



NOM ALUMNE:

| | Temps estimat | Punts | Correcció | Material |
|--------------|------------------|--------|-----------|------------------------------------|
| Exercici 1 | 60min | 6.0 pt | | Tot el material usat a laboratori. |
| Exercici 2.a | 30min | 2.0 pt | | |
| Exercici 2.b | 30min | 2.0 pt | | |
| Total | 120min | 10 pt | | |

EXERCICI 1. (6.0 punts)

L'empresa Prodem SL. fabrica els productes A, B i C. En la fabricació d'aquests tres productes es fabriquen a través del procés de manufactura que consumeixen un recurs amb una disponibilitat màxima de $b = 40Tm$. A més, l'empresa s'ha compromès a satisfer una certa demanda no inferior a $d = 33Tm$. Els costos de fabricació d'una unitat de producte A, B y C són, respectivament, 10, 2 i 3 u.m. (unitats monetàries). El problema lineal (P) que permet calcular les quantitats de producte A (x_1), B (x_2) i C (x_3) que minimitzen els costos de producció és:

$$(P) \begin{cases} \min & 10x_1 + 2x_2 + 3x_3 \\ \text{s.a.:} & \\ & 3x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 40 \quad \text{Procés manufactura 1} \\ & x_1 + x_2 + x_3 \geq 33 \quad \text{Demanda} \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Desenvolpeu el codi **OPTMODEL** completament parametritzat que resol el problema (P) (**model1.sas**) i ompliu la següent taula amb els valors del problema (P) en forma estàndard associats a la solució:

| Variables | x_1 | x_2 | x_3 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|
| Valor a l'òptim x^* | | | |
| Estat variable (B, N) | | | |
| Cost reduït (r_i^*) | | | |
| Costos de producció (z^*) | | | |

| Constriccions | Procés | Demanda |
|---------------------------------|--------|---------|
| Valor folga/escreix a l'òptim | | |
| Estat folga (B, N) | | |
| Variable dual (λ_j^*) | | |

(Podeu agafar com a model el fitxer **Produccio.sas** de l'exercici de laboratori 1)

EXERCICI 2. (4.0 punts)

L'empresa Prodem S.L. té la possibilitat de substituir el procés de manufactura 1 per un procés alternatiu, al que denotarem per "procés de manufactura 2". Aquest procés és més eficient que el procés 1, de forma que el consum de tones de recurs per cada unitat de producte A, B i C fabricat és redueix a 1.5, 1 i 0.5 respectivament. Com a contrapartida, alguns dels costos de fabricació d'aquest procés de manufactura 2 augmenten, passant a ser 15, 2 i 4 respectivament. Els dos processos son incompatibles, és a dir, tot els productes A, B i C s'han de fabricar a través del procés 1 o del procés 2.

- (2.0 punts) Formuleu el model matemàtic completament parametritzat del problema (PLE) que permet determinar quin dels dos processos de manufactura cal usar i la quantitat òptima a fabricar dels productes A, B i C.
- (2.0 punts) Implementeu el model desenvolupat a l'apartat anterior (**model2.sas**) amb **OPTMODEL** i indiqueu la solució òptima obtinguda

| Procés seleccionat: | | | |
|-------------------------------|---|---|---|
| Producció òptima | A | B | C |
| | | | |
| Costos de producció (z^*) | | | |



Formulació apartat b):

Heu de lliurar:

- **AL CAMPUS DIGITAL:** un fitxer .zip o .rar contenint als fitxers **model11.sas** i **model12.sas**, amb el nom **Cognom1Cognom2.zip**.
- **AQUEST FULL AMB LA VOSTRA RESPOSTA ALS EXERCISI 1 I 2.**

SOLUCIÓ EXERCICI 1.

Model de producció i demanda:

Fitxer Prodem1.sas

```
proc optmodel presolver = 0;

/* Paràmetres */
set<str> PRODUCTE = {'A', 'B', 'C'};
number consum{PRODUCTE} = [ 3 2 1 ];
number disp = 40;
number dem = 33;
number cost{PRODUCTE} = [ 10 2 3 ];

/* Model d'optimització */
var Produc {PRODUCTE} >= 0;
max Total_benefici =
    sum {i in PRODUCTE} cost[i]*Produc[i];
con Consum_rekurs:
    sum {i in PRODUCTE} consum[i]*Produc[i] <= disp;
con Demanda : sum{i in PRODUCTE} Produc[i] >= dem;

/* Model extens */
expand;

/* Optimització i resultats */
solve;

print _var_.name _var_.lb _var_.sol _var_.ub _var_.rc _var_.status;
print _con_.name _con_.lb _con_.body _con_.ub _con_.dual _con_.status;
```

Solució:

| [1] | _VAR_.NAME | _VAR_.LB | _VAR_.SOL | _VAR_.UB | _VAR_.RC | _VAR_.STATUS |
|-----|------------|----------|-----------|-------------|----------|--------------|
| 1 | Produc[A] | 0 | 0 | 1.7977E+308 | 9 | L |
| 2 | Produc[B] | 0 | 7 | 1.7977E+308 | 0 | B |
| 3 | Produc[C] | 0 | 26 | 1.7977E+308 | 0 | B |

| [1] | _CON_.NAME | _CON_.LB | _CON_.BODY | _CON_.UB | _CON_.DUAL | _CON_.STATUS |
|-----|---------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1 | Consum_rekurs | -1.7977E308 | 40 | 40 | -1 | L |
| 2 | Demanda | 33 | 33 | 1.7977E308 | 4 | U |

Informació sobre l'òptim:

| Variables | x_1 | x_2 | x_3 |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Valor a l'òptim x^* | 0.0 | 7.0 | 26.0 |
| Estat $(\mathcal{B}, \mathcal{N})$ | \mathcal{N} | \mathcal{B} | \mathcal{B} |
| Cost reduït (r_i^*) | 9.0 | 0.0 | 0.0 |
| Costos de producció (z^*) | 92.0 | | |

| Constriccions | Recurs | Demanda |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Valor folga/escreix a l'òptim | 0.0 | 0.0 |
| Estat $(\mathcal{B}, \mathcal{N})$ | \mathcal{N} | \mathcal{N} |
| Variable dual (λ_j^*) | -1.0 | 4.0 |

SOLUCIÓ EXERCICI 2.

a) Model de selecció de procés de manufactura.

