

## **Automatització d'una cèl·lula de fabricació flexible**

### **ANNEXOS**

- ANNEX A: Descripció de la cèl·lula**
- ANNEX B: Xarxa de Petri i anàlisi qualitativa**
- ANNEX C: Model per l'anàlisi quantitativa**
- ANNEX D: Resum del programa de control del PLC**
- ANNEX E: Resum del programa de l'SCADA**
- ANNEX F: Pressupost**
- ANNEX G: Informació complementària**

**Autor:** Àngel Silos Sánchez  
**Director:** Josep M. Fuertes i Armengol  
**Convocatòria:** Juny 2006 (pla 94)



**Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona**





# Sumari

## ANNEXOS

<b>SUMARI</b>	<b>1</b>
<b>A. DESCRIPCIÓ DE LA CÈL·LULA</b>	<b>3</b>
A.1 Disposició en planta de la cèl·lula.....	3
A.2 Capacitat i nombre d'operacions dels elements .....	4
<b>B. XARXA DE PETRI I ANÀLISI QUALITATIVA</b>	<b>7</b>
B.1 Xarxa de Petri amb magatzems de sortida .....	7
B.2 Xarxa de Petri amb retorn de les peces .....	17
B.3 Descripció dels llocs de la xarxa de Petri .....	19
B.4 Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la cèl·lula.....	20
B.4.1. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z I.....	20
B.4.2. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z II.....	23
B.4.3. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z III.....	26
B.4.4. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z IV .....	29
B.4.5. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z V .....	31
B.4.6. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z VI .....	34
B.4.7. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z VII .....	36
<b>C. MODEL PER L'ANÀLISI QUANTITATIVA</b>	<b>39</b>
C.1 Model de la línia L I .....	39
C.1.1. Entorn gràfic del model de la línia L I .....	39
C.1.2. Característiques dels elements del model de la línia L I.....	44
C.2 Model de la línia L II .....	46
C.2.1. Entorn gràfic del model de la línia L II .....	46
C.2.2. Característiques dels elements del model de la línia L II.....	50
C.3 Model del Nexè .....	51
C.3.1. Entorn gràfic del model del Nexè.....	51
C.3.2. Característiques dels elements del model del Nexè .....	54
<b>D. RESUM DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PLC</b>	<b>55</b>
D.1 Estructura del programa .....	55
D.2 Blocs del programa .....	57
D.2.1. Bloc OB1 .....	57
D.2.2. Bloc FB1: "ControlRobot" .....	62
D.2.3. Bloc FB2: "ControlMaquina" .....	67



D.2.4.	Bloc FB4: "ControlCinta" .....	68
D.2.5.	Bloc FB8: "ControldActivacio" .....	71
D.2.6.	Bloc FB11: "FabricacioPecesZonal" .....	74
D.2.7.	Bloc FB18: "ActivacioControls" .....	79
<b>E.</b>	<b>RESUM DEL PROGRAMA DE L'SCADA</b> .....	<b>81</b>
E.1	Pantalles de visualització de l'SCADA .....	81
E.2	Funcions implementades a l'SCADA .....	90
E.2.1.	Funció de verificació de possibilitat de fabricació .....	90
E.2.2.	Funció de verificació de l'activació física dels element.....	94
<b>F.</b>	<b>PRESSUPOST</b> .....	<b>99</b>
F.1	Planificació .....	99
F.2	Pressupost .....	101
F.2.1.	Pressupost de desenvolupament del projecte .....	101
F.2.2.	Pressupost de la configuració física per al control de la cèl·lula .....	103
F.2.3.	Resum del pressupost .....	106
<b>G.</b>	<b>INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA</b> .....	<b>107</b>
G.1	Anàlisi qualitativa .....	107
G.2	Model de simulació .....	107
G.3	Programa del PLC .....	108
G.4	Programa de l'SCADA.....	108





## A.2 Capacitat i nombre d'operacions dels elements

A les Taules A.1., A.2., A.3. i A.4. es mostren les capacitats dels diferents elements físics que componen la cèl·lula. El fet de voler augmentar aquestes en una modificació del sistema no afectaria al funcionament teòric de la cèl·lula. El que si que podria afectar és la variació del nombre d'operacions que realitza un element.

Cal notar que les capacitats descrites del magatzem intermedi i el de les peces defectuoses s'han calculat com el màxim de peces que podrien arribar a aquests a partir dels magatzems d'entrada.

Control de qualitat	Descripció	Capacitat	Operacions
CQ I	Control de qualitat de la zona I	1	2
CQ II	Control de qualitat de la zona II	1	1
CQ III	Control de qualitat de la zona III	1	1
CQ IV	Control de qualitat de la zona V	1	2
CQ V	Control de qualitat de la zona VII	1	2

Taula A.1. Capacitat i operacions dels controls de qualitat CQ \*

Magatzem	Descripció	Capacitat	Operacions
M (AB'C)'''	Magatzem de peces (AB'C)'''	40	-
M A	Magatzem de peces A	40	-
M A'	Magatzem de peces A'	40	-
M AB'	Magatzem de peces AB'	40	-
M AB'C	Magatzem de peces AB'C	40	-
M B	Magatzem de peces B	40	-
M B'	Magatzem de peces B'	40	-
M C	Magatzem de peces C	40	-



M D	Magatzem de peces D	40	-
M D'	Magatzem de peces D'	40	-
M DE'	Magatzem de peces DE'	40	-
M DEF	Magatzem de peces defectuoses	160	-
M E	Magatzem de peces E	40	-
M E'	Magatzem de peces E'	40	-
M INT	Magatzem de peces intermedi	$80((AB'C)''' \text{ i } DE')$	-

Taula A.2. Capacitat i operacions dels magatzems M \*

Màquina	Descripció	Capacitat	Operacions
M I	Maquina que fa l'operació OP I	1	1
M II	Maquina que fa l'operació OP II	1	1
M III	Maquina que fa l'operació OP III	$2(A' \text{ i } B')$	1
M IV	Maquina que fa l'operació OP IV	$2(AB' \text{ i } C)$	1
M V	Maquina que fa l'operació OP V	1	1
M VI	Maquina que fa l'operació OP VI	1	1
M VII	Maquina que fa l'operació OP VII	1	1
M VIII	Maquina que fa l'operació OP VIII	1	1
M IX	Maquina que fa l'operació OP IX	1	1
M X	Maquina que fa l'operació OP X	$2(D' \text{ i } E')$	1

Taula A.3. Capacitat i operacions de les màquines M \*



<b>Element de transport</b>	<b>Descripció</b>	<b>Capacitat</b>	<b>Operacions</b>
R I	Robot de la Zona I	1	2
R II	Robot de la Zona II	1	2
R III	Robot de la Zona III	1	2
R IV	Robot de la Zona V	1	2
R V	Robot de la Zona VI	1	2
R VI	Robot de la zona VIII	1	2
T I	Cinta que fa l'operació OT III	4	1
T II	Cinta que fa l'operació OT IV	4	1
T III	Cinta que fa l'operació OT VII	4	1
T IV	Cinta que fa l'operació OT XI	4	1
T V	Cinta que fa l'operació OT XII	4	1
T VI	Cinta que fa l'operació OT XIII	4	1
T VII	Cinta que fa l'operació OT XIV	4	1
T VIII	Cinta que fa l'operació OT XV	4	1
T IX	Cinta que fa l'operació OT XVIII	4	1
T X	Cinta que fa l'operació OT XIX	4	1
T XI	Cinta que fa l'operació OT XXII	4	1

Taula A.4. Capacitat i operacions dels robots R \* i les cintes T \*





## B. Xarxa de Petri i anàlisi qualitativa

En aquest annex es mostren les dues disposicions de les xarxes de Petri de la cèl·lula comentades a la memòria junt amb la descripció dels seus llocs. La primera es caracteritza per disposar de tots els magatzems d'entrada i sortida. En canvi a la segona es realitza un retorn de les peces a les entrades. D'aquesta última només es mostren les diferències presents respecte a la primera. Finalment en un tercer punt es mostra l'anàlisi qualitativa realitzada sobre les xarxes de Petri de cada zona.

### B.1 Xarxa de Petri amb magatzems de sortida

A la figura B.1 es mostra la xarxa de Petri seccionada amb les zones que componen la cèl·lula amb la intenció de mostrar a on es presenta el canvi d'una zona a una altre. Posteriorment es presenten les zones de forma individual.

