

## **Organització de la Producció. Pràctiques**

Josep Llach, Inés Ferrer, Martí Casadesús, Teresa Carreras  
Departament d'Organització, Gestió Empresarial i Disseny de Producte



---

# Organització de la Producció. Pràctiques

Josep Llach, Inés Ferrer, Martí Casadesús i Teresa Carreras,  
Departament d'Organització, Gestió Empresarial i Disseny de Producte

Universitat de Girona.  
Servei de Publicacions.  
Edifici Les Àligues.  
Tel. (972)41 80 99 / 639 40 89 73  
[publicacions@udg.es](mailto:publicacions@udg.es)

**ISBN:** 978-84-8458-255-7  
**Dipòsit Legal :** GI.1443-2007

---

## Ressenya:

Aquest manual recull un conjunt de pràctiques que mitjançant la utilització de programaris específics complementen l'aprenentatge en l'àmbit de l'Organització de la Producció. El llibre es divideix en dues parts ben diferenciades: una primera per a treballar amb programaris destinats a la simulació dels processos productius, i una segona per a aprendre a gestionar diàriament la producció. La primera part està dissenyada per a utilitzar el programari Taylor II, i la segona l'ERP Microsoft Business Solutions-Navision.

---



1a edició electrònica, octubre 2007

Autors: Josep Llach, Inés Ferrer, Martí Casadesús, Teresa Carreras,  
Departament d'Organització, Gestió Empresarial i Disseny de Producte



Aquesta obra està sota una [Licència de Creative Commons](#).

**ISBN:** 978-84-8458-255-7

**Dipòsit Legal :** GI.1443-2007

**Edita:**

Universitat de Girona.

Servei de Publicacions.

Edifici Les Àligues.

Tel. 972 41 80 99 / 639 40 89 73

[publicacions@udg.es](mailto:publicacions@udg.es)

## **Índex Totes les pràctiques.zip**

### **1. SIMULACIÓ DE SISTEMES PRODUCTIUS**

- 1.1** El primer model.  
La oficina de correus  
(Part I)
- 1.2** El primer model.  
La oficina de correus  
(Part II)
- 1.3** Una línia de fabricació.  
L'etiquetatge  
de les ampolles
- 1.4** Un taller de fabricació  
amb cinc tipus  
de productes diferents
- 1.5** El marcatge de palets
- 1.6** El taller mecànic

### **2. GESTIÓ DE SISTEMES PRODUCTIUS**

- 2.1** Introducció als ERP
- 2.2** Llista de materials (LM)  
o Bill of materials (BOM)
- 2.3** Rutes de fabricació
- 2.4** Previsions de vendes
- 2.5** Pla mestre de producció  
(MPS) (Part 1)
- 2.6** Pla mestre de producció  
(MPS) (Part 2)
- 2.7** Planificació de les  
necessitats  
de materials (MRP)

-----  
**Coberta**

**Portada**

**Crèdits**

## 1.1. EL PRIMER MODEL: L'OFICINA DE CORREUS (PART 1)

"L'oficina de correus" és un dels models més simples que es poden fer en una simulació.

Cal imaginar-se l'oficina de correus com un comptador. La gent hi arriba i, si hi ha altra gent esperant, s'espera fins que li arriba el torn. Quan li toca, el client és servit i marxa de l'oficina. La informació que volem obtenir mitjançant el sistema és bàsicament el temps mitjà que una persona tarda a ser atesa a l'oficina. Evidentment, això dependrà bàsicament de dues variables: cada quant temps arriba un client a l'oficina i quant tarda a ser atès.

El primer que ens cal fer és traslladar el nostre problema al programa de simulació Taylor II. Es requereixen quatre elements per representar el model: una entrada de persones, una cua, un despatx on s'atén la gent i una sortida.

Al Taylor, les entrades i sortides es modelitzen amb els elements "InOut" (entrades/sortides), les cues com a "Buffers" (estocs intermedis) i el despatx (o comptador de la feina realitzada) com a "Machines" (màquines).

