

Treball Final de Carrera

*Projectes de modelatge i simulació avançada
de sistemes mitjançant l'entorn ARENATM.
(Volum II)*

Josep Aranda Arjona

Enginyeria en Organització Industrial

Director: Juli Ordeix Rigo

Vic, Gener 2011

ÍNDIX de la segona part:***Segona Part. Exercicis Pràctics.***

	Pàgina
6. EXERCICIS PRÀCTICS	11
6.1. PRÀCTIQUES AMB CONCEPTES BÀSICS	11
6.1.1. ENTITATS	12
6.1.1.1. Diferències entre Entity Type i Entity Attributes.....	12
6.1.1.2. Alternant Entity Types.....	13
6.1.1.3. Aturar la generació d'entitats en funció del valor d'una expressió.	14
6.1.2. RECURSOS	15
6.1.2.1. Capacitat dels recursos i les variables de funció SIMAN.....	15
6.1.2.2. Exemple de la Capacitat dels recursos.....	16
6.1.2.3. Assignació planificada per a la Capacitat d'un recurs.....	17
6.1.2.4. Canvi de la Capacitat d'un recurs dinàmicament.....	18
6.1.2.5. Utilització de la prioritat d'un procés.....	19
6.1.2.6. Captura de dos recursos diferents per una mateixa entitat.....	20
6.1.2.7. Visualitzar gràficament l'estat dels recursos.....	21
6.1.2.8. Agrupació de recursos (Sets).....	22
6.1.3. VARIABLES	23
6.1.3.1. Canvi del valor d'una variable en temps d'execució.....	23
6.1.3.2. Array múltiple per emmagatzemar l'eficiència de 4 treballadors....	24
6.1.3.3. Exemple avançat del canvi de valor de variables.....	25
6.1.3.4. Simulació d'un braç robotitzat mitjançant variables ajustables.....	26
6.1.4. ATRIBUTS	27
6.1.4.1. Exemple que mostra el funcionament bàsic dels atributs.....	27
6.1.4.2. Distribució d'entitats pel model en funció d'atributs.....	28
6.1.5. CUES	29

6.1.5.1.	Tractament prioritari d'entitats que es esperen dins d'una cua.....	29
6.1.5.2.	Anàlisi de les principals variables de cua.....	30
6.1.5.3.	Remoure entitats d'una cua aleatòriament.....	31
6.2.	PRÀCTIQUES AMB CONCEPTES AVANÇATS.....	32
6.2.1.	CONJUNTS/AGRUPAMENTS (Sets).....	32
6.2.1.1.	Creació de "Sets" de recursos múltiples.....	32
6.2.1.2.	Creació de "Sets" de cues múltiples.....	33
6.2.2.	SUBMODELS.....	34
6.2.2.1.	Creació de submodels.....	34
6.2.2.2.	Creació de submodels amb múltiples entrades i sortides.....	35
6.2.3.	VISTES.....	36
6.2.3.1.	Creació de vistes per a mostrar diferents parts del model.....	36
6.2.4.	SETUP.....	37
6.2.4.1.	Finalització del model en funció de les entitats en procés(1).....	37
6.2.4.2.	Finalització del model en funció de les entitats en procés(2).....	38
6.2.4.3.	Finalització del model en funció de les entitats en procés(3).....	39
6.2.4.4.	Finalització del model condicionada a una expressió.....	40
6.3.	PRÀCTIQUES AMB DEFINICIÓ DE TEMPS.....	41
6.3.1.	CONSTANTS.....	41
6.3.1.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	41
6.3.1.2.	Visualització de constants mitjançant gràfics de temps (Plots).....	41
6.3.1.3.	Utilització de la constant de sistema "NREPS".....	42
6.3.2.	DISTRIBUCIONS ESTADÍSTIQUES.....	43
6.3.2.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	43
6.3.2.2.	Control dels colls d'ampolla d'un procés.....	43
6.3.3.	EXPRESSIONS MATEMÀTIQUES.....	44

6.3.3.1.	Visualització del temps actual de simulació i l'estimat.....	44
6.3.3.2.	Exemple de temps de procés variable mitjançant expressions.....	45
6.4.	PRÀCTIQUES AMB ELS MÒDULS BÀSICS DEL SISTEMA ARENA..	46
6.4.1.	MÒDULS LÒGICS.....	46
6.4.1.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	46
6.4.1.2.	Pràctica amb els mòduls BATCH i SEPARATE.....	46
6.4.1.3.	Exemple d'un procés real amb BATCH i SEPARATE.....	47
6.4.1.4.	Exemple d'ús d'estadístics amb el mòdul RECORD.....	48
6.4.1.5.	Ús combinat dels mòduls BATCH i RECORD.....	49
6.4.1.6.	Ús del mòdul DECIDE amb múltiples sortides.....	50
6.4.2.	MÒDULS DE DADES.....	51
6.4.2.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	51
6.4.2.2.	Pràctica amb el mòduls de dades SET.....	52
6.5.	PRÀCTIQUES AMB ELS MÒDULS AVANÇATS.....	53
6.5.1.	MÒDULS LÒGICS.....	53
6.5.1.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	53
6.5.1.2.	Pràctica amb els mòduls lògics i el de dades STORAGE.....	54
6.5.1.3.	Pràctica amb el mòduls lògic MATCH.....	55
6.5.1.4.	Pràctica amb el mòdul READWRITE per escriure per pantalla.....	56
6.5.1.5.	Pràctica amb el mòdul READWRITE per a llegir fitxers de text(1).57	
6.5.1.6.	Pràctica amb el mòdul READWRITE per a llegir fitxers de text(1).58	
6.5.1.7.	Pràctica amb els mòduls HOLD i SIGNAL.....	59
6.5.2.	MÒDULS DE DADES.....	60
6.5.2.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	60
6.5.2.2.	Pràctica amb els mòduls FAILURE, EXPRESSION i STATISTIC..	61
6.5.2.3.	Escriure estadístics dins d'un fitxer de text.....	62

6.5.2.4.	Estats d'una màquina.....	63
6.6.	PRÀCTIQUES DEL TRACTAMENT DE FALLIDES D'UN RECURS....	64
6.6.1.	MÒDUL LÒGIC FAILURE (Advanced Process).....	64
6.6.1.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	64
6.6.1.2.	Pràctica amb els model d'ús del mòdul FAILURE.....	65
6.7.	PRÀCTIQUES SOBRE LA METODOLOGIA DE SIMULACIÓ.....	66
6.7.1.	CREACIÓ D'ENTITATS.....	66
6.7.1.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	66
6.7.1.2.	Entrada planificada d'entitats al sistema.....	67
6.7.2.	UTILITZACIÓ DELS RECURSOS MITJANÇANT LES ENTITATS.....	68
6.7.2.1.	Consolidació de coneixements teòrics.....	68
6.7.3.	DISTRIBUCIÓ DEL FLUX DE LES ENTITATS A TRAVÉS DEL MODEL.....	69
6.7.3.1.	Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model unitàriament.....	69
6.7.3.2.	Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model en grup.....	69
6.7.3.3.	Consolidació de coneixements teòrics respecte a la sincronització de les entitats a través del model.....	69
6.7.3.4.	Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model duplicant-les.....	70
6.7.3.5.	Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model prèvia retenció i posterior alliberament..	70
6.7.3.6.	Consolidació de coneixements teòrics del moviment d'entitats des d'una cua mitjançant entitats de control.....	70

	Pàgina
6.7.3.6.1. Creació d'entitats de control.....	71
6.7.3.6.2. Variació del temps entre arribades mitjançant entitats de control.....	72
6.7.3.6.3. Servei d'entitats en funció de les unitats del sistema mitjançant entitats de control.....	73
6.7.4. ANALISI DELS COSTOS DEL SISTEMA.....	74
6.7.4.1. Exemple dels costos per recurs.....	74
6.7.4.2. Exemple del tractament de cost durant el procés.....	75
6.7.5. ANIMACIÓ DE LA SIMULACIÓ.....	76
6.7.5.1. Consolidació de coneixements teòrics respecte a l'animació mitjançant el elements de la barra d'eines ANIMATE.....	76
6.7.5.2. Exemple de l'animació del model mitjançant rellotges.....	77
6.7.5.3. Exemple de l'animació del model mitjançant histogrames.....	78
6.7.5.4. Consolidació de coneixements teòrics respecte a l'animació mitjançant els elements de la barra d'eines ANIMATE TRANSFER..	79
6.7.5.5. Consolidació de coneixements teòrics respecte a l'animació mitjançant el template ADVANCED TRANSFER.....	79
6.7.5.5.1. Exemples bàsics d'animació de RUTES (1).....	81
6.7.5.5.2. Exemples bàsics d'animació de RUTES (2).....	82
6.7.5.5.3. Exemples bàsics d'animació de RUTES (3).....	83
6.7.5.5.4. Exemple avançat d'animació de RUTES.....	84
6.7.5.5.5. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS (1).....	85
6.7.5.5.6. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS (2).....	86
6.7.5.5.7. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS (3).....	87
6.7.5.5.8. Exemple avançat d'animació ENTRE ESTACIONS.....	88
6.7.5.5.9. Exemples bàsics d'animació de TRANSPORTS (1).....	89

	Pàgina
6.7.5.5.10. Exemples bàsics d'animació de TRANSPORTS (2).....	90
6.7.5.5.11. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (1).....	91
6.7.5.5.12. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (2).....	92
6.7.5.5.13. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (3).....	93
6.7.5.5.14. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (4).....	94
6.7.5.5.15. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS ACUMULATIUS (1).....	95
6.7.5.5.16. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS ACUMULATIUS (2).....	96
6.7.5.5.17. Exemple avançat d'animació mitjançant CONVEYORS NO ACUMULATIUS.....	97
6.7.5.5.18. Exemples bàsics d'animació de LINIES PRODUCTIVES (1).....	98
6.7.5.5.19. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES (1).....	99
6.7.5.5.20. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES(2).....	100
6.7.5.5.21. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES(3).....	101
6.7.5.5.22. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES(4).....	102
6.7.6. GENERACIÓ I ANÀLISI DE REPORTS.....	103
6.7.6.1. Consolidació de coneixements teòrics.....	103
6.7.7. ALTRES EINES I PROCESSOS AVANÇATS.....	104
6.7.7.1. Consolidació de coneixements teòrics.....	104

	Pàgina
6.7.8. PRÀCTIQUES D'INTERFÍCIE ENTRE ARENA I EXCEL	105
6.7.8.1. Creació d'un rang de celes dins del fitxer font EXCEL.....	105
6.7.8.2. Consolidació de coneixements teòrics.....	105
6.7.8.2.1. Lectura de dades d'un fitxer EXCEL mitjançant entitats de control.....	106
6.7.8.2.2. Escriptura de dades dins 'un fitxer EXCEL mitjançant entitats de control.....	107
6.7.9. PRÀCTIQUES D'INTERFÍCIE ENTRE ARENA I ACCESS	108
6.7.9.1. Lectura de dades d'una taula d'una base de dades ACCESS.....	108
6.7.9.2. Escriptura de dades dins d'una taula d'una base de dades ACCESS mitjançant objectes ADO.....	109
6.7.10. PRÀCTIQUES D'INTERFÍCIE ENTRE ARENA I XML	110
6.7.10.1. Lectura de dades des d'un fitxer amb format XML.....	110
6.7.11. PRÀCTIQUES AMB CONTROLS ActiveX	111
6.7.11.1. Introducció d'un control per simular un nivell dinàmic.....	111
6.7.11.2. Introducció d'un control per poder variar en temps d'execució el valor d'una variable.....	112
6.7.12. PRÀCTIQUES AMB ARENA VBA (Visual Basic For Applications)	113
6.7.12.1. Consolidació de coneixements teòrics.....	113
6.7.12.1.1. Generació d'un gràfic circular dins d'una fulla de càlcul Microsoft Excel mitjançant VBA.....	116
6.7.12.1.2. Generació d'un gràfic circular dins d'una fulla de càlcul Microsoft Excel mitjançant VBA.....	117
7. EXEMPLES DE PROCESSOS COMPLERTS	118
7.1. GESTIÓ DE CUES DINS D'UNA ENTITAT BANCÀRIA	119

	Pàgina
7.2. PLANTA FLEXIBLE DE FABRICACIÓ DE COMPONENTS.....	120
7.3. LÍNIA DE MUNTATGE DE CAMIONS.....	121
8. CONCLUSIONS.....	122
9. BIBLIOGRAFIA.....	125
10. ANNEXES.....	128
10.1. Annex I. CD amb les pràctiques utilitzades.....	128
10.2. Annex II. Statistics Collection Variables.....	128

Segona Part

Exercicis Pràctics

6.1. EXERCICIS PRÀCTICS.

6.1. PRÀCTIQUES AMB CONCEPTES BÀSICS.

Tal i com ja s'introduïa a la metodologia del projecte dins l'apartat 2, no s'aprendrà a programar amb aquest entorn sense esforç i rigor aplicant els coneixements adquirits un cop realitzat el primer projecte de la Montse Carbonell “**Estudi i guia docent per a modelatge i simulació de sistemes mitjançant l'entorn ARENA** ^[9]”.

Aquesta part pràctica resumeix més de 200 exemples que incorpora ARENA desordenats i en anglès tècnic dins dels directoris on s'instal·li l'aplicació, però dins del CD que s'acompanya s'hi trobaran tots els exposats per a la realització de cadascuna de les pràctiques, ordenats per directoris amb el nom dels capítols i els fitxers de suport.

La idea final del projecte era no tant sols traduir i enganxar a la memòria tots tal qual jo els anava obrint, també era poder arribar a entendre cadascun d'ells mentre els traduïa per tal d'incorporar-los al projecte seguint l'índex de temes de la memòria teòrica.

A continuació com a element principal d'aquesta segona part de la memòria, es presenta una guia pràctica classificada per coneixements. Gràcies a ella, l'alumne que vulgui aprendre l'eina, ho podrà fer seguint cadascuna de les pràctiques que s'hi exposen de forma ordenada.

Un cop l'alumne hagi fet totes les pràctiques, dedicant els temps necessari per consolidar tots els coneixements teòrics, es convertirà en usuari avançat de l'eina. Aleshores, estarà a punt per a realitzar el seu primer model propi, basat en un cas real, per a convertir-se en usuari expert.

Insisteixo en el seguiment per part de l'alumne segons l'ordre exposat, ha estat el tret diferencial del projecte i no es pot saltar cap pràctica la primera vegada que s'estudiï. Els coneixements s'aniran agafant gradualment i les pràctiques han estat ordenades segons aquest, de tal manera que dins dels punts d'atenció de cada pràctica s'assumeixen conceptes dels exercicis anteriors, per tal que cadascuna de les 89 pràctiques finals escollides pugui quedar en un sol full, facilitant l'estudi i seguiment de la guia pràctica.

Pel que fa a la guia teòrica, mentre s'executa cada pràctica és fa de molt fàcil seguir el temari. Dins de cada tema de pràctica es fa referència al seu contingut per apartats, quan aquests existeixin, per a ser consultats dins les pràctiques teòriques denominades “**Consolidació de coneixements teòrics**”.

Dins de cada pràctica s'han afegit exercicis complementaris de seguiment dins la denominació de “**Experimentació bàsica**” i de millora mitjançant la denominació “**Experimentació avançada**”. La seva realització és voluntària però, per tal de consolidar els coneixements que es volen transmetre dins de cada pràctica, es recomana que es faci com a mínim l' experimentació bàsica la primera vegada que

s'estudiï cada pràctica. Deixant l'experimentació avançada per a quan s'acabin totes les pràctiques i es vulgui aprofundir amb els temes més interessants per l'alumne.

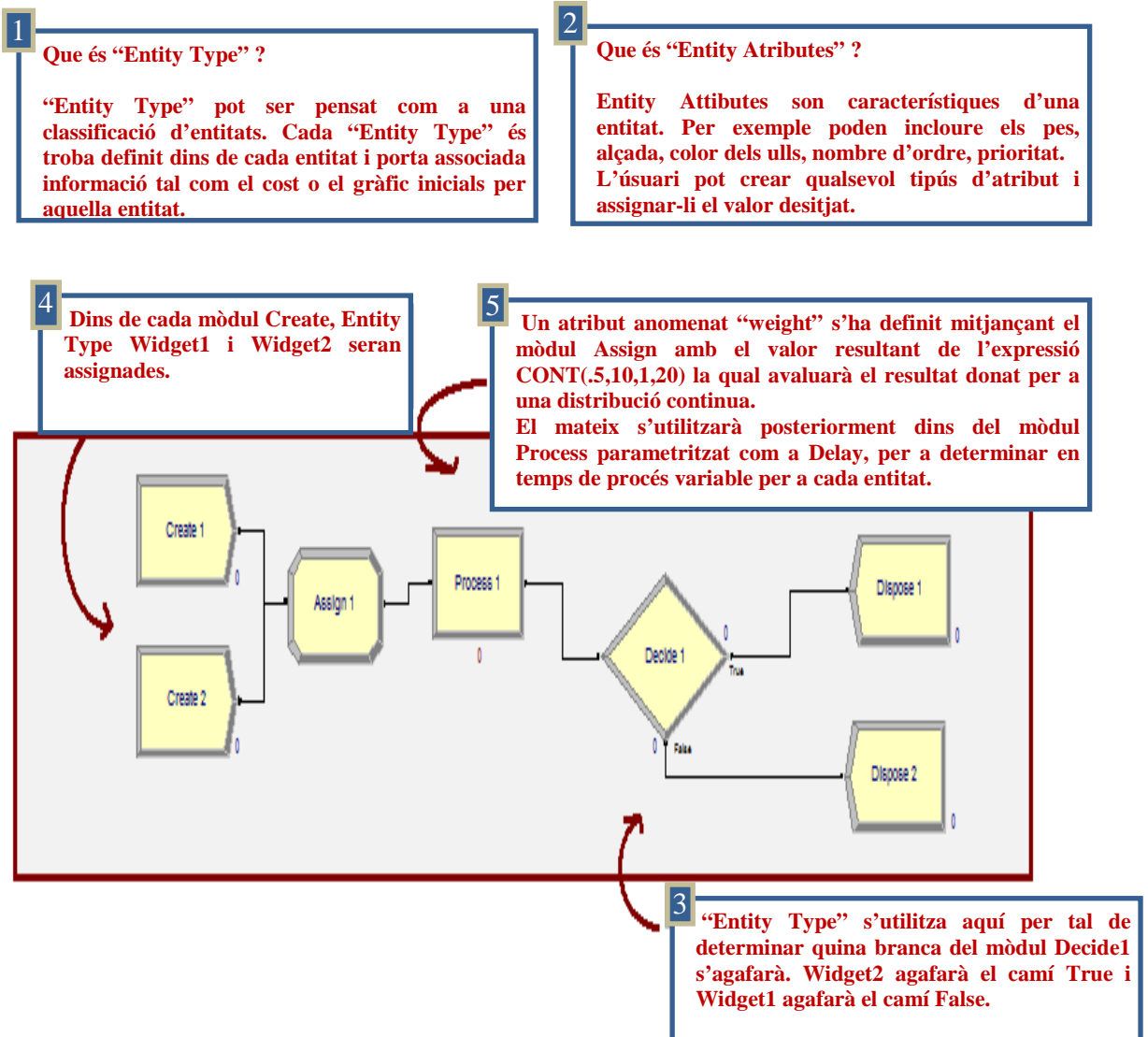
6.1.1. ENTITATS.

6.1.1.1. Diferències entre Entity Type i Entity Attributes

Nom del fitxer SMART : Smarts025

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts025 i experimentar amb diferents valors per a l'atribut "weight" per tal de veure com varia el temps de procés de cada entitat.

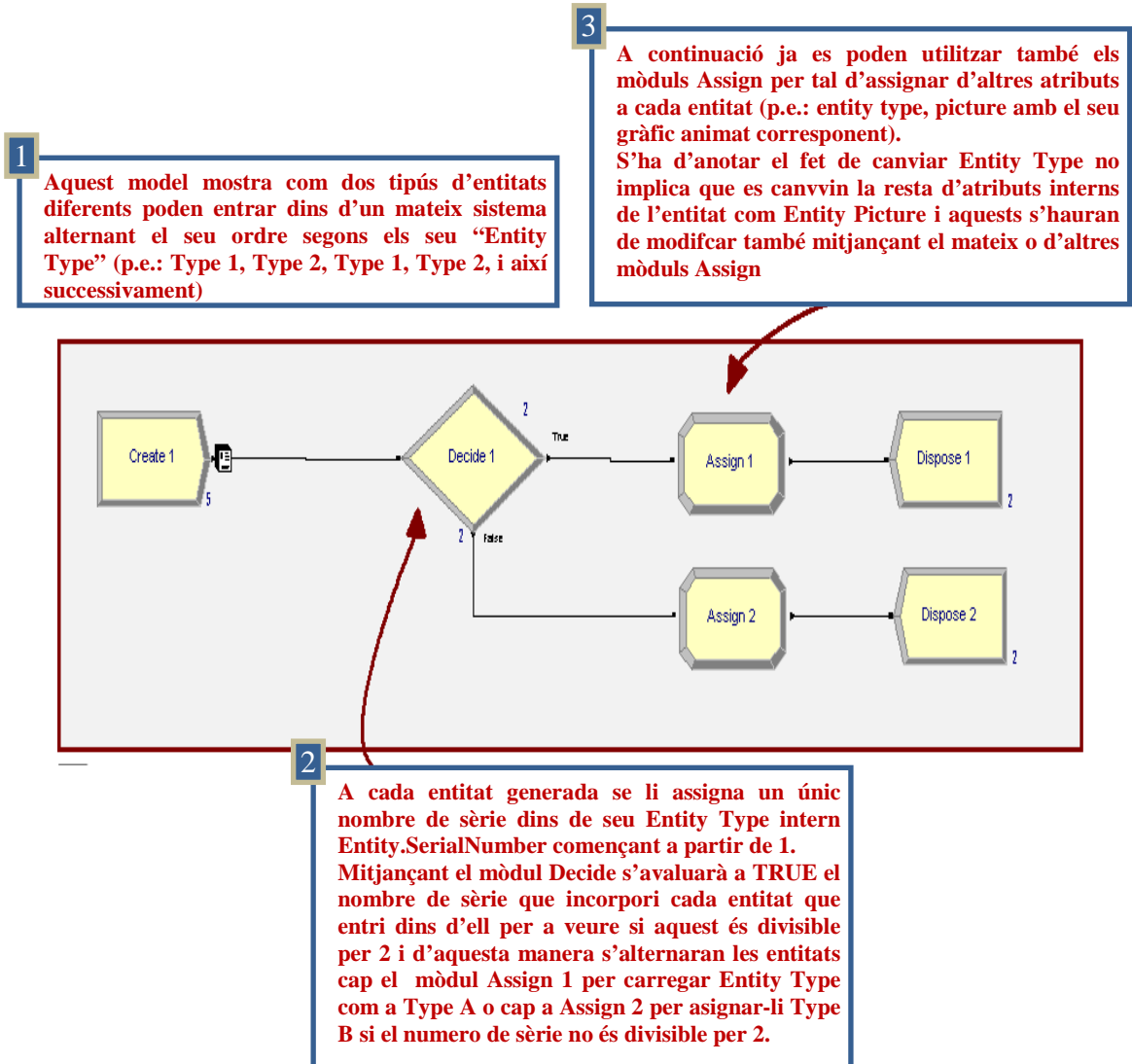
Experimentació avançada : Incorporar una variable que mostri el valor "weight" i afegir una gràfica Plot per a visualitzar el temps de procés durant l'execució del model.

6.1.1.2. Alternant Entity Types

Nom del fitxer SMART : Smarts070

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts070 i comprovar com les entitats que es generen van canviant el seu gràfic un cop que passen pel mòdul Decide i se'ls hi assigna un Entity Picture diferent.

Experimentació avançada : Mostrar el nombre de sèrie per a cada entitat inserint una variable que mostri el valor guardat dins cada entitat sota l'atribut Entity.SerialNumber mitjançant l'aplicació Expression Builder.

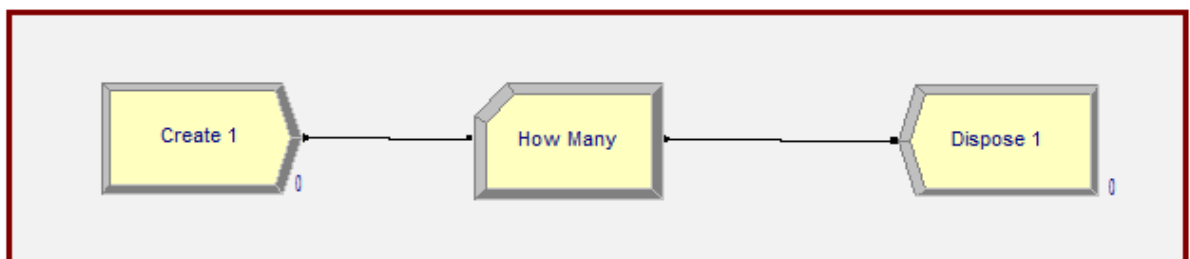
6.1.1.3. Aturar la generació d'entitats en funció del valor d'una expressió.

Nom del fitxer SMART : Smarts069

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Aquest model aturarà la generació d'entitats a partir de que es doni una certa condició fruit de l'avaluació d'una expressió.
 La condició d'aturada té a veure amb el temps de simulació que s'emmagatzema en temps real dins de la variable de sistema TNOW.
 El mòdul "Create 1" aturarà la generació d'entitats quan TNOW sigui superior a 120 minuts.
 Max Arrivals dins del mòdul Create utilitza l'expressió:
 $MAX((tnow < 120) * 10000, (tnow \geq 120) * 1)$
 D'aquesta manera mentre que TNOW no arribi a 120 es generaran amb un Max Arrivals molt alt inicialment, el qual va decreixent fins a 1 quan $TNOW \geq 120$.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts069 i comprovar que disminueix el flux de creació d'entitat cada cop que TNOW s'acosta a 120.

Experimentació avançada : Incorporar una variable que mostri en temps de simulació e valor de TNOW i avaluar l'expressió mitjançant l'aplicació Expression Builder.

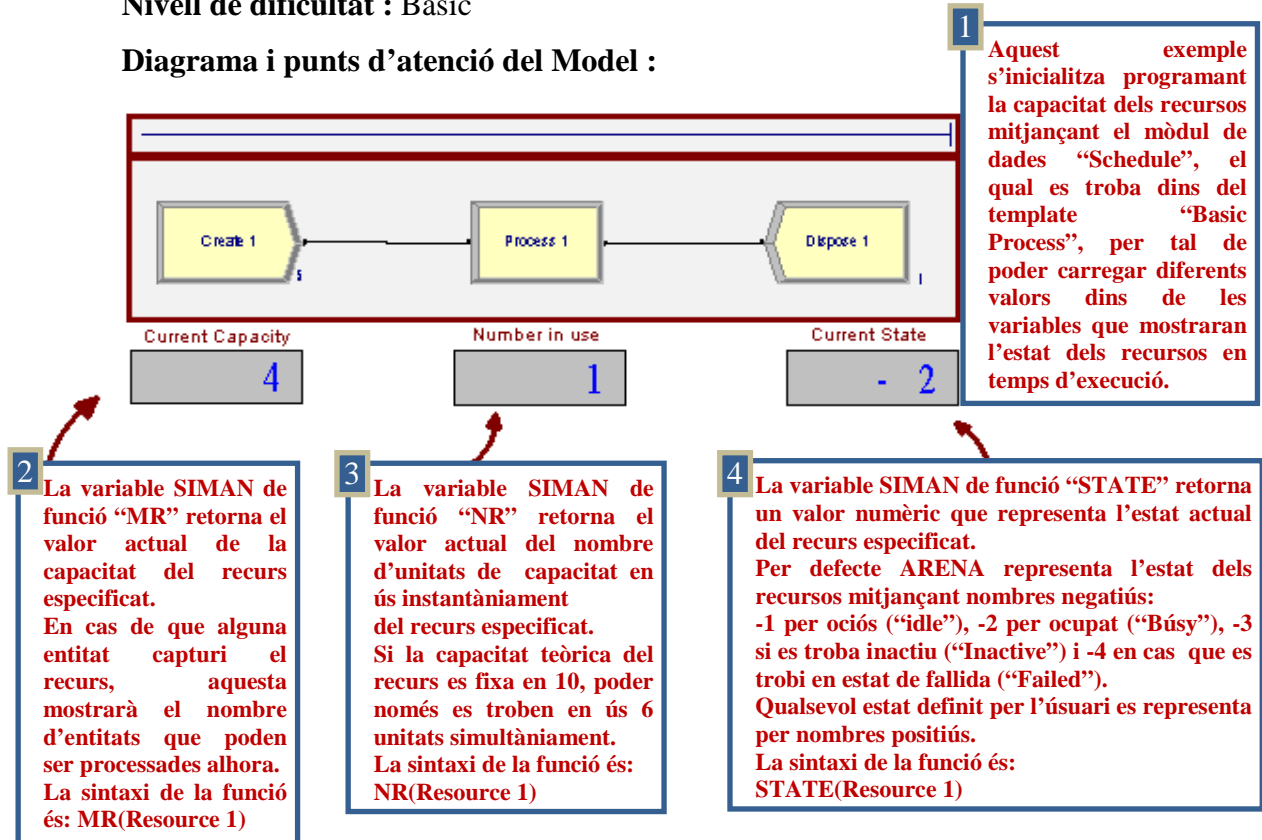
6.1.2. RECURSOS.

6.1.2.1. Capacitat dels recursos i les variables de funció SIMAN que mostren la capacitat, el nombre d'unitats en ús i l'estat del recurs.

Nom del fitxer SMART : Smarts139

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts139 i experimentar amb diferents valors que apareixen dins de les variables de funció SIMAN mostrades dins del model.

(SIMAN es el nom del llenguatge font a partir del qual es programen tots els mòduls que incorpora el sistema per defecte)

Experimentació avançada : Modificar el temps entre arribades dins del mòdul "Dispose" i fer que la cua del MÒDUL "Process" es saturi, aleshores augmentar la capacitat del recurs fins que aquesta es buidi, de tal manera que s'observi l'evolució de les variables en el temps.

Aquestes proves queden registrades dins de les estadístiques del model dins l'apartat "Úsage"

de l'informe final que es genera un cop ha finalitzat la simulació, tal i com mostra la figura.

Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Resource 1	0.8803	(Correlated)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Resource 1	3.2575	(Correlated)	0.00	9.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Resource 1	3.8090	(Insufficient)	0.00	9.0000
Scheduled Utilization				
	Value			
Resource 1	0.8552			
Total Number Seized				
	Value			
Resource 1	411.00			

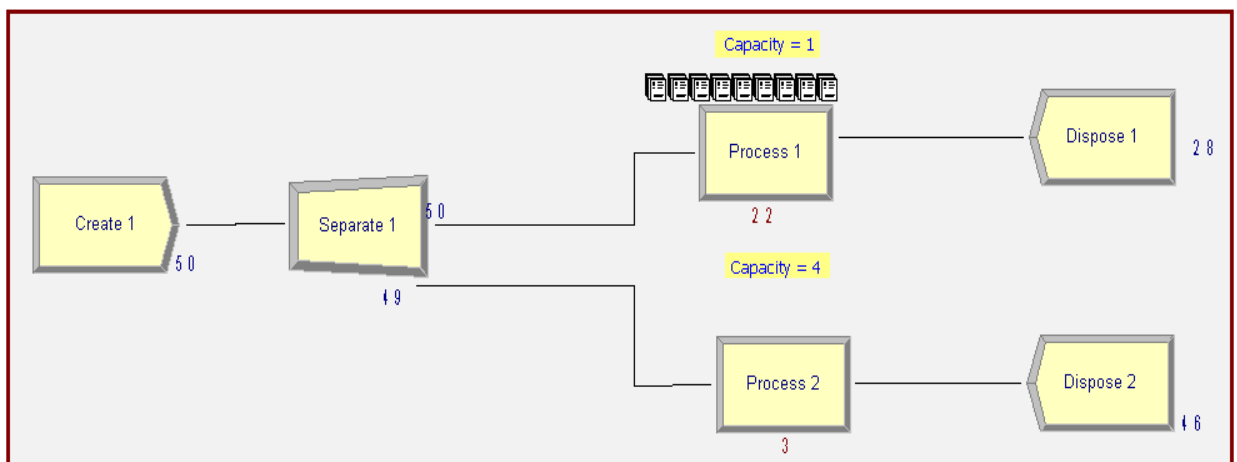
6.1.2.2. Exemples de la Capacitat dels recursos.

Nom del fitxer SMART : Smarts004

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 En aquest exemple les entitats arriben al sistema i son duplicades. A continuació cada entitat duplicada és processada dins d'un mòdul Process diferent per a cadascuna. A la línia superior, l'entitat captura un recurs amb capacitat d' una unitat. A la línia inferior, l'entitat captura un recurs amb capacitat quatre. Els recursos i les seves capacitat son definits dintre del mòdul de dades Resource corresponen al Basic Panel.



2 Alterar la capacitat d'un recurs és útil quan aquest té l'habilitat de donar servei a més d'un procés simultàniament, dins d'una situació donada quan més d'un recurs igual es troba disponible per a una mateixa entitat en el moment en que aquesta arriba per a ser processada. Si els recursos tenen atributs tal com costos diferents, s'ha d'utilitzar obligatòriament recursos separats per tal d'imputar el cost correcte i no es poden minimitzar recursos augmentant la seva capacitat.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts004 i experimentar amb diferents valors per a la capacitat de cada recurs. Observar com el de menor capacitat, part superior, sempre te la cua saturada i el de la part inferior amb una capacitat superior no té esperes d'entitats per a ser processades.

Experimentació avançada : Incorporar costos de procés diferents per a cada recurs i experimentar quan surt a compte eliminar un recurs que no es trobi mai saturat.

6.1.2.3. Assignació planificada per a la Capacitat d'un recurs.

Nom del fitxer SMART : Smarts027

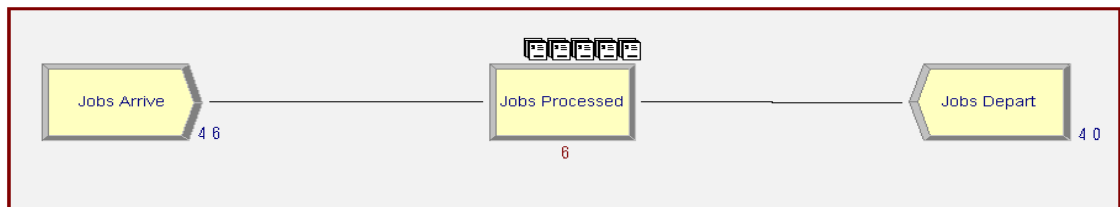
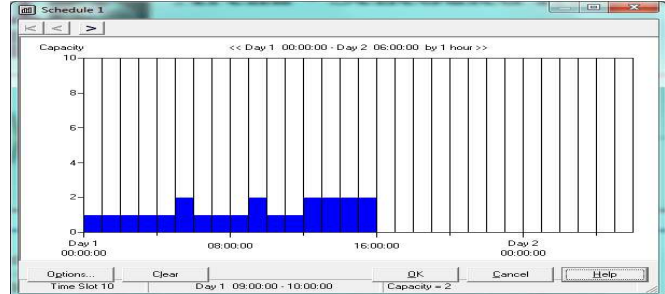
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

El recurs té definida una capacitat variable per a diferents hores del dia dins del mòdul de dades SCHEDULE que es troba dins del Basic Panel.

El sistema preveu utilitzar dos recursos per a les hores punta i un per a les hores vall, simulant per exemple l'obertura d'una segona línia de caixes en un supermercat.



2

Per a definir un SCHEDULE, primer fer doble clic sobre la icona corresponent dins del Basic Panel per activar el panell Schedule. A continuació fer doble clic i crear una nova programació i a continuació assignar-li un nom per a la seva identificació. Posteriorment seleccionar el tipus Schedule que es vol definir, "Capacity" en aquest cas i omplir la resta d'especificacions que es demanen.

Fer clic sota la cel·la etiquetada com a "0 rows" per activar l'editor gràfic per a la programació de la capacitat segons les hores dels diferents dies.

El període de temps diari es representa sobre l'eix X i la capacitat necessària per a cada període sobre l'eix Y. Per a seleccionar una capacitat per a un determinat període de temps s'ha d'anar a la columna que el representa i fer clic sobre la capacitat desitjada. Repetir aquest procés per a la resta de períodes.

Si l'editor gràfic es fa molt pesat de configurar degut a tenir molts períodes de temps repartits en diferents dies, es pot accedir a aquesta programació mitjançant la taula que apareix fent clic amb el botó dret sobre la cel·la etiquetada com a "0 rows" i seleccionant l'opció "Edit via Spreadsheet" on podrem entrar la programació mitjançant parelles per files de capacitat/durada.

3

Per tal d'associar una programació a un determinat recurs, fer clic sobre la icona "Resource" del "Basic Panel" per activar el panell del recurs.

Dins de la columna "Type" seleccionar "Based on Schedule" d'entre la llista desplegable. Aquesta opció habilitarà la columna "Schedule Name" on entrarem el nom identificatiu emprat dins l'apartat 2 per tal de saber a quina taula Schedule volem associar la capacitat variable d'aquest recurs

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts027 i experimentar amb la capacitat del recurs en el temps visualitzant la saturació de la cua.

Experimentació avançada : Incorporar costos de procés diferents per al recurs i observar la saturació del mateix mitjançant les estadístiques que s'activen quan s'acaba la simulació del model.

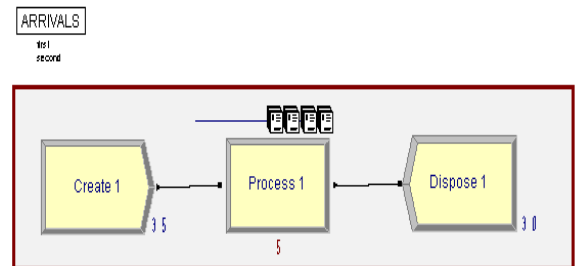
6.1.2.4. Canvi de la Capacitat d'un recurs dinàmicament mitjançant el teclat.

Nom del fitxer SMART : Smarts064

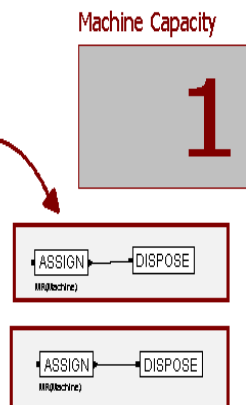
Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Utilitzem blocs del template Elements, ARRIVALS, ASSIGN i DISPOSE.
 El mòdul ARRIVALS s'utilitza per tal de crear entitats que seran enviades cap a un determinat bloc quan es premi una tecla determinada.
 En aquest exemple, pressionant "i" es crearà una entitat i s'enviarà al bloc etiquetat com a "increase" i si premem "d" l'entitat creada s'enviarà cap al bloc denominat "decrease".



2 Quan una entitat entra dins del bloc etiquetat "increase" s'augmentarà en 1 la capacitat del recurs denominat Machine que s'utilitza dins del mòdul "Process 1".
 En canvi si aquesta entra dins del bloc etiquetat "decrease" es disminuirà en 1 la capacitat del recurs denominat Machine.



Experimentació bàsica : S'observa com la complexitat del model augmenta tot i no tenir molts elements dins del model. Estudiar el panell ELEMENTS, el qual incorpora blocs comuns d'altres dels templates normals però amb funcionalitats més elevades. Estudiar el comportament del mòdul ARRIVALS quan es premen les tecles "i" o "d" del teclat.

Experimentació avançada : Incorporar comptadors pels elements de la cua del "Process 1" i variar la velocitat de servei d'entitats del mòdul denominat "Create 1" per tal d'experimentar l'efecte d'incrementar o decrementar la capacitat del recurs Machine quan es premen les tecles "i" o "d" monitoritzant el nombre d'entitats en espera de ser processades.

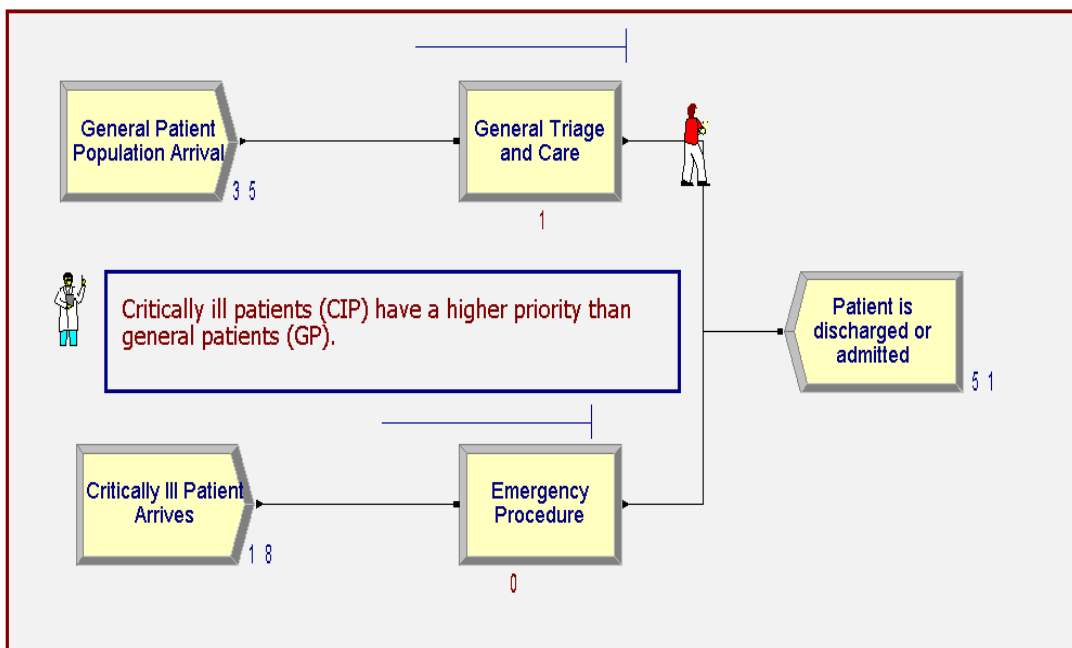
6.1.2.5. Utilització de la prioritat del procés per a capturar un determinat recurs.

Nom del fitxer SMART : Smarts029

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Aquest exemple mostra com es pot utilitzar la Prioritat que s'indica dins del mòdul Process. La prioritat s'utilitza quan entitats que es troben dins de processos diferents competeixen per a un mateix recurs. La prioritat no farà que l'entitat que estigui utilitzant el recurs l'abandoni abans de finalitzar la seva tasca, quan el recurs es desitjat en aquell mateix instant de temps per altres entitats que es trobin dins d'un procés amb més prioritat. El que si que far es donar-li el recurs quan quedi lliure a l'entitat que el demani i es trobi dins del procés amb més prioritat.



2 S'ha d'observar com en aquest model els dos processos requereixen el mateix recurs, el Doctor. Si les prioritats fossin iguals, les entitats que primer arribin al seu corresponent mòdul Process l'agafaran primer. En canvi, els pacients crítics entren a un procés amb una prioritat superior per lo qual sempre obtindran el recurs Doctor abans que els pacients normals que estiguin esperant al Doctor.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts029 i experimentar amb la prioritat dels processos que demanen al recurs Doctor per tal de veure com creix la cua d'espera en els processos amb menys prioritat.

Experimentació avançada : Aquest model incorpora unes estadístiques molt completes, analitzar el seu contingut apartat per apartat i resumir amb detall les conclusions observades. Observar la saturació del recurs Doctor, la qual no supera el 15%, el que suposa un cost important d'inactivitat i plantejar un nou model que aprofiti millor els recursos disponibles.

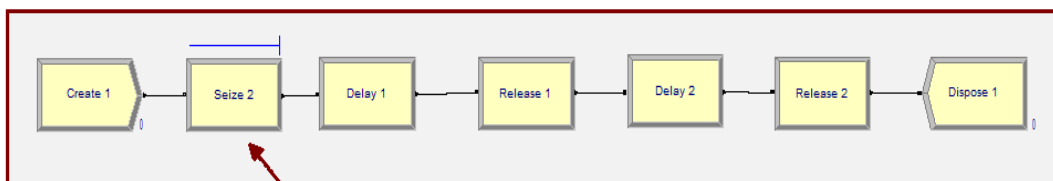
6.1.2.6. Captura de dos recursos diferents per una mateixa entitat i posterior alliberament d'un sol d'ells.

Nom del fitxer SMART : Smarts118

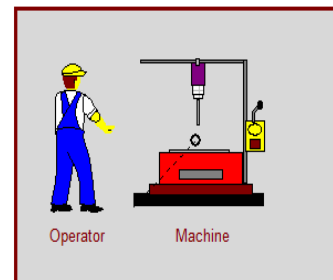
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Les parts arriben al centre de tornejat i necessiten alhora dos recursos lliures per a ser processades, un operari i una màquina. Un cop l'operari hagi posat les peces a la màquina aquest s'alliberarà per tal de que pugui realitzar altres tasques en paral·lel, mentre que la màquina continua en estat ocupat, realitzant la feina en règim autònom.



2 OPERARI I MAQUINA HAN D'ESTAR DISPONIBLES SIMULTANEAMENT QUAN L'ENTITAT ENTRA AL MODUL Seize 2. SI NO HO ESTAN AQUESTA I LES SEGUENTS ROMANDRAN DINS LA CUA EN ESPERA DE PODER ENTRAR DINS DEL PRIMER MODUL Delay 1.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts118 i observar com les tres funcions internes possibles d'un mòdul Process (Seize, Delay, Release), les quals poden fer la captura, execució i alliberament d'un recurs dins d'un sol mòdul, han de ser separades mitjançant blocs del template Advanced Process per tal de poder aïllar l'ús dels diferents recursos.

Experimentació avançada : Aquest model incorpora unes estadístiques que ens ajudaran a veure l'ús de la simulació per tal d'avaluar la saturació dels recursos, principal objectiu de la simulació i motiu de la facilitat de la presa de les decisions que això comporta a posteriori.

Observar amb detall totes les estadístiques al final d'aquesta simulació i refer el model, variant la capacitat de cada recurs entrant dins del mòdul de dades "Resource" de template "Basic Process" per tal de veure com varien les dades estadístiques d'utilització dels recursos que es troben dins la pàgina 4 de l'informe final un cop finalitza la simulació.

6.1.2.7. Visualitzar gràficament l'estat dels recursos.

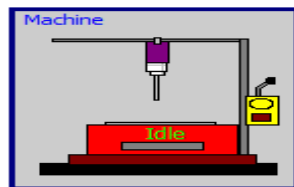
Nom del fitxer SMART : Smarts075

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 El procés industrial es divideix en tres sub processos: "drilling", "toolchange" i "finishing". Per a cadascun d'ells els recursos rebran una figura animada diferent per tal d'indicar el seu estat : OCUPAT, OCIÓS, o INACTIU.

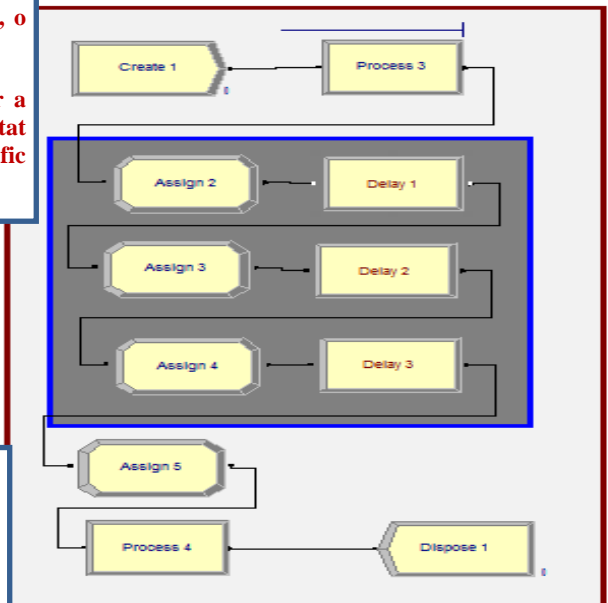
Fer doble clic sobre el símbol de cada recurs per a veure les diferents imatges associades a cada estat mitjançant l'obertura automàtica de l'editor gràfic "Resource Picture Placement".



2 Dins de la simulació s'utilitzen tres variables definides dins del mòdul de dades Variable que es troba dins del Basic Process, cadascuna de les quals correspon a un estat determinat de cada recurs i s'anomenen DRILL, TOOLCH i FINISH.

Per tal d'assignar el valor de la variable a 1 mentre el recurs es troba dins l'estat corresponent s'utilitzaran tres mòduls ASSIGN, els quals també posaran a 0 la variable corresponent quan el recurs hagi finalitzat aquell estat.

L'estadístic romandrà dins la variable, el qual pot ser avaluat quan finalitzi la simulació per tal d'indicar la fracció de temps que cada màquina ha passat per cada estat.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts075 i experimentar amb cadascun dels estats que pot assolir un recurs. Examinar els mòduls Assign per veure com es comprova l'estat en el qual es troba cada recurs i s'assignen els valors a cadascuna de les variables.

Experimentació avançada : Dissenyar un model que indiqui els estats d'una màquina o recurs segons el tipus "Based on Schedule" dins del mòdul de dades "Resource" del template Advanced Process. Comparar el nou model amb l'exposat dins de l'exemple Smarts114.

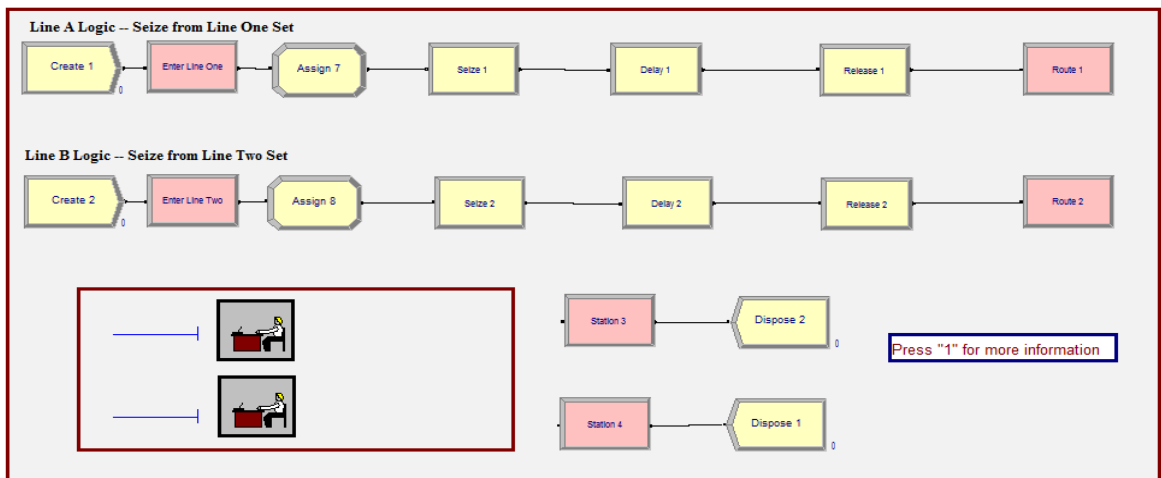
6.1.2.8. Agrupació de recursos (Sets).

