

# PARADIGMES DE SIMULACIÓ DISCRETA

Pau Fonseca i Casas; [pau@fib.upc.edu](mailto:pau@fib.upc.edu)

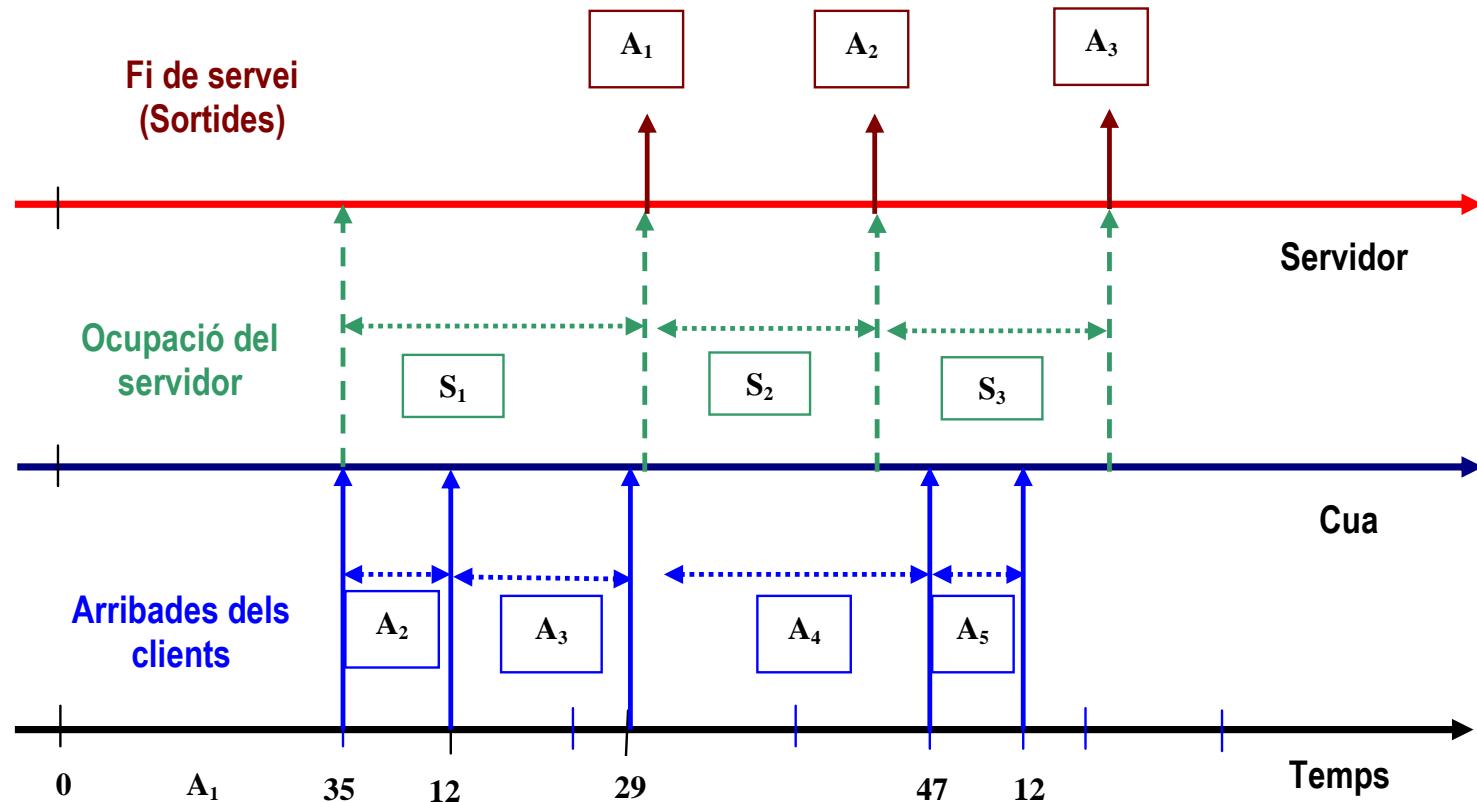
# Paradigmes de simulació

- Programació d'esdeveniments (PE)
  - Event Scheduling
- Interacció de processos (IP)
  - Process interaction
- Exploració d'activitats (EA)
  - Activity scanning

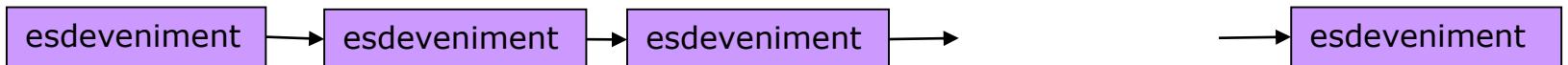
# PE: exemple

Temps entre arribades		Temps de servei	
$a_1$	35	$b_1$	40
$a_2$	12	$b_2$	30
$a_3$	29	$b_3$	30
$a_4$	47	$b_4$	20
$a_5$	12	$b_5$	30

