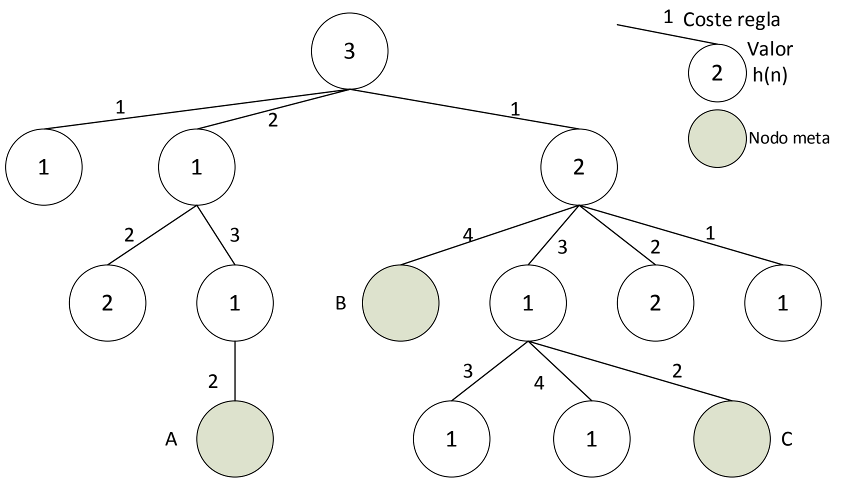
# Sistemes Intel·ligents – Examen Final (Bloc 1), 17 gener 2018
# Test (2 punts) <u>puntuació</u>: max (0, (encerts – errors/3)/3)

| **Cognoms**: | **Nom**: |
|---|---|
| **Grup**: A B C D E F FLIP | |

1) Si s'aplica una cerca voraç en l'espai de cerca de la figura, quin node meta es triarà en primer lloc com a solució i quants nodes es generaran per a trobar aquesta solució?




A. Node A i es generen 7 nodes
B. Node B i es generen 8 nodes
C. Node B i es generen 11 nodes
D. Node C i es generen 14 nodes

---

2) Donat l'espai de cerca de la figura anterior, indica la resposta **<u>INCORRECTA</u>**:

A. La funció h(n) és admissible
B. La funció h(n) és consistent
C. Un algorisme en amplària trobaria la mateixa solució que un algorisme de tipus A
D. Un algorisme en profunditat trobaria la mateixa solució que un algorisme voraç

---

3) Siguen tres nivells d'un arbre de cerca per a un problema, d1, d2 i d3, on d1 < d2 < d3, tal que una solució es troba en el nivell d1, una altra solució en el nivell d2 i una altra solució en el nivell d3 (solament hi ha una solució en cadascun dels nivells). Indica l'afirmació **<u>CORRECTA</u>**:

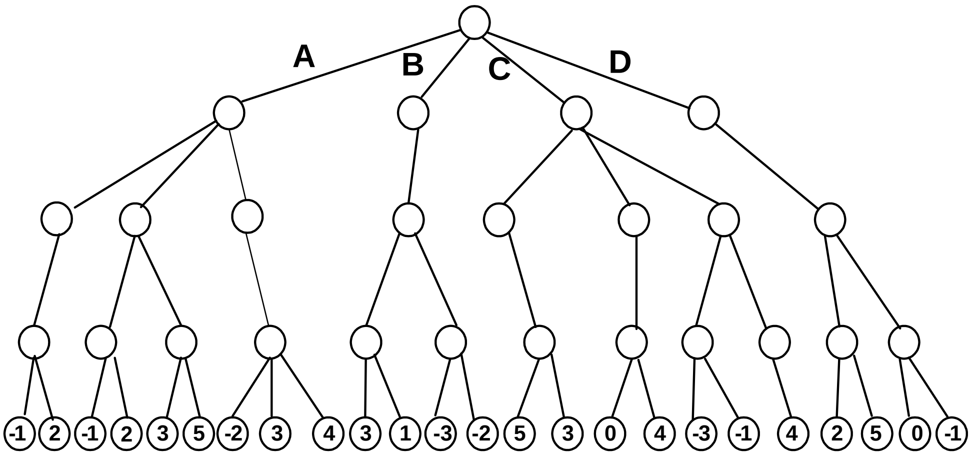
A. La complexitat temporal d'un algorisme d'Amplària és $\boldsymbol{O}(\mathbf{b}^{d2})$ i la d'un algorisme d'Aprofundiment Iteratiu és $\boldsymbol{O}(\mathbf{b}^{d1})$
B. La complexitat temporal d'un algorisme limitat en Profunditat, amb màxima profunditat m=d1, és $\boldsymbol{O}(\mathbf{b}^{d1+1})$
C. Assumint que se selecciona màxima profunditat m=d3, un algorisme limitat en Profunditat sempre trobarà abans la solució del nivell d1 o d2.
D. Assumint que se selecciona màxima profunditat m=d1, la complexitat temporal d'un algorisme limitat en profunditat i un algorisme d'aprofundiment iteratiu és $\boldsymbol{O}(\mathbf{b}^{d1})$