Nom del fitxer SMART : Smarts122

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

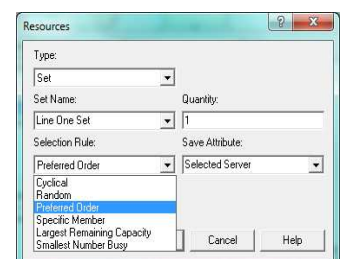
1 En aquest model, dos tipus d'entitats diferents arriben al sistema. Les entitats de "Type 1" són processades d'una forma més eficient pel recurs "Server A" i les "Type 2" ho són pel "Server B", però qualsevol d'elles pot ser processada per l'altre recurs d'una forma menys eficient. Si el Server A processa una entitat de Type 2 o el Server B gestiona una entitat Type 1, el temps de procés es veurà penalitzat amb un 15% d'increment respecte a l'estàndard del procés normal.



2 Als mòduls Seize denominats "Seize 1" i "Seize 2", es captura mitjançant els valor de l'atribut que incorpora cada entitat quan hi entra ("Type 1"), denominat "Selected Server" per ordre preferent, un recurs múltiple que s'ha definit dins del mòdul de dades "Set" que es troba dins del template "Basic Process". Si analitzem el "Set" aquest agrupa els dos mateixos recursos "Server A" i "Server B", de dues maneres diferents segons el primer que té prioritat, segons la línia de treball, sota la denominació de "Line One Set" i "Line Two Set". Si quan l'entitat entra dins el mòdul "Seize" es troba lliure el recurs preferent, aquesta serà processada per ell, si no ho està serà tractada pel recurs no preferent amb la conseqüent penalització de temps programada dins dels mòduls "Delay" corresponents. Els mòduls "Release" alliberen els recursos un cop ha passat el temps d'execució fixat pels mòduls "Delay" precedents.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts122 i examinar el comportament de l'agrupació de recursos mitjançant el mòdul "SET" i la seva assignació en aquest cas per ordre preferent.

Experimentació avançada : Canviar l'ordre de selecció de recursos dels mòduls "Seize" experimentar amb les "Selection Rules" que permet el sistema pel agrupaments amb "Type" "Set".



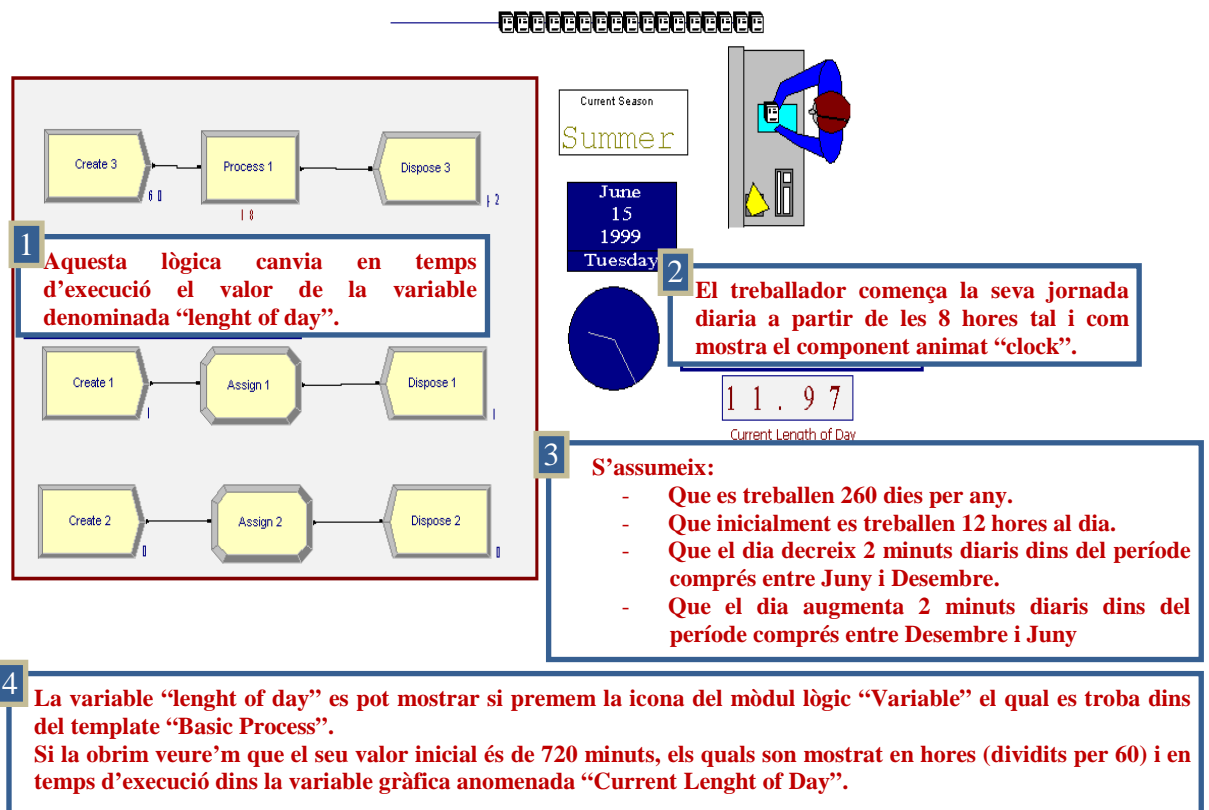
6.1.3. VARIABLES.

6.1.3.1. Canvi del valor d'una variable en temps d'execució.

Nom del fitxer SMART : Smarts116

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts116 i examinar la lògica que controla el temps del dia que el treballador es troba llest per treballar. La mateixa afecta al propi recurs on s'assigna una programació de capacitat feta dins del mòdul Schedule

Experimentar com es modifica el valor de la variable en el temps dins dels mòduls Assign 1 i Assign 2.

Experimentar també com s'assignen els períodes en els quals s'incrementa o decrementa la durada del dia dins dels mòduls Decide mitjançant el seu camp "First Creation".

Experimentació avançada : Canviar els diferents períodes de l'any mitjançant una nova entrada dins del mòdul lògic "Schedule" per tal de definir les arribades per a cada mòdul Create, canviant el seu valor "Type" de "Constant" a "Schedule".

6.1.3.2. Array múltiple per emmagatzema l'eficiència de 4 treballadors.

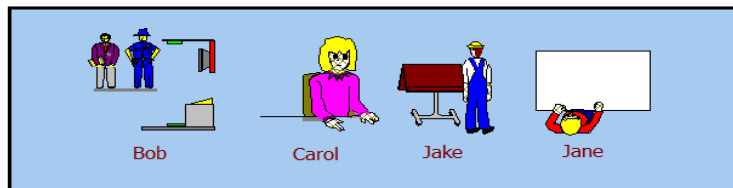
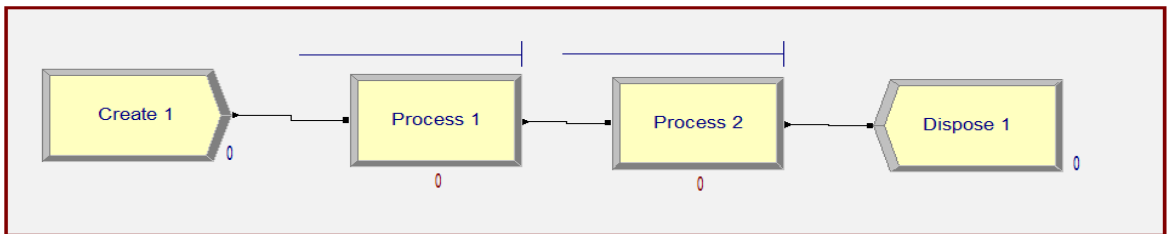
Nom del fitxer SMART : Smarts117

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

2 En aquest exemple quan les entitats entrin dins del mòdul "Process 1" capturaran un recurs comú denominat mitjançant l'atribut que porta cadascuna d'elles denominat "wichoper". A aquest atribut li serà assignat ciclicament un dels 4 recursos o treballador disponibles, lo qual vol dir que tots tenen la mateixa probabilitat de ser assignats.

3 Els treballadors estan agrupats dins d'un mateix grup format mitjançant el mòdul lògic "Set" denominat "Set 1", accessible si obrim el "Set" mitjançant la icona corresponent del template "Basic Process", on podrem veure l'índex de 1 a 4 assignat a cadascun d'ells.



1 Un Set de 4 treballadors: Bob, Carol, Jake i Jane és definit.

4 L'eficiència de cada treballador la dona l'expressió: $10/\text{effic}(\text{whichopr})$. La mateixa divideix 10 pel valor del Array $\text{effic}(\text{wichopr})$ i el resultat serà el temps que trigarà per executar-ne el procés corresponent mitjançant l'acció "Delay". D'aquesta manera quan es capturi un determinat operador mitjançant l'acció "Seize", un cop entri de l'entitat dins dels mòduls "Process", mitjançant el valor de l'atribut "wichoper" (1 a 4) s'obtingui la constant apropiada a ser dividida "effic(wichoper)". El valor per a cada eficiència es troba dins la variable array "effic", la qual es pot consultar si accedim al mòdul lògic "Variable" dins del template "Basic Process".

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts117 i seguir els passos que utilitza el model per tal d'assignar el valor de retard "Delay" per a cada treballador assignat mitjançant l'índex "wichoper" emulant l'eficiència que tindrà cadascun d'elles executant el procés.

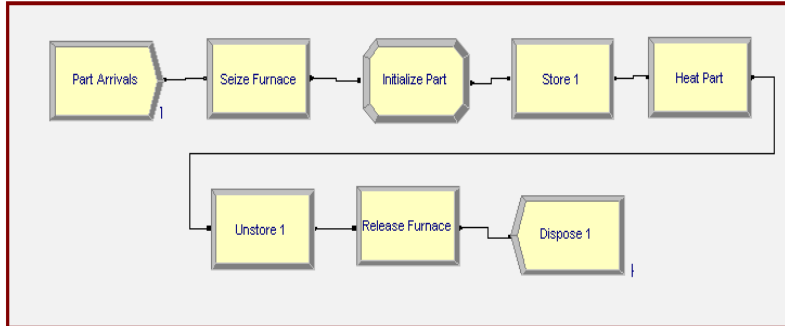
Experimentació avançada : Aquest model incorpora l'element "Set" del template "Basic Process", experimentar canviant els seus components i veure la seva saturació dins els estadístics del resum que es genera un cop finalitza la simulació.

6.1.3.3. Exemple avançat del canvi de valor de variables en temps d'execució.

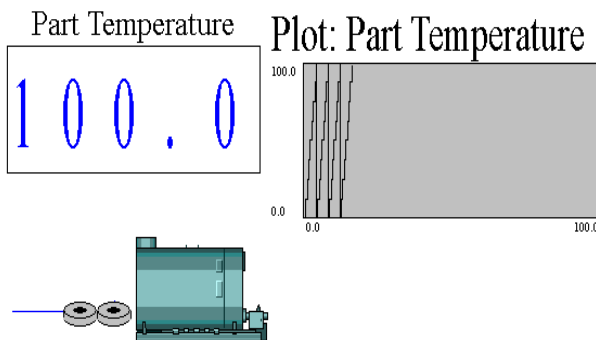
Nom del fitxer SMART : Smarts193

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 Aquest exemple mostra com el mòdul avançat "Adjúst Variable" pot canviar el valor d'una variable anomenada "Part Temperature" la qual incorpora un rati pel control del procés. També s'incorpora una gràfica Plot per tal de mostrar el valor de la variable de temperatura durant l'execució del procés.



2 Un cop arriba una entitat, espera dins de la cua del mòdul "Seize" fins capturar el recurs forn denominat "furnace". Un cop que l'entitat ha capturat el forn aquesta és comptabilitza mitjançant la seva entrada al mòdul "Store 1" i romandrà dins el mòdul "Adjúst Variable" denominat "Heat Part", simulant l'escalfament fins a una temperatura de 100°C amb un rati d'escalfament de 25°C per hora mentre la variable "Part Temperature" arriba als valors parametritzats.

3 Mitjançant l'emmagatzament al mòdul "Store 1" es pot simular la cocció de diferents components alhora, els quals es poden veure gràficament esperant a la cua de la figura forn representada en la part inferior del model. Un cop aquesta ha finalitzat l'entitat surt del mòdul "Heat Part" i entra al mòdul que descompta l'emmagatzament "Unstore 1" i a continuació el recurs forn és alliberat quan l'entitat entra al mòdul "Release" denominat "Release Furnace".

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts193, experimentar mitjançant l'emmagatzament d'entitats i amb l'ús de gràfics "Plot" dins d'un model per a veure l'evolució del valor de les variables en temps d'execució.

Experimentació avançada : Aquest model incorpora elements del template Advanced Process com els blocs ADVANCED PROCESS, STORE i UNSTORE, modificar el seu valor per tal de veure com varia la cua STORAGE 1, la qual es troba inserida dins del gràfic que simula el forn i poder enforar més d'un producte alhora.

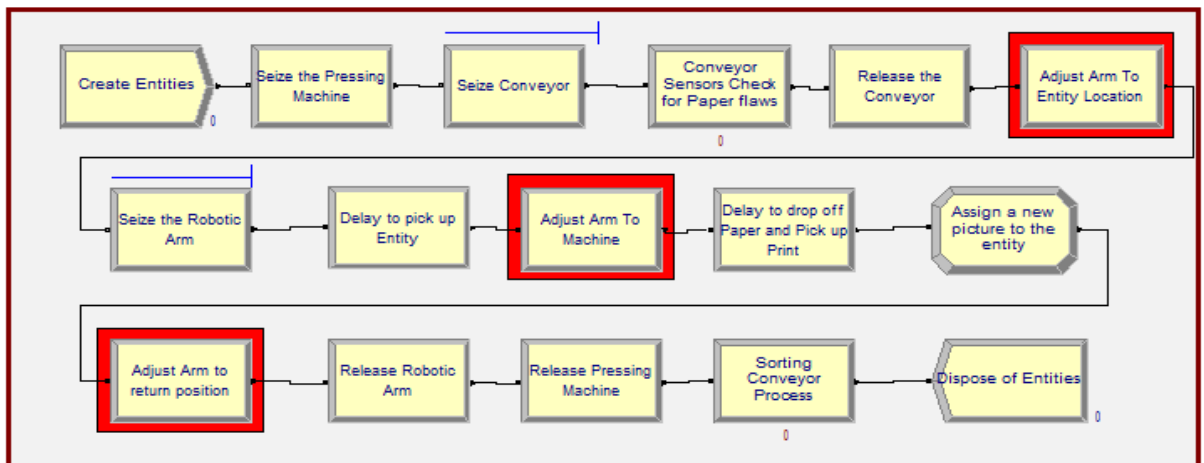
6.1.3.4. Simulació d'un braç robotitzat mitjançant variables ajustables.

Nom del fitxer SMART : Smarts194

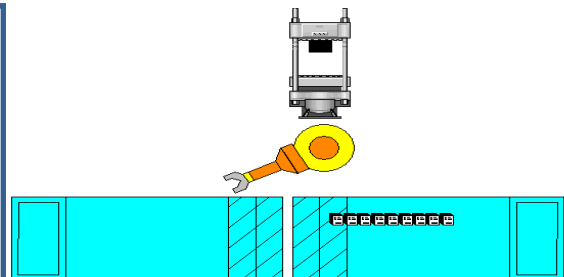
Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 En aquest exemple es simula un braç d'un robot que gira agafant peces d'una cinta per tal de portar-les a processar. El model utilitza diferents blocs avançats "Adjust Variable" per a variar les variables "ArmRotation" que posicionen les coordenades pel moviment del braç. Aquest bloc junt amb l'opció "Rotate By Expression" activada dins de la figura que representa el braç denominada "Robotic Arm" simulen el moviment rotatori del mateix.



2 Un sola entitat pot entrar dins de cada mòdul "Adjust Variable", aleshores s'ha de simular un sistema "Pull" mitjançant els mòduls separats per a capturar un recurs "Seize Conveyor". Per exemple el primer moviment "Adjust Arm To Entity Location", situarà les coordenades del braç variant el valor de la variable "Arm Rotation" en posició inicial abans de moure'l amb la captura del recurs per part del mòdul "Seize de Robotic Arm" el qual activarà el moviment del gràfic associat al braç.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts196 i experimentar com es combinen els diferents mòduls del template Advanced Process SEIZE, PROCESS, RELEASE, DELAY i ADJUST VARIABLE per tal de simular un procés gràfic molt atractiu.

Experimentació avançada : Aquest model incorpora estadístiques d'utilització de cada recurs en l'informe final. Utilitzar les mateixes per a fer un anàlisi per tal d'avaluar l'eficiència del sistema i modificar els paràmetres de les variables per tal d'augmentar el percentatge d'ús del braç del robot i poder guanyar eficiència del procés robotitzats fabricant més peces per hora.



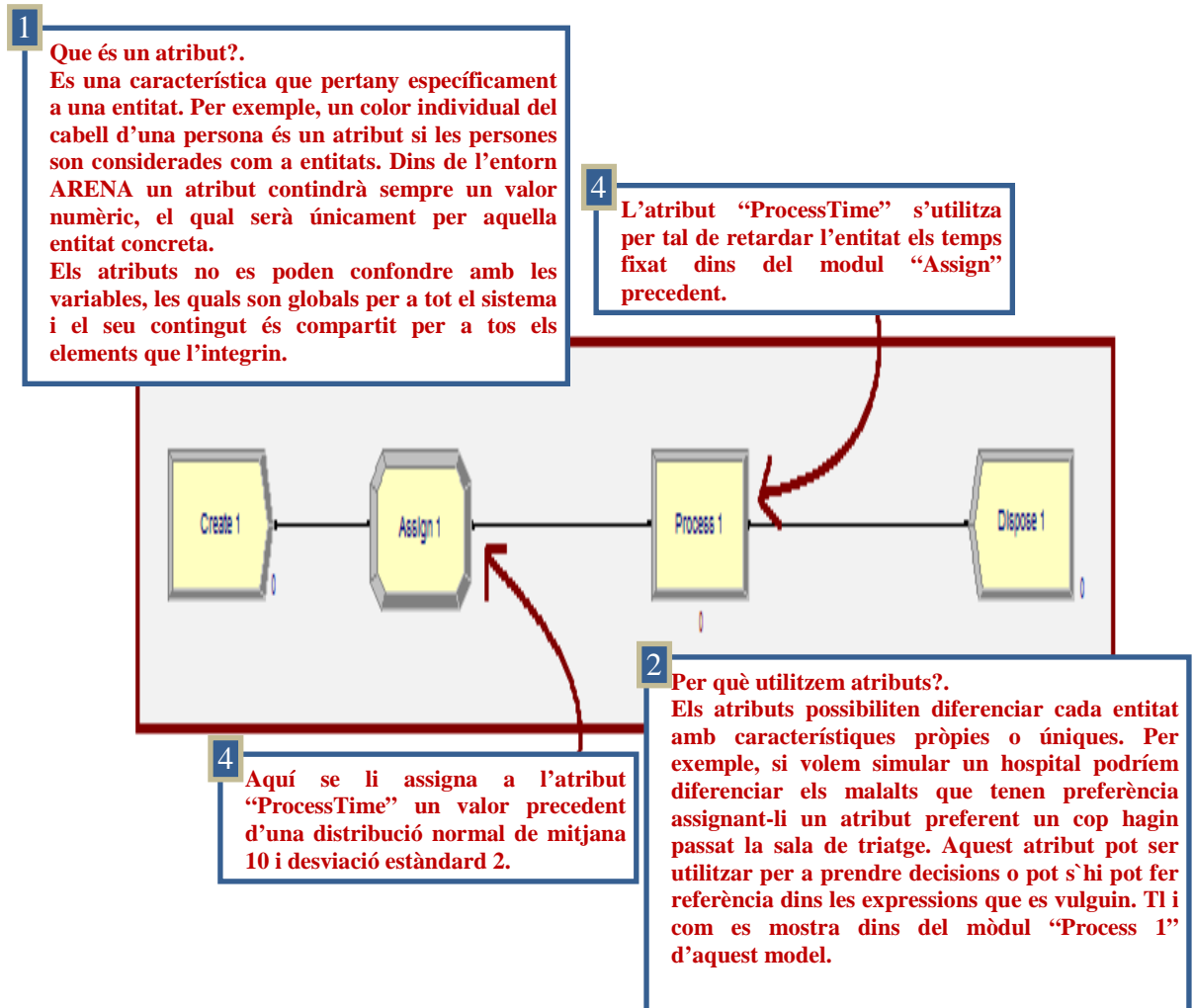
6.1.4. ATRIBUTS.

6.1.4.1. Exemple que mostra el funcionament bàsic dels atributs.

Nom del fitxer SMART : Smarts022

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts022 i experimentar amb diferents valors per a l'atribut "ProcessTime".

Experimentació avançada : Generar una altra línia d'entitats amb una altra atribut diferent assignat que s'enviïn al mateix "Process 1", assignar-li una imatge diferent i veure com aquesta és mou pel model. Per canvia la imatge associada a l'entitat nova creada fer-ho mitjançant la inserció d'un nou atribut "Entity.Picture" dins d'un nou mòdul "Assign".

6.1.4.2. Distribució d'entitats pel model en funció d'atributs.

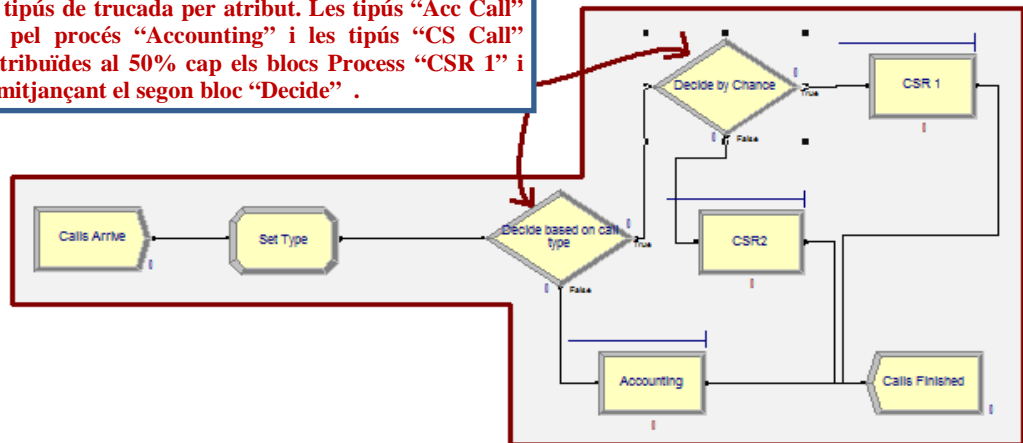
Nom del fitxer SMART : Smarts005

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 En aquest exemple els mòduls "Decide" distribuirà les entitats a través del model. La condició de decisió per al primer mòdul "Decide" avalua els atributs incorporats dins de cada entitat i el segon distribuirà els elements percentualment. el segon bloc "Decide".

2 Els atributs de les entitats han de ser assignats un cop aquestes han estat creades pel mòdul "Create" denominat "Calls Arrive" dins d'un mòdul "Assign". En aquest model s'utilitza l'expressió "disc(.5,CS Call,1,Acct Call)" per assignar dins l'atribut "Entity.Type" al 50% de les entitats que arribin el valor "CS Call" i l'altre 50% el valor "Acct Call". Posteriorment el primer bloc Decide distribuirà les entitats segons el tipús de trucada per atribut. Les tipús "Acc Call" passaran pel procés "Accounting" i les tipús "CS Call" seran distribuïdes al 50% cap els blocs Process "CSR 1" i "CSR2" mitjançant el segon bloc "Decide" .



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts005 i experimentar amb cadascun dels valors que poden agafar les entitats dins de l'atribut "Entity Type".

Experimentació avançada : Dins d'aquest model es poden incorporar variables comptador per tal de visualitzar a mode de resum el nombre d'elements que es desvien cap a cadascun dels blocs de procés.

6.1.5. CUES.

6.1.5.1. Tractament prioritari d'entitats que esperen dins d'una cua.

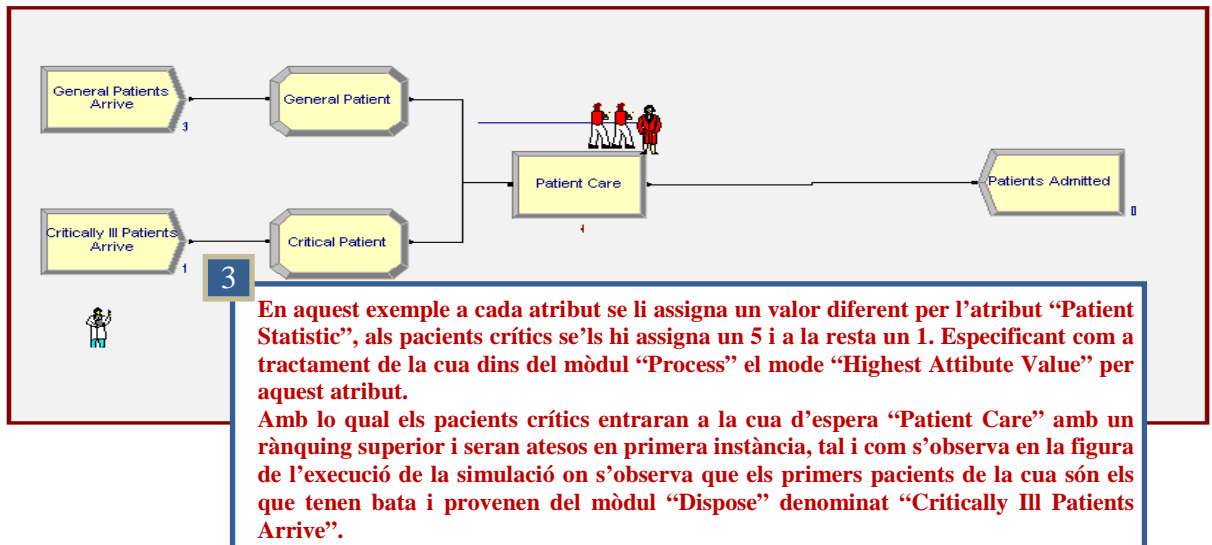
Nom del fitxer SMART : Smarts046

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Les cues es generen automàticament en els mòduls que poden retenir entitats. Per exemple, quan configurem un mòdul "Process", si l'utilitzem com a mode "Delay" no apareixerà el símbol de cua fins. Aquest apareixerà quan el configurem com a "Seize", encara que mantinguem el "Delay", moment en el qual es troba preparat per capturar recursos i les entitats entraran dins d'una cua en funció de la capacitat d'aquest per a gestionar el procés.

2 Tenim quatre possibilitats de tractament de les entitats en espera a la cua de les entitats "Process" : "First in First Out", "Last in First Out", "Highest Attribute Value" i "Lowest Attribute Value". Aquest exemple mostra com mitjançant els atributs assignats a les entitats, aquestes poden tenir prioritats dins d'una cua d'espera si l'avaluem utilitzant qualsevol dels dos últims tractaments. Si s'utilitza el "Highest Attribute Value" com a mode de tractament de la cua dins del mòdul "Process", les entitats amb un valor més alt dins l'atribut referència dins del mòdul passaran davant de la resta per a se processades en primer terme. En canvi si s'utilitza el "Lowest Attribute Value" les que tindran prioritats són aquelles amb el valor de l'atribut més baix.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts046 i experimentar la saturació de la cua durant l'execució de la simulació, on s'observa com passen davant les entitats amb més prioritats encara que s'incorporin més tard al procés "Patient Care".

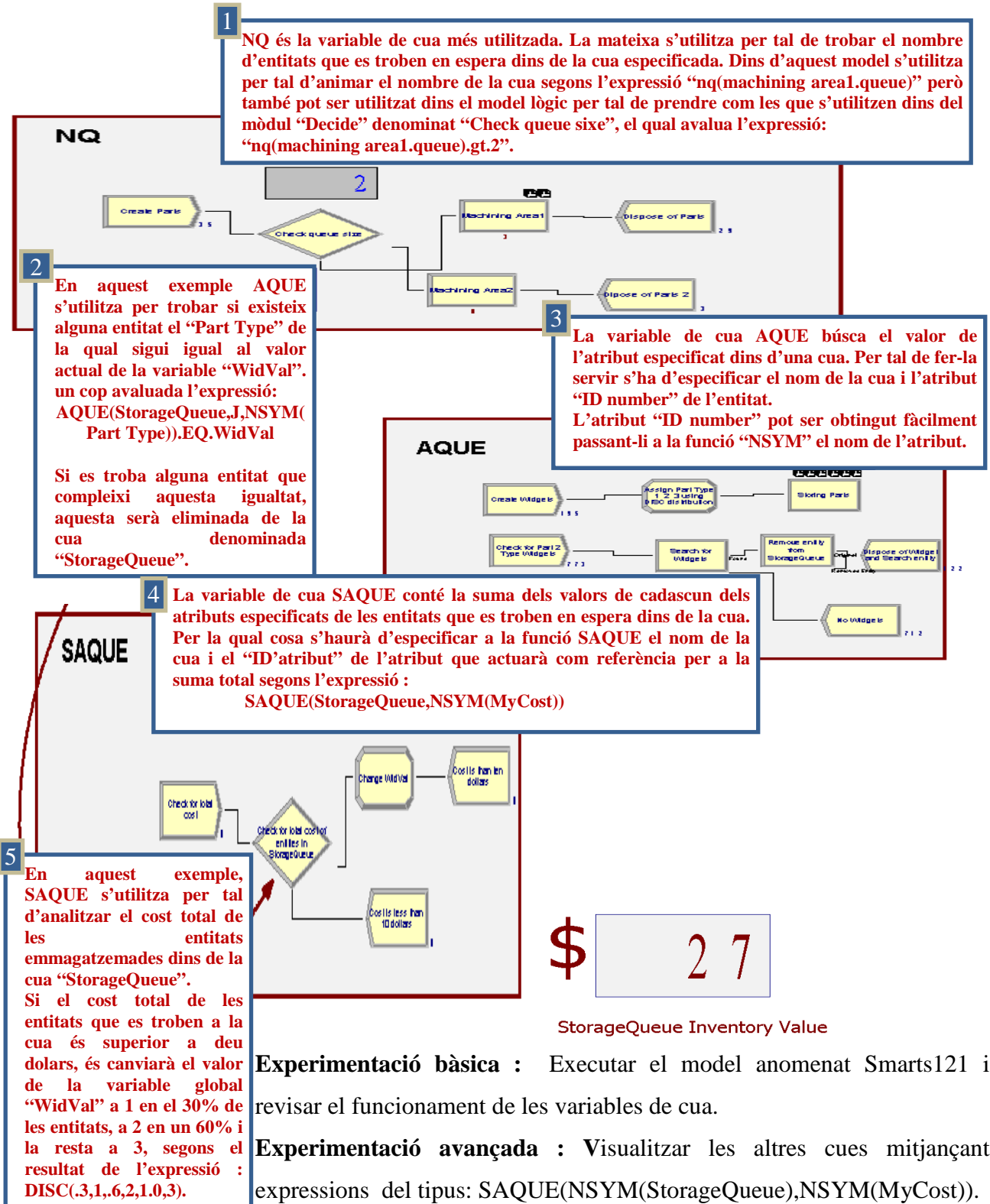
Experimentació avançada : Modificar el model fins aconseguir eliminar la saturació de la cua del procés "Patient Care" mitjançant la creació d'una agrupació "Set" de recursos "Doctor" i l'assignació capacitat variable als mateixos segons les diferents hores del dia programant el mòdul lògic "Schedule".

6.1.5.2. Anàlisi de les principals variables cua, "NQ", "AQUE" i "SAQUE".

Nom del fitxer SMART : Smarts141

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts121 i revisar el funcionament de les variables de cua.

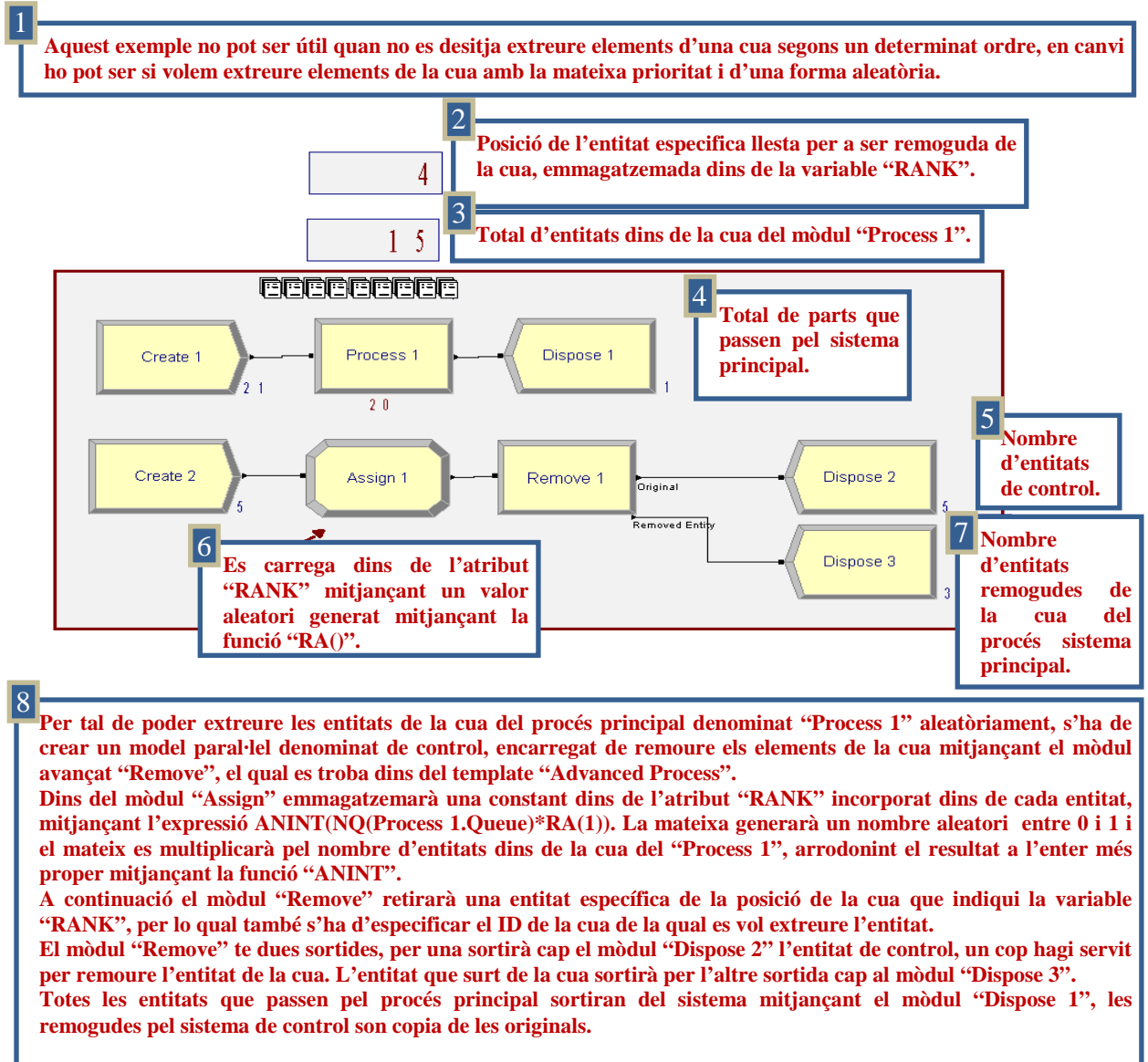
Experimentació avançada : Visualitzar les altres cues mitjançant expressions del tipus: SAQUE(NSYM(StorageQueue),NSYM(MyCost)).

6.1.5.3. Remoure entitats d'una cua aleatòriament.

Nom del fitxer SMART : Smarts154

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts154 i experimentar el funcionament del procés de control.

Experimentació avançada : Dins d'aquest model es poden assignar d'altres figures per a cada entitat per tal de veure gràficament el moviment de les entitats a través del sistema.

6.2. PRACTIQUES AMB CONCEPTES AVANÇATS.

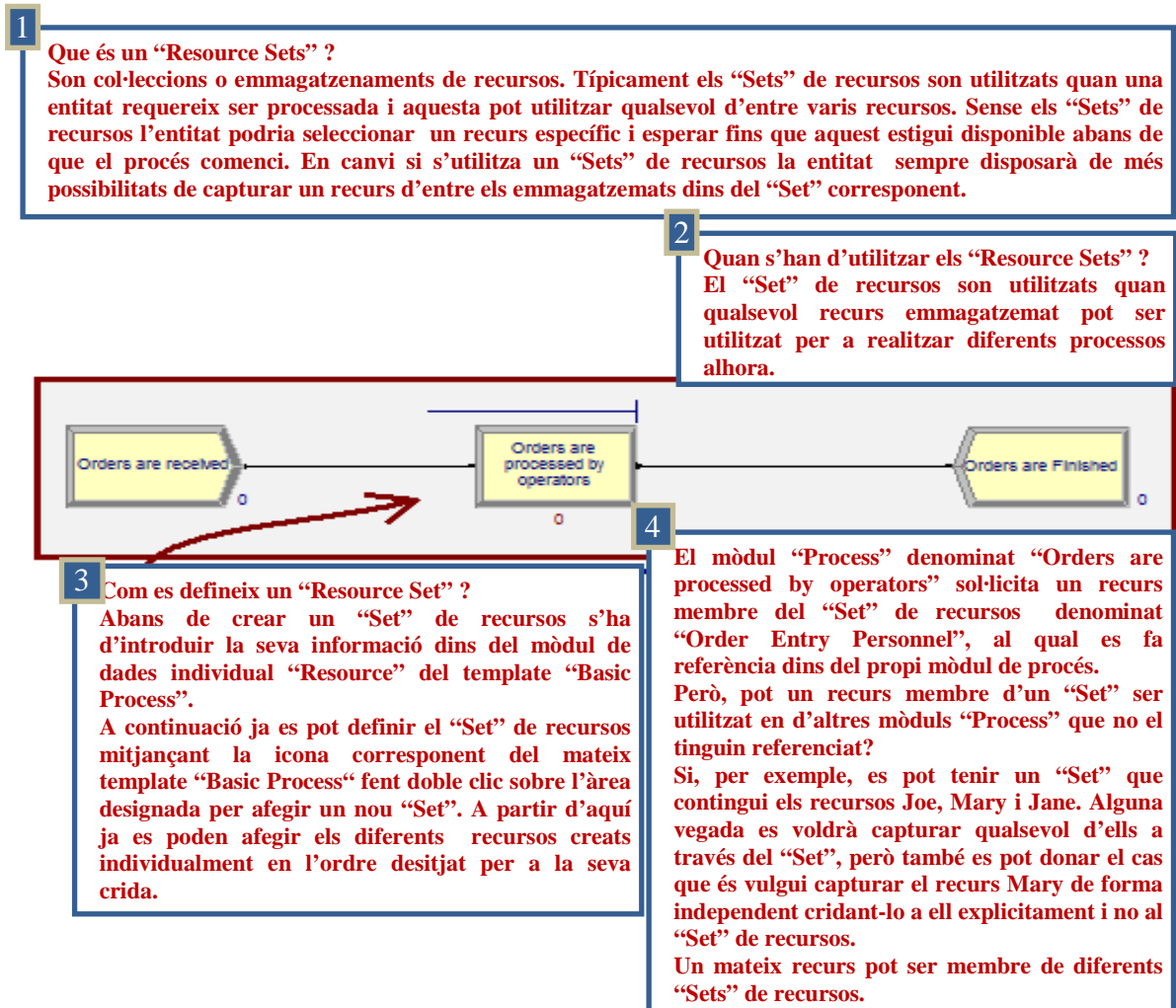
6.2.1. CONJUNTS/AGRUPAMENTS (Sets).

6.2.1.1. Creació de “Sets” de recursos múltiples.

Nom del fitxer SMART : Smarts021

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts021 i experimentar amb el “Set” de recursos creat per a veure com accedeix a cadascun dels recursos cíclicament, al igual que el procés modelitzat dins del fitxer Smarts115.

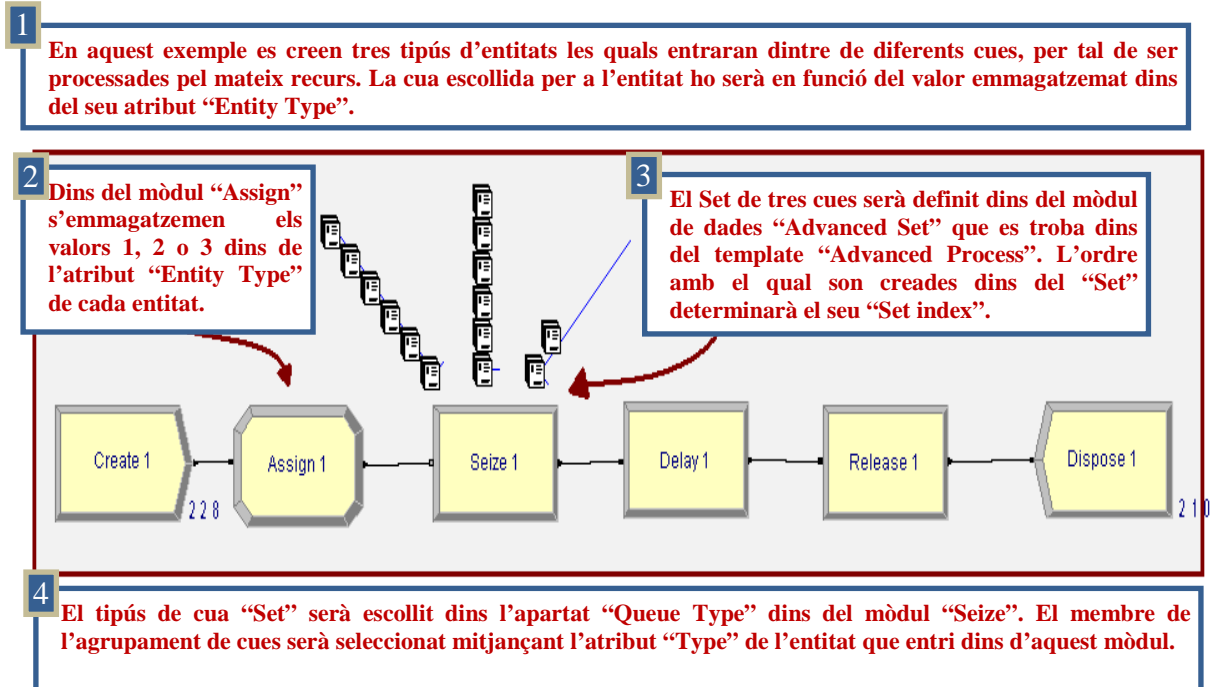
Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de reduir els temps d'espera dins de la cua, afegint capacitats diferents mitjançant el mòdul “Schedule” per als cinc recursos disponibles: Mary, Joe, Jane, Pete i Sam.

6.2.1.2. Creació de “Sets” de cues múltiples.

Nom del fitxer SMART : Smarts157

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts157 i experimentar amb el “Set” de cues accedint dins del mòdul de dades “Advanced Set” i comprovar com cada entitat selecciona una cua en funció de l’atribut “Entity Type”.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de reduir els temps d’espera dins de cadascuna de les cues i comprovar els resultats dins de l’informe que es crea un cop finalitza la simulació, segons la figura següent.

Queue					
Time					
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value	
Queue 1	16.8607	(Insufficient)	0.00	45.0590	
Queue 2	16.5408	(Insufficient)	0.00	42.6663	
Queue 3	16.0167	(Insufficient)	0.00	43.3110	
Other					
Number Waiting	Group #3 Name (Cadena)	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Queue 1		2.6905	(Insufficient)	0.00	10.0000
Queue 2		2.7829	(Insufficient)	0.00	10.0000
Queue 3		2.5579	(Insufficient)	0.00	8.0000

6.2.2. SUBMODELS.

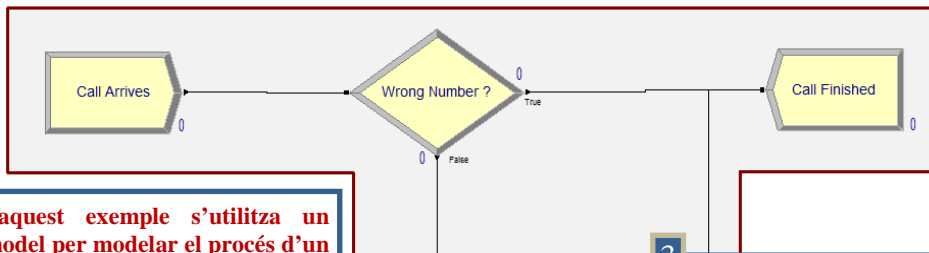
6.2.2.1. Creació de submodels.

Nom del fitxer SMART : Smarts008

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Els submodels permeten netejar la visió global del model i milloren l'organització gràfica del model, emmagatzemant en el seu interior parts més complexes. Les quals poden incorporar qualsevol objecte dins la finestra principal.
També permet dividir un model complex en parts més fàcils de seguir per separat, augmentant la interpretació global del mateix.

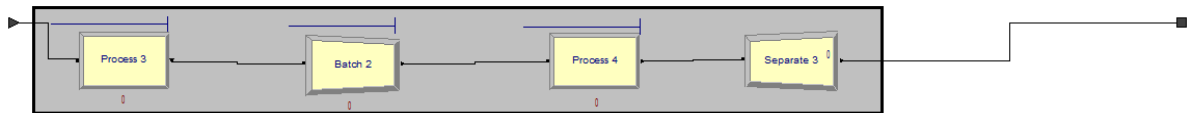


2 En aquest exemple s'utilitza un submodel per modelar el procés d'un senzill "Call Center".
Les entitats arriben al sistema, el qual determinarà si les trucades s'han enviat cap a un numero equivocat o son per a un numero correcte.
La lògica del "Call Center" és continguda dins del submodel. Els continguts del submodel es poden veure fent doble clic sobre l'objecte submodel o fent clic sobre el seu nom "Simple Call Center" sobre la barra de navegació del panell principal.

3 Per afegir un submodel fer clic sobre l'opció que s'obre a partir de l'entrada de menu principal:
Object -> Submodel -> Add Submodel
El cursor es tornarà en una creu i fer clic sobre el model per fixar el submodel.
Quan s'obre el submodel apareixerà un nou escenari buit on podem inserir elements de la mateixa manera que ho fem dins l'escenari principal.

Simple Call Center Submodel

4 Aquest és el procés que s'executarà dins del submodel. Quan una entitat entri dins del bloc submodel de l'escenari principal, aquesta segueix el connector cap a l'escenari interior on serà processat abans de sortir de nou a l'escenari principal mitjançant el connector de sortida.
Per tornar a l'escenari principal s'ha de tancar el submodel fent clic sobre l'opció "Close Submodel" que apareix quan es fa clic sobre el botó dret.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts008 i executar-lo dues vegades. Una des de l'escenari principal i l'altre obrint el submodel, per tal d'experimentar l'execució del model i verificar el comportament en amb dos casos.

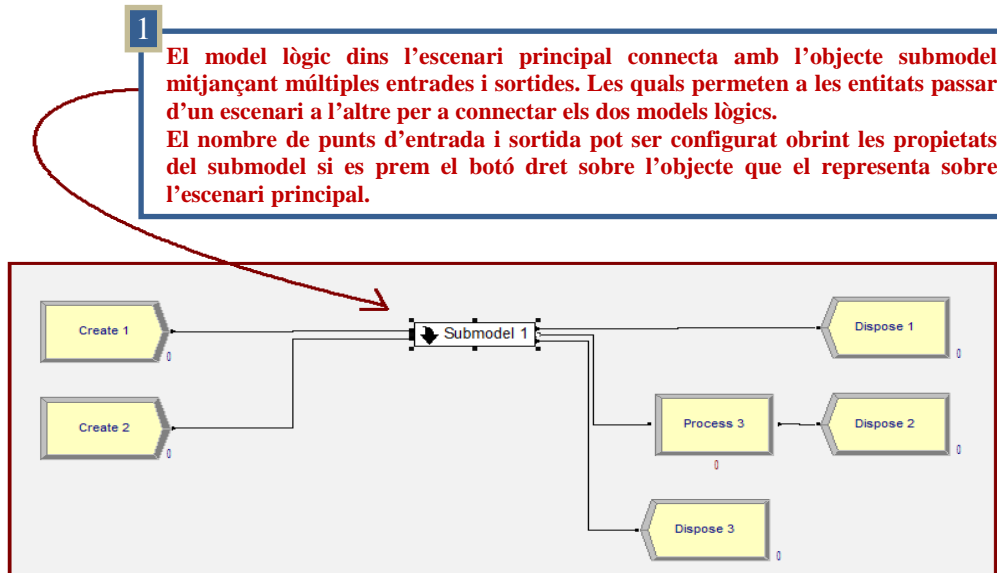
Experimentació avançada : Inserir variables gràfiques dins de l'escenari principal per tal de veure el valor de les cues dels processos que es troben dins del submodel, "Process 3", "Batch 2" i "Process 4" tal i com es mostra dins del model anomenat Smarts053.