# PE: cronograma



# PE: Llista d'esdeveniments



**esdeveniment**

tupla

{

**Temps d'execució**: real

**Prioritat**: enter

**Tipus**: enter

}

fi tupla

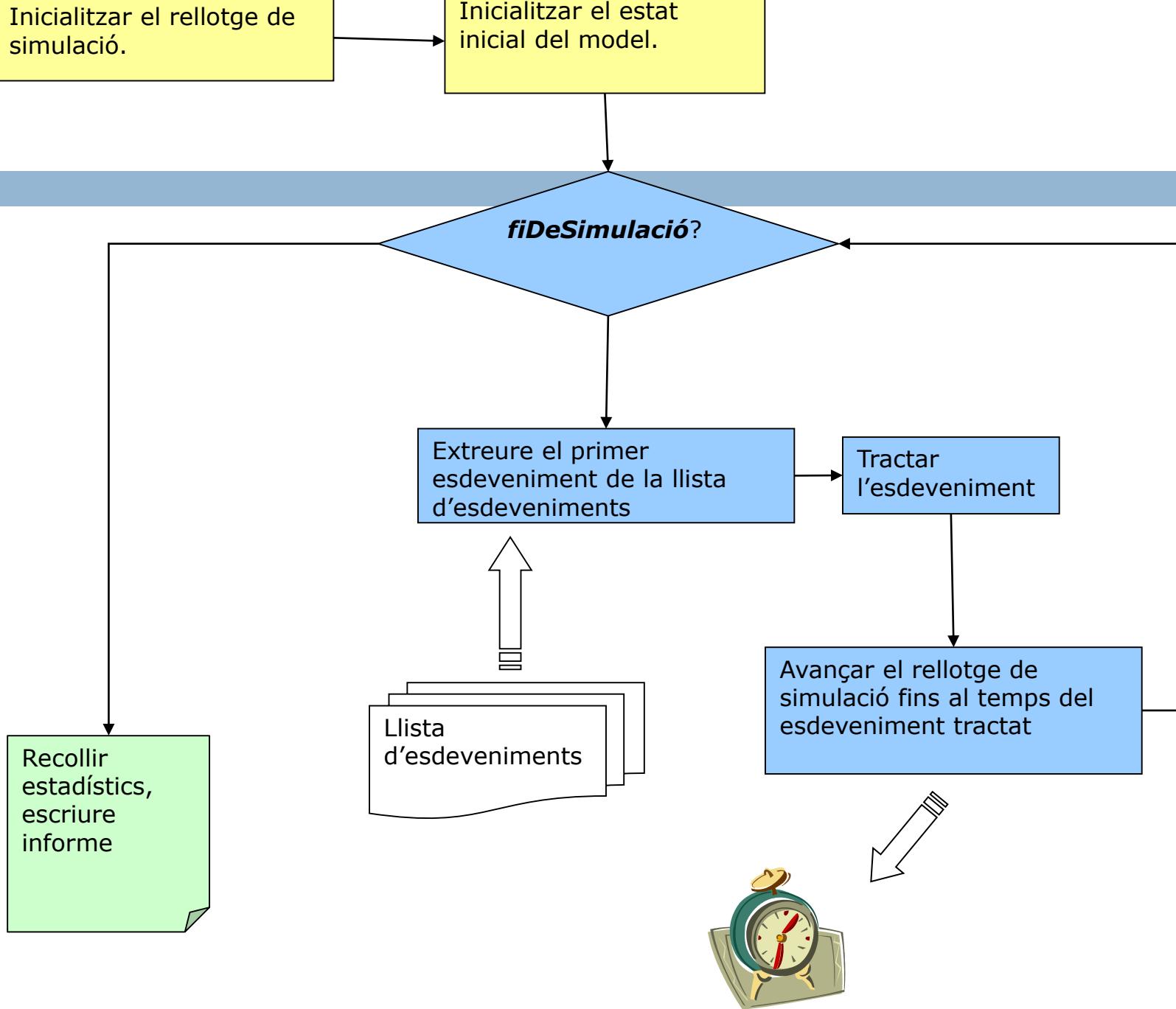
# PE: Esdeveniment

- Tipus de esdeveniment
  - Determinat en funció del model.
  - Esdeveniment Sortida, Esdeveniment Arribada per una MM1
- Temps de creació
  - Indica el instant de temps en el que el esdeveniment entra en el sistema.
- Temps d'execució
  - Indica el instant de temps en el que s'executa.
- Prioritat