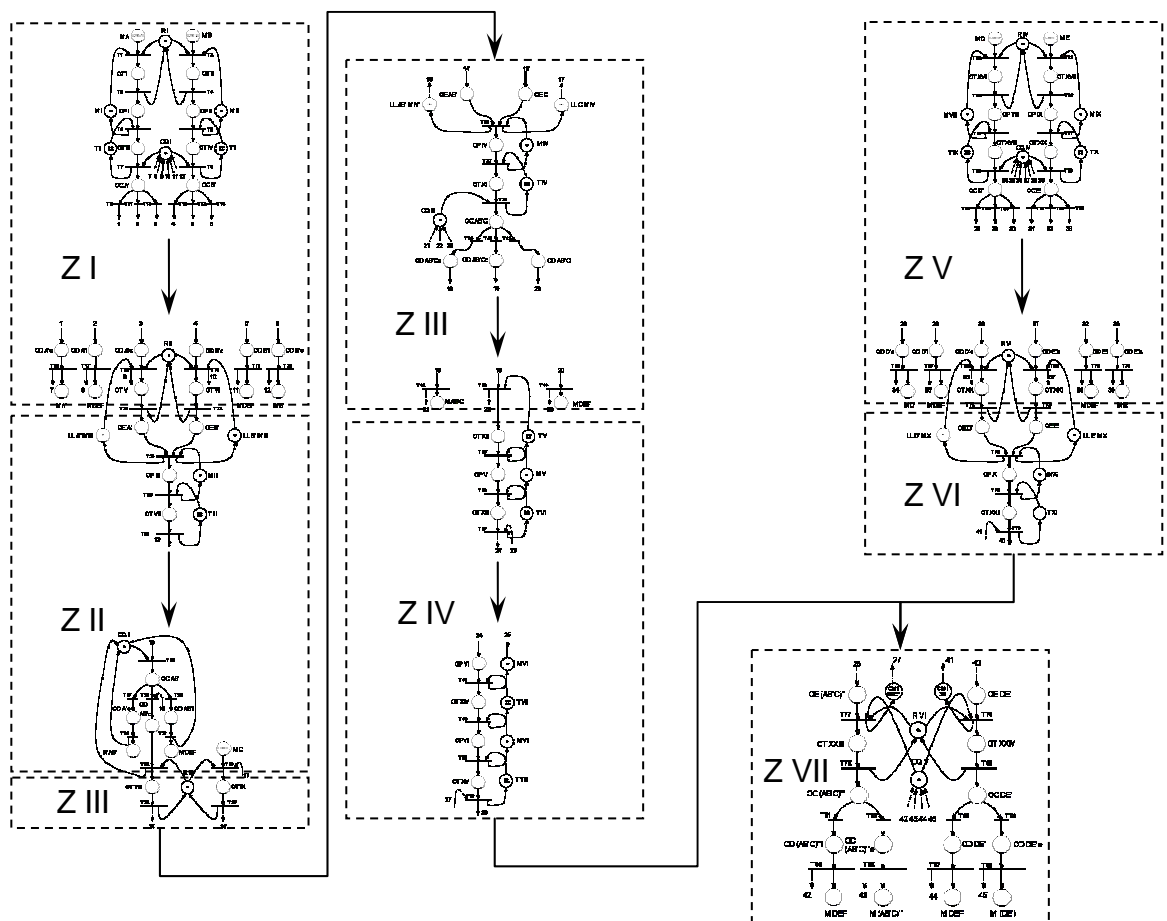


Figura B.1. Xarxa de Petri de la cèl·lula de fabricació



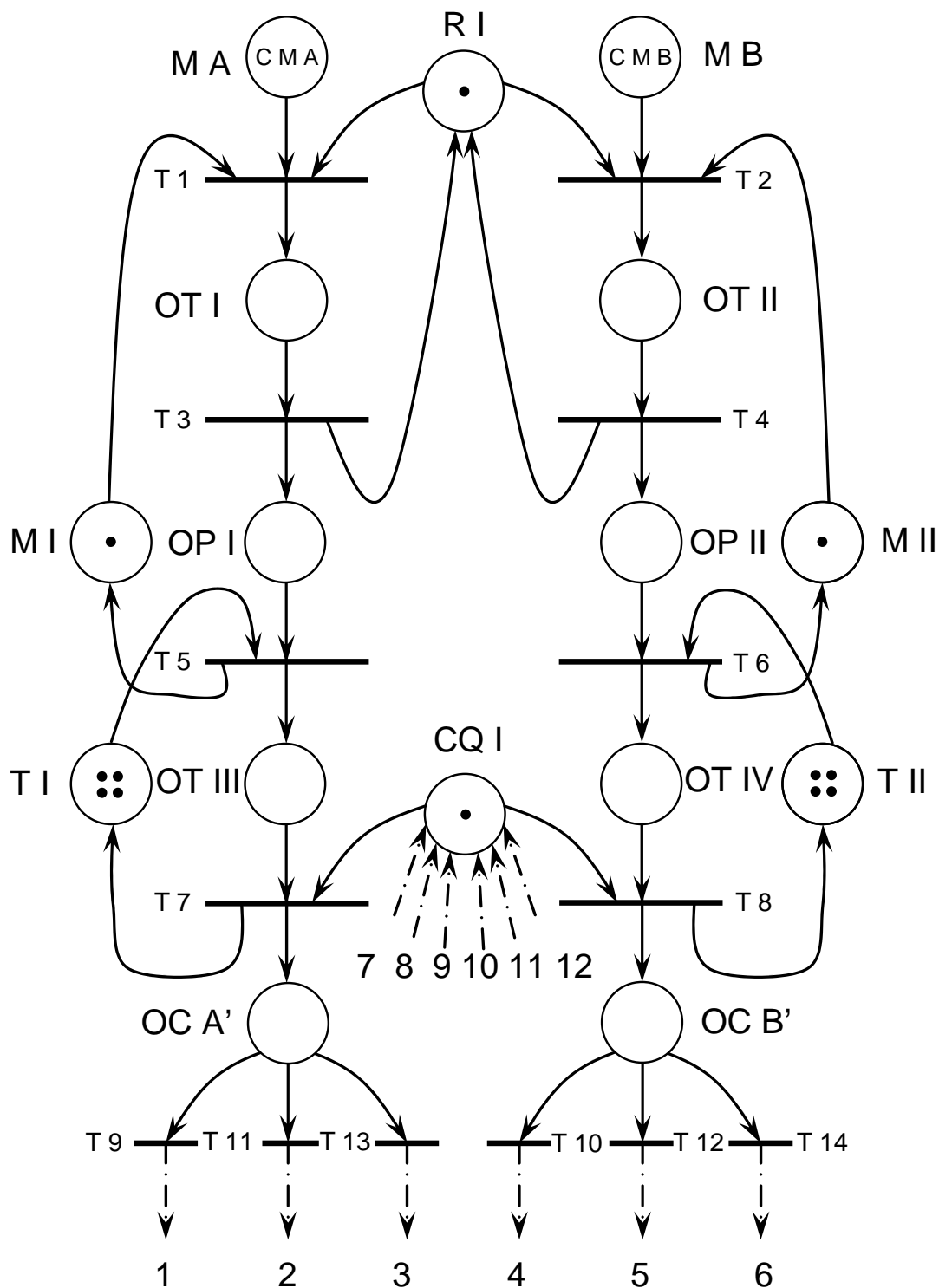


Figura B.2. Xarxa de Petri de la zona Z I



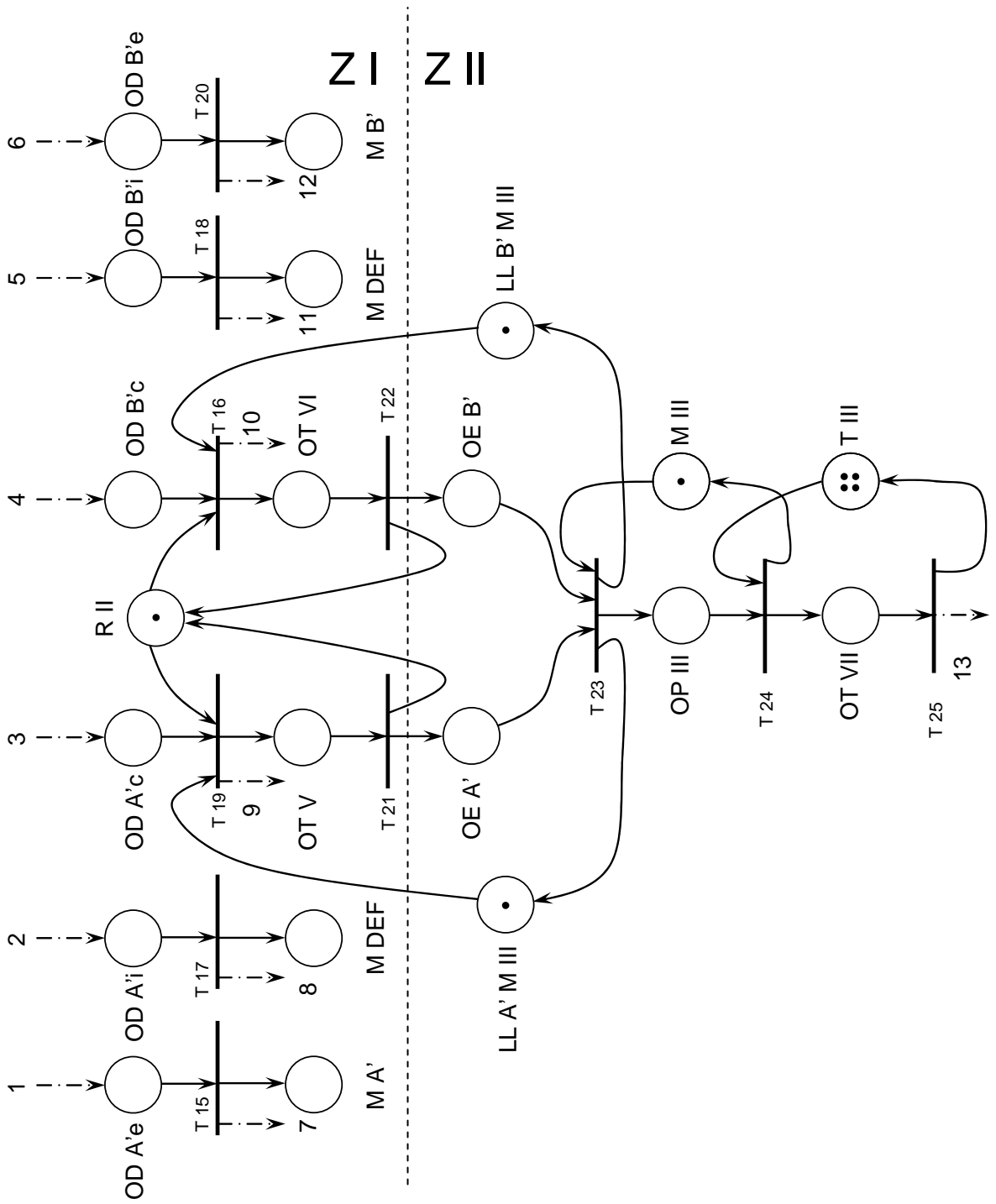


Figura B.3. Xarxa de Petri de les zones Z I i Z II



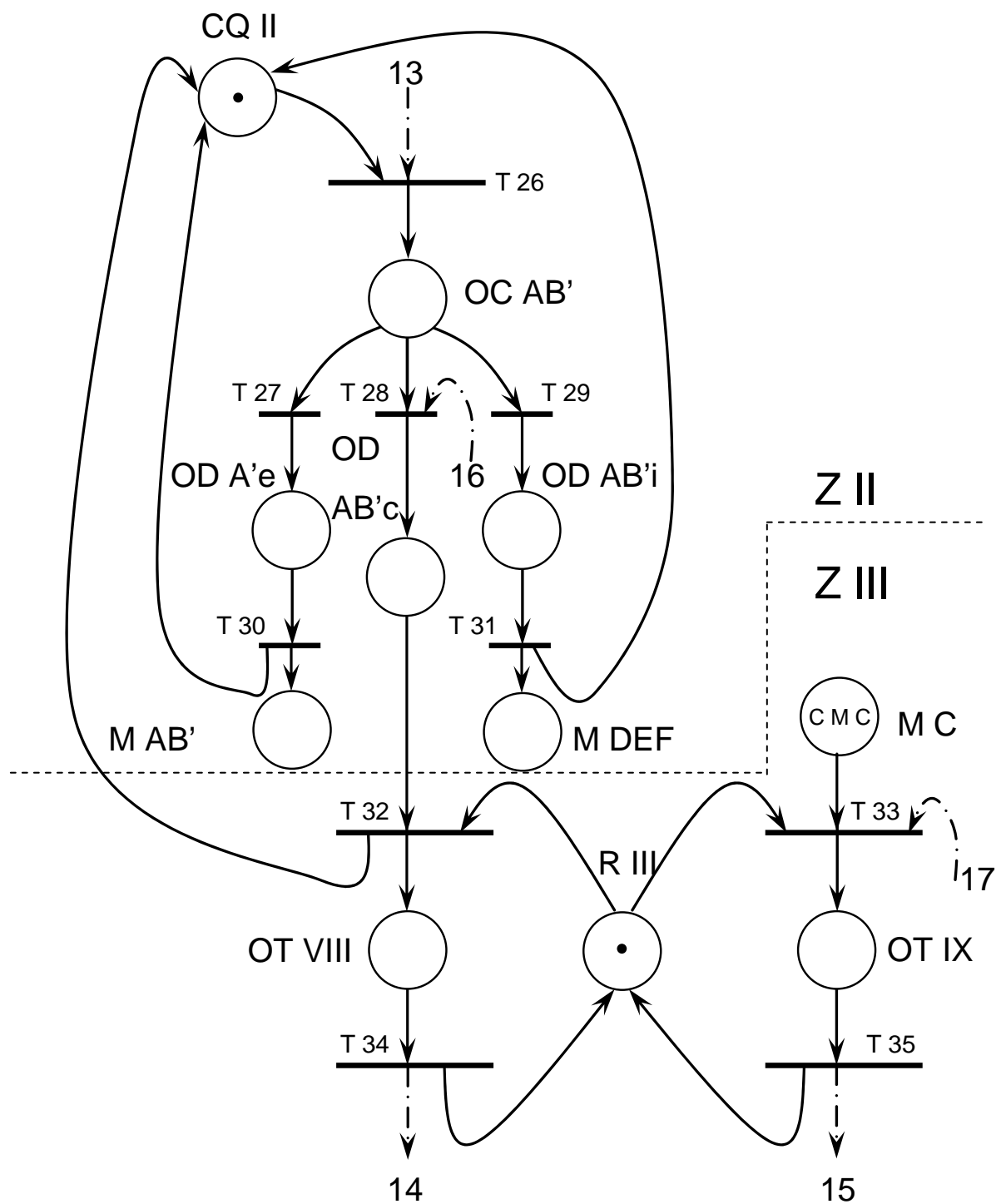


Figura B.4. Xarxa de Petri de les zones Z II i Z III



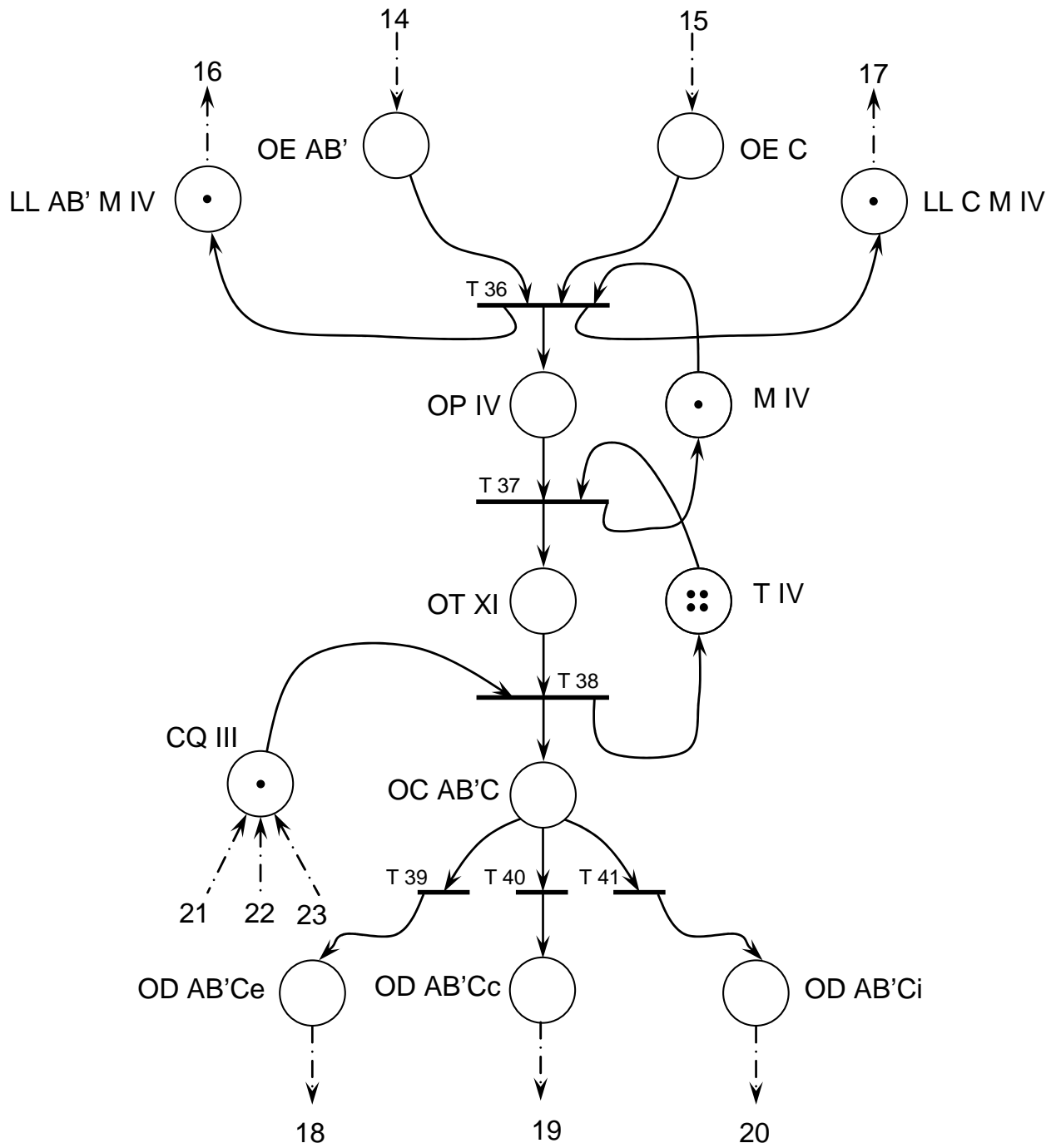


Figura B.5. Xarxa de Petri de la zona Z III



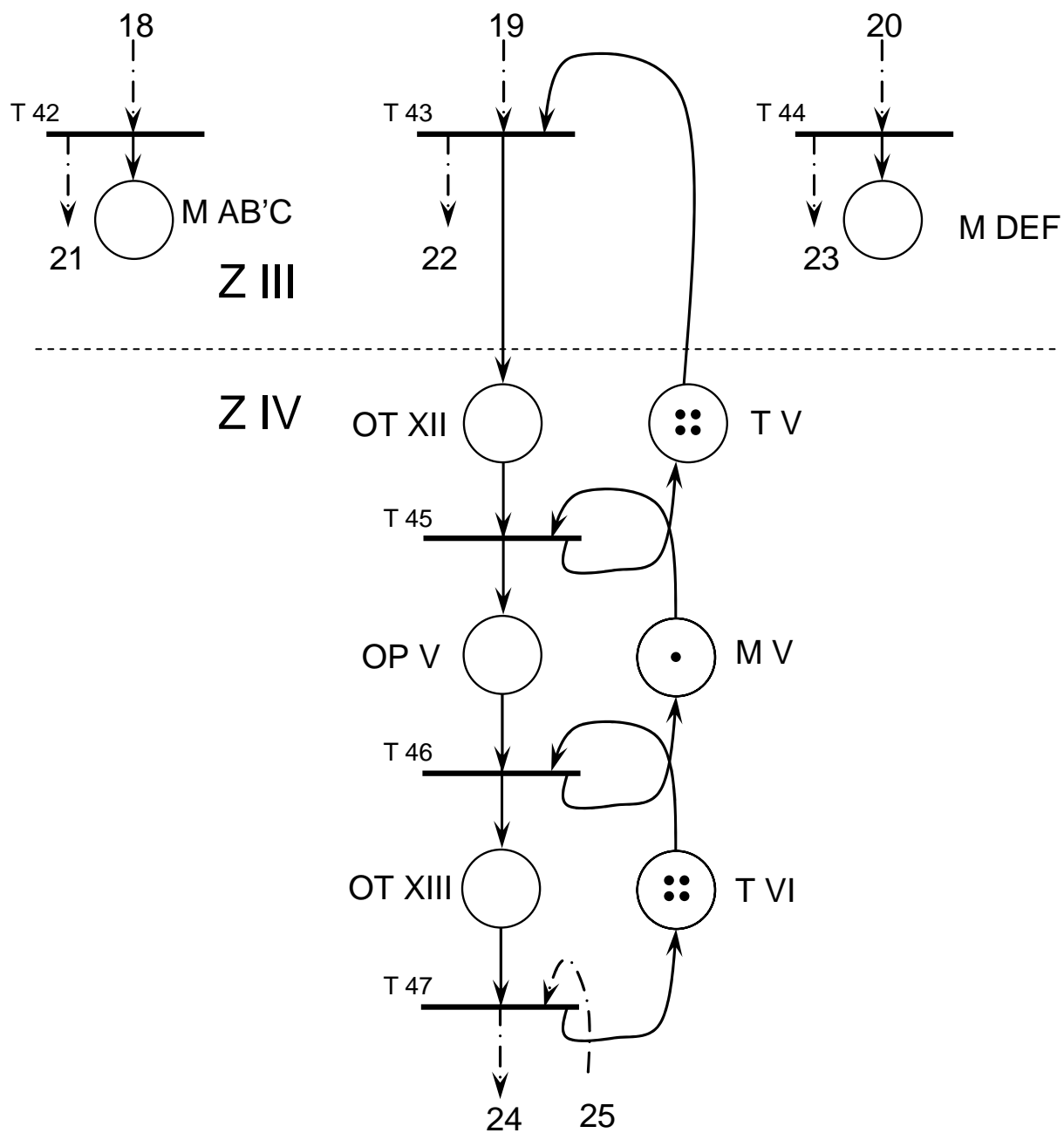


Figura B.6. Xarxa de Petri de les zones Z III i Z IV



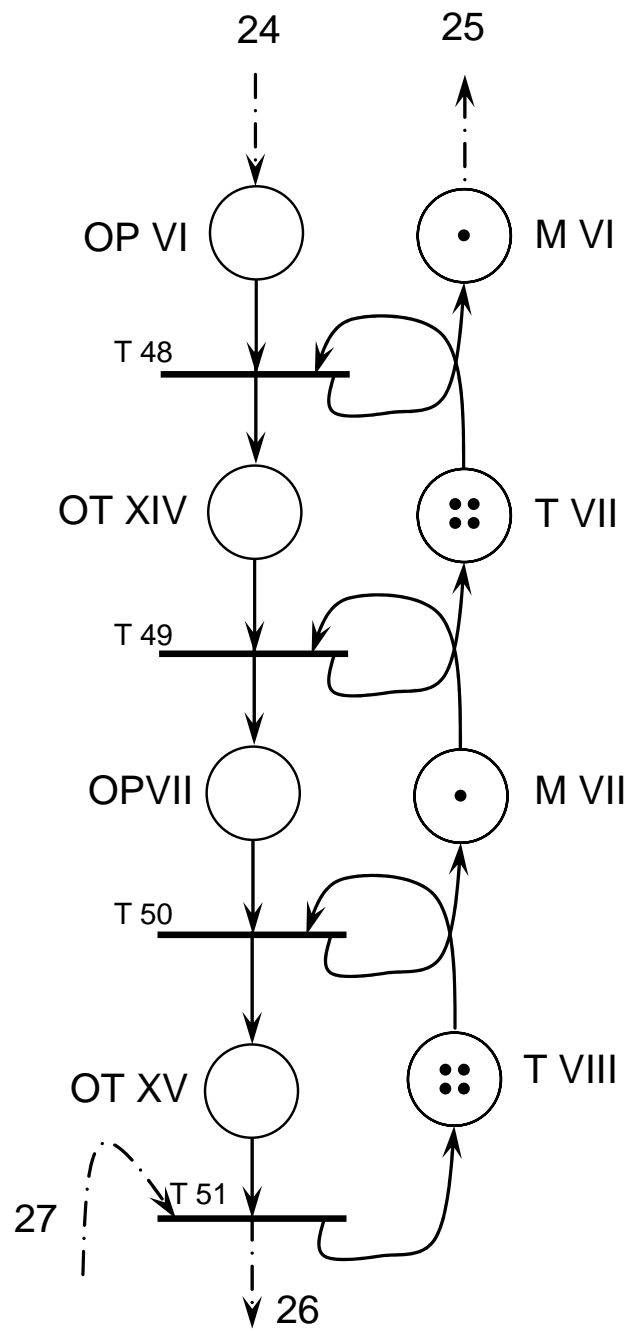


Figura B.7. Xarxa de Petri de la zona Z IV



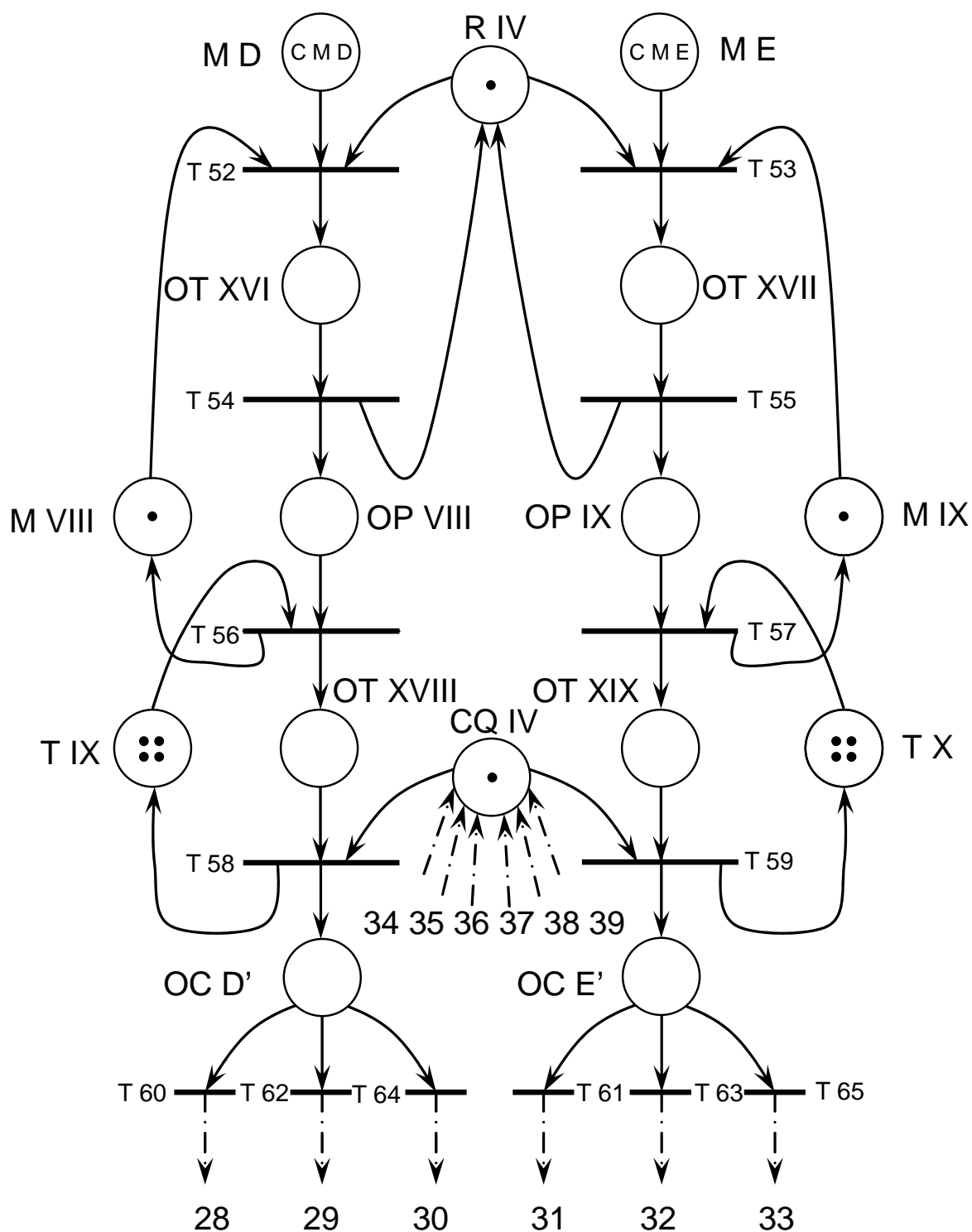


Figura B.8. Xarxa de Petri de la zona Z V







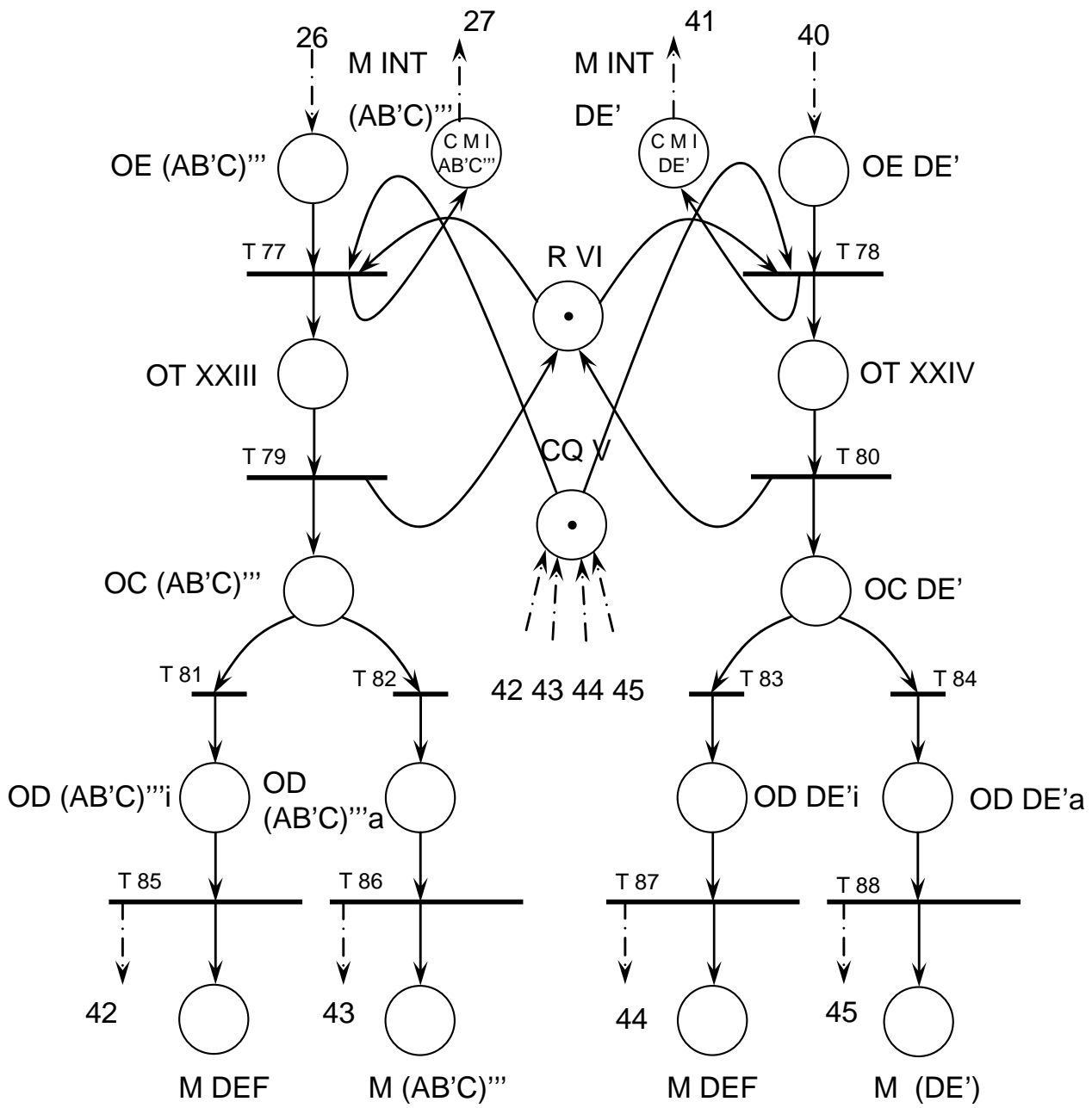


Figura B.10. Xarxa de Petri de la zona Z VII



## B.2 Xarxa de Petri amb retorn de les peces

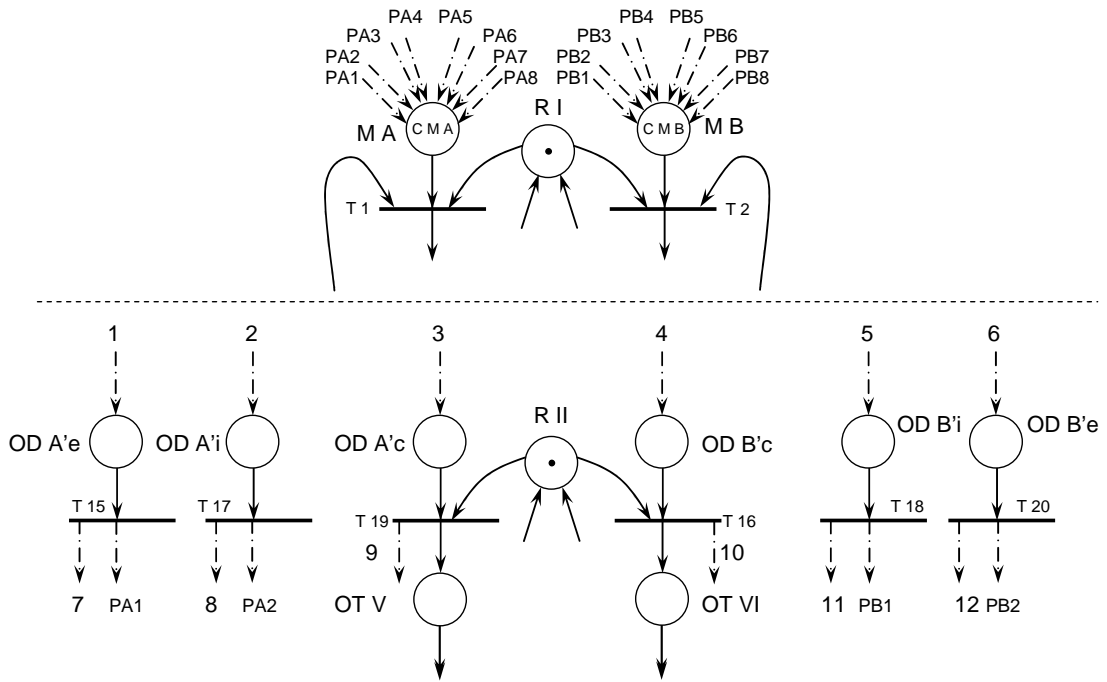


Figura B.11. Xarxa de Petri modificada de la zona Z I

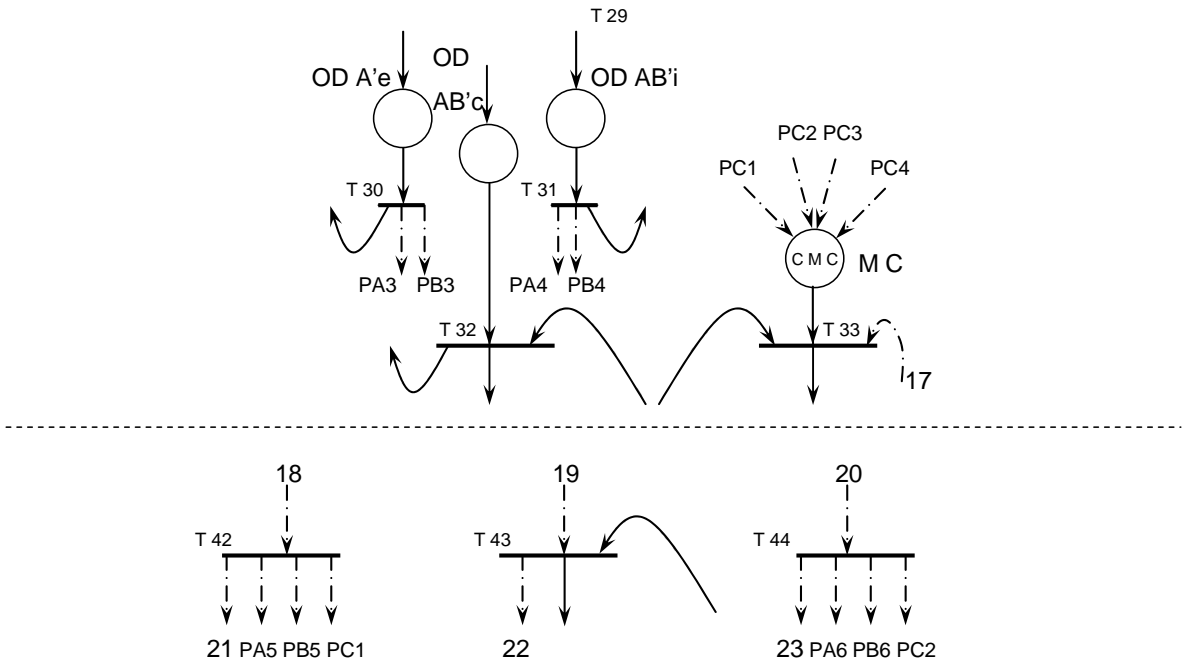


Figura B.12. Xarxa de Petri modificada de les zones Z II i Z III



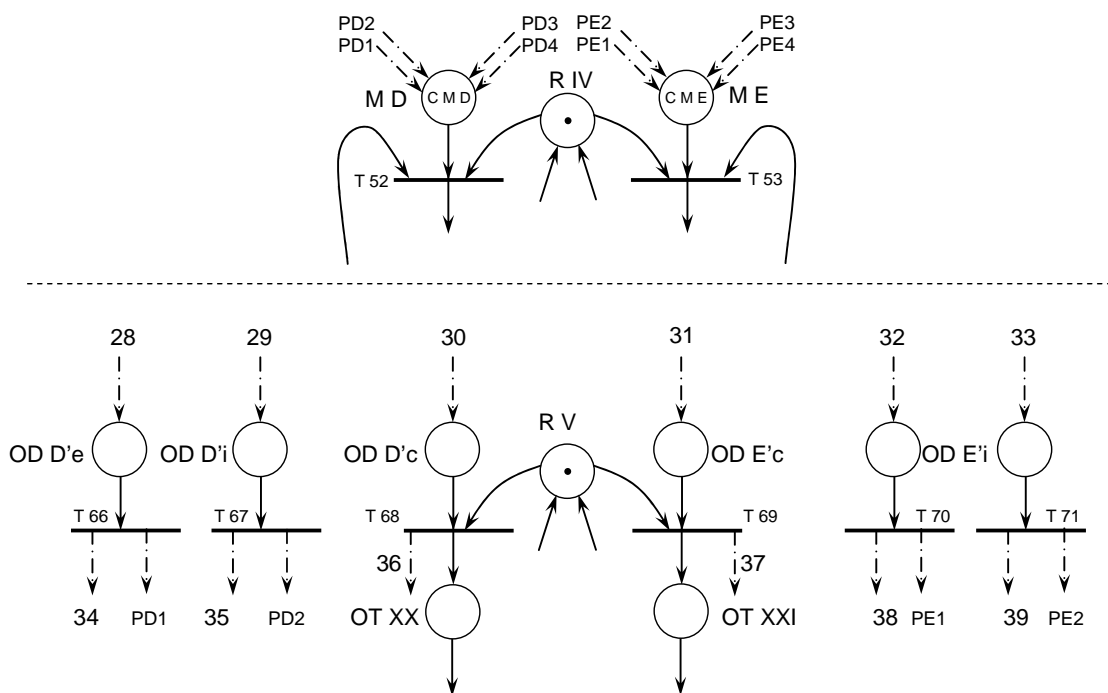


Figura B.13. Xarxa de Petri modificada de la zona Z V

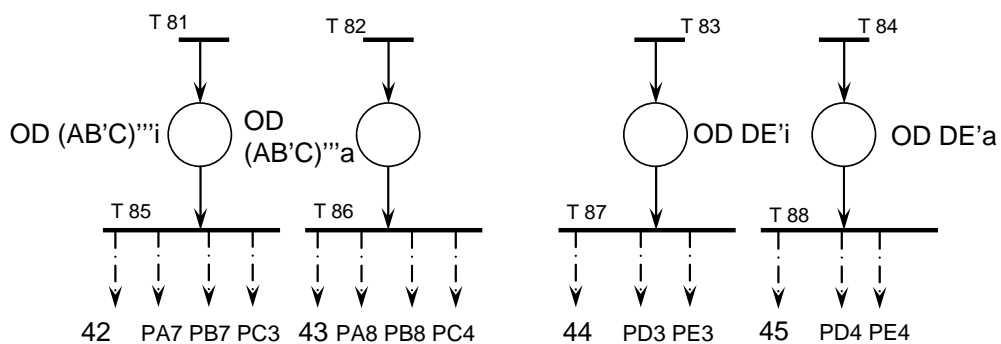


Figura B.14. Xarxa de Petri modificada de la zona Z VII



### B.3 Descripció dels llocs de la xarxa de Petri

A la Taula B.1 es mostra la descripció de cada un dels tipus de llocs que componen la xarxa de Petri indicant el marcat inicial del que disposa cada un. En el cas dels recursos això s'identifica amb la seva capacitat.

Lloc	Descripció	Marcat Inicial
CQ *	Control de qualitat CQ *	1
LL * M **	Lloc lliure de la peça * de la màquina **	-
M *	Magatzem de peces * d'entrada	C M * = 40
M *	Magatzem de peces * de sortida	-
M *	Màquina M *	1
M DEF	Magatzem de peces defectuoses	-
M INT *	Magatzem intermedi de peces *	C M I * = 40
OC *	Operació de control de la peça *	-
OD *c	Operació de decisió de peça * correcta	-
OD *e	Operació de decisió d'emmagatzematge de peça *	-
OD *i	Operació de decisió de peça * incorrecta	-
OE *	Operació d'espera de la peça *	-
OP *	Operació de producció *	-
OT *	Operació de transport *	-
R *	Robot R *	1
T *	Cinta transportadora T *	4

Taula B.1. Marcat inicial dels llocs de la xarxa de Petri



### B.4 Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la cèl·lula

A continuació es presenten els resultats sobre l'anàlisi qualitativa comentats a la memòria. Per cada zona es presenta: la xarxa de Petri sobre la que s'ha realitzat l'anàlisi, la classificació de la mateixa, la matriu d'incidència, els vectors invariants (t-invariants i p-invariants) i el resultat final de l'anàlisi.

El nom dels llocs de les xarxes de Petri (activitats i recursos) són els mateixos que els definits a la xarxa de Petri que caracteritza al model. En canvi el número de les transicions no corresponen amb el model original, ja que no són necessaris a l'hora d'interpretar els resultats.

#### B.4.1. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z I

- Xarxa de Petri de la zona Z I analitzada

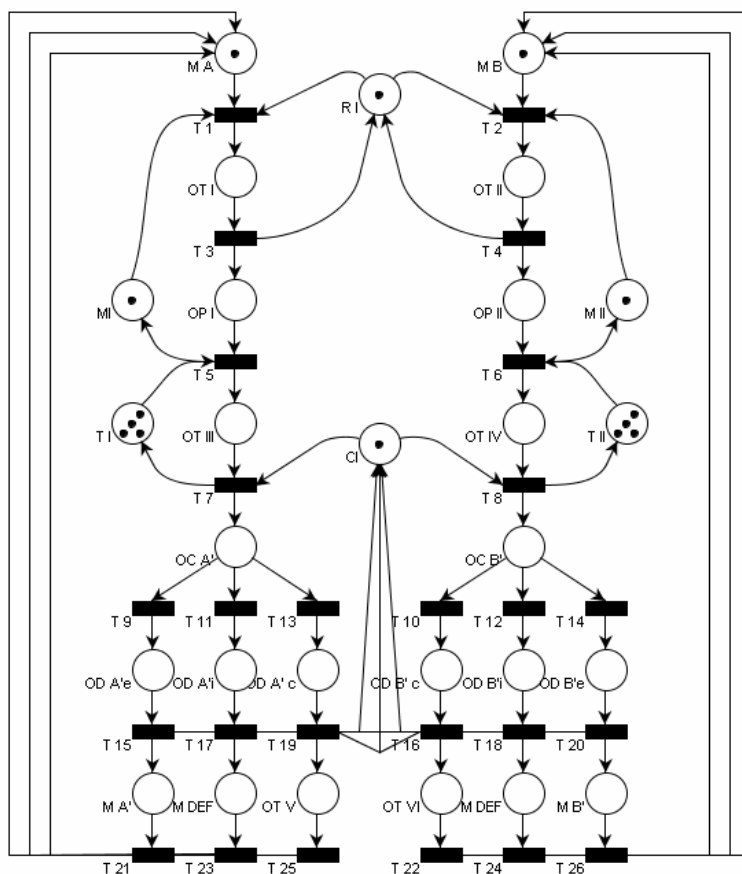


Figura B.15. Xarxa de Petri de la zona Z I analitzada



▪ **Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z I**

Aquesta xarxa es troba dins del conjunt de xarxes simples sense formar part del subconjunt de xarxes de lliure elecció. Aquí cada transició té com a molt un lloc compartit amb altres transicions.

▪ **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z I**

	T 1	T 2	T 13	T 10	T 12	T 14	T 15	T 17	T 19	T 16	T 18	T 20	T 3	T 21	T 23	T 25	T 22	T 24	T 26	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 11
M A	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M B	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cl	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0
R I	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
OD A'e	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
OD A'i	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OD A'c	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OD B'c	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OD B'i	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OT I	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M A'	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M DEF	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OP I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
MI	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M II	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
T I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0
OD B'e	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0
OT II	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
OT V	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OT VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M DEF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
M B'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
OP II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0
OT III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0
OT IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0
OC A'	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	-1
OC B'	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Taula B.2. Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z I



▪ **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z I**

T-invariants	P-invariants
1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0	1 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 1 0
0 1 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 0 0	0 1 1 0 0 0 1 0
0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 1 0 0 0	0 0 1 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 1	0 1 0 1 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1	0 0 0 1 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0
0 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 1
	1 0 0 0 0 0 1 0
	1 0 0 0 0 0 0 1

Taula B.3. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z I

▪ **Resultat de l'anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z I**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l'espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.





### B.4.2. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z II

- **Xarxa de Petri de la zona Z II analitzada**

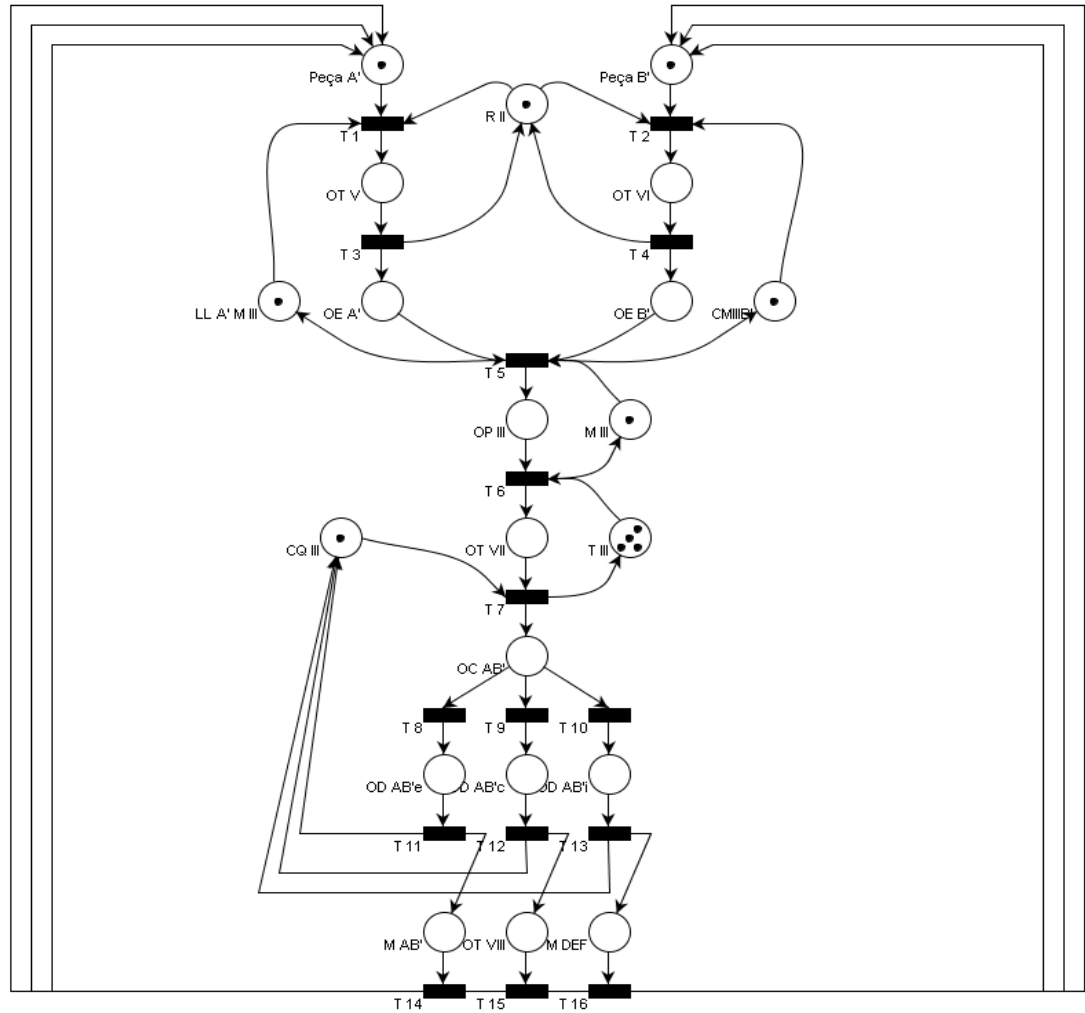


Figura B.16. Xarxa de Petri de la zona Z II analitzada

- **Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z II**

Aquesta xarxa es troba dins del conjunt de xarxes simples sense formar part del subconjunt de xarxes de lliure elecció. Aquí cada transició té com a molt un lloc compartit amb altres transicions.



▪ **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z II**

	T 1	T 2	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 3	T 5	T 4	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10
Peça A'	-1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Peça B'	0	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
OP III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0
R II	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
OT VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0
M III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0
T III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0
OC AB'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	-1
OD AB'e	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
OD AB'c	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
OD AB'i	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CQ III	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
OT V	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
M AB'	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OT VIII	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M DEF	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
OE A'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
LL A' M III	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CMIIB'	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
OT VI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
OE B'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0

Taula B.4. Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z II



- **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z II**

T-invariants	P-invariants
1 1 1	1 0 0 0 0 0 0
1 1 1	0 1 0 0 0 0 0
1 0 0	1 1 0 1 0 0 0
0 1 0	0 0 1 0 0 0 0
0 0 1	1 1 0 0 1 0 0
1 0 0	0 0 0 1 0 0 0
0 1 0	0 0 0 0 1 0 0
0 0 1	1 1 0 0 0 1 0
1 1 1	1 1 0 0 0 1 0
1 1 1	1 1 0 0 0 1 0
1 1 1	1 1 0 0 0 1 0
1 1 1	0 0 0 0 0 1 0
1 1 1	1 0 1 0 0 0 1 0
1 0 0	1 1 0 0 0 0 0
0 1 0	1 1 0 0 0 0 0
0 0 1	1 1 0 0 0 0 0
	1 0 0 0 0 0 1 0
	0 0 0 0 0 0 1 0
	0 0 0 0 0 0 1
	0 1 1 0 0 0 1
	0 1 0 0 0 0 1

---

Taula B.5. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z II

- **Resultat de l'anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z II**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l'espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.



### B.4.3. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z III

- **Xarxa de Petri de la zona Z III analitzada**

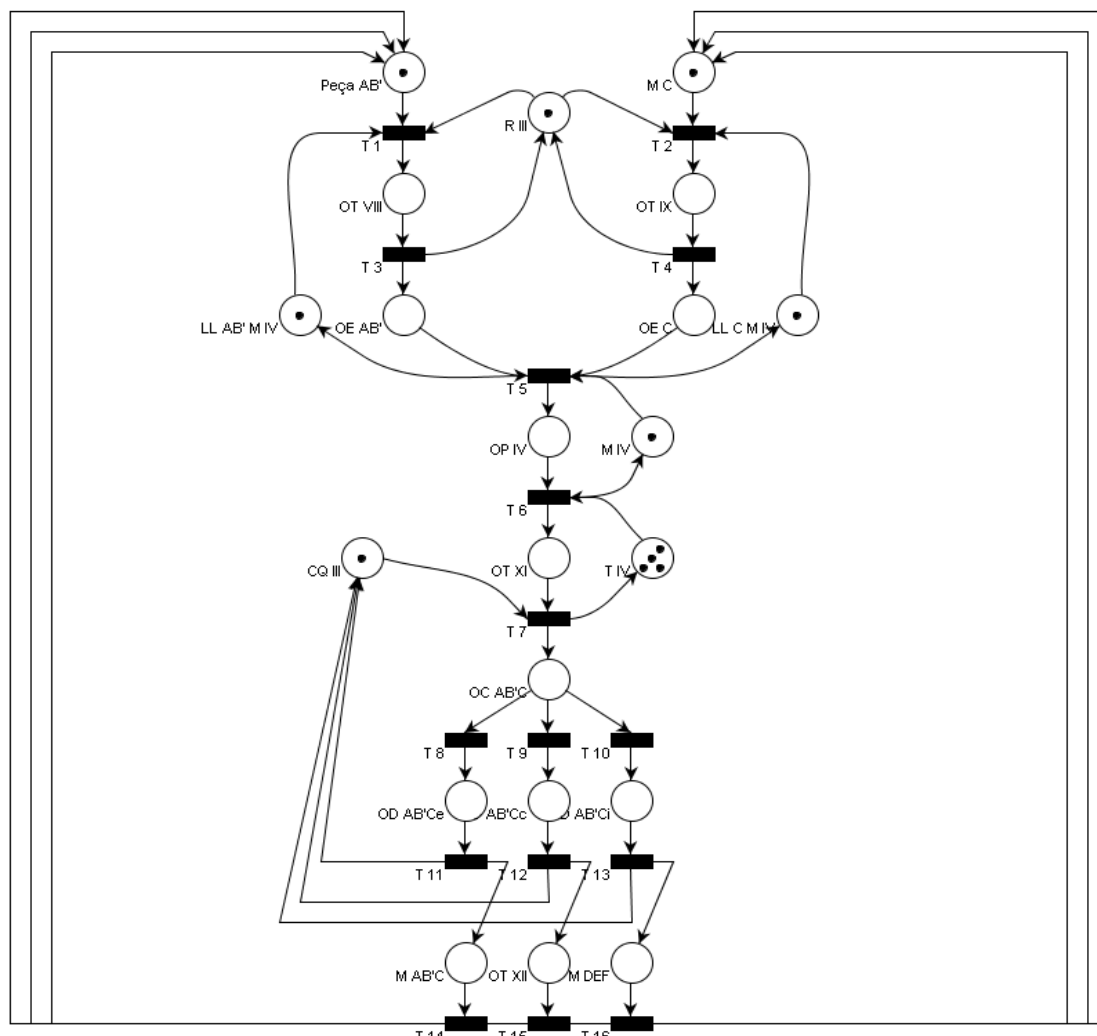


Figura B.17. Xarxa de Petri de la zona Z III analitzada

- **Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z III**

Aquesta xarxa es troba dins del conjunt de xarxes simples sense formar part del subconjunt de xarxes de lliure elecció. Aquí cada transició té com a molt un lloc compartit amb altres transicions.



▪ **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z III**

	T 1	T 2	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 3	T 5	T 4	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10
Peça AB'	-1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
M C	0	-1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
OP IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0
R III	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
OT XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0
M IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0
T IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0
OC AB'C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	-1
OD AB'Ce	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
OD AB'Cc	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
CQ III	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
OT VIII	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
OD AB'Ci	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M AB'C	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OT XII	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M DEF	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
OE AB'	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
LL AB' M IV	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
LL C M IV	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
OT IX	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
OE C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0

Taula B.6. Matriu d'incidència de la zona Z III



▪ **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z III**

T-invariants	P-invariants
1 1 1	1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1	0 1 0 0 0 0 0 0
1 0 0	1 1 0 1 0 0 0 0
0 1 0	0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 1	1 1 0 0 1 0 0 0
1 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0
0 1 0	0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 1	1 1 0 0 0 1 0 0
1 1 1	1 1 0 0 0 1 0 0
1 1 1	1 1 0 0 0 1 0 0
1 1 1	0 0 0 0 0 1 0 0
1 1 1	1 0 1 0 0 0 1 0
1 1 1	1 1 0 0 0 1 0 0
1 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0
0 1 0	1 1 0 0 0 0 0 0
0 0 1	1 1 0 0 0 0 0 0
	1 0 0 0 0 0 1 0
	0 0 0 0 0 0 1 0
	0 0 0 0 0 0 0 1
	0 1 1 0 0 0 0 1
	0 1 0 0 0 0 0 1

Taula B.7. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z III

▪ **Resultat de l’anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z III**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l’espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.