6.2.2.2. Creació de submodels amb múltiples entrades i sortides.

Nom del fitxer SMART : Smarts013

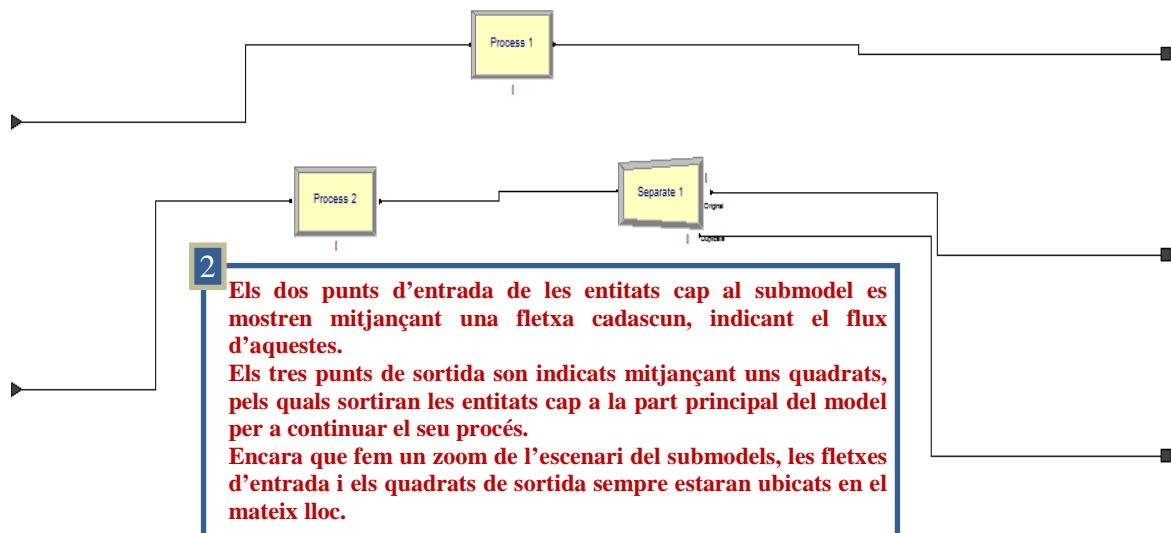
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 El model lògic dins l'escenari principal connecta amb l'objecte submodel mitjançant múltiples entrades i sortides. Les quals permeten a les entitats passar d'un escenari a l'altre per a connectar els dos models lògics. El nombre de punts d'entrada i sortida pot ser configurat obrint les propietats del submodel si es prem el botó dret sobre l'objecte que el representa sobre l'escenari principal.

Diagrama i punts de control del Submodel:



2 Els dos punts d'entrada de les entitats cap al submodel es mostren mitjançant una fletxa cadascun, indicant el flux d'aquestes. Els tres punts de sortida son indicats mitjançant uns quadrats, pels quals sortiran les entitats cap a la part principal del model per a continuar el seu procés. Encara que fem un zoom de l'escenari del submodels, les fletxes d'entrada i els quadrats de sortida sempre estaran ubicats en el mateix lloc.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts013 i experimentar amb el moviments d'entitats entre el model principal i el submodel.

Experimentació avançada : Afegir un atribut Entity.Picture quan es creen les entitats i fer un anàlisi del mòdul "Separate 1", per tal de verificar com es creen duplicats de les entitats que mantenen els mateixos atributs.

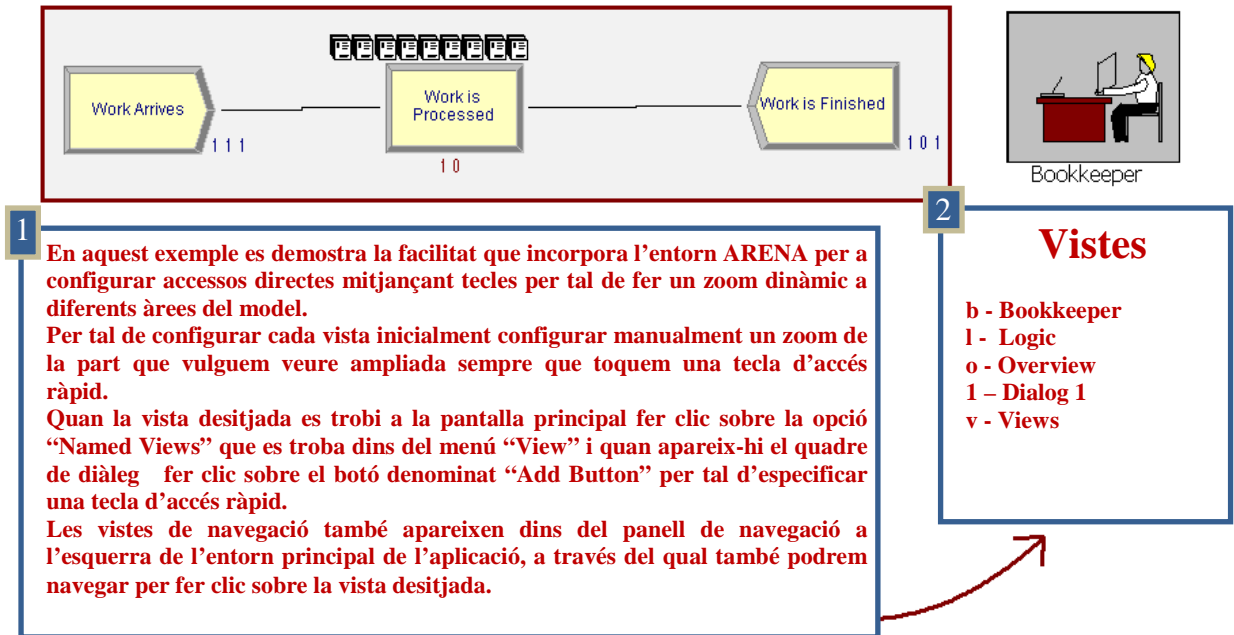
6.2.3. VISTES.

6.2.3.1. Creació de vistes per a mostrar diferents parts del model.

Nom del fitxer SMART : Smarts006

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts006 i experimentar amb les diferents vistes creades per aquest model, mitjançant la tecla abreujada o mitjançant el panell de navegació de l'entorn ARENA.

Experimentació avançada : Modificar el model creant unes noves vistes a voluntat de l'alumne.

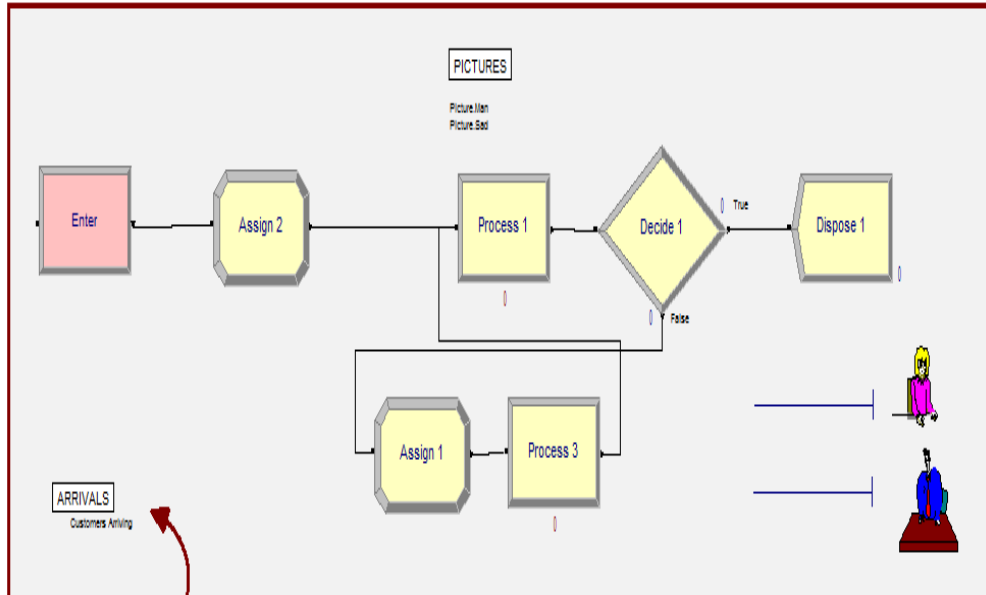
6.2.4. SETUP.

6.2.4.1. Finalització del model en funció de les entitats en procés (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts126

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 El bloc "ARRIVALS" del template avançat "Elements" s'utilitza per tal de crear entitats durant un temps màxim de 510 minuts fixat dins del seu operador intern denominat "Max Time". Les entitats que representes als clients que arriben son aleshores enviades cap el mòdul avançat "Enter", el qual es pot trobar dins del template "Advanced Transfer". A continuació mitjançant el mòdul "Assign 2", seran assignats a cada entitat els atributs "Entity Type" i "Entity Picture" per tal de definir quin serà el seu identificador tipús i el se gràfic animat associat segons les figures definides dins del mòdul "PICTURES".

2 El temps de finalització per a cada rèplica fixat normalment dins de l'apartat Run -> Setup del menú principal, es deixarà a infinit. Aleshores l'execució finalitzarà en el moment que no ho hi hagin "events" pendents per a ser processats.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts126 i experimentar amb l'arribada dels elements al nou mòdul "Enter" i com finalitza un model on s'ha configurat com a funcionament infinit dins de l'apartat Setup, el qual permet configurar tots els paràmetres d'execució de la simulació.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'introduir la visualització en temps real de les variables de cua, per tal de veure en temps real el nombre de clients en procés o "WIP" (Works in Process).

6.2.4.2. Finalització del model en funció de les entitats en procés (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts127

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

El aquest exemple afegirem comptadors. Un primer denominat "Number in Bank", per tal de representar el nombre de persones que es troben dins del banc en cada moment. El mateix serà incrementat en una unitat cada vegada que entri un nou client al vanc i es decrementarà també en una unitat cada vegada que un client surti.

Un segon comptador nomenat "End Run" s'incrementarà mitjançant el resultat de l'expressió: $TNOW > \text{Length of Day} \text{ and } \text{Number in Bank} == 0$. La mateixa serà avaluada com a 1 només quan el s'acaba el dia i no queda cap client dins del banc.

Aquest segon comptador forma part dels mòduls avançats del template "Elements" e incorpora la funció per a finalitzar la simulació un cop el seu valor arribi al límit fixat, el qual serà 1 pel cas estudiat.

2

La durada del dia es troba configurada dins de la variable global "Length of Day".

No es permet l'entrada de més clients si el temps de simulació és superior a 510 minuts o 8,5 hores dia. A partir d'aquí seran atesos els clients pendents i s'aturarà la simulació.

3

El temps de finalització "Replication Length", per a cada rèplica, fixat normalment dins de l'apartat Run -> Setup del menú principal, es deixarà a infinit.

Aleshores l'execució finalitzarà en el moment que no quedin entitats en procés, les quals representen als clients.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts126 i verificar les opcions que incorporen els nous mòduls del template avançat "Elements". Com el fet de poder parar la simulació quan un comptador arribi a zero en un model configurat com a funcionament infinit dins de l'apartat Setup, el qual permet configurar tots els paràmetres d'execució de la simulació.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de programar un ordre d'arribades de clients variable en funció de les hores del dia mitjançant el mòdul de dades "Schedule".

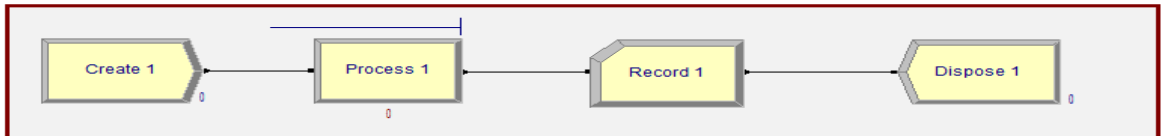
6.2.4.3. Finalització del model en funció de les entitats en procés (3).

Nom del fitxer SMART : Smarts128

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 En aquest exemple el temps de finalització "Replication Length", per a cada rèplica, fixat normalment dins de l'apartat Run -> Setup del menú principal, es deixarà a infinit. L'ordre de finalització vindrà donada quan s'acabin de processar el total d'entitats fixades dins del comptador incorporat dins del mòdul "Record 1" i finalitzin cadascuna de les 10 rèpliques programades dins del paràmetre "Number of Replications" del formulari "Setup".

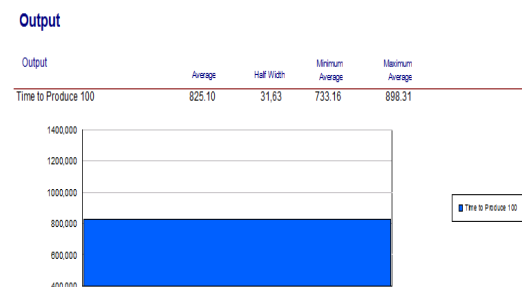
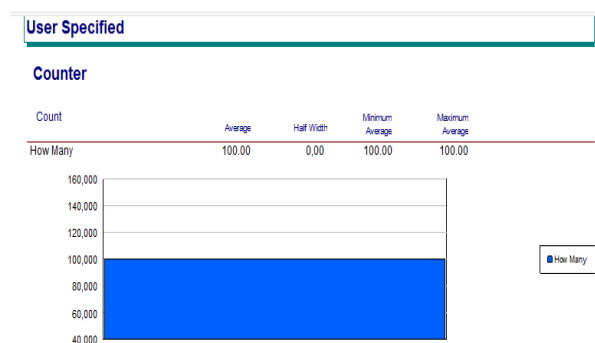


3 Dins del mòdul de dades "Statistics" del template "Advanced Process", es defineix el comptador denominat "Statistic 1" amb un límit de 100. També s'introdueix una altra estadística de sortida denominat "Time to produce 100" basat en el temps mitjà de cadascuna de les 10 rèpliques programades. El valor mig o "Average" del mateix i el que dona amb un interval de confiança del 95% especificat com a "Half Width", es poden consultar dins l'apartat "User Specified" de l'informe final. Cal dir que per tal de que ARENA faci el càlcul mitjançant un interval de confiança sempre es necessiten un mínim de rèpliques.

2 El mòdul "Record 1" defineix un comptador, el qual incrementa unitàriament el seu valor cada vegada que una entitat és processada.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts128 i experimentar amb el mòdul "Record" per tal de veure el tractament que fa mitjançant la incorporació de dos estadístics nous, un del tipus "How Many" i l'altre del tipus "Counter".

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'introduir nous estadístics i comprovar el seu resultat dins de l'apartat "User Specified" de l'informe final.



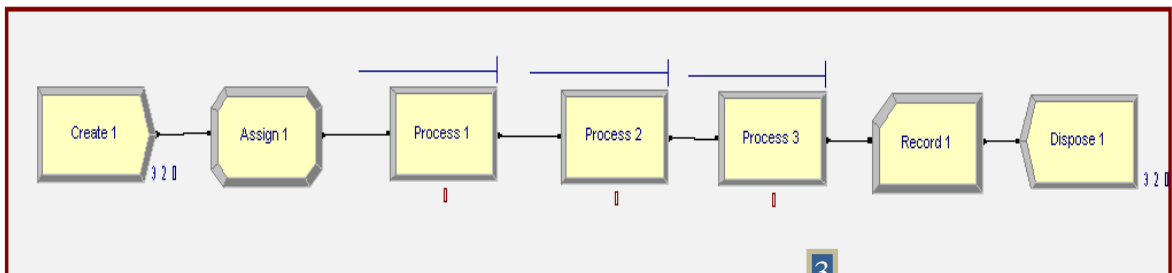
6.2.4.4. Finalització del model condicionada a una expressió.

Nom del fitxer SMART : Smarts130

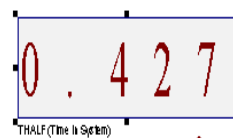
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 En aquest model quan el temps que falta per finalitzar la simulació és inferior o igual a 1.5 (tal i com s'ha especificat dins els paràmetres de finalització que es troben dins de l'apartat Run -> Setup del menú principal), l'execució de la simulació finalitzarà immediatament, lo qual tindrà lloc aproximadament al voltant del minut 1325.
Aquesta característica serà útil si es vol aturar la simulació quan un cert estadístic es troba en estat "good enough" per tal de començar un anàlisi de les dades de sortida.



2 El camp "Replication Length" del formulari "Setup" es deixarà a infinit, mentre que el camp "Terminating Contition" indicarà l'expressió "THALF(Time in System) <= 1.5".
Això provocarà que la finalització de la simulació no es faci en funció d'un temps prefixat però si que ho farà en funció d'una condició avaluada com a certa o "True".
Els valor "Time in System" serà l'estadístic utilitzat dins del mòdul "Record" per recollir el total de temps que triga cada entitat en moure's per tot el sistema. Per definició, la variable "THALF" sempre retorna amb un interval de confiança del 95% el valor de l'estadístic "Time in System", el qual sempre es genera per defecte durant qualsevol simulació.



3 El comptador de la variable "THALF" no serà fixat fins que s'hagi recollit un mínim d'observacions, doncs aquest valor es força influenciat pel següent valor i els càlculs d'aquest temps mig s'han de realitzar amb un mínim de dades amb la qual cosa fins que no es tingui una dada fiable apareixerà un nombre llarguissim per a la variable "THALF".

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts128 i fer el seguiment de l'estadístic "Time Interval", recollit per mòdul "Record".

Experimentació avançada : Quan s'afegeix un nou estadístic mitjançant el mòdul "Record", el resum d'aquest s'afegeix dins l'informe final sota un nou apartat denominat "User Specified".
Experimentar amb el mòdul "Assign" i crear nous estadístics segons les instruccions del punt 8 de l'apartat teòric 3.1 d'aquest projecte.

User Specified				
Tally				
Interval	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Time In System	5.0560	0.427094123	2.7299	16.3784

6.3. PRACTIQUES AMB DEFINICIÓ DE TEMPS.

6.3.1. CONSTANTS.

6.3.1.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics del punt 1 de l'apartat 3.6 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 5.1.5.2. Anàlisi de les principals variables cua, “NQ”, “AQUE” i “SAQUE”.
- 5.1.2.1. Capacitat dels recursos i ús de les variables de funció SIMAN.
- 5.2.4.3. Finalització del model en funció de les entitats en procés (3). On experimentarem amb les variables internes de sistema com “TNOW”.

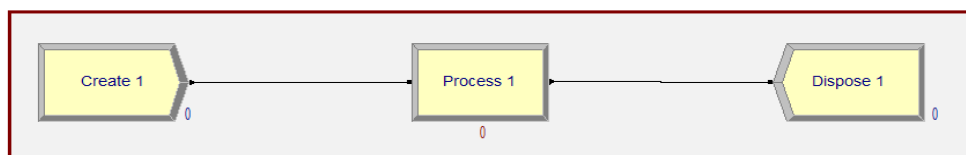
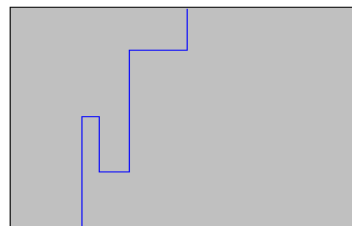
6.3.1.2. Visualització de constants mitjançant gràfics de temps.

Nom del fitxer SMART : Smarts042

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 El gràfics de temps “Plots” permeten mostrar l'històric d'una constant, una variable o una expressió sense especificar un rang de temps. Durant tot el temps de progrés de la simulació una línia gràfica es dibuixarà seguint el valor de la dada a registrar. En aquest exemple monitoritzarem el valor de les entitats dins del “Process 1” mitjançant la constant de sistema “WIP”, entrant com a valor a graficar pel mòdul gràfic “Plot” el resultat de l'expressió : “Process 1.WIP”



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts042 i experimentar amb els gràfics de temps “Plot”.

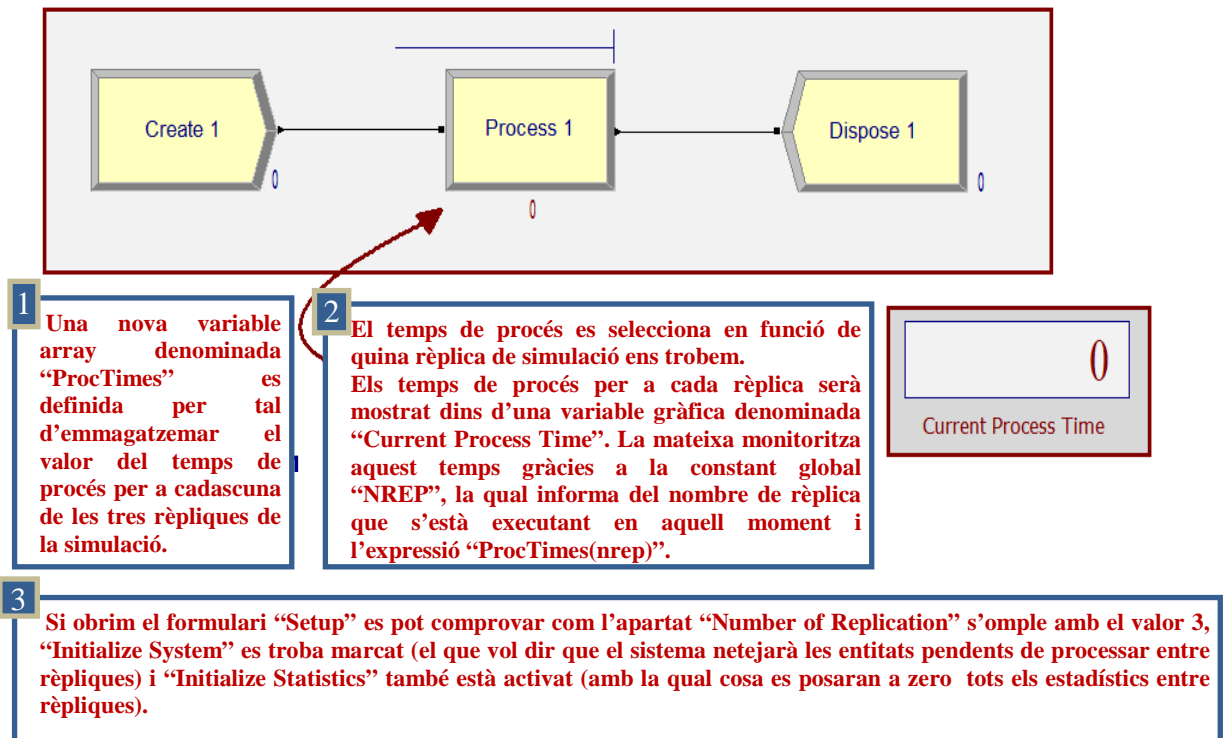
Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'introduir noves constants graficar dins d'una altra gràfic “Plot”, com pot ser la constant “TNOW” per veure el temps d'execució.

6.3.1.3. Utilització de la constant de sistema “NREPS”.

Nom del fitxer SMART : Smarts119

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts119 i experimentar amb la variació del valor que pren la variable "Current Process Time".

Experimentació avançada : Modificar els paràmetres del formulari "Setup" per tal de desactivar el paràmetre "Initialize Statistics" i veure l'efecte del mateix dins els estadístics mostrats en l'informe final que es genera un cop han finalitzat les tres rèpliques de la simulació.

6.3.2. DISTRIBUCIONS ESTADÍSTIQUES.

6.3.2.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar el coneixement teòrics del punt 2 de l'apartat 3.6 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 5.1.4.1. Exemple que mostra el funcionament bàsic dels atributs. On s'executarà el fitxer SMART : Smarts022 i s'experimentarà l'ús de les distribucions quan se li assigna a l'atribut "ProcessTime" un valor precedent d'una distribució normal de mitjana 10 i desviació estàndard 2.

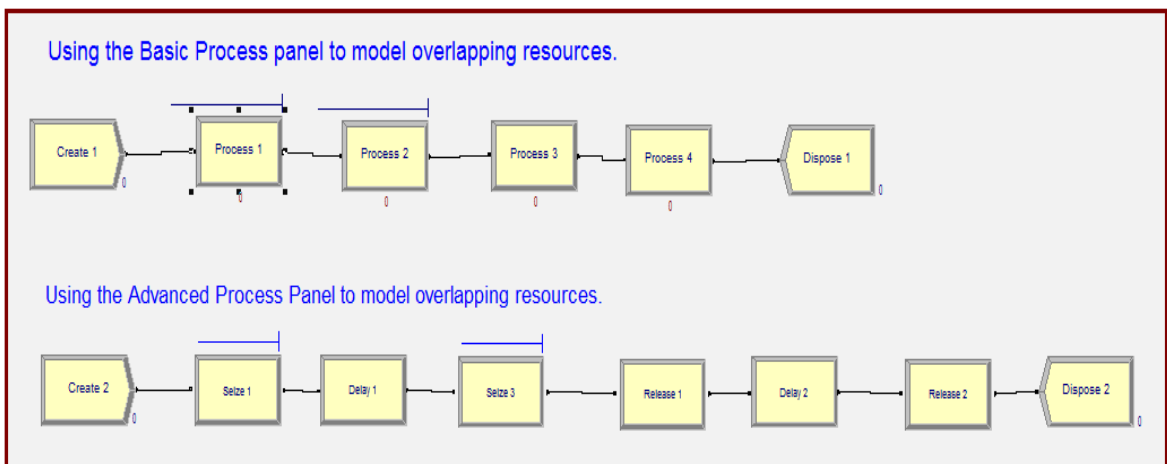
6.3.2.2. Control dels colls d'ampolla d'un procés.

Nom del fitxer SMART : Smarts125

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Quan en trobem que no tenim espai d'emmagatzemament entre màquines necessitem controlar les unitats que esperen a ser processades davant del recurs més lent, denominat coll d'ampolla. Aquest exemple controlarà els stocks intermitjos d'entitats per tal de no saturar el procés i cada mòdul anterior retindrà les entitats fins que el mòdul següent no estigui disponible.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts125 i experimentar amb les dues formes de realitzar el mateix procés, una mitjançant mòduls del template "Basic Process" i l'altre amb mòduls del template "Advanced Process".

Experimentació avançada : Fer un llistat de totes les distribucions estadístiques utilitzades en aquest procés. Estudar cada distribució i comparar els seus paràmetres amb el que indica el significat del llistat de cadascun d'ells que apareix dins la secció 3.6.2.

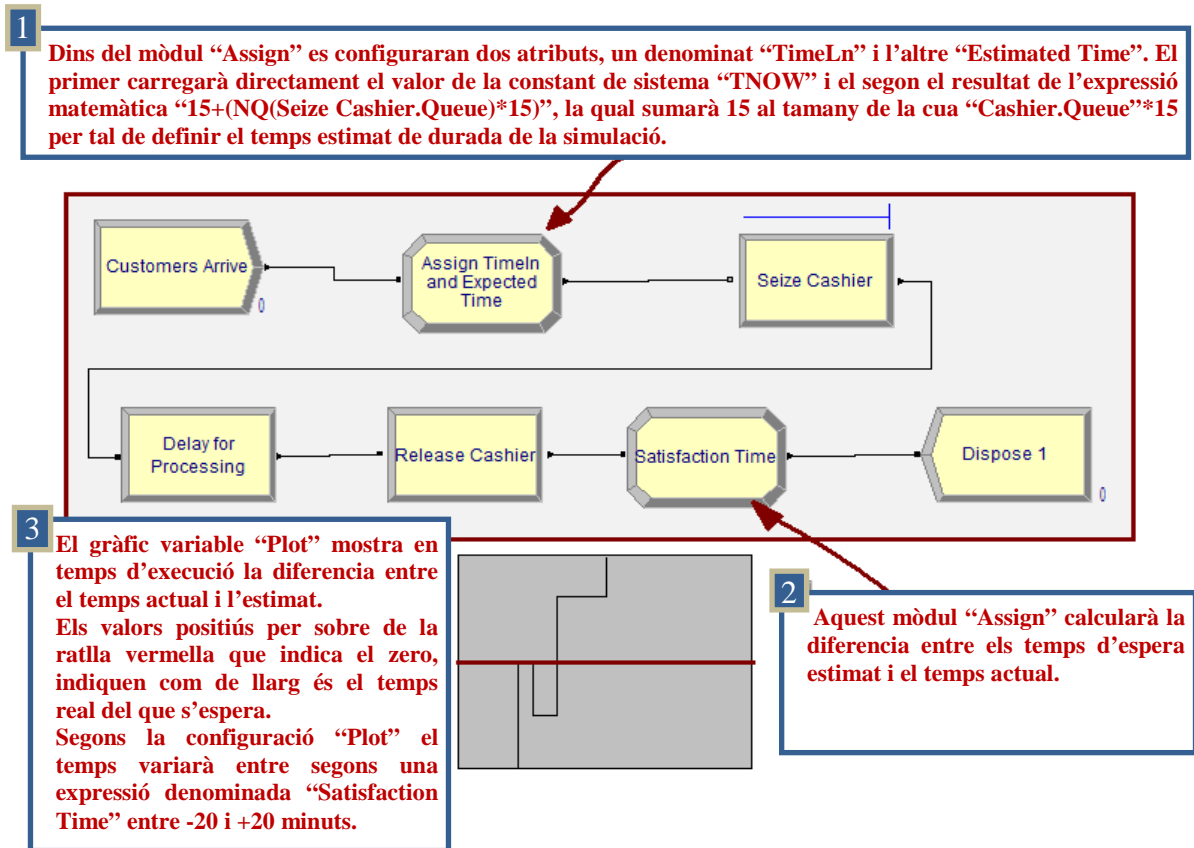
6.3.3. EXPRESSIONS MATEMÀTIQUES.

6.3.3.1. Visualització del temps actual de simulació i l'estimat.

Nom del fitxer SMART : Smarts094

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts094 i experimentar com s'assignen els valors als atributs els mòduls "Assign" i la visualització de les variables mitjançant el mòdul gràfic "Plot".

Experimentació avançada : Experimentar el càlcul d'expressions mitjançant l'obertura de l'editor "Expression Builder" i seguir el tema teòric de seu funcionament (Apartat 3.6.4) per tal de modificar les expressions d'aquest model amb l'objectiu d'agafar agilitat amb l'ús d'aquesta important eina.

6.3.3.2. Exemple de temps de procés variable mitjançant expressions tipus “Array”.

Nom del fitxer SMART : Smarts183

Nivell de dificultat : Mitjà

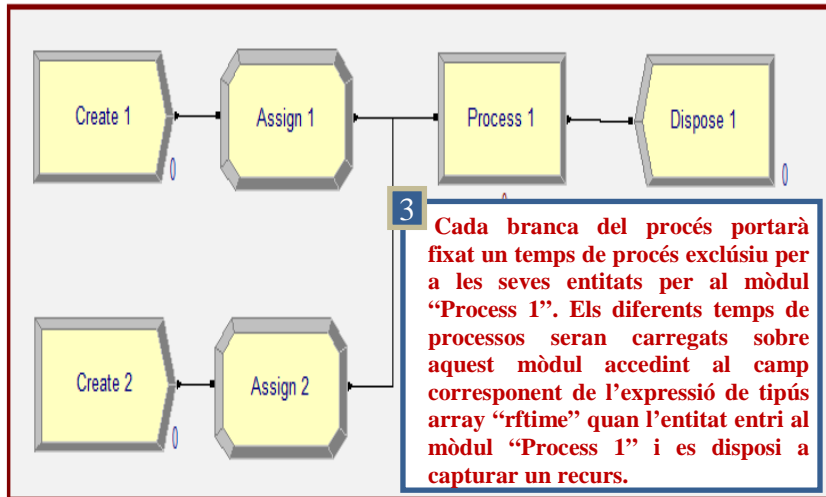
Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 En aquest exemple s'utilitzen dos mòduls “Create” per tal de generar entitats cap al sistema, a les quals se'ls hi assignen dos atributs, “Model” i “Type”.
 Les que entren dins del model 1 seran 90% “Type A” i 10% “Type B”.
 Les que entren dins del model 2 seran 70% “Type A” i 30% “Type B”.

2 El temps de procés ve definit per l'expressió “rftime(model,type) i el mòdul de dades ”Expression” del template “Advanced Process” emmagatzema el temps per a cada procés.

	Model 1	Model 2
Type A	Expo(14)	Expo(16)
Type B	Expo(12)	Expo(10)

Model 1 arrivals
 90% are type A
 10% are type B



3 Cada branca del procés portarà fixat un temps de procés exclusiu per a les seves entitats per al mòdul “Process 1”. Els diferents temps de processos seran carregats sobre aquest mòdul accedint al camp corresponent de l'expressió de tipus array “rftime” quan l'entitat entri al mòdul “Process 1” i es disposi a capturar un recurs.

Model 2 arrivals
 70% are type A
 30% are type B

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts183 i experimentar en com assignen els temps de procés per a cada variable segons el seu model i tipus.

Experimentació avançada : Experimentar el càlcul d'expressions mitjançant l'obertura de l'editor “Expression Builder” i seguir el tema teòric de seu funcionament (Apartat 3.6.4) per tal de modificar les expressions d'aquest model amb l'objectiu d'agafar agilitat amb l'ús d'aquesta important eina.

6.4. PRACTIQUES AMB ELS MÒDULS BÀSICS DEL SISTEMA ARENA.

6.4.1. MÒDULS LÒGICS.

6.4.1.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 3.7 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 5.1.1.1. Diferències entre Entity Type i Entity Attributes. Aquesta executa el fitxer Smarts025 i permet experimentar amb els mòduls lògics CREATE, ASSIGN, PROCESS, DECIDE i DISPOSE.
- 5.2.4.2. Finalització del model en funció de les entitats en procés (2). Aquesta executa el fitxer Smarts127 i permet experimentar amb els mòduls lògics anteriors més el mòdul per a crear estadístics d'usuari RECORD.

6.4.1.2. Pràctica amb els mòduls BATCH i SEPARATE.

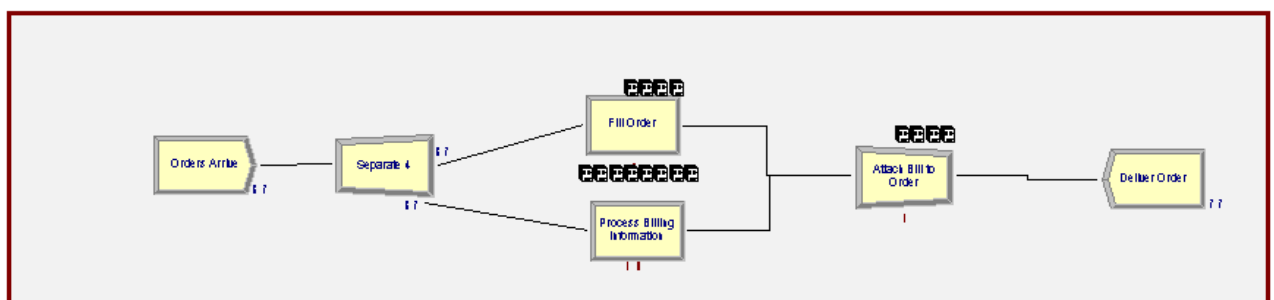
Nom del fitxer SMART : Smarts045

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

En el moment de la seva creació ARENA assigna automàticament un atribut denominat "Entity.SerialNumber" de valor únic per a cada entitat. El mateix pot ser utilitzat per tal de sincronitzar dues entitats que discorren en paral·lel pel model i han estat prèviament dividides per un mòdul "Split" però conserven el mateix atribut "Entity.SerialNumber". En el següent exemple es gestiona una mateixa ordre per dos processos diferents i per tal de fer això possible la mateixa s'ha de duplicar. Un procés realitzarà la facturació de la comanda mentre l'altre s'encarregarà de preparar-la. Donat que l'albarà i la comanda preparada han de sortir junts, es necessari tornar a juntar mitjançant el mòdul "Batch" prenen com a element associatiu el valor de l'atribut "Entity.SerialNumber" per a ser expedides cap el client.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts045 i experimentar amb la separació i posterior reagrupament de les entitats que conformen una comanda.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'introduir comptadors d'entitats per tal de verificar que les mateixes es divideixen i reagrupen correctament.

6.4.1.3. Exemple d'un procés real amb BATCH i SEPARATE.

Nom del fitxer SMART : Smarts050

Nivell de dificultat : Mitjà

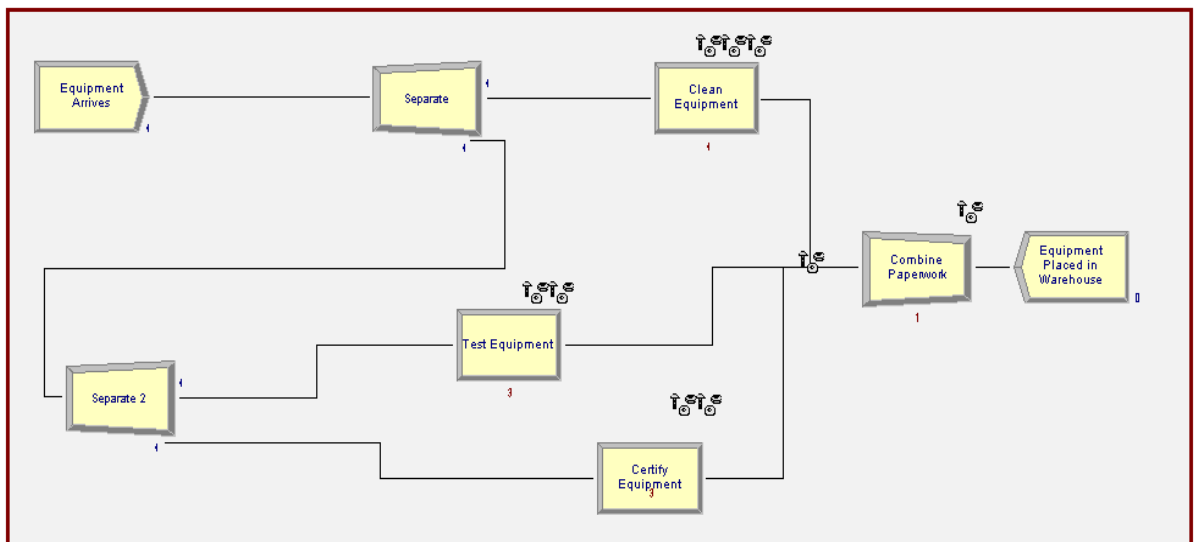
Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

Les peces arriben al magatzem d'entrada i automàticament se'ls hi assigna un número de sèrie a cadascuna d'elles. Cada peça és netejada, verificada i certificada fins que finalment se'ls hi adjunta un full amb la certificació i son emmagatzemades dins del magatzem.

A continuació s'exposen els passos que segueix aquest model:

- 1.- El mòdul "Create" per simular l'arribada de les peces a mode d'entitats. L'atribut Entity.SerialNumber s'assigna automàticament.
- 2.- La neteja, el verificat i certificat és realitza simultàniament a càrrec de tres processos en paral·lel per 3 operaris diferents. Les entitats que representen les peces son separades per tal de modelitzar simultàniament els tres processos amb la mateixa entitat d'entrada.
- 3.- Cada procés s'executa per separat dins del seu propi mòdul "Process"
- 4.- Quan el procés de cada entitat ha finalitzat, el mòdul "Batch" agrupa les tres entitats amb el mateix número de sèrie.
- 5.- Finalment les peces certificades son emmagatzemades dins el magatzem.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts050 i experimentar amb la separació i posterior reagrupament de les entitats que conformen les peces netejades, verificades i certificades.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'afegir un mòdul MATCH per a sincronitzar les entitats abans de tornar a ser associades dins del mòdul BATCH. Aquest tractament es pot veure dins del model anomenat Smarts050, obrir-lo i comparar la solució amb la que s'hagi experimentat.

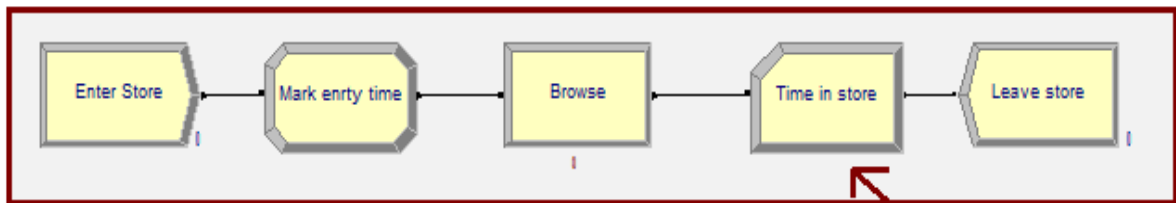
6.4.1.4. Exemple d'ús d'estadístics amb el mòdul RECORD.

Nom del fitxer SMART : Smarts055

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Moltes estadístiques son recol·lectades automàticament per ARENA i es poden veure dins de l'informe que s'activa quan ha finalitzat la simulació. El mòdul "Record" permet recol·lectar estadístics addicionals programats per l'usuari. Diferents tipus d'estadístiques es troben disponibles per a ser observats, incloent el temps entre sortides d'un mòdul determinat, estadístics d'entitat com el cycle o el cost, observacions generals i els temps entre intervals entre qualsevol període prefixat i el temps actual de simulació.

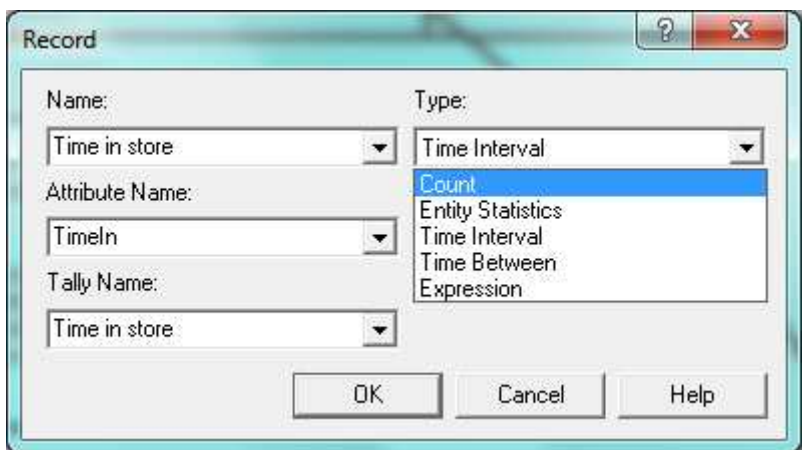


2 En aquest exemple cada vegada que una entitat arriba al mòdul "Record", un estadístic de tipus "interval" denominat "TimeIn" és recol·lectat cap a la base de dades que guarda els resultats finals de la simulació. Dins d'una altra estadístic denominat "Time in store" es recol·lecta la diferència entre el temps de simulació actual emmagatzemat dins de la variable de sistema "TNOW" i el valor del "TimeIn" per cada entitat. Això és molt pràctic per tenir sempre la informació del que triga una entitat d'anar d'un punt a l'altre del model. Les estadístiques recol·lectades pel mòdul "Record" poden ser consultades dins l'apartat "User Specified" de l'informe final i son identificades mitjançant el nom del mòdul "Record", "Time in store" per aquest exemple.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts055 i experimentar amb la generació de l'estadístic "Time in Store".

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'introduir nous estadístics, experimentant amb els cinc tipus diferents que es poden crear amb un mòdul "Record":

- Count.
- Entity Statistics.
- Time Interval
- Time Between
- Expression



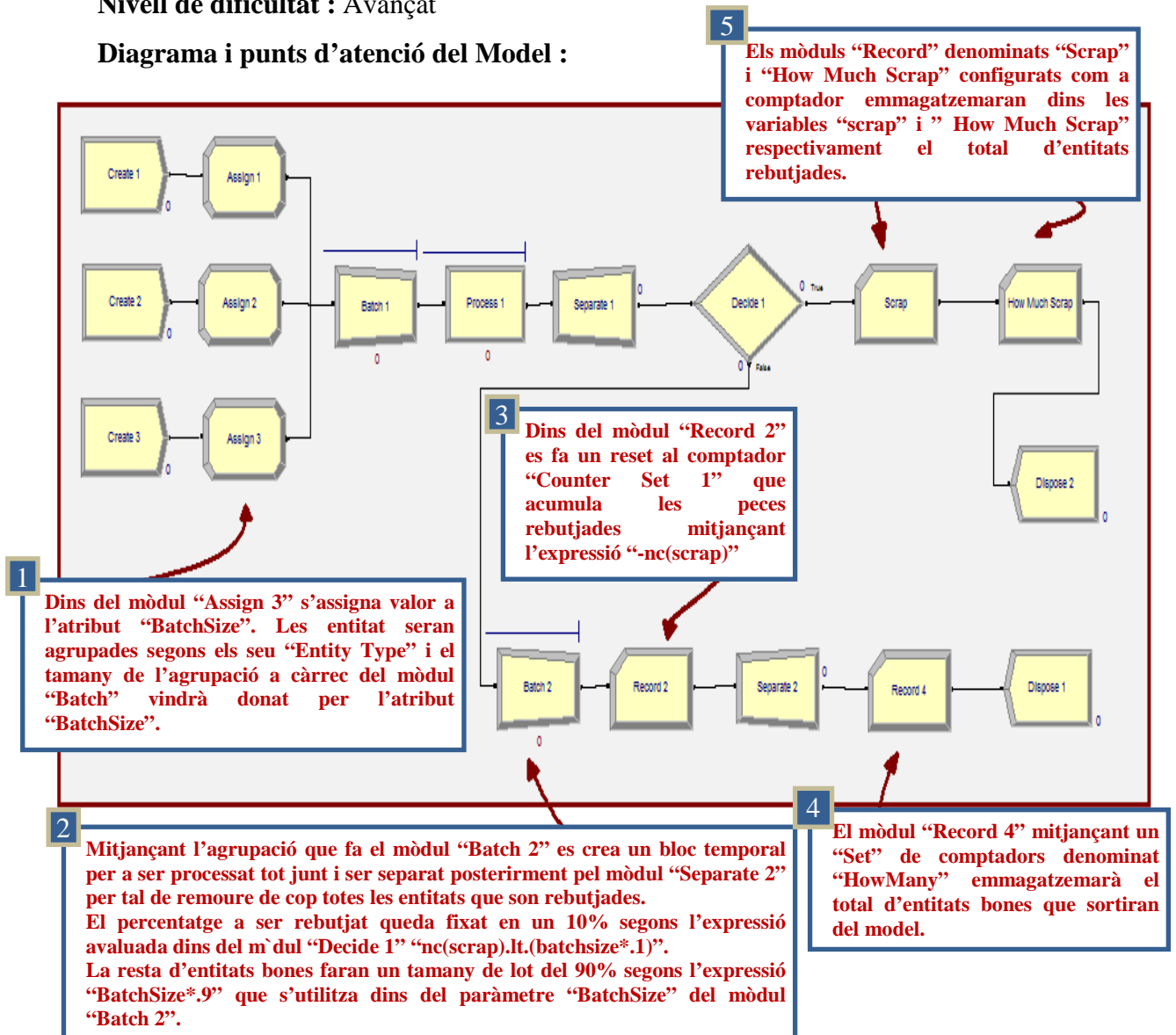
Verificar el seu resultat dins de l'apartat "User Specified" de l'informe final.

6.4.1.5. Ús combinat dels mòduls BATCH i RECORD.

Nom del fitxer SMART : Smarts092

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



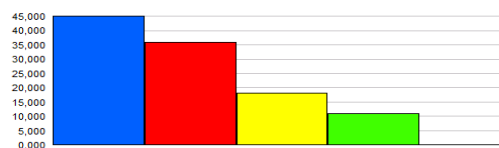
Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts092 i experimentar amb la generació del estadístics d'usuari: "Counter Set 1", "HowMany", "Scrap" i "How Much Scrap".

Experimentació avançada : Experimentant amb les dades que surten de l'informe final respecte als estadístics d'usuari mostrats dins l'apartat "User Specified".

User Specified

Counter

Count	Value
Counter 1	45.0000
Counter 2	36.0000
Counter 3	18.0000
How Much Scrap	11.0000
scrap	0.00



6.4.1.6. Ús del mòdul DECIDE amb múltiples sortides.

Nom del fitxer SMART : Smarts136

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :

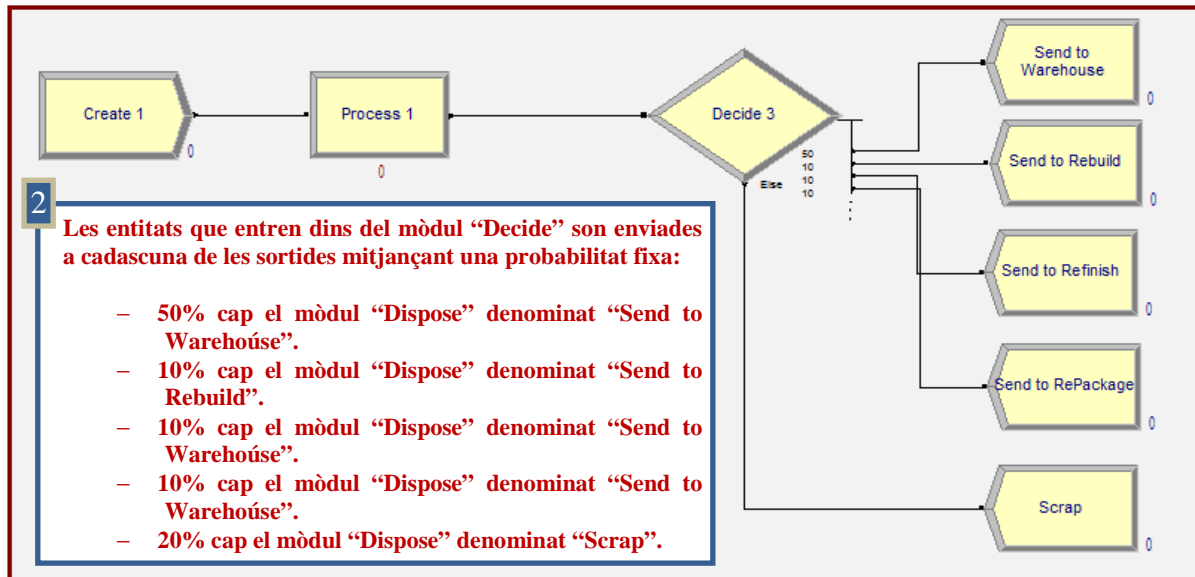
1

Les entitats són processades pel mòdul "Process 1" i la representació de la qualitat del procés ve representada per un modul "Decide" amb n sortides. Aquesta combinació de mòduls és agafada degut a que volem donar servei a 5 línies de sortida a partir del mòdul de procés.

2

Les entitats que entren dins del mòdul "Decide" són enviades a cadascuna de les sortides mitjançant una probabilitat fixa:

- 50% cap el mòdul "Dispose" denominat "Send to Warehouse".
- 10% cap el mòdul "Dispose" denominat "Send to Rebuild".
- 10% cap el mòdul "Dispose" denominat "Send to Warehouse".
- 10% cap el mòdul "Dispose" denominat "Send to Warehouse".
- 20% cap el mòdul "Dispose" denominat "Scrap".



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts136 i experimentar amb el moviment d'entitats a través del model.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'introduir una taula resum que mostri en temps reals les unitats que s'envien a cada sortida.