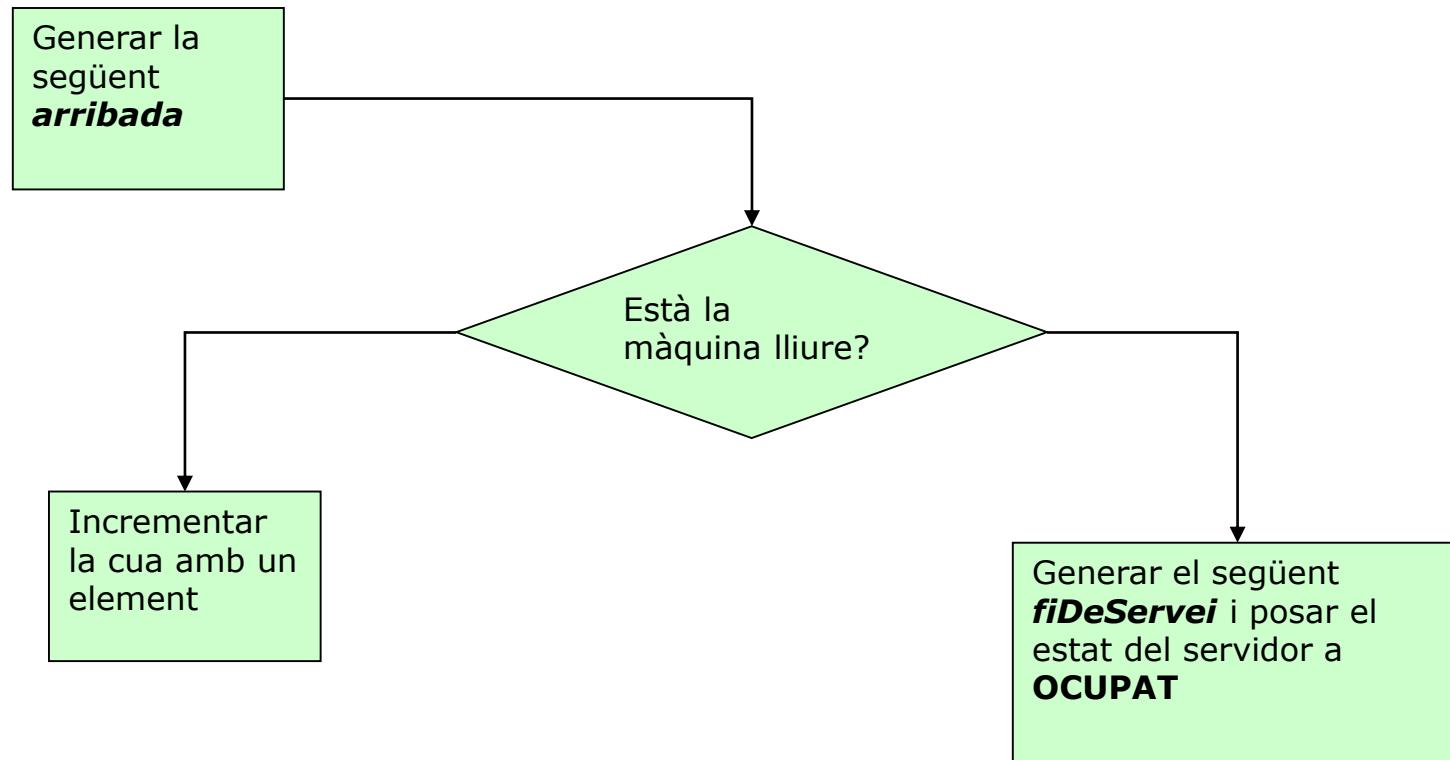
# PE : Esdeveniment

- El temps en el que el esdeveniment s'haurà d'executar.
- la prioritat d'aquest esdeveniment, es tindrà en compte únicament en cas que diferents esdeveniment tinguin el mateix temps d'execució.
- El tipus d'esdeveniment amb el que estem tractant. Es important per associar correctament el procediment de tractament a cada esdeveniment.

