a escalonabilidade do mesmo.

*Não se esqueçam que os programas demoram tempo a executar,
As várias rotinas, tarefas ou processos interferem entre si,
e que o mundo não espera ! (o Prof.)*