6.4.2. MÒDULS DE DADES.

6.4.2.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 3.7 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

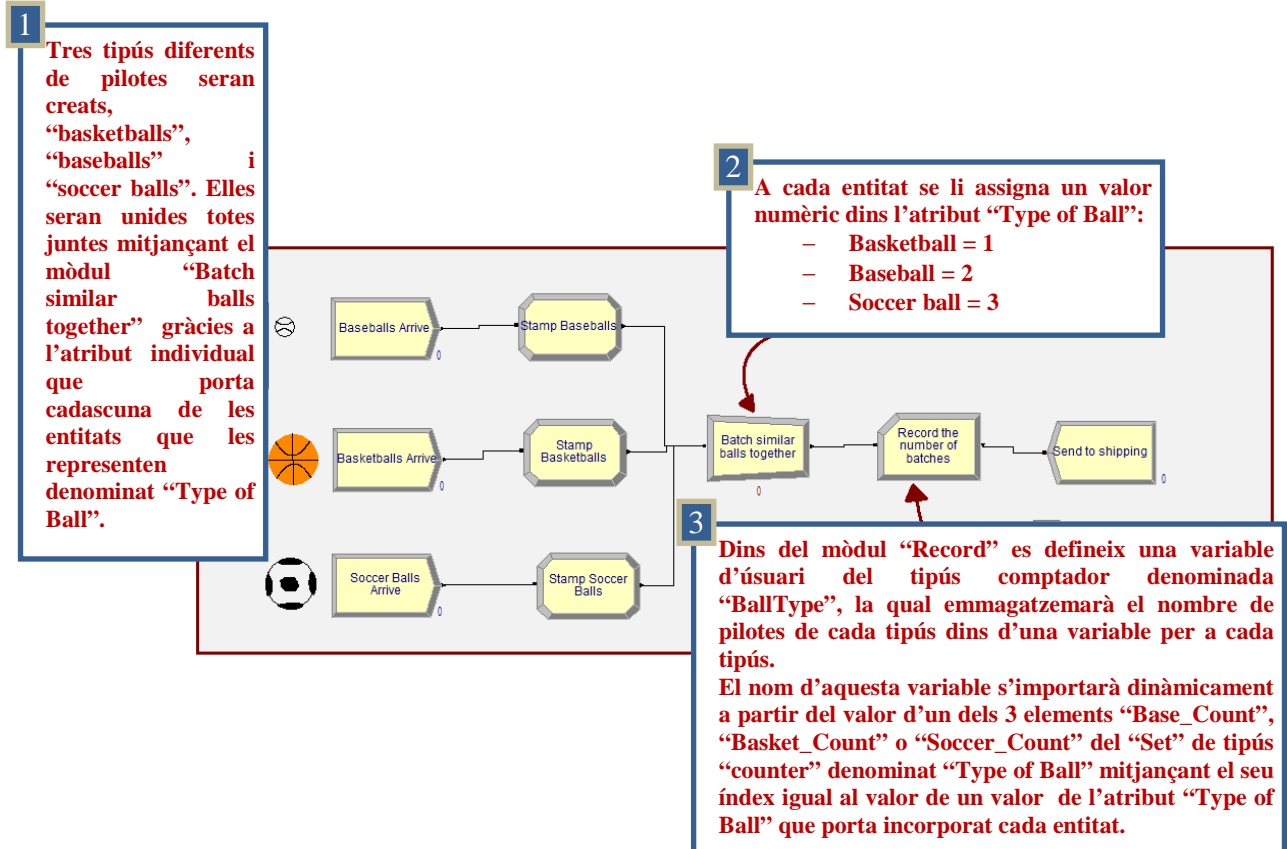
- 5.2.1.1. Creació de “Sets” de recursos múltiples. El mateix carrega el fitxer Smarts021 i permet treballar els mòduls de dades : ENTITY, QUEUE, RESOURCE i SET.
- 5.1.3.2. Array múltiple per emmagatzema l'eficiència de 4 treballadors. Treballa amb el fitxer Smarts117 i ajuda a entre el funcionament del bloc de dades : VARIABLE .
- 5.1.2.3. Assignació planificada per a la Capacitat d'un recurs. Treballa amb el fitxer Smarts027 i mostra un exemple molt complet de com treballar amb el mòdul de dades : SCHEDULE.

6.4.2.2. Pràctica amb el mòdul de dades SET.

Nom del fitxer SMART : Smarts057

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts057 i experimentar amb l'agrupació de les entitats que representen cadascuna de les pilotes i com se'ls hi assigna valor a l'atribut "Type of Ball" per cada tipus d'entitat i surten agrupades del mòdul "Batch".

Experimentació avançada : Fer un seguiment exhaustiu de com tracta el mòdul "Record" l'assignació de la variable on s'emmagatzemaran el nombre de pilotes processades de cada tipus des del "Set" de comptadors denominat "Type of Ball".

6.5. PRACTIQUES AMB ELS MÒDULS AVANÇATS DEL SISTEMA ARENA.

6.5.1. MÒDULS LÒGICS.

6.5.1.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 3.8 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

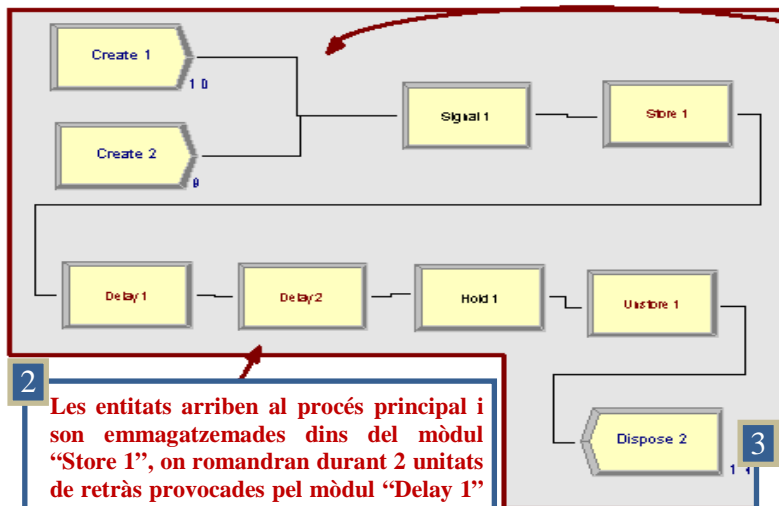
- 6.1.2.8. Agrupació de recursos (Sets). Aquesta executa el fitxer Smarts122 i permet experimentar amb els mòduls lògics SEIZE, DELAY i RELEASE.
- 6.1.5.3. Remoure entitats d'una cua aleatòriament. Aquesta executa el fitxer Smarts154 i permet experimentar amb el mòdul lògic REMOVE.
- 6.1.3.3. Exemple avançat del canvi de valor de variables en temps d'execució. Aquesta executa el fitxer Smarts193 i permet experimentar amb els mòduls lògics STORE, UNSTORE i ADJUST VARIABLE.
- 6.1.3.4. Simulació d'un braç robotitzat mitjançant variables ajustables. Aquesta executa el fitxer Smarts154 i permet experimentar amb el mòdul lògic ADJUST VARIABLE.

6.5.1.2. Pràctica amb els mòduls lògics SIGNAL, HOLD i el de dades STORAGE.

Nom del fitxer SMART : Smarts076

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 Les entitats son generades cada 10 unitats de temps i un valor dins de l'atribut "Entity Type" ("Type 1" i "Type 2"). Quan una entitat és creada i entra dins del bloc "Signal 1", enviarà una senyal cap al mòdul "Hold 1" per tal d'alliberar una entitat del mateix "Entity Type" que es troba retinguda dins la cua d'aquest mòdul. procés principal per a capturar el mateix tipús de recurs de l'àrea de "Hold 1" per a ser tret del magatzem i a continuació disposada.

2 Les entitats arriben al procés principal i son emmagatzemades dins del mòdul "Store 1", on romandran durant 2 unitats de retràs provocades pel mòdul "Delay 1" i a continuació esperaran una senyal del mateix "Entity Type" dins la cua "Storage 1".
Cal dir que l'entitat de control continua avançant per tots els mòduls i és la que entra al mòdul "Hold 1" per a comunicar la senyal a aquest mòdul i extreure l'entitat de la cua quan entri al mòdul "Unstore 1".

3 La cua "Storage 1" es troba animada a la part superior. Cal dir que per crear-la s'ha de generar una entrada dins del mòdul de dades "Storage" del template "Advanced Process" amb el mateix nom de la cua que es vol crear.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts076 i experimentar amb l'entrada d'entitats a la cua "Storage 1" i la seva posterior sortida, mitjançant l'entrada d'una entitat de control dins dels mòduls "Signal", "Store", "Hold" i "Unstore".

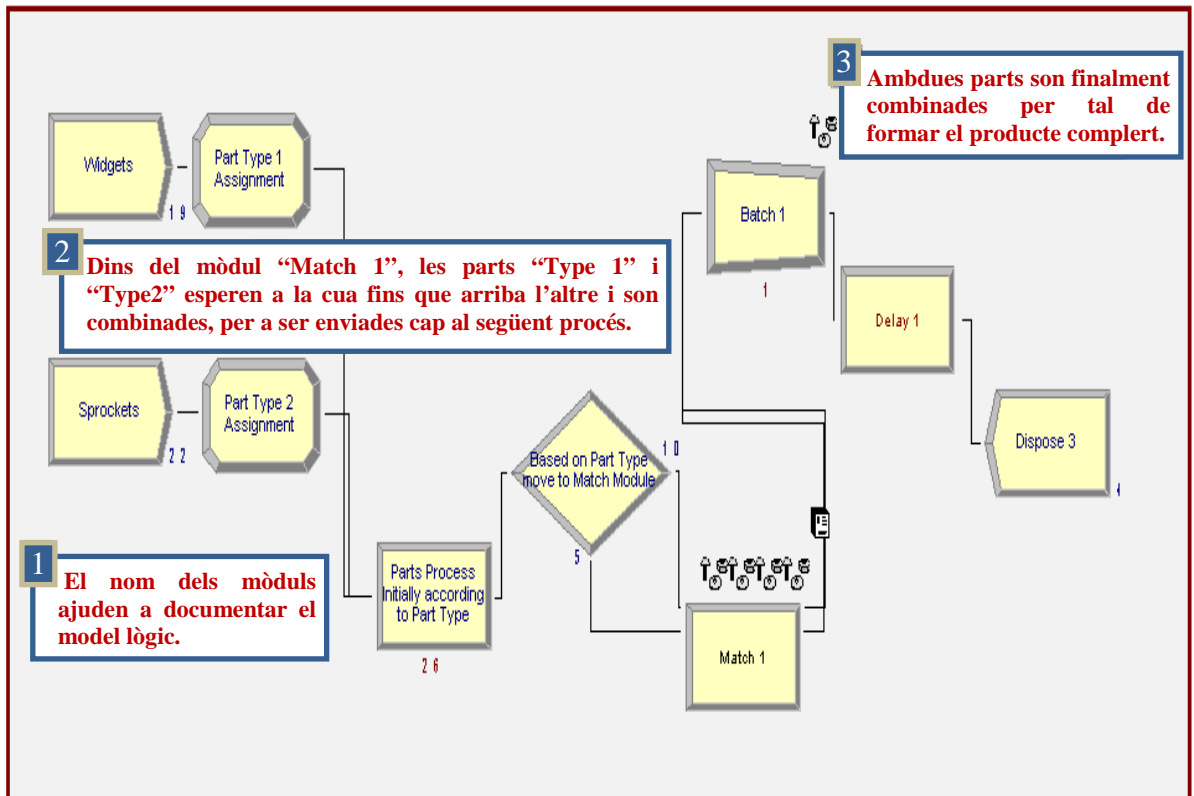
Experimentació avançada : Modificar el model introduint variables gràfiques per tal de portar el control numèric dels elements que entren dins dels mòduls que intervenen per a la creació de la lògica d'entrada i sortida d'entitats de la cua "Storage 1".

6.5.1.3. Pràctica amb el mòdul lògic MATCH.

Nom del fitxer SMART : Smarts170

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts170 i experimentar la lògica del mòdul “Decide”, el qual enviarà per un camí les entitats de “Type 1” i per l’altre les de “Type2” entrant cadascuna dins de les dues entrades del mòdul “Match 1”.

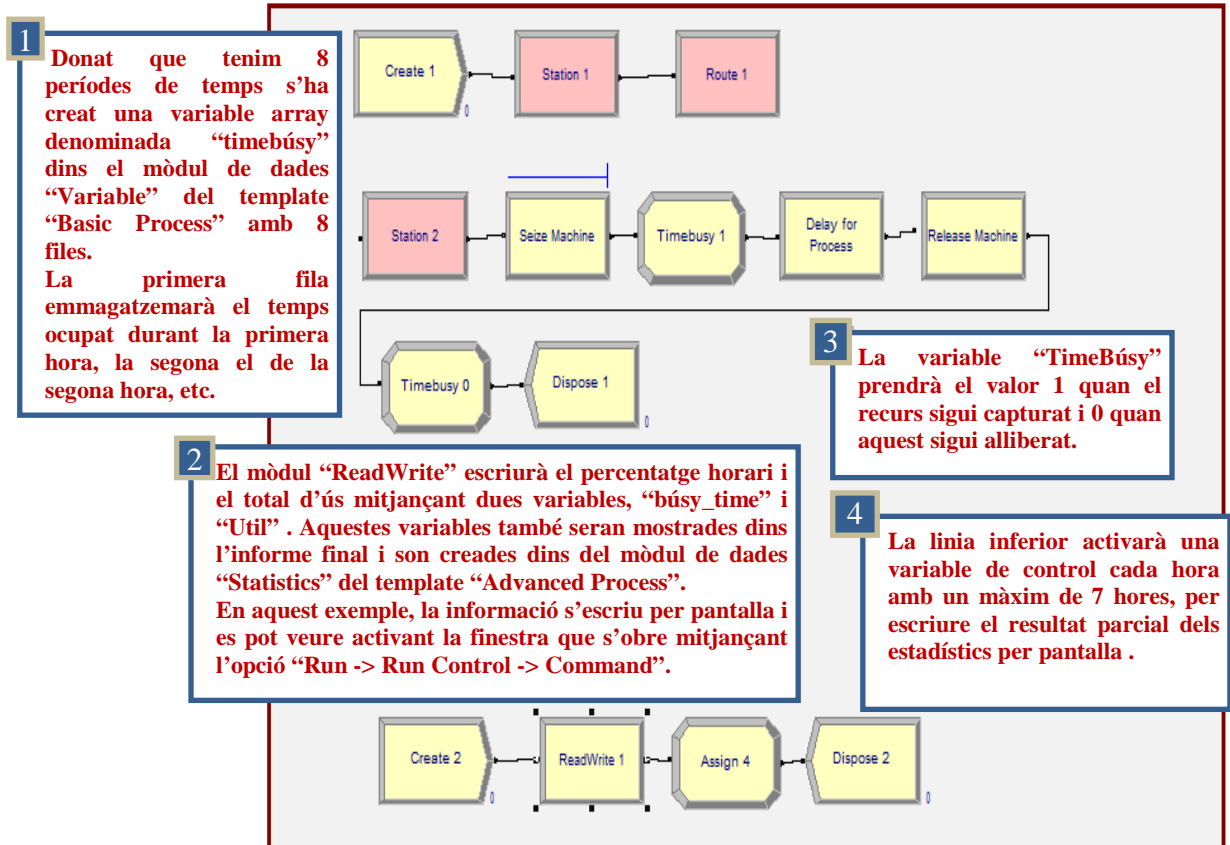
Experimentació avançada : Les entitats passen per diferents cues fins que son finalment unides, modificar el model introduint variables gràfiques per tal de portar el control numèric dels elements que entren dins de cada cua.

6.5.1.4. Pràctica amb el mòdul READWRITE per escriure per pantalla.

Nom del fitxer SMART : Smarts178

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts170 i experimentar la lògica del procés que genera l'entitat de control i escriu per pantalla el valor instantani de les variables "Busy_time" i "Util".

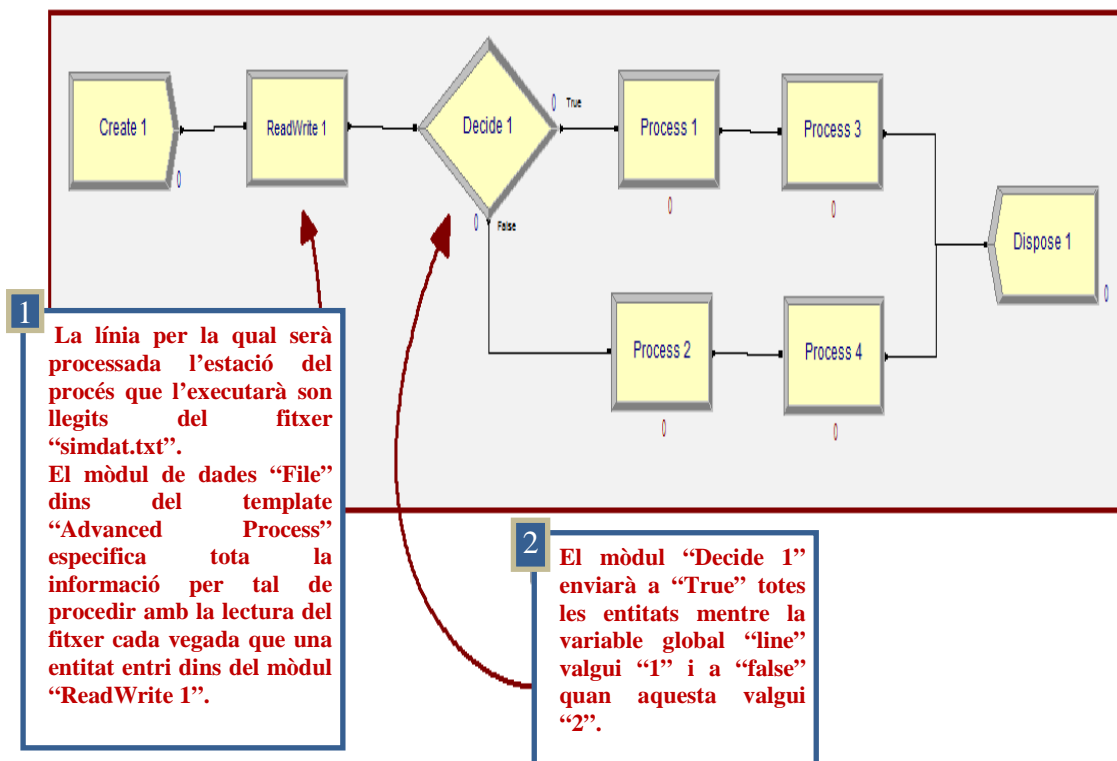
Experimentació avançada : El procés principal utilitza mòduls avançats del template "Advanced Transfer", "Station" i "Route". Llegir l'apartat 4.5.5.1 per tal de començar a prendre contacte amb els transports d'entitats pel model.

6.5.1.5. Pràctica amb el mòdul READWRITE per a llegir fitxers de text (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts162

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts162 i experimentar la lògica que llegeix el fitxer i carrega les variables de control.

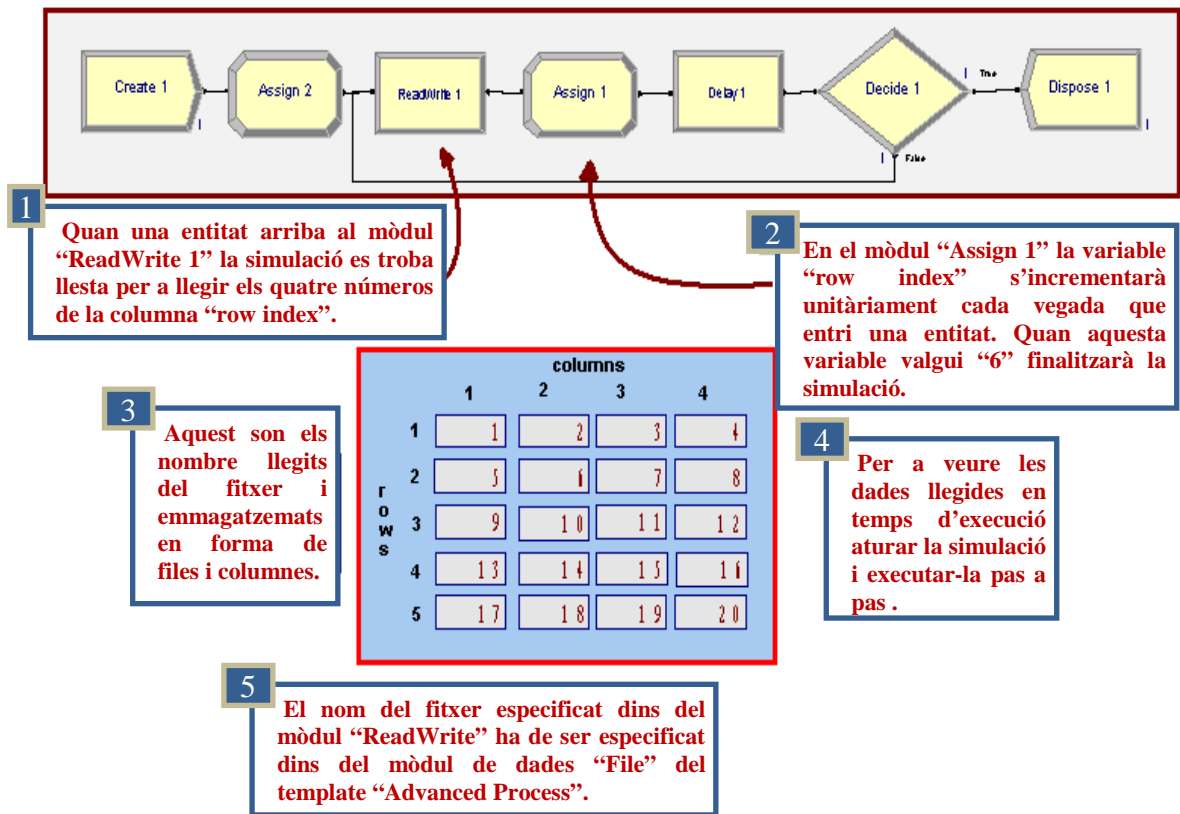
Experimentació avançada : Obrir el fitxer de lectura "simdat.txt", modificar el seu contingut i la lògica del model, de manera que ara el s'activi la línia cap al bloc "Process 1" amb un valor de 3 dins de la variable "Line".

6.5.1.6. Pràctica amb el mòdul READWRITE per a llegir fitxers de text (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts164

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts164 mitjançant la funció "Step" pressionant F10 a cops per tal de veure com es va omplint la taula gràfica de files i columnes que contindrà els valors que es llegeixen del fitxer de text "rows.txt".

Experimentació avançada : Obrir el fitxer de lectura "rows.txt", modificar el seu contingut i estudiar la lògica del model per a veure com s'encarrega d'omplir la matriu gràfica en forma de files i columnes de d'un fitxer de text seqüencial on les dades son llegides de forma continua.

File - Advanced Process							
	Name	Access Type	Operating System File Name	Structure	End of File Action	Initialize Option	Comment Character
1	ROWS	Sequential File	rows.txt	Free Format	Dispose	Hold	No

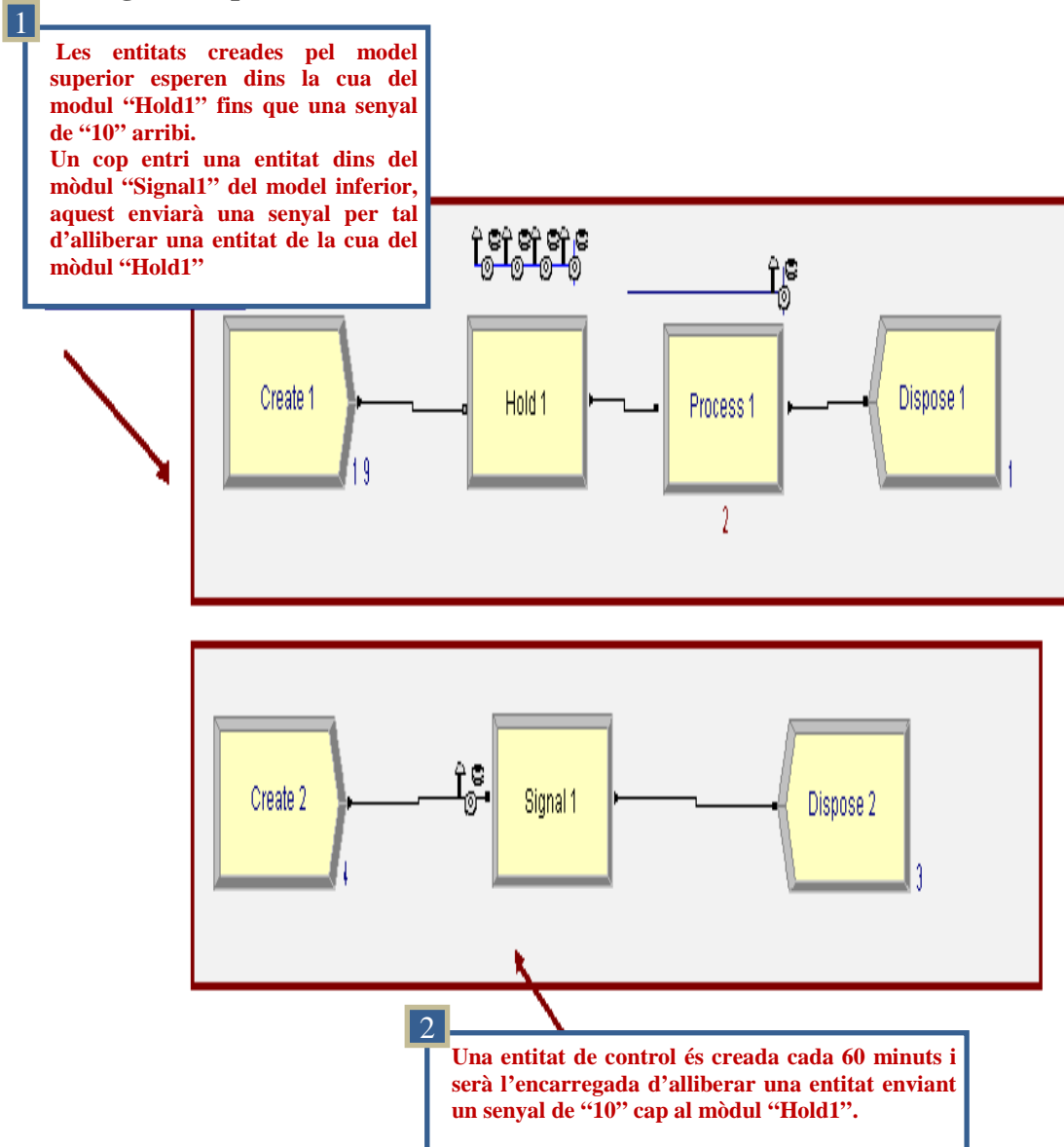
Double-click here to add a new row.

6.5.1.7. Pràctica amb els mòduls HOLD i SIGNAL.

Nom del fitxer SMART : Smarts063

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts063 mitjançant la funció "Step" per tal de veure el moviment de les entitat pel sistema.

Experimentació avançada : Canviar la senyal que rep el mòdul "Hold1" per tal d'alliberar una entitat de la seva cua.

6.5.2. MÒDULS DE DADES.

6.5.2.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 3.8 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

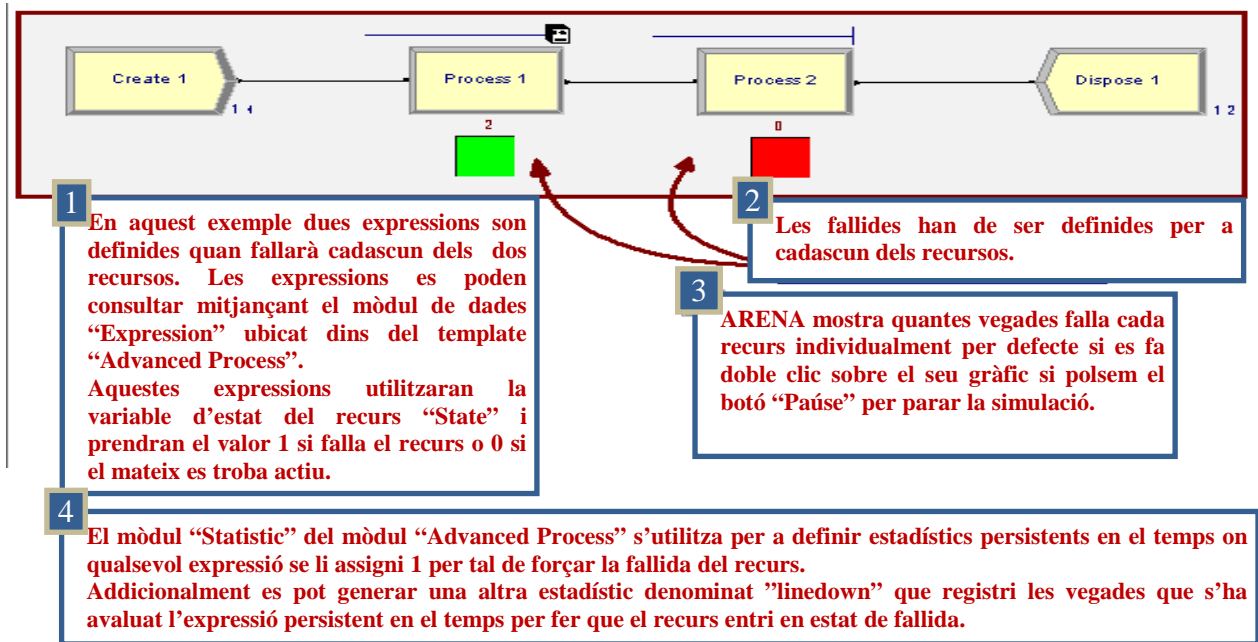
- 6.1.3.3. Exemple avançat del canvi de valor de variables en temps d'execució. Aquesta pràctica executa el fitxer Smarts193 i permet experimentar amb el mòdul de dades STORAGE.
- 6.2.1.2. Creació de "Sets" de cues múltiples. Aquesta executa el fitxer Smarts157 i permet experimentar amb el mòdul de dades ADVANCED SET.
- 6.3.3.2. Exemple de temps de procés variable mitjançant expressions tipus "Array". Aquesta executa el fitxer Smarts183 i permet experimentar amb el mòdul de dades EXPRESSION.
- 6.2.4.3. Finalització del model en funció de les entitats en procés (3). Aquesta executa el fitxer Smarts128 i permet experimentar amb el mòdul de dades STATISTIC.

6.5.2.2. Pràctica amb els mòduls FAILURE, EXPRESSION i STATISTIC.

Nom del fitxer SMART : Smarts123

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts123 i experimentar amb els estats del recurs.

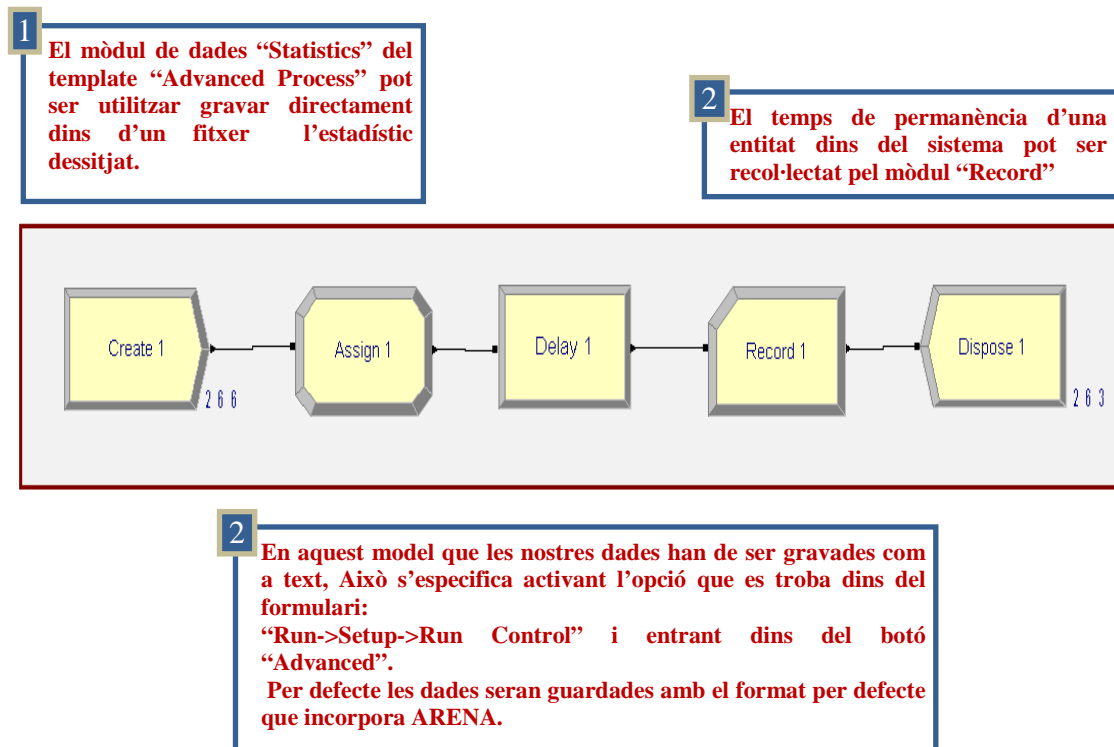
Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de mostrar el nombre de fallides mitjançant una variable gràfica "Plot" i la durada d'aquestes mitjançant una variable gràfica.

6.5.2.3. Escriure estadístics dins d'un fitxer de text.

Nom del fitxer SMART : Smarts163

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts163 i experimentar amb les opcions que ofereix el mòdul de dades "Statistics".

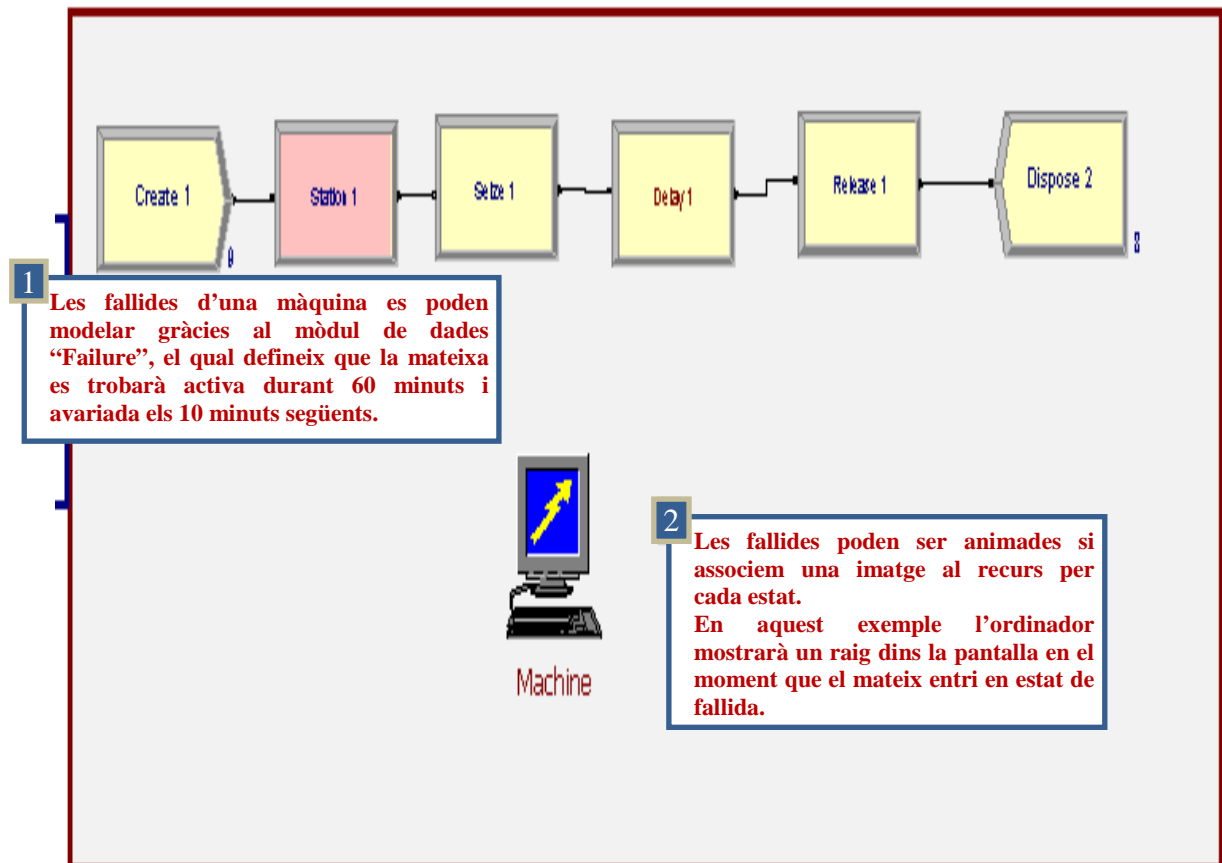
Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de guardar dins del fitxer de text un estadístic tipus "Counter" que reculli el total d'entitats que surten del model.

6.5.2.4. Estats d'una màquina.

Nom del fitxer SMART : Smarts089

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts089 i experimentar amb els estats dels recursos.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de mostrar el nombre de fallides mitjançant una variable gràfica "Plot" i la durada d'aquestes mitjançant una variable gràfica, per a cadascun dels recursos del model.

6.6. PRACTIQUES DEL TRACTAMENT DE FALLIDES D'UN RECURS.

6.6.1. MÒDUL LÒGIC FAILURE (Advanced Process Template).

6.6.1.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 3.9 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 6.5.2.3. Pràctica amb el mòdul FAILURE, EXPRESSION i STATISTIC. Aquesta executa el fitxer Smarts123 i permet experimentar amb el mòdul lògic FAILURE.
- 6.5.2.5. Estats d'una màquina. Aquesta executa el fitxer Smarts89 i permet experimentar amb mòdul lògic FAILURE.

6.6.1.2. Pràctica amb els modes d'ús del mòdul FAILURE.

Nom del fitxer SMART : Smarts112

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA

Dins dels mòduls "Process" es defineixen els recursos que seran utilitzats en cada procés. Si es selecciona un recurs s'habilita l'opció per a veure els detalls d'aquest recurs i es pot observar que cada recurs porta associat un apartat per a definir fallides del mateix.

Es poden veure els detalls de les fallides seleccionant el mòdul de dades "Failure" de template "Advanced Process" on s'observa que podem tenir dos tipus de fallides, un basat en temps ("Time") i l'altre segons el valor d'un comptador ("Count").

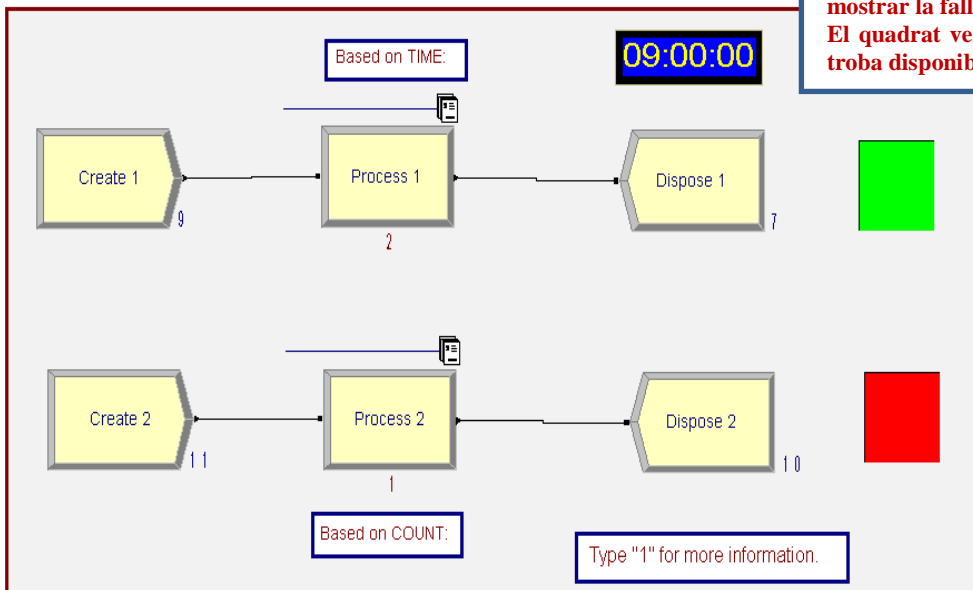
Si es selecciona l'opció de fallida "Count" per a un recurs determinat, la fallida d'aquest tindrà lloc quan s'hagin processat un nombre determinat d'entitats. En aquest exemple s'indica que el recurs fallarà durant 20 minuts cada vegada que s'hagin processat 10 entitats.

En canvi si es selecciona l'opció de fallida "Time" vol dir que s'indicarà el temps que el recurs es trobarà actiu i el que passarà inactiu o avariàt. S'especifica com a MTTF el temps en el qual el dispositiu es troba actiu i MTTR el temps que aquest es trobarà en estat de fallida. En aquest exemple s'indica que el recurs funcionarà durant 20 hores i estarà en estat de fallida els 8 minuts següents.

Les distribucions s'utilitzen de forma comú per a definir els temps que el recurs estarà disponible o avariàt.

2

Recursos gràfics animats son utilitzats per mostrar la fallida dels recursos. El quadrat verd significa que el recurs es troba disponible i vermell que està avariàt.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts112 i experimentar amb la disponibilitat dels recursos i la diferència del que treballat en comptadors i el que la seva fallida ve fixada per temps.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'augmentar el màxim el tamany de le cues del procés i mostrar mitjançant una variable gràfica el nombre d'entitats a les cues en cada instant de temps.

6.7. PRACTIQUES SOBRE LA METODOLOGIA DE SIMULACIÓ.

6.7.1. CREACIÓ D'ENTITATS.

6.7.1.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.1 mitjançant l'execució de les pràctiques, on s'han aplicat conceptes avançats per a generar les entitats d'un model, dels apartats :

- 6.1.1.3. Aturar la generació d'entitats en funció del valor d'una expressió. Aquesta executa el fitxer Smarts069.
- 6.1.2.4. Canvi de la Capacitat d'un recurs dinàmicament mitjançant el teclat. Aquesta executa el fitxer Smarts064.
- 6.1.3.1. Canvi del valor d'una variable en temps d'execució. Aquesta executa el fitxer Smarts116.
- 6.1.5.1. Tractament prioritari d'entitats que esperen dins d'una cua. Aquesta executa el fitxer Smarts046.
- 6.2.4.1. Finalització del model en funció de les entitats en procés (1). Aquesta executa el fitxer Smarts126.
- 6.4.2.2. Pràctica amb els mòdul de dades SET. Aquesta executa el fitxer Smarts057.
- 6.4.1.5. Ús combinat dels mòduls BATCH i RECORD. Aquesta executa el fitxer Smarts092.
- 6.3.3.2. Exemple de temps de procés variable mitjançant expressions tipus "Array". Aquesta executa el fitxer Smarts183.

6.7.1.2. Entrada planificada d'entitats al sistema.

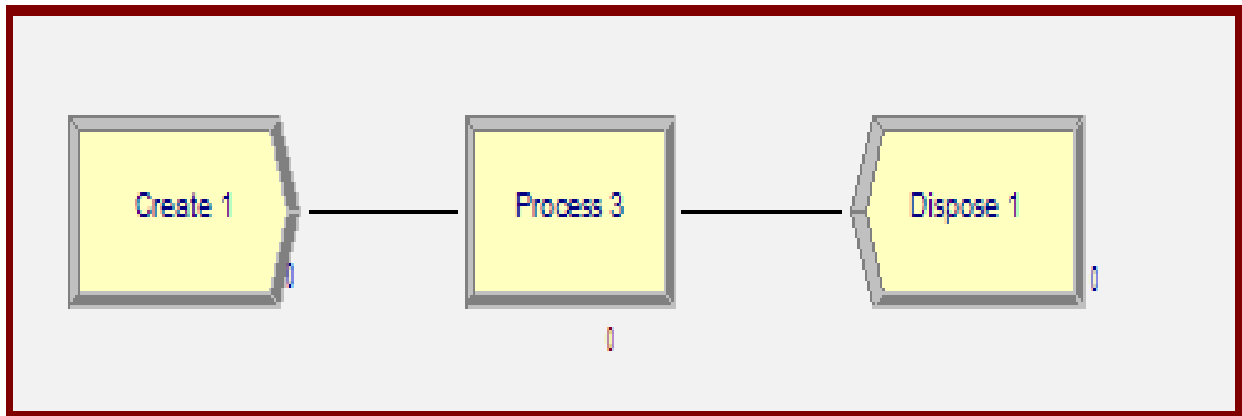
Nom del fitxer SMART : Smarts192

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

Aquest exemple crea grups d'entrada modificant el nombre d'entitats per unitat de temps que introduirà en el sistema el mòdul "Create 1".
Dins de l'apartat "Entities per Arrival" del mòdul "Create1" es fa referència a la programació creada mitjançant el mòdul de dades "Schedule" del template "Basic Process". Aquesta programació és del tipus "Duration" i està formada per set files on trobem el nombre d'entitats que es crearan de cop i els períodes de temps dins dels quals es produiran.



2

El factor d'entrada serà fixat a 10 dins del mòdul "Schedule" i el valor especificat dins de cadascuna de les 7 files es multiplicarà per aquest factor per tal de saber el total d'entitats que es generaran alhora per cada unitat de temps.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts192 i experimentar amb la creació dels grups d'entitats mitjançant l'estudi de la programació feta dins del mòdul de dades "Schedule".

Experimentació avançada : Modificar el procés programat d'entrades d'entitats de tal forma que es generin grups d'entitats que vagin augmentant de 10 en 10 durant cada hora del dia.

6.7.2. UTILITZACIÓ DELS RECURSOS MITJANÇANT ENTITATS.

6.7.2.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.2 mitjançant l'execució de les pràctiques, on s'han aplicat conceptes avançats per a veure la utilització del recursos mitjançant les entitats, dels apartats :

- 6.1.2.7. Visualitzar gràficament l'estat dels recursos(Smarts075). Aquesta executa el fitxer i mostra el funcionament dels estats **OCUPAT, OCIÓS** e **INACTIU** d'un recurs.
- 6.6.1.2. Pràctica amb els modes d'ús del mòdul FAILURE (Smarts112). Mostrant el funcionament de l'estat **AVARIAT** d'un recurs.
- 6.1.3.4. Simulació d'un braç robotitzat mitjançant variables ajustables (Smarts194) i la 5.2.1.2. Creació de "Sets" de cues múltiples. (Smarts157) que mostren el funcionament dels mòduls que formen el modes de treball amb els recursos del mòdul "Process" per separat **SEIZE, DELAY** i **RELEASE**.
- 6.1.2.5. Utilització de la prioritat del procés per a capturar un determinat recurs (Smarts029) i mostra el funcionament per tal de donar prioritats a la captura de recursos dins dels mòduls "Process".
- 6.1.5.2. Anàlisi de les principals variables cua, "NQ", "AQUE" i "SAQUE" (Smarts141), 6.1.2.1. Capacitat dels recursos i ús de les variables de funció SIMAN (Smarts139) i la 6.2.4.3. Finalització del model en funció de les entitats en procés (3) (On experimentarem amb les variables internes de sistema com "TNOW" i executa el fitxer Smarts128) per tal de mostrar el funcionament de les constants del procés d'entitats mitjançant els recursos.
- 6.1.4.1.Exemple que mostra el funcionament bàsic dels atributs (Smarts022) i s'experimentarà l'ús de les distribucions quan se li assigna a l'atribut "ProcessTime" un valor precedent d'una distribució normal de mitjana 10 i desviació estàndard 2.
- 6.3.3.1. Visualització del temps actual de simulació i l'estimat(Smarts094) i la 6.3.3.2. Exemple de temps de procés variable mitjançant expressions tipus "Array"(Smarts183) i mostren el funcionament de les expressions, les quals també poden ser avaluades dins del mòdul "Process" per a la gestió de recursos.

6.7.3. DISTRIBUCIÓ DEL FLUX DE LES ENTITATS A TRAVÉS DEL MODEL.

6.7.3.1. Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model unitàriament.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.3.1 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 6.4.1.6. Ús del mòdul DECIDE amb múltiples sortides (Smarts136). I mostra el funcionament d'un mòdul "DECIDE" amb múltiples sortides, el qual al igual que el bàsic amb només dues sortides ("True" i "False") s'encarregarà del moviment de les entitats pel model unitàriament.

6.7.3.2. Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model en grup.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.3.2 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 6.4.1.2 Pràctica amb els mòduls BATCH i SEPARATE 5. Aquesta executa el fitxer Smarts045 i experimenta el moviment de les entitats pel model en grup.
- 6.4.1.3. Exemple d'un procés real amb BATCH i SEPARATE. Aquesta executa el fitxer Smarts050 i també experimenta el moviment de les entitats pel model en grup.

6.7.3.3. Consolidació de coneixements teòrics respecte a la sincronització de les entitats a través del model.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.3.3 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 6.5.1.3 Pràctica amb el mòdul lògic MATCH. Aquesta executa el fitxer Smarts170 i experimenta la sincronització o espera de dues línies de procés diferents en un punt on les dues entitats d'entrada seran de nou convertides a una sola.

6.7.3.4. Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model duplicant-les.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.3.4 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 6.2.2.2. Creació de submodels amb múltiples entrades i sortides. Aquesta executa el fitxer Smarts013 i experimenta dins del submodel el duplicat d'entitats mitjançant el mòdul SEPARATE.

6.7.3.5. Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats a través del model prèvia retenció i posterior alliberament.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.3.5 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

- 6.5.1.7. Pràctica amb els mòduls HOLD i SIGNAL, la qual executa el fitxer Smarts063 i la 5.5.1.2. Pràctica amb els mòduls lògics SIGNAL, HOLD i el de dades STORAGE, la qual executa el fitxer Smarts076. Les dues experimenten el moviment d'entitats a través del model prèvia retenció a càrrec del mòdul HOLD i posterior alliberament un cop el mòdul SIGNAL ha enviat la senyal per activar aquest event.