4) Siga l'aplicació d'un algorisme A* per a la resolució d'un problema i siga $G$ el node solució trobat. Indica la sentència que és **FALSA**:

A. Si h(n) és consistent, llavors ∀n1, n2 tal que n2 és un fill de n1, es compleix sempre h(n2)>=h(n1)
B. ∀n1, n2, tal que n1 i n2 són nodes del camí solució a G, es compleix sempre $g$(n1)+h*(n1)=$g$(n2)+h*(n2)
C. ∀n, tal que n és un node del camí solució a $G$, es compleix sempre f(n) <= $g$($G$)
D. Es compleix sempre que f($G$)=$g$($G$).

---

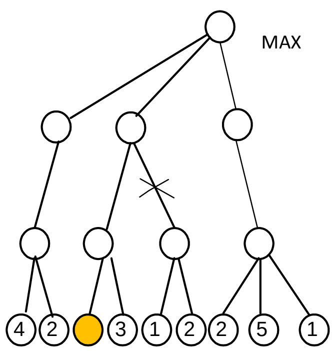
5) Si s'aplica l'algorisme MINIMAX a l'arbre de joc de la figura, quina branca s'escolliria?




A. A
B. B
C. C
D. D

---

6) Quins valors hauria de tenir el node ombrejat perquè es produïsca sempre el tall mostrat en la figura?

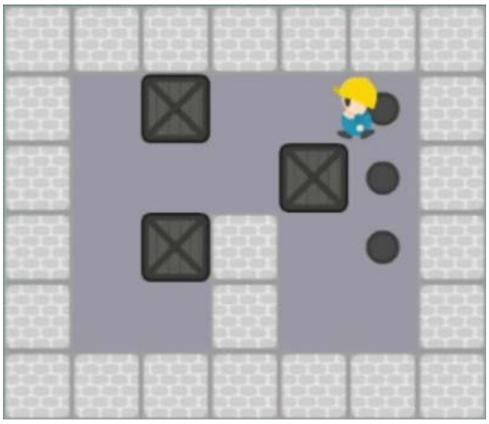



A. Qualsevol valor comprès en [-∞ 4]
B. Qualsevol valor.
C. Qualsevol valor comprès en [4 +∞]
**D.** Mai es produirà

## Sistemes Intel·ligents – Examen Final (Bloc 1), 17 gener 2018
## Problema: 3 punts

### Joc Sokoban

La figura d'a baix mostra un possible tauler del joc del Sokoban. Cada casella conté un obstacle (O), representat mitjançant quadres de color clar; una caixa (C), representat amb quadrats de color fosc que contenen una creu; un magatzem (A), representat amb un cercle; o no contenir res (N). Així mateix tenim un jugador (J) situat a una de les caselles. L'objectiu consisteix que el jugador espente les caixes fins als magatzems, els quals poden guardar un nombre indefinit de caixes. El jugador es pot desplaçar en 4 direccions: dalt, baix, dreta i esquerra; i per a espentar una caixa ha de fer-ho en una d'aquestes 4 direccions.



