Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

Simulação Industrial

Enunciados de Exercícios

Para as Aulas Práticas

Acácio M. de O. Porta Nova

Departamento de Engenharia e Gestão

Instituto Superior Técnico

Enunciado 1: Manutenção de autocarros de transporte urbano

Autocarros de várias carreiras de transporte urbano chegam a uma oficina de manutenção de acordo com uma distribuição exponencial com média de 2 horas. Na oficina, existe uma única estação de inspecção e duas estações de reparação idênticas. Todos os autocarros são inspecionados, sendo os tempos de inspecção distribuídos segundo uma distribuição uniforme entre 15 minutos e uma hora e meia; a estação de inspecção é alimentada por uma única fila de espera, com uma disciplina de atendimento de acordo com a ordem de chegada dos autocarros à oficina. Historicamente, em 30% dos autocarros inspecionados tem sido encontrados motivos para os sujeitar a algum tipo de reparação. Na oficina, há duas estações de reparação paralelas idênticas, alimentadas por uma única fila de espera, em que, o primeiro a chegar é o primeiro a ser reparado; os tempos de reparação seguem uma distribuição uniforme entre duas e quatro horas e meia. O objectivo é simular o funcionamento da oficina durante 160 horas, por forma a determinar o tempo de espera e o comprimento médios de cada fila de espera, a utilização de cada uma das estações (de inspecção e reparação). É recomendada a realização de cinco réplicas da simulação do modelo. Admita que a taxa média de chegada dos autocarros quadruplicava (ou seja, que o tempo médio entre chegadas diminuía para trinta minutos): seria a oficina capaz de responder a essa alteração? É possível responder a esta questão sem recorrer à simulação?

Enunciado 2: Montagem de computadores pessoais

É necessário analisar o funcionamento de uma das secções de montagem de uma empresa especializada que fabrica computadores pessoais, por encomenda, em dois postos de trabalho: primeiro, são instalados os diversos módulos electrónicos na respectiva caixa; em seguida, a caixa é transportada, por um tapete rolante, para outro posto de trabalho, em que são acrescentados e testados o monitor, teclado e rato. Há espaço para seis caixas de PC, incluindo a que está a ser montada, bem como para quatro PC já montados, incluindo o que está a ser testado. Estima-se que o intervalo de tempo entre encomendas é distribuído exponencialmente com uma taxa média de 2 por dia; os tempos de processamento, nos dois postos de trabalho, também são distribuídos exponencialmente, com o primeiro posto a requerer, em média, 3 horas e o segundo 5 horas. O tempo de transporte das caixas do posto de trabalho 1 para o posto 2 não é significativo; se já estiverem três PC à espera de serem testados no posto 2, a montagem das caixas no primeiro posto de trabalho fica bloqueada, não podendo nenhuma caixa sair deste, mesmo que a sua montagem já tenha sido concluída. Se, quando chega uma encomenda, já estão seis caixas à espera ou em montagem, esta encomenda é desviada para processamento com recurso a trabalho extraordinário, com custos acrescidos. Para avaliar o desempenho da secção de montagem, é necessário obter estatísticas, ao longo dum período de um ano, da utilização dos 2 postos de trabalho, do tempo para montar um PC, do número de PC que exigem trabalho extraordinário, do número de encomendas à espera em cada posto de trabalho e da percentagem de tempo em que o posto de trabalho 1 está bloqueado.

Enunciado 3: Operações de dragagem num porto

Para desassorear o leito dum rio, onde se localiza um porto importante, foi contratada uma draga, que extrai o material (contendo metais pesados) durante a noite e, durante o dia, em horário normal de trabalho, o descarrega em camiões de 20 e de 30 toneladas. Estes transportam os dragados para um aterro sanitário, onde 3 pás-escavadoras o distribuem uniformemente, cada uma na sua área devidamente delimitada. Os tempos necessários (em minutos) para um camião de 20 toneladas ser carregado, deslocar-se até ao aterro, descarregar e regressar ao local da draga têm as seguintes distribuições: exponencial com média 5, constante igual a 25, exponencial com média 2 e constante igual a 15; para um camião de 30 toneladas, as distribuições correspondentes são exponencial com média 7, constante igual a 30, exponencial com média 4 e constante igual a 20. A cada pá-escavadora são atribuídos um camião de 30 e dois de 20 toneladas; os camiões são carregados por ordem de chegada. Na fila da draga, os camiões mais pesados têm prioridade.