6.7.3.6. Consolidació de coneixements teòrics respecte al moviment d'entitats des d'una cua mitjançant entitats de control.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.3.6 mitjançant l'execució de les pràctiques dels apartats :

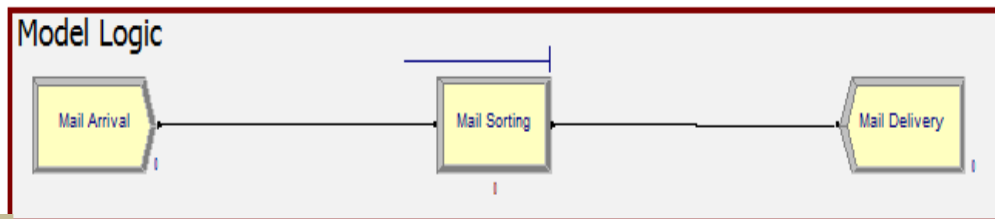
- 6.5.1.7. Pràctica amb els mòduls HOLD i SIGNAL, la qual executa el fitxer Smarts063 amb els mòduls lògic SIGNAL. La senyal del mateix s' activa per l'entitat de control dins generada dins del mòdul de control, la qual alliberarà una entitat del procés principal, emmagatzemada pel mòdul STORAGE quan una entitat a entrat dins del mòdul HOLD.

6.7.3.6.1. Creació d'entitats de control.

Nom del fitxer SMART : Smarts18

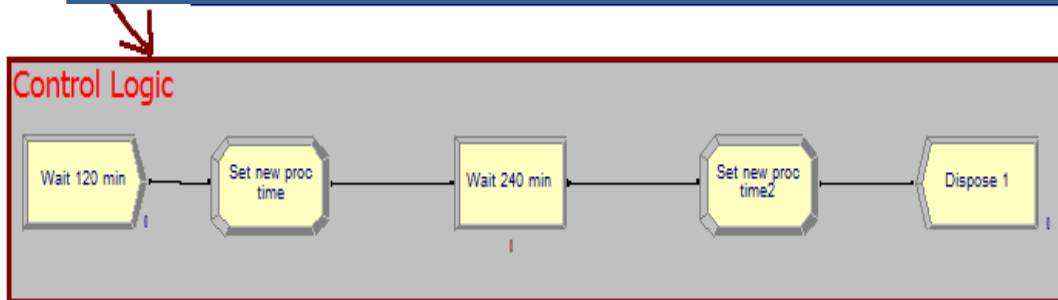
Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 Les entitats que representen emails son creades i enviades cap a un procés de triatge, on els temps de procés serà definit segons el valor de la variable "DLY".
El valor inicial per aquesta variable serà assignat mitjançant el mòdul de dades "Variable" que es troba dins del template "Basic Process" i serà canviat durant el procés de simulació pel procés secundari de control.

2 La lògica de control s'encarrega de marcar el temps d'execució de tot el model. Dins d'aquest exemple ho farà mitjançant l'assignació del valor de l'expressió "DLY", la qual modificarà el valor "Delay" del mòdul de procés "Mail Sorting".
Inicialment l'entitat de control carregarà un valor que farà que cada entitat del procés principal s'executi en 2 minuts. A continuació l'entitat de control patirà un retràs de 240 minuts, després dels quals carregarà un valor que farà que cada entitat del procés principal s'executi a partir d'aquell instant en 1 minut.
Degut a que només es genera una sola entitat de control, el valor final d'un minut que rep l'expressió "DLY" es mantindrà fins a la finalització del procés principal 240 minuts més, degut a que tota la simulació triga 480 segons el valor emmagatzemat dins del camp "Replication Lengrh" del formulari "Setup".



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts018 i experimentar amb la generació d'entitats de control a càrrec del procés secundari i la variació de la variable global que controla el temps de procés del mòdul "Mail Sorting" del procés principal.

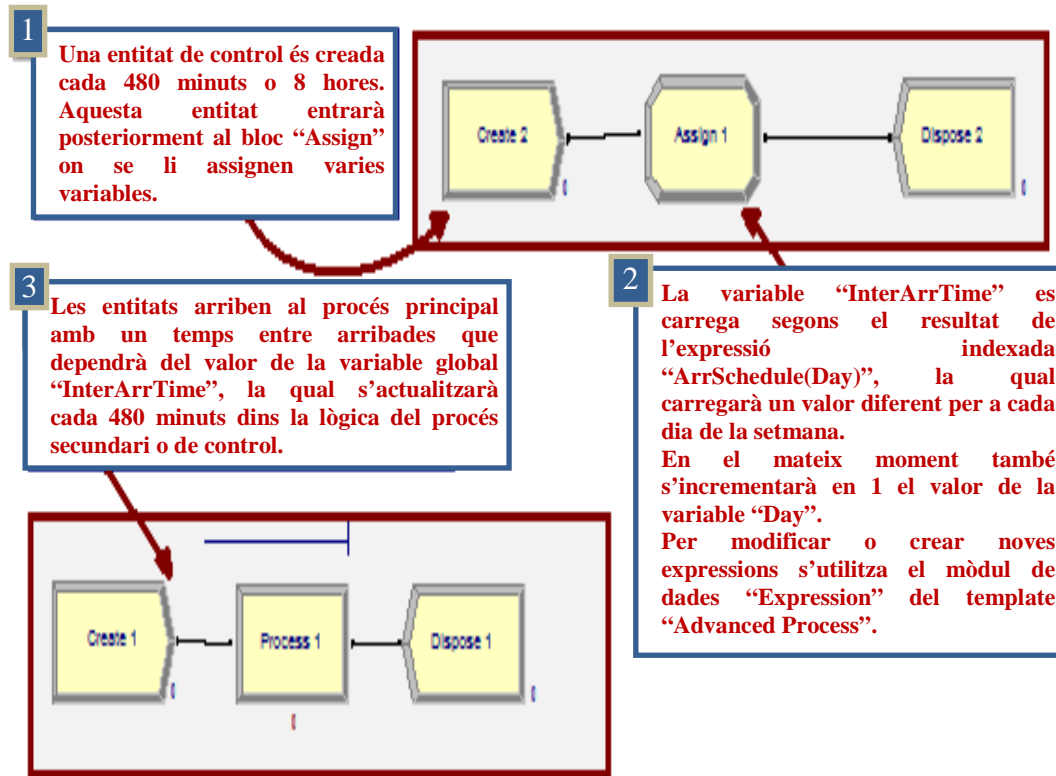
Experimentació avançada : Afegir una nova variable de control i un mòdul "Decide" amb 4 sortides per tal de modificar el procés principal derivant el flux d'entitats quan aquesta nova variable arribi a 10, 20, 30 i 40.

6.7.3.6.2. Variació del temps entre arribades mitjançant entitats de control.

Nom del fitxer SMART : Smarts62

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts062 i experimentar amb la generació d'entitats de control a càrrec del procés secundari i la variació de la variable global que controla el temps entre arribades del procés principal.

Experimentació avançada : Afegir una nova variable de control i un mòdul "Decide" per tal de modificar el procés principal derivant el flux d'entitats quan aquesta nova variable arribi a 10.

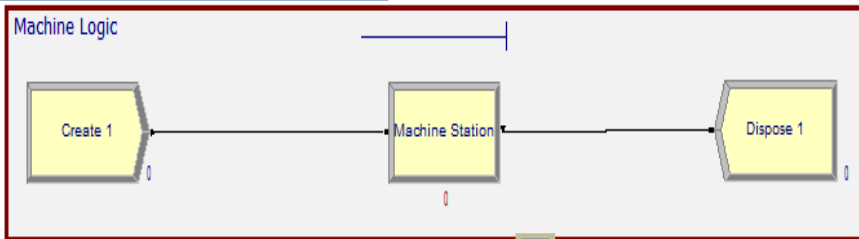
6.7.3.6.3. Servei d'entitats en funció de les unitats del sistema mitjançant entitats de control.

Nom del fitxer SMART : Smarts061

Nivell de dificultat : Avançat

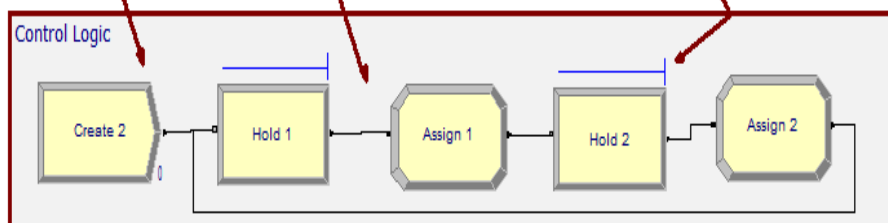
Diagrama i punts d'atenció del Model :

1 Les entitats arriben al sistema amb un temps entre arribades de 4 minuts, en funció del valor de la variable "InterArrival".



2 Es crea una única entitat de control es crea en el temps 0. La mateixa entra dins la cua del mòdul "Hold 1" on esperarà fins que el nombre d'entitats a la cua del procés principal "Machine Station.Queue" sigui més gran que 4. Un cop que s'ha satisfet la condició s'allibera l'entitat de control la cua i entra al mòdul "Assign 1" on el temps entre arribades "InterArrivalTime" s'incrementa de 4 a 8".

3 L'entitat de control continuarà fins a una altra bloc "Hold 2" on esperarà fins que el nombre d'entitats a la cua del procés principal "Machine Station.Queue" sigui 0. Quan això succeeix s'allibera l'entitat de control de la cua i entra a un segon mòdul "Assign 2" on el temps entre arribades "InterArrivalTime" es torna al seu valor inicial de 4. L'entitat de control quan surt del mòdul "Assign 2" entra dins d'un bucle tancat que comença de nou en el mòdul "Hold 1" fins que finalitzi la simulació quan el temps total arribi a 480 minuts.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts061 i experimentar amb el bucle tancat que fa l'entitat de control, la qual farà que el valor entre arribades del procés principal variï contínuament entre 4 i 8 minuts en funció del nombre d'elements a la cua del procés principal.

Experimentació avançada : Modificar el procés duplicant les entitats abans d'arribar al procés principal i afegir un segon procés, el temps d'execució variï en funció del valor de la variable modificada per l'entitat de control.

6.7.4. ANALISI DELS COSTOS DEL SISTEMA.

6.7.4.1. Exemple dels costos per recurs.

Nom del fitxer SMART : Smarts019

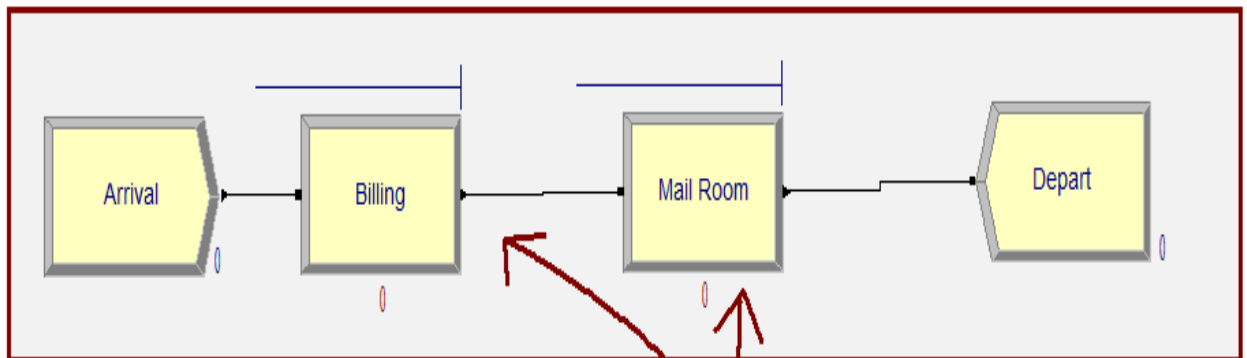
Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

ARENA ofereix l'abilitat de crear simulació del cost del procés. En aquest exemple s'analitzen els costos d'utilització dels recursos "Biller" i "Mailer", el qual es pot consultar si obrim el mòdul de dades "Resource" del template "Basic Process".

"Biller" és un recurs que s'utilitza pel procés denominat "Billing", mentre que el recurs "Mailer" s'utilitza dins de l'altre procés denominat "Mail Room".



2

Executar la simulació i deixar-la que finalitzi i quan es demanin si es volen veure els resultats s'ha de dir que no. En el seu defecte, obrir el panell "Reports" de la barra de projectes i fer clic sobre el report denominat "Resource".

Aquest report mostrarà el resum del cost acumulat per a cada recurs durant tota la simulació, 8 hores en aquest cas. També es podran consultar la resta d'estadístiques per a la resta de recursos.

3

Cada recurs porta incorporat un cost per hora mentre es troba ocupat o "búsy" i un cop per hora mentre es trobi ociós o "idle".

Això és útil per a calcular el cost en màquines automàtiques o qualsevol recurs que tingui un cost diferent mentre està ocupat o ociós.

Cada recurs pot tenir un cost per ús denominat "Per úse". Un servei de fotocòpies pot ser un bon exemple per utilitzar el cost per ús.

En aquest exemple els dos recursos son treballadors que tenen un cost per hora, el qual serà el mateix encara que no estiguin ocupats doncs el cost serà el mateix en els dos casos.

El recurs "Biller" cobra 7.75 € / hora i el "Mailer" cobra 5.15 € / hora i cobraran un plus de 20 cèntims per factura processada, tal i com s'indica dins de la casella "Per Úse".

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts019 i consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.4 respecte als costos en ARENA.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal d'afegir un planificació, mitjançant el mòdul de dades "Schedule", de la capacitat que tenen els recursos durant la simulació i veure les estadístiques per a veure les diferències de cost respecte el model original. Aquest nou model es troba desenvolupat dins del fitxer denominat Smarts049.

6.7.4.2. Exemple del tractament de cost durant el procés.

Nom del fitxer SMART : Smarts140

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

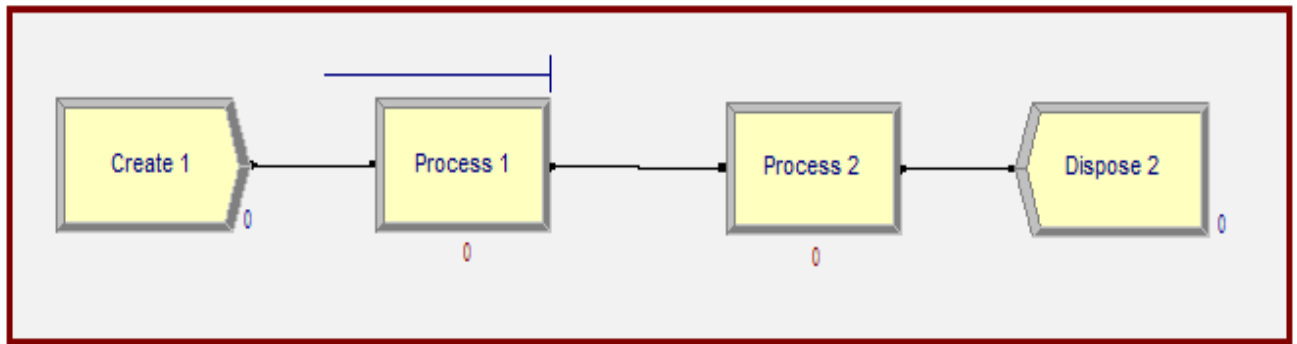
1

ARENA calcularà automàticament el cost de cada entitat mentre aquesta es mou pel model. Inicialment hem d'informar al sistema que volum recolectar dades de cost activant la opció "Costing" dins els paràmetres del formulari que s'obre a partir del menú principal "Run -> Setup -> Project Parameters".

A continuació, s'ha d'informar al sistema del cost que representa tenir entitats esperant a ser processades i això s'indica mitjançant el cost denominat "Holding Cost / Hour" per a cada entitat. El mateix es defineix dins del mòdul de dades "Entity" del template "Basic Process". En aquest exemple serà fixat a 10.75 € / hora.

A continuació ARENA calcularà el temps total que cada entitat gasta esperant a ser processada i el multiplica pel "Holding Cost / Hour".

Quan finalitza la simulació la informació del cost pot ser revisat fent clic sobre els reports del panell de navegació, dins de les vistes "Category Overview" i "Entities".



2

"Value-added Time" i "Value-added Cost" son calculats en el moment que una entitat pateix un retard dins d'un mòdul que tingui activada la opció "Value-added".

El "Value-added Cost" ve determinat per la següent expressió:

$(\text{Holding cost of the entity} * \text{Value Added Time}) + (\text{Resource cost for the entity} * \text{Value Added Time}) + \text{Resource Usage Cost}$

On el cost per ús del recurs inclou el cost de totes les entitats que tracti en aquell moment i haurà de ser dividit pel nombre d'aquestes. El mateix serà calculat en funció del cost per ús de cada recurs individualment de l'entitat que l'ha capturat.

3

Altres costos poden ser calculats en funció del valor que aporten mitjançant la selecció de la opció "Value Added Cost" o "Non Value Added Cost" dins de cada mòdul que provoca una espera a l'entitat.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts140 i consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.4 respecte als costos en ARENA.

Experimentació avançada : Modificar el procés per tal de minimitzar el cost dels recursos. Executar-lo diferents vegades modificant els paràmetres del "Holding Cost/Hour" cada simulació revisant les dades de cost dins de l'informe final generat automàticament al final de la simulació.

6.7.5. ANIMACIÓ DE LA SIMULACIÓ.

6.7.5.1. Consolidació de coneixements teòrics respecte a l'animació mitjançant el elements de la barra d'eines ANIMATE.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.5.3 i practicar amb l'animació de la simulació mitjançant els elements gràfics que es poden incorporar mitjançant la barra d'eines ANIMATE: CLOCK, DATE, VARIABLE, LEVEL, HISTOGRAM, PLOT, EXPRESSIONS, QUEUE o PICTURE RESOURCE. Els elements d'animació bàsics més utilitzat són el VARIABLE, el PLOT i el QUEUE, els quals ja s'han incorporat als exemples realitats i s'aconseja el seu repàs mitjançant l'execució de nou de les pràctiques dels apartats :

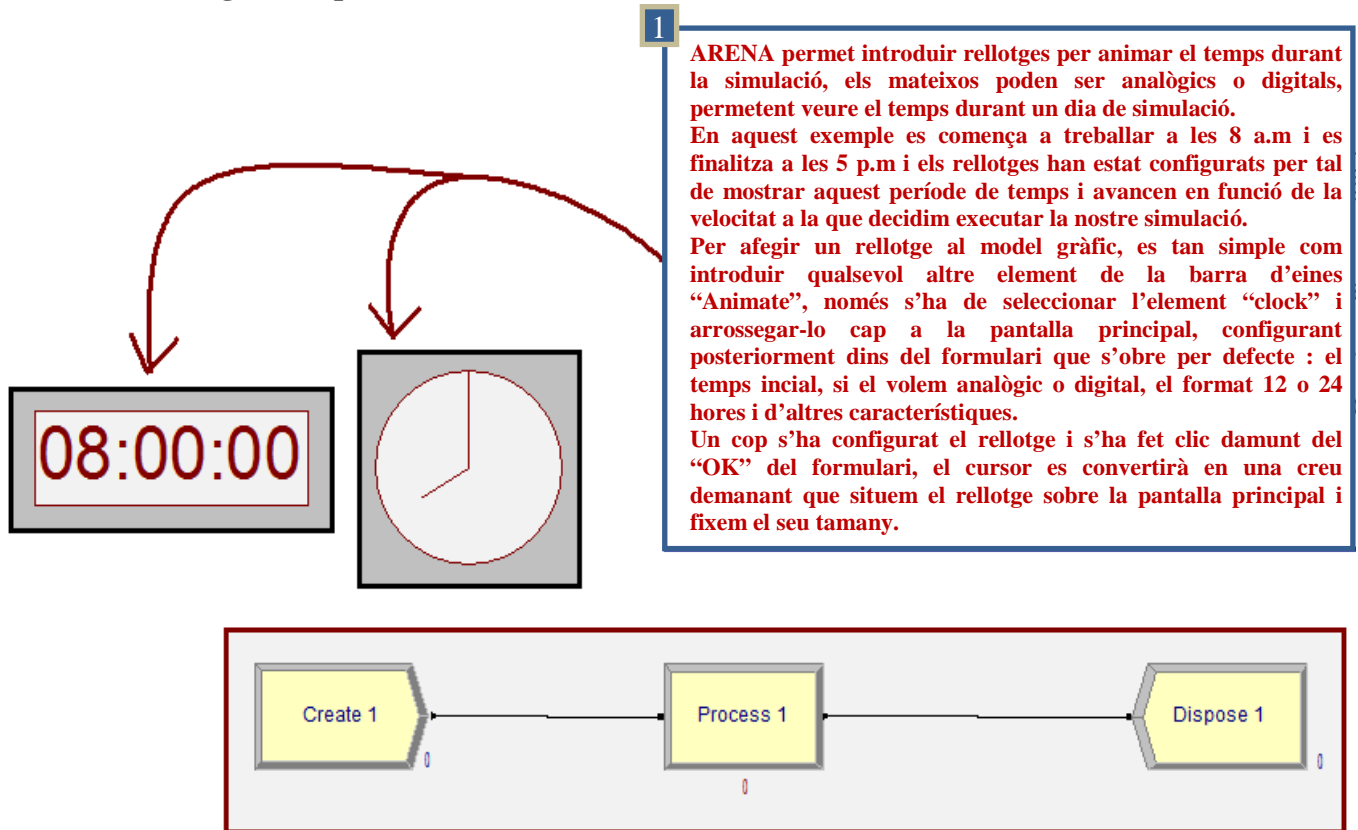
- 6.1.3.1. Canvi del valor d'una variable en temps d'execució. El mateix carrega el fitxer Smarts116 i utilitza els elements d'animació gràfica : CLOCK, DATE, VARIABLE, QUEUE i PICTURE RESOURCE.
- 6.1.3.3. Exemple avançat del canvi de valor de variables en temps d'execució. El mateix carrega el fitxer Smarts193 i utilitza els elements d'animació gràfica : PLOT, VARIABLE i QUEUE.
- 6.1.3.4. Simulació d'un braç robotitzat mitjançant variables ajustables. El mateix carrega el fitxer Smarts194 i utilitza els elements d'animació gràfica per simular el moviment circular del braç d'un robot : QUEUE i PICTURE RESOURCE.
- 6.2.1.2. Creació de "Sets" de cues múltiples. El mateix carrega el fitxer Smarts157 i utilitza els elements d'animació gràfica : QUEUE i PICTURE RESOURCE.
- 6.4.2.2. Pràctica amb el mòdul de dades SET. El mateix carrega el fitxer Smarts057 i utilitza els elements d'animació gràfica : QUEUE i PICTURE RESOURCE.
- 6.5.1.6. Pràctica amb el mòdul READWRITE per a llegir fitxers de text (2). El mateix carrega el fitxer Smarts164 i utilitza l'element de d'animació gràfica VARIABLE per tal de simular una bonica taula per files i columnes on representar de forma ordenada tots els valors referents d'una simulació.

6.7.5.2. Exemple de l'animació del model mitjançant rellotges.

Nom del fitxer SMART : Smarts014

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 ARENA permet introduir rellotges per animar el temps durant la simulació, els mateixos poden ser analògics o digitals, permetent veure el temps durant un dia de simulació. En aquest exemple es comença a treballar a les 8 a.m i es finalitza a les 5 p.m i els rellotges han estat configurats per tal de mostrar aquest període de temps i avancen en funció de la velocitat a la que decidim executar la nostre simulació. Per afegir un rellotge al model gràfic, es tan simple com introduir qualsevol altre element de la barra d'eines "Animate", només s'ha de seleccionar l'element "clock" i arrossegat-lo cap a la pantalla principal, configurant posteriorment dins del formulari que s'obre per defecte : el temps inicial, si el volem analògic o digital, el format 12 o 24 hores i d'altres característiques. Un cop s'ha configurat el rellotge i s'ha fet clic damunt del "OK" del formulari, el cursor es convertirà en una creu demanant que situem el rellotge sobre la pantalla principal i fixem el seu tamany.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts014 i practicar amb els elements de configuració dels rellotges.

Experimentació avançada : Modificar el model incorporant d'altres elements de la barra de treball "Animate", com poden ser : CLOCK, DATE, VARIABLE, LEVEL, HISTOGRAM, PLOT, EXPRESSIONS, QUEUE o PICTURE RESOURCE.

6.7.5.3. Exemple de l'animació del model mitjançant histogrames.

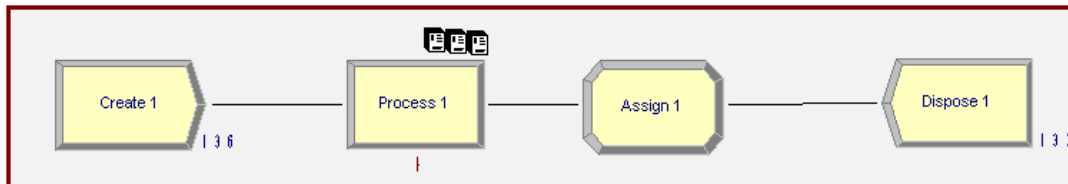
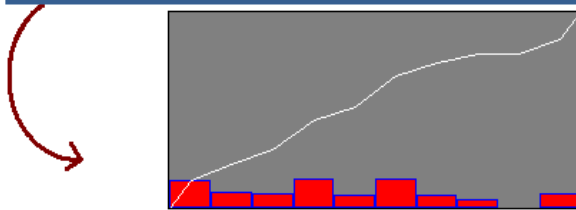
Nom del fitxer SMART : Smarts043

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

Els histogrames mostren la distribució del valor d'una expressió dins d'un determinat rang.
 Les barres verticals representen la proporció de temps o freqüències puntuals de simulació en la qual una expressió ha estat avaluada amb un mateix valor.
 Opcionalment una línia pot ser utilitzada per a mostrar l'acumulació de freqüències dels valors mostrats dins de cada rang.



2

Aquest model ha estat configurat amb una mitja de temps entre arribades de 1 hora i una mitja de temps de procés també de 1 hora.
 Les barres d'histograma emmagatzemaran el valor acumulat de la "Variable 1" per a un màxim de 10 divisions del temps d'execució i un valor entre 1 i 10 del valor acumulat per a cada barra.
 El valor que acumula la "Variable 1" ve donat per l'expressió "TNOW - Entity.CreateTime", que resta del temps actual de procés el temps en el qual va ser creada cada unitat.
 El que farà que el gràfic histograma serà mostrar la uniformitat entre arribades durant la simulació i la barra ascendent indicarà l'acumulat d'arribades, les quals com és lògic aniran en augment conforme avanci el temps de simulació.
 El que s'extreu del seguiment d'un histograma s'ha d'analitzar quan ha passat cert temps des de que el sistema ha començat a funcionar. En aquest exemple es comprova com després de 200 hores de simulació el sistema es troba bastant descompensat pel que respecta al temps entre arribades d'entitats al sistema.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts043 i practicar amb els elements de configuració dels histogrames.

Experimentació avançada : Modificar el model incorporant d'altres elements de la barra de treball "Animate", com poden ser : CLOCK, DATE, VARIABLE, LEVEL, HISTOGRAM, PLOT, EXPRESSIONS, QUEUE o PICTURE RESOURCE.

6.7.5.4. Consolidació de coneixements teòrics respecte a l'animació mitjançant el elements de la barra d'eines ANIMATE TRANSFER.

Experimentació avançada : A partir d'aquest apartat es comencen realment a veure els elements que ha fet del programa ARENA el millor programa de simulació mundial. El model simulat pren el seu nivell màxim de realitat quan desapareixen de la pantalla principal els blocs vistos fins ara i s'incorporen els elements avançats d'animació gràfica.

Aquests elements es troben incorporats pràcticament tots dins la barra d'eines ANIMATE TRANSFER i possibiliten el moviment real dels elements a tractar damunt la pantalla del gràfic desitjat per l'analista, tenint sempre treballant en segon terme el model lògic. El mateix continua sent l'autèntic cor de la simulació, però resta en segon terme doncs gràficament s'ha de donat un valor afegit a la simulació per tal de que aquesta s'acosti el màxim possible al model real simulat.

Els elements d'animació avançats incorporats dins de la barra d'eines ANIMATE TRANSFER són : STORAGE, SEIZE, PARKING, TRANSPORTER, STATION, INTERSECTION, ROUTE, SEGMENT, DISTANCE i NETWORK LINK.

Només l'element STORAGE es poden utilitzar de forma aïllada al igual que tots els elements de la barra ANIMATE i els restants tenen que ser utilitzats combinats entre ells.

La pràctica de l'apartat següent ens servirà per a fer un repàs de l'element d'animació STORAGE :

- 6.5.1.2. Pràctica amb els mòduls lògics SIGNAL, HOLD i el de dades STORAGE. La mateixa carrega el fitxer Smarts076 i utilitza els elements d'animació gràfica avançada : STORAGE i permet consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.5.4.

6.7.5.5. Consolidació de coneixements teòrics respecte a l'animació mitjançant el template ADVANCED TRANSFER.

Experimentació avançada : El template ADVANCED TRANSFER proporciona els elements lògics per tal de que la simulació mitjançant els elements que es troben incorporats dins la barra d'eines ANIMATE TRANSFER.

Els elements d'animació de la barra d'eines ANIMATE TRANSFER que necessiten blocs de transferència avançada per al seu ús són : SEIZE, PARKING, TRANSPORTER, STATION, INTERSECTION, ROUTE, SEGMENT, DISTANCE i NETWORK LINK.

A continuació es presenten una sèrie de pràctiques noves per tal de consolidar els coneixements teòrics de l' apartat 4.5.5.

Moltes vegades es pot arribar a simular el mateix de moltes formes diferents, però s'han de saber utilitzar els elements gràfics d'animació per tal d'aprendre la diferencia d'ús entre uns i altres. Així doncs, s' han de mostrar a l'alumne per separat com s'utilitzen els elements animats, per tal de que vegi com interaccionen entre ells.

A continuació i degut a la complexitat del tema, es plantegen els apartats dins les quals seran presentades cadascuna de les noves pràctiques i els mòduls avançats que interaccionen:

1. Exemples bàsics d'animació de RUTES, mitjançant la combinació dels mòduls STATION i ROUTE. Exemples avançats d'animació de RUTES, afegint el mòdul PICKSTATION i STATION SET.
2. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS, mitjançant la combinació dels mòduls STATION, ROUTE. Exemples avançats d'animació ENTRE ESTACIONS, mitjançant la incorporació del mòdul SEQUENCE.
3. Exemples bàsics d'animació de TRANSPORTS, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> REQUEST -> TRANSPORT -> ENTER i STATION -> REQUEST -> TRANSPORT -> STATION -> FREE.
4. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS, afegint els mòduls FREE, HALT, LEAVE i fent varies rutes de TRANSPORT.
5. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS ACUMULATIUS, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> ACCESS -> CONVEY -> STATION -> PROCESS -> EXIT, afegint també el mòdul STOP.
6. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS NO ACUMULATIUS, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> ACCESS -> CONVEY -> STATION -> PROCESS -> EXIT.
7. Exemples bàsics d'animació de LINIES PRODUCTIVES, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> ACCESS -> CONVEY -> STATION -> PROCESS -> EXIT. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES, afegint conveyors acumulatius.

6.7.5.5.1. Exemples bàsics d'animació de RUTES (1).

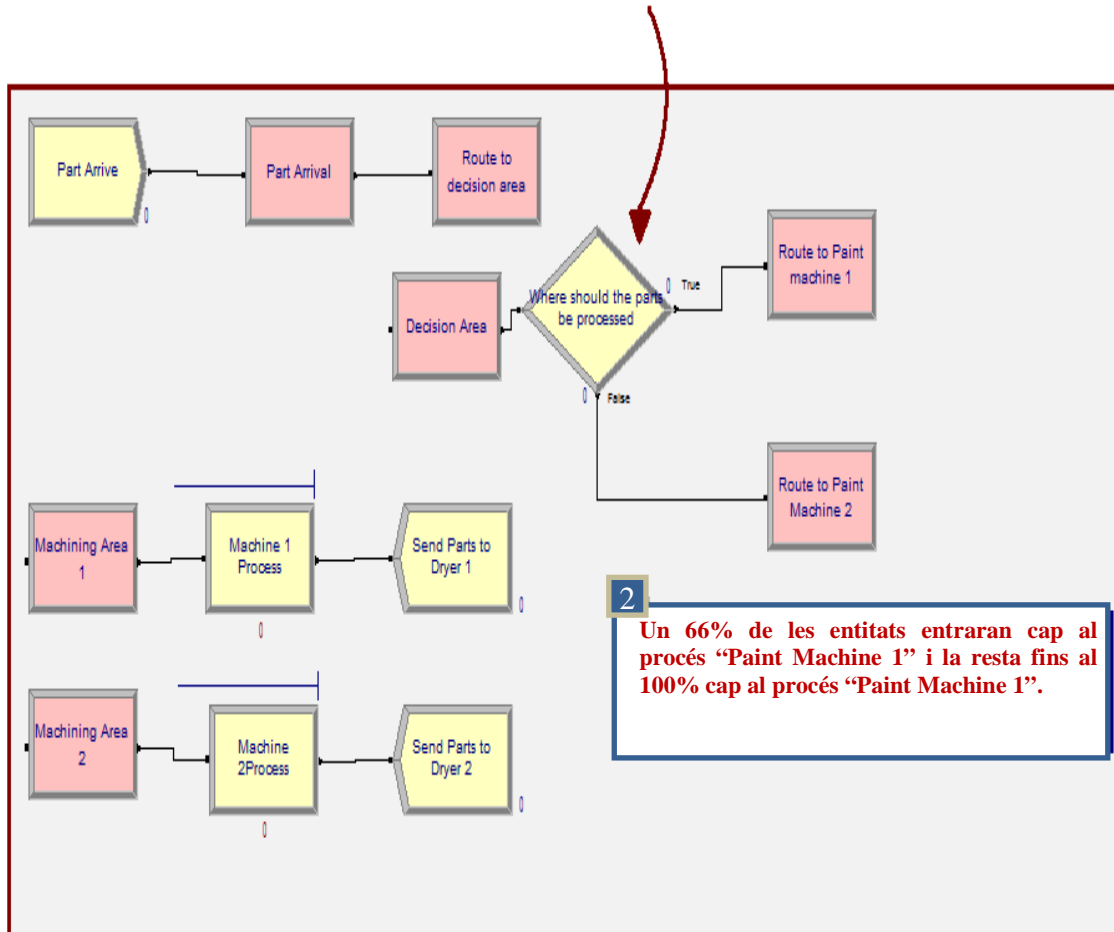
Nom del fitxer SMART : Smarts060

Nivell de dificultat : Bàsic

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

Les entitats entren al model i son enviades cap a l'àrea de decisió.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts060 i practicar amb la sortida de les entitats dels mòduls ROUTE i el seu enviament cap a les estacions, representades pels mòduls STATION.

Experimentació avançada : Modificar el model i afegir mòduls SEPARATE i BATCH per a veure el transport d'entitats en grup mitjançant els mòduls ROUTE i STATION. Un cop finalitzada aquesta modificació, l'alumne la pot comparada amb la proposada dins del fitxer Smarts093.

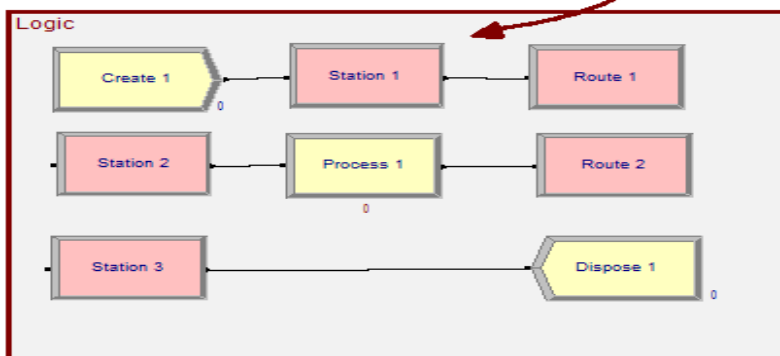
6.7.5.5.2. Exemples bàsics d'animació de RUTES (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts073

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :

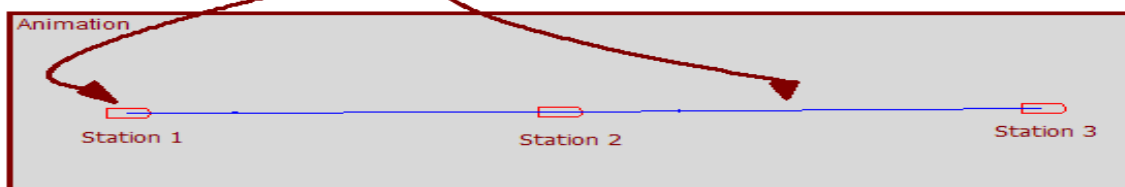
1 En lloc de connectar tot el model lògic directament, es fa mitjançant la connexió virtual que es genera entre cada mòdul "Route" i cada mòdul "Station".



2 Quan les rutes son utilitzades, s'ha d'indicar l'estació destí dins del mòdul "Route", però prèviament al primer mòdul "Route", sempre s'ha de col·locar un mòdul "Station", la qual representarà sempre l'estació de sortida.

Vista gràfica i punts d'atenció del Model :

1 En lloc de connectar tot el model lògic directament, es fa mitjançant la connexió virtual que es genera entre cada mòdul "Route" i cada mòdul "Station". Per animar les rutes de les entitats que es mouen entre estacions seleccionar les icones STATION i ROUTE de la barra d'eines ANIMATE. El nom de les estacions ha de coincidir amb les dels mòduls lògics i dins de cada ruta s'ha d'indicar l'estació origen i destí. Per tal de veure només el model gràfic s'aconsella col·locar la lògica del model dins d'un submodel o crear una vista del model gràfic (Apartat 5.2.3.1 Creació de vistes per a mostrar diferents parts del model).



2 Per donar un aspecte més real a la nostre simulació, un cop iniciada la simulació si es desitja desapareixeran les estacions i les línies de les rutes entre estacions, si s'han desactivat els ítems "Station" i "Routes" dins del formulari "Layers" al qual s'accedeix mitjançant la opció "View" del menú principal (Teoria dins l'apartat 4.5.1).



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts073 i practicar amb la sortida de les entitats dels mòduls ROUTE i el seu enviament cap a les estacions.

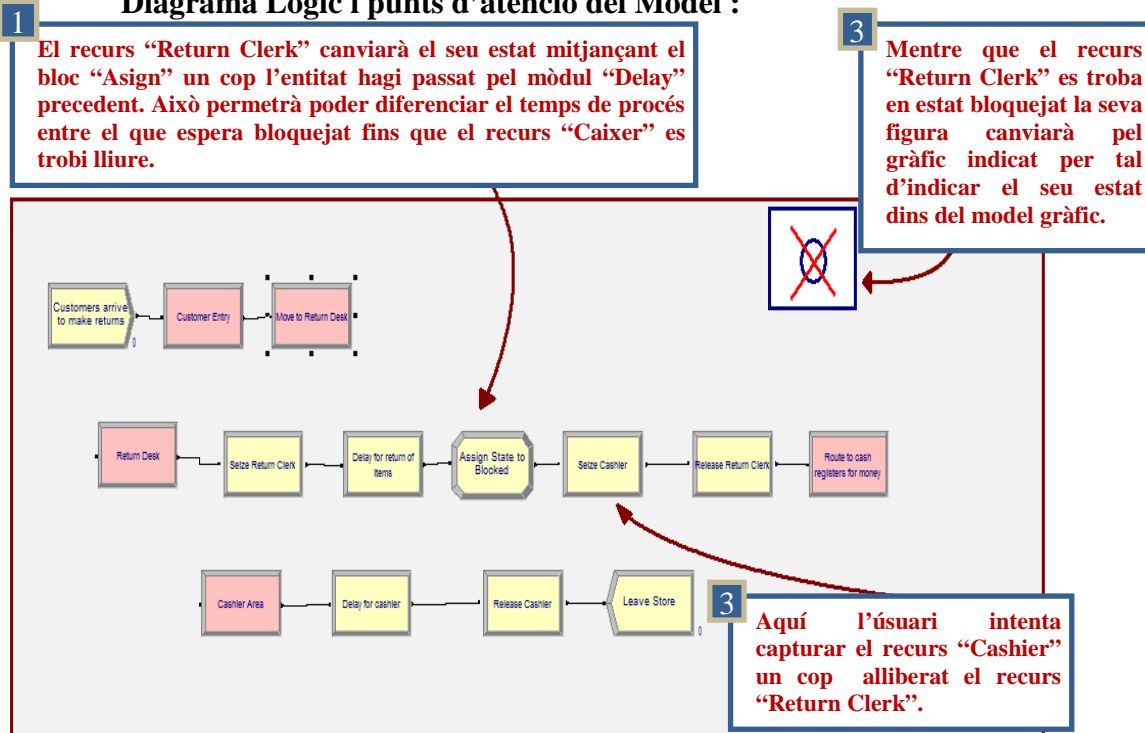
Experimentació avançada : Modificar el model i afegir un mòdul lògic DECIDE per tal de crear noves estacions i connectar-les mitjançant els mòduls ROUTE.

6.7.5.5.3. Exemples bàsics d'animació de RUTES (3).

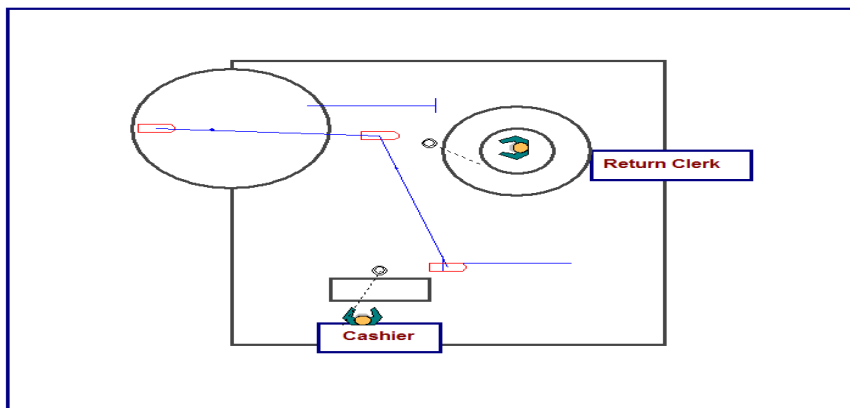
Nom del fitxer SMART : Smarts078

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :



Vista gràfica del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts078 i practicar amb la sortida de les entitats dels mòduls ROUTE i el seu enviament cap a les estacions i com es realitza el bloqueig i posterior alliberament dels recursos.

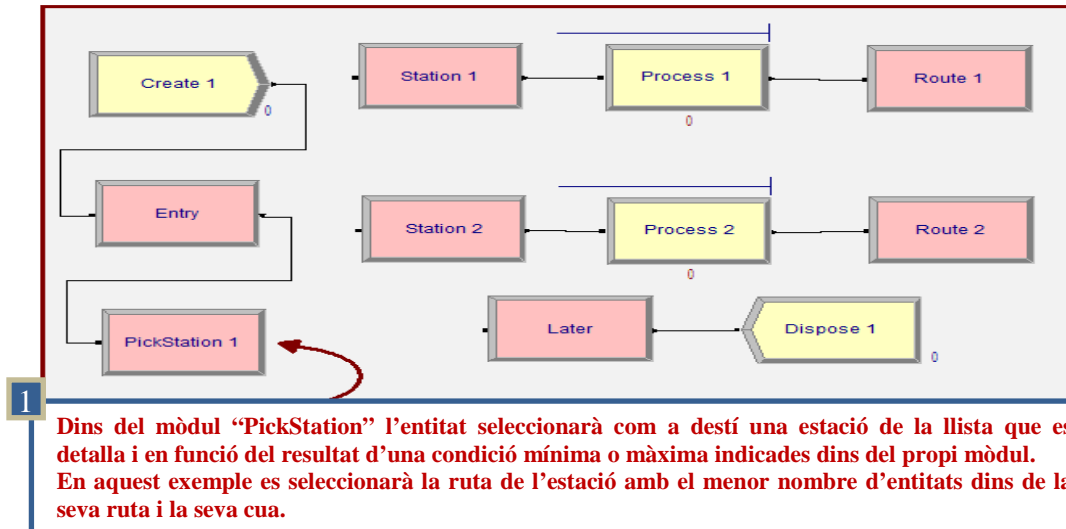
Experimentació avançada : Modificar per evitar les esperes dels clients a la cua amb el mínim cost possible.

6.7.5.5.4. Exemple avançat d'animació de RUTES.

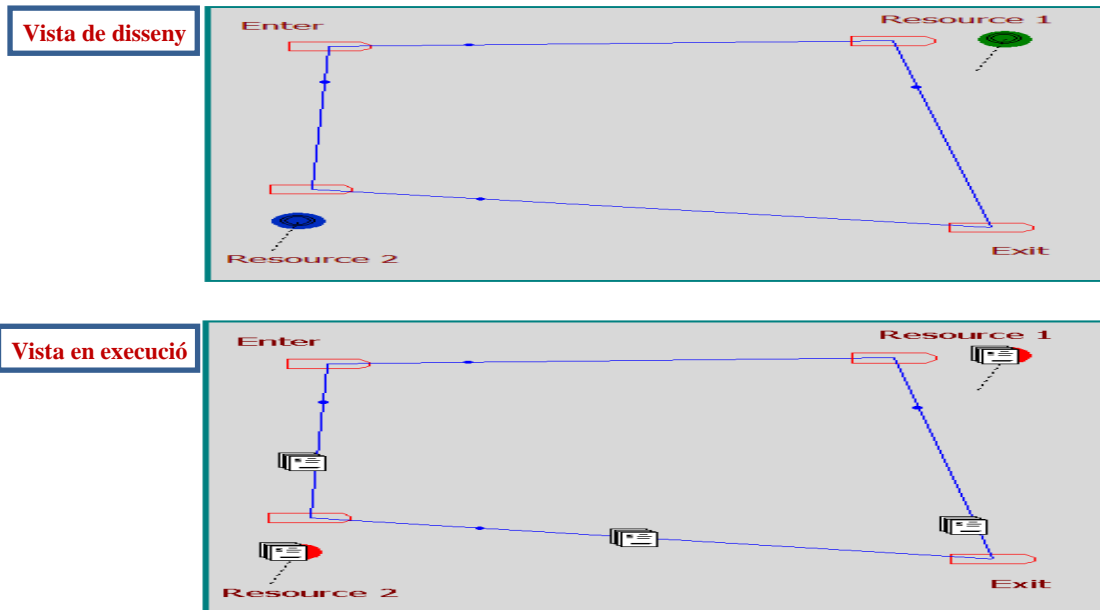
Nom del fitxer SMART : Smarts113

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :



Vista gràfica i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts113 i practicar amb la sortida de les entitats dels mòduls ROUTE i el seu enviament cap a les estacions seleccionades pel mòdul PICKSTATION.

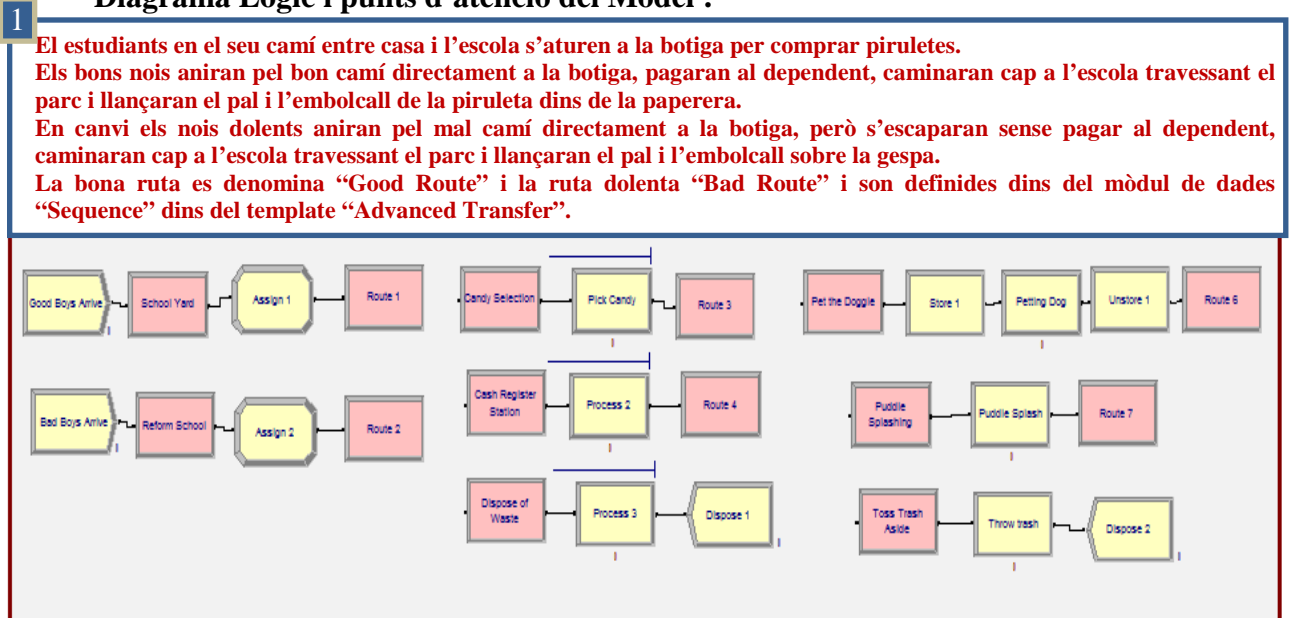
Experimentació avançada : Modificar el model i ampliar el nombre d'estacions a les quals pot enviar les entitats el mòdul PICKSTATION. Comparar el resultat amb el que proposa el fitxer Smarts138.

6.7.5.5.5. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS (1).

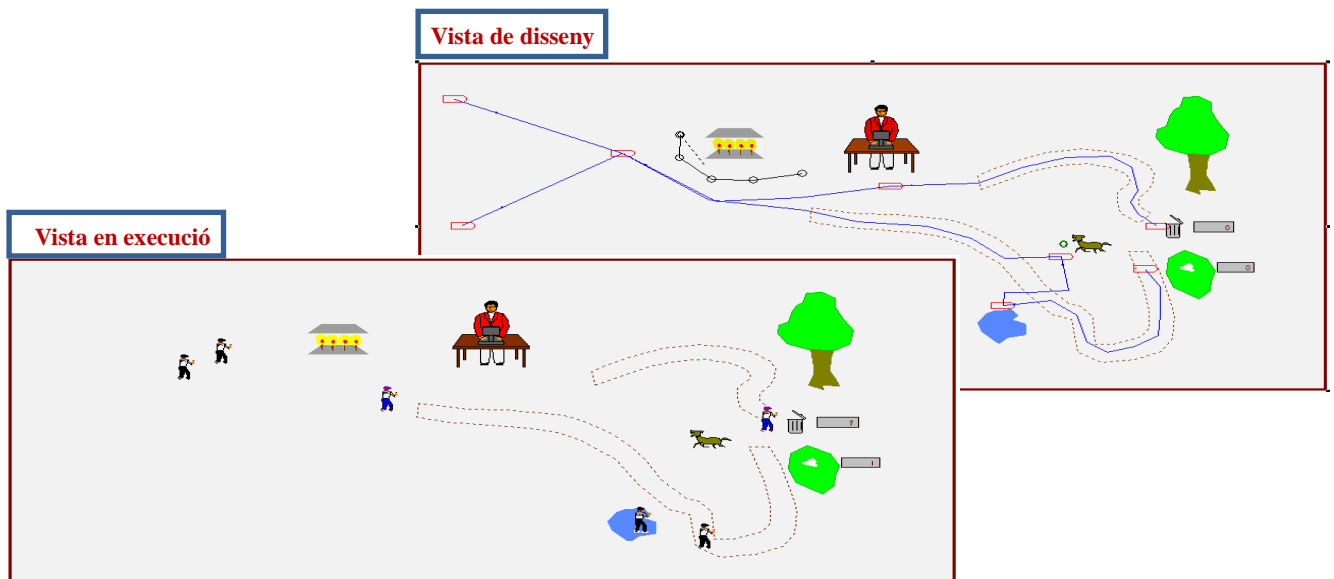
Nom del fitxer SMART : Smarts171

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :



Vista gràfica i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts171 i practicar amb la creació de les dues rutes del model i les estacions que fan tot el moviment de les entitats pel model.