La figura representa l'estat inicial d'un problema determinat. El jugador està a la mateixa posició que el magatzem de la fila superior. Per a espentar una caixa, el jugador ha de situar-se a una casella adjacent a la caixa i solament pot espentar-la a una casella que no tinga res (N) o al magatzem (A). En l'exemple de la figura, per a espentar la caixa de la fila superior, el jugador pot:

- situar-se a la casella de la dreta de la caixa i espentar-la cap a l'esquerra; l'efecte d'aquesta operació és que tant la caixa com el jugador es desplacen a l'esquerra
- situar-se a la casella a l'esquerra de la caixa i espentar-la cap a la dreta; l'efecte d'aquesta operació és que tant la caixa com el jugador es desplacen a la dreta
- no és possible situar-se a la casella de dalt de la caixa perquè hi ha un obstacle
- pot situar-se a la casella sota la caixa però no pot espentar la caixa cap amunt perquè hi ha un obstacle

Es demana dissenyar un SBR en CLIPS per a resoldre aquest problema. Per a açò s'utilitzarà una representació que s'ajuste al següent patró:

$$(\text{sokoban J } F_j^s\ C_j^s\ \ [\text{pos } F_c^s\ C_c^s\ v^s]^m) \text{ on}$$

$F_j$, $C_j$, $F_c$, $C_c \in$ INTEGER ;; $F_j$ i $C_j$ representen la fila i la columna de la posició del jugador (J); $F_c$ i $C_c$ representen la fila i columna de cada casella
$v \in \{O,C,A,N\}$ ;; representa el contingut de la casella

Les posicions de les caselles en el patró han d'aparèixer ordenades per files (de dalt a baix) i per columnes (d'esquerra a dreta). En l'exemple de la figura, no és necessari representar els obstacles que envolten el tauler, per la qual cosa es pot gastar una representació de 4 files x 5 columnes. Per exemple, la posició (1,1) indica la casella de la fila superior, columna a l'esquerra; la posició (3,2) indica la casella de la tercera fila començant per dalt i segona columna començant per l'esquerra, la qual conté una caixa.

Per a facilitar el disseny assumirem que:

- no és necessari representar explícitament en el tauler quan una caixa arriba a un magatzem; açò és, quan el jugador espenta una caixa a una posició on hi ha un magatzem, la representació de la caixa s'elimina del tauler
- es pot emmagatzemar un nombre indefinit de caixes a un magatzem

Es demana:

1) (0.3 punts) Representa l'estat inicial que es mostra en la figura.
2) (0.8 punts) Escriu una regla per a moure el jugador a la casella de la dreta.
3) (1.3 punts) Escriu una regla que permeta al jugador espentar una caixa cap amunt a una posició que no siga el magatzem.
4) (0.6 punts) Assumint que existeixen regles d'espentar una caixa que detecten quan la caixa s'introdueix a un magatzem, i que l'efecte d'aquestes regles és simplement eliminar la caixa del tauler, escriu una regla que detecte quan el problema s'ha resolt.

## Solució:

1)
```
(deffacts dades
    (sokoban J 1 5 pos 1 1 N pos 1 2 C pos 1 3 N pos 1 4 N pos 1 5 A pos 2 1 N pos 2 2 N
             pos 2 3 N pos 2 4 C pos 2 5 A pos 3 1 N pos 3 2 C pos 3 3 O pos 3 4 N
             pos 3 5 A pos 4 1 N pos 4 2 N pos 4 3 O pos 4 4 N pos 4 5 N))
```

2)
```
(defrule moure_dreta
    (sokoban J ?xj ?yj $?res1 pos ?xj ?yc ?v $?res2)
    (test (= ?yj (- ?yc 1)))
    (test (and (neq ?v O)(neq ?v C)))
 => (assert (sokoban J ?xj ?yc $?res1 pos ?xj ?yc ?v $?res2)))
```

3)
```
(defrule espentar_a_dalt
    (sokoban J ?xj ?yj $?res1 pos ?xn ?yj ?v $?res2 pos ?xc ?yj C $?res3)
    (test (= ?xj (+ ?xc 1)))
    (test (= ?xn (- ?xc 1)))
    (test (and (neq ?v O)(neq ?v C)(neq ?V A)))  ;; (test (eq ?v N))
⇨   (assert (sokoban J ?xc ?yj $?res1 pos ?xn ?yj C $?res2 pos ?xc ?yj N $?res3)))
```

4)
```
(defrule final
    (declare (salience 100))
    (sokoban $?res1)
    (test (not (member C $?res1)))
 => (printout t "Solució trabada " crlf)
    (halt))
```

# Examen Final de SIN: qüestions del bloc 2 (2 punts)

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 17 de gener de 2018

**Cognoms:** ____________ **Nom:** ____________

**Grup:** ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3FLIP**

Marca cada requadre amb una única opció. Puntuació: max(0, (encerts - errors/3) / 3).