#### B.4.4. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z IV

- Xarxa de Petri de la zona Z IV analitzada

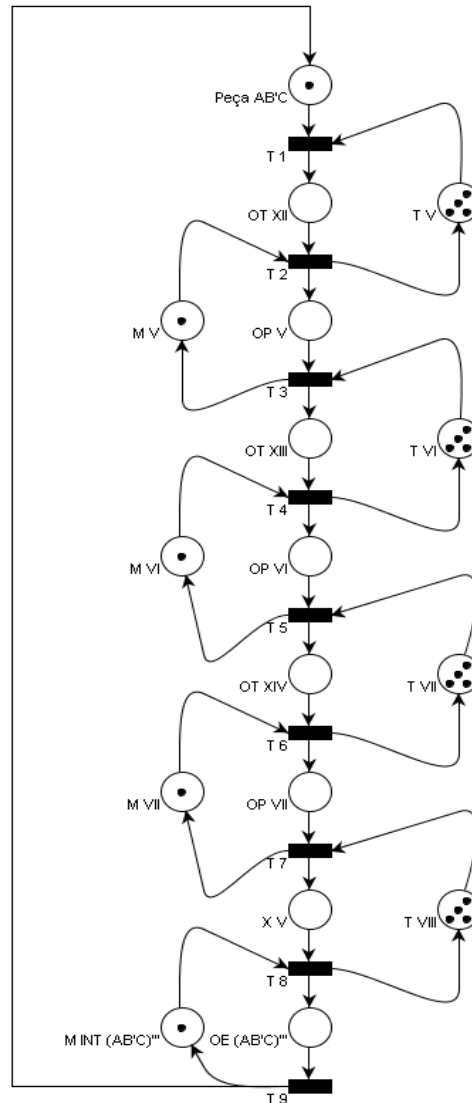


Figura B.18. Xarxa de Petri de la zona Z IV analitzada

- Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z IV

Aquesta xarxa es caracteritza per ser un graf marcat en el seu nivell més inferior. En un nivell més global és una xarxa d'elecció lliure i finalment també es troba dins del conjunt de xarxes simples.



▪ **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z IV**

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9
Peça AB'C	-1	0	0	0	0	0	0	0	1
OT XII	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
T VII	0	0	0	0	-1	1	0	0	0
OP VII	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
M VII	0	0	0	0	0	-1	1	0	0
X V	0	0	0	0	0	0	1	-1	0
T VIII	0	0	0	0	0	0	-1	1	0
OE (AB'C)'''	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
M INT (AB'C)'''	0	0	0	0	0	0	0	-1	1
OP V	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
T V	-1	1	0	0	0	0	0	0	0
OT XIII	0	0	1	-1	0	0	0	0	0
M V	0	-1	1	0	0	0	0	0	0
T VI	0	0	-1	1	0	0	0	0	0
OP VI	0	0	0	1	-1	0	0	0	0
M VI	0	0	0	-1	1	0	0	0	0
OT XIV	0	0	0	0	1	-1	0	0	0

Taula B.8. Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z IV

▪ **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z IV**

T-invariants	P-invariants
1	100000000
1	100001000
1	010000000
1	101000000
1	001000000
1	100100000
1	000100000
1	100010000
1	000010000
1	100000100
1	000001000
1	100000010
1	000000100
1	000000010
1	100000001
1	000000001
1	110000000

Taula B.9. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z IV





- **Resultat de l'anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z IV**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l'espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.

#### B.4.5. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z V

- **Xarxa de Petri de la zona Z V analitzada**

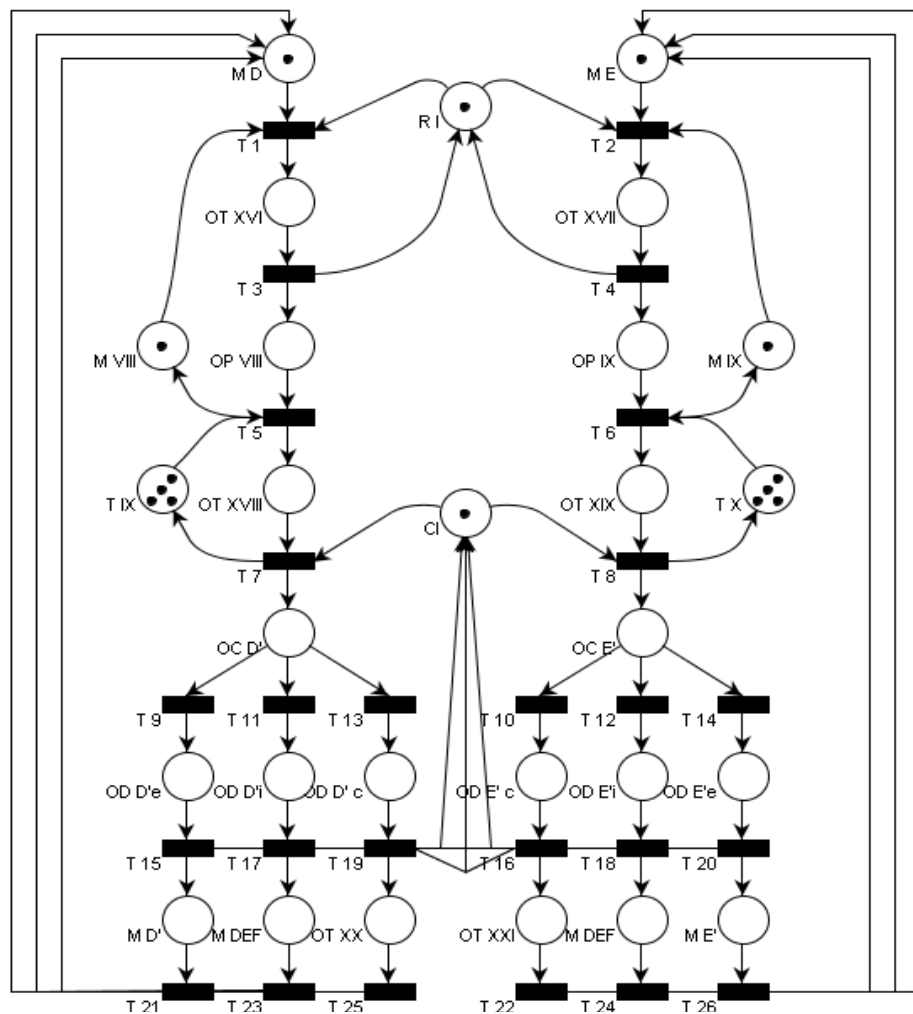


Figura B.19. Xarxa de Petri de la zona Z V analitzada



▪ **Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z V**

Aquesta xarxa es troba dins del conjunt de xarxes simples sense formar part del subconjunt de xarxes de lliure elecció. Aquí cada transició té com a molt un lloc compartit amb altres transicions.

▪ **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z V**

	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	T 19	T 20	T 21	T 22	T 23	T 24	T 25	T 26	T 27	T 28	T 29	T 30	T 31					
M D	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
M E	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0				
CI	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0			
R I	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
OD D'e	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
OD D'i	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
OD D'c	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
OD E'c	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
OD E'i	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
OT XVI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
M D'	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
M DEF	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OP VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	
M VIII	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
M IX	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
T IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	
OD E'e	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	
OT XVII	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	
OT XX	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OT XXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M DEF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M E'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OP IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0
OT XVIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0	0
OT XIX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0
OC D'	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	-1	-1
OC E'	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Taula B.10. Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z V



- **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z V**

T-invariants	P-invariant
1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0	1 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 1	1 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 1 0
0 1 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 0 0	0 1 1 0 0 0 1 0
0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 1 0 0 0	0 0 1 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 1	0 1 0 1 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 1 0
1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 1
1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 1 1	0 0 0 1 0 0 0 1
1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0 1 0
0 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 1
	1 0 0 0 0 0 1 0
	1 0 0 0 0 0 0 1

Taula B.11. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z V

- **Resultat de l'anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z V**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l'espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.



### B.4.6. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z VI

- **Xarxa de Petri de la zona Z VI analitzada**

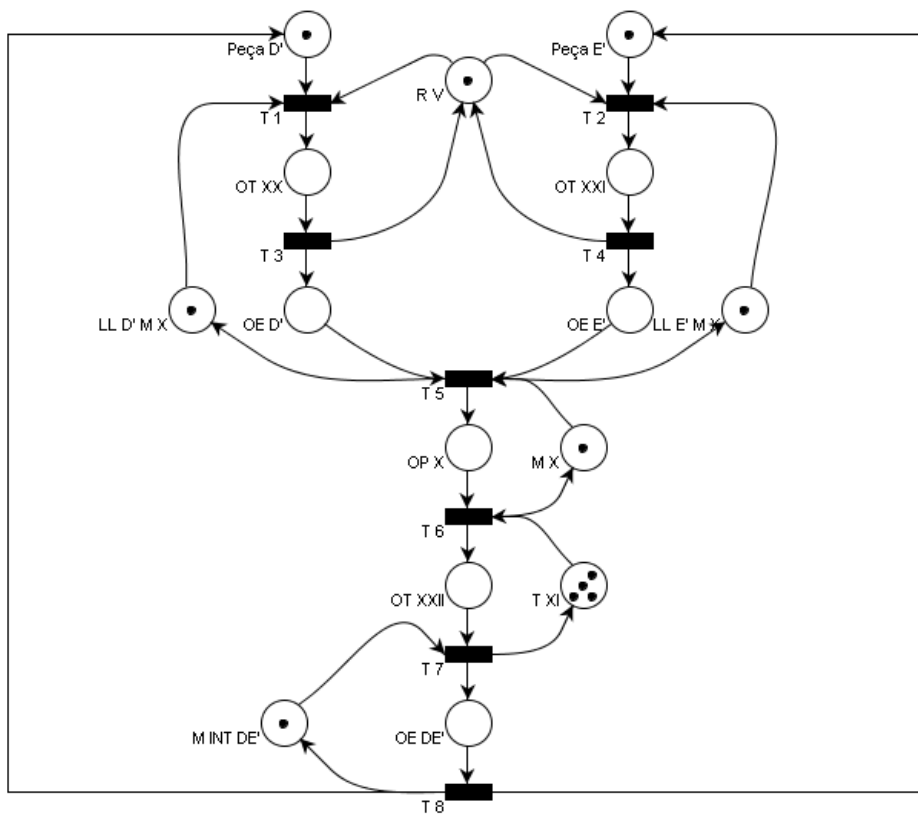


Figura B.20. Xarxa de Petri de la zona Z VI analitzada

- **Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z VI**

Aquesta xarxa es troba dins del conjunt de xarxes simples sense formar part del subconjunt de xarxes de lliure elecció. Aquí cada transició té com a molt un lloc compartit amb altres transicions.



- **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z VI**

	T 1	T 2	T 8	T 3	T 5	T 4	T 6	T 7
Peça D'	-1	0	1	0	0	0	0	0
Peça E'	0	-1	1	0	0	0	0	0
OP X	0	0	0	0	1	0	-1	0
R V	-1	-1	0	1	0	1	0	0
OT XXII	0	0	0	0	0	0	1	-1
M X	0	0	0	0	-1	0	1	0
T XI	0	0	0	0	0	0	-1	1
OE DE'	0	0	-1	0	0	0	0	1
M INT DE'	0	0	1	0	0	0	0	-1
OT XX	1	0	0	-1	0	0	0	0
OE D'	0	0	0	1	-1	0	0	0
LL D' M X	-1	0	0	0	1	0	0	0
LL E' M X	0	-1	0	0	1	0	0	0
OT XXI	0	1	0	0	0	-1	0	0
OE E'	0	0	0	0	-1	1	0	0

Taula B.12. Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z VI

- **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z VI**

T-invariants	P-invariants
2	1 0 0 0 0 0 0
2	0 1 0 0 0 0 0
2	1 1 0 1 0 0 0
2	0 0 1 0 0 0 0
2	1 1 0 0 1 0 0
2	0 0 0 1 0 0 0
2	0 0 0 0 1 0 0
2	1 1 0 0 0 1 0
2	0 0 0 0 0 1 0
	1 0 1 0 0 0 1 0
	1 0 0 0 0 0 1 0
	0 0 0 0 0 0 1 0
	0 0 0 0 0 0 1
	0 1 1 0 0 0 1
	0 1 0 0 0 0 1

Taula B.13. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z VI



▪ **Resultat de l'anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z VI**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l'espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.

**B.4.7. Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z VII**

▪ **Xarxa de Petri de la zona Z VII analitzada**

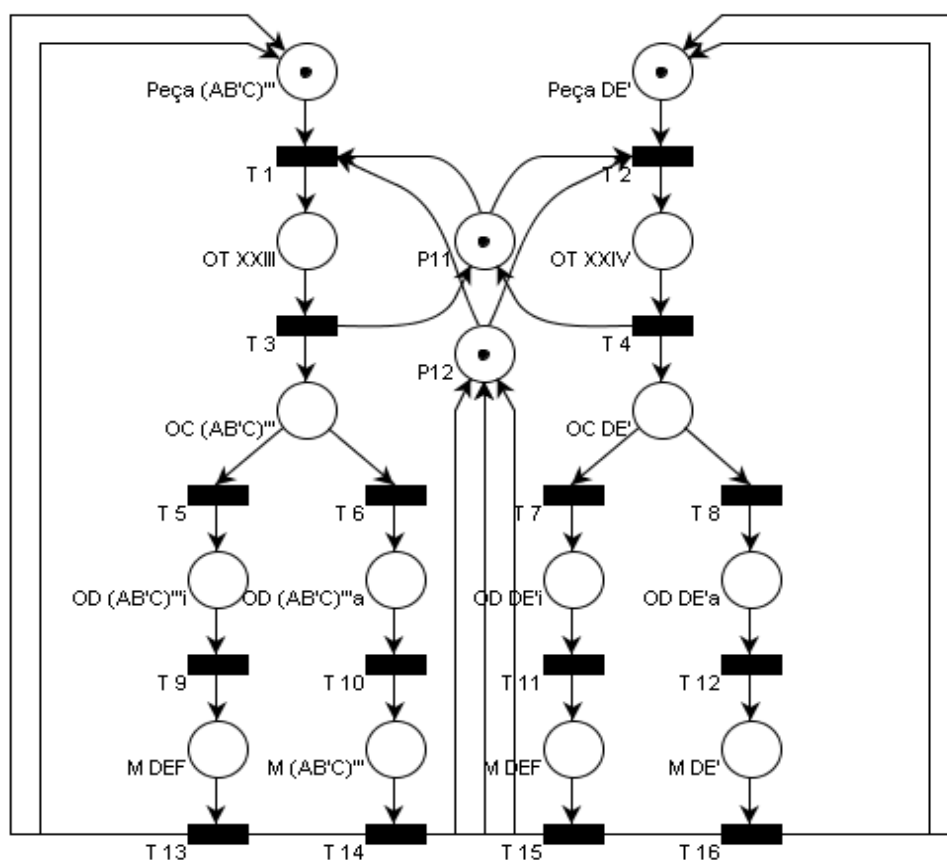


Figura B.21. Xarxa de Petri de la zona Z VII analitzada

▪ **Classificació de la xarxa de Petri de la zona Z VII**

Aquesta xarxa es troba dins del conjunt de xarxes simples sense formar part del subconjunt de xarxes de lliure elecció. Aquí cada transició té com a molt un lloc compartit amb altres transicions.



▪ **Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z VII**

	T 1	T 2	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10
Peça (AB'C)'''	-1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peça DE'	0	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
OD DE'a	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
P11	-1	-1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
P12	-1	-1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
M DEF	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M (AB'C)'''	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
M DEF	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M DE'	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
OT XXIII	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
OT XXIV	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
OC (AB'C)'''	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	-1	0	0	0	0
OC DE'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	-1	0	0
OD (AB'C)'''i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0
OD (AB'C)'''a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1
OD DE'i	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Taula B.14. Matriu d'incidència de la xarxa de Petri de la zona Z VII

▪ **Vectors t-invariants i p-invariants de la xarxa de Petri de la zona Z VII**

T-invariants	P-invariants
1 0 1 0	1 0 0 0
0 1 0 1	0 1 0 0
0 0 0 1	0 1 0 1
0 1 0 0	0 0 1 0
1 0 0 0	0 0 0 1
0 0 1 0	1 0 0 1
0 0 0 1	1 0 0 1
0 1 0 0	0 1 0 1
1 0 1 0	0 1 0 1
0 1 0 1	1 0 1 1
1 0 0 0	0 1 1 1
0 0 1 0	1 0 0 1
0 0 0 1	0 1 0 1
0 1 0 0	1 0 0 1
1 0 0 0	1 0 0 1
0 0 1 0	0 1 0 1

Taula B.15. Vectors invariants de la xarxa de Petri de la zona Z VII



- **Resultat de l'anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri de la zona Z VII**

Segons els resultats extrets del programa PIPE 2 la xarxa no presenta bloqueig. Com que els vectors t-invariants i els p-invariants generen tot l'espai que formen les transicions i els llocs, respectivament, es pot assegurar que la xarxa és viva i acotada. En aquest cas la xarxa és AVR.





## C. Model per l'anàlisi quantitativa

En aquest annex es presenten els tres models de simulació de les dos línies i el nexa, implementats sota Arena v. 7.01. En una primera part es mostra la disposició gràfica de les diferents parts del model així com les característiques més rellevants de cada element.

### C.1 Model de la línia L I

El model de la línia L I, com s'ha comentat a la memòria, està seccionat en les diferents zones que componen la línia de producció. A més consta de tres parts més: la generació de peces, la gestió de la producció i el magatzem fictici de peces no fabricades.

#### C.1.1. Entorn gràfic del model de la línia L I

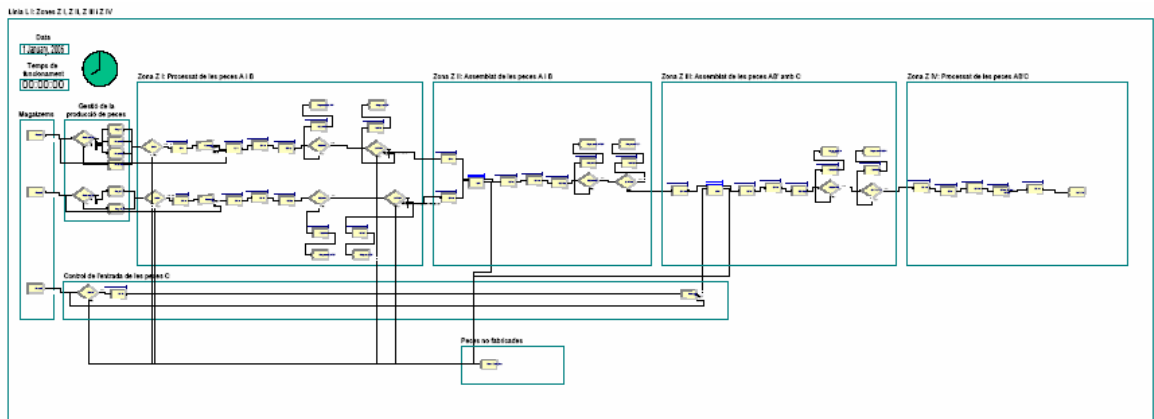


Figura C.1. Model complet de la línia L I

Com a complement visual s'han separat i s'han indicat les diverses zones de la línia amb la intenció d'orientar a l'usuari del model a l'hora de realitzar simulacions. A més s'ha inserit un rellotge amb la intenció de poder controlar visualment el temps de producció i poder verificar amb facilitat canvis al model.

L'entorn de simulació Arena v. 7.01 permet realitzar amb facilitat simulacions sobre un model prèviament generat. Per aquest motiu s'han mantingut les barres de visualització de les cues que estan presents sobre la representació de cada procés, així com els comptadors de peça processada de cada un d'ells.



A continuació de la figura C.2 fins a la figura C.9 es mostren les diferents parts que conformen el model de la línia L I, indicant a quina part de la cèl·lula pertanyen. Cal dir que els magatzems i la gestió de la producció de les diferents peces no formen part de cap zona física de la cèl·lula de fabricació.

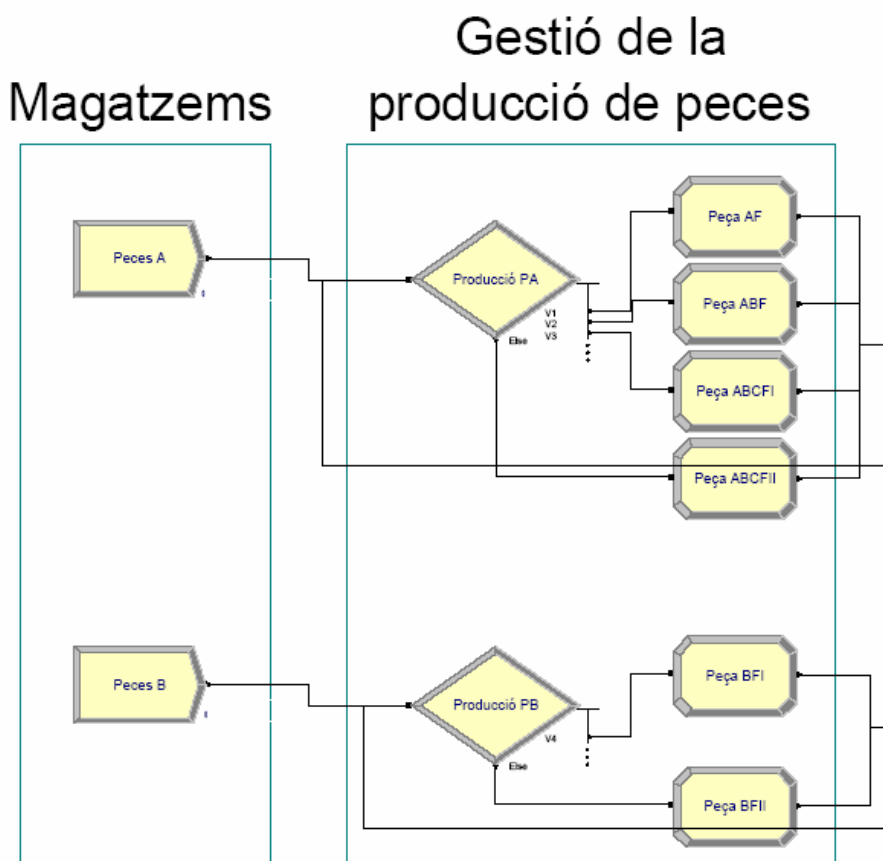


Figura C.2. Magatzems i gestió de la producció de peces A i B

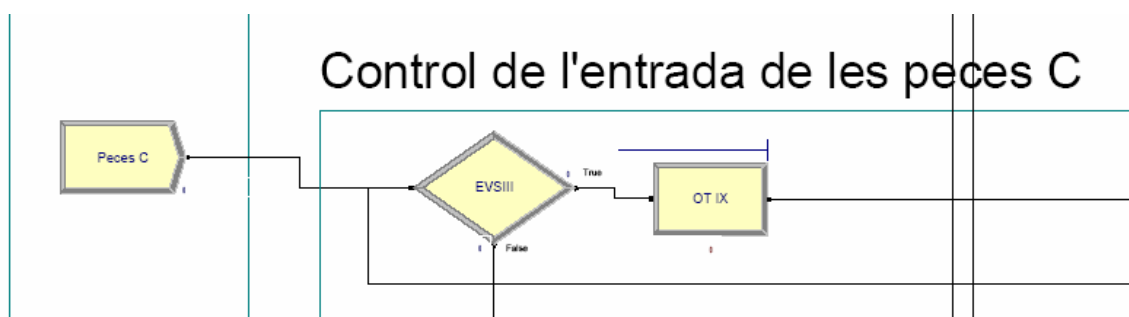


Figura C.3. Magatzems i gestió de la producció de peces C



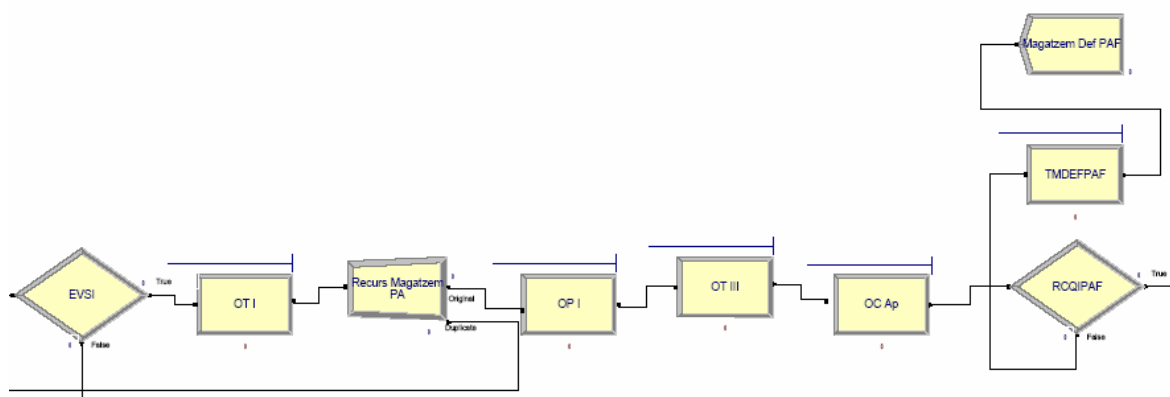


Figura C.4. Zona Z I: Evasió de saturació I i operacions sobre peces A

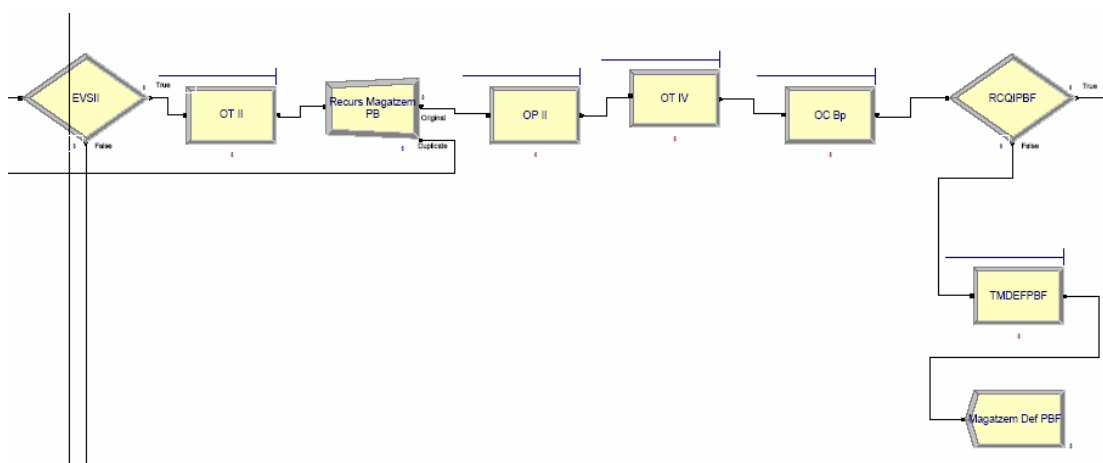


Figura C.5. Zona Z I: Evasió de saturació II i operacions sobre peces B



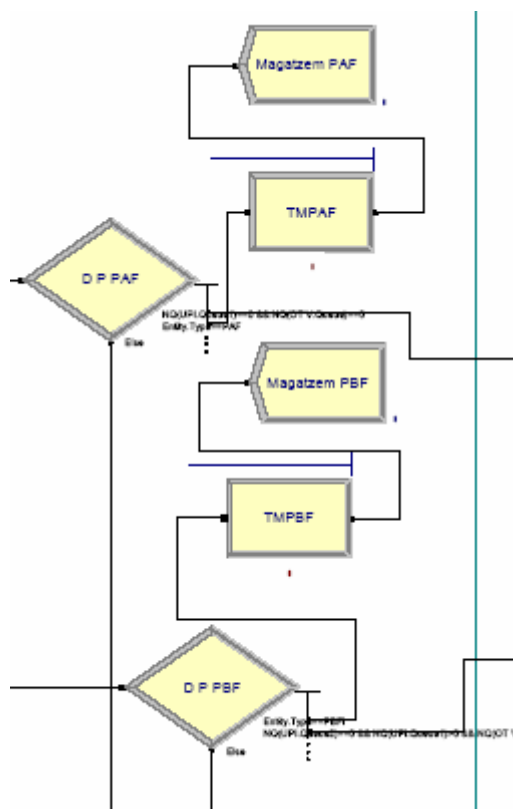


Figura C.6. Zona Z I: Emmagatzematge o continuació de peces A' i B'

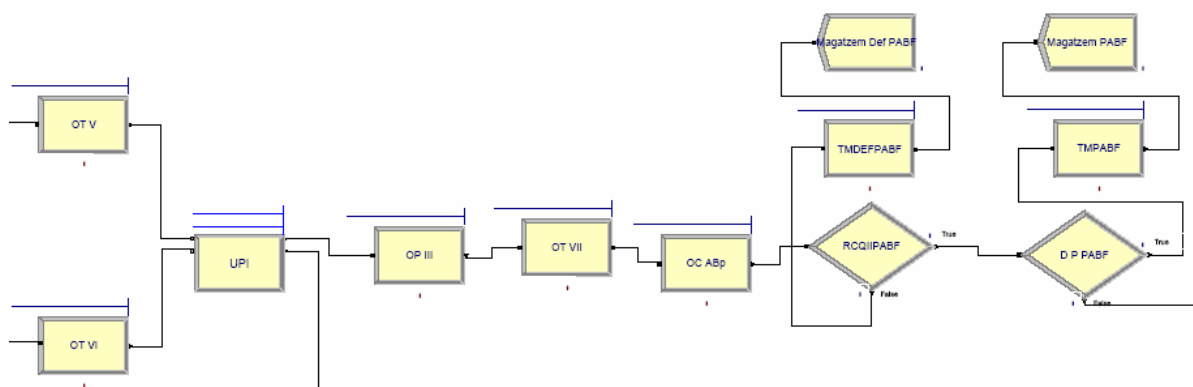


Figura C.7. Zona Z II: Unió de peces A' i B' i operacions sobre les peces AB'



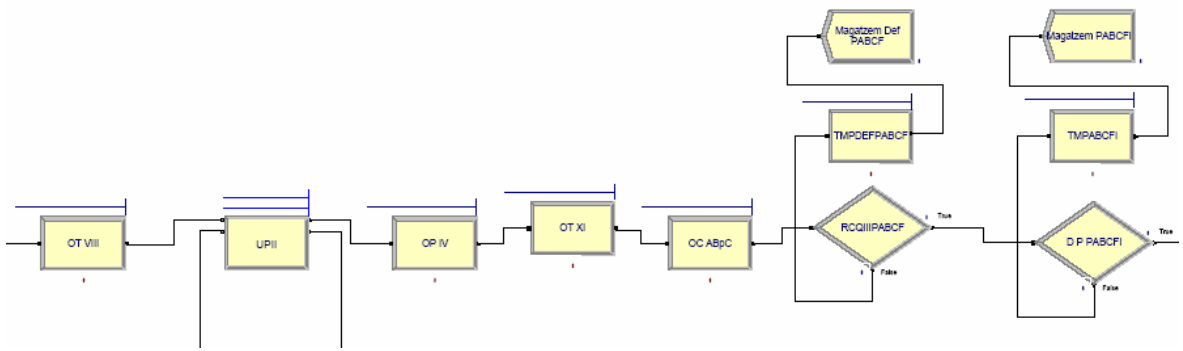


Figura C.8. Zona Z III: Unió de peces AB' i C i operacions sobre les peces AB'C

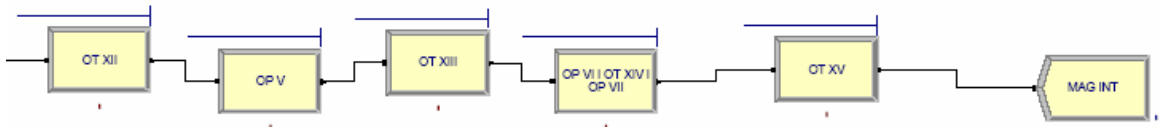


Figura C.9. Zona Z IV: Operacions sobre les peces AB'C

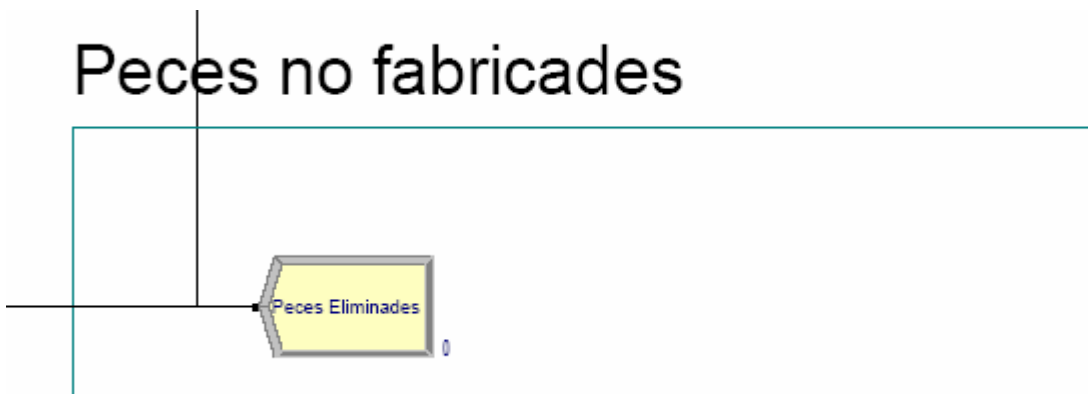


Figura C.10. Mòdul d'ubicació de peces no fabricades de la línia L I



### C.1.2. Característiques dels elements del model de la línia L I

En aquest apartat es mostren les característiques més bàsiques dels elements que conformen el model: els temps i funció de distribució de cada operació així com les relacions que permeten el control de les cues en el model. Aquestes característiques pertanyen als blocs *PROCESS*, de procés, i els blocs *DECIDE*, de decisió, que bàsicament són els que gestionen el moviment de les peces i defineixen el procés.

A la Taula C.1 es presenten les característiques dels mòduls *DECIDE*. La tipologia identifica el tipus de bloc del que es tracta, que junt amb la condició es diferencia si es tracta d'un tipus de peça, *Entity Type*, o si per el contrari es tracta d'una expressió que serveix per al control de les cues. El nom permet identificar sobre quin tipus de peça s'aplica el mòdul. Finalment ell percentatge serveix únicament en el cas dels mòduls de decisió del control de qualitat.