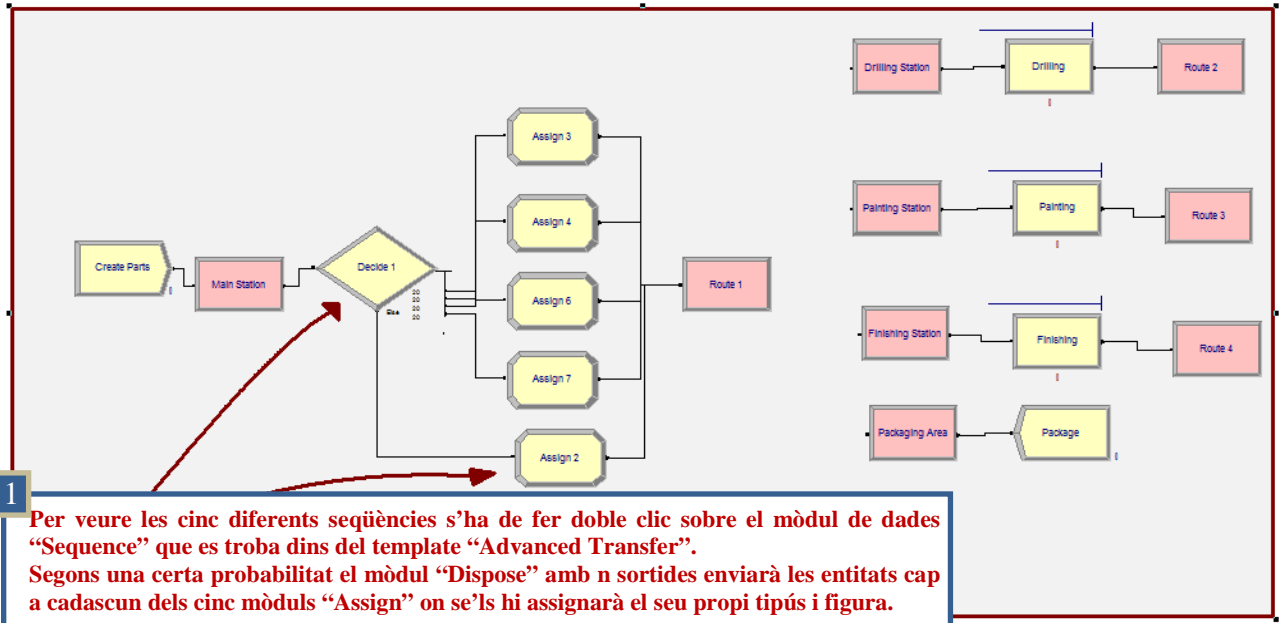
Experimentació avançada : Analitzar l'àrea denominada "Seized Area" i modificar el model i afegir elements variables gràfics per mostrar el nombre d'estudiants que circulen per cadascuna de les rutes definides.

6.7.5.5.6. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts172

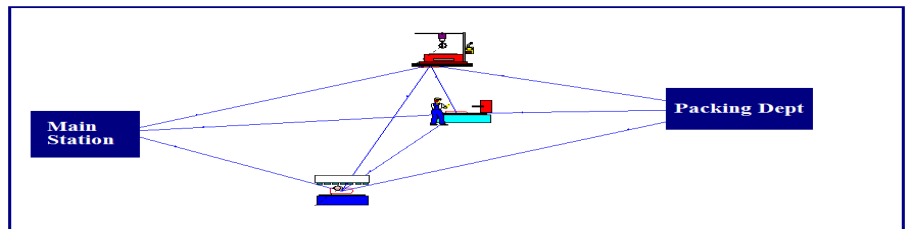
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :

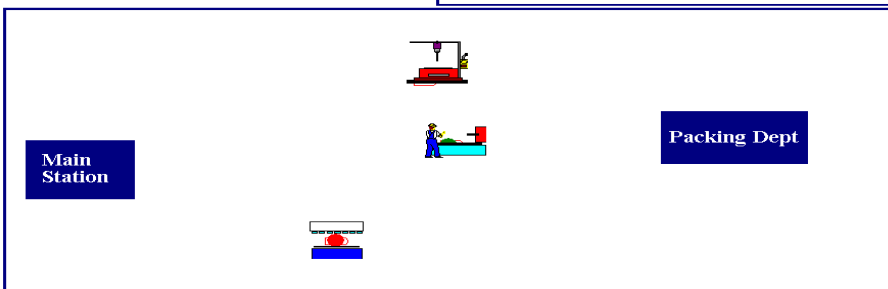


Vista gràfica i punts d'atenció del Model :

Vista de disseny



Vista en execució



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts172 i comprovar com cada entitat segueix la seva pròpia seqüència.

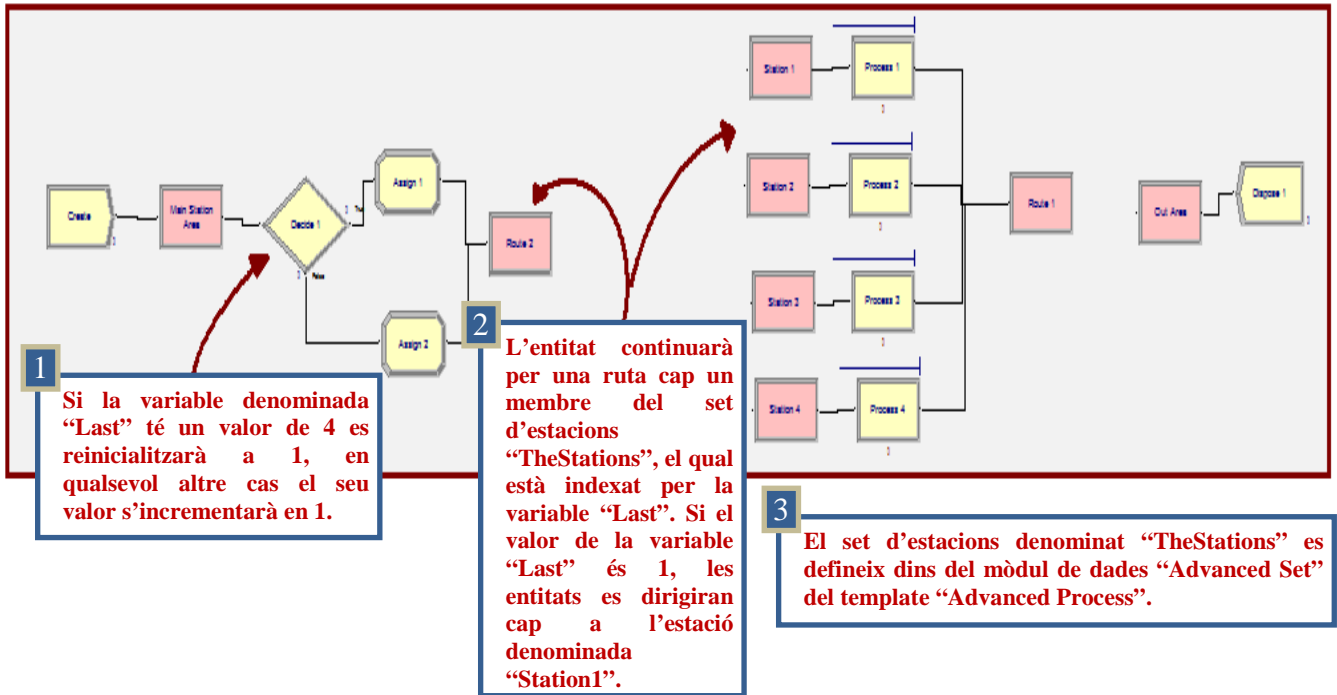
Experimentació avançada : Modificar el model i afegir elements variables gràfics per mostrar el nombre d'entitats que circulen per cadascuna de les rutes definides.

6.7.5.5.7. Exemples bàsics d'animació ENTRE ESTACIONS (3).

Nom del fitxer SMART : Smarts173

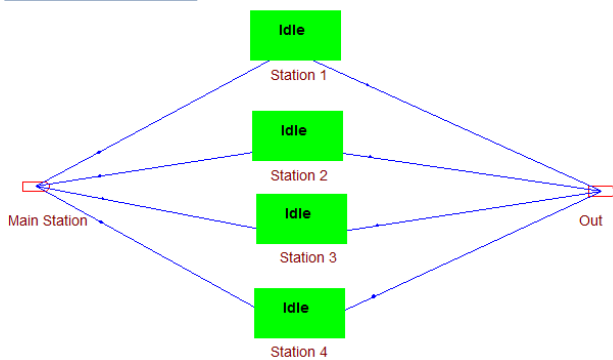
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :

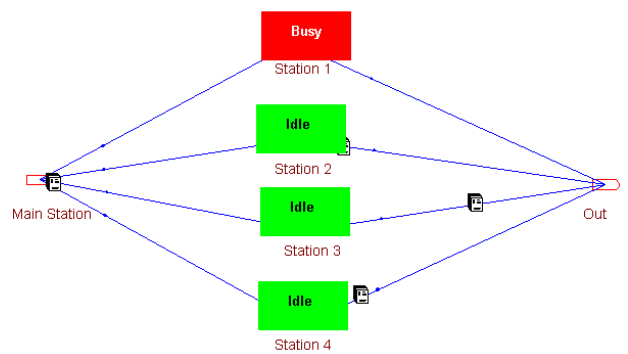


Vista gràfica i punts d'atenció del Model :

Vista de disseny



Vista en execució



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts173 i comprovar com cada entitat segueix la seva pròpia seqüència cap a una estació diferent en funció del valor de la variable "Last".

Experimentació avançada : Modificar el model i afegir elements variables gràfics per mostrar el nombre d'entitats que circulen per cadascuna de les rutes definides.

6.7.5.5.8. Exemple avançat d'animació ENTRE ESTACIONS.

Nom del fitxer SMART : Smarts077

Nivell de dificultat : Mitjà

1 Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :

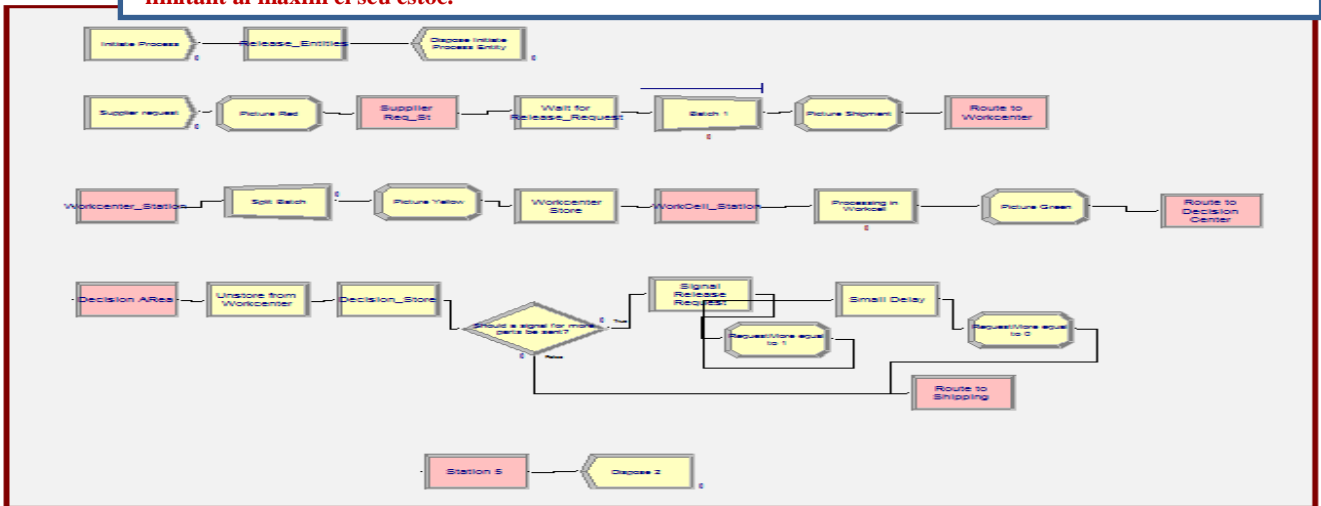
El model "Shop Floor Control" monitoritza el nombre d'entitats dins de la cua del mòdul "Store" denominada "Workcenter Store", així com la disponibilitat del seu procés principal denominat "Processing in Workcell" o centre de treball.

En el model de control es genera una sola entitat, quan aquesta entra al mòdul "Signal" denominat "Release_Entities" envia una primera senyal. La mateixa serà rebuda pel mòdul "Hold" denominat "Wait for Release_Request" per tal de començar l'emmagatzemament d'entitats dins del magatzem principal si:

- 1.- El centre de treball es troba disponible i en estat disponible "Idle".
- 2.- El nombre d'entitats a la cua del centre de treball és menor de 5.

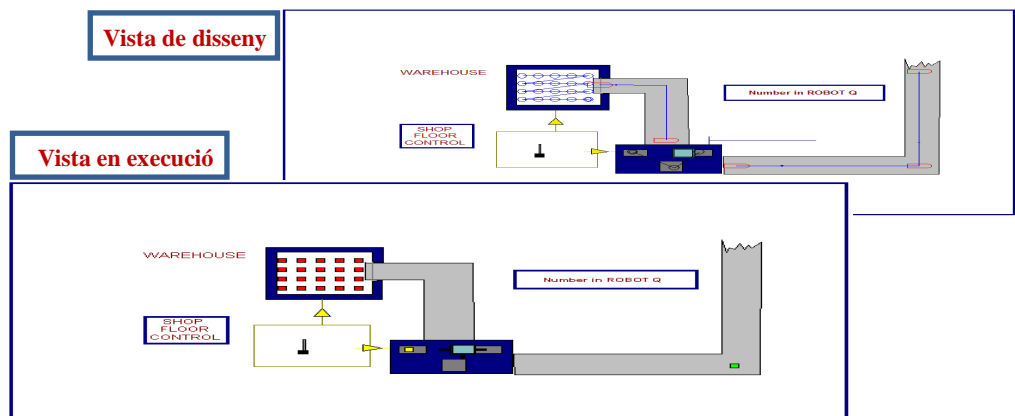
Això assegura que el centre de treball no es trobi mai saturat i la seva cua no creixerà infinitament. Un motiu per monitoritzar el procés és el de limitar l'estoc i no augmentar el cost de les entitats en procés o "WIP".

Aquest model mostra el control d'un procés principal mitjançant una altra que s'executa en segon terme, similar a la que s'utilitza en tot procés "Just in Time" on es treballa amb el mínim nombre d'unitat dins del procés, limitant al màxim el seu estoc.



Vista gràfica i punts d'atenció del Model :

1 Les parts esperen una senyal del "SHOP FLOOR CONTROL" dins del magatzem per a ser enviades cap al centre de treball "Workcell". S'assumeix que l'estoc dins del magatzem es reomple cada cert temps.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts077 i practicar amb les vistes que el mateix disposa abans d'executar el model. Amb les mateixes si em prem la "1" es veurà el model lògic, amb "o" es veu el model gràfic i el "2" permet veure la informació ampliada del mateix.

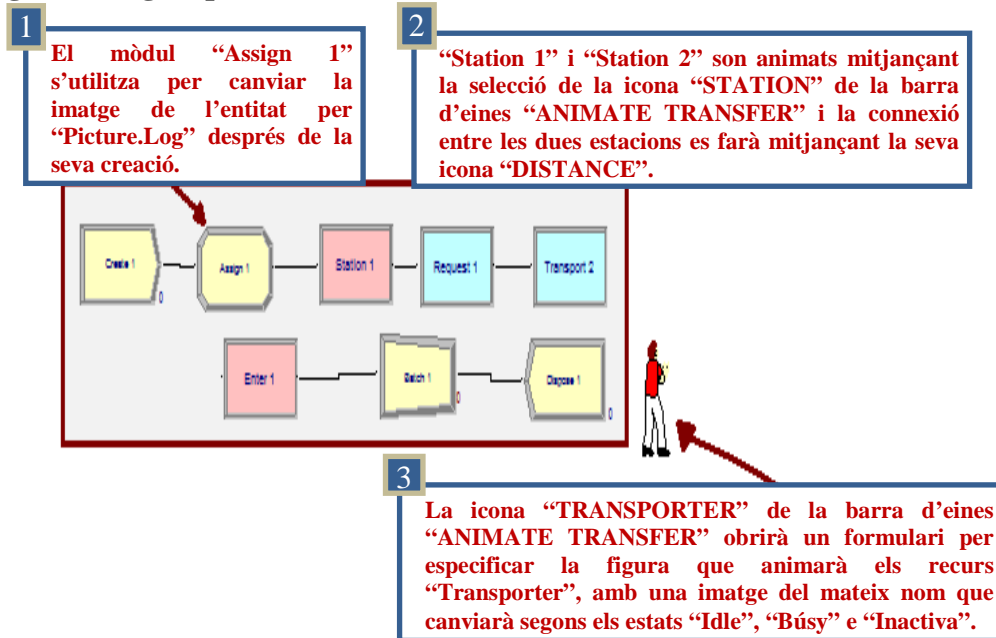
Experimentació avançada : Modificar el model i dissenyar un sistema per anar reomplint el magatzem quan aquest té menys de 10 entitats mitjançant entitats de control.

6.7.5.5.9. Exemples bàsics d'animació de TRANSPORTS (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts074

Nivell de dificultat : Mitjà

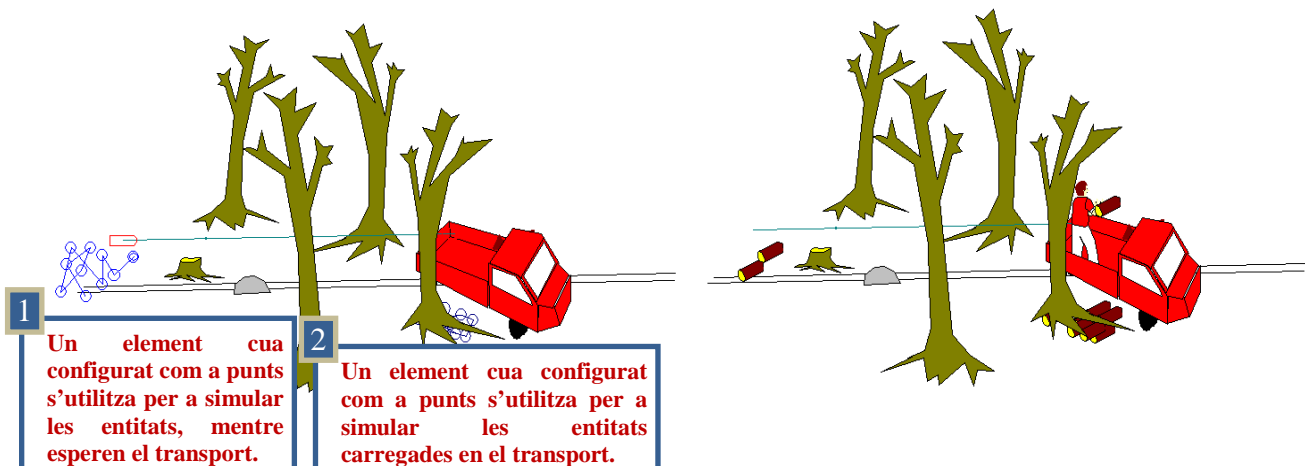
Diagrama Lògic i punts d'atenció del Model :



Vista gràfica i punts d'atenció del Model :

Vista de disseny

Vista en execució



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts074 i comprovar com es mouen les entitats i canvien la seva imatge.

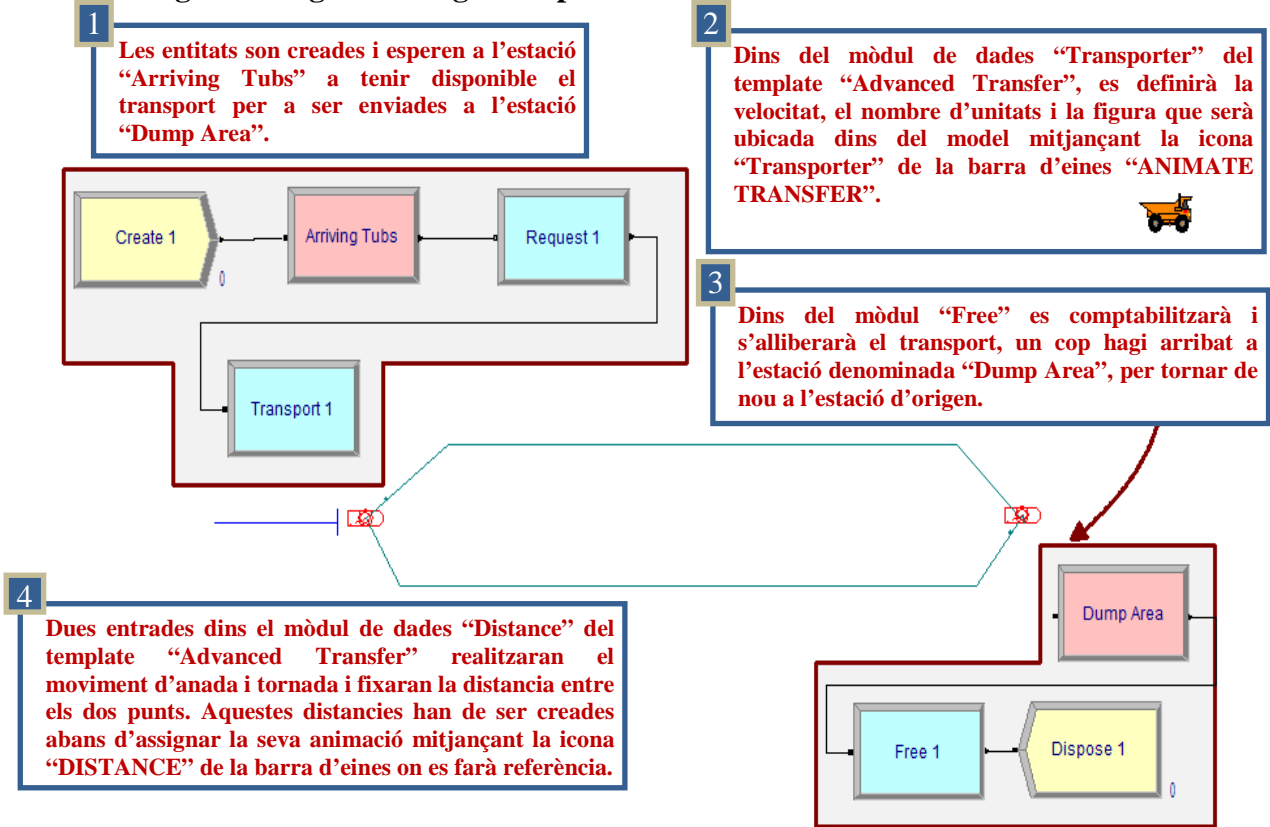
Experimentació avançada : Modificar el model afegint una nova seqüència de mòduls STATION -> REQUEST -> TRANSPORT -> ENTER per a crear la seqüència que descarregui el transport.

6.7.5.5.10. Exemples bàsics d'animació de TRANSPORTS (2).

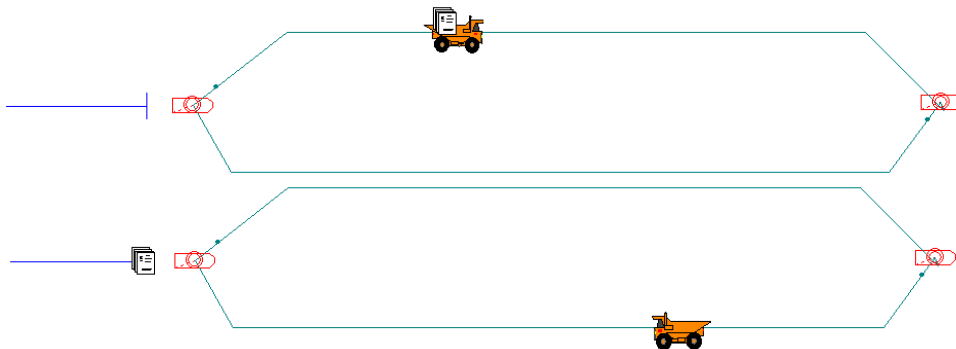
Nom del fitxer SMART : Smarts146

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts146 i comprovar com es mou el transport d'anada i tornada entre les estacions denominades "Arriving Tubs" i "Dump Area".



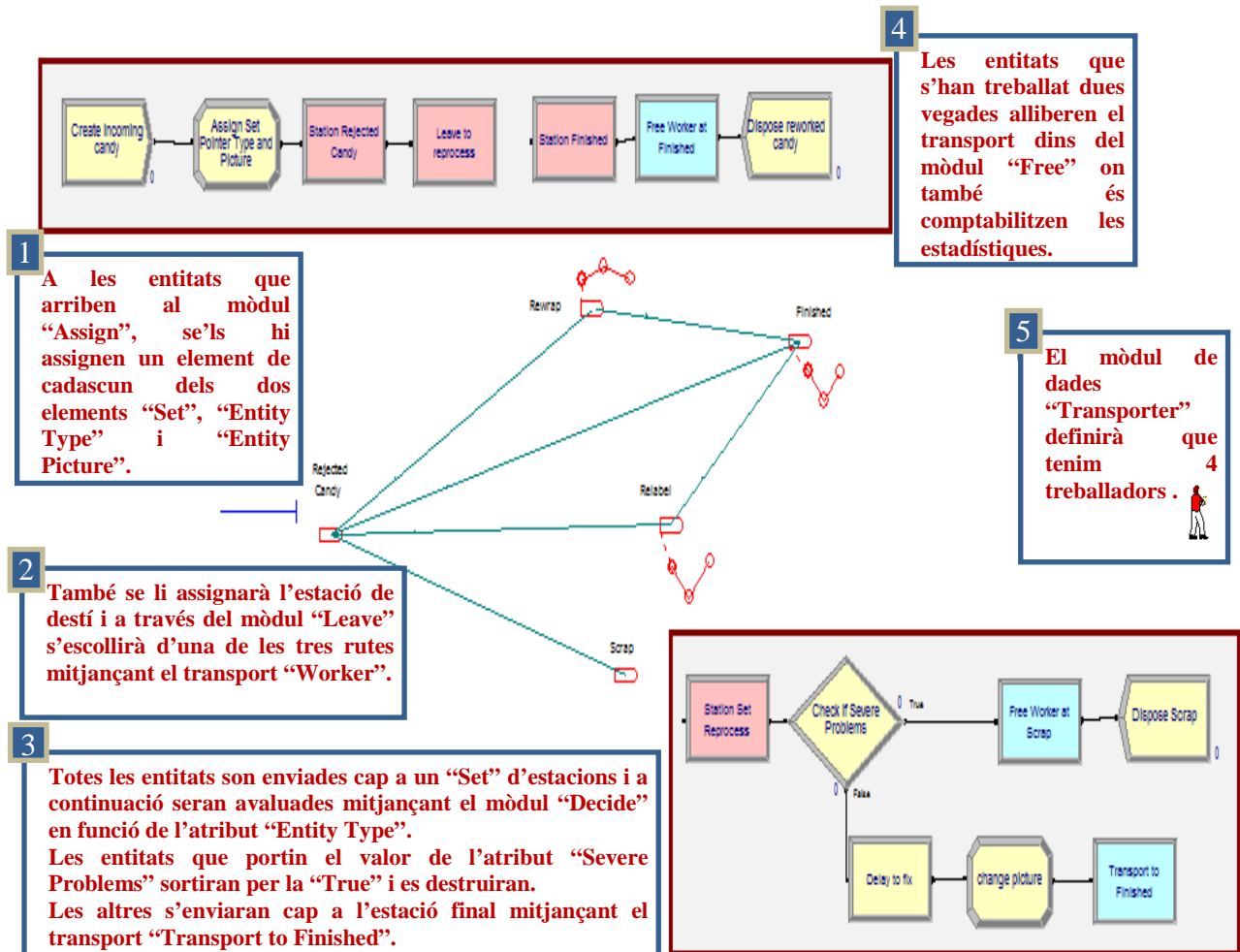
Experimentació avançada : Modificar el model per tal d'afegir un segon transport que faci la mateixa ruta que el primer. Un cop finalitzada aquesta modificació, l'alumne la pot comparar amb la proposada dins del fitxer Smarts147.

6.7.5.5.11. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts148

Nivell de dificultat : Avançada

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts148 i comprovar com es mou el transport cap a cadascuna de les tres estacions i com el model lògic es simplifica mitjançant el "Set" d'estacions i el nou mòdul "Leave" utilitzat.

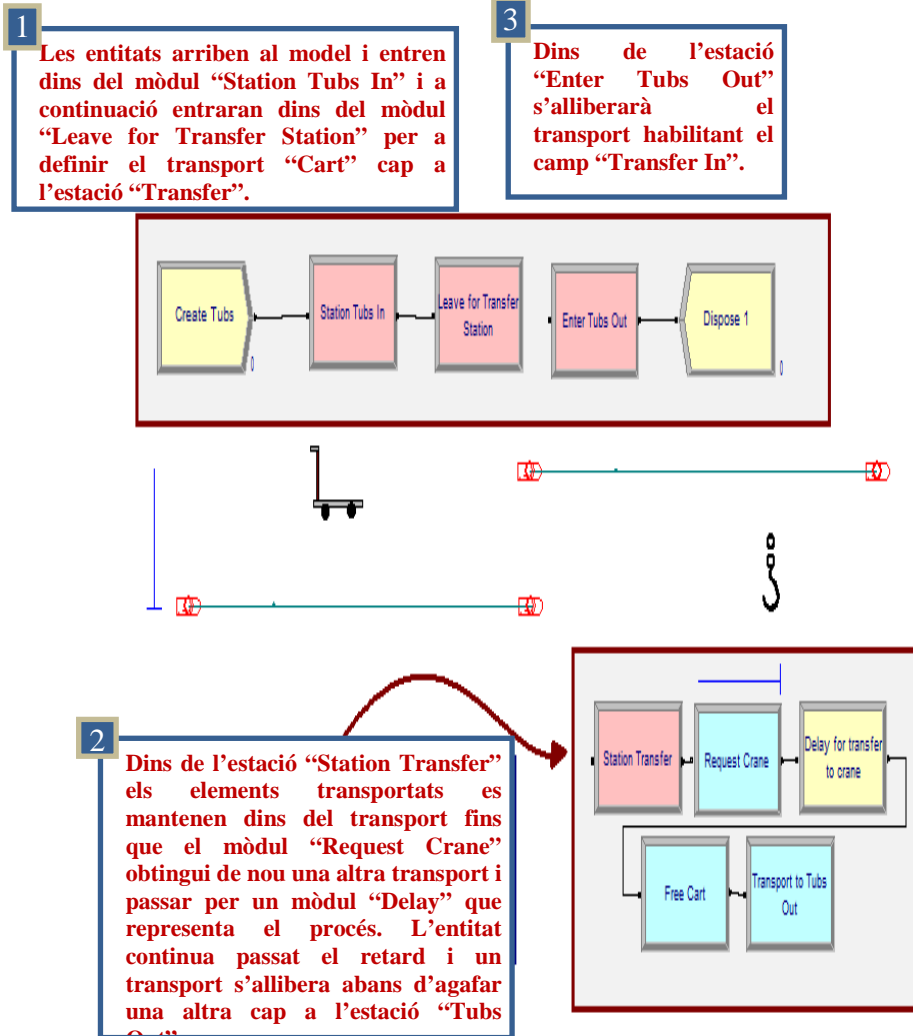
Experimentació avançada : Estudiar l'exemple de transport del fitxer Smarts151 on es planteja una planificació de transports i modificar aquest model per tal d'afegir una sortida de transports planificada.

6.7.5.5.12. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts149

Nivell de dificultat : Avançada

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts149 i comprovar el funcionament de les peces entre dos transports consecutius.

Experimentació avançada : Modificar el model i duplicar el nombre de vagonetes. Un cop finalitzada aquesta modificació, l'alumne la pot comparada amb la proposada dins del fitxer Smarts150. On es planteja una planificació de transports amb dues entrades de component i duplica el nombre d'elements de transport.

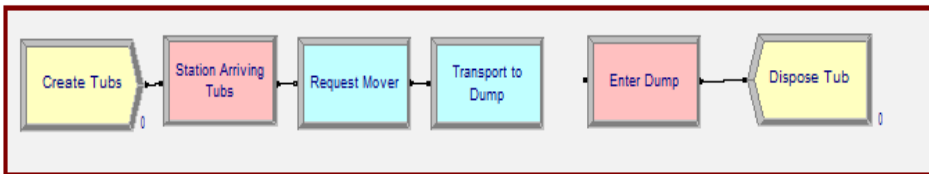
6.7.5.5.13. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (3).

Nom del fitxer SMART : Smarts152

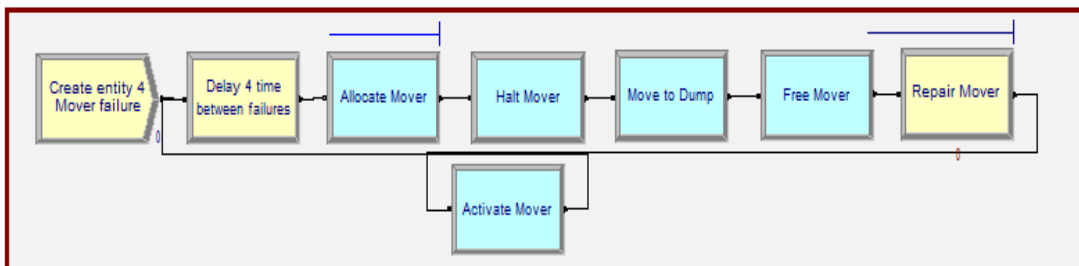
Nivell de dificultat : Avançada

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :

1
Dins del model que executa la lògica principal, les entitats "Tubs" arriben i son distribuïdes pel model mitjançant el transport "Mover".



2
Dins del model que executa la lògica de control es genera una sola entitat per tal de parar el transport i enviar-lo al procés de reparació "Repair Mover".



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts152 i comprovar com arriba el transport a l'àrea de reparació regularment.

Experimentació avançada : Modificar el model i duplicar el nombre de vagonetes, de tal manera que la segona no entri mai dins l'àrea de reparació. Un cop finalitzada aquesta modificació, comparar l'eficiència dels dos elements de transport.

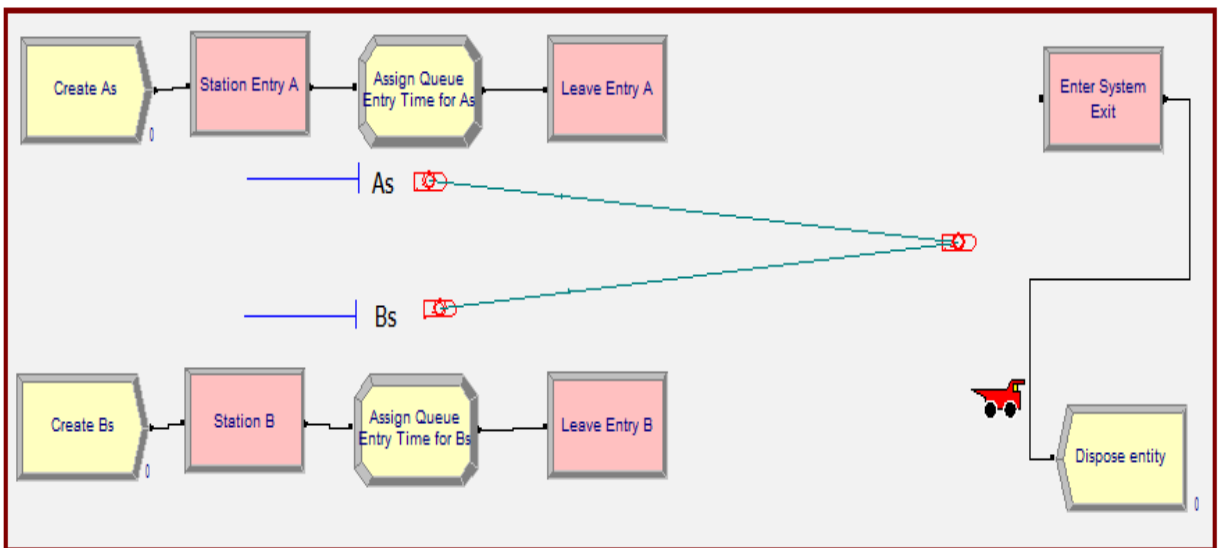
6.7.5.5.14. Exemples avançats d'animació de TRANSPORTS (4).

Nom del fitxer SMART : Smarts153

Nivell de dificultat : Avançada

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :

1 Les entitats que sol·liciten transport l'obtenen primer segons una prioritat. Aquesta prioritat serà assignada en funció de l'ordre que les mateixes entrin dins les cues, de tal manera que les primeres que entrin seran les primeres que surtin (FIFO).
 Per tal de que el FIFO es compleixi s'ha de fer el següent:
 1.- Marcar el temps que les entitats porten dins de la cua. Per lo qual s'utilitza el mòdul "Assign" per tal de carregar l'atribut denominat "Queue Entry Time" igual al temps actual de simulació en el moment que l'entitat entra a la cua mitjançant la variable de sistema "TNOW".
 2.- Després de fixar el temps d'arribada, s'utilitza l'atribut "Queue Entry Time" per definir la prioritat de la crida a l'element del transport compartit i sol·licitat per cada mòdul "Leave". El transport s'assignarà sempre primer a l'entitat que tingui el "Queue Entry Time" més petit, lo qual garantirà el FIFO.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts153 i comprovar el funcionament d'un sol transports per a dues rutes.

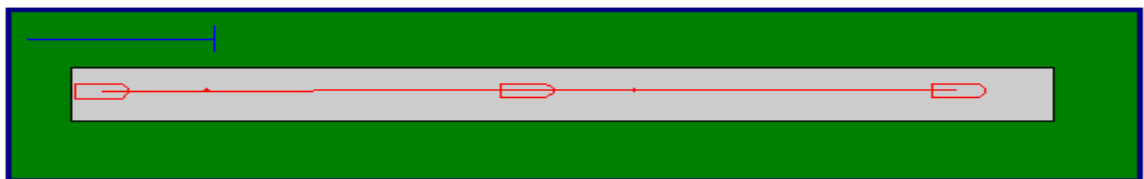
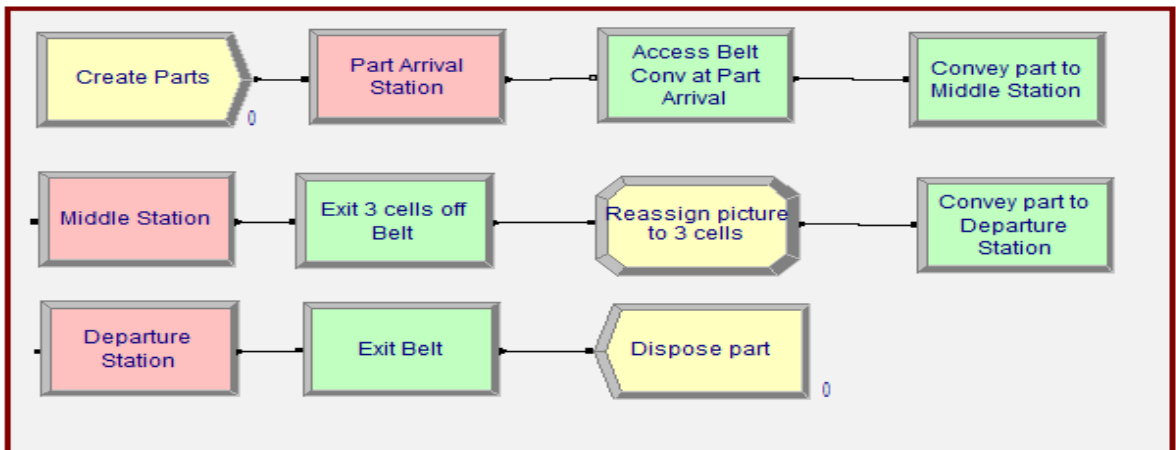
Experimentació avançada : Modificar el model i el augmentar el nombre de rutes a quatre, mostrant mitjançant una variable gràfica PLOT el valor de temps d'entrada a la cua de cada entitat transportada.

6.7.5.5.15. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS ACUMULATIUS (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts111

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



1 Les entitats o "Parts" ocupen 6 celes dins del conveyor quan es mouen entre la primera estació i l'estació del mig.

2 Quan les entitats arribin a l'estació del mig, aquestes passaran a ocupar 3 celes i canviaran la seva figura fins arribar a l'estació final.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts111 i comprovar el funcionament bàsic dels conveyors per entendre el conceptes que ens permetran configurar-los correctament. Obrir el mòdul de dades "Conveyor" dins del template "Advanced Transfer" i verificar els valors que s'afegeixen dins dels camps "Velocity", "Cell Size", "Mac Cells Occupied" i "Accumulation Lenght".

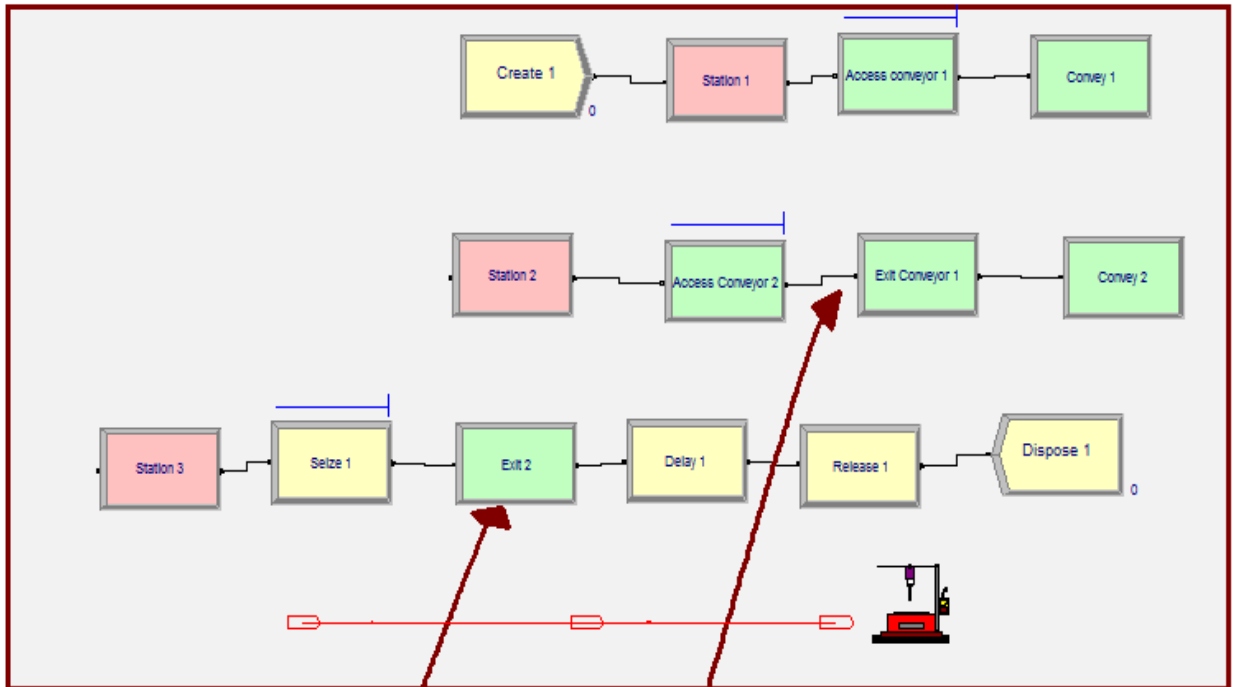
Experimentació avançada : Afegir una altra tipus d'entitats i fer que el seu tamany de cels sigui 12 quan passa per una nova estació, entre la primera i segona estació. Modificar el model per tal de fer que els conveyors actuals puguin transportar aquestes noves entitats.

6.7.5.5.16. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS ACUMULATIUS (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts079

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



1 Aquest exemple mostra l'ús de dos conveyors amb un procés al final. Aquí, és molt important que quedi espai disponible dins del segon conveyor abans de que l'entitat transportat deixi el primer conveyor. També, és molt important que l'entitat també capturi el recurs que executarà el procés del final abans de deixar el segon conveyor.

2 Aquest escenari presenta una situació de traspàs on una part no pot abandonar un conveyor sense haver agafat el següent, el qual pot ser una altra conveyor o un procés. Aquest concepte de traspàs elimina l'ús de les cues i les reemplaça pel concepte de bloqueig. Per tal d'aconseguir-ho, quan una entitat entra a l'estació denominada "Station 2" aquesta haurà d'accedir al segon conveyor i només quan el primer tingui espai podrà deixar el primer. A continuació quan aquesta entri a l'estació denominada "Station 3" només podrà deixar el primer conveyor si aquest té espai disponible.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts079 i comprovar el funcionament bàsic dels conveyors.

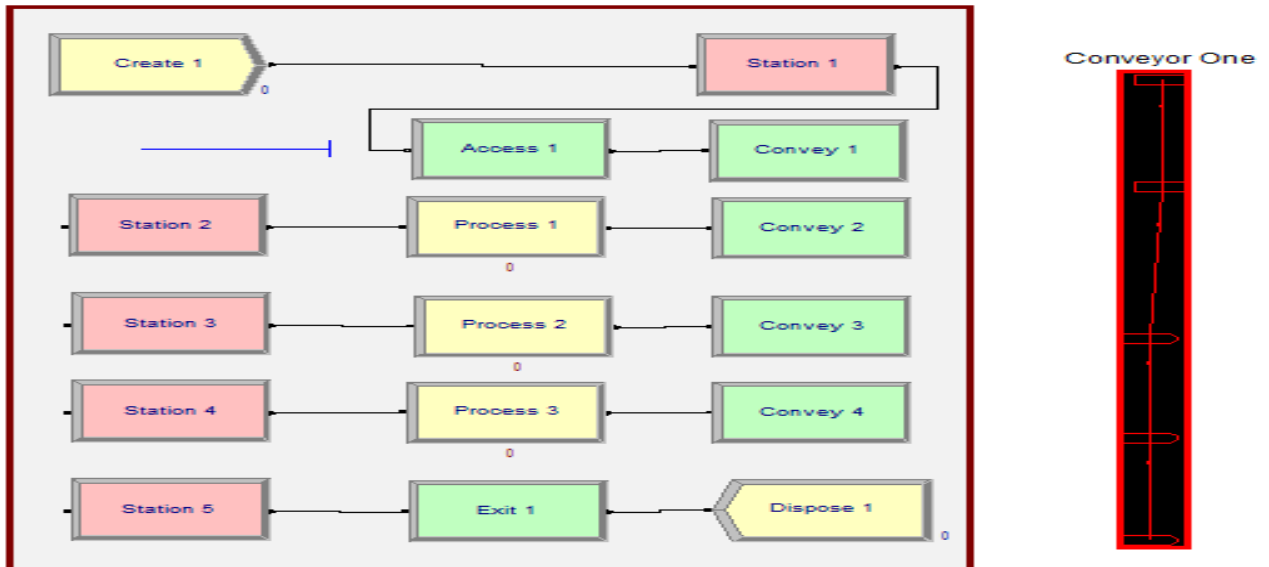
Experimentació avançada : Modificar el model afegint una nova estació de procés entre les actuals "Station 2" i "Station 3" i el mòdul STOP per aturar els conveyors mitjançant el mòdul HOLD i tornar-los a posar en marxa mitjançant una senyal donada pel mòdul SIGNAL. Un cop finalitzada aquesta modificació, l'alumne la pot comparar amb la proposada dins del fitxer Smarts80.

6.7.5.5.17. Exemples avançats d'animació mitjançant CONVEYORS NO ACUMULATIUS.

Nom del fitxer SMART : Smarts088

Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



1 Les entitats d'aquest model es transferiran cap a la següent estació al mateix temps. Això s'aconsegueix introduint totes les entitats dins d'un conveyor no acumulatiu, fent el traspàs al seu nou destí quan totes es trobin dins d'ell.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts088 i comprovar el funcionament dels conveyors no acumulatius a diferència de com ho fan els acumulatius.