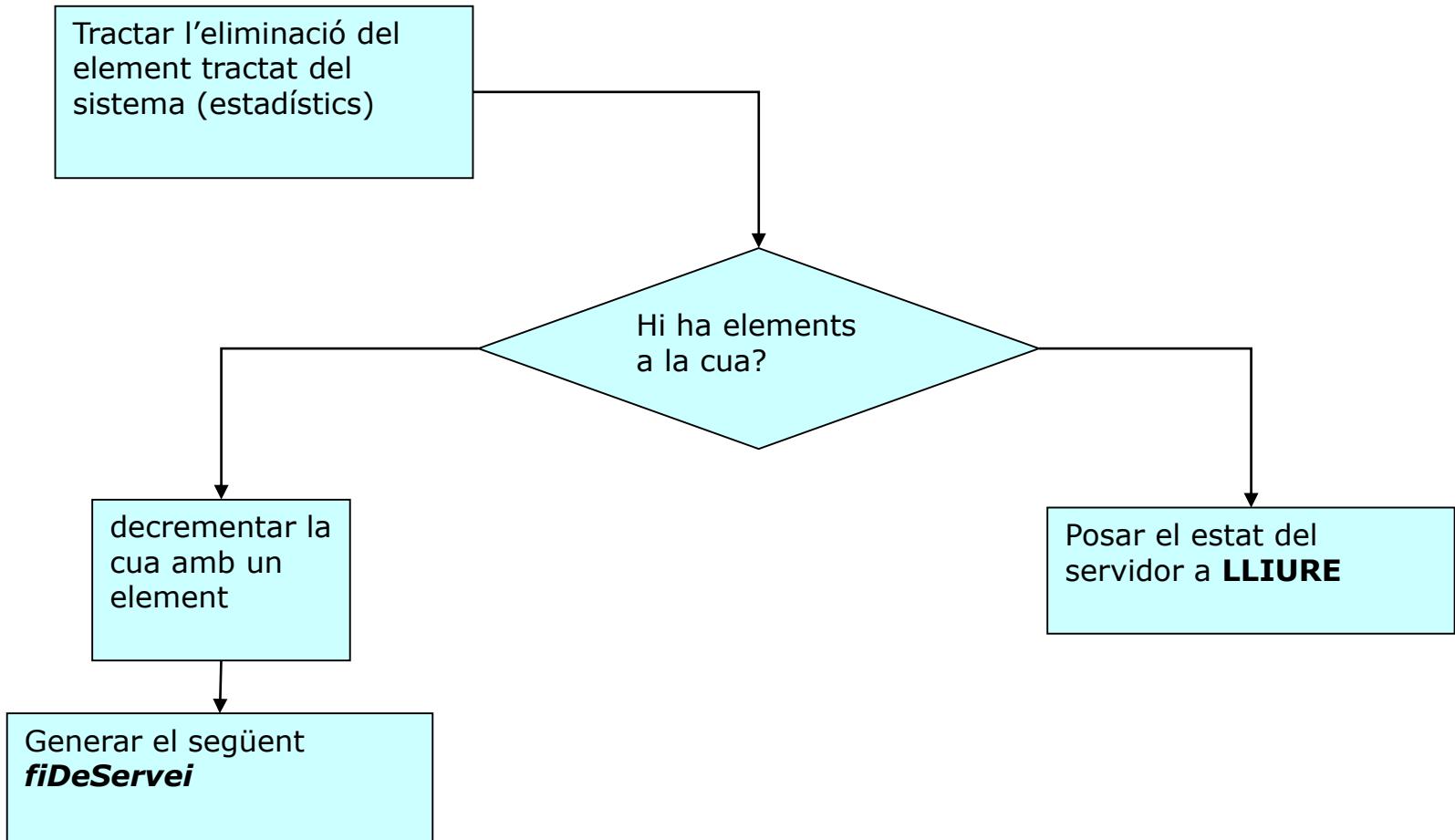
PE



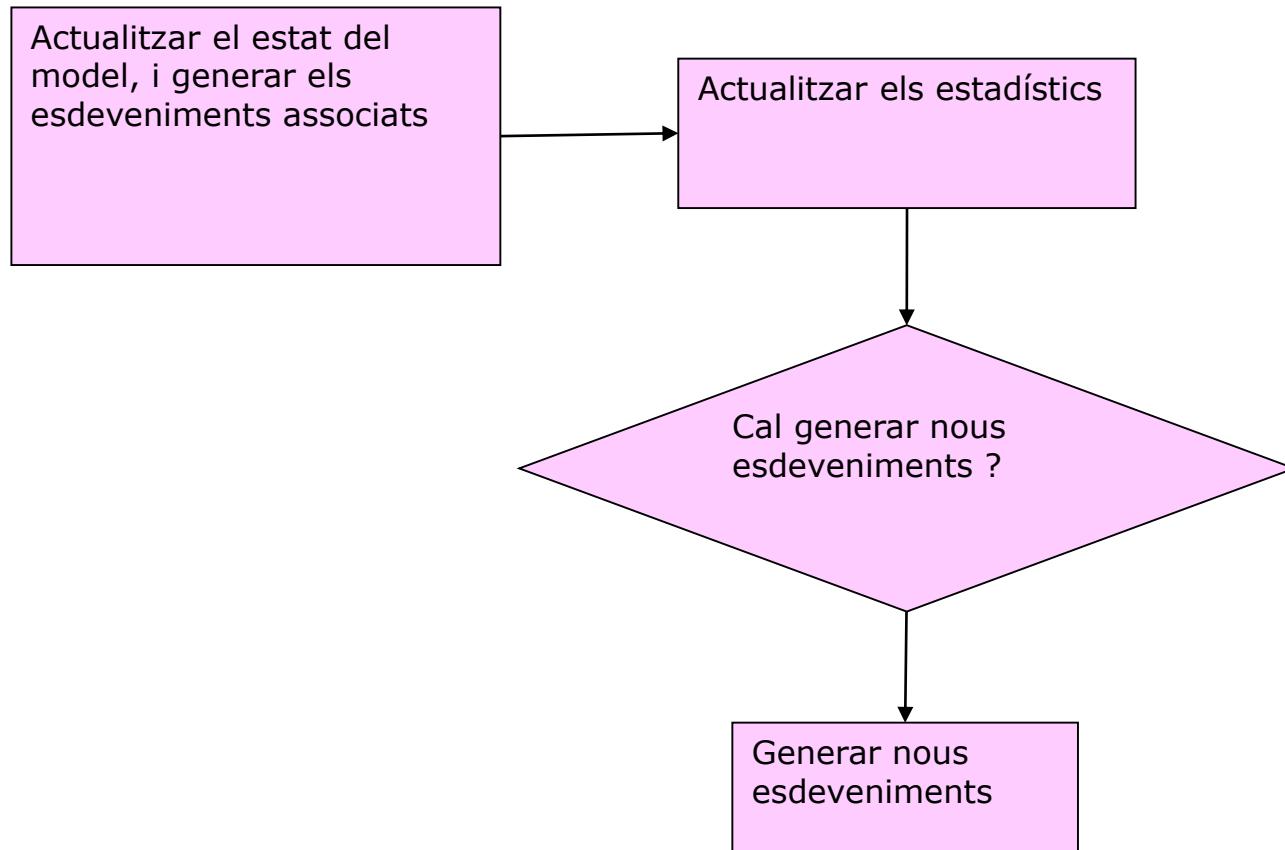
# PE: tractament esdeveniment arribada



# PE: tractament esdeveniment sortida



# PE : tractament general



# PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0

# PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0

# PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,1509	0,5778	0,93940	1	0	1	0

# PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,1509	