També ens cal un producte que passi per tots aquests elements. En aquest exemple, el client és el producte.

També ens cal una ruta per a cada producte que vagi passant pels diferents estats (entrar, esperar-se, ser servit i finalment marxar).

Seguiu les instruccions següents per crear aquest primer model.

Aneu a:

-----  
Model | Layout  
-----

Hem canviat de pantalla i ens trobem en un full negre buit. En aquest full és on construirem el *layout* dels nostres models. Entenem per *layout* la "distribució física" de tots els elements que formaran part del nostre sistema.

Utilitzant el ratolí triarem els elements que volem afegir al nostre model dels nou possibles:

<i>Element</i>		<i>Shortcut</i>
Machine	(Màquina)	M
Transporter	(Transport)	T
Buffer	(Estoc)	B
Aid	(Ajudant)	A
Conveyor	(Ruta dels transports)	C
Path	(Rutes)	P
Warehouse	(Magatzem)	W
Reservoir	(Tanc)	R
InOut	(Entrada / sortida)	I


Per afegir algun d'aquests elements al nostre model, només cal moure el cursor a la posició desitjada i prémer el botó esquerre del ratolí. Per canviar les mides de qualsevol element, només cal moure el ratolí cap a la direcció volguda, una vegada l'element hagi estat seleccionat.

Algunes de les instruccions que es poden utilitzar durant el *layout* són:

- M, T, B, A, C, P, W, R, I Canvia l'element actual amb què estiguem treballant.
- Insert Afegeix un nou element del tipus que estigui seleccionat en aquell moment
- Delete Esborra l'element actual. L'element actual és l'element amb una petita creu al costat superior esquerre
- Fletxes Mouen els elements
- F5, F6 Giren els elements
- F7, F8 Canvien l'element seleccionat cap al següent o l'anterior
- F9, F10 Canvien el tipus d'element
- Escape Surt de la finestra "Model | Layout"

Tornant a l'exemple de l'oficina de correus, els quatre elements que es necessiten són:

- Inout
- Buffer
- Machine
- Inout

Una vegada tenim tots els elements creats, prement el botó "Link"  se'ns crearà la ruta que seguiran tots els productes que entraran al sistema. Com es pot veure, és bo entrar els elements en el mateix ordre que posteriorment seguirà la ruta, ja que d'aquesta manera ens estalviarem haver de fer rectificacions. Si no hem entrat els elements en l'ordre adequat, la ruta no quedarà ben definida (pot ser que hi hagi només algun error)... Tot i això, no cal preocupar-se ja que ho solucionarem més endavant.

Una vegada tenim el *layout* dibuixat, ja podem sortir d'aquesta pantalla i anar a la principal.

-----  
File | Exit layout  
-----

Ara, amb el *layout* dibuixat, ens caldrà estudiar amb profunditat el sistema (arribades, temps de treball, etc.). En el nostre cas podem fer les consideracions següents:

Arriben uns 30 clients a l'oficina de correus cada hora. Cadascun tarda 1,6 minuts de mitjana a ser atès.

Durant la simulació que es farà, passaran unes certes unitats de temps. És l'usuari qui tria a quant equivaldrà cada unitat de temps. Per començar podem suposar (tal com fa el programa per defecte) que cada unitat de temps és un segon. Així doncs, cal tenir en compte que a partir d'ara sempre treballarem en segons.

Com en molts dels sistemes on hi ha arribades de persones, es pot començar amb la hipòtesi que l'arribada es distribueix com una exponencial negativa, on es produeix una arribada cada ..... segons. Paral·lelament es pot suposar que el servei segueix una distribució normal (com que no ens diuen res, podem suposar aquesta distribució com la més habitual) amb una mitjana de ..... segons. Sobre la desviació tipus tampoc no ens diuen res, per la qual cosa podem suposar-ne una d'uns 20 segons, ja que en principi sembla possible.