Paràmetres:

| | | |
|---|--|--|
| Conjunt de productes | $\mathcal{P} = \{A, B, C\}$ | <code>set<str> PRODUCTE = { 'A', 'B', 'C' };</code> |
| Conjunt de processos de manufactura | $\mathcal{M} = \{1, 2\}$ | <code>set<num> PROCES = 1..2;</code> |
| Per a cada procés $p \in \mathcal{M}$ i producte $i \in \mathcal{P}$: • Consum de recurs [Tm/unitat] • Costos de producció [u.m./unitat] | $a_{pi}, a = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $c_{pi}, c = \begin{bmatrix} 10 & 2 & 3 \\ 20 & 3 & 3 \end{bmatrix}$ | <code>number consum{PROCES, PRODUCTE} = [3.0 2.0 1.0 1.5 1.0 0.5]; number cost{PROCES, PRODUCTE} = [10 2 3 15 2 4];</code> |
| Disponibilitat recurs [Tm]: | $b = 40$ | <code>number disp = 40;</code> |
| Demanda [Tm]: | $d = 40$ | <code>number dem = 33;</code> |

| | | |
|---|--|--|
| Variables | | |
| Per a cada procés $p \in \mathcal{M}$: • Quantitat fabricada producte $i \in \mathcal{P}$ [Tm]: • Selecció procés manufactura: | $x_{pi} \geq 0$ $y_p = \begin{cases} 1 & \text{es selecciona} \\ 0 & \text{no es selecciona} \end{cases}$ | <code>var Producc {PROCES, PRODUCTE} >= 0; var Activa {PROCES} binary;</code> |

| | | |
|---|--|---|
| Model de programació lineal entera: | | |
| Cost total producció [u.m.]: | $\min z = \sum_{p \in \mathcal{M}} \sum_{i \in \mathcal{P}} c_{pi} x_{pi}$ | <code>max Total_benefici = sum {p in PROCES, i in PRODUCTE} cost[p,i]*Producc[p,i];</code> |
| Disponibilitat recurs: | s.a: $\sum_{p \in \mathcal{M}} \sum_{i \in \mathcal{P}} a_{pi} x_{pi} \leq b$ | <code>con Consum_rekurs: sum {p in PROCES, i in PRODUCTE} consum[p,i]*Producc[p,i] <= disp;</code> |
| Satisfacció demanda: | $\sum_{p \in \mathcal{M}} \sum_{i \in \mathcal{P}} x_{pi} \geq d$ | <code>con Demanda : sum{p in PROCES, i in PRODUCTE} Producc[p,i] >= dem;</code> |
| Incompatibilitat processos: | $\sum_{p \in \mathcal{M}} y_p = 1$ | <code>con Incompatibilitat: sum{p in PROCES} Activa[p] = 1;</code> |
| Acoblament $x - y$ (b fa el paper de M_i) | $\sum_{i \in \mathcal{P}} x_{pi} \leq b y_p \quad p \in \mathcal{M}$ | <code>con Acoblament {p in PROCES}: sum{i in PRODUCTE} Producc[p,i] <= disp*Activa[p];</code> |

Solució:

| [1] | VAR .NAME | VAR .LB | VAR .SOL | VAR .UB |
|-----|--------------|---------|----------|-------------|
| 1 | Producc[1,A] | 0 | 0 | 1.7977E+308 |
| 2 | Producc[1,B] | 0 | -0 | 1.7977E+308 |
| 3 | Producc[1,C] | 0 | 0 | 1.7977E+308 |
| 4 | Producc[2,A] | 0 | 0 | 1.7977E+308 |
| 5 | Producc[2,B] | 0 | 33 | 1.7977E+308 |
| 6 | Producc[2,C] | 0 | 0 | 1.7977E+308 |
| 7 | Activa[1] | 0 | -0 | 1.0000E+00 |
| 8 | Activa[2] | 0 | 1 | 1.0000E+00 |

| [1] | CON .NAME | CON .LB | CON .BODY | CON .UB |
|-----|------------------|--------------|-----------|------------|
| 1 | Consum_rekurs | -1.7977E+308 | 33 | 40 |
| 2 | Demanda | 3.30000E+01 | 33 | 1.7977E308 |
| 3 | Incompatibilitat | 1.00000E+00 | 1 | 1 |



| | | | | |
|---|----------------|--------------|----|---|
| 4 | Acoblament [1] | -1.7977E+308 | 0 | 0 |
| 5 | Acoblament [2] | -1.7977E+308 | -7 | 0 |

| Procés seleccionat: | 2 | | |
|--------------------------------------|-----|------|-----|
| Producció òptima [Tm] | A | B | C |
| | 0.0 | 33.0 | 0.0 |
| Costos de producció (z^*) [u.m.] | 66 | | |