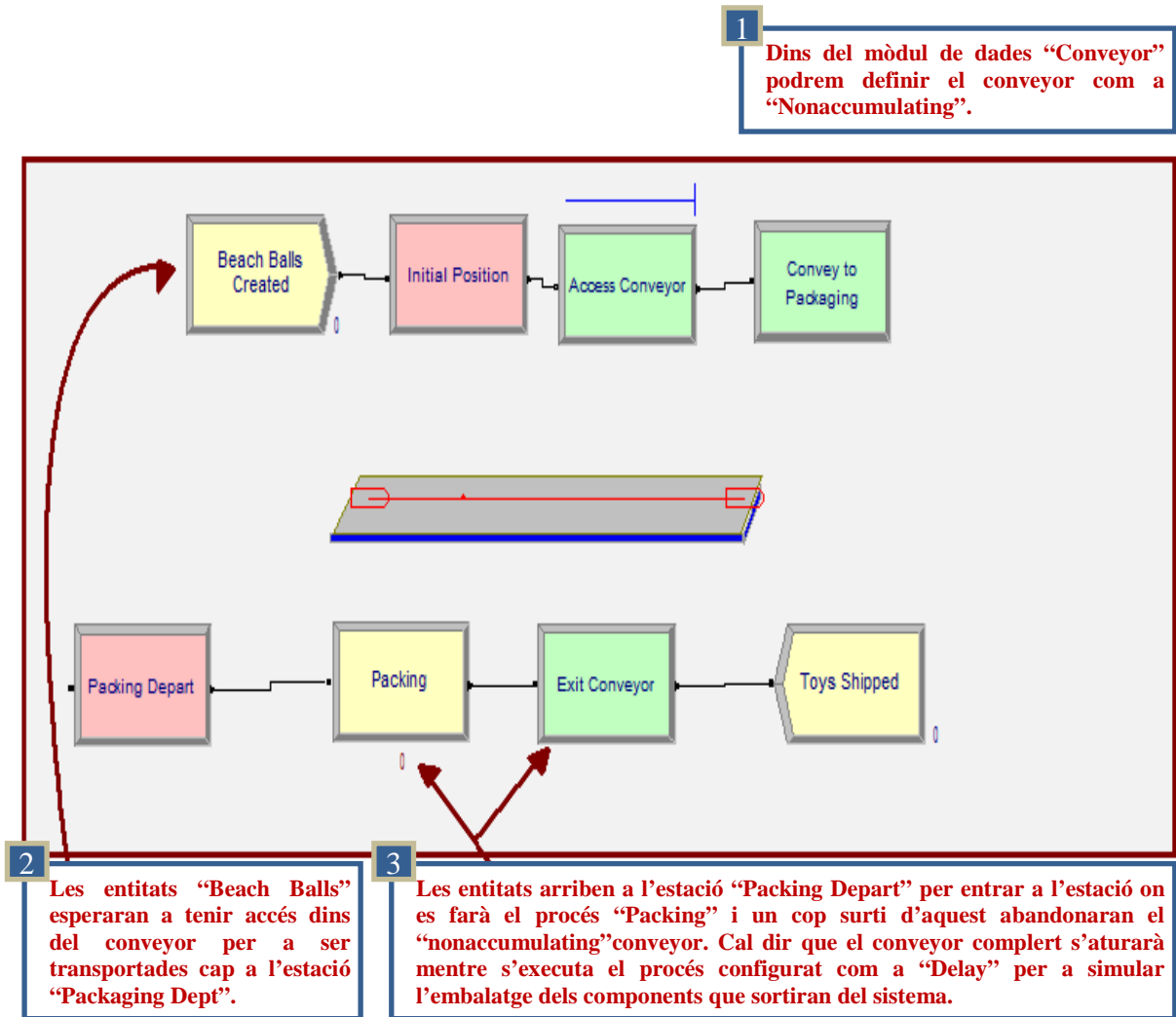
Experimentació avançada : Afegir una altra bloc format pels models STATION -> PROCESS -> CONVEY per tal de consolidar els coneixements d'ús dels conveyors no acumulatius.

6.7.5.5.18. Exemples bàsics d'animació de LINIES PRODUCTIVES (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts102

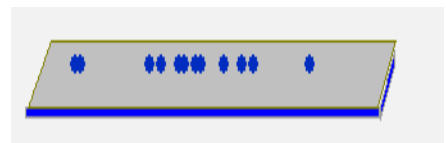
Nivell de dificultat : Mitjà

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts102 i experimentar els coneixements per a dissenyar processos de producció mitjançant els conveyors no acumulatius, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> ACCESS -> CONVEY -> STATION -> PROCESS -> EXIT.

Experimentació avançada : Afegir una altra cinta de transport en paral·lel a la que mostra aquest exemple, però mitjançant conveyors acumulatius per a veure la diferència dels dos processos.

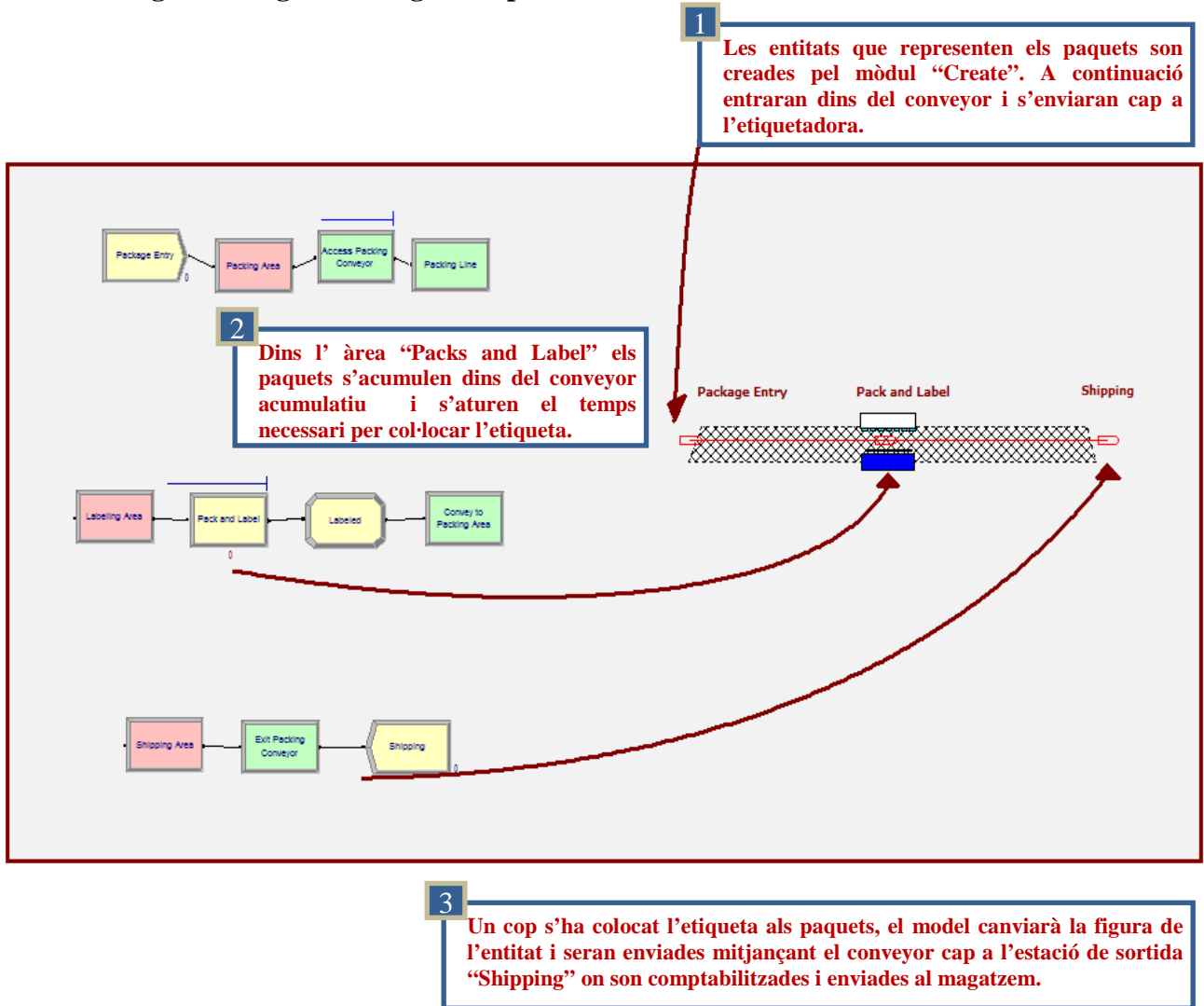


6.7.5.5.19. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES (1).

Nom del fitxer SMART : Smarts102

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts102 i experimentar els coneixements per a dissenyar processos de producció mitjançant els conveyors acumulatius, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> ACCESS -> CONVEY -> STATION -> PROCESS -> -> CONVEY -> STATION -> EXIT.

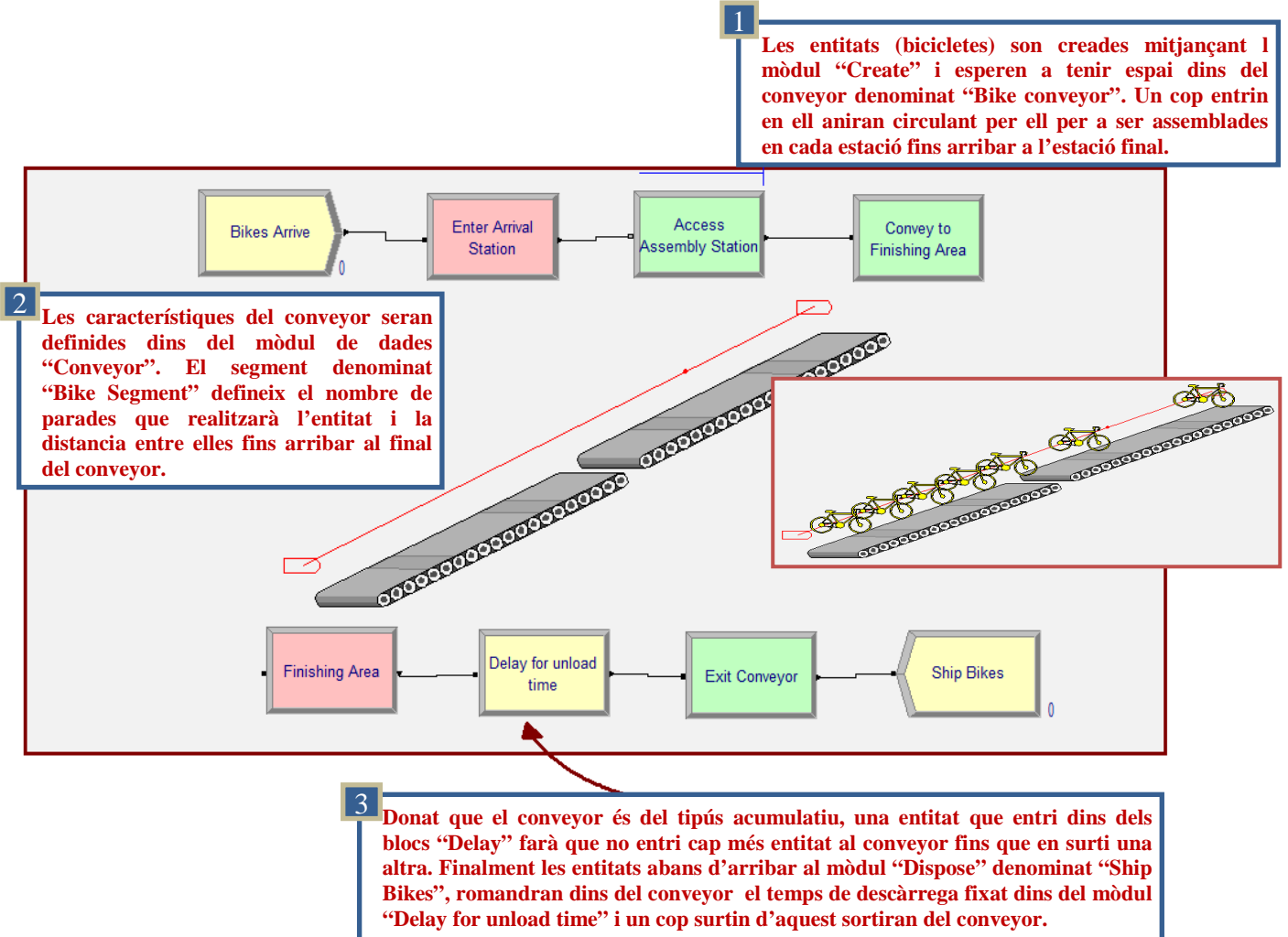
Experimentació avançada : Afegir una altra cinta de transport en paral·lel a la que mostra aquest exemple, però mitjançant conveyors acumulatius amb una altra tamany de cela per a veure la diferències dels dos processos. Es pot consultar l'exemple proposat dins del fitxer Smarts105.

6.7.5.5.20. Exemples avançats d'animació de LÍNIES PRODUCTIVES (2).

Nom del fitxer SMART : Smarts101

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts102 i experimentar els coneixements per a dissenyar processos de producció mitjançant els conveyors acumulatius, mitjançant la combinació dels mòduls STATION -> ACCESS -> CONVEY -> STATION -> PROCESS -> -> CONVEY -> STATION -> EXIT.

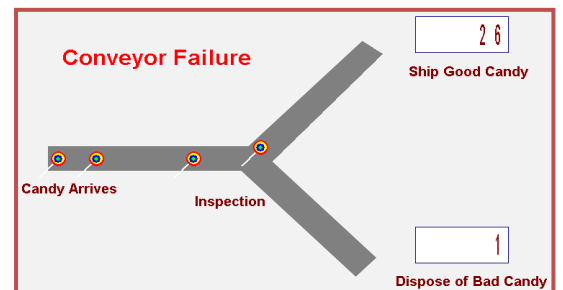
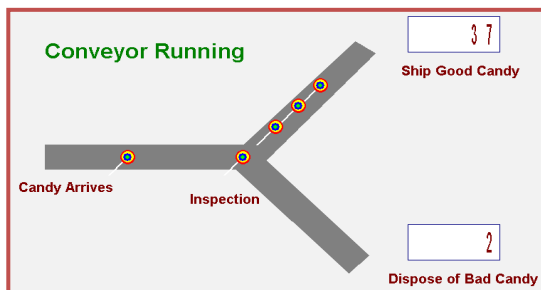
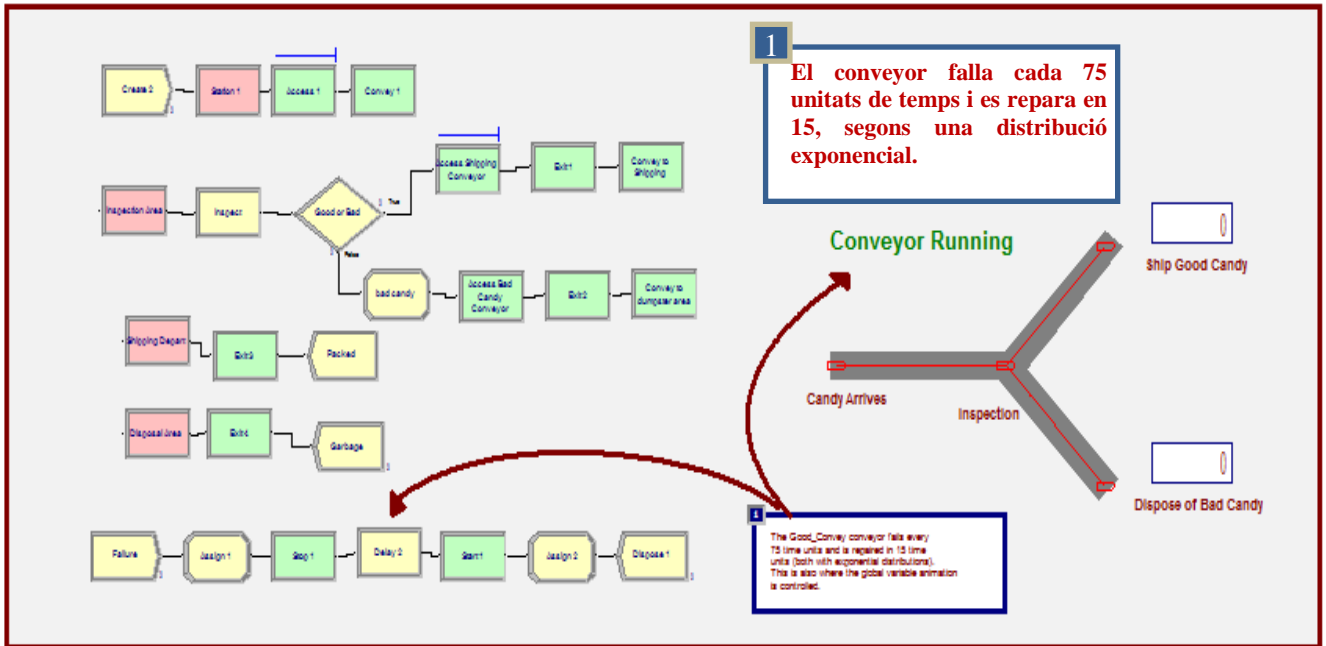
Experimentació avançada : Revisar dos exemples més de transport avançats de simulació de línies productives mitjançant conveyors acumulatius que es troben dins del fitxer Smarts107 i Smarts108.

6.7.5.5.21. Exemples avançats d'animació de LINIES PRODUCTIVES (3).

Nom del fitxer SMART : Smarts106

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts106 i completar els coneixements per a dissenyar processos de producció mitjançant els conveyors acumulatius que poden entrar en procés de fallida.

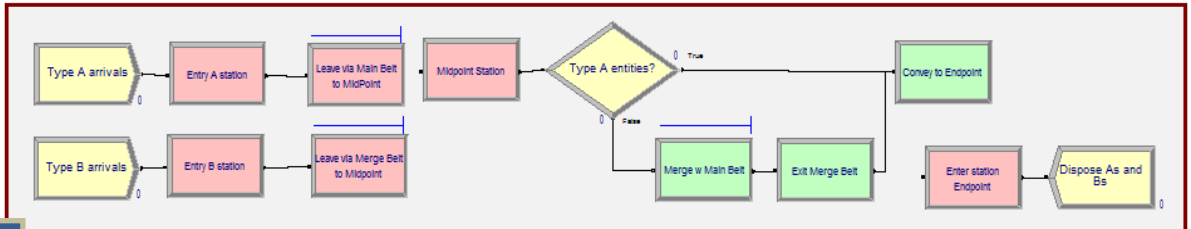
Experimentació avançada : Canviar els temps de fallida i veure com això afecta a las saturació del procés d'inspecció, fins que s'arribi a tenir més unitats dolentes que bones, segons el que indiquen les dues variables gràfiques per a cada procés.

6.7.5.5.22. Exemples avançats d'animació de LÍNIES PRODUCTIVES (4).

Nom del fitxer SMART : Smarts110

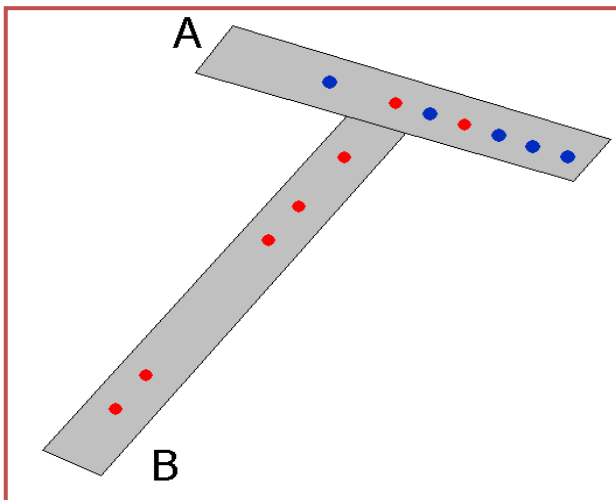
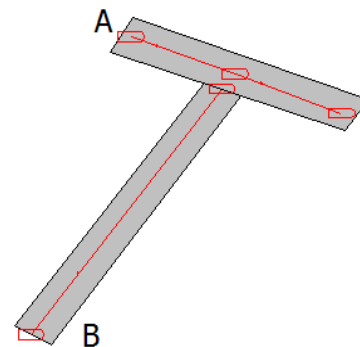
Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama Lògic i Vista gràfica punts d'atenció del Model :



1 Les entitats de les dues línies productives es troben en el punt central de la línia A on es troba l'estació "Midpoint". Les que arribin per la línia A provinents de l'estació "Entry A" continuaran el seu camí pel conveyor fins l'estació "Endpoint". En canvi les que arribin per la línia B, hauran de deixar el seu conveyor i seran transferides al conveyor de la línia A provinents de l'estació "Entry B", en direcció també cap a l'estació "Endpoint".

2 Imatge de model en execució on es veu la barreja d'entitats que provenen de la línia B dins de la línia A un cop s'ha realitzat la transferència.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts110 i experimentar la transferència de les entitats del conveyor denominat "Merge Belt" cap al denominat "Main Belt".

Experimentació avançada : Consolidar els coneixements sobre les línies productives, elements bàsics de la simulació avançada del processos productius amb ARENA per arribar a simular processos avançats com els exemples continguts dins dels fitxers: "Truck Assembly.doe" o "Banking Transactions.doe".

6.7.6. GENERACIÓ I ANÀLISI DE REPORTS.

6.7.6.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.6 mitjançant l'execució de les pràctiques on s'inclouen els informes més significatius:

- 6.7.4.1.Exemple dels costos per recurs. Aquesta executa el fitxer Smarts018, el qual tracta els estadístics recollits per defecte en qualsevol altre informe de la pràctica totalitat dels exemples afegint els de costos del sistema.
- 6.7.4.2.Exemple del tractament de cost durant el procés. Aquesta executa els fitxers Smarts140 i Smart049, els quals tracten els estadístics recollits afegint gràfics de barres i circulars més dades de cost.

Experimentació Avançada : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.6 mitjançant l'execució de les pràctiques on s'inclouen els informes que recullen estadístics d'usuari mitjançant el mòdul RECORD :

- 6.4.1.4. Exemple d'ús d'estadístics amb el mòdul RECORD. Aquesta executa el fitxer Smarts055, incorporant estadístics d'usuari mitjançant el mòdul RECORD configurat en mode TIME INTERVAL.
- 6.2.4.4. Finalització del model condicionada a una expressió. Aquesta executa el fitxer Smarts130, incorporant estadístics d'usuari mitjançant el mòdul RECORD configurat en mode TIME INTERVAL.
- 6.2.4.3. Finalització del model en funció de les entitats en procés (3). Aquesta executa el fitxer Smarts128, incorporant estadístics d'usuari mitjançant el mòdul RECORD configurat en mode COUNT i STATISTIC.

6.7.7. ALTRES EINES I PROCESSOS AVANÇATS.

6.7.7.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Experimentació bàsica : Consolidar els coneixements teòrics mitjançant l'execució de les pràctiques guiades que proposa la part teòrica a les següents eines dins dels seus apartats :

- **ARENA Input Analyzer** de l' apartat 3.6.3.
- **ARENA Expression Builder** de l' apartat 3.6.4.

Experimentació Avançada : Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.7 mitjançant l'execució de les pràctiques guiades que proposa la part teòrica d'aquest apartat per a les eines:

- **ARENA Process Analyzer.**
- **ARENA Output Analyzer.**

Un cop consolidat el coneixement intentar fer servir aquestes potents eines dins alguna de les pràctiques dels apartats anteriors.

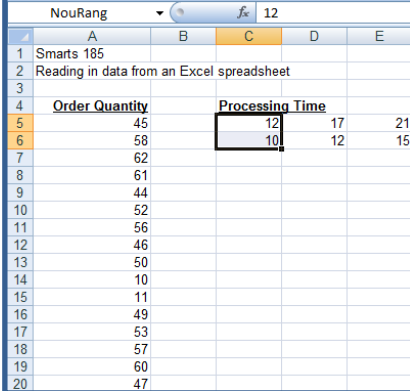
6.7.8. PRÀCTIQUES D'INTERFÍCIE ENTRE ARENA I EXCEL.

6.7.8.1. Creació d'un rang de celes dins del fitxer font EXCEL.

Per tal d'accedir a llegir dades directament d'un fitxer Excel, prèviament s'han de crear rangs de celes dins d'ell als quals se'ls li ha de donar un nom únic, en anglès denominats "Named Ranges", per tal de que el mòdul de dades "File" de ARENA el trobi i el pugui importar.

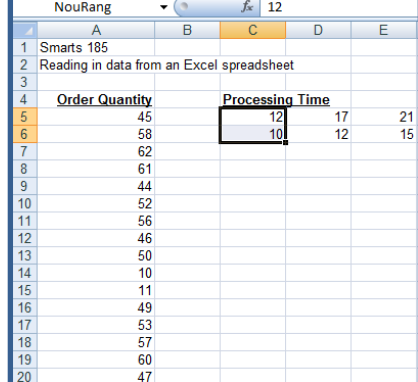
Per a crear el rang de celes dins del fitxer Excel procedirem dins la següent manera:

1 Seleccionar el rang de celes a les quals se'ls hi ha d'introduir un nom denominat "Named Range" dins del formulari a l'esquerra de la barra de fórmules i posar enter per tal de que quedi guardat.



	A	B	C	D	E
1	Smarts 185				
2	Reading in data from an Excel spreadsheet				
3					
4	Order Quantity		Processing Time		
5	45		12	17	21
6	58		10	12	15
7	62				
8	61				
9	44				
10	52				
11	56				
12	46				
13	50				
14	10				
15	11				
16	49				
17	53				
18	57				
19	60				
20	47				

2 A continuació ja es pot desplegar la llista amb tots els "Named Range" creats per aquell fitxer Excel que apareixerà seleccionant el formulari a l'esquerra de la barra de fórmules.



	A	B	C	D	E
1	Smarts 185				
2	Reading in data from an Excel spreadsheet				
3					
4	Order Quantity		Processing Time		
5	45		12	17	21
6	58		10	12	15
7	62				
8	61				
9	44				
10	52				
11	56				
12	46				
13	50				
14	10				
15	11				
16	49				
17	53				
18	57				
19	60				
20	47				

6.7.8.2. Consolidació de coneixements teòrics.

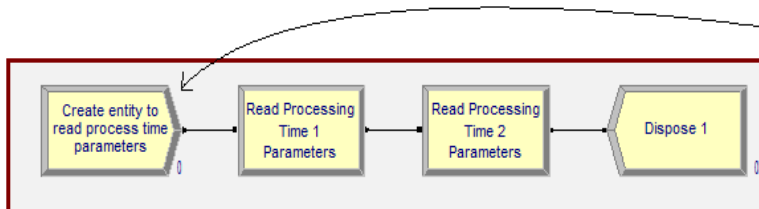
Consolidar els coneixements teòrics de l'apartat 4.7.3 mitjançant la lectura i escriptura de dades directament de fitxers Excel, presentades dins de les pràctiques:

6.7.8.2.1. Lectura de dades d'un fitxer EXCEL mitjançant entitats de control.

Nom del fitxer SMART : Smarts185

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 Una única entitat de control entra dins del mòdul "ReadWrite" denominat "Read Processing Time 1 Parameters" i configurat com a mode "Read from File" en l'instant 0 i llegeix el valor per a la variable "P1TimeMin", "P1TimeMode", "P1TimeMax", "P2TimeMin", "P2TimeMode" i "P2TimeMax" per a ser utilitzats dins de la simulació.

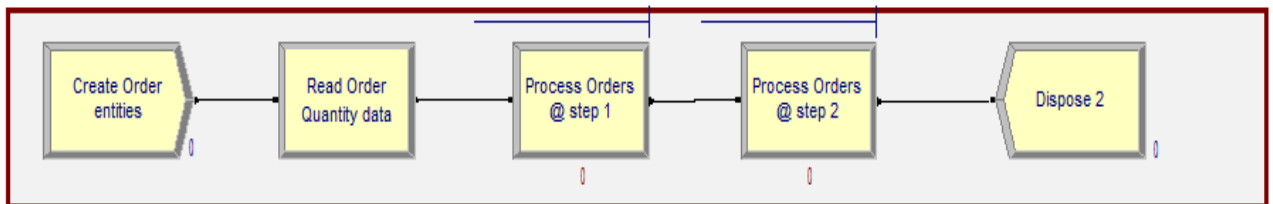
2 FUNCIONAMENT DE LA LECTURA DEL FITXER EXCEL

El mòdul de dades "File" que es troba dins del template "Advanced Process", defineix el fitxer Excel que s'utilitzarà per tal de llegir les dades. En el nostre exemple es diu "Smarts185.xls" i ha d'incloure els "Named Range" especificat dins del seu camp "Recordset" i denominats "OrderQty" i "ProcessingTime" per tal d'indicar el rang de celes que es llegiran en mode seqüencial cada vegada que una entitat entri dins del mòdul lògic "ReadWrite".

El nombre de celes que es regiran del rang definit per a cada entitat que entri vindrà en funció del nombre de variables definides dins del mòdul "ReadWrite" per a ser carregades. En aquest exemple entra una sola entitat de control i es llegeixen de cop dins del primer mòdul "ReadWrite" les variables : "P1Time Min", "P1TimeMode" i "P1TimeMax" i quan la mateixa entitat entri dins del segon mòdul "ReadWrite" s'assignaran les variables : "P2TimeMin", "P2TimeMode" i "P2TimeMax".Ç

En mode de disseny ja es pot comprovar si la lectura de dades del fitxer Excel serà correcte si ARENA no dona cap error en el moment d'obrir el camp "Recordsets" del mòdul de dades "File", es selecciona un dels "Recordset Name", es fa clic sobre la icona "View" i apareixen les dades dins d'una taula que s'obre dins d'un nou formulari.

Dins del mòdul "File" es programen dues accions denominades "End of File Action" i l'altre "Initialize Option". Mitjançant l'acció "Rewind" la primera indica que quan s'ha de tornar a llegir des del principi del "Named Range" quan s'ha llegit la totalitat del rang i el segon mitjançant l'acció "Hold" indica que capturarà el fitxer i esperarà a que arribin entitats per llegir dades.



3 Les entitats que conformen l'ordre de treball són creades i cadascuna carregarà el seu atribut "OrderQty" quan entri dins del mòdul "ReadWrite" del fitxer Excel i el seu "Named Range" denominat "OrderQty". El valor per al procés de cada ordre serà emprat per tal de calcular el temps de procés total. El qual vindrà de l'avaluació de la següent expressió: "P1Time * OrderQty" per al primer procés i per l'expressió : "P2Time" per al segon tenint en compte que "P1Time" també és una expressió carregada dins del mòdul de dades "Expression" amb el valor "TRIA(P1Time)" i "P2Time" també és una altra expressió carregada dins del mòdul de dades "Expression" amb el valor "TRIA(P2Time)".

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts185 i experimentar la teoria fonamental d'aquesta pràctica per tal de llegir dades externes del fitxer Excel denominat Smarts185.xls per tal de que s'incorporin al nostre model.

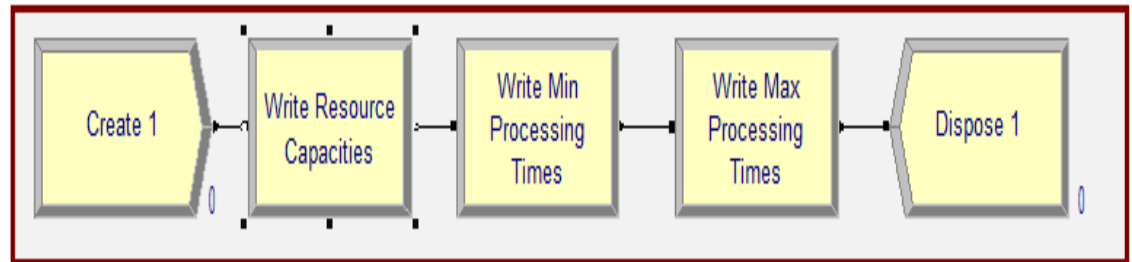
Experimentació avançada : Afegir un nou "Named Rang" que especifiqui un nou temps de procés per a un nou procés i cridar-lo dins del procés principal.

5.7.8.2.2. Escripció de dades dins d'un fitxer EXCEL mitjançant entitats de control.

Nom del fitxer SMART : Smarts190

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 Una única entitat de control entra dins de tres mòduls "ReadWrite", configurat com a mode "Write To File" en l' instant 0. El primer d'ells escriu la informació de 4 variables dins del fitxer Excel i el segon i tercer hi escriuran la informació de 2 variables. Cada execució del mòdul "ReadWrite" escriurà un registre que significa una fila dins del fitxer Excel.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts190 i experimentar la teoria fonamental d'aquesta pràctica per tal d'escriure dades del nostre model cap al fitxer denominat Smarts190.xls.

Experimentació avançada : Realitzar una nova simulació per tal d'afegir un mòdul de lectura i escriptura de dades dins del mateix model.

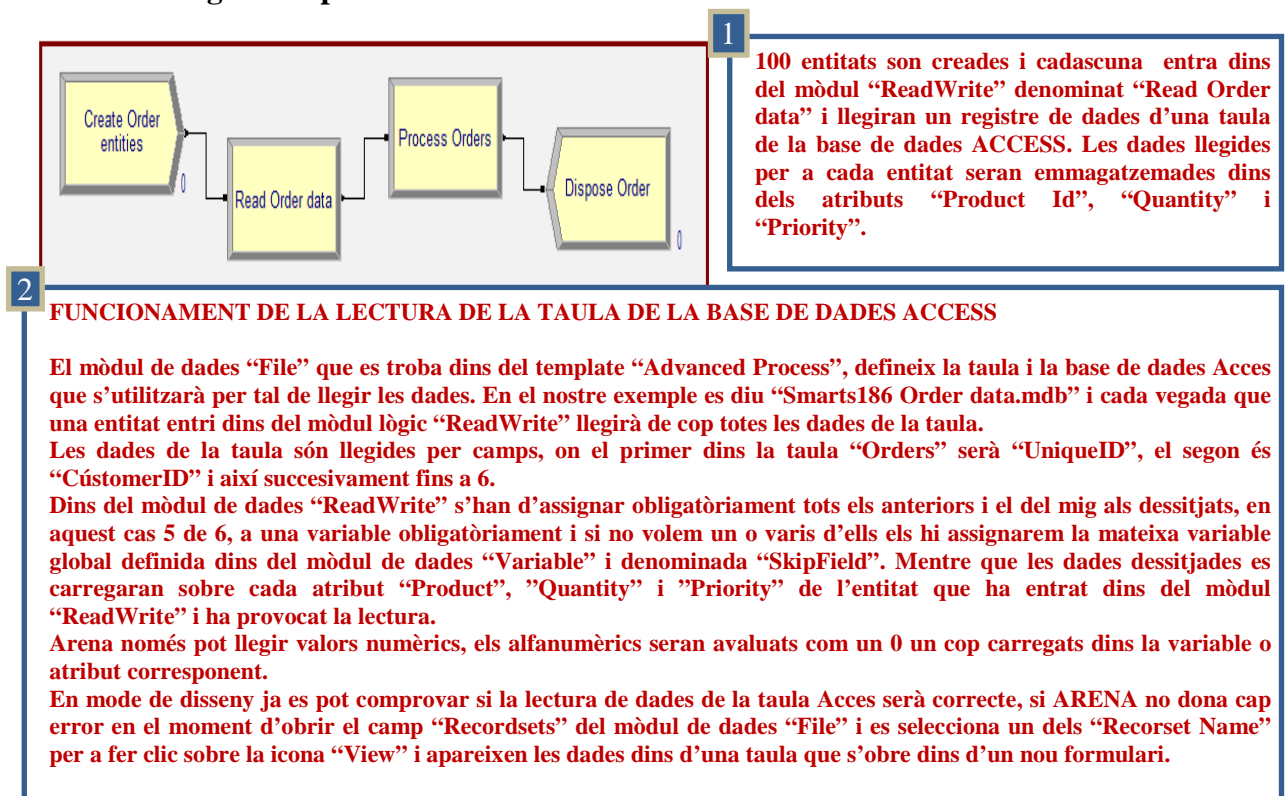
6.7.9. PRÀCTIQUES D'INTERFÍCIE ENTRE ARENA I ACCESS.

6.7.9.1. Lectura de dades d'una taula d'una base de dades ACCESS.

Nom del fitxer SMART : Smarts186

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts186, obrir la base de dades "Smarts186 Order data.mdb" mitjançant ACCESS i experimentar la teoria fonamental d'aquesta pràctica per tal de llegir dades externes que s'incorporin al nostre model des d'una base de dades ACCESS, comprovant les taules amb les dades que arriben al model.

Experimentació avançada : Afegir una nova lectura des de la taula "Products" de la base de dades "Smarts186 Order data.mdb" i carregui dins de cada atribut el temps d'execució del procés principal denominat "Process Orders".

També es poden llegir dades d'una base de dades ACCESS mitjançant ADO, el que es pot veure si es carrega el fitxer Smarts187.

5.7.9.2. Escriptura de dades dins d'una taula d'una base de dades ACCESS mitjançant objectes ADO.

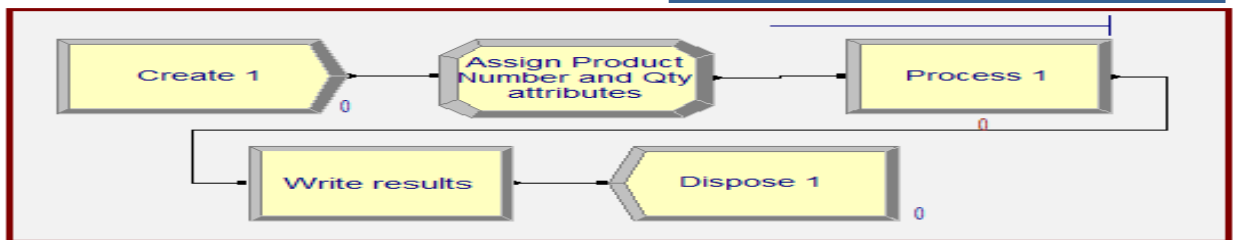
Nom del fitxer SMART : Smarts191

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

Les entitats son creades i cadascuna entra dins del mòdul "Assign" on se'ls hi assignarà valor a dos atributs, un cop processades aquestes escriuran les estadístiques dins d'una taula d'una base de dades.



2

FUNCIONAMENT DE L'ESCRITURA DE LA TAULA DE LA BASE DE DADES ACCESS MITJANÇANT ADO

El mòdul de dades "File" que es troba dins del template "Advanced Process", defineix la taula i la base de dades Access que s'utilitzarà per tal de llegir les dades. En el nostre exemple es diu "Smarts191Results.mdb" i cada vegada que una entitat entri dins del mòdul lògic "ReadWrite" escriurà de cop totes les dades de la taula. El secret de la connexió ADO es troba dins del camp "Connection String", al qual se li assigna "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=Smarts191" per tal d'obrir una connexió ADO indicada per la selecció de l'opció "ActiveX Data Object (ADO)" dins del camp "Access Type".

Les dades de la taula son escrites per camps, on el primer dins la taula "Orders" serà "UniqueID", el segon és "CústomerID" i així successivament fins a 5.

Dins del mòdul de dades "ReadWrite" s'han d'assignar obligatòriament tots els camps de la taula, menys el primer que es genera automàticament i no s'ha d'enviar.

Arena només pot escriure valors numèrics, els alfanumèrics seran avaluats com un 0 abans de ser escrits dins la base de dades.

En mode de disseny ja es pot comprovar si funciona correctament la connexió ADO amb la base de dades, si ARENA no dona cap error en el moment d'obrir el camp "Recordsets" del mòdul de dades "File" i es selecciona un dels "Recordset Name" per a fer clic sobre la icona "View" i apareixen les capçaleres dels camps dins d'una taula que s'obre dins d'un nou formulari.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts191, obrir la base de dades "Smarts191Result.mdb" mitjançant ACCESS i experimentar la teoria fonamental d'aquesta pràctica per tal d'escriure les dades del nostre model dins d'una base de dades ACCESS, comprovant que aquestes s'emmagatzemen dins la taula "Results".

Experimentació avançada : És molt important comentar que ARENA generarà automàticament una base de dades ACCESS al final de la simulació amb totes les dades dels reports estadístics. Realitzar una nova simulació per tal d'afegir un mòdul de lectura i escriptura de dades dins del mateix model sobre la base de dades que genera ACCESS amb el mateix nom i directori que l'aplicació.

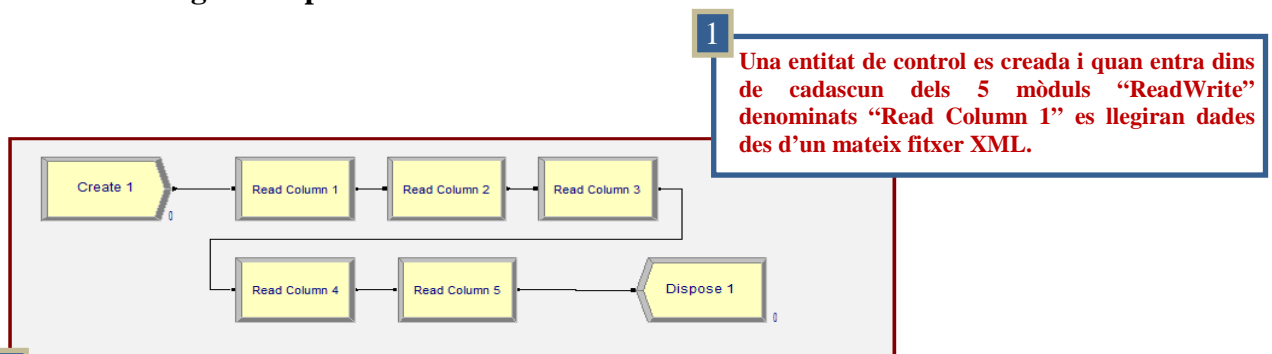
6.7.10. PRÀCTIQUES D'INTERFÍCIE ENTRE ARENA I XML.

6.7.10.1. Lectura de dades des d'un fitxer amb format XML.

Nom del fitxer SMART : Smarts188

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



2 FUNCIONAMENT DE LA LECTURA DE DADES DES D'UN FITXER XML

El mòdul de dades "File" que es troba dins del template "Advanced Process", defineix el fitxer XML que s'utilitzarà per tal de llegir les dades, seleccionant també com a mode "Acces Type" el definit com "eXtensible Markup Language (*.xml)" de la llista desplegable.

En el nostre exemple el fitxer XML es diu "Smarts188.xml" i cada vegada que una entitat entri dins de cadascun dels 5 mòduls lògics "ReadWrite" llegirà de cop una fila de 10 dades que es troben dins del fitxer mitjançant la "Variable Array" indexada i definida dins del mòdul lògic "Variable" amb 10 files i 5 columnes. Dins del mòdul de dades "ReadWrite" s'han d'assignar obligatòriament aquesta variable amb el seu índex corresponent per a les 10 dades.

Arena només pot llegir valors numèrics, els alfanumèrics seran avaluats com un 0 un cop carregats dins la variable o atribut corresponent.

En mode de disseny no es pot comprovar si la lectura de dades del fitxer XML serà correcta i ho haurem de fer en temps d'execució obrint el camp "Recordsets" del mòdul de dades "File" i es selecciona un dels "Recordset Name" per a fer clic sobre la icona "View" i apareixen les dades dins d'una taula que s'obre dins d'un nou formulari.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts188, obrir el fitxer "Smarts188.xml" amb l'explorador Microsoft Explorer i experimentar la teoria fonamental d'aquesta pràctica per tal de llegir dades externes que s'incorporin al nostre model des d'un fitxer XML, comprovant l'ordre en que les dades arriben al model des d'aquest.

Experimentació Avançada: Modificar aquesta pràctica per a convertir-la com aplicació de lectura i escriptura de dades dins del mateix fitxer "Smarts188.xml", afegint i llegint una nova fila de dades dins d'ell mitjançant el mateix model.

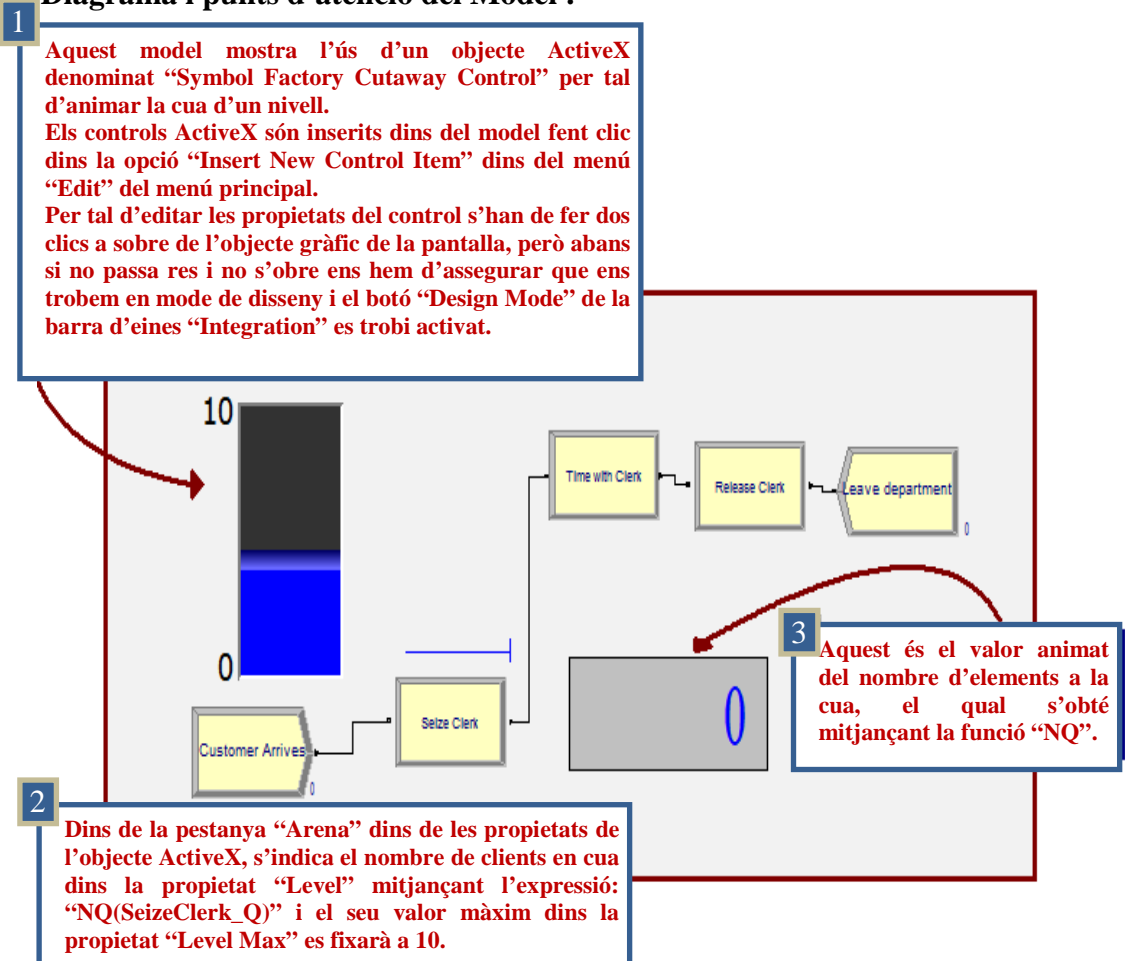
6.7.11. PRÀCTIQUES AMB CONTROLS ActiveX.

6.7.11.1. Introducció d'un control per simular un nivell dinàmic.

Nom del fitxer SMART : Smarts199

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts199 per tal de veure totes les opcions dels objectes ActiveX i aprendre a utilitzar aquesta eina gràfica tant potent que incorpora ARENA.

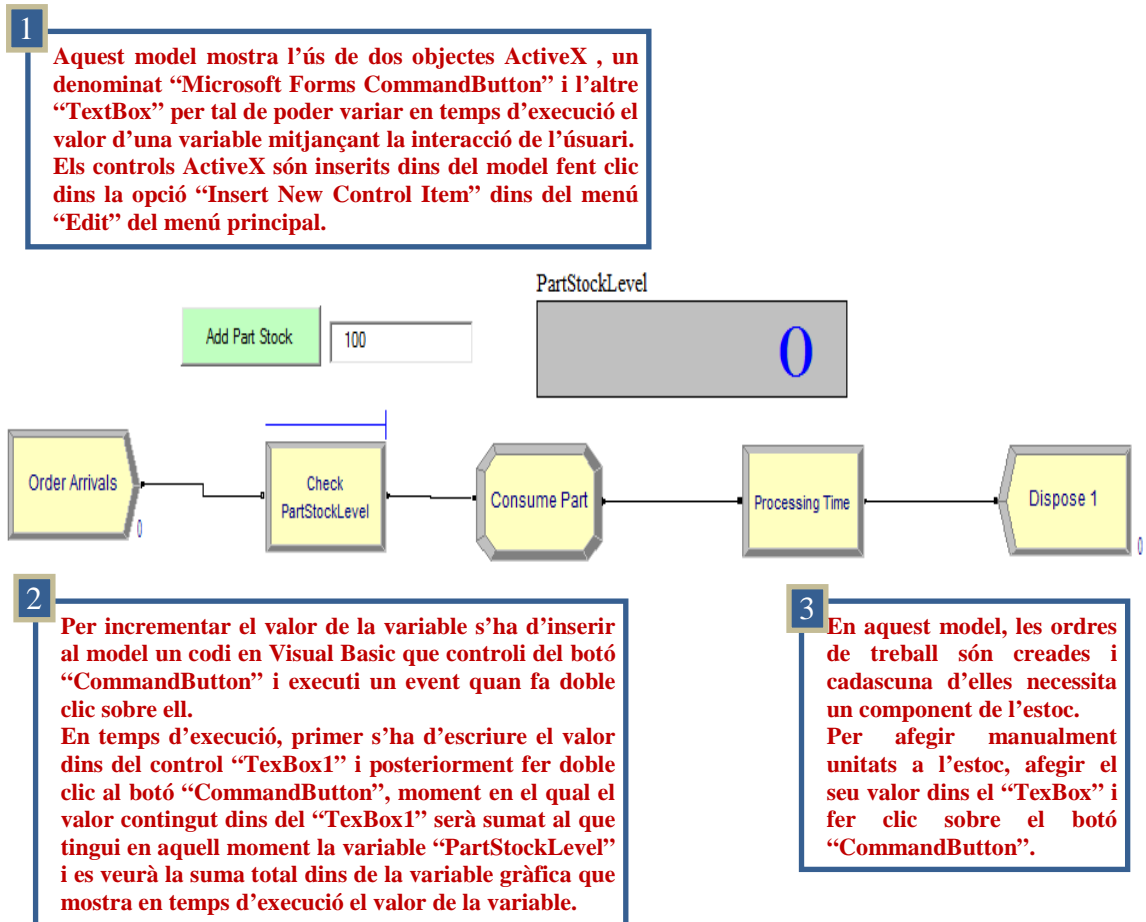
Experimentació Avançada: Modificar aquesta pràctica i afegir un nou control ActiveX de la llista que apareix sota la opció del menú principal "Edit -> Insert New Control...".

6.7.11.2. Introducció d'un control per poder variar en temps d'execució el valor d'una variable.

Nom del fitxer SMART : Smarts200

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts200, per tal de veure com aquesta pràctica incorpora un petit codi en Visual Basic, per tal de generar l'event que s'executarà un cop es faci clic dins del botó denominat "Add Part Stock". El mateix tindrà una comprensió millor quan es consolidin els coneixements teòrics de l'apartat 4.7.4 mitjançant la realització de cadascuna de les pràctiques de l'apartat següent.

Experimentació Avançada: Modificar aquesta pràctica i afegir un nou control ActiveX de la llista que apareix sota la opció del menú principal "Edit -> Insert New Control...".