Com es pot veure, per realitzar una simulació millor ens caldria anar al sistema real i agafar algunes dades amb més precisió. De totes maneres començarem a treballar amb el que tenim.

Abans d'utilitzar el programa sempre és necessari intentar fer alguna aproximació mental. Caldria pensar quin percentatge aproximat de temps podem preveure que estarà treballant el caixer de l'oficina? ..... %. Per tant, sembla que en tindrem prou amb un caixer o en necessitarem més? .....

Entrem aquesta informació al model.

-----  
Model | Elements

Seleccionarem el primer element (In/Out) prement dues vegades amb el ratolí sobre seu, i hi introduïrem la distribució d'arribades que creiem que té el sistema (al "Job parameters").

Time :.....

Neg.Exp.

Farem el mateix per a la màquina (on es despatxa cada client), on introduïrem la distribució estadística que creiem que té el seu treball.

Time: .....

Normal

-----  
Ara, el model ja està preparat per fer la primera prova.

-----  
Simulate | Single run | Start  
-----

Durant la simulació podem canviar la manera de veure els gràfics passant-ho a estadístics, seleccionant del menú "Animation" l'opció "Simulation control". La velocitat es pot regular a partir del menú "Speed". Els paràmetres de visualització també es poden canviar a partir del menú "View | Animation".

Per defecte està previst que el model simuli un dia. Si es fa un zoom adequat, es podrà veure al tercer element (màquina) quin ha estat el seu percentatge d'utilització, així com un historial de la llargada de la cua generada (segon element).

A sota es pot veure una indicació de l'estat actual de la màquina, que pot ser:

- *Busy*: treballant en un producte
- *Idle*: lliure

- *Blocked*: no es pot enviar el producte a la següent estació de treball perquè està ocupada.

La simulació s'atura automàticament. Quina ha estat la utilització del tercer element? ..... %. Coincideix amb la que havíem previst? .....

La diferència que hi pugui haver pot ser deguda al fet que no s'han simulat prou dies. La llargada de l'experiment no és prou bona per obtenir uns resultats creïbles (això és fàcil d'entendre si ens adonem que en una oficina de correus pot haver-hi bastant diferència d'un dia a l'endemà, mentre que si calculem la mitjana entre setmanes segurament no és tan diferent). Per tant, potser seria bo simular una setmana:

-----  
Settings | Simulate  
Stop time = 5 dies  
-----

Suposem que amb cinc dies n'hi hagués prou i els que resultats fossin extrapolables, tot i que, en fer un estudi real, caldria simular molts més dies (de fet, no costa gens fer-ho una vegada el model està dissenyat).

Quin ha estat ara el percentatge d'utilització de la màquina? .....%

Per veure alguns resultats després de la simulació podem fer:

-----  
Results | Reports | View  
-----

Quina és la utilització de l'element 1? .....  
Si aquest valor és inferior a 100 %, què significa?

Això ens indica que ha estat algun temps bloquejat, és a dir, no ha pogut enviar elements perquè el *buffer* (en aquest cas) de davant seu no té prou capacitat (per defecte és de 10 unitats).

Per obtenir un altre informe:

-----  
Results | Reports  
Selecioneu "Job report" al "Report View"  
-----

En aquest informe es mostra el treball fet per tots els elements del sistema.

Quants clients haurien d'arribar a la setmana? .....  
Quant de temps han estat esperant els clients de mitjana? .....  
Quina ha estat la mitjana de clients a la cua que hi ha hagut? .....  
Comparant el temps que un client s'està a la cua amb el temps que li dura el servei, creus que el sistema és adequat? .....  
Quina relació tenen aquests dos temps? .....



A continuació farem alguns canvis en el model. Què passa si, en lloc d'arribar un client cada 2 minuts, arriba cada 1 minut i 50 segons? (Fes el canvi).

També canviarem la capacitat del *buffer*, que deixarem a 50.