1 [D] Indica quina de les següents afirmacions sobre la IA i l'Aprenentatge Automàtic (AA) *no* és correcta:

A) Una de les principals dificultats de la IA clàssica consisteix en la pràctica impossibilitat de comprovar totes les condicions lògiques que haurien de complir-se per a garantir el compliment d'una acció. Per exemple, resulta pràcticament impossible conèixer i comprovar totes la condicions lògiques que haurien de complir-se per a garantir que "arribem a temps a l'aeroport de Manises si eixim de casa 90 minuts abans del vol".
B) Els sistemes intel·ligents actuals solen incloure la *incertesa* com a part del coneixement, la qual pot representar-se mitjançant *probabilitats* associades als successos d'interès.
C) La majoria de mètodes d'AA construeix hipòtesis a partir de dades.
D) Els mètodes d'aprenentatge usuals en AA són els classificadors lineals i els *no* lineals.

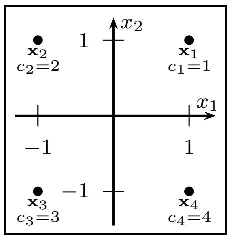
2 [D] Siga un problema de classificació en quatre classes equiprobables, $c = 1, 2, 3, 4$. Donat un objecte $x$, se sap que el classificador de Bayes l'assigna a la classe 1 i que la seua probabilitat a posteriori de pertinença a aquesta classe, $p(c = 1 \mid x)$, és igual a 1/3. Amb base en el coneixement donat, indica quina de les següents afirmacions és correcta:

A) L'objecte $x$ pot classificar-se amb una probabilitat d'error menor que 1/3.
B) $p(c = 1 \mid x) \;>\; p(c = 2 \mid x) + p(c = 3 \mid x) + p(c = 4 \mid x)$.
C) $p(x) > p(x \mid c = 1)$.
D) Cap de les anteriors.

3 [B] Es té un problema de classificació en 3 classes, $c = 1, 2, 3$, per a objectes representats mitjançant vectors de 2 característiques reals, $\mathbf{x} = (x_1, x_2)^t \in \mathbb{R}^2$. Considereu un classificador lineal de vectors de pesos (en notació homogènia): $\mathbf{w}_1 = (w_{10}, w_{11}, w_{12})^t = (2, 0, 0)^t$, $\mathbf{w}_2 = (0, 1, 1)^t$ i $\mathbf{w}_3 = (0, 1, -1)^t$. La regió de decisió de la classe 1 corresponent a aquest classificador és:

A) $\{\mathbf{x} \,:\, x_1 \geq 0 \,\wedge\, x_2 < -x_1 + 2\} \cup \{\mathbf{x} \,:\, x_1 < 0 \,\wedge\, x_2 < x_1 + 2\}$.
B) $\{\mathbf{x} \,:\, x_2 \geq 0 \,\wedge\, x_2 < -x_1 + 2\} \cup \{\mathbf{x} \,:\, x_2 < 0 \,\wedge\, x_2 > x_1 - 2\}$.
C) $\{\mathbf{x} \,:\, x_1 \geq 0 \,\wedge\, x_2 < -x_1 + 1\} \cup \{\mathbf{x} \,:\, x_1 < 0 \,\wedge\, x_2 < x_1 + 1\}$.
D) $\{\mathbf{x} \,:\, x_2 \geq 0 \,\wedge\, x_2 < -x_1 + 1\} \cup \{\mathbf{x} \,:\, x_2 < 0 \,\wedge\, x_2 > x_1 - 1\}$.