0,5778	0,93940	1	0	1	0
2	0,5778	1,4772	0,93940	1	1	1	0

# PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,15099	0,5778	0,9394	1	0	1	0
2	0,57788	1,4772	0,9394	1	1	1	0
3	0,93940	1,4772	3,5225	1	0	0	1

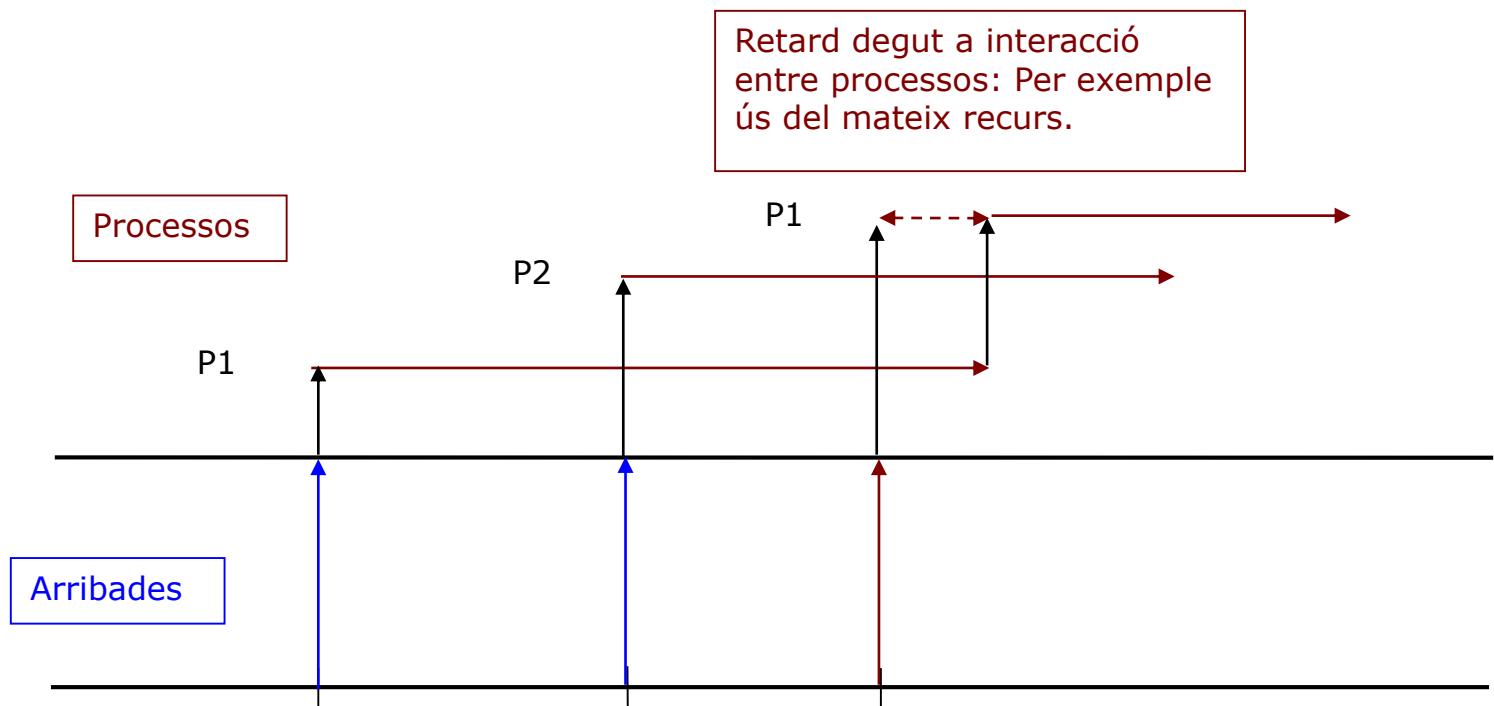
# PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,1509	0,5778	0,9394	1	0	1	0
2	0,5778	1,4772	0,9394	1	1	1	0
3	0,9394	1,4772	3,5225	1	0	0	1
4	1,4772	1,5657	3,5225	1	1	1	0