Bloc DECIDE	Tipologia	(%)	Condició	Valor de condició	Nom
D P PABCFI	If	-	Entity Type	1	PABCFI
D P PABF	If	-	Entity Type	1	PABF
D P PAF	NIf	-	Entity Type	1	PAF
D P PBF	NIf	-	Entity Type	1	PBFII
EVS I	If	-	Expression	NQ(OT I.Queue)<1	Entity 1
EVS II	If	-	Expression	NQ(OT II.Queue)<1	Entity 1
EVS III	If	-	Expression	NQ(UPII.Queue2)==0 && NQ(UPII.Queue1)>0 && NQ (OT IX.Queue)==0	Entity 1
Producció PA	NWith	-	Entity Type	1	PA
Producció PB	NWith	-	Entity Type	1	Entity 1
RCQIII PABCF	With	90	Entity Type	1	Entity 1
RCQII PABF	With	90	Entity Type	1	Entity 1
RCQI PAF	With	90	Entity Type	1	Entity 1
RCQI PBF	With	90	Entity Type	1	Entity 1

Taula C.1. Mòduls DECIDE del model de la línia L I



A la Taula C.2 es presenten les característiques dels mòduls PROCESS, on s'indica la distribució estadística de temps que presenta el mòdul, així com els temps associats a aquesta distribució.

<b>Bloc PROCESS</b>	<b>Distribució</b>	<b>StDev</b>	<b>Temps Màxim (s)</b>	<b>Temps Mínim (s)</b>	<b>Temps (s)</b>
<b>OC ABp</b>	Normal	0.2	-	-	5.0
<b>OC ABpC</b>	Normal	0.2	-	-	5.0
<b>OC Ap</b>	Normal	0.2	-	-	5.0
<b>OC Bp</b>	Normal	0.2	-	-	5.0
<b>OP I</b>	Normal	0.2	-	-	120.0
<b>OP II</b>	Normal	0.2	-	-	120.0
<b>OP III</b>	Normal	0.2	-	-	180.0
<b>OP IV</b>	Normal	0.2	-	-	180.0
<b>OP V</b>	Normal	0.2	-	-	120.0
<b>OP VI, XIV I VII</b>	Normal	0.2	-	-	300.0
<b>OT I</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT II</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT III</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
<b>OT IV</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
<b>OT IX</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT V</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT VI</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT VII</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
<b>OT VIII</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT XI</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
<b>OT XII</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0



<b>OT XIII</b>	Triangular	-	16.0	14.0	15.0
<b>OT XV</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
<b>TMDEFPABF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMDEFFPAF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMDEFPBF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPABCFI</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPABF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPAF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPBF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPDEFPABCF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0

Taula C.2. Mòduls PROCESS del model de la línia L I

## C.2 Model de la línia L II

### C.2.1. Entorn gràfic del model de la línia L II

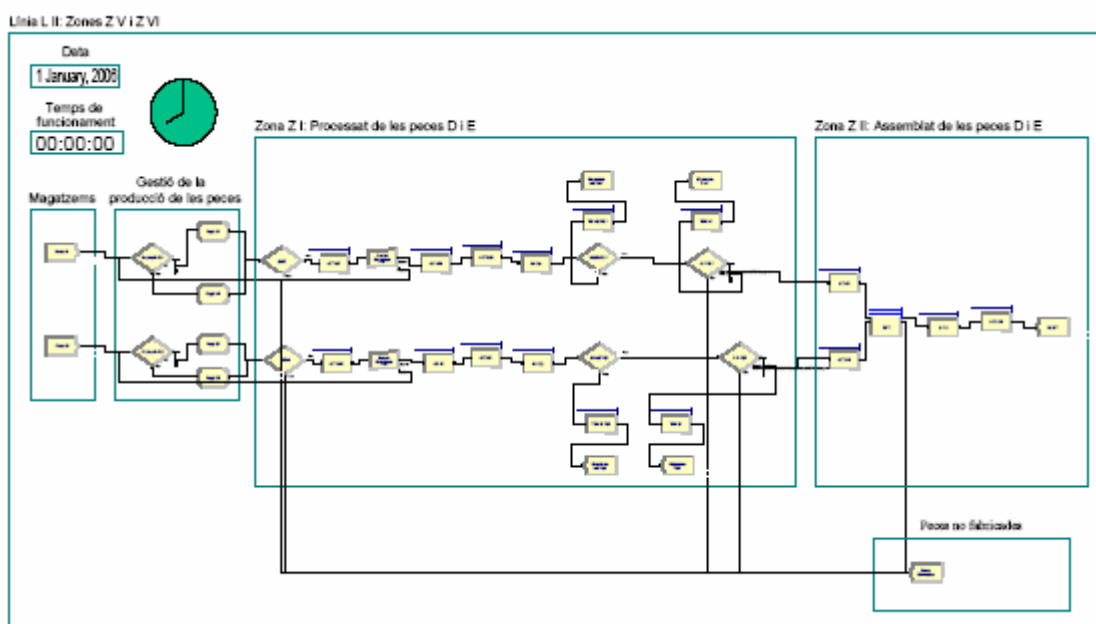


Figura C.11. Model complet de la línia L II





## Gestió de la Magatzems producció de les peces

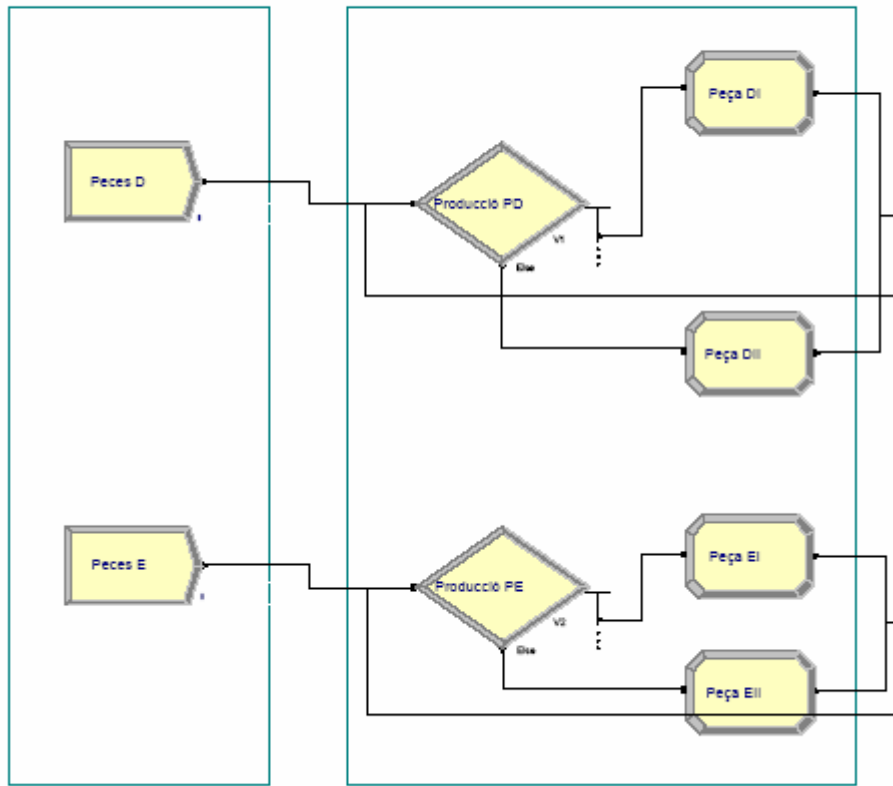


Figura C.12. Magatzems i gestió de la producció de peces D i E

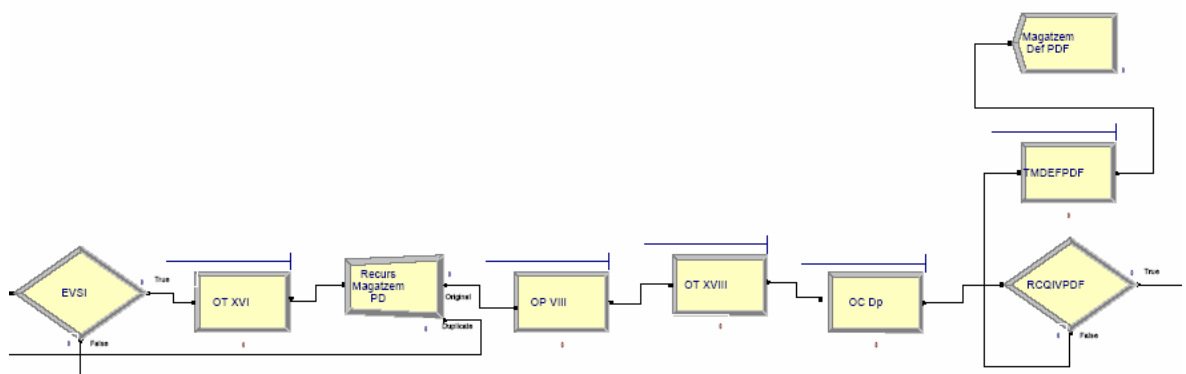


Figura C.13. Zona Z V: Evasió de saturació I i operacions sobre peces D



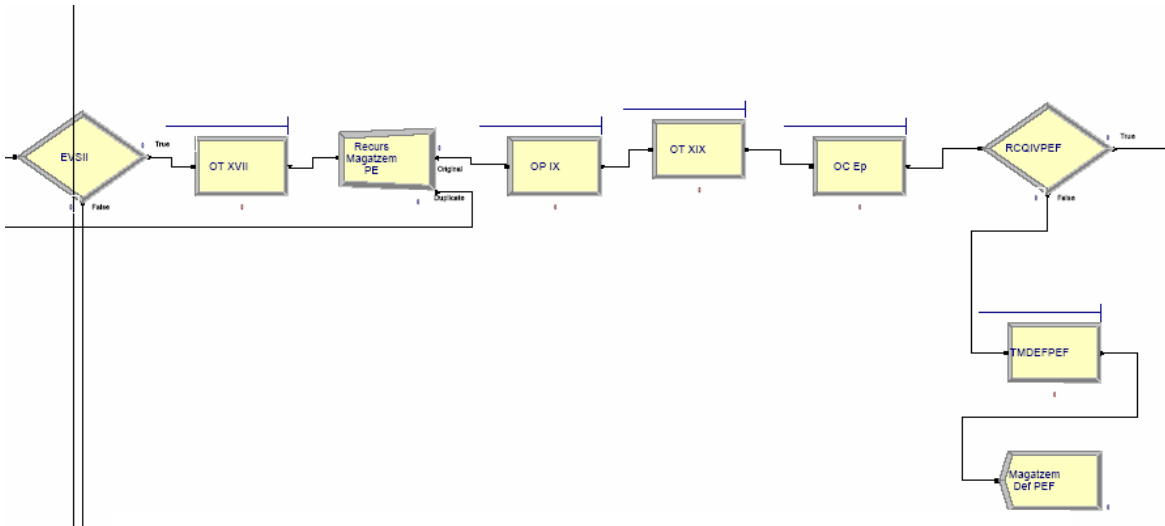


Figura C.14. Zona Z V: Evasió de saturació II i operacions sobre peces E

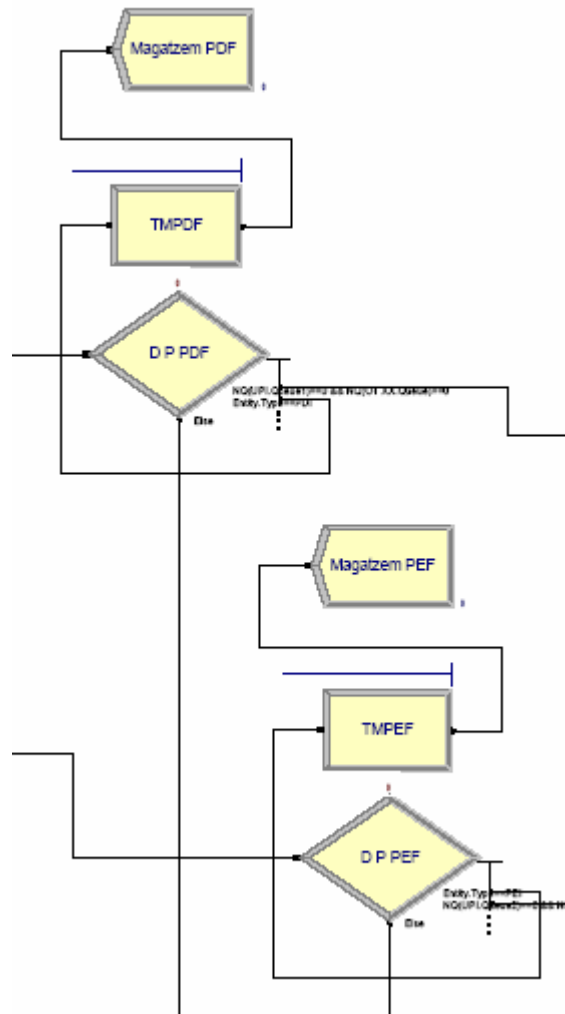


Figura C.15. Zona Z V: Emmagatzematge o continuació de peces D' i E'



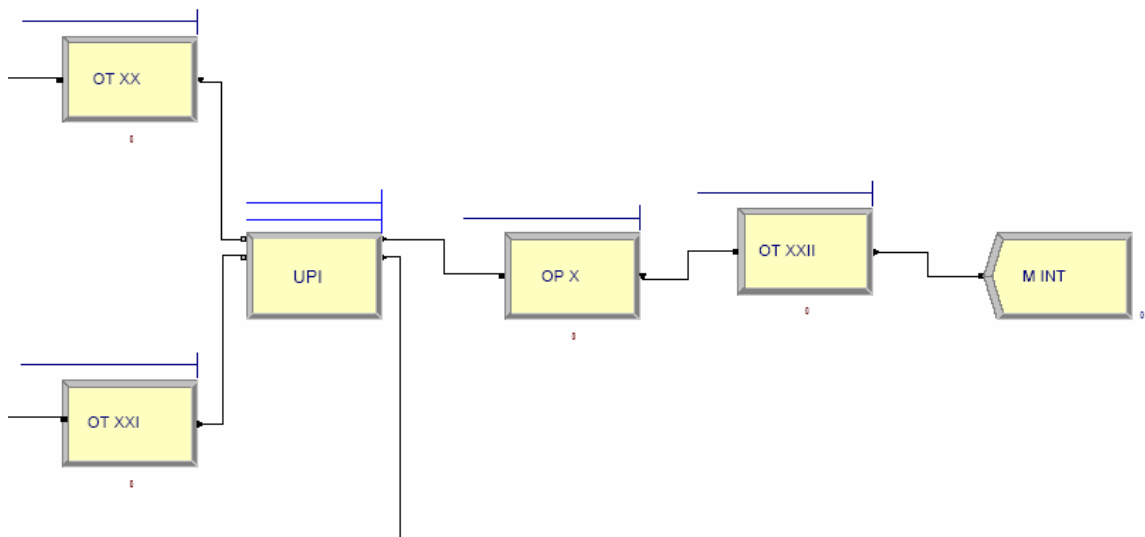


Figura C.16. Zona Z VI: Unió de peces D' i E' i operacions sobre les peces DE'

A la Figura C.17 es presenta el mòdul de peces no fabricades al igual que en el model de la línia L I. En canvi aquí el nombre d'entrades és menor que en el cas del model anterior. Cal notar que aquest model es molt similar al de la línia L I ja que les zones Z I i Z II són molt similars a les zones Z V i Z VI, respectivament. A la Figura C.21 també es pot veure el mateix mòdul per al model del Nexé.

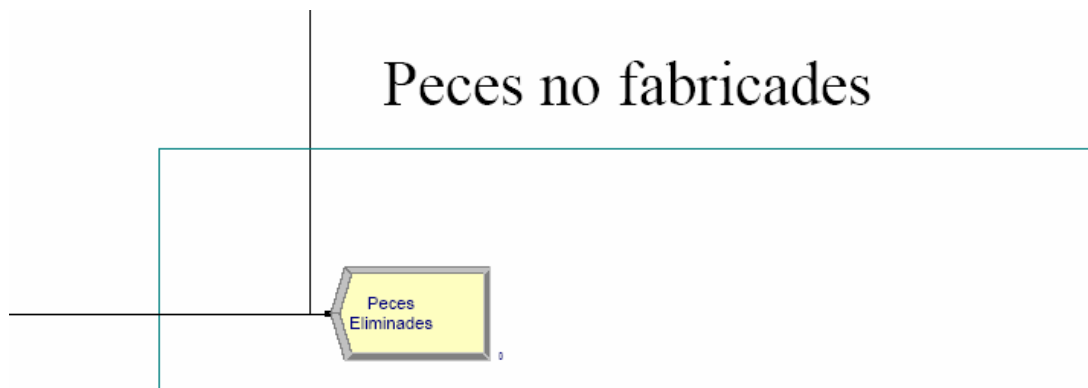


Figura C.17. Mòdul d'ubicació de peces no fabricades de la línia L II



**C.2.2. Característiques dels elements del model de la línia L II**

Bloc DECIDE	Tipologia	(%)	Condició	Valor de condició	Nom
D P PDF	Nlf	50	Entity Type	1	PAF
D P PEF	Nlf	50	Entity Type	1	PBFII
EVS I	If	50	Expression	NQ(OT XVI.Queue)==0	Entity 1
EVS II	If	50	Expression	NQ(OT XVII.Queue)==0	Entity 1
Producció PD	NWith	50	Entity Type	1	PA
Producció PE	NWith	25	Entity Type	1	Entity 1
RCQIVPDF	With	90	Entity Type	1	Entity 1
RCQIVPEF	With	90	Entity Type	1	Entity 1

Taula C.3. Mòduls DECIDE del model de la línia L II

Bloc PROCESS	Distribució	StDev	Temps Màxim (s)	Temps Mínim (s)	Temps (s)
OC Dp	Normal	0.2	-	-	5.0
OC Ep	Normal	0.2	-	-	5.0
OP IX	Normal	0.2	-	-	120.0
OP VIII	Normal	0.2	-	-	120.0
OP X	Normal	0.2	-	-	120.0
OT XIX	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
OT XVI	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
OT XVII	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
OT XVIII	Triangular	-	9.0	7.0	8.0



<b>OT XX</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT XXI</b>	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
<b>OT XXII</b>	Triangular	-	9.0	7.0	8.0
<b>TMDEFPDF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMDEFPEF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPDF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0
<b>TMPEF</b>	Normal	0.2	-	-	3.0

Taula C.4. Mòduls PROCESS del model de la línia L II

### C.3 Model del Nexè

#### C.3.1. Entorn gràfic del model del Nexè

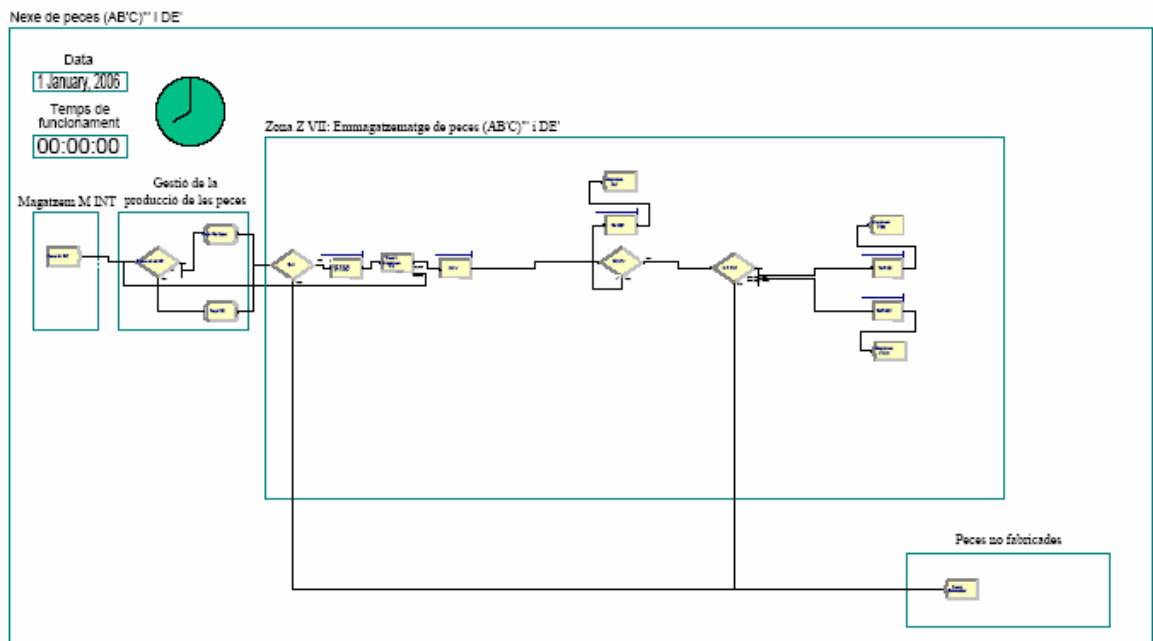


Figura C.18. Model complet del Nexè



## Gestió de la Magatzem M INT producció de les peces

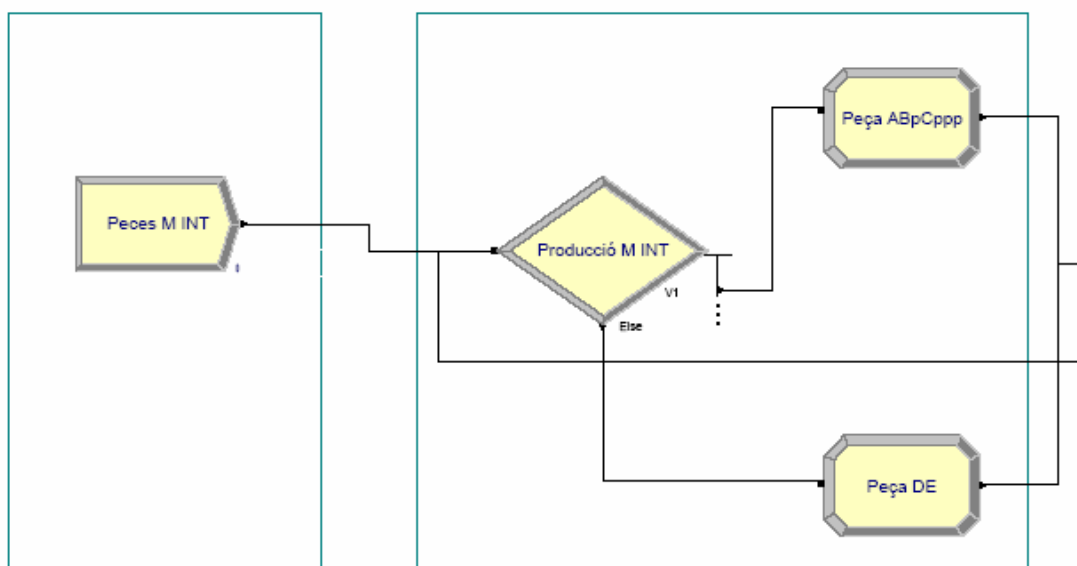


Figura C.19. Magatzems i gestió de la producció de peces (AB'C)''' i DE'

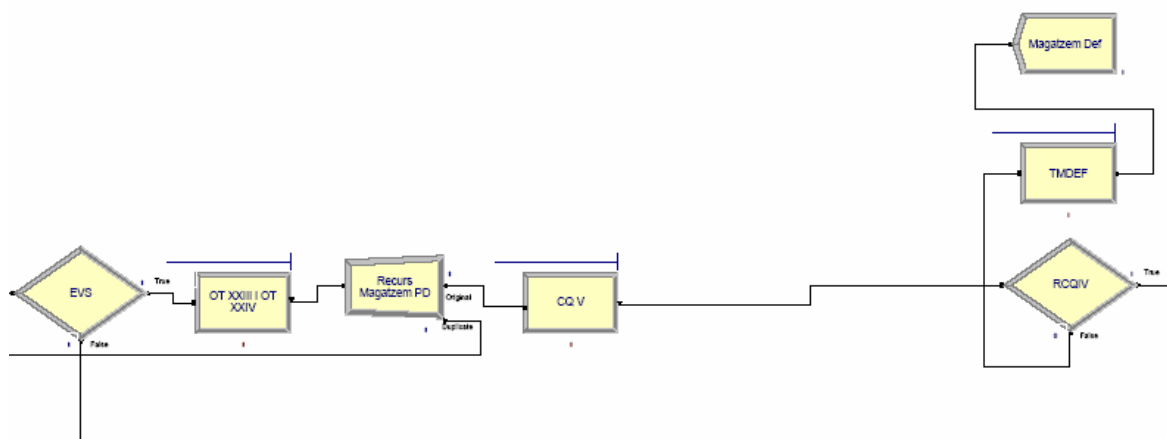


Figura C.20. Evasió de saturació i control de qualitat sobre les peces (AB'C)''' i DE'



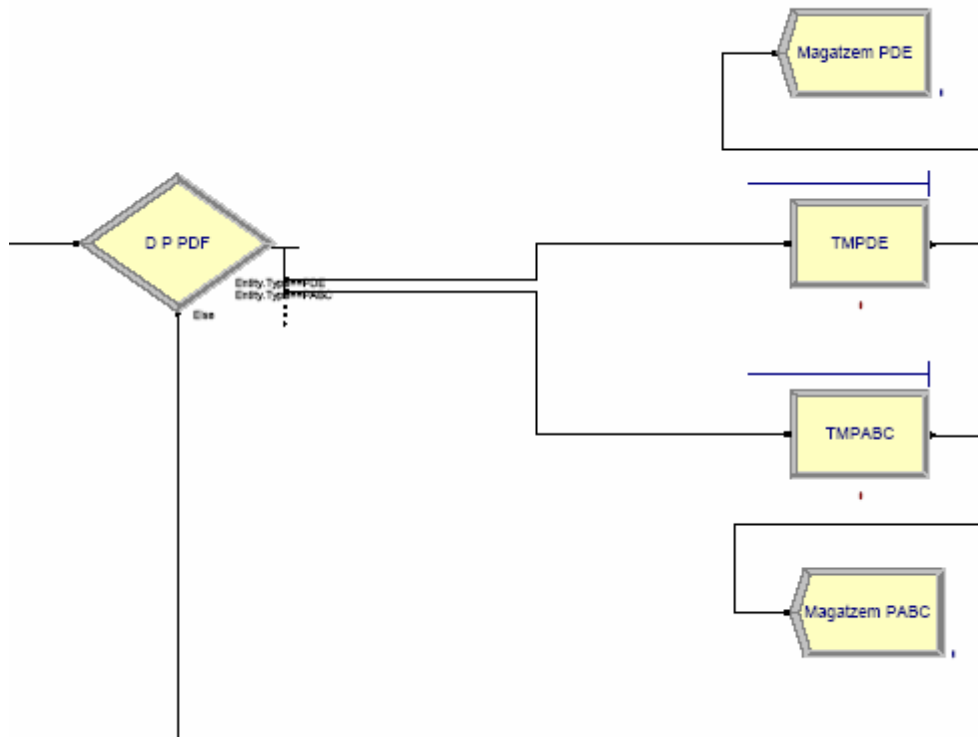


Figura C.21. Decisió i emmagatzematge de peces (AB'C) i DE'

## Peces no fabricades

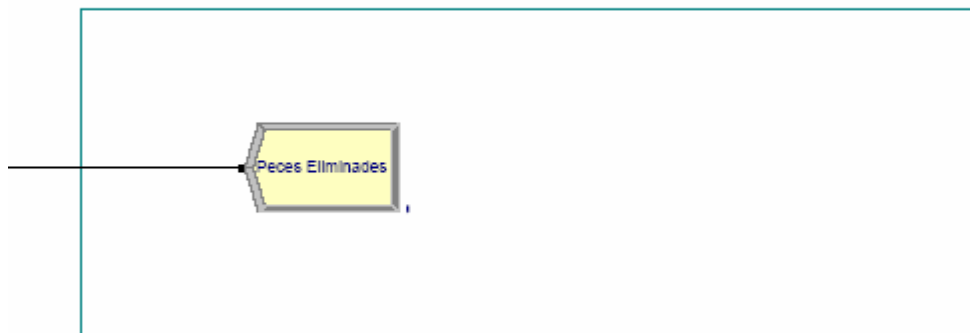


Figura C.22. Mòdul d'ubicació de peces no fabricades del Nexè



### C.3.2. Característiques dels elements del model del Nexe

Bloc DECIDE	Tipologia	(%)	Condició	Valor de condició	Nom
D P PDF	Nif	50	Entity Type	1	PAF
EVS	If	50	Expression	NQ(OT XXIII i OT XXIV.Queue) == 0 && NQ(CQ V.Queue)==0	Entity 1
Producció M INT	NWith	50	Entity Type	1	PA
RCQIV	With	90	Entity Type	1	Entity 1

Taula C.5. Mòduls DECIDE del model del Nexe

Bloc PROCESS	Distribució	StDev	Temps Màxim (s)	Temps Mínim (s)	Temps (s)
CQ V	Normal	0.2	-	-	5.0
OT XXIII I XXIV	Triangular	-	4.5	3.5	4.0
TMDEF	Normal	0.2	-	-	3.0
TMPABC	Normal	0.2	-	-	3.0
TMPDE	Normal	0.2	-	-	3.0

Taula C.6. Mòduls PROCESS del model del Nexe





## D. Resum del programa de control del PLC

En aquest annex es presenta l'estructura del programa del PLC i els blocs més característics del mateix. Es mostren blocs de tots els nivells amb la intenció d'exposar la seva estructura modular i la tipologia de programació.

### D.1 Estructura del programa

A la Figura D.1 es mostra l'estructura que conformen tots els blocs del funció, FB, junt amb el programa principal, OB1, del PLC. Cal destacar que junt amb el bloc de funció s'indica el DB associat a aquest.

- Programa S7
  - OB1 [máximo: 50]
    - FB15 (ParadesEmergència), DB1 (DBParadesEmergencia)
      - FB14 (ActivacioMaquines), DB2 (DBActivacioMaquines)
        - FB8 (ControldActivacio), DB14 (DBActivacioMI)
        - FB8 (ControldActivacio), DB15 (DBActivacioMII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB16 (DBActivacioMIII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB17 (DBActivacioMIV)
        - FB8 (ControldActivacio), DB18 (DBActivacioMV)
        - FB8 (ControldActivacio), DB19 (DBActivacioMVI)
        - FB8 (ControldActivacio), DB20 (DBActivacioMVII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB21 (DBActivacioMVIII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB22 (DBActivacioMIX)
        - FB8 (ControldActivacio), DB23 (DBActivacioMX)
      - FB16 (ActivacioRobots), DB3 (DBActivacioRobots)
        - FB8 (ControldActivacio), DB24 (DBActivacioRI)
        - FB8 (ControldActivacio), DB25 (DBActivacioRII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB26 (DBActivacioRIII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB27 (DBActivacioRIV)
        - FB8 (ControldActivacio), DB28 (DBActivacioRV)
        - FB8 (ControldActivacio), DB29 (DBActivacioRVI)
      - FB17 (ActivacioCintes), DB4 (DBActivacioCintes)
        - FB8 (ControldActivacio), DB30 (DBActivacioCI)
        - FB8 (ControldActivacio), DB31 (DBActivacioCII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB32 (DBActivacioCIII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB33 (DBActivacioCIV)
        - FB8 (ControldActivacio), DB34 (DBActivacioCV)
        - FB8 (ControldActivacio), DB35 (DBActivacioCVI)
        - FB8 (ControldActivacio), DB36 (DBActivacioCVII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB37 (DBActivacioCVIII)
        - FB8 (ControldActivacio), DB38 (DBActivacioCIX)
        - FB8 (ControldActivacio), DB39 (DBActivacioCX)
        - FB8 (ControldActivacio), DB40 (DBActivacioCXI)



- FB8 (ControlActivacio), DB60 (DBActivacioMInt)
- FB8 (ControlActivacio), DB60 (DBActivacioMInt)
- FB20 (ActivacioLiniesZones), DB7 (DBActivacioLiniesZones)
  - FB8 (ControlActivacio), DB61 (DBActivacioLiniaLI)
  - FB8 (ControlActivacio), DB62 (DBActivacioLiniaLII)
  - FB8 (ControlActivacio), DB63 (DBActivacioZonaZI)
  - FB8 (ControlActivacio), DB64 (DBActivacioZonaZII)
  - FB8 (ControlActivacio), DB65 (DBActivacioZonaZIII)
  - FB8 (ControlActivacio), DB66 (DBActivacioZonaZIV)
  - FB8 (ControlActivacio), DB67 (DBActivacioZonaZV)
  - FB8 (ControlActivacio), DB68 (DBActivacioZonaZVI)
  - FB8 (ControlActivacio), DB69 (DBActivacioZonaNexe(LI))
  - FB8 (ControlActivacio), DB70 (DBActivacioZonaNexe(LII))
- FB10 (ComptatgePecesZonaZI), DB8 (DBComptatgePeces)
  - FB7 (OperacioComptatge), DB71 (DBOperacioComptatgeA)
  - FB7 (OperacioComptatge), DB72 (DBOperacioComptatgeB)
- FB12 (PossibleFabricacioZonaZI), DB9 (DBPossibilitatFabZonaZI)
  - FB9 (ActivacioFabricacio), DB73 (DBActivacioFabricacio)
- FB18 (ActivacioControls), DB5 (DBActivacioControls)
  - FB8 (ControlActivacio), DB41 (DBActivacioCQI)
  - FB8 (ControlActivacio), DB42 (DBActivacioCQII)
  - FB8 (ControlActivacio), DB43 (DBActivacioCQIII)
  - FB8 (ControlActivacio), DB44 (DBActivacioCQIV)
  - FB8 (ControlActivacio), DB45 (DBActivacioCQV)
- FB19 (ActivacioMagatzems), DB6 (DBActivacioMagatzems)
  - FB8 (ControlActivacio), DB46 (DBActivacioMA)
  - FB8 (ControlActivacio), DB47 (DBActivacioMB)
  - FB8 (ControlActivacio), DB48 (DBActivacioMC)
  - FB8 (ControlActivacio), DB49 (DBActivacioMD)
  - FB8 (ControlActivacio), DB50 (DBActivacioME)
  - FB8 (ControlActivacio), DB51 (DBActivacioMAp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB52 (DBActivacioMBp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB53 (DBActivacioMABp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB54 (DBActivacioMABpC)
  - FB8 (ControlActivacio), DB55 (DBActivacioMABpCp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB56 (DBActivacioMDp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB57 (DBActivacioMEp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB58 (DBActivacioMDEp)
  - FB8 (ControlActivacio), DB59 (DBActivacioMDef)



- FB13 (IniciFabricacioZonaZI), DB10 (DBComptatgePecesZonaZI)
- FB11 (FabricacioPecesZonaZI), DB74 (DBFabricacioPecesZonaZI)
  - FB1 (ControlRobot), DB75 (DBControlRobotRI)
  - FB1 (ControlRobot), DB76 (DBControlRobotRII)
  - FB2 (ControlMaquina), DB77 (DBControlMaquinaMI)
  - FB2 (ControlMaquina), DB78 (DBControlMaquinaMII)
  - FB3 (ControlPermisCinta), DB79 (DBControlPermisCintaCI)
  - FB3 (ControlPermisCinta), DB80 (DBControlPermisCintaCII)
  - FB4 (ControlCinta), DB81 (DBControlCintaCI)
  - FB4 (ControlCinta), DB82 (DBControlCintaCII)
  - FB5 (ControlQualitat), DB83 (DBControlQualitatCQIA)
  - FB5 (ControlQualitat), DB84 (DBControlQualitatCQIB)
  - FB6 (ControlEmmagatzematge), DB85 (DBControlEmmagatzematge)
- FB21 (PossibleFabricacioPeces), DB11 (DBPossibilitatFabricar)
- FB22 (VerificacioFabricacio), DB12 (DBVerificacioFabricacio)
- FB23 (FinalitzacioFabricacio), DB13 (DBFinalitzacioFabricacio)
- FB24 (ResetComptadorsSistema), DB86 (DBResetComptadors)

Figura D.1. Estructura del programa del PLC

## D.2 Blocs del programa

En aquest apartat es presenten els blocs més característics que defineixen al programa del PLC. Els comentaris presents s'han extret del programa, així d'aquesta manera si un usuari vol modificar el programa podrà disposar d'aquest manual d'instruccions inserit dins del programa.