4 [D] En la figura es representen 4 mostres d'aprenentatge de sengles classes: $\mathbf{x}_1 = (1, 1)^t$ de la classe $c_1 = 1$, $\mathbf{x}_2 = (-1, 1)^t$ de $c_2 = 2$ $\mathbf{x}_3 = (-1, -1)^t$ , de $c_3 = 3$ , i $\mathbf{x}_4 = (1, -1)^t$ de $c_4 = 4$. Suposeu que s'executa l'algorisme Perceptró a partir de les mateixes, amb factor d'aprenentatge $\alpha = 1$, marge $b = 0.1$ i vectors de pesos inicials nuls (en notació homogènia). Durant la primera iteració de l'algorisme i després de processar les 3 primeres mostres, s'obtenen els vectors de pesos $\mathbf{w}_1 = (w_{10}, w_{11}, w_{12})^t = (0, 2, 0)^t$, $\mathbf{w}_2 = (-1, -1, 1)^t$, $\mathbf{w}_3 = (-1, -1, -3)^t$ i $\mathbf{w}_4 = (-3, 1, -1)^t$. Completeu la primera iteració de l'algorisme i indiqueu, a partir dels vectors de pesos resultants, quantes mostres d'aprenentatge es classifiquen *correctament:*




A) 1.
B) 2. $\mathbf{w}_1 = (-1, 1, 1)^t$, $\mathbf{w}_2 = (-1, -1, 1)^t$, $\mathbf{w}_3 = (-2, -2, -2)^t$, $\mathbf{w}_4 = (-2, 2, -2)^t$
C) 3. $\mathbf{x}_1$: $g_1 = 1$, $g_2 = -1$, $g_3 = -6$, $g_4 = -2$ $\quad$ $\mathbf{x}_2$: $g_1 = -1$, $g_2 = 1$, $g_3 = -2$, $g_4 = -6$
D) 4. $\mathbf{x}_3$: $g_1 = -3$, $g_2 = -1$, $g_3 = 2$, $g_4 = -2$ $\quad$ $\mathbf{x}_4$: $g_1 = -1$, $g_2 = -3$, $g_3 = -2$, $g_4 = 2$

5 [B] Suposeu que estem aplicant l'algorisme d'aprenentatge d'arbres de classificació per a un problema de quatre classes, $c = 1, 2, 3, 4$. L'algorisme ha arribat a un node $t$ que inclou vuit dades: 2 de la classe 1, 4 de la 2, 1 de la 3 i 1 de la 4. La impuresa de $t$, $\mathcal{I}(t)$, mesurada com l'entropia de la distribució empírica de les probabilitats a posteriori de les classes en $t$, és:

A) $0.00 \leq \mathcal{I}(t) < 1.00$
B) $1.00 \leq \mathcal{I}(t) < 2.00$ $\qquad \mathcal{I}(t) = -\sum_{c=1}^{4} \hat{P}(c \mid t) \log_2 \hat{P}(c \mid t) = -\frac{2}{8} \log_2 \frac{2}{8} - \frac{4}{8} \log_2 \frac{4}{8} - 2\,\frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} = \frac{7}{4} = 1.75$
C) $2.00 \leq \mathcal{I}(t) < 3.00$
D) $3.00 \leq \mathcal{I}(t)$

6 [D] Considereu el conjunt d'aprenentatge format per les 6 dades tridimensionals de la taula a la dreta. Es creu que una partició natural de dit conjunt en 2 clústers consisteix a agrupar les primeres 4 dades en un clúster i les 2 últimes en l'altre. La suma d'errors quadràtics d'aquesta partició, $J$, és:

A) $J < 3$
B) $3 \leq J < 6$
C) $6 \leq J < 12$
D) $12 \leq J$ $\qquad (1 + 2 + 1 + 2) + (3 + 3) = 6 + 6 = 12$

$\mathbf{x}_n = (x_{n1}, x_{n2}, x_{n3})^t$

| $n$ | $x_{n1}$ | $x_{n2}$ | $x_{n3}$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 2 |
| 5 | 4 | 6 | 4 |
| 6 | 6 | 4 | 6 |