# Interacció de processos

- Podem parlar de dues tipologies de processos, P1 i P2:
  - El primer procés, denotat per P1, seria el procés normal de un sistema  $G | G | 1$ , en el que l'entitat que arriba requereix dels serveis del servidor.
  - El segon procés, denotat per P2, seria aquell en el que les entitats no requereixen del treball del servidor, doncs simplement patiran una demora.

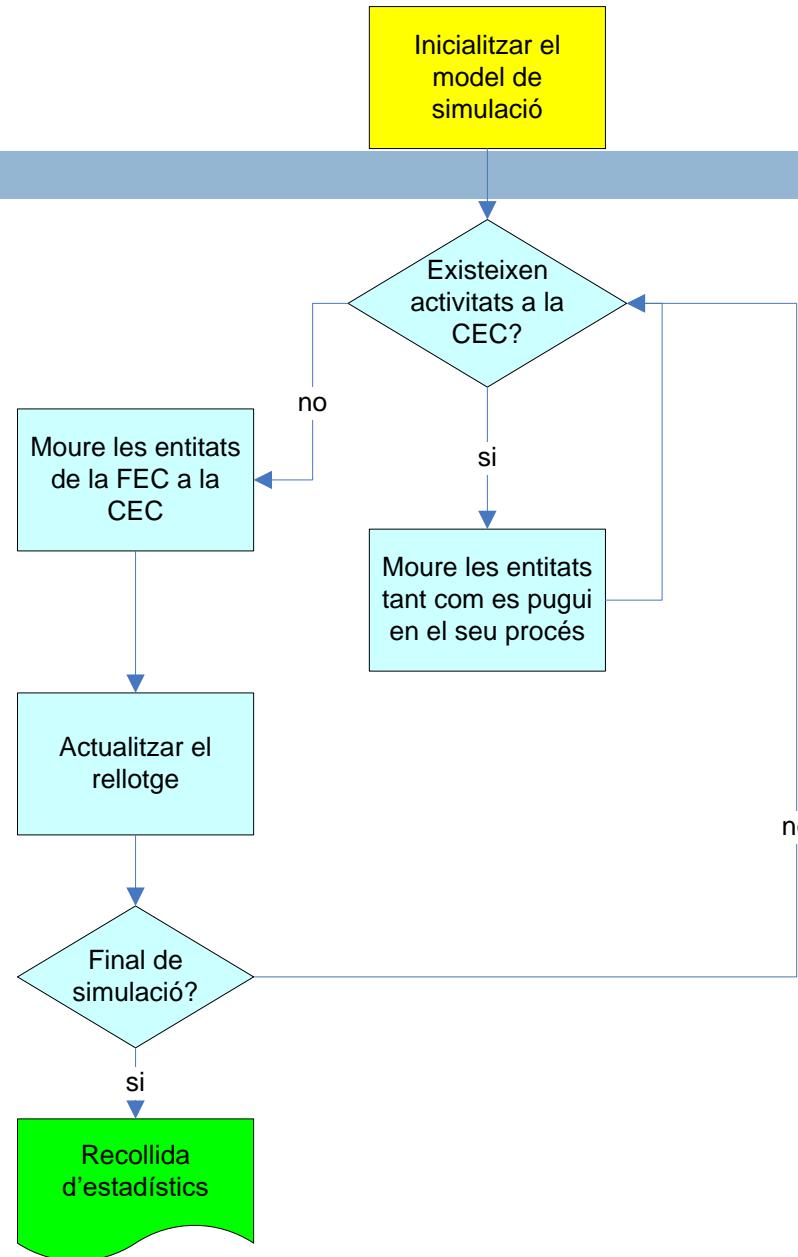
# IP: cronograma



# IP: llista d'esdeveniments

- Per simplicitat, es pot considerar que tenim dues llistes d'activitats, aquells que s'han de processar en el instant de temps actual, i aquells que s'han de processar en el futur.
- L'estructura no obstant seria molt similar a la mostrada en la llista d'esdeveniments del esdeveniment Schedulling, no obstant, ara cada un dels esdeveniments presenta una forta relació amb l'entitat i amb el procés que representa.