Dins del programa es presenten una gran quantitat de variables, un total de 753. Entre aquestes es poden trobar variables de comunicació amb l'SCADA, amb la cèl·lula i variables internes del mateix. En el programa l'usuari disposa d'una llista de variables amb una identificació tant en el nom com a la descripció que la fa característica.

### D.2.1. Bloc OB1

- **Bloc OB1: Programa principal de la cèl·lula flexible**

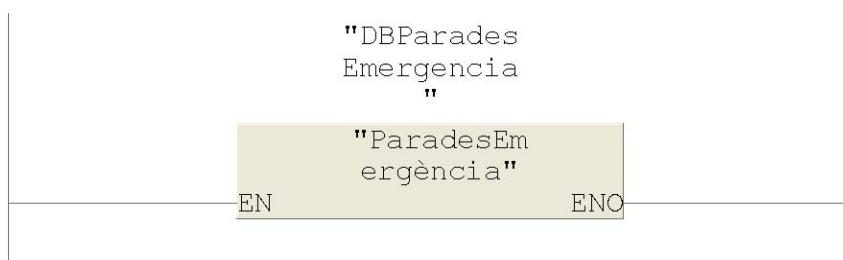
Aquest bloc conté el programa principal que la CPU executarà de forma cíclica. Des d'aquest es llegiran els blocs de funció secundaris que contenen programes base o altres blocs terciaris. Aquí es descriu el control d'activació de tots els elements que componen la cèl·lula de fabricació flexible, així com els comptadors de peces, alarmes i altres activacions. Aquest programa conté el control de la Zona I i està preparat per que s'insereixin la resta de



zones. Els comentaris del programa s'han definit amb la intenció de que si el programa es desitja ampliar o modificar es pugui realitzar amb facilitat.

▪ **Segment 1: Crida de la funció de parades d'emergència**

En aquest segment es crida a la funció "ParadesEmergencia" amb la intenció de llegir en primer lloc si s'ha activat alguna avaria.



▪ **Segment 2: Crida de la funció d'activació de les màquines**

Aquesta funció permet activar i desactivar independentment cada una de les màquines de la cèl·lula de fabricació. La màquina també es pot activar a través de l'arrencada de la línia o de la zona a la que pertany. Per altre lloc la màquina pot ser desactivada ja sigui per anul·lació manual o emergència.



▪ **Segment 3: Crida de la funció d'activació dels robots**

Aquesta funció permet activar i desactivar independentment cada un dels robots de la cèl·lula de fabricació. El robot també es pot activar a través de l'arrencada de la línia o de la zona a la que pertany. Per altre lloc el robot pot ser desactivat ja sigui per anul·lació manual o emergència.



- **Segment 4: Crida de la funció d'activació de les cintes transportadores**

Aquesta funció permet activar i desactivar independentment cada una de les cintes de la cèl·lula de fabricació. La màquina també es pot activar a través de l'arrencada de la línia o de la zona a la que pertany. Per altre lloc la cinta pot ser desactivada ja sigui per anul·lació manual o emergència.



- **Segment 5: Crida de la funció d'activació dels controls de qualitat**

Aquesta funció permet activar i desactivar independentment cada un dels controls de qualitat de la cèl·lula de fabricació. El control també es pot activar a través de l'arrencada de la línia o de la zona a la que pertany. Per altre lloc el control pot ser desactivat ja sigui per anul·lació manual d'emergència.



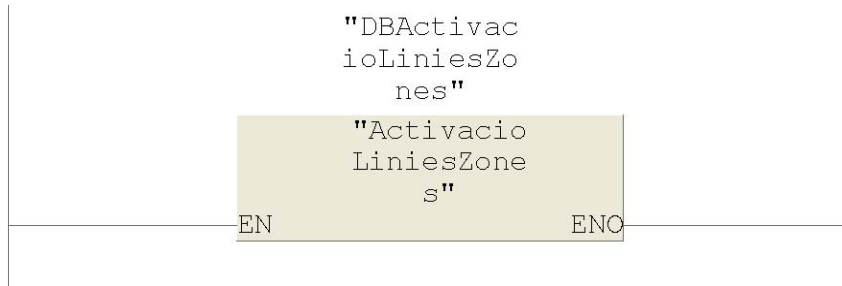
- **Segment 6: Crida de la funció d'activació dels magatzems**

Aquesta funció permet activar i desactivar independentment cada un dels magatzems de la cèl·lula de fabricació. El magatzem també es pot activar a través de l'arrencada de la línia o de la zona a la que pertany. Per altre lloc el magatzem pot ser desactivat ja sigui per anul·lació manual d'emergència.



- **Segment 7: Crida de la funció d'activació de les línies i les zones**

Aquesta funció permet activar i desactivar independentment cada una de les línies i zones de la cèl·lula de fabricació. Per altre lloc les línies i les zones es poden desactivar ja sigui per anul·lació manual o emergència. L'activació de les línies i zones farà possible l'activació general dels elements (màquines, robots...) d'aquestes.



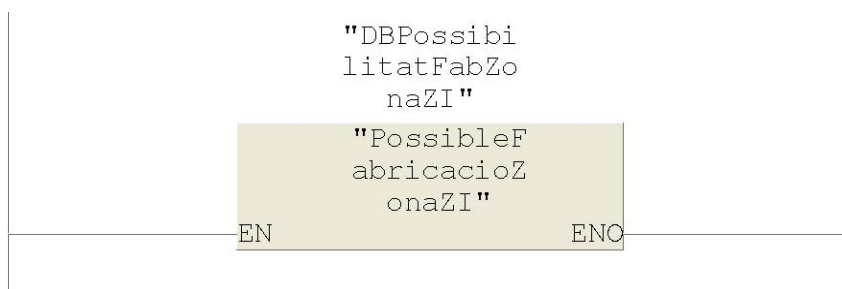
- **Segment 8: Crida de la funció de comptatge de peces que hi ha a la zona Z I**

Aquesta funció permet realitzar el comptatge de peces que hi ha a la zona Z I amb la intenció d'aturar el sistema quan en els magatzems, en el control de qualitat, en les cintes i a les màquines hi hagi el nombre de peces que s'hagin demanat fabricar d'aquesta zona.



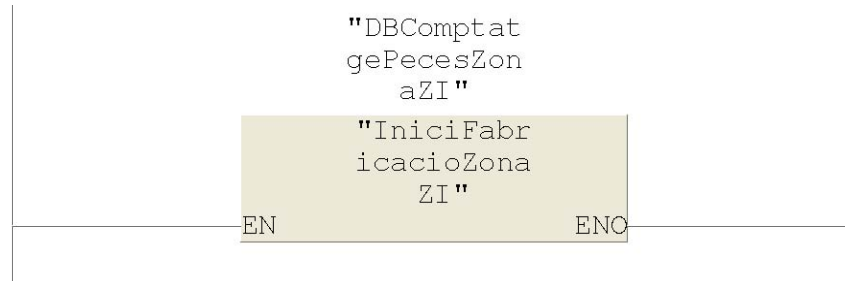
- **Segment 9: Crida de la Funció d'inicialització d'activació de la zona Z I**

En aquesta funció es comprova la possibilitat d'activar la fabricació de peces de la Zona I. Aquestes peces es poden fabricar si les màquines que corresponen a la seva activació estan activades.



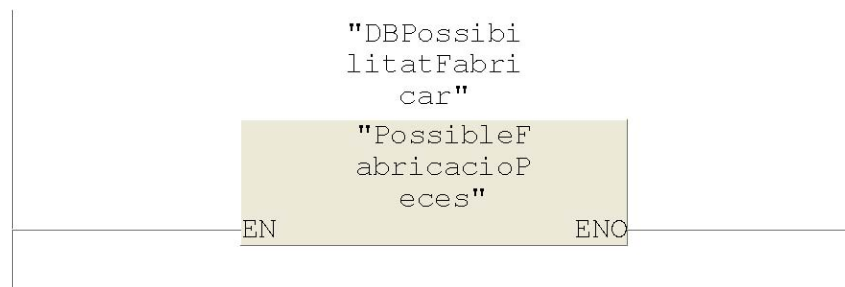
- **Segment 10: Crida de la funció de fabricació de peces de la zona Z I**

En aquesta funció s'inicialitza el procés de fabricació partint de les dades obtingudes del SCADA i de la possibilitat de fabricar calculada pel PLC.



- **Segment 11: Crida de la funció de possible fabricació de peces**

En aquesta funció s'atorga el permís per fabricar peces d'un cert tipus. El permís de cada tipus de peça es troba condicionat per l'activació d'aquells elements que fan possible la fabricació de la mateixa.



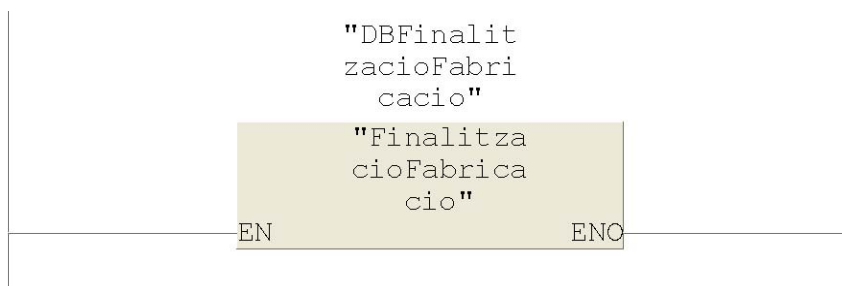
- **Segment: 12 Crida de la funció de verificació de les peces fabricades**

En aquest segment es realitza la crida de la funció de verificació de peces fabricades. L'objectiu consisteix en determinar sota quines condicions s'ha d'aturar una fabricació sol·licitada per l'usuari. La restricció que fa possible l'aturament consisteix simplement en que totes les peces demandades es trobin al magatzem corresponent.



▪ **Segment 13: Crida de la funció de finalització de fabricació de la cèl·lula**

En aquesta part del programa es realitza la crida a la funció que permet aturar la fabricació a la cèl·lula flexible. Tenint en compte els resultats obtinguts a la crida de la funció anterior es parerà la fabricació de la cèl·lula.



**D.2.2. Bloc FB1: “ControlRobot”**

A la Taula D.1 es mostren les variables d’entrada i sortida del bloc de funció FB1. Indicant si es tracten d’entrada (in), sortida (out), entrada/sortida (in/out) o interna (stat). Cal notar que aquestes variables no pertanyen al còmput total de variables del programa, són variables internes del bloc FB1.

Nom de la variable	Tipus	Vincle	Descripció
Complert	Bool	In	Aquesta variable indica si s’ha arribat al límit de la cinta.
ComptadorPecesMaquina	Counter	In	Aquest comptador ofereix el nombre de peces que hi ha a la màquina.
FuncRobotOperacioOposada	Bool	In	Variable que identifica el funcionament del robot amb l’operació oposada.
MaquinaParada	Bool	In	Variable que indica que la màquina es troba parada.
OperacioOposada	Bool	In	Aquesta variable fa referència a la operació oposada del robot.
PecaAcabada	Bool	In	Aquesta variable indica peça acabada.





RobotParat	Bool	In	Aquesta variable defineix al robot aturat.
SensorMaquina	Bool	In	Aquesta variable defineix el sensor d'entrada de la màquina.
FuncionamentMaquina	Bool	Out	Variable que indica si funciona o no la màquina.
FuncionamentRobot	Bool	Out	Variable que indica si funciona o no el robot.
Operacio	Bool	Out	Operació que realitza el robot.
PecesMaquinaINT	Int	Out	Variable de format enter que indica el nombre de peces a la màquina.
MarcaFuncionamentRobot	Bool	Stat	Element necessari per a poder realitzar set's i reset's.
MarcaFuncionamentMaquina	Bool	Stat	Element necessari per a poder realitzar set's i reset's.
MarcaOperaciol	Bool	Stat	Element necessari per a poder realitzar set's i reset's.

---

Taula D.1. Variables internes d'entrada i sortida del bloc FB1

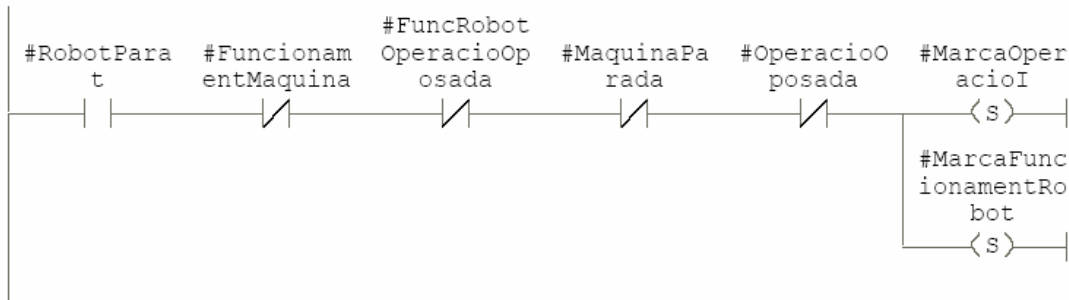
- **Bloc FB1: Control de les operacions d'un robot R \* (amb dues operacions)**

En aquesta subrutina es realitza la gestió d'operacions d'un Robot R\* amb dues operacions. De fet només es presenta el control d'una operació tenint en compte l'altre. Aquesta subrutina es pot simplificar extraient les referències vinculades a l'altre operació. D'aquesta manera obtenim el control d'un robot per a una sola operació. En cas de que, per algun motiu, es desitgi ampliar el nombre d'operacions s'han d'introduir noves variables amb la mateixa funcionalitat que l'operació oposada.

- **Segment 1: Control de l'operació**

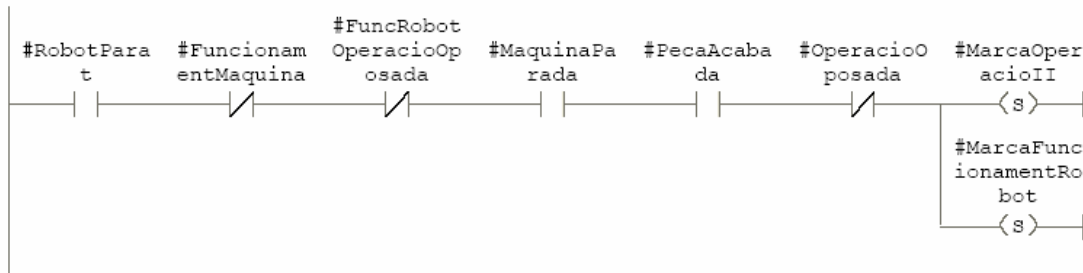
En aquest segment s'activa la marca de l'operació Op I i la marca de funcionament del robot, tenint en compte el funcionament actual del robot i el funcionament actual de la màquina en l'instant inicial.





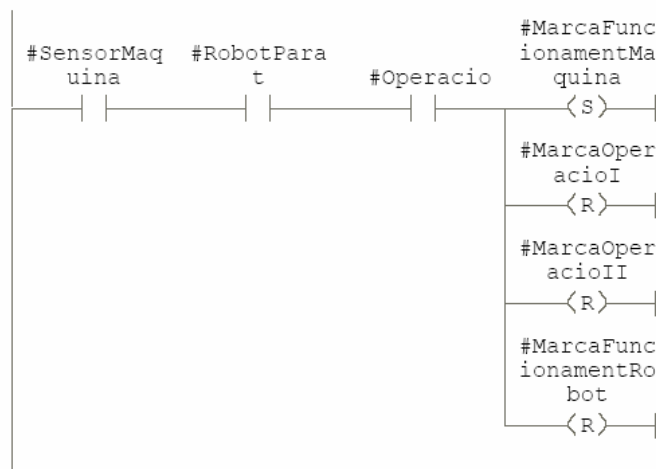
▪ **Segment 2: Control de l'operació a partir d'una peça acabada**

En aquest segment es realitza el control de l'operació que realitzarà el robot un cop s'hagi acabat una peça i la màquina estigui parada. Amb la variable "PecaAcabada" es pot determinar el moment en que el robot anirà a agafar una peça del magatzem.



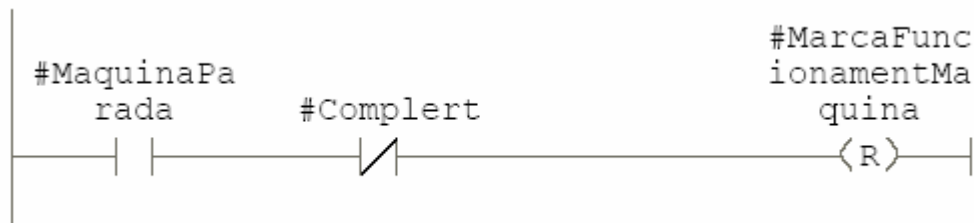
▪ **Segment 3: "Set" i "reset" d'algunes variables**

Una vegada el robot ha dipositat la peça a la màquina i s'ha parat es necessari activar el funcionament d'aquesta i desactivar les marques de les operacions i del funcionament del robot.



- **Segment 4: "Reset" del funcionament de la màquina**

Com a l'apartat anterior s'ha realitzat un "reset" d'algunes variables, aquí es realitza el mateix per a la marca de funcionament de la màquina tenint en compte la variable "Complert", que indica si la cinta transportadora està plena.



- **Segment 5: Activació del funcionament de la màquina**

Aquí s'activa el funcionament de la màquina a partir de la seva marca corresponent.



- **Segment 6: Activació del funcionament del robot**

Aquí s'activa el funcionament del robot a partir de la seva marca corresponent.



- **Segment 7: Activació de l'operació**

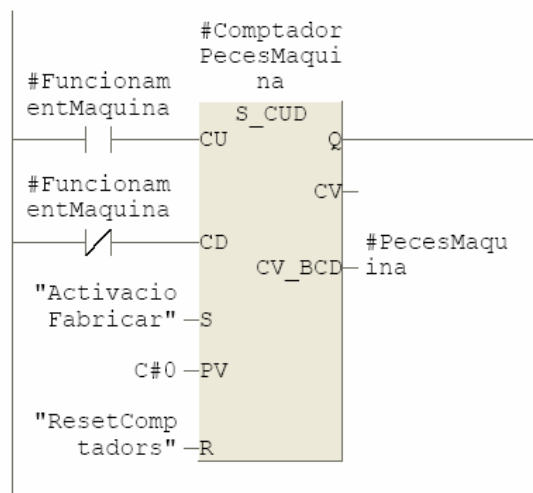
Aquí s'activa el funcionament de l'operació a partir de les seves marques corresponents.





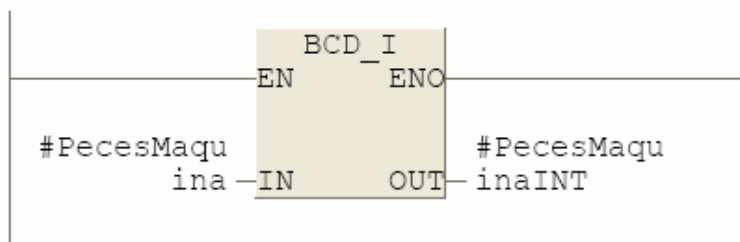
▪ **Segment 8: Comptatge de peces a la màquina M I**

En aquest segment es fa el comptatge de les peces que hi han a la màquina M I. Degut a que la capacitat és unitària es detecta si hi ha peça o no. S'ha realitzat aquesta funció per medi d'un comptador per si en un futur es desitja ampliar la capacitat de la màquina.



▪ **Segment 9: Conversió de BCD a enter del nombre de peces de la màquina M I**

En aquest segment es realitza una conversió de BCD a enter del nombre de peces que hi ha a la màquina M I.



### D.2.3. Bloc FB2: "ControlMaquina"

Nom de la variable	Tipus	Vincle	Descripció
FuncionamentMaquina	Bool	In	Funcionament de la màquina.
Permis	Bool	In	Variable de permís per a treure peça de la màquina.
SensorMaquina	Bool	In	Sensor de la màquina a la sortida de peces.
SortidaPeca	Bool	In	Indicació que la peça ja ha sortit de la màquina.
PecaAcabada	Bool	Out	Variable de peça acabada.
MarcaPecaAcabada	Bool	Stat	Marca de la peça acabada.

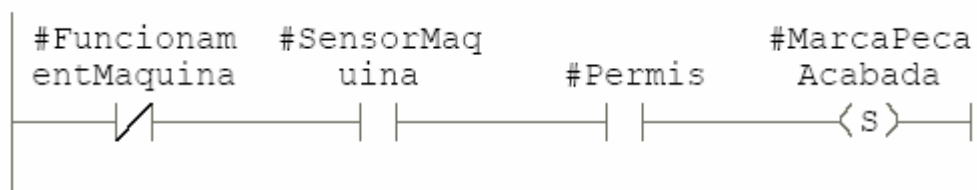
Taula D.2. Variables internes d'entrada i sortida del bloc FB2

- **Bloc FB2: Control de la màquina M \***

En aquesta subrutina es controla l'operació de la màquina. Això consisteix en activar i desactivar la variable que defineix la peça acabada.

- **Segment 1: "Set" de la peça acabada**

En aquest segment s'activa la marca que controla la peça acabada en funció de les variables de funcionament de la màquina i del sensor de la mateixa. Aquí s'introdueix una nova variable, la del permís. Aquesta té per funció donar l'opció de que surti una peça de la màquina si la cinta de transport no està plena del tot.



▪ **Segment 2: "Reset" de la peça acabada**

El "reset" d'aquesta variable es fa possible degut a la resposta de la màquina que informa que la peça ja està acabada.



▪ **Segment 3: Activació de la peça acabada**

Aquí s'activa el funcionament del robot a partir de la seva marca corresponent .



**D.2.4. Bloc FB4: "ControlCinta"**

Nom de la variable	Tipus	Vincle	Descripció
PecesCinta	Int	In	Nombre de peces actuals a la cinta transportadora C*.
MotorOposat	Bool	In	Variable que indica l'estat del motor oposat.
PecaAcabadaOposada	Bool	In	Indica si la peça del procés simètric està acabada.
ProcesPosterior	Bool	In	Indica si el control de qualitat de peces de la cinta està actiu.
ProcesOposat	Bool	In	Indica si el control de qualitat de peces de la cinta oposada està actiu.
PecaAcabada	Bool	In	Indicació de peça acabada.



ResetTemporitzadors	Bool	In	Aquesta variable realitza un "reset" dels temporitzadors.
TemporitzadorLlarg	Timer	In	Temporitzador llarg.
MotorCinta	Bool	Out	Variable que indica l'estat del motor de la cinta transportadora C*.
MarcaMotorCurt	Bool	Out	Marca del moviment curt del motor.
MarcaMotorLlarg	Bool	Out	Marca del moviment llarg del motor.

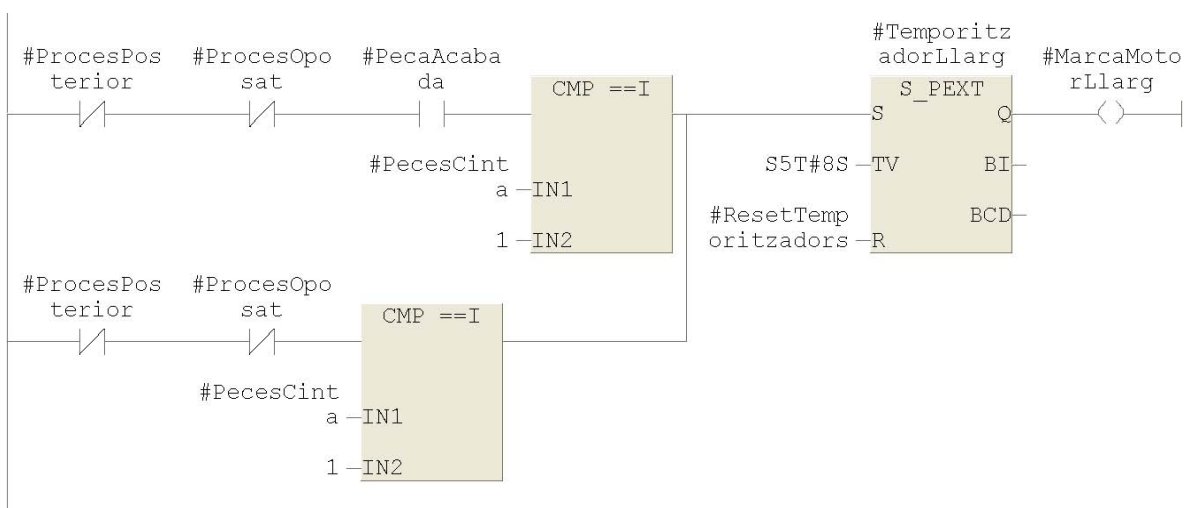
Taula D.3. Variables internes d'entrada i sortida del bloc FB4

- **Bloc FB4: Control del motor de la cinta transportadora C \***

Aquesta subrutina té per funció el control del motor d'una cinta transportadora C \*. La consigna de control és una senyal compresa entre 0 i 1 on el temps que està a 1 depèn de la situació de les peces en el sistema.

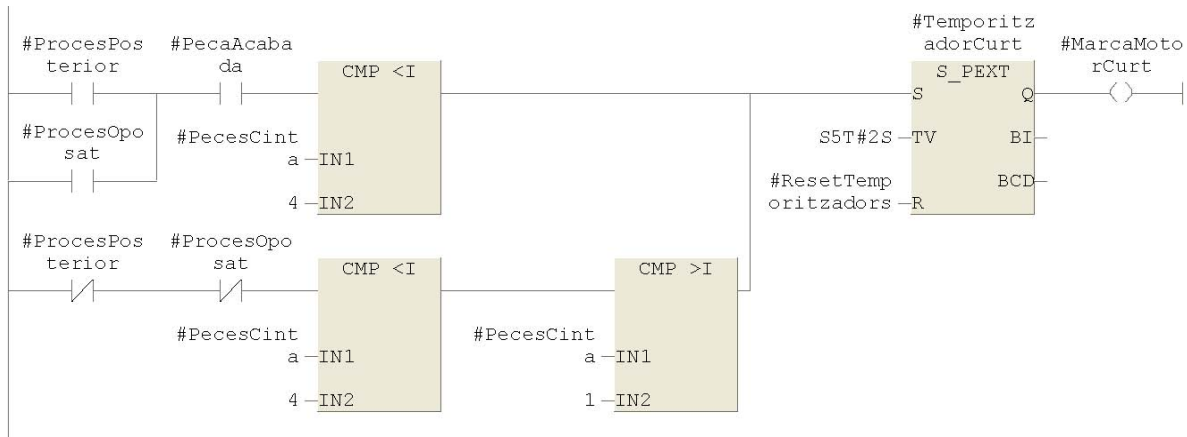
- **Segment 1: Activació del motor per a recorregut llarg**

En aquest segment s'activa el motor amb la intenció de que la peça arribi al final de la cinta. Per tant quan els processos posteriors a la cinta no es troben ocupats i la peça estigui acabada essent aquesta la única a la cinta transportadora el motor s'activarà pel temps necessari per que la peça entri a la màquina.



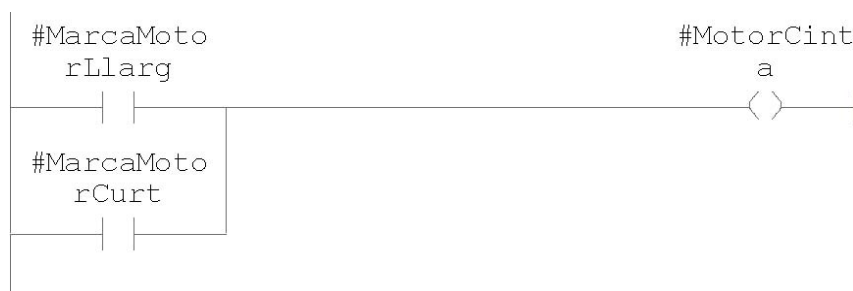
▪ **Segment 2: Activació del motor per a recorregut curt**

Per altra banda és necessari fer avançar lentament les peces a la cinta si el procés posterior es troba ocupat. Quan es presenta aquesta situació i surt una nova peça acabada, aquesta ha d'incorporar-se a la cinta transportadora sense saturar la seva capacitat. En cas que el procés posterior s'hagi acabat la cinta avança fa petit avanços fins posicionar totes les peces.



▪ **Segment 3: Activació del motor de la cinta transportadora C \***

Finalment es presenta en aquest segment l'activació de la sortida del motor d'una cinta C\*. S'ha de dir que el control ens permet amb seguretat emprar les cintes transportadores com magatzems intermedis. En cas que només es presenti un procés posterior només s'han d'extreure les variables que facin referència a aquest procés.





**D.2.5. Bloc FB8: "ControldActivacio"**

<b>Nom de la variable</b>	<b>Tipus</b>	<b>Vincle</b>	<b>Descripció</b>
Celulaaturada	Bool	In	Variable que indica que la cèl·lula està desactivada.
EnclavamentElement	Bool	In	Variable vinculada al SCADA que activa l'enclavament i desconnecta l'element.
Liniaaturada	Bool	In	Variable que indica que la línia està aturada.
MarcaCellula	Bool	In	Variable vinculada al SCADA que activa l'element si s'activa la cèl·lula.
MarcaElement	Bool	In	Variable vinculada al SCADA que activa l'element.
MarcaLinia	Bool	In	Variable vinculada al SCADA que activa l'element si s'activa la línia.
MarcaMemSRI	Bool	In	Marca destinada al Set-Reset I.
MarcaMemSRII	Bool	In	Marca destinada al Set-Reset II.
MarcaMemSRIII	Bool	In	Marca destinada al Set-Reset III.
MarcaMemSRIV	Bool	In	Marca destinada al Set-Reset IV.
MarcaZona	Bool	In	Variable vinculada al SCADA que activa l'element si s'activa la zona.
SortidaElement	Bool	Out	Sortida que activa l'element.
ProteccioCellula	Bool	Stat	Variable Interna de la funció.
ProteccioElement	Bool	Stat	Variable interna de la funció.
ProteccioLinia	Bool	Stat	Variable interna de la funció.
ProteccioZona	Bool	Stat	Variable interna de la funció.

Taula D.4. Variables internes d'entrada i sortida del bloc FB8



▪ **Bloc FB8: Funció de control de l'activació d'elements, zones i línies**

Aquesta funció de caràcter generalista té per objectiu procurar l'activació i desactivació dels diferents elements que componen el sistema. S'ha enfocat la desactivació d'un element en funció de si cau un altre element de la línia a la que pertany o si s'activa el comandament d'emergència. Aprofitant la seva estructura condicional s'ha elaborat una petita modificació i s'ha aconseguit aplicar a l'activació a zones i línies. En el cas que caigui un element d'una línia no es permet activar ni la línia a la que pertany aquest ni la zona i òbviament cap element que estigui dins d'aquest conjunt.