O objectivo do estudo é determinar a utilização de todas máquinas, o comprimento médio das filas de espera (na draga e nas pás-escavadoras) e a quantidade de material descarregado, por dia, no aterro.

Enunciado 4: Operações no porto de Leixões

No porto de Leixões, há duas docas onde descarregam petroleiros, que abastecem a refinaria localizada nas proximidades. Os petroleiros, com capacidades entre 30 e 75 mil toneladas, transportam petróleo bruto (*crude, sweet*), usado na produção de lubrificantes, e partilham o uso das docas com graneleiros (com capacidades semelhantes), que carregam ou descarregam dois outros tipos de carga. Os cargueiros costumam chegar a uma taxa média de dois por dia, sendo a frequência relativa dos seus três tipos de 25, 55 e 20%, respectivamente. A carga ou descarga é efectuada a uma taxa aproximadamente constante de duas mil toneladas por hora.

As operações de atracagem ou desatracação, que demoram cerca de meia hora cada uma, têm de ser efectuadas com recurso a um rebocador dedicado, que opera no porto, trazendo cada um dos cargueiros para uma das docas e retirando-o, depois de carregado ou descarregado; as operações de desatracação têm maior prioridade.

Os responsáveis pela refinação e distribuição de produtos refinados do petróleo bruto estão a considerar a hipótese de fretar outros petroleiros para transportar, a partir de Sines, dois produtos já refinados (gasolina e gasóleo), para abastecimento dos mercados do norte do país, sendo necessário estimar o número de barcos necessários.

Um dos maiores problemas do porto de Leixões é que, entre Novembro e Março, podem ocorrer tempestades, que impedem o rebocador de operar, até que a tempestade termine.

É necessário analisar o funcionamento do porto, em especial durante os meses em que podem ocorrer tempestades, e determinar o efeito do aumento de tráfego no tempo de permanência, no porto, dos utilizadores actuais do mesmo. Deseja-se simular a operação do porto, de acordo com o compromisso proposto, durante um ano, para determinar o tempo de residência, no porto, dos novos petroleiros, bem como dos três tipos que estão a usar o porto neste momento.

Enunciado 5: Operações numa pedreira

É necessário modelar o funcionamento duma pedreira, em que operam um *bulldozer*, quatro camiões e duas pás escavadoras/carregadoras. O *bulldozer* parte e amontoa blocos de pedra para as pás, sendo necessário dois montes de blocos, antes de se poder começar a carregar um camião; o tempo que o *bulldozer* leva, para acumular um monte, segue uma distribuição de Erlang, consistindo na soma de duas exponenciais, cada uma com 4 minutos de média. Antes de se poder iniciar a carga do camião e para além da pedra, é também preciso que estejam disponíveis uma pá e um camião vazio, demorando, a operação de carga, um tempo distribuído exponencialmente, com média de 14 minutos para a carregadora 1 e de 12 minutos para a carregadora 2. Após uma operação de carga, a pá tem de descansar durante 5 minutos, antes de poder recomeçar. Depois de carregado, o camião transporta o material para uma britadora, onde o descarrega, regressando novamente ao ponto de carga; o tempo de viagem do camião é distribuído normamente, sendo a média de 22 minutos (carregado) ou 18 minutos (descarregado)—o desvio padrão, em ambos os casos, é de 3 minutos. O tempo de descarga dos camiões tem distribuição uniforme entre 2 e 8 minutos.

O funcionamento da pedreira deverá ser analisado ao longo das 8 horas de trabalho diário, devendo ser terminadas, antes, todas as operações que estiverem em curso no fim do dia.