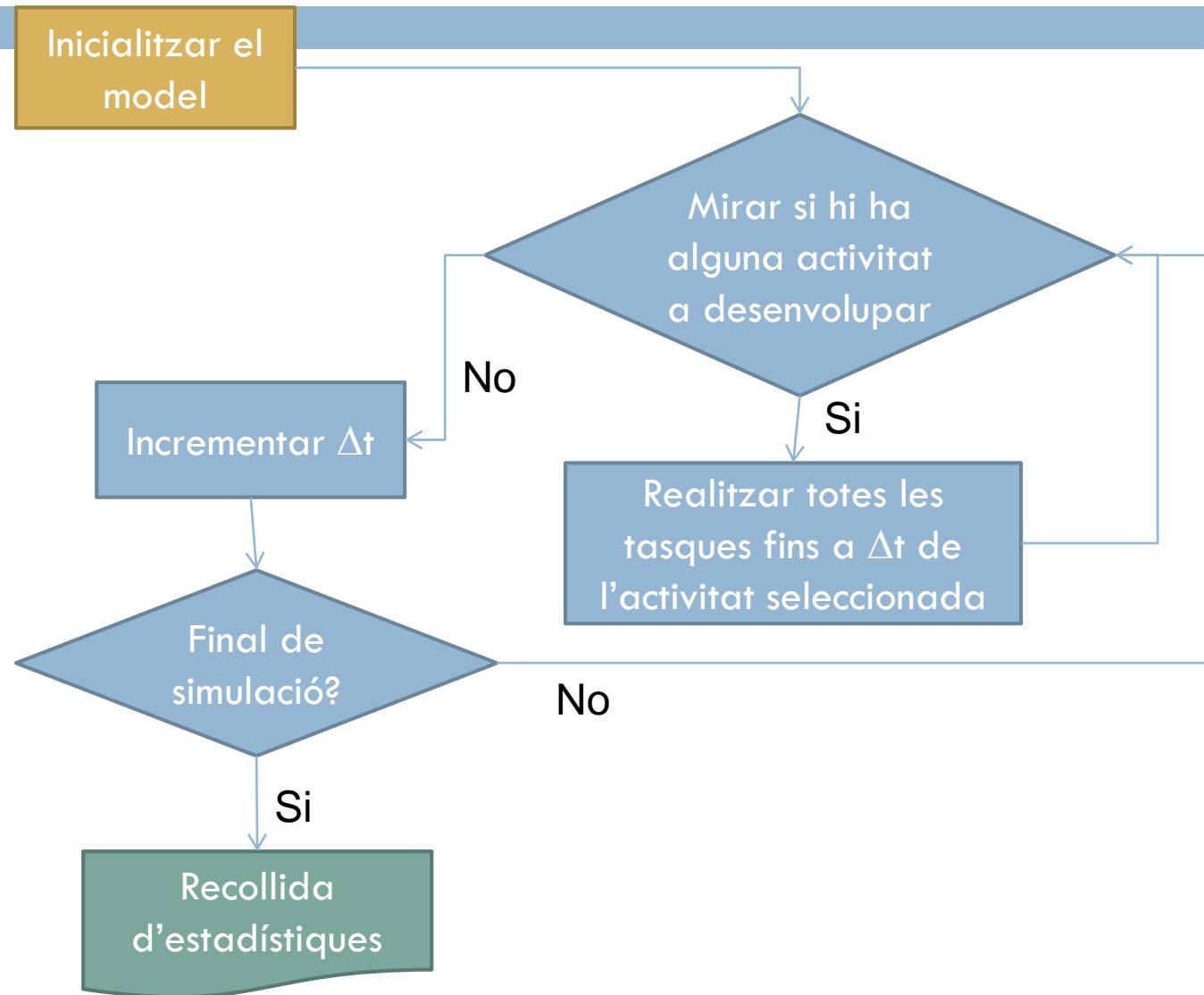
IP:



# Exploració d'activitats

1. Mirar si hi ha alguna activitat a desenvolupar, es compleixen les seves condicions de guarda i, desenvolupar-la fins a  $\Delta t$ .
2. Quan no quedin més activitats a desenvolupar avançar el rellotge de simulació  $\Delta t$ .

# EA: motor de simulació



# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua
1	1		1,5	-	0	0
2	2	1,5	8	2,6	1	0
	3					
3	3	2,6	8	-	0	0

# Exemples

Traça PE (programació d'esdeveniments)

Traça EA (exploració d'activitats)

Traça IP (interacció de processos)

# Traça Programació d'esdeveniments

Suposem les següents dades

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0

Arribades:

1,6933

4,0012

5,2509

5,5315

5,6327

6,0014

7,3736

Sortides:

1,8840

4,3038

5,6282

6,5012

7,0477

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,693356	1E+12				
1	1,693356	4,001288	1,884081404	1	0	1	0
2	1,884081	4,001288	1E+12	0	0	0	1
3	4,001288	5,250927	4,303805741	1	0	1	0

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
3	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
4	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
3	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
4	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1
5	5,2509	5,5315	5,6282	1	0	1	0

# Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
3	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
4	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1
5	5,2509	5,5315	5,6282	1	0	1	0
6	5,5315	5,6327	5,6282	1	1	1	0
7	5,6282	5,6327	6,5012	1	0	0	1
8	5,6327	6,0014	6,5012	1	1	1	0
9	6,0014	7,3736	6,5012	1	2	1	0
10	6,5012	7,3736	7,0477	1	1	0	1
11	7,0477			1	0	0	1

# Traça Exploració d'activitats

- Suposem un delta de 1. Simular fins Temps = 6.