▪ **Segment 1: Condició I**

Aquesta condició permet que s'activi l'entrada de protecció de l'engegada general de la cèl·lula que podrà activar l'element.



▪ **Segment 2: Condició II**

Aquesta condició permet que s'activi l'entrada de protecció de la línia a la que pertany l'element i que podrà activar l'element.



▪ **Segment 3: Condició III**

Aquesta condició permet que s'activi l'entrada de protecció de la zona a la que pertany l'element i que podrà activar l'element.



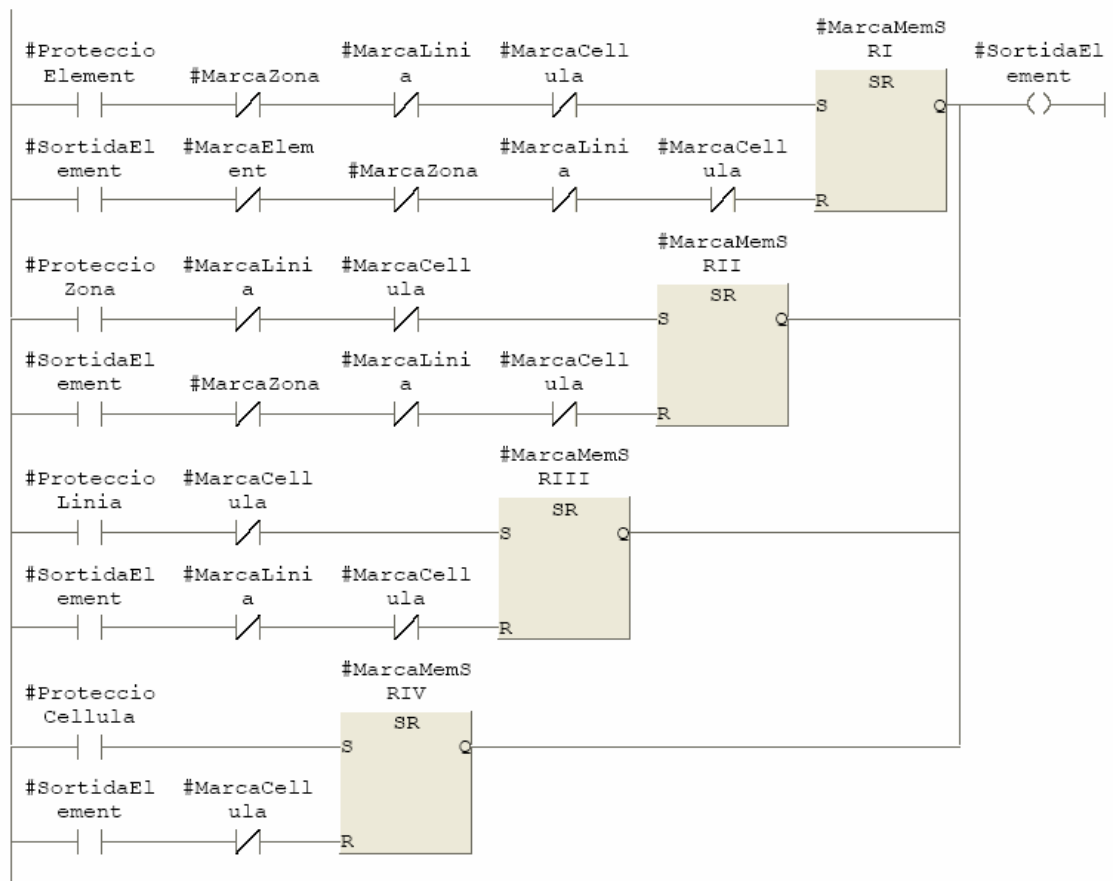
▪ **Segment 4 Condició IV**

Aquesta condició permet que s'activi l'entrada de protecció de l'element.



▪ **Segment 5: Activació de l'element**

En aquest segment finalment es presenta l'activació o desactivació de l'element. Per medi de quatre funcions "SET-RESET" es permet donar senyal a la sortida d'activació de l'element. Observant la funció es pot apreciar que hi ha una jerarquia entre activar o desactivar la cèl·lula, la línia o la zona a la que pertany l'element o el propi element. L'operació d'activar elements aïllats és factible. Pel contrari si es pretén desactivar un element quan la seva zona o línia o tota la cèl·lula són actives no és possible.



## D.2.6. Bloc FB11: "FabricacioPecesZonal"

D'aquest bloc de funció es mostren els segments on es realitzen crides a alguns dels blocs comentats anteriorment en aquest annex.

Nom de la variable	Tipus	Vincle	Descripció
ActivacioFabricaciol	Bool	In	Condició de voler fabricar peces A'.
ActivacioFabricacioll	Bool	In	Condició de voler fabricar peces B'.
ActivacioFabricaciolll	Bool	In	Condició de voler fabricar peces AB'.
ActivacioFabricaciolV	Bool	In	Condició de voler fabricar peces B'.
NumeroPecesFabAPrima	Int	In	Nombre de peces fabricades i emmagatzemades al magatzem M A'.
NumeroPecesFabBPrimam	Int	In	Nombre de peces fabricades i emmagatzemades al magatzem M B'.
NumeroPecesSolAPrima	Int	In	Peces A' sol·licitades.
NumeroPecesSolBPrimam	Int	In	Peces B' sol·licitades.

Taula D.5. Variables internes d'entrada i sortida del bloc FB11

### ▪ Bloc FB11: Funció de fabricació de peces A', B' i AB' a la zona Z I

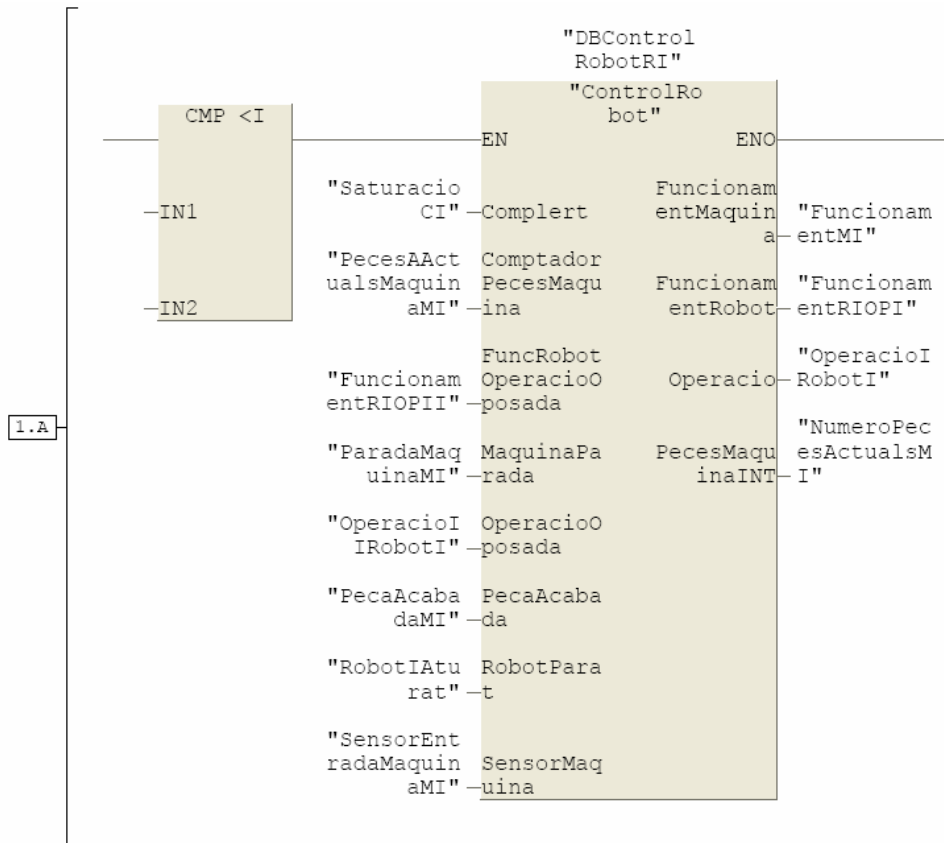
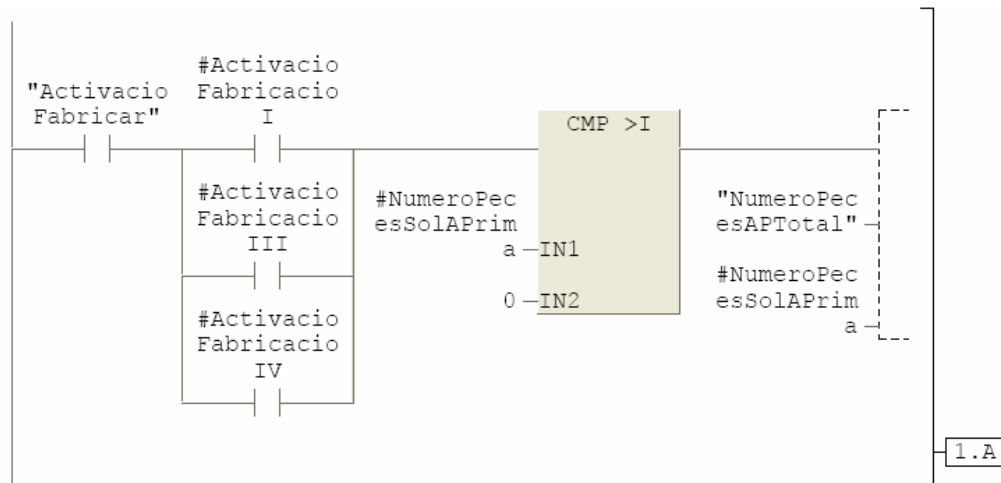
Aquesta subrutina és el procés bàsic i principal de tota la cèl·lula. Des d'aquí es gestiona la informació obtinguda pels sensors i els diferents estats de les peces. Cal veure aquesta subrutina com una funció ampliable a la resta de zones i processos. La dificultat es troba en realitzar la unió de les diferents zones, per aquest motiu s'ha deixat preparat per poder fer aquesta coordinació.

### ▪ Segment 1: Crida de la funció de control del robot R I

Aquesta crida es troba condicionada per quatre restriccions. La primera és l'activació del procés de fabricació, és a dir si s'ha programat una fabricació. La segona consisteix en constatar els elements necessaris per a realitzar la fabricació de les peces que es desitgen. La tercera no és més que la comprovació de si hi ha peces del tipus indicat a fabricar. Finalment la quarta ofereix la possibilitat de desconnectar el robot en cas que no sigui



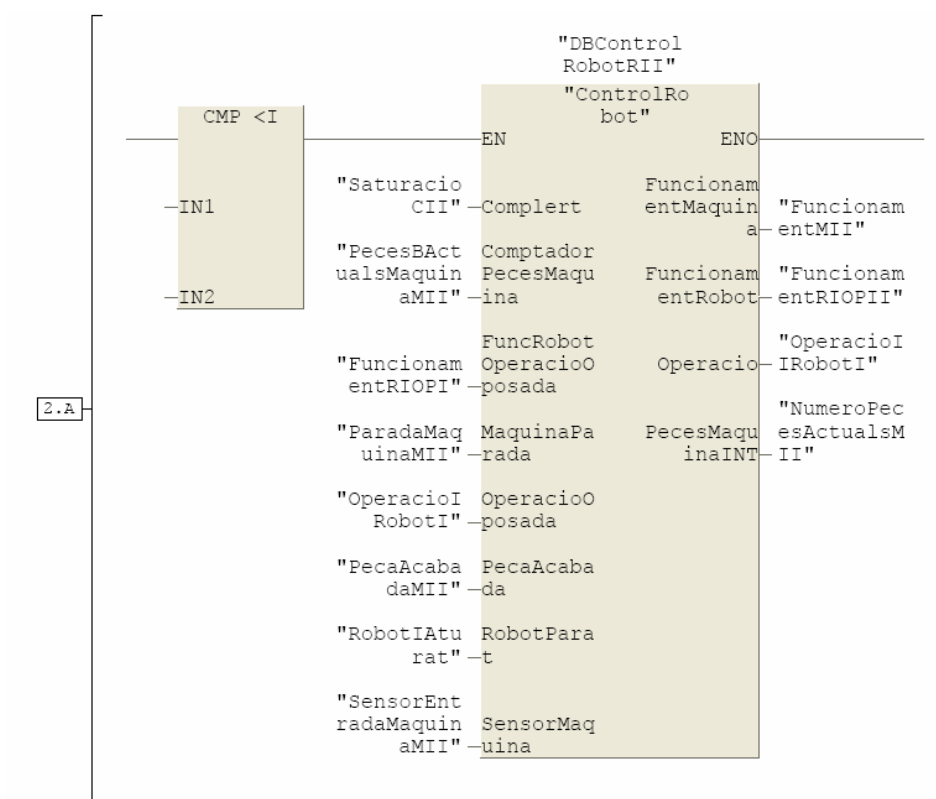
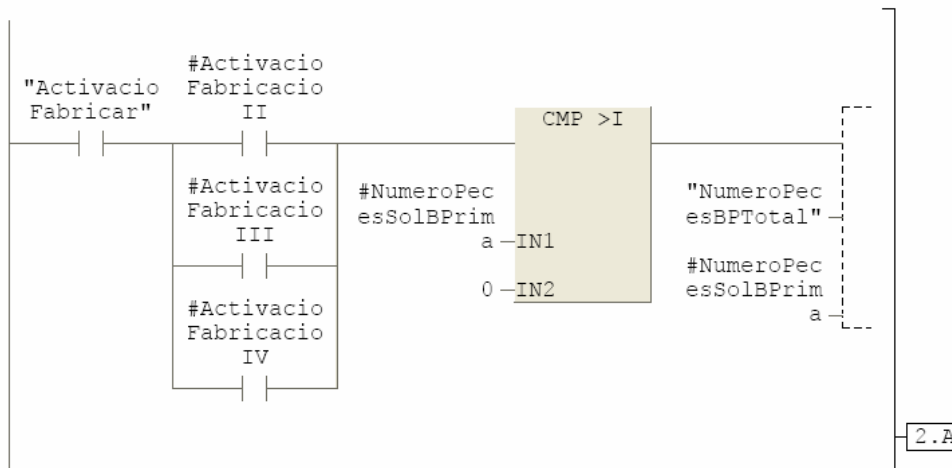
necessari agafar cap peça del magatzem. D'aquesta manera es poden fabricar peces A' sense necessitat d'emprar l'operació Op II del robot R II.



▪ **Segment 2: Crida de la funció de control del robot R II**

Aquesta funció és la mateixa que la del segment anterior però amb uns altres paràmetres d'entrada associats a les operacions del robot R II. D'aquesta manera es poden fabricar peces B' sense necessitat d'emprar l'operació Op I del robot R I.



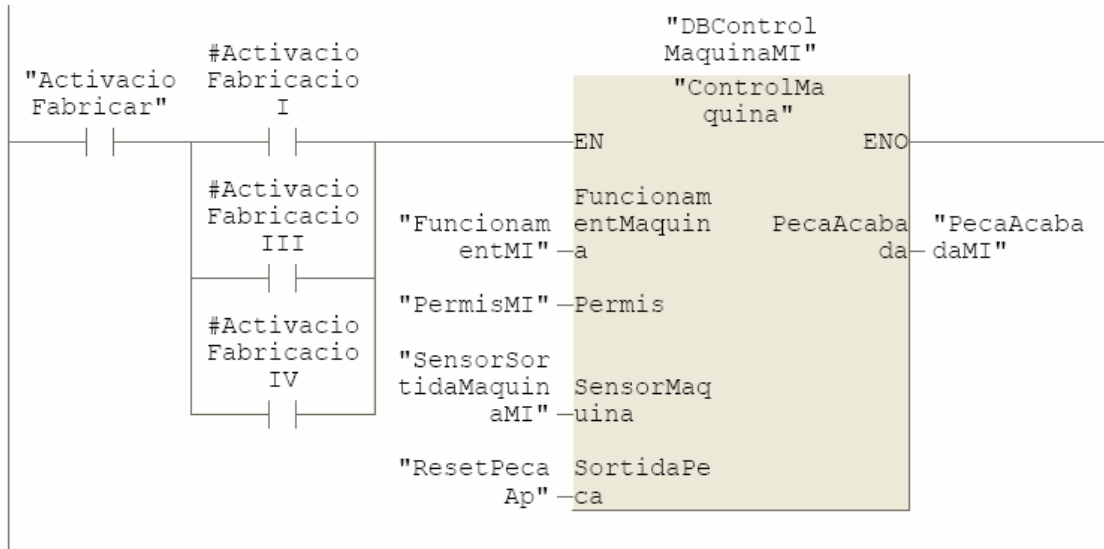


▪ **Segment 3: Crida de la funció de control de la màquina M I**

La crida d'aquesta funció es troba condicionada per dues restriccions. De fet són les dos primeres restriccions que a la crida de la funció de control del robot R I. Òbviament com el control de la màquina depèn de l'actuació directa del robot, no és necessari posar les altres condicions ja que venen condicionades pel robot R I. Aquestes condicions es presenten segons el cas a cada una de les crides dels segments posteriors a aquests. Aquesta

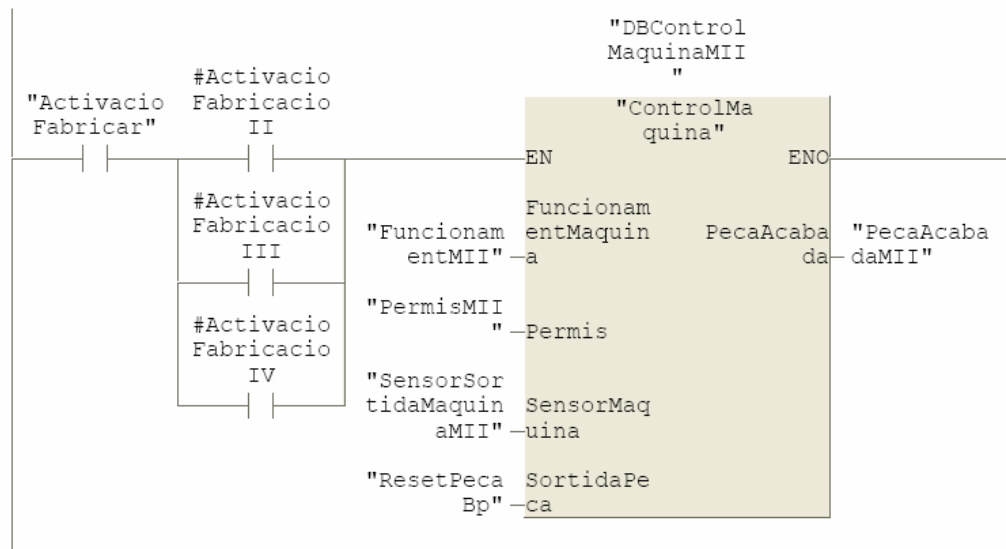


subrutina ofereix la seguretat de donar una peça per acabada per part de la màquina M I, sempre que no es trobi la cinta transportadora C I ocupada, en el moment de treure la peça sempre que la cinta no estigui saturada de peces.



- **Segment 4: Crida de la funció de control de la màquina M II**

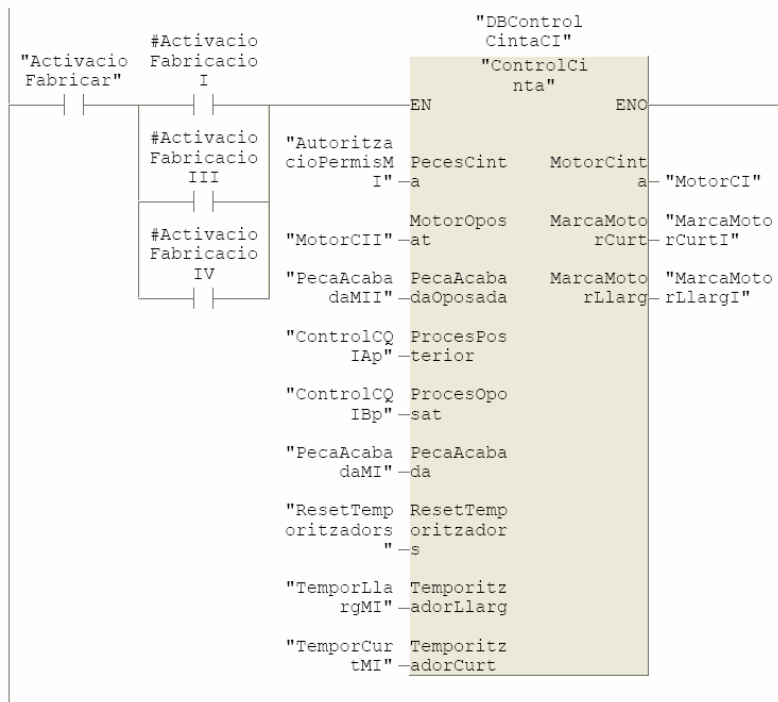
Aquesta subrutina ofereix la seguretat de donar una peça per acabada, per part de la màquina M II, sempre que no es trobi la cinta transportadora C II ocupada, en el moment de treure la peça sempre que la cinta no estigui saturada de peces.



- **Segment 7: Crida de la Funció del Control del Motor de la cinta C I**

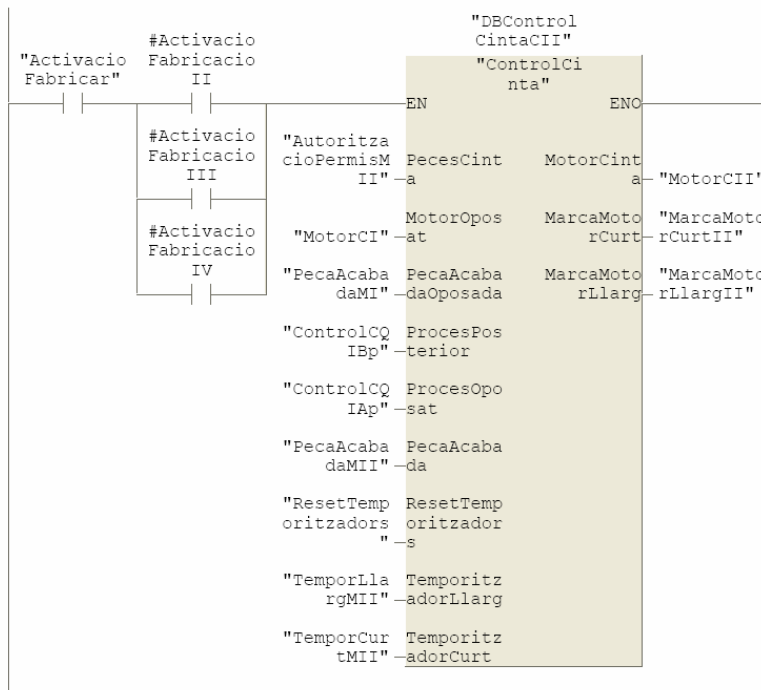
Per medi del segment 7 es realitza l'activació del motor de la cinta transportadora C I.





▪ **Segment 8: Crida de la Funció del Control del Motor de la cinta C II**

Per medi del segment 8 es realitza l'activació del motor de la cinta transportadora C II.





### D.2.7. Bloc FB18: "ActivacioControls"

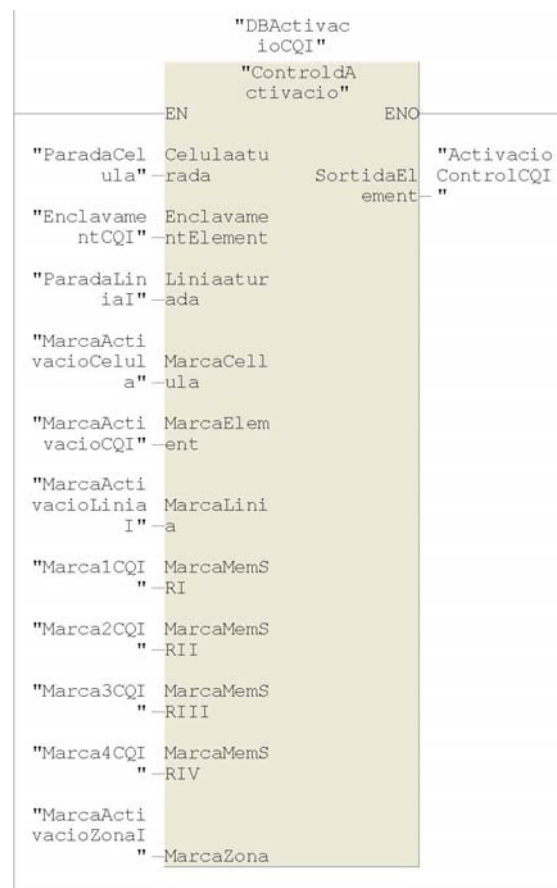
D'aquest bloc de funció es mostra la crida a la funció d'activació d'elements per als controls de qualitat CQ I i CQ II.

- **Bloc FB18: Activació dels controls de qualitat**

En aquesta funció s'activen els controls de qualitat de la cèl·lula de fabricació. L'activació de cada un dels controls es realitza per medi de la funció de control d'activació.

- **Segment 1: Crida de la funció del control de qualitat I**

En aquest segment s'activa el control de qualitat Q I.



- **Segment 2: Crida de la funció del control de qualitat II**

En aquest segment s'activa el control de qualitat Q II.



		"DBActivacioCQII"			
		"ControldActivacio"			
		EN	ENO		
"ParadaCelula"	Celulaatura	rada	SortidaElement	"ActivacioControlCQII"	
"EnclavamentCQII"	EnclavamentElement				
"ParadaLinial"	Liniaatura	ada			
"MarcaActivacioCelula"	MarcaCellula				
"MarcaActivacioCQII"	MarcaElement				
"MarcaActivacioLinia"	MarcaLinia				
"Marca1CQII"	MarcaMemS	RI			
"Marca2CQII"	MarcaMemS	RII			
"Marca3CQII"	MarcaMemS	RIII			
"Marca4CQII"	MarcaMemS	RIV			
"MarcaActivacioZonaI"	MarcaZona				



## E. Resum del programa de l'SCADA

En aquest annex es presenten les pantalles més importants de visualització que conformen el programa a l'SCADA. A part també es mostren les funcions de control que hi ha dins d'aquest.

### E.1 Pantalles de visualització de l'SCADA

El programa de visualització es compon d'un total de 59 pantalles. Entre les quals hi ha 1 per al menú principal, 2 dedicades al control de la cèl·lula, 1 per l'itinerari de les peces, 1 pantalla destinada al plànol general, 7 per a la visualització de les zones i 47 pantalles d'estat dels elements de la cèl·lula.

De la Figura E.1 fins a la E.17 es presenten les pantalles del menú principal, les de control de la cèl·lula, la d'itinerari de peces, la del plànol general, la de les zones i finalment una d'estat per cada tipus d'element. Amb aquestes pantalles es conforma l'eina de monitorització de la cèl·lula.



Figura E.1. Menú d'inici del programa de control i visualització



### Gestió de la Producció

●  
●

Stock Inicial	
Peces A	0
Peces B	0
Peces C	0
Peces D	0
Peces E	0

Stock Peces Entrada	
Peces A	0
Peces B	0
Peces C	0
Peces D	0
Peces E	0

Peces a fabricar	
Peces A'	0
Peces B'	0
Peces AB'	0
Peces AB'C	0
Peces (AB'C)'''	0
Peces D'	0
Peces E'	0
Peces DE'	0

Peces fabricades	
Peces A'	0
Peces B'	0
Peces AB'	0
Peces AB'C	0
Peces (AB'C)'''	0
Peces D'	0
Peces E'	0
Peces DE'	0

Peces defectuoses	
Peces A'	0
Peces B'	0
Peces AB'	0
Peces AB'C	0
Peces (AB'C)'''	0
Peces D'	0
Peces E'	0
Peces DE'	0

Peces necessaries	
Peces A	0
Peces B	0
Peces C	0
Peces D	0
Peces E	0

Stock Peces Sortida	
Peces A'	0
Peces B'	0
Peces AB'	0
Peces AB'C	0
Peces (AB'C)'''	0
Peces D'	0
Peces E'	0
Peces DE'	0

<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2">Elements necessaris</th></tr> <tr> <td>Comprovació Inicial</td> <td style="text-align: center; color: red;">●</td> </tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Cancel·lar Fabricació</td></tr> <tr> <td>Cancel·lar</td> <td></td> </tr> </table>	Elements necessaris		Comprovació Inicial	●	Cancel·lar Fabricació		Cancel·lar		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2">Inici de Fabricació</th></tr> <tr> <td>Inici de Fabricació</td> <td style="text-align: center; color: red;">●</td> </tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">Nova Fabricació</td></tr> <tr> <td>Nova Fabricació</td> <td></td> </tr> </table>	Inici de Fabricació		Inici de Fabricació	●	Nova Fabricació		Nova Fabricació	
Elements necessaris																	
Comprovació Inicial	●																
Cancel·lar Fabricació																	
Cancel·lar																	
Inici de Fabricació																	
Inici de Fabricació	●																
Nova Fabricació																	
Nova Fabricació																	