# Examen Final de SIN: problema del bloc 2 (3 punts)

ETSINF, Universitat Politècnica de València, 17 de gener de 2018

**Cognoms:** ______________________ **Nom:** ______________

**Grup:** ☐ **3A** ☐ **3B** ☐ **3C** ☐ **3D** ☐ **3E** ☐ **3F** ☐ **3FLIP**

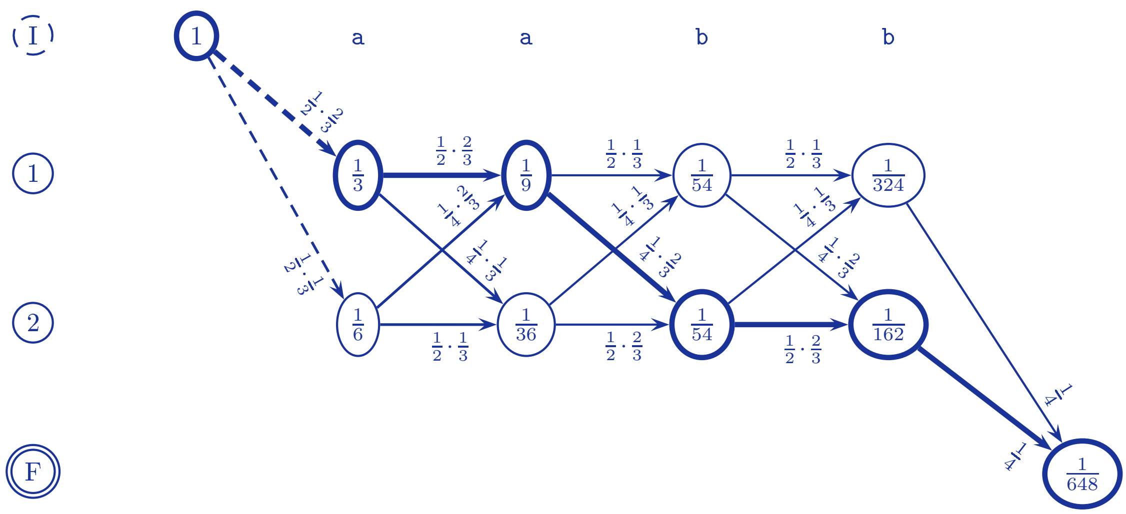
Siga $M$ un model de Markov de conjunt d'estats $Q = \{1, 2, F\}$; alfabet $\Sigma = \{a, b\}$; probabilitats inicials $\pi_1 = \frac{1}{2}, \pi_2 = \frac{1}{2}$; i probabilitats de transició entre estats i d'emissió de símbols:

| $A$ | 1 | 2 | $F$ |
|---|---|---|---|
| 1 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{4}$ |
| 2 | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ |

| $B$ | $a$ | $b$ |
|---|---|---|
| 1 | $\frac{2}{3}$ | $\frac{1}{3}$ |
| 2 | $\frac{1}{3}$ | $\frac{2}{3}$ |

1. (1.5 punts) Realitzeu una traça de l'algorisme de *Viterbi* per a obtenir la seqüència d'estats més probable amb la qual $M$ genera la cadena "`aabb`".
2. (1.5 punts) A partir de les cadenes d'entrenament "`aabb`" i "`a`", reestimeu els paràmetres de $M$ mitjançant l'algorisme de reestimació per Viterbi (fins a convergència).

1.




$$\tilde{q} = 1122F$$

2. En la primera iteració, a partir dels parells ("`aabb`",$1122F$) i ("`a`",$1F$), obtenim:

$$\pi_1 = \frac{2}{2}, \pi_2 = 0$$

| $A$ | 1 | 2 | $F$ |
|---|---|---|---|
| 1 | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ | $\frac{1}{3}$ |
| 2 | 0 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{2}$ |

| $B$ | $a$ | $b$ |
|---|---|---|
| 1 | $\frac{3}{3}$ | 0 |
| 2 | 0 | $\frac{2}{2}$ |

En la segona iteració, partim d'un model en el qual el símbol "`a`" només s'emet en l'estat 1, i el "`b`" només en 2. Així doncs, "`aabb`" només pot generar-se amb el camí $1122F$, i "`a`" amb $1F$, per la qual cosa obtenim els mateixos parells (cadena-de-entrenament, camí-més-probable) que en la primera iteració. Per tant, la segona iteració acaba amb el mateix model que la primera i l'algorisme de reestimació acaba.