Id	Temp s	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arriba da	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0

Propera arribada	Propera sortida
1,6933	1,8840
4,0012	4,3038
5,2509	5,6282
5,5315	6,5012
5,6327	
6,0014	

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,69335	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0
7	5	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0
7	5	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
8	5	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1

# Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0
7	5	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
8	5	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1
9	6	5,2509	5,5315	5,6282	1	0	1	0
10	6	5,5315	5,6327	5,6282	1	1	1	0
11	6	5,6282	5,6327	6,5012	1	0	0	1
12	6	5,6327	6,0014	6,5012	1	1	1	0

# Traça Interacció de processos

Pas	Temps	CEC	FEC
1	Inici	-	-
2	0	-	(1,Fora,1,2)

- Els intervals entre generacions son:
  - (2,2,4,4)
- Només es generen 4 entitats.

# Example (data)

- Interval between generations:
  - (2,2,4,4)
- We only generate 4 entities.

1.	Enter	3 ± 1 minutes
2.	Start	Store
3.	Entering	Lathe
4.	Leaving	Store
5.	Turning	3
6.	Exit	Lathe
7.	Exit	System

Pas	Temps	CEC	FEC
1	Inici	-	-
2	0	-	(1,Fora,1,2)

# Exemple (Cadenes d'esdeveniments)

Pas	Temps	CEC	FEC	Comentaris
1	Inici	-	-	
2	0	-	(1,Fora,1,2)	La primera Xact.
3	2	(1,Fora,1,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
4	2	-	(2,Fora,1,4) (1,5,6,5)	Movem la Xact 1 tant com podem, s'atura en el 5 ( <i>advance</i> ) I generem la segona Xact.
5	4	(2,Fora,1,Ja)	(1,5,6,5)	Xact de FEC a CEC.
6	4	(2,2,3,Ja)	(1,5,6,5) (3,Fora,1,8)	Movem la Xact 2 tant com podem, s'atura en el 2 ( <i>seize</i> ) i generem la tercera Xact.

# Exemple (Cadenes d'esdeveniments)

Pas	Temps	CEC	FEC	Comentaris
7	5	(2,2,3,Ja) (1,5,6,Ja)	(3,Fora,1,8)	Xact de FEC a CEC.
8	5	-	(3,fora,1,8) (2,5,6,8)	Movem la Xact 1 tant com pugem, surt del sistema. Movem la Xact 2 tant com puguem, arriba al 5 ( <i>advance</i> ).
9	8	(3,Fora,1, Ja) (2,5,6,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
10	8	-	(3,5,6,11) (4,Fora,1,12)	Movem la Xact 2 tant com pugem, surt del sistema. Movem la Xact 3 tant com pugem, arriba al 5( <i>advance</i> ). Generem la propera arribada.

# Exemple (Cadenes d'esdeveniments)

Pas	Temps	CEC	FEC	Comentaris
11	11	(3,5,6,Ja)	(4,Fora,1,12)	Xact de FEC a CEC.
12	11	-	(4,Fora,1,12)	Movem la Xact 3 tant com puguem, surt del sistema.
13	12	(4,Fora,1,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
14	12	-	(4,5,6,15)	Movem la Xact 4 tant com puguem, entre en el 5 ( <i>advance</i> ).
15	15	(4,5,6,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
16	15	-	-	Movem la Xact 4 tant com puguem, surt del sistema.

# Quin es el millor paradigma?

- PE (programació d'esdeveniments), EA (exploració d'activitats), IP (interacció de processos)
- En els paradigmes EA i IP MAI podem manipular directament la llista d'esdeveniments (PE permet tenir un control més acurat del MOTOR).
- PE és més difícil de formalitzar.
- EA implica usualment un rendiment menor.
- EA implica usualment una execució a temps real.
- IP compta amb una gran varietat de programaris.
- PE permet ajustar el problema al detall.

# Taula resum

	<b>PE</b>	<b>IP</b>	<b>EA</b>
<b>Formalitzable</b>	*	***	**
<b>Control motor</b>	***	**	**
<b>Rendiment</b>	***	***	*
<b>Temps real</b>	*	*	***
<b>Eines</b>	*	***	**
<b>Dificultat implementació</b>	***	*	**