Menú Principal
----------------

Figura E.2. Control de la cèl·lula: Gestió de la producció

●

●

Protecció

On

Off

Cèl·lula

On

Off

Línies

Línia I

On

Off

Línia II

On

Off

### Control de la cèl·lula

Zones

Zona I

On

Off

Zona II

On

Off

Zona III

On

Off

Zona IV

On

Off

Zona V

On

Off

Zona VI

On

Off

Menú Principal
----------------

Figura E.3. Control de la cèl·lula: Control de la cèl·lula



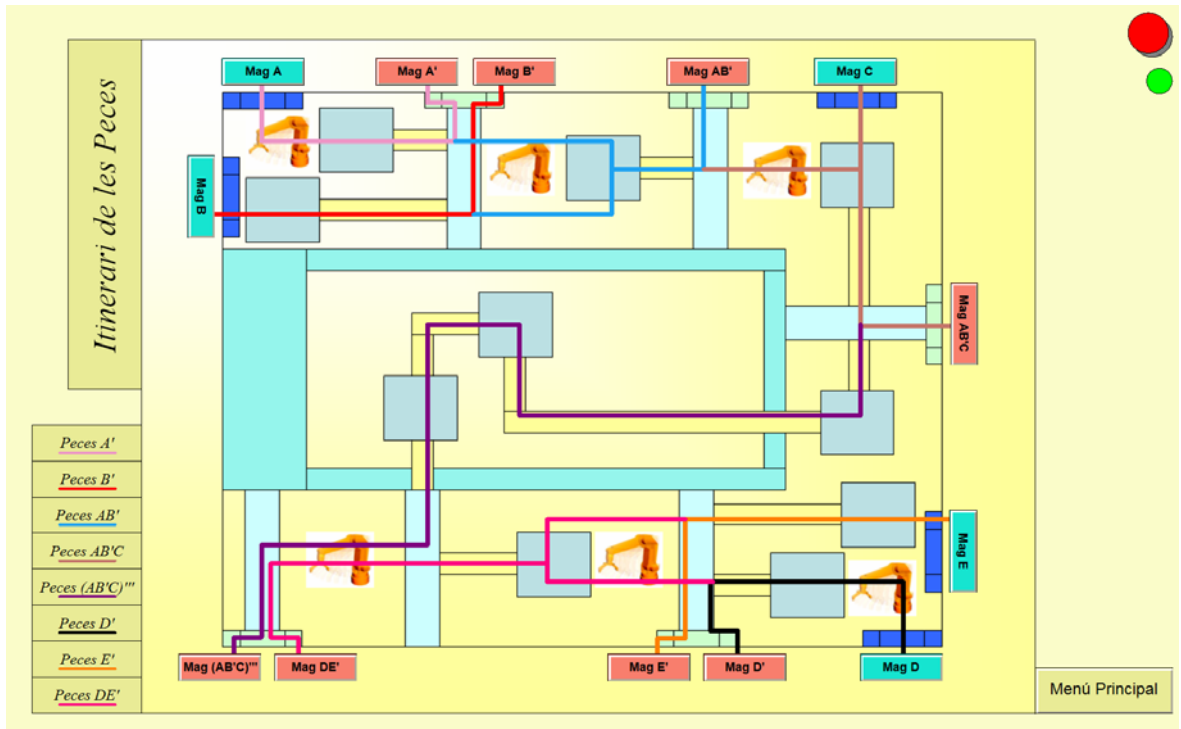


Figura E.4. Itinerari de les peces

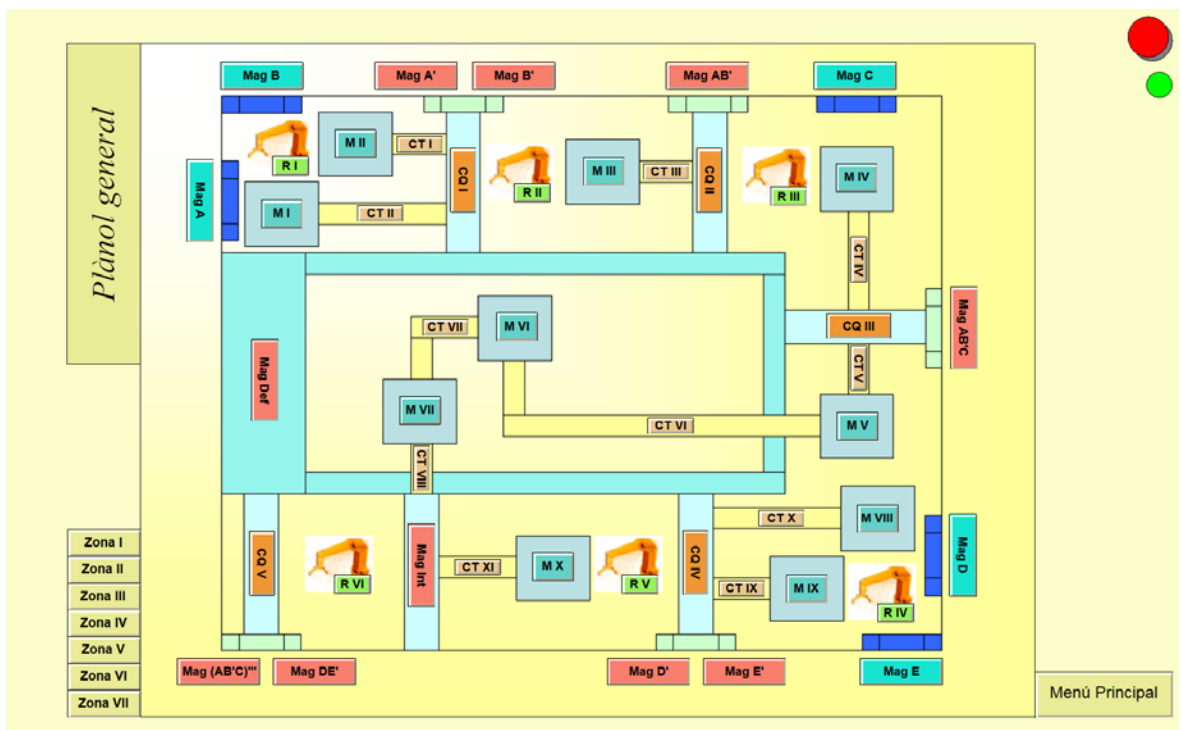


Figura E.5. Plànol general de la cèl·lula



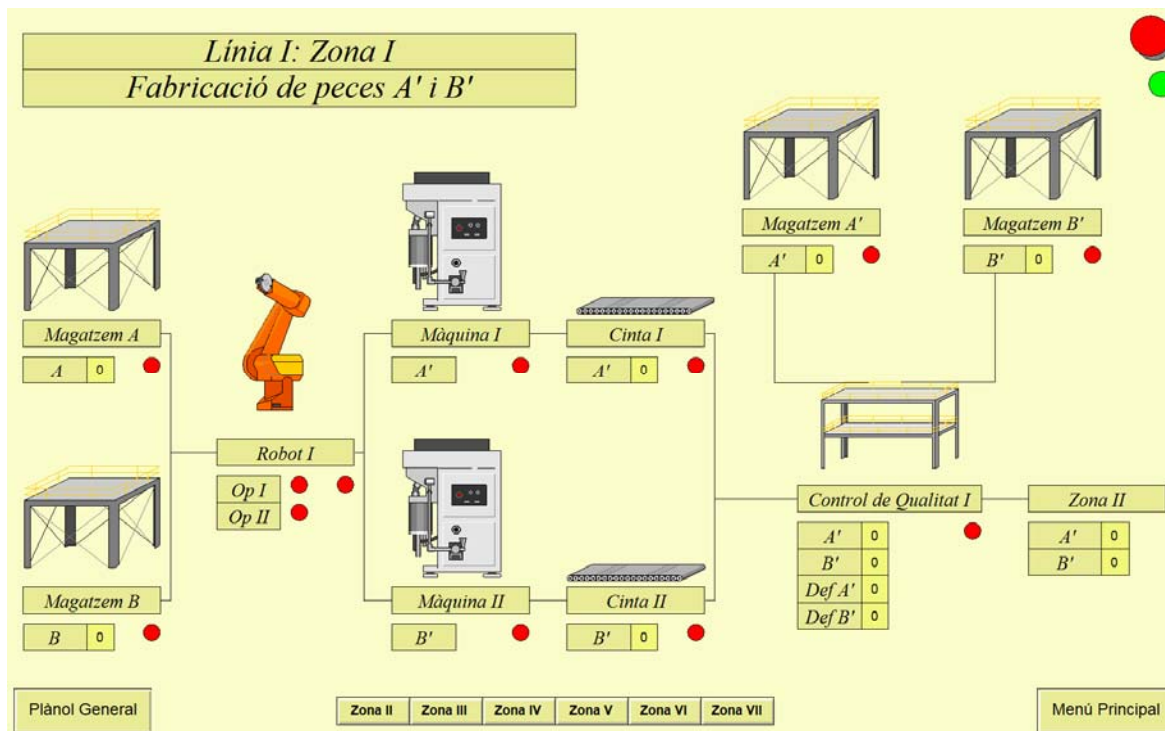


Figura E.6. Línia L I: Zona Z I de la cèl·lula

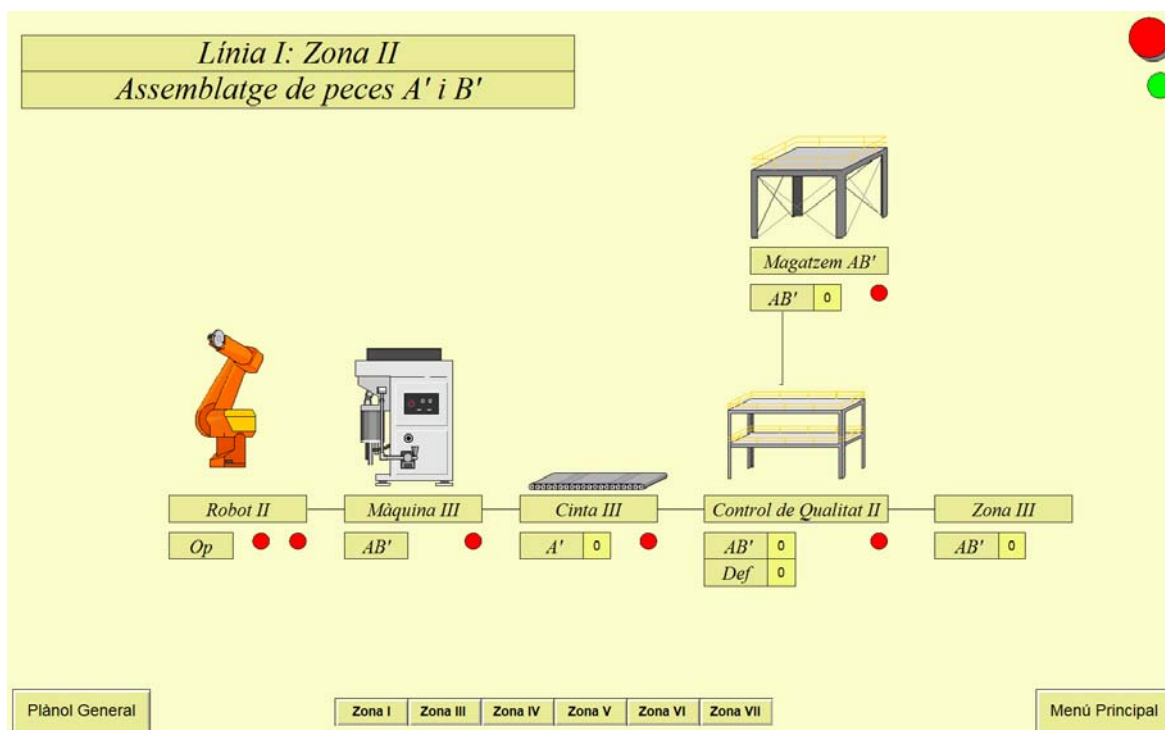


Figura E.7. Línia L I: Zona Z II de la cèl·lula



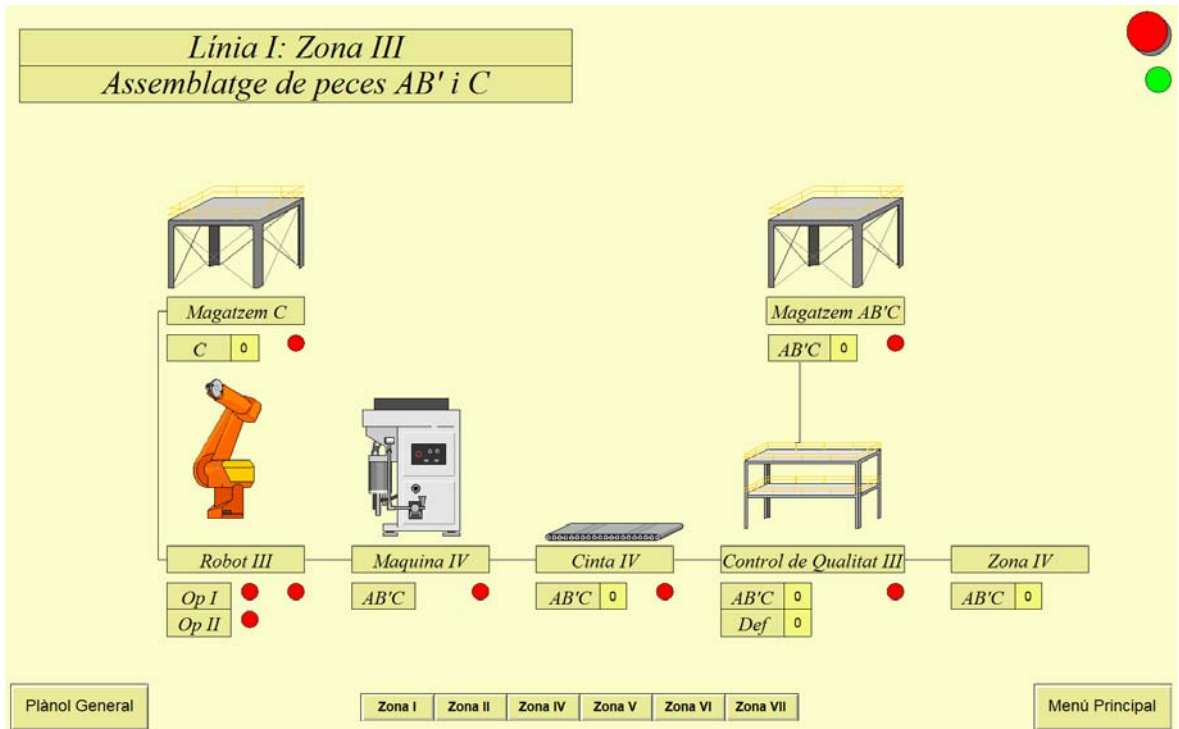


Figura E.8. Línia L I: Zona Z III de la cèl·lula

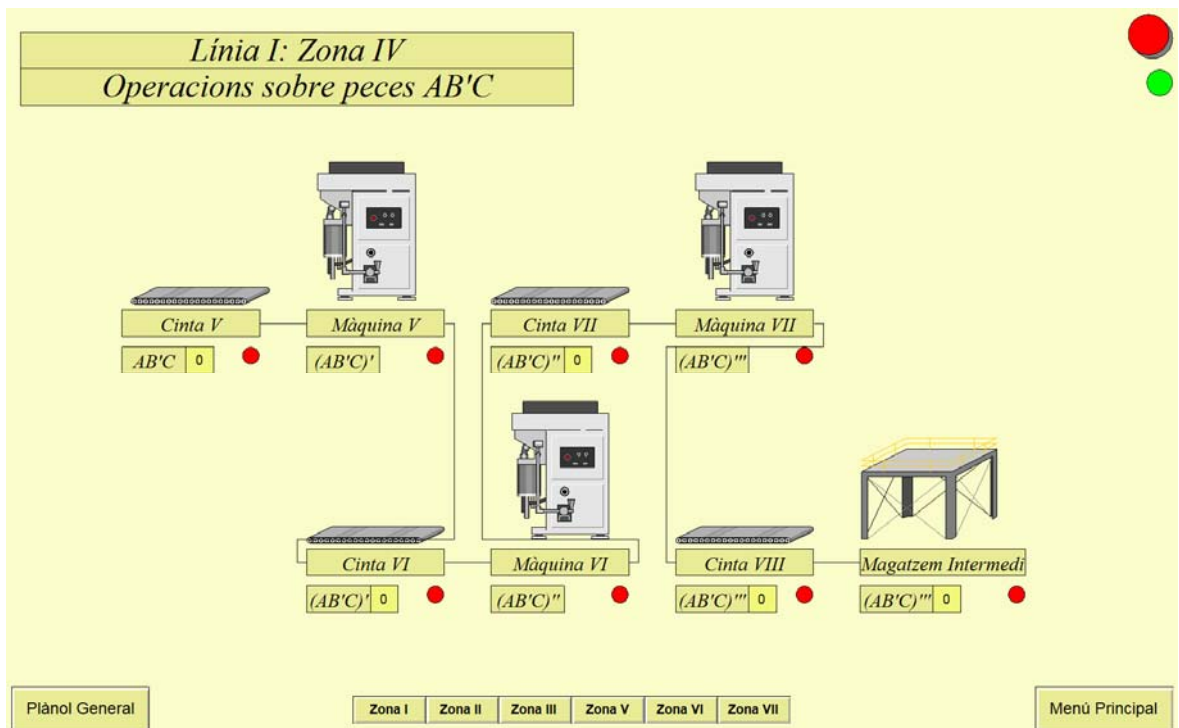


Figura E.9. Línia L I: Zona Z IV de la cèl·lula





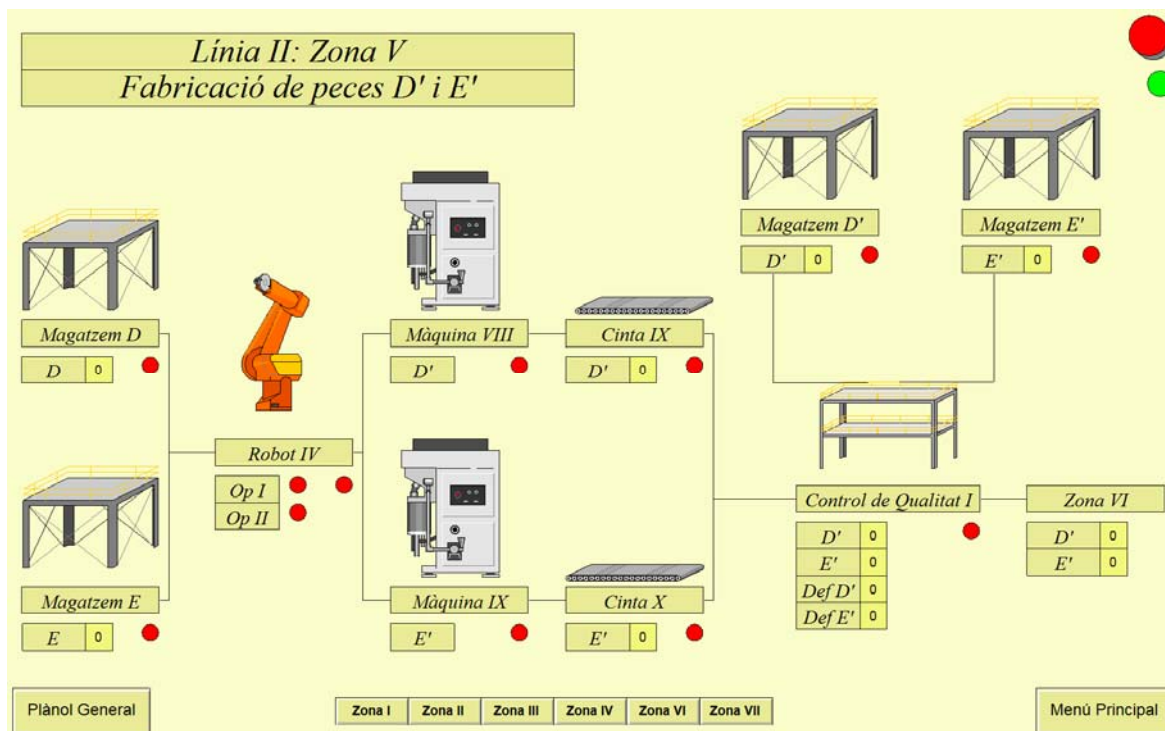


Figura E.10. Línia L II: Zona Z V de la cèl·lula

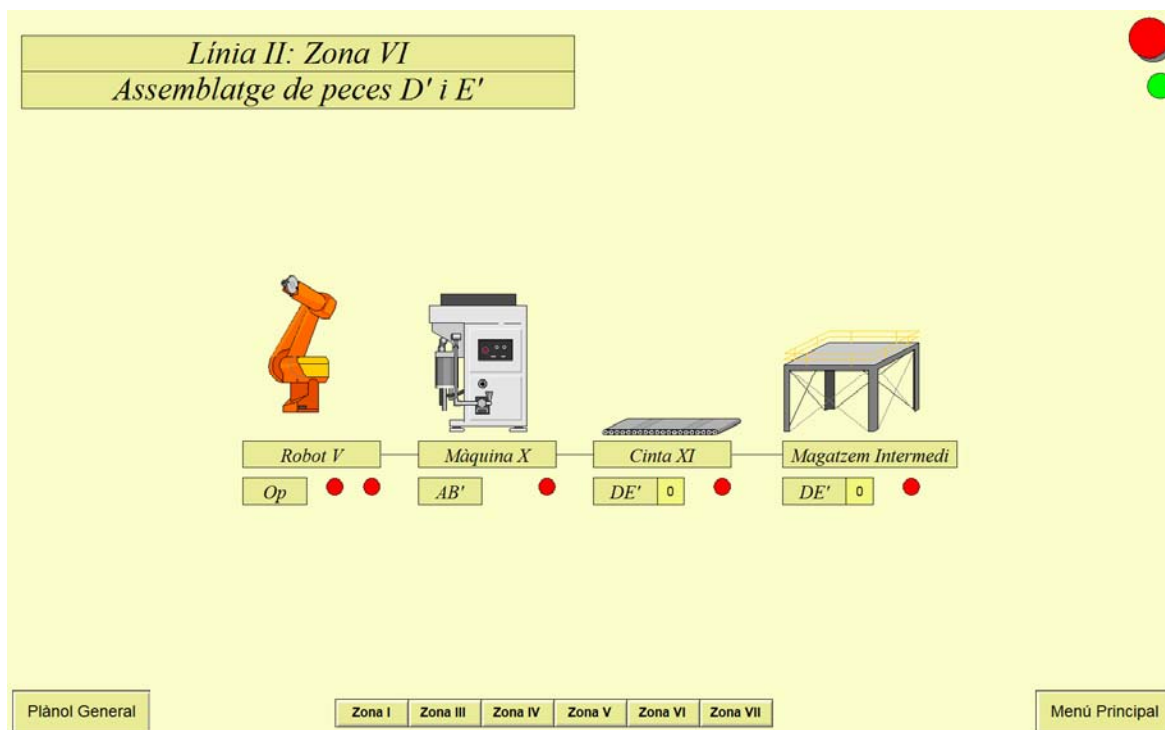


Figura E.11. Línia L II: Zona Z VI de la cèl·lula





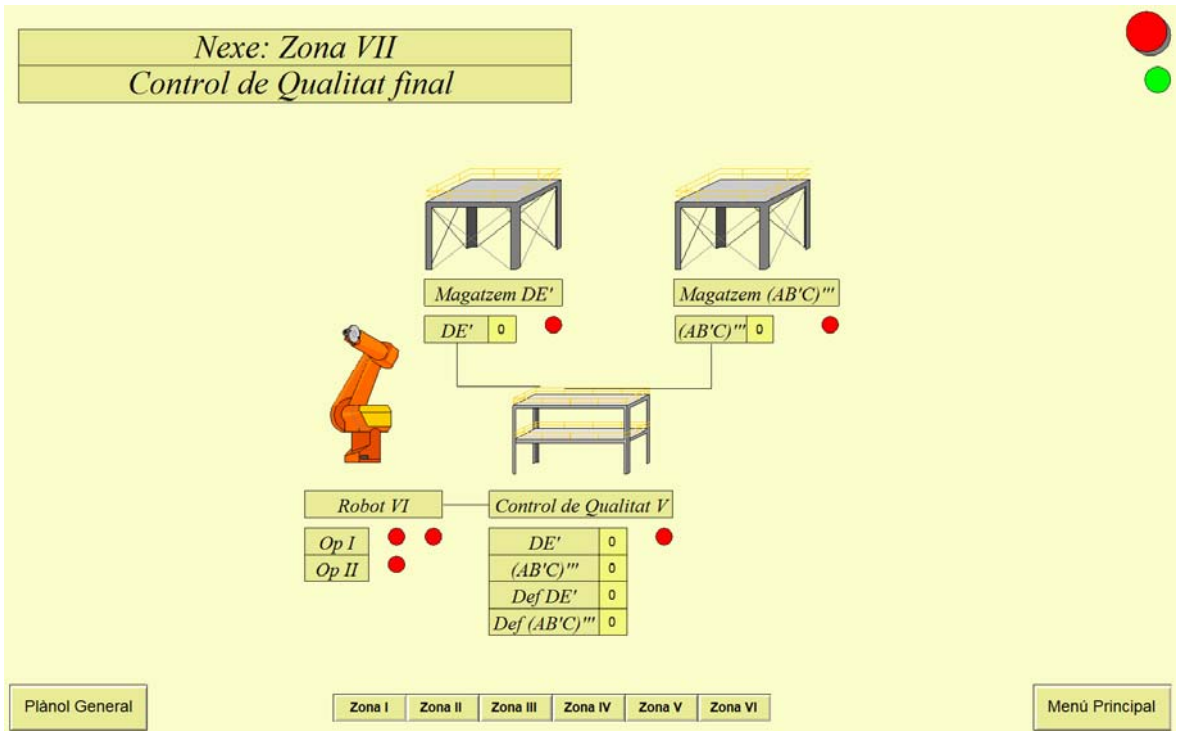


Figura E.12. Nexe: Zona Z VI de la cèl·lula

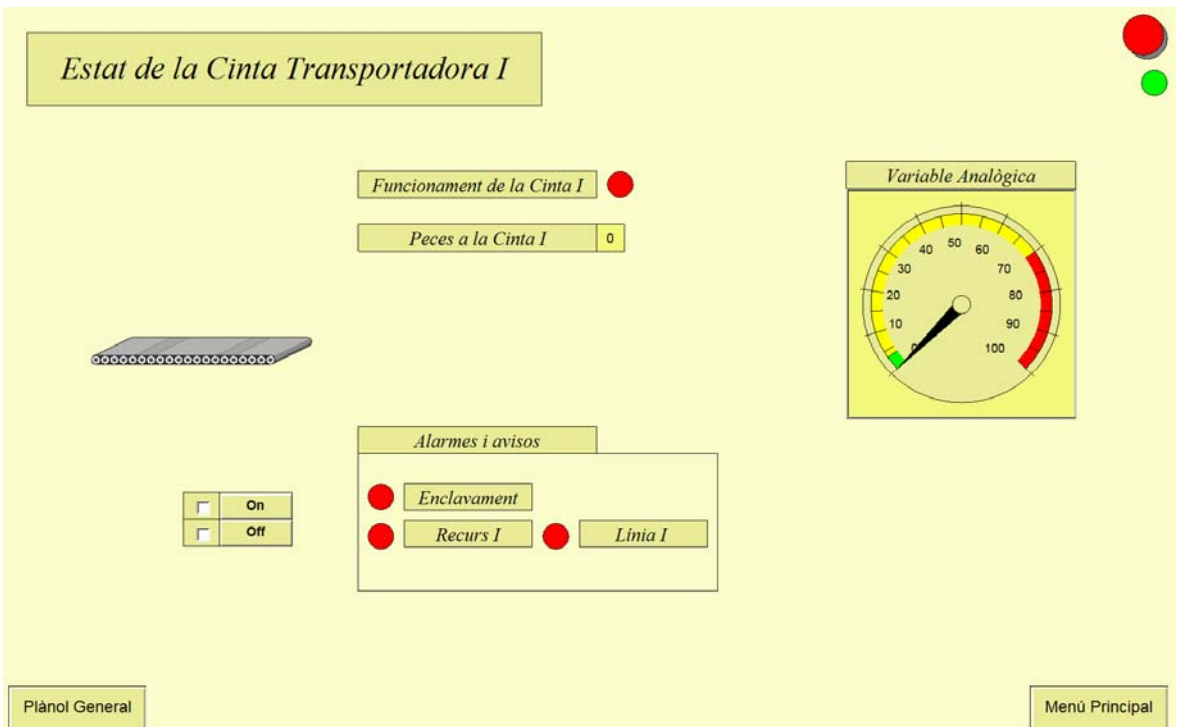


Figura E.13. Estat de la cinta transportadora T I



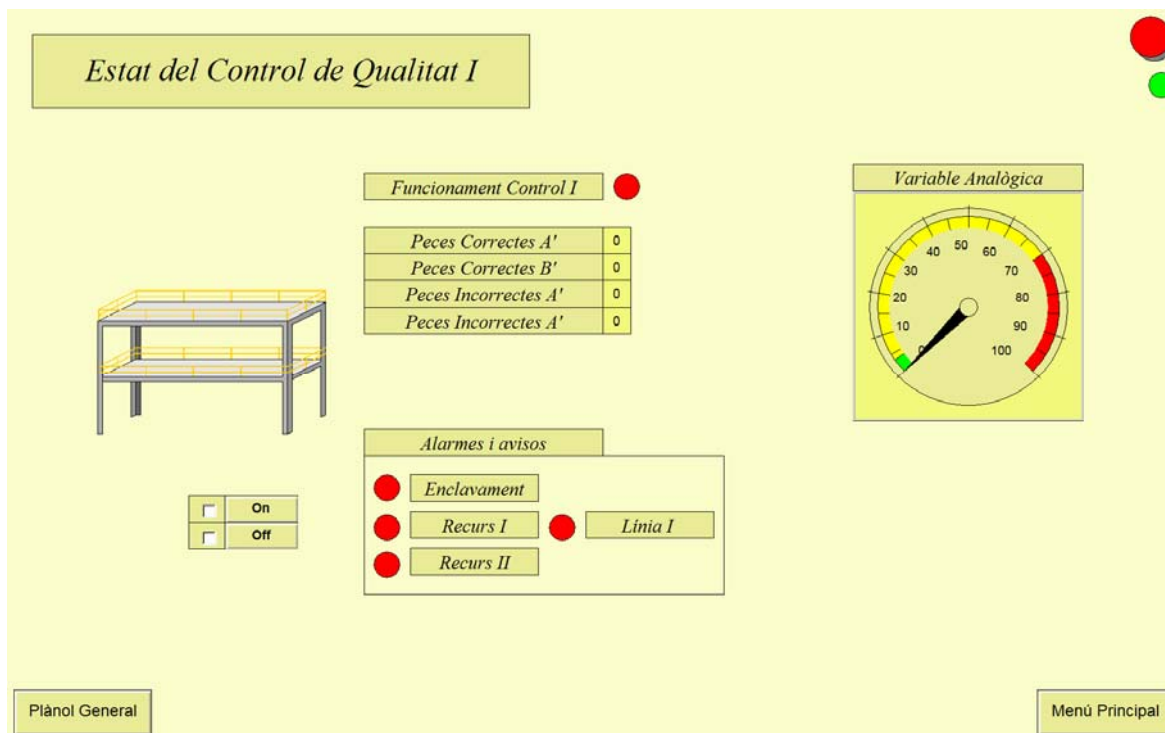


Figura E.14. Estat del control de qualitat CQ I

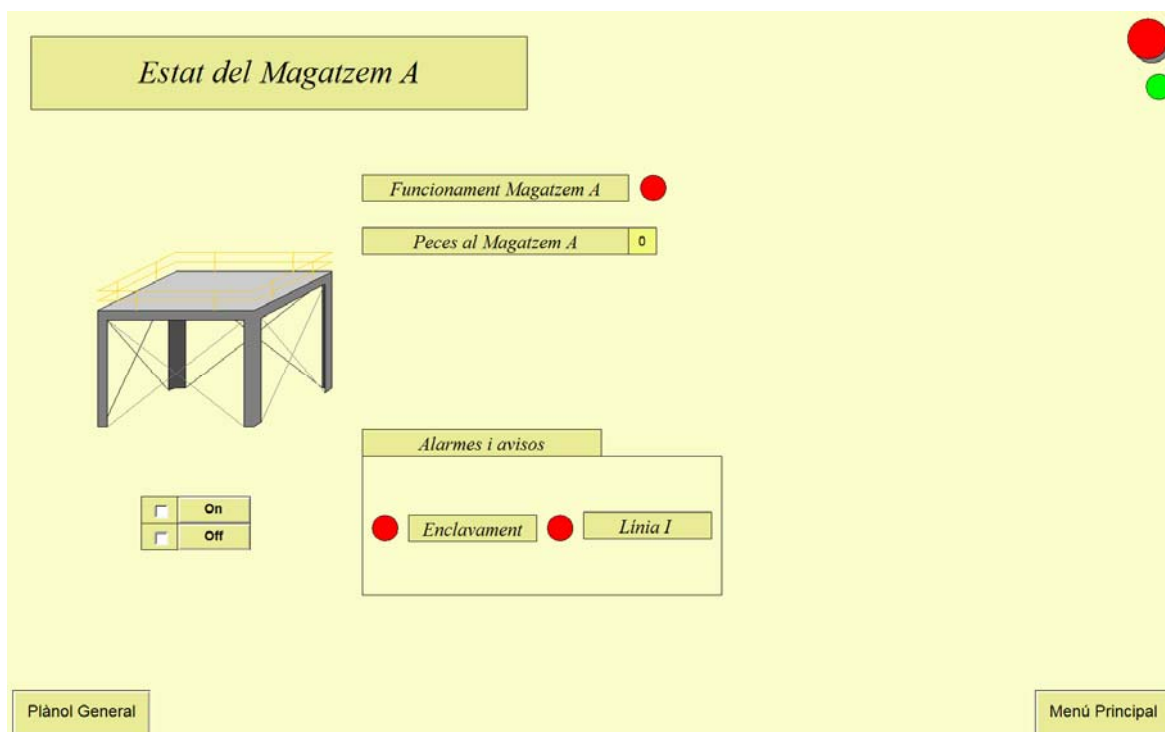


Figura E.15. Estat del magatzem M A



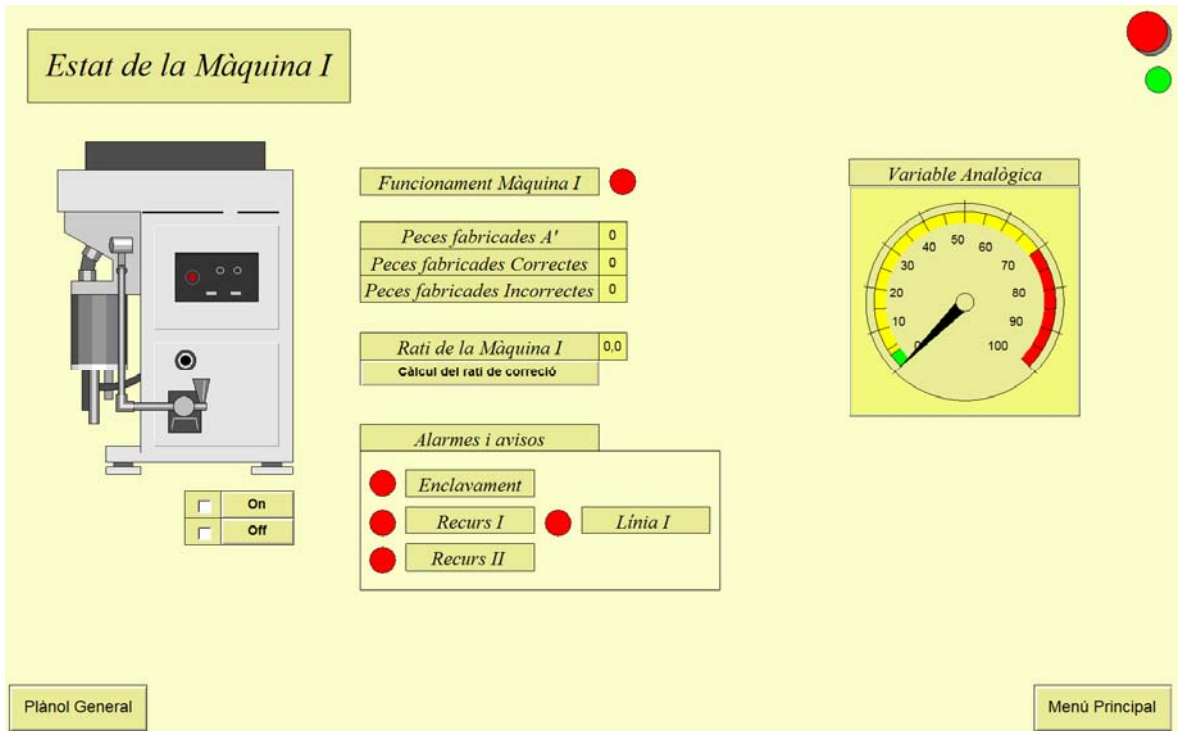


Figura E.16. Estat de la màquina M I

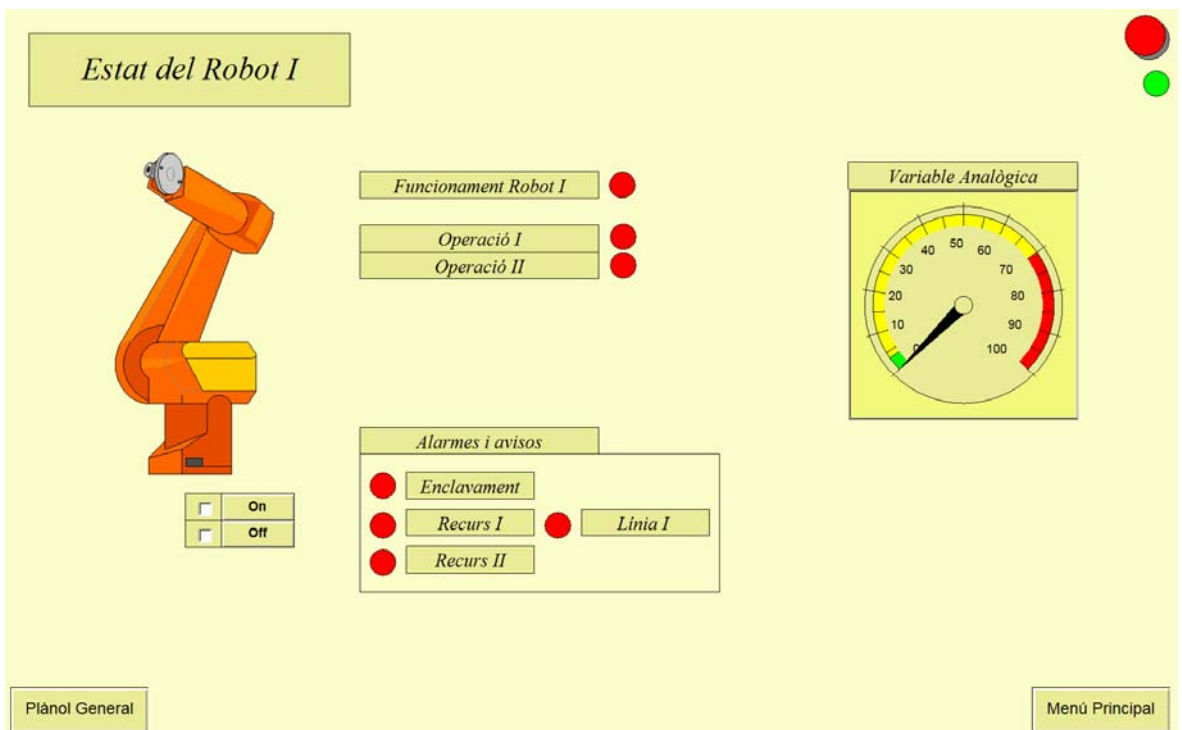


Figura E.17. Estat del robot R I



## E.2 Funcions implementades a l'SCADA

Amb la intenció de vincular la correctesa de les dades que introdueix l'usuari al sistema, como són: el nombre de peces i l'execució de les ordres de fabricació, s'han implementat internament una sèrie de funcions. En aquest annex es mostren dues de les més importants indicant per cada una d'elles a quins objectes de l'SCADA han estat implementades.