6.7.12. PRÀCTIQUES AMB ARENA VBA (Visual Basic For Applications).

6.7.12.1. Consolidació de coneixements teòrics.

Per acabar amb la part pràctica d'aquest projecte es presenten dos exemples de pràctiques i la resta d'una selecció fins a 17.

Mostren exemples de simulació normals com els vistos fins ara, però que afegixen Visual Basic For Applications. Bàsicament amb l'objectiu d'interaccionar amb el model en temps d'execució, al igual que s'ha vist amb la pràctica de l'apartat anterior Introducció d'un control per poder variar en temps d'execució el valor d'una variable. Es deixen per a l'estudi posterior, un cop es domini ARENA i només es resumeixen els que s'han considerat més útils per l'alumne avançat, els quals també s'incorporen ARENA dins de les seves mini pràctiques del directori SMART que han servit de base per a la realització de la part pràctica d'aquest projecte.

Dins de cada pràctica només es donen apunts per a seguir la teoria sobre el tema, exposada dins l'apartat 4.7.4, per tal de que l'alumne vegi les àmplies possibilitats d'expansió de la simulació, les quals poden arribar a ser infinites si afegim la programació amb VBA que incorpora l'entorn ARENA.

Degut a la complexitat de la programació amb Visual Basic i a que l'alumne prèviament ha de saber programar amb aquest llenguatge, objectiu fora d'aquest projecte, dins de les pràctiques no es proposa cap més tipus d'experimentació.

Serà l'objectiu de l'alumne que es vulgui considerar expert en ARENA, incorporar aquests nous elements als seus exercicis de simulació.

A continuació s'exposen les dues pràctiques escollides dins la llista amb la descripció de totes les escollides dins l'àmbit d'aquest projecte:

1. **Smarts083.** Exemple molt bàsic per a finalitzar un model que s'està executant mitjançant VBA.
2. **Smarts096.** Mostra com es pot configura un model per a realitzar l'anàlisi de múltiples escenaris mitjançant la programació en VBA.

- 3. Smarts097.** Es mostra un exemple per capturar la informació interna del model que s'està executant mitjançant les variables SIMAN i la pràctica de la programació en VBA.
- 4. Smarts100.** Exemple que complementa també l'apartat 4.7.3, Interfície ARENA-EXCEL, mitjançant el qual es mostra el bloc VBA per tal de llegir una dada d'un fitxer EXCEL.
- 5. Smarts159.** Exemple que mostra com es canvia el valor dels atributs internament mitjançant les rutines VBA.
- 6. Smarts161.** Aquest exemple mostra com podem assignar un valor a un mòdul "Delay" directament des de VBA mitjançant la seva funció "User Function" o "UF".
- 7. Smarts166.** Mostra com s'utilitza un mòdul VBA per introduir entitats dins d'una cua que es trobi en una altra part del model, mitjançant la funció "EntityInsertIntoQueueMethod" de l'objecte SIMAN.
- 8. Smarts167.** Mostra com s'utilitza el mètode VBA "EntitySetPicture" de l'objecte "SIMAN" per canviar la imatge que representa a una entitat en temps d'execució.
- 9. Smarts174.** Exemple que complementa també l'apartat 4.7.3, Interfície ARENA-EXCEL, mostra com llegir i escriure directament sobre un fitxer EXCEL mitjançant VBA.
- 10. Smarts175.** Exemple molt avançat, el qual mostra com es pot crear un model directament des de VBA a partir d'un escenari completament buit.
- 11. Smarts176.** Mostra com s'utilitza el mètode VBA "VariableArrayValue" de l'objecte "SIMAN" per canviar les variables de sistema.
- 12. Smarts177.** Mostra com utilitza VBA les variables i les mostra per pantalla.
- 13. Smarts179.** Mostra com s'utilitza el mètode VBA "VariableArrayValue" de l'objecte "SIMAN" per VBA.
- 14. Smarts180.** Exemple que mostra com s'escriu dins d'un fitxer CSV mitjançant VBA.
- 15. Smarts181.** Exemple que complementa també l'apartat 4.7.3, Interfície ARENA-EXCEL.

Mitjançant el qual es mostra com generar un gràfic dins de l'EXCEL mitjançant VBA. Exemple molt interessant que es mostra a continuació dins l' apartat 6.7.12.1.1.

16.Smarts182. Aquest exemple mostra com mitjançant un formulari VBA, es pot crear un formulari que aparegui i ajudi a l'usuari a interaccionar amb la simulació introduint dades manualment dins dels mòduls del model en temps d'execució. Exemple també molt interessant que es mostra a continuació dins l' apartat 6.7.12.1.2.

17. Smarts201. Aquest exemple mostra com VBA pot interaccionar amb objectes ActiveX "Forms Label Control", per tal de mostrar per pantalla dades del model en temps d'execució.

6.7.12.1.1. Generació d'un gràfic circular dins d'una fulla de càlcul Microsoft Excel mitjançant VBA.

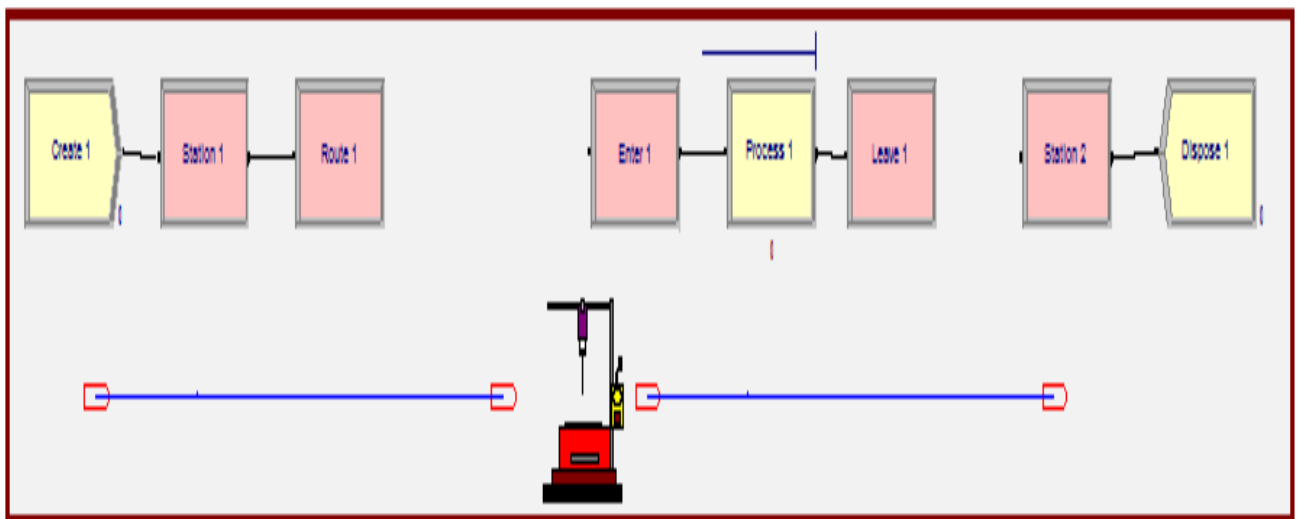
Nom del fitxer SMART : Smarts181

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :

1

Les entitats arriben i son processades dins el "Process 1" mitjançant el recurs "Machine", el qual pot estar en estat ociós o "Idle" i les entitats es podran executar immediatament, ocupat o "Búsy" i les entitats hauran d'esperar o Avariats o "Jam" on les entitats on les entitats marxaran sense ser processades, per a continuació abandonar el model.

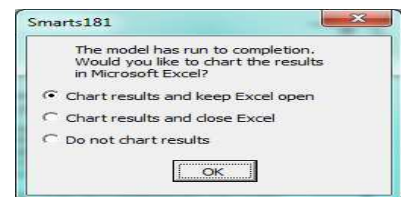


2

Al final de la simulació un gràfic de tipus circular és creat utilitzant l'estadístic "Frequency" per mostrar l'estat del recurs "Machine". L'estadístic "Frequency" es crea dins del mòdul de dades "Statistic" del template "Advanced Process".

3

Microsoft Excel ha d'estar instal·lat per a executar aquesta simulació doncs al final de la mateixa VBA obre un formulari on es pregunta que es vol fer per mostrar el resultat.



NOTA:

S'han detectat errors quan s'executa el model segons la versió de Microsoft Excel instal·lada o versió de Windows, aleshores no apareix cap gràfic i quedarà un procés Excel penjat dins de Windows que farà que no es mostri de nou la fulla Excel quan es torni a executar el model.

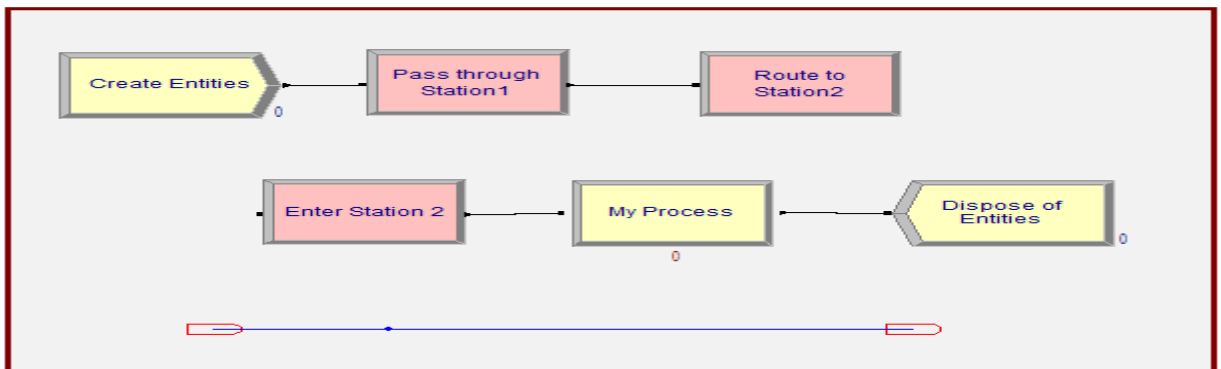
Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts181 i obrir el fitxer Excel interaccionant amb el formulari que s'obre al final, per tal de veure el gràfic resultant dins la fulla de càlcul.

6.7.12.1.2. Generació d'un gràfic circular dins d'una fulla de càlcul Microsoft Excel mitjançant VBA.

Nom del fitxer SMART : Smarts182

Nivell de dificultat : Avançat

Diagrama i punts d'atenció del Model :



1 Aquest model ensenya com es pot mostrar un formulari previ a l'execució del model per a poder definir els paràmetres d'execució de la mateixa.
 Es pot interaccionar en temps d'execució amb el model per tal de definir un temps entre arribades i de procés diferents cada vegada en funció de l'usuari.
 Es Inclús es pot desactivar l'animació gràfica.

NOTA:
 Per a veure com es defineixen els formularis mitjançant el codi font en VBA es pot obrir el seu editor mitjançant la seva icona de la barra d'eines "Integration" o mitjançant la combinació de tecles "Alt+F11" com a qualsevol altre aplicació de Microsoft Office que incorpora també VBA.

Experimentació bàsica : Executar el model anomenat Smarts182 i interaccionar amb el model 1 i obrir el fitxer Excel per tal de veure el gràfic resultant dins la fulla de càlcul.

7. EXEMPLES DE PROCESSOS COMPLERTS.

Dins d'aquest apartat s'han volgut mostrar exemples reals avançats de processos reals simulats mitjançant el programa ARENA.

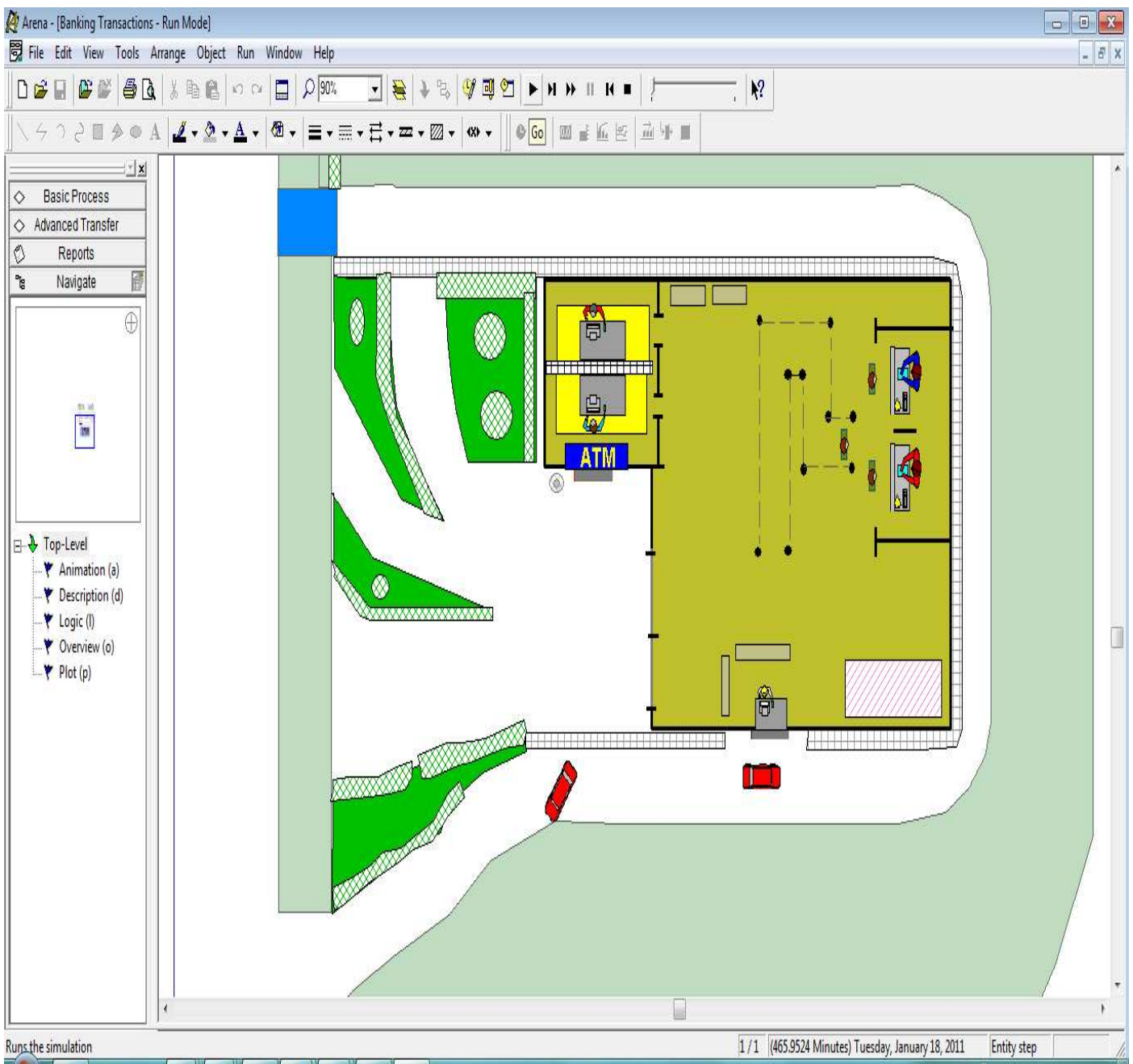
Aquests exemples i d'altres es troben junt al paquet ARENA per tal de mostrar les avantatges de la programació d'esdeveniments discrets mitjançant un dels millors programes de simulació existents i que ha estat motiu de molts d'altres projectes universitaris com aquest.

Donada la complexitat dels mateixos no es pot incloure cap punt d'atenció dins d'aquests exemples al igual que s'ha fet en cadascuna de les pràctiques presentades en els apartats pràctics anteriors.

Si l'alumne ha seguit aquest projecte fins aquest punt seguirà els mateixos sense cap mena de dificultat, doncs no arriben ni molt menys al nivell de complexitat d'expert al no fer ni tan sols ús de la programació amb VBA.

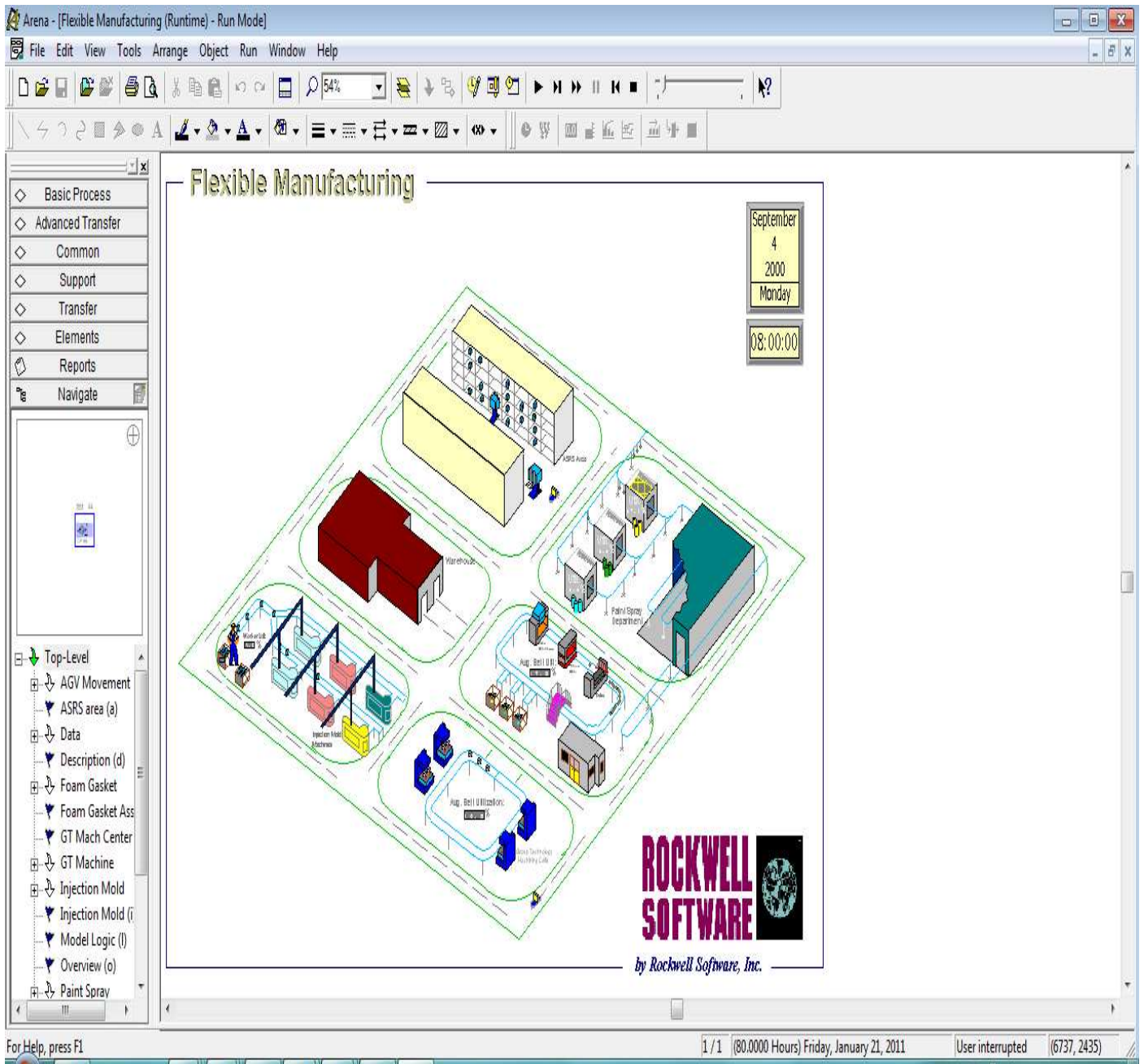
Això sí, es pot veure l'efecte que fan uns bons gràfics i vull finalitzar aquesta exposició pràctica dient que s'ha de potenciar el gràfic per sobre de complicar la lògica del model, doncs l'animació ha estat la part més complexa d'entendre de tot aquest projecte. Però el resultat val realment el que costa.

7.1. GESTIÓ DE CUES DINS D'UNA ENTITAT BANCÀRIA.



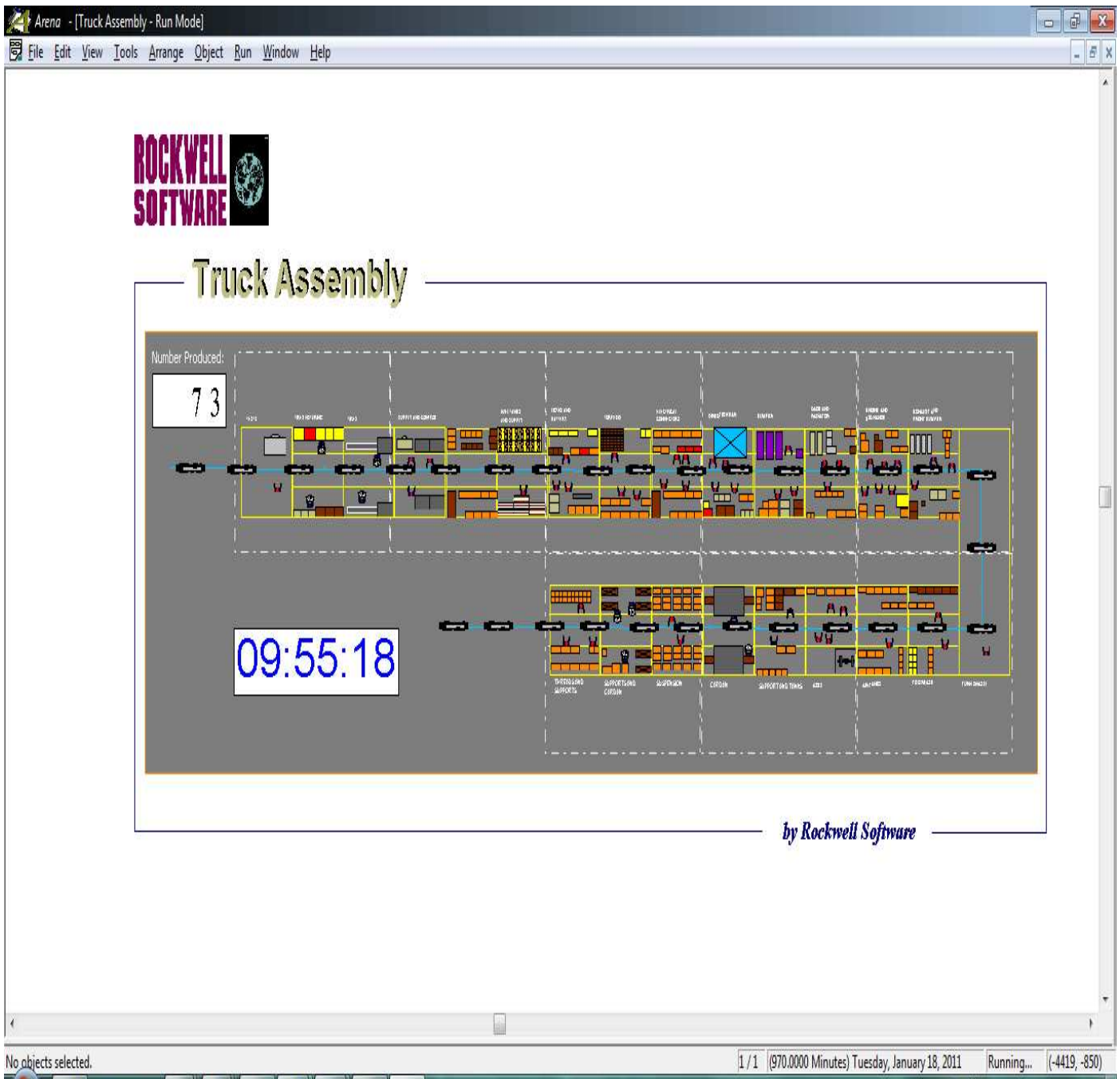
Experimentació bàsica : Executar el model anomenat “Banking Transactions.doe” emmagatzemat dins del directori del disc de pràctiques “EXEMPLES COMPLERTS” e interaccionar amb el model. Consultar la documentació de teoria i pràctica tots aquells dubtes respecte al model lògic i gràfic, per finalitzar obrint les estadístiques per tal d'intentar interpretar els resultats que es mostren.

7.2. PLANTA FLEXIBLE DE FABRICACIÓ DE COMPONENTS.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat “Flexible Manufacturing.doe” emmagatzemat dins del directori del disc de pràctiques “EXEMPLES COMPLERTS” e interaccionar amb el model. Consultar la documentació de teoria i pràctica tots aquells dubtes respecte al model lògic i gràfic, per finalitzar obrint les estadístiques per tal d'intentar interpretar els resultats que es mostren.

7.3. LINIA DE MUNTATGE DE CAMIONS.



Experimentació bàsica : Executar el model anomenat “Truck Assembly.doe” emmagatzemat dins del directori del disc de pràctiques “EXEMPLES COMPLERTS” e interaccionar amb el model. Consultar la documentació de teoria i pràctica tots aquells dubtes respecte al model lògic i gràfic, per finalitzar obrint les estadístiques per tal d'intentar interpretar els resultats que es mostren.

8. CONCLUSIONS.

M'agradaria començar les meves conclusions fent referència al que deia la Montse Carbonell en el seu projecte a les seves l'any 2008, quan va presentar el seu projecte “**Estudi i guia docent per a modelatge i simulació de sistemes mitjançant l'entorn ARENA**”.

“ Des del meu punt de vista, l'Àrena és una eina molt complerta la qual pot ser de gran utilitat en el món empresarial, tant per l'estudi de projectes nous, com per la optimització en sistemes ja existents.

El desenvolupament d'aquest projecte m'ha aportat, entre d'altres coses:

- El coneixement d'una eina molt interessant de cara al món professional
- L'aprenentatge de l'elaboració d'una guia pràctica enfocada a la docència
- I, inconscientment fins bastant avançat en el projecte, la capacitat de sintetitzar mentalment processos reals i complexos, és a dir, la capacitat d'estructuració de processos.

Malgrat això, cal destacar que l'aprenentatge del programa ha estat bastant laboriós degut a la quantitat de paràmetres a tenir en compte a l'hora de modelar i simular un sistema. A més, el llibre d'explicació d'aquest programa té un caire narratiu i feixuc, poc esquemàtic i concís com seria més adient i desitjable. El fet que el llibre estigués escrit en llengua anglesa ha afegit més dificultat en la comprensió dels conceptes. És per tot això que en l'elaboració d'aquest projecte s'ha intentat que els conceptes quedessin clars i concisos, amb l'ajuda de figures, taules i esquemes.

Havent, doncs, finalitzat el projecte, resta dir que, en el meu criteri, **aquest estudi hauria de tenir un caire continuïsta, per tal de seguir en la investigació d'aquesta potent eina i aconseguir fer una guia més complerta amb l'addició de més conceptes nous. Amb això es podria ensenyar, a futurs alumnes, unes eines més avançades i més coneixements com perquè puguin utilitzar, en les respectives tasques professionals, aquest software de simulació.**”

Dit això és més fàcil començar tres anys més tard les meves conclusions agraint-li el seu treball, doncs gracies al mateix vaig descobrir aquesta eina i he pogut realitzar aquest projecte.

Ha estat dur doncs han estat molts mesos de treball d'investigació per tal de fer un treball que complementés l'excel·lent primer projecte, però que alhora no el copiés. Més pensant que el mateix partia de la mateixa documentació en la nostra llengua, pràcticament nul·la i que tot s'havia de buscar fora.

La recopilació bibliogràfica per a la realització de la memòria teòrica l'he adquirit i m'ha arribat de diferents parts del món, mitjançant la web de la llibreria Amazon i ha estat tota una experiència. Esperar fins a dos mesos que t'arribés per correu ordinari un llibre en anglès que t'obris un nou camí, quan et quedaves parat davant de qualsevol problema i havies de saltar a una altra tema.

La part pràctica resumeix més de 300 exemples que incorpora ARENA desordenats i en anglès tècnic. La idea final del projecte era no tan sols traduir i enganxar a la memòria tots tal qual els anava obrint, també era poder arribar a entendre cadascun d'ells mentre els traduïa per tal d'incorporar-los al projecte seguint l'índex de temes de la memòria teòrica. Fent finalment una guia pràctica ordenada per coneixements, per tal de que l'alumne que vulgui aprendre l'eina ho faci seguint cadascuna de les pràctiques de forma ordenada i arribi al final d'elles sent un expert en l'eina.

Finalment, la feina està feta i el futur dirà, el que ens ha aportat dins l'àmbit universitari el fet de presentar dos projectes amb un fi comú. Esperem que transmeti el coneixement d'una eina poc arrelada dins del nostre entorn acadèmic i professional, però alhora molt necessària si volem superar l'esforç diari que suposa crear o tornar a inventar per superar-se cada dia més.

Personalment ARENA m'ha superat a mi mateix, sóc Enginyer Tècnic en Informàtica de Gestió i he estudiat i programat en diferents llenguatges, però mai pensava que podia plasmar en un projecte tot allò que hom somia de petit, veure el futur, doncs del seu passat tothom se'n recorda.

Aquest futur és el de la simulació. Ens trobem a 2011 amb una crisi financera mundial i si mirem al passat ja s'ha repetit el mateix en altres èpoques de la història, això també ho preveu ARENA. Els economistes ja ho deien, sempre ens diran que tornarà la crisi però ells no utilitzen la base estadística i mai ens diran quan.

Sí, no es cap broma. ARENA pot veure el futur, però perquè això sigui cert li hem d'ensenyar primer el passat. Com a eina informàtica no fallarà amb les seves prediccions, però primer nosaltres l'haurem d'instruir e informar-li amb rigor de la història del passat, amb la millor i més extensa informació possible per tal de que ell ens retorni les repeticions del passat que es donaran al futur, per això dic que ARENA pot preveure el futur.

Però si l'instruïm malament ell també ens donarà un resultat erroni i llavors ens preguntarem que ha passat, si aquest programa preveia el futur ?.

El que ha passat és el de sempre a Espanya, no cal pensar en les causes doncs la nostra cultura diu que primer fem sense pensar i si ha anat bé som els millors. En canvi si ha anat malament ?. Si ha anat malament la culpa és dels altres.

Argumento això dins de les meves conclusions final, encara que quedi poc acadèmic per tal d'intentar entendre jo mateix el perquè aquesta eina no ha triomfat a casa nostra i la única explicació que li dono és la cultural, doncs he trobat a les biblioteques del nostre país molts projecte que l'utilitzen, però no hi aprofundeixen i com d'altres avançats que no volen donar-te informació. Com un que vaig trobar a la Universitat Autònoma de Barcelona i el seu director tot presentar-me com alumne universitari en fase d'investigació per a un projecte final de carrera em va escriure dient que lo seu era universitari, però de caire privat i no podien compartir amb mi cap tipus d'informació. Crec que per això estem on estem i si no fem res no canviarem el futur, encara que digui que ARENA el pot preveure.

Professionalment actualment exerceixo com a Director Industrial d'una empresa d'alimentació a Castellterçol (Barcelona) que es diu Casa Mas Alimentació, porto vint anys en el món de l'empresa en àrees productives i certifico amb el temps que m'he passat al costat de la gent que nosaltres no pensem, primer actuem i després avaluem allò que ha passat quan ha sortit malament.

Almenys a nivell personal m'he proposat continuar experimentant amb aquesta eina dins l'entorn professional el més aviat que pugui, esperant donar continuïtat al meu any esforç i per entendre el perquè d'altres cultures com l'americana (ARENA ha evolucionat de la mà de Rockwell Software a Nord Amèrica), primer pensen i després fan i per això son capaços de fer allò que la història diu que han fet.

Tot projecte acadèmic o professional amb caire funcional, hauria de fer-la servir com a pas previ a la seva presentació o execució. Tot es pot simular, evidentment si s'ensenya i modelitza amb certa base estadística el que s'ha dissenyat prèviament i un estudiant no hauria d'acabar la seva formació sense saber modelitzar casos reals amb aquesta eina.

La Montse Carbonell deia en les seves conclusions que: **“el seu projecte requeria un caire continuista amb un segon més avançat, amb l'addició de conceptes nous i que servís per ensenyar a nous alumnes”**.

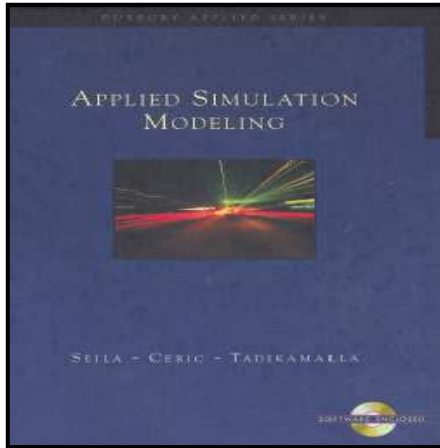
Aquí em quedo, crec haver-ho aconseguit amb un projecte molt complert teòricament i didàctic pràcticament.

Vull agrair també la idea de dirigir aquests dos projectes dins l'àmbit de la Universitat de Vic, el senyor Director: Juli Ordeix Rigo. Esperant que la continuïtat la tinguin ara a les aules i puguin crear una assignatura complerta dedicada a ella, dins d'alguna de les carreres d'Enginyeria.

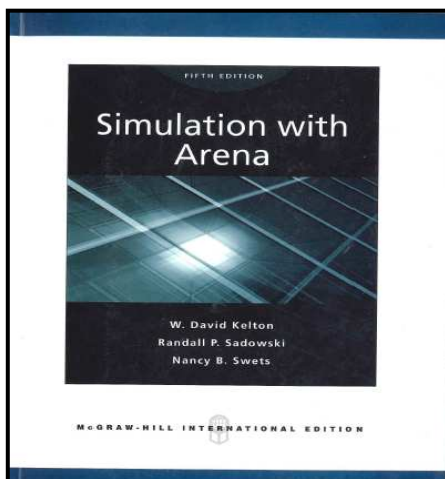
Per tal de que projectin la investigació amb casos teòrics simulats, per tal de que rebin el reconeixement i la veracitat al igual que es veu, quan executes un dels exemples complerts que presenta ARENA i finalment arribin al món empresarial.

Només espero que en el futur es puguin desenvolupar projectes reals amb aquesta eina fascinant, capaç d'unificar tot el coneixement que s'ensenya a les universitat, per tal d'intentar començar a canviar com he repetit varies vegades la nostra cultura.

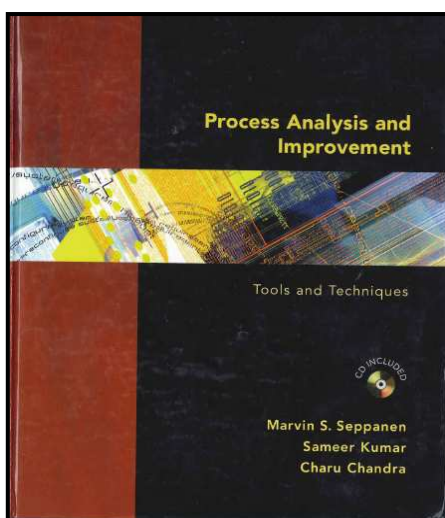
9. BIBLIOGRAFIA.



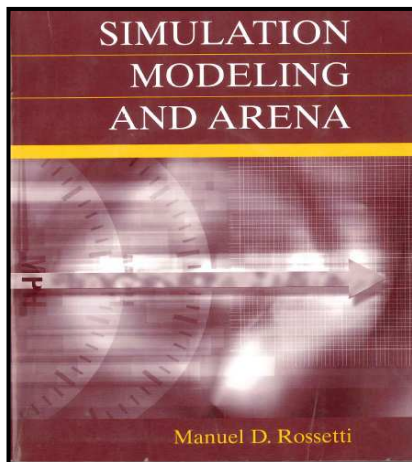
[1] SEILA, CERIC, TADIKAMALLA (2003). *Applied Simulation Modeling*. Belmont, USA: THOMSON, 2003.



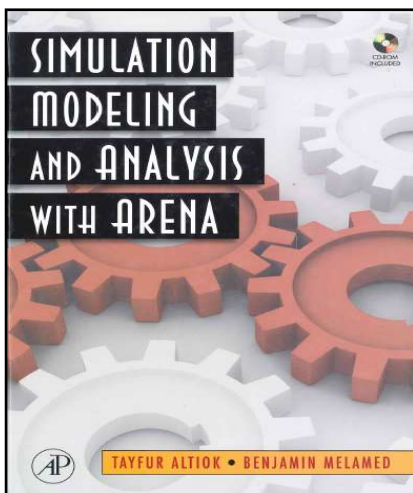
[2] KELTON David W., P. SADOWSKI Randall, SWETS Nancy B. *Simulation with Arena*. FIFTH EDITION. (1998) Nova York, USA: McGraw-Hill, 2010.



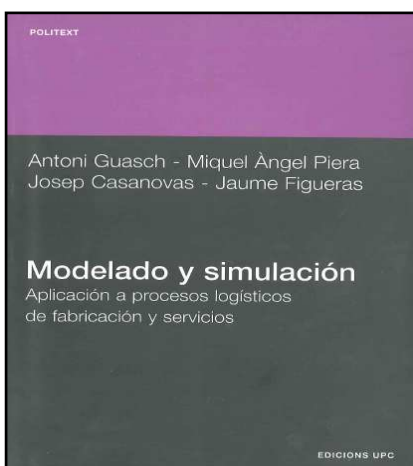
[3] SEPPANEN Marvin S., KUMAR Sameer, CHANDRA Charu (2005). *Process Analysis and Improvement. Tools and Techniques*. Nova York, USA: McGraw-Hill, 2005.



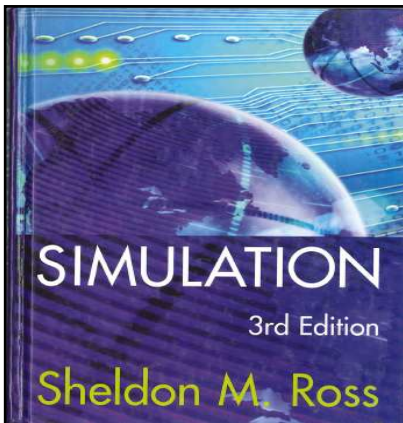
[4] ROSETTI, Manuel D.(1962) *Simulation Modeling and Arena*. Hoboken, USA: Wiley & Sons, 2010.



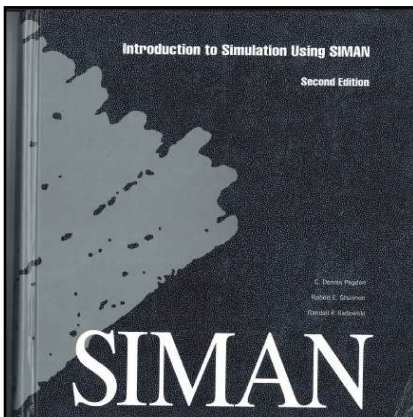
[5] ALTIOK Tayfur, MELAMED Benjamin (2007). *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. Oxford, UK: Academic Press, 2007.



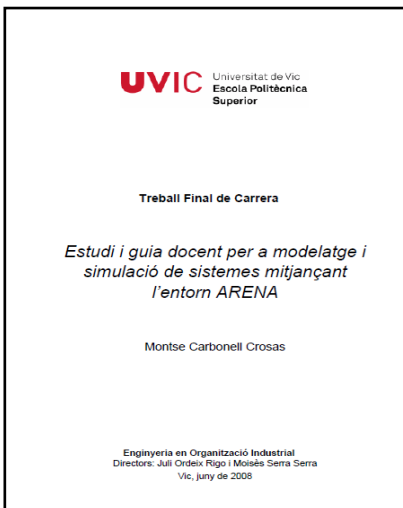
[6] GUASH Antoni, PIERA Miquel Àngel, CASANOVAS Josep, FIGUERAS Jaume (2002). *Modelado y Simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios*. Barcelona: Edicions UPC, 2002.



[7] ROSS Sheldon M.(2002) *Simulation, 3rd Edition*.
California, USA: Academic Press, 2002.



[8] PEGDEN Dennis C., SHANNON Robert E. SADOWSKI
Randall P. SECOND EDITION (1990). *Introduction to
Simulation Using SIMAN*. Nova York, USA: McGraw-Hill,
1995.



[9] CARBONELL Montse. *Estudi i guia docent per a
modelatge i simulació de sistemes mitjançant l'entorn
ARENA*. VIC: Projecte final de carrera, 2008.

10. ANNEXES.

10.1. Annex I. CD amb les pràctiques utilitzades.

Dins de la documentació del projecte es troba un CD amb les pràctiques, fitxers de suport i exemples ordenats per capítols.

10.2. Annex II. Statistics Collection Variables.

ARENA proporciona un grup de variables per a accedir a la informació sobre cada tipus d'estadística. Els tipus de variables nom de l'estadístic com a argument. Tots aquests arguments són obligatoris.

Quan les estadístiques de simulació s'esborren entre repeticions o durant el període d'escalfament, les variables estadístiques reinicien els seus valors predeterminats i no són assignables per l'usuari a no ser que s'indiqui el contrari.

Els tipus d'aquestes variables poden ser: **Counter Statistics**, **Continuóus Time-Persistent Statistics (CSTAT)**, **Frequency Statistics**, **Tally Statistics**, **Output Statistics** i **Post-Run Statistics**.

Counter Statistics

MC (Counter ID)—Count limit. The default limit for all counters is 0. MC is user-assignable; its value (if changed) is retained between replications. It is not affected by statistics reinitialization. [Automation Syntax]

NC (Counter ID)-Count value. Each time a count occurs, NC is changed by the specified value. The **Initialize Statistics** option on the **Replication Parameters** page of the **Run/Setup** dialog determines whether counters are initialized between replications. [Automation Syntax]

Continuóus Time-Persistent Statistics (CSTAT)

CAVG (Cstat ID)—Average value. CAVG records the average of the cstat expression throughout the replication. [Automation Syntax]

CMAX (Cstat ID)—Maximum value. CMAX records the maximum value taken by the cstat expression during the replication. [Automation Syntax]

CMIN (Cstat ID)—Minimum value. CMIN records the minimum value taken by the cstat expression during the replication. [Automation Syntax]

CSTD (Cstat ID)—Standard deviation. CSTD calculates the standard deviation of the recorded values of the cstat expression. [Automation Syntax]

CTPD (Cstat ID)—Time period. CTPD returns the time period over which the statistics have been collected. If a **Warm-up Time** is provided in the **Replication Parameters** dialog, CTPD increases from 0.0 to the warm-up time. After the warm-up time, it is restarted from 0.0. [Automation Syntax]

CHALF (Cstat ID)—Half-width. CHALF returns the 95% confidence interval around the mean value of the specified cstat. If there is insufficient data, the data is correlated or an error is detected; this will return a very large number. [Automation Syntax]

CVALUE (Cstat ID)—Last recorded value. CVALUE returns the last recorded value for the specified cstat. When animating a cstat histogram, it is CVALUE, not the CAVG, that is typically displayed. [Automation Syntax]

CBATCH (Cstat ID, Batch Number)—Average value in batch. This variable returns the current average value in the batch number specified, for the cstat specified. This is used in conjunction with the CHALF variable, which calculates the confidence interval for a cstat. [Automation Syntax]

CNUMBAT (Cstat ID)—Number of batches. CNUMBAT returns the current number of full batches being used in the calculation of the variable CHALF. For the cstat specified, there is always a minimum of 20 and a maximum of 40 batches. The value of this variable changes as more data is collected in a replication. [Automation Syntax]

CBATSIZ (Cstat ID)—Batch size. CBATSIZ is a variable that is used in conjunction with the CHALF variable, which calculates the confidence interval for a cstat. CBATSIZ returns the current sample size of each batch used in these calculations. The value of this variable changes as more data is collected in a replication. [Automation Syntax]

Time-Persistent Statistics (DSTAT)

DAVG (Dstat ID)—Average value. DAVG records the average of the dstat (time-persistent) expression throughout the replication. [Automation Syntax]

DMAX (Dstat ID)—Maximum value. DMAX records the maximum value taken by the dstat (time-persistent) expression during the replication. [Automation Syntax]

DMIN (Dstat ID)—Minimum value. DMIN records the minimum value taken by the dstat (time-persistent) expression during the replication. [Automation Syntax]

DSTD (Dstat ID)—Standard deviation. DSTD calculates the standard deviation of the recorded values of the dstat (time-persistent) expression. [Automation Syntax]

DTPD (Dstat ID)—Time period. DTPD returns the time period over which the statistics have been collected. If a warm-up time is provided in the **Replication Parameters** dialog, DTPD increases from 0.0 to the warm-up time. After the warm-up time, it is restarted from 0.0. [Automation Syntax]

DHALF (Dstat ID)—Half-width. DHALF returns the 95% confidence interval around the mean value of the specified dstat. If there is insufficient data, the data is correlated or an error is detected; this will return a very large number. [Automation Syntax]

DVALUE (Dstat ID)—Last recorded value. DVALUE returns the last recorded value for the specified dstat. When animating a dstat histogram, it is DVALUE, not the DAVG, that is typically displayed. [Automation Syntax]

DBATCH (Dstat ID, Batch Number)—Average value in batch. This variable returns the current average value in the batch number specified, for the dstat specified. This is used in conjunction with the DHALF variable, which calculates the confidence interval for a dstat. [Automation Syntax]

DNUMBAT (Dstat ID)—Number of batches. DNUMBAT returns the current number of full batches being used in the calculation of the variable DHALF. For the dstat specified, there is always a minimum of 20 and a maximum of 40 batches. The value of this variable changes as more data is collected in a replication. [Automation Syntax]

DBATSIZ (Dstat ID)—Batch size. DBATSIZ is a variable that is used in conjunction with the DHALF variable, which calculates the confidence interval for a dstat. DBATSIZ returns the current sample size of each batch used in these calculations. The value of this variable changes as more data is collected in a replication. [Automation Syntax]

Frequency Statistics

FAVG (Frequency ID, Category)—Average time in category. FAVG is the average time that the frequency expression has had a value in the specified category range. FAVG equals FRQTIM divided by FCOUNT. [Automation Syntax]

FCATS (Frequency ID)—Number of categories. FCATS returns the number of categories of a frequency, including the out-of-range category. FCATS is an integer value. [Automation Syntax]

FCOUNT (Frequency ID, Category)—Frequency category count. FCOUNT is the number of occurrences of observations for the Frequency Number of values in the Category number; it is an integer value. Only occurrences of time >0 are counted. [Automation Syntax]

FHILIM (Frequency ID, Category)—Frequency category high limit. FHILIM is the upper limit of a category range or simply the value if no range is defined for the particular Category number of Frequency Number. FHILIM is user-assignable. [Automation Syntax]

FLOLIM (Frequency ID, Category)—Frequency category low limit. FLOLIM defines the lower limit of a frequency category range. Values equal to FLOLIM are not included in the Category; all values larger than FLOLIM and less than or equal to FHILIM for the category are recorded. FLOLIM is user-assignable. [Automation Syntax]

FSTAND (Frequency ID, Category)—Standard category percent. FSTAND calculates the percent of time in the specified category compared to the time in all categories. [Automation Syntax]

FRQTIM (Frequency ID, Category)—Time in category. FRQTIM stores the total time of the frequency expression value in the defined range of the Category number. [Automation Syntax]

FRESTR (Frequency ID, Category)—Restricted category percent. FRESTR calculates the percent of time in the specified category compared to the time in all restricted categories. [Automation Syntax]

FTOT (Frequency ID)—Total frequency time. FTOT records the total amount of time that frequency statistics have been collected for the specified Frequency Number. [Automation Syntax]

FTOTR (Frequency ID)—Restricted frequency time. FTOTR records the amount of time that the specified Frequency Number has contained values in non-excluded categories (i.e., categories that have a value in the restricted percent column). [Automation Syntax]

FVALUE (Frequency ID)—Last recorded value. FVALUE returns the last recorded value for the specified frequency. When animating a frequency histogram, it is FVALUE, not the FAVG, that is typically displayed. [Automation Syntax]

Tally Statistics

TAVG (Tally ID)—Average value. TAVG records the average of the tally variable Tally ID throughout the replication. [Automation Syntax]

TMAX (Tally ID)—Maximum value. TMAX returns the largest observed value of the tally variable. [Automation Syntax]

TMIN (Tally ID)—Minimum value. TMIN returns the smallest observed value of the tally variable. [Automation Syntax]

TNUM (Tally ID)—Number of observations. TNUM returns the number of observed values of the tally variable; it is an integer quantity. [Automation Syntax]

TSTD (Tally ID)—Standard deviation. TSTD calculates the standard deviation of the recorded values of the tally variable. [Automation Syntax]

THALF (Tally ID)—Half-width. THALF returns the 95% confidence interval around the mean value of the specified tally. If there is insufficient data, the data is correlated or an error is detected; this will return a very large number. [Automation Syntax]

TVALUE (Tally ID)—Last recorded value. TVALUE returns the last recorded value for the specified tally. When animating a tally histogram, it is TVALUE, not the TAVG, that is typically displayed. [Automation Syntax]

TBATCH (Tally ID, Batch Number)—Average value in batch. This variable returns the current average value in the batch number specified, for the tally specified. This is used in conjunction with the THALF variable, which calculates the confidence interval for a tally. [Automation Syntax]

TNUMBAT (Tally ID)—Number of batches. TNUMBAT returns the current number of full batches being used in the calculation of the variable THALF. For the tally specified, there is always a minimum of 20 and a maximum of 40 batches. The value of this variable changes as more data is collected in a replication. [Automation Syntax]

TBATSIZ (Tally ID)—Batch size. TBATSIZ is a variable that is used in conjunction with the THALF variable, which calculates the confidence interval for a tally. TBATSIZ returns the current sample size of each batch used in these calculations. The value of this variable changes as more data is collected in a replication. [Automation Syntax]

Output Statistic

OVALUE (Output ID)—Last recorded value. OVALUE returns the last recorded value for the specified output. [Automation Syntax]

See Statistics Collection Variables for a comprehensive listing of all general statistic variables.

Post-Run Statistics

ORUNAVG (Output ID)—Average value. This function returns the average value recorded for a particular output statistic across all replications run so far. This considers only the final values of completed replications. [Automation Syntax]

ORUNMAX (Output ID)—Maximum value. This function returns the maximum value recorded for a particular output statistic across all replications run so far. This considers only the final values of completed replications. [Automation Syntax]

ORUNMIN (Output ID)—Minimum value. This function returns the minimum value recorded for a particular output statistic across all replications run so far. This considers only the final values of completed replications. [Automation Syntax]

ORUNHALF (Output ID)—Half-width. This function returns the value of the half width of the 95% confidence interval around the mean for a particular output statistic across all replications run so far. This considers only the final values of completed replications. [Automation Syntax]