

Licenciatura em Engenharia Informática

Modelos Determinísticos de Investigação Operacional

Trabalho 1 (data de entrega - 29 Nov 07(*))

(*) - A entrega deverá ser feita no início da aula do dia indicado.

Uma empresa têxtil produz cordão de poliester, usado em tela de pneus, a partir de fibra de poliester. O cordão é obtido por um processo em que não há perdas, pelo que a quantidade de cordão produzido é igual à quantidade de matéria prima utilizada. Considere o problema de planeamento que consiste em determinar as quantidades de cordão a fabricar, a armazenar e a fornecer a um cliente em cada período, para um horizonte de planeamento de 6 períodos.

O preço actual da matéria prima é de 40 U.M./ton., mas prevê-se que haja um aumento de 5 U.M./ton. nos fornecimentos do período 4 e dos seguintes.

É possível constituir um inventário de matérias primas, havendo um custo de posse de stock de 1 U.M./ton.período. A capacidade máxima de armazenagem é de 30 ton.. No início do período de planeamento, existe um stock de fibra de 15 ton. e pretende-se que, no fim do período de planeamento, haja um stock de 3 ton..

Por uma questão estratégica, foi decidido que a capacidade de produção por período a atribuir a esta encomenda deveria estar dentro do intervalo de valores mínimo e máximo de 10 a 20 toneladas, respectivamente, excepto em dois períodos em que não há produção, conforme será descrito no final, em que a linha é dedicada à produção de um outro produto. Os custos de produção [U.M./tonelada] variam ao longo do tempo e são os dados pela seguinte Tabela:

Período	1	2	3	4	5	6
Custo de produção	11	11	14	12	12	12

É possível fazer também stock de produto acabado, mas o custo de posse de stock é de 2 U.M./ton.período. A capacidade máxima de armazenagem do armazém de produtos acabados é de 10 ton..

Se for necessário, a empresa pode satisfazer a procura do seu cliente com a produção de uma outra unidade do mesmo grupo, que tem os mesmos custos de produção em cada período, mas incorre em custos de transporte de 5 U.M./ton..

O contrato com o cliente prevê a entrega das seguintes quantidades, em toneladas:

Período	1	2	3	4	5	6
Quantidade	10	10	10	10	10	10

O objectivo deste problema é determinar o plano que minimiza os custos globais de operação.

Parte I

1. Formule este problema como um modelo de transporte de transporte em rede. Explique detalhadamente o significado do fluxo em cada arco da rede, indicando, para cada arco, os valores do limites inferior e superior de fluxo no arco e o respectivo custo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Os packages para a resolução de problemas de transportes em rede apenas aceitam normalmente arcos com limite superior. Mostre que é possível transformar qualquer instância de um problema em que existem arcos com limite inferior numa outra instância em que haja apenas arcos com limites superiores. Apresente um pequeno exemplo para ilustrar a transformação a efectuar.
3. Reformule a rede acima apresentada de modo a obter apenas arcos com limites superiores. Indique, para cada arco, o valor do limite superior de fluxo no arco e o respectivo custo.

Teça todas as considerações que considere necessárias.

4. Ficheiro de input submetido ao package RELAX.
5. Output produzido pelo programa.
6. Plano detalhado das quantidades a produzir, a armazenar e entregar em cada período. Verifique e mostre que a solução obedece aos requisitos impostos.

Parte II

Considere agora que o cliente aceita que seja entregue produto antecipadamente sem custo adicional e também que seja entregue com atraso, havendo neste caso lugar a uma penalização de 1 U.M./ton.. No entanto, as quantidades totais fornecidas até um dado período nunca podem ter uma variação superior a $\pm 10\%$ em relação ao valor do fornecimento previsto até esse período, ou seja, no primeiro período, a quantidade fornecida pode variar entre 9 e 11 ton., no segundo período, a segunda entrega deve perfazer um total fornecido que varia entre 19 e 21 ton., etc.. No último período, o valor total das entregas deve ser igual a 60 tons..

1. Formule este problema como um modelo de transporte de transporte em rede. Explique detalhadamente o significado do fluxo em cada arco da rede, indicando, para cada arco, os valores do limites inferior e superior de fluxo no arco e o respectivo custo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
2. Caso seja necessário, reformule o modelo de modo a ter apenas arcos com limites superiores. Apresente o modelo.

3. Ficheiro de input.
4. Output produzido pelo programa.
5. Apresente o plano detalhado de produção correspondente ao Output, indicando as quantidades a produzir, a armazenar e a entregar em cada período. Verifique e mostre que a solução obedece aos requisitos impostos.

Parte III

Tomando como base o modelo da Parte II, considere que o produto entregue com atraso tem uma penalidade de 1 U.M./ton. para a primeira tonelada, uma penalidade de 2 U.M./ton. para a segunda e terceira toneladas, e uma penalidade de 3 U.M./ton. para o restante material.

1. Mostre como é que se pode formular uma situação conforme a descrita em que as unidades têm um custo unitário que é progressivamente crescente. Justifique.
2. Formule este problema como um modelo de transporte de transporte em rede. Explique detalhadamente o significado do fluxo em cada arco da rede, indicando, para cada arco, os valores do limites inferior e superior de fluxo no arco e o respectivo custo. Teça todas as considerações que considere necessárias.
3. Caso seja necessário, reformule o modelo de modo a ter apenas arcos com limites superiores. Apresente o modelo.
4. Ficheiro de input.
5. Output produzido pelo programa.
6. Apresente o plano detalhado de produção correspondente ao Output, indicando as quantidades a produzir, a armazenar e a entregar em cada período. Verifique e mostre que a solução obedece aos requisitos impostos.

Nota: Considere que há dois períodos de tempo em que não há produção. Esses períodos são determinados da seguinte forma. Seja ABCDE o número de inscrição do aluno do grupo com maior número de inscrição. Os dois períodos de não produção são os períodos X e Y , determinados em funções dos dígitos D e E, respectivamente, de acordo com a seguinte tabela:

D	$\Rightarrow$	X	E	$\Rightarrow$	Y
{0, 1}		1	{0, 1}		1
{2, 3}		2	{2, 3}		2
{4, 5}		3	{4, 5}		3
{6, 7}		4	{6, 7}		4
{8, 9}		5	{8, 9}		5

Se X e Y forem iguais, o segundo período de não produção é o período 6.