El codi es presenta destacant de verd els comentaris, de blau les crides a funcions pròpies del sistema i de vermell les variables globals definides fora de la funció.

### E.2.1. Funció de verificació de possibilitat de fabricació

La funció de verificació de possibilitat de fabricació es troba al botó de verificació de la pantalla de Gestió de la producció. A continuació es presenta el codi en ANSI-C d'aquesta funció.

```
#include "apdefap.h"

void OnClick(char* lpszPictureName, char* lpszObjectName, char*
lpszPropertyName) {

/**Funció de verificació de possibilitat de fabricació.**

// **En aquesta funció es realitza la verificació de si existeixen
suficients peces als magatzems per poder realitzar la fabricació.**

// Definició de la variable que permet activar una marca del PLC a
traves de la secció del SIMATIC S7 Protocol Suite (via PROFIBUS).

#define TAG_0 "ActualitzacioMagatzems"
DWORD dwHelp1,dwHelp2;

// Definició de les variables internes.

float PA, PB, PAB, PABCI, PABCII, PD, PE, PDE; // Definició de
les peces sol·licitades.

float DA, DB, DC, DD, DE; // Definició de les variables de
diferencies.

float Permis; // Definició de la variable de Permis.

float MAProv, MBProv, MCProv, MDProv, MEProv; // Definició de
les variables actuals.

float LimitAp, LimitBp, LimitABp, LimitABpC, LimitABpCp, LimitDp,
LimitEp, LimitDEp; // Definició del límit dels magatzems.
```



```
// Activació de les marques del PLC.

dwHelp1=GetTagByteWait(TAG_0);
dwHelp2=dwHelp1&(0xFFFFFFFF^1);
SetTagByteWait(TAG_0,(BYTE)dwHelp2);

// Lectura de les peces actuals als magatzems.

MAProv=GetTagFloat("MagatzemAProv");
MBProv=GetTagFloat("MagatzemBProv");
MCProv=GetTagFloat("MagatzemCProv");
MDProv=GetTagFloat("MagatzemDProv");
MEProv=GetTagFloat("MagatzemEProv");

// Lectura de les peces sol·licitades.

Permis=GetTagFloat("ProteccioVerificacio");
PA=GetTagFloat("PecesAp");
PB=GetTagFloat("PecesBp");
PAB=GetTagFloat("PecesABp");
PABCI=GetTagFloat("PecesABpC");
PABCII=GetTagFloat("PecesABpCppp");
PD=GetTagFloat("PecesDp");
PE=GetTagFloat("PecesEp");
PDE=GetTagFloat("PecesDEp");

// Lectura del límit de peces a poder fabricar degut a la capacitat
del magatzem de sortida.

LimitAp=GetTagFloat("LimitPecesAp");
LimitBp=GetTagFloat("LimitPecesBp");
LimitABp=GetTagFloat("LimitPecesABp");
LimitABpC=GetTagFloat("LimitPecesABpC");
LimitABpCppp=GetTagFloat("LimitPecesABpCppp");
LimitDp=GetTagFloat("LimitPecesDp");
LimitEp=GetTagFloat("LimitPecesEp");
LimitDEp=GetTagFloat("LimitPecesDEp");

// Comparació de les peces sol·licitades que porten la peça A amb
les peces A actuals al magatzem, per generar la diferència de peces
A.

if (PA+PAB+PABCI+PABCII>MAProv){
    DA=PA+PAB+PABCI+PABCII-MAProv;
    SetTagFloat("DifMagatzemA",DA);
}

// Comparació de les peces sol·licitades que porten la peça B amb
les peces B actuals al magatzem, per generar la diferència de peces
B.

if (PB+PAB+PABCI+PABCII>MBProv){
```



```
DB=PB+PAB+PABCI+PABCII-MBProv;
SetTagFloat("DifMagatzemB",DB);
}

// Comparació de les peces sol·licitades que porten la peça C amb
les peces C actuals al magatzem, per generar la diferència de peces
C.

if (PABCI+PABCII>MCPProv){
    DC=PABCI+PABCII-MCProv;
    SetTagFloat("DifMagatzemC",DC);
}

// Comparació de les peces sol·licitades que porten la peça D amb
les peces D actuals al magatzem, per generar la diferència de peces
D.

if (PD+PDE>MDProv){
    DD=PD+PDE-MDProv;
    SetTagFloat("DifMagatzemD",DD);
}

// Comparació de les peces sol·licitades que porten la peça D amb
les peces D actuals al magatzem, per generar la diferència de peces
E.

if (PE+PDE>MEProv){
    DE=PE+PDE-MEProv;
    SetTagFloat("DifMagatzemE",DE);
}

// Missatges informatius per a l'usuari amb la intenció que pugui
saber que no pot fabricar les peces sol·licitades degut a la
limitació de capacitat dels magatzems finals.

if (PA>LimitAp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M A' no pot suportar la
fabricació de peces sol·licitades.,"Error de sol·licitud de
peces.",MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
AL);
}

}else if (PB>LimitBp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M B' no pot suportar la
fabricació de peces sol·licitades.,"Error de sol·licitud de
peces.",MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
AL);
}

}else if (PAB>LimitABp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M AB' no pot suportar la
fabricació de peces sol·licitades.,"Error de sol·licitud de
peces.",MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
AL);
}
```



```

}else if (PABCI>LimitABpC){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M AB'C no pot suportar la
    fabricació de peces sol·licitades.", "Error de sol·licitud de
    peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
    AL);

}else if (PABCII>LimitABpCppp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M (AB'C)'' no pot suportar la
    fabricació de peces sol·licitades.", "Error de sol·licitud de
    peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
    AL);

}else if (PD>LimitDp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M D' no pot suportar la
    fabricació de peces sol·licitades.", "Error de sol·licitud de
    peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
    AL);

}else if (PE>LimitEp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M E' no pot suportar la
    fabricació de peces sol·licitades.", "Error de sol·licitud de
    peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
    AL);

}else if (PDE>LimitDEp){
    MessageBox(NULL,"El magatzem M DE' no pot suportar la
    fabricació de peces sol·licitades.", "Error de sol·licitud de
    peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
    AL);

// Missatges informatius per a l'usuari amb la intenció que pugui
// saber que no pot fabricar les peces sol·licitades degut a la
// limitació de stock inicial.

}else if ((PA+PAB+PABCI+PABCII>MProv) | (PB+PAB+PABCI+PABCII>MBProv) |
(PABCI+PABCII>MCPProv) | (PD+PDE>MDProv) | (PE+PDE>MEProv)) {
    MessageBox(NULL,"Ha sobrepassat el límit de peces a fabricar.
    En la taula de peces necessàries es presenta la quantitat de
    peces que ha d'inserir als magatzems per aquesta
    producció.", "Error de sol·licitud de
    peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMOD
    AL);

}else if ((PA==0)&(PB==0)&(PAB==0)&(PABCI==0)&(PABCII==0)&(PD==0)&
(PE==0) &(PDE==0)) {
    MessageBox(NULL,"Alguna peça ha de fabricar", "Error de
    sol·licitud de peces.", MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION
    |MB_SETFOREGROUND| MB_SYSTEMMODAL);

    SetTagFloat("Verificacio",0);

```



```

}else if ((PA+PAB+PABCI+PABCII<MAProv) | (PB+PAB+PABCI+PABCII<MBProv)
| (PABCI+PABCII<MCProv) | (PD+PDE<MDProv) | (PE+PDE<MEProv)) {
    MessageBox(NULL, "És possible la fabricació de les peces
sol·licitades.", "Fabricació possible", MB_OK | MB_ICONEXCLAMATION
| MB_SETFOREGROUND | MB_SYSTEMMODAL);

// Càrrega de valor 0 a les diferències dels magatzems.

SetTagFloat("DifMagatzemA", 0);
SetTagFloat("DifMagatzemB", 0);
SetTagFloat("DifMagatzemC", 0);
SetTagFloat("DifMagatzemD", 0);
SetTagFloat("DifMagatzemE", 0);

// Desactivació la protecció per al pas següent.

Permis=1;

SetTagFloat("ProteccioVerificacio", Permis);

}
}

```

## E.2.2. Funció de verificació de l'activació física dels element

La funció de verificació de l'activació física dels elements es troba al botó de verificació de la pantalla de Gestió de la producció. A continuació es presenta el codi en ANSI-C d'aquesta funció.

```

#include "apdefap.h"
void OnClick(char* lpszPictureName, char* lpszObjectName, char*
lpszPropertyName)
{

//***Funció de Verificació de l'activació Física dels Elements.***

// **En aquesta funció es realitza la verificació de si s'han
activats aquells elements necessaris per la fabricació de les peces
sol·licitades.**

// Definició dels Tags Vinculants. Aquests Tags es llegiran i es
compararan.

#define TAG_0 "PosibleFabricacioPecesAp"
#define TAG_1 "PosibleFabricacioPecesBp"
#define TAG_2 "PosibleFabricacioPecesABp"
#define TAG_3 "PosibleFabricacioPecesABpC"
#define TAG_4 "PosibleFabricacioPecesABpCp"

```





```

#define TAG_5 "PosibleFabricacioPecesDp"
#define TAG_6 "PosibleFabricacioPecesEp"
#define TAG_7 "PosibleFabricacioPecesDEp"

// Definició de les peces sol·licitades.

float PA, PB, PAB, PABCI, PABCII, PD, PE, PDE;

// Definició de la variable d'activació incorrecta.

int ActivacioIncorrecta;

// Definició de les variables de proteccions.

float PermisI;
float PermisII;
float PermisIII;

// Lectura de les variables de protecció.

PermisI=GetTagFloat("ProteccioFabricacio");
PermisII=GetTagFloat("ProteccioIniciFabricacio");
PermisIII=GetTagFloat("ProteccioVerificacio");

// Lectura de les peces sol·licitades.

PA=GetTagFloat("PecesAp");
PB=GetTagFloat("PecesBp");
PAB=GetTagFloat("PecesABp");
PABCI=GetTagFloat("PecesABpCp");
PABCII=GetTagFloat("PecesABpC");
PD=GetTagFloat("PecesDp");
PE=GetTagFloat("PecesEp");
PDE=GetTagFloat("PecesDEp");

// Inicialització de les variables.

ActivacioIncorrecta=0;

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces A'.

if (PA>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_0)==0)){
        MessageBox(NULL,"No ha activat correctament els elements
        que permeten la fabricació de Peces A',"Error
        d'activació d'elements del sistema",MB_OK
        |MB_ICONEXCLAMATION |MB_SETFOREGROUND| MB_SYSTEMMODAL);

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

```



```
// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces B'.

if (PB>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_1)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
        elements que permeten la fabricació de Peces B',"Error
        d'activació d'elements del sistema",
        MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND
        |MB_SYSTEMMODAL);

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces AB'.

if (PAB>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_2)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
        elements que permeten la fabricació de Peces AB',"Error
        d'activació d'elements del sistema",
        MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND
        |MB_SYSTEMMODAL);

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces AB'C.

if (PABCI>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_3)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
        elements que permeten la fabricació de Peces AB'C","Error
        d'activació d'elements del sistema",
        MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMODAL)
        ;

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces (AB'C)'''.

if (PABCII>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_4)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
        elements que permeten la fabricació de Peces
        AB'C''',"Error d'activació d'elements del sistema",
        MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND
        |MB_SYSTEMMODAL);
    }
}
```



```
        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces D'.

if (PD>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_5)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
elements que permeten la fabricació de Peces D',"Error
d'activació d'elements del sistema",MB_OK|
MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMODAL);

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces E'.

if (PE>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_6)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
elements que permeten la fabricació de Peces E',"Error
d'activació d'elements del sistema",MB_OK|
MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMODAL);

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Verificació de la possibilitat de fabricació de peces DE'.

if (PDE>0){
    if (((unsigned long)GetTagDouble (TAG_7)==0)){
        MessageBox(NULL,"No s'han activat correctament els
elements que permeten la fabricació de Peces DE',"Error
d'activació d'elements del sistema",MB_OK
|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUND|MB_SYSTEMMODAL);

        ActivacioIncorrecta=1;
    }
}

// Missatge informatiu indicant a l'usuari que la comprovació es
correcta.

if (ActivacioIncorrecta==0){
    MessageBox(NULL,"Quan vulgui pot iniciar la fabricació
","ActivacióCorrecta",MB_OK|MB_ICONEXCLAMATION|MB_SETFOREGROUN
D|MB_SYSTEMMODAL);
}

// Activació de les proteccions.
```



```
PermisI=1;
PermisII=1;
PermisIII=0;

SetTagFloat("ProteccioFabricacio",PermisI);
SetTagFloat("ProteccioIniciFabricacio",PermisII);
SetTagFloat("ProteccioVerificacio",PermisIII);
}
}
```



## F. Pressupost

L'objectiu d'aquest capítol es presentar un pressupost el més aproximat possible als costos de la realització del present projecte. Prèviament al pressupost es mostra la planificació d'aquest.

### F.1 Planificació

La duració del projecte ha estat de 30 setmanes amb una càrrega de treball de 20 hores setmanals. El número d'hores realitzades en conjunt ha estat 627. Aquestes, s'han repartit al llarg de diferents activitats com han estat la descripció de la cèl·lula, l'anàlisi qualitatiu, el modelat de simulació o la programació del control de la cèl·lula.

Molts cops aquestes activitats s'han solapat, és a dir, ha estat necessari la combinació de les dues a l'hora ja que són activitats que presenten un vincle d'unió molt fort, per exemple és el cas de la programació del PLC i de l'SCADA. La identificació de les variables tant en un lloc com en un altre és un treball que s'ha de fer a l'hora. A la Figura 8.1 es presenta la planificació del projecte indicant al costat de cada bloc d'activitats, de verd, i cada activitat, de blau, un número identificatiu.

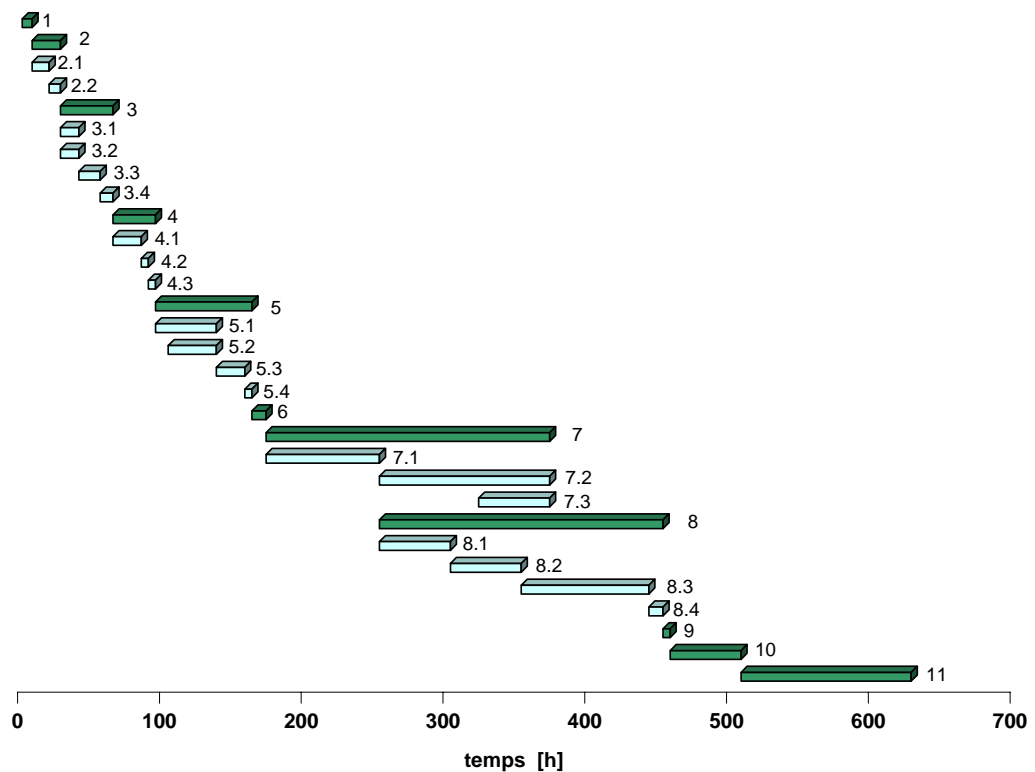


Figura 8.1. Planificació del projecte



A la Taula 8.1 es presenta la duració de cada bloc d'activitats i de cada activitat. Cal notar que la suma de la duració d'un grup d'activitats és igual a la duració d'un bloc d'activitat, sempre i quan no hi hagi solapament entre les mateixes.

<b>Codi</b>	<b>Activitat</b>	<b>Temps (h)</b>
1	Selecció de l'estructura de la cèl·lula	7
2	Descripció de la cèl·lula	20
2.1	Descripció de les relacions dels elements de la cèl·lula	12
2.2	Descripció de les capacitats i consideracions especials	8
3	Descripció de la xarxa de Petri	37
3.1	Establiment de les activitats de la xarxa de Petri	13
3.2	Establiment dels recursos de la xarxa de Petri	13
3.3	Relació dels elements de la xarxa de Petri	15
3.4	Modificació de la xarxa per evitar bloqueig	9
4	Anàlisi qualitativa de la xarxa de Petri	30
4.1	Definició de les subxarxes de Petri de la cèl·lula	20
4.2	Anàlisi de les subxarxes de Petri	5
4.3	Verificació dels resultats de l'anàlisi qualitativa	5
5	Implementació del model de simulació	68
5.1	Implementació del model de la línia L I	43
5.2	Verificació de la correctesa del model de la línia L I	34
5.3	Implementació del model de la línia L II i del Nexa	20
5.4	Establiment dels temps de les operacions presents al model	5
6	Disseny de les especificacions del programa de control	10
7	Implementació del programa de control del PLC	200
7.1	Implementació de les funcions bàsiques del controlador lògic	80
7.2	Implementació de l'estructura de control de la cèl·lula	120
7.3	Verificació del controlador lògic	50
8	Implementació del programa de control de l'SCADA	200



8.1	Implementació del programa de visualització	50
8.2	Implementació de les funcions principals de control de l'usuari	50
8.3	Implementació d'opcions secundàries de visualització	90
8.4	Verificació del conjunt	10
9	Configuració dels equips físics de control	5
10	Comentaris explicatius dels programes de control	50
11	Redacció de la memòria i els annexes	120

Taula 8.1. Descripció de les activitats del projecte

## F.2 Pressupost

El pressupost s'ha separat en dos parts: els costos de desenvolupament del projecte i la configuració dels equips necessaris per al funcionament del control de la cèl·lula. El primer pressupost és el que correspon pròpiament a l'elaboració del projecte, en canvi, el segon ofereix un pressupost dels equips necessaris per la implantació física del projecte. Ambdós pressupostos son independents.

### F.2.1. Pressupost de desenvolupament del projecte

En un primer pas s'han tingut en compte els costos de caràcter amortitzable. S'ha considerat que l'amortització dels mateixos es realitzarà en un total de 3 anys. A la Taula 8.2 es poden veure aquests costos.

Concepte	Descripció	Import (€)
Ordinador Personal	TOSHIBA M30X Satellite Intel Pentium Mobile 1,6 GHz 591 MHz 512 MB RAM amb sistema operatiu incorporat.	1.060,00
Software	Software necessari per l'elaboració del projecte. A excepció de WinCC v. 6.0.	2.565,00



Material per <i>Backup</i>	Material necessari per l'elaboració de còpies de seguretat.	100,00
<b>Total</b>		<b>3.725,00</b>

Taula 8.2. Costos amortitzables

Cal notar que al concepte de *software* no s'ha considerat l'SCADA degut a que és necessari per a la implantació física de la cèl·lula disposar d'aquest amb la corresponent llicència de variables d'intercanvi. Per aquest motiu no s'ha considerat el seu cost.

A partir d'aquest valor es poden obtenir els costos amortitzables durant una any fraccionant-lo en 3 parts. Realitzant aquesta operació, per cada any, s'obté un total de 1.241,67 € amortitzables.

Per un altre lloc es presenten els costos fixos anuals, como són: el lloguer d'un local, el cost elèctric, el telèfon... També s'ha tingut en compte el consum de l'accés a Internet per un any. A la Taula 8.3 es presenten aquests costos fixos.

Concepte	Descripció	Import (€)
Costos fixos anuals	Lloguer, consum elèctric, telèfon...	6.500,00
Accés a Internet	Connexió ADSL.	300,00
<b>Total</b>		<b>6.800,00</b>

Taula 8.3. Costos fixos

Sumant les dues tipologies de costos s'obté un total de 8.041,67 €. Considerant que la jornada laboral és de 1.820 hores en un any i el nombre d'hores treballades són 627, es poden obtenir els costos amortitzables i fixos. Cal dir que es convenient suposar un marge d'error degut a petites inversions o costos fixos no considerats. En aquest cas s'ha considerat un percentatge del 12%. Per tant els costos totals i amortitzables queden:

$$\text{Costs fixos i amortitzables} = (8.041,67 \frac{\text{€}}{\text{any}} \cdot \frac{1 \text{ any}}{1.820 \text{ h}} \cdot 627 \text{ h}) \cdot 1,12 = 3.102,85 \text{ €}$$





En un següent pas s'ha calculat el cost de personal a l'hora de realitzar el projecte. A partir de la consideració del sou d'un enginyer amb cert grau d'experiència, aproximadament de 27,00 €/h, s'ha trobat aquest import que conforma un total de 16.929,00 €. Finalment el cost total de desenvolupament del projecte queda:

$$\text{Cost total de desenvolupament del projecte} = 3.102,85 + 16.929,00 = 20032,00 \text{ €}$$

## F.2.2. Pressupost de la configuració física per al control de la cèl·lula

En aquest apartat es presenta el pressupost dels equips necessaris per implantar físicament el control de la cèl·lula. Aquest pressupost es divideix bàsicament en tres parts: la configuració del PLC, la configuració de l'equip de l'SCADA, i la part opcional o d'ampliació.

Per al correcte funcionament de la cèl·lula és necessari adquirir com a mínim les dues primeres partides, a la tercera s'ofereix simplement la possibilitat d'adquirir material d'ampliació: els mòduls analògics i la *Field PG* per realitzar diagnòstic. De totes formes s'ha considerat oportú oferir un import total encara que la tercera partida sigui de caràcter opcional. Cal notar que aquest pressupost seria el que s'hauria de destinar al client de la cèl·lula. A la Taula 8.4 s'ofereix aquesta oferta.

	Descripció	Unitats	Preu unitari	Preu total
<b>1</b>	<b>PLC S7-300</b>			
1.1	SIMATIC S7-300. CPU 315-2DP. Memòria central de 128 Kbytes, tensió de 24 VDC, MPI i interfície mestre/esclau PROFIBUS DP. <b>6ES7315-2AG10-0AB0</b>	1	1.433,94	1.433,94
1.2	SIMATIC S7-300. MMC de 512 Kbytes. <b>6ES7953-8LJ11-0AA0</b>	1	184,60	184,60
1.3	SIMATIC S7-300. Mòdul d'interfície IM 360. Per ampliar l'S7-300 amb un màxim de 3 unitats d'ampliació. Només per unitat central. <b>6ES7360-3AA01-0AA0</b>	1	186,86	186,86
1.4	SIMATIC S7-300. Mòdul d'interfície IM 361. Per ampliar l'S7-300 a partir d'una IM 360. <b>6ES7361-3CA01-0AA0</b>	2	214,04	428,08



1.5	SIMATIC S7-300. Cable entre IM360 i IM361. <b>6ES7368-3BB01-0AA0</b>	2	58,04	116,08
1.6	SIMATIC S7-300. Mòdul de 32 entrades digitals SM 321 24 V DC, amb separació galvànica. <b>6ES7321-1BL01-0AA0</b>	7	345,60	2.419,20
1.7	SIMATIC S7-300. Mòdul de 32 sortides digitals SM 322 24 V DC, amb separació galvànica. <b>6ES7322-1BL00-0AA0</b>	11	478,80	5.266,80
1.8	SIMATIC S7-300. Connector frontal de 40 pols. <b>6ES7392-1AM00-0AA0</b>	18	35,32	635,76
1.9	SIMATIC S7-300. Font d'alimentació monofàsica AC 120/230 V AC. <b>6ES7307-1EA00-0AA0</b>	3	120,02	360,06
1.10	SIMATIC S7-300 Perfil suport de 530 mm. <b>6ES7390-1AF30-0AA0</b>	3	42,53	127,59
	<b>Total partida 1</b>			<b>11.158,97</b>

<b>2</b>	<b>PC Industrial i SCADA</b>			
2.1	SIMATIC Rack PC IL 43 Pentium 4 (3,4 GHz, 800MHz FSB, 1 MB SLC). 120 GB SATA HDD; muntatge intern. 1,0 GByte DDR2 SDRAM (2 x 512 MB), DC Disquetera 1,44 MB, 3,5" & DVD-ROM. <b>6AG4011- 2DA21-0KX0</b>	1	2.173,45	2.173,45
2.2	SIMATIC NET CP 5611 PROFIBUS, enllaços S7, mestre/esclau DP, funcions de PG i PCI Bus <b>6GK1561-1AA01</b>	1	794,97	794,97
2.3	WinCC. Software de sistema v. 6.0 + SP3, complet, en CD-ROM RC (256 power tags). <b>6AV638-11BN06-0DX0</b>	1	4.576,50	4.576,50



2.4	SIMATIC NET, cable de connexió 830-2 per PROFIBUS, cable confeccionat amb con 2 connectors SUB-D de 9 pols, connectables i amb resistències de desconexió, 10m. <b>6XV1830-2AN10</b>	1	126,90	126,90
	<b>Total partida 2</b>			<b>7.671,82</b>

<b>3</b>	<b>Material Opcional</b>			
3.1	SIMATIC S7-300. Mòdul de 8 entrades analògiques SM 331 24 V DC, amb separació galvànica. <b>6ES7331-7KF02-0AB0</b>	4	624,00	2.496,00
3.2	SIMATIC S7-300. Mòdul de 4 sortides analògiques SM 332 24 V DC, amb separació galvànica. <b>6ES7332-5HD01-0AB0</b>	2	519,82	1.039,64
3.3	SIMATIC S7-300. Connector frontal de 40 pols. <b>6ES7392-1AM00-0AA0</b>	6	35,32	211,92
3.4	Field PG M Premium Processador 2 GHz Pentium M (760). Dual Layer Multi Standard DVD-RW. 15" SXGA+ Display (1400x1050). 80 Gbytes Disc Dur i 1 x 1 Gbyte DDR2 RAM. <b>6ES7712-1BB10-0AD2</b>	1	3.532,60	3.532,60
	<b>Total partida 3</b>			<b>7.280,16</b>

	<b>Total oferta</b>			<b>26.110,95</b>
--	---------------------	--	--	------------------

Taula 8.4. Pressupost de la configuració física per al control de la cèl·lula



### F.2.3. Resum del pressupost

Finalment a la Taula 8.5 es presenta el resum dels costos que configuren el pressupost total del projecte. Per un lloc es troba el cost de desenvolupament del treball i per altre el material de la configuració física. En aquest últim s'ha inclòs la part opcional de l'oferta.

<b>Concepte</b>	<b>Import (€)</b>
Cost total de desenvolupament del projecte	20.032,00
Cost de la configuració física per al control de la cèl·lula	26.110,95
<b>Total</b>	<b>46.142,95</b>

Taula 8.5. Resum del pressupost



## G. Informació complementària

En els annexos B, C, D i E s'ha presentat un resum amb els detalls més significatius dels diferents models i programes que han servit per realitzar l'automatització de la cèl·lula. Encara així no s'ha ofert tota la informació i els comentaris afegits d'aquests programes i models ja que formen part del mateix *software* amb el que s'ha implementat. Per aquest motiu tota aquesta informació s'ha recopilat a l'annex G en format digital.

En aquest annex s'indica la versió dels softwares necessaris per visualitzar els arxius que componen aquests programes i models. A més s'ha extret en format universal tots aquells arxius que mostren part d'aquesta informació, amb la intenció de visualitzar els arxius en cas de no disposar del programa.

Els arxius que componen aquest annex es troben al CD a la carpeta que té per títol ANNEX G: Informació complementària. Aquesta carpeta està estructurada en quatre subcarpetes: G.1 Anàlisi qualitativa, G.2 Model de simulació, G.3 Programa del PLC i G.4 Programa de l'SCADA.

### G.1 Anàlisi qualitativa

En aquesta carpeta es presenten 7 subcarpetes, una per cada subxarxa de Petri de la cèl·lula. En elles es pot trobar una imatge en format PDF de la xarxa, el resultat de l'anàlisi en format HTML i el model de la xarxa en format XML.

Per poder visualitzar el model de la xarxa és necessari el *software* PIPE2 (*Plataform Independent Petri Net Editor 2*). El *software* és de l'Imperial College DoC MSc Group And MSc Individual Project. Aquest es pot descarregar de forma gratuïta des de la pàgina <http://pipe2.soucerforge.net>.

### G.2 Model de simulació

La carpeta d'aquest annex es subdivideix en dues: Models de simulació i Característiques dels models de simulació. A la primera es presenten els tres models de simulació en format DOE. La segona es compon de tres arxius en format Microsoft Office Access, que contenen de forma separada les característiques del model, per si es desitja disposar d'elles.

Per poder visualitzar els models de simulació és necessari el *software* Arena v. 7.01. de Rockwell Software, Inc. No és necessari disposar d'una llicència completa, amb la llicència



educativa és suficient. Es pot trobar més informació sobre aquest *software* a: <http://www.arenasimulation.com/technicalsupport>.

### G.3 Programa del PLC

En aquesta carpeta es presenta en una primera subcarpeta amb informació complementària del projecte en STEP 7 com és la configuració, l'estructura dels blocs de funció, el codi font en AWL i la taula de símbols, on són presents totes les variables del PLC. Tota aquesta informació es presenta en format PDF

Per una altre lloc s'ofereix el programa de control de la cèl·lula de forma no executable. Per poder visualitzar aquesta aplicació és necessari disposar del *software* STEP 7 v. 5.3 + SP1, o una versió inferior, de SIEMENS junt amb una llicència individual. Es pot trobar més informació sobre aquest *software* a [www.siemens.com/automation](http://www.siemens.com/automation) o a [www.siemens.es/ps](http://www.siemens.es/ps).

### G.4 Programa de l'SCADA

Finalment en aquesta carpeta es presenta una primera subcarpeta amb informació complementària del projecte en WinCC: les pantalles de visualització i les funcions de control intern. Aquestes últimes s'han subdividit en principals (inici de fabricació, verificació...) i secundàries (activacions i desactivacions de botons, intermitències...).

En una segona subcarpeta es presenta el programa de visualització de la cèl·lula de forma no executable. Per poder visualitzar aquesta aplicació és necessari disposar del *software* WinCC v 6.0 de SIEMENS. Es pot trobar més informació sobre aquest *software* a [www.siemens.com/automation](http://www.siemens.com/automation) o a [www.siemens.es/ps](http://www.siemens.es/ps).