-----  
A l'element 2 (al *buffer*) hi posarem:  
Capacity = 50  
-----

Tornem a simular.

Si ja existeix un fitxer dels historials d'aquest model, el sistema ens preguntarà si volem escriure les noves dades al damunt. Confirmem i diem que sí.

Què sembla que passa amb la cua aquesta vegada? .....

Tornem a veure l'informe dels resultats.

-----  
Results | Report | View  
-----

Quina és ara la mitjana de temps que els clients han passat a la cua? .....

En aquest moment cal saber dos principis teòrics de la simulació:

- 1 Com més gran és la utilització d'un sistema, més creixen (exponencialment) els temps d'espera davant les màquines.
- 2 Com més gran és la utilització d'un sistema, més temps cal simular per obtenir resultats fiables.

## 1.2. EL PRIMER MODEL: L'OFICINA DE CORREUS (PART 2)

Seguint amb el model de l'oficina de correus que hem treballat en la pràctica anterior, el primer que farem és veure alguns gràfics. De fet, en aquest moment no podem veure gràfics. Per poder-ho fer s'han de guardar els resultats de la simulació. Cal fer:

```
-----  
Settings | SimulateCheck button: Store history (activat)  
-----
```

I tot seguit simulem.

A partir d'aquí ja podrem veure gràfics de les dades resultants, com per exemple la quantitat de clients que hi ha a la cua en cada instant:

```
-----  
Results | Element graphs  
Type = Queue graph  
Element = Buff_2  
-----
```

El que es veu és un gràfic de la simulació. Per veure un histograma dels temps d'espera (quin percentatge de temps s'espera, quant de temps) s'usarà un altre gràfic:

```
-----  
Results | Element graphs  
Type = Waittime histogram  
Element = Buff_2  
-----
```

Hem vist un histograma del temps que els clients han estat esperant a la cua. Com ho podem fer per veure un histograma del temps que els clients han estat en tot el sistema (és a dir, a la cua i al servei)?

Per obtenir aquest resultat cal registrar per a cada client (producte) en quin temps entra i en quin temps surt.

Per poder fer això cal introduir-nos en el llenguatge de programació del Taylor: TLI (*Taylor language interface*).

Expliquem dos aspectes molt importants: els atributs i el TLI.

- **Atributs:** són valors que pertanyen a cada producte individualment i l'acompanyen durant tot el sistema. Els atributs es poden anar manipulant mitjançant el TLI als *triggers*.
- **Triggers:** són línies de text que es poden entrar per a cada treball (i que per tant volem que s'executin). Les línies de text que s'introduiran hauran d'estar escrites amb el llenguatge TLI. Hi ha dos tipus de *triggers*, d'entrada i de sortida, segons que vulguem que s'executin quan el producte entra al treball o quan ja ha acabat i en surt.

Cal tenir en compte que, en principi, els productes que genera un *InOut* són tots iguals. És a dir, si no li diem res, al cas de l'oficina de correus, ens crearà tot de clients "iguals". Si volguéssim diferenciar en dos tipus de clients, per exemple els que volen fer una gestió i els que en volen fer dues, ens caldria utilitzar els atributs i els *triggers* per poder modelitzar el sistema.

Exemples:

- 
- Suposem que tenim un model amb dues operacions a dins. El temps de la segona operació depèn de si el producte ja ha passat abans per la primera o no. Per poder fer això necessitem informació dels productes individualment, és a dir, els atributs.
  - Per calcular el *lead time* d'un producte en un sistema s'ha d'aconseguir d'alguna manera, amb els atributs, poder diferenciar els productes, per saber en quin moment han entrat al sistema i en quin moment en surten.
- 

Els *triggers* i els *atributs* no estan relacionats entre si. En podem utilitzar uns sense fer servir els altres. Ara bé, quasi sempre que usem atributs ens calen els *triggers* per canviar-ne els valors.

Tal com s'havia dit, per calcular el temps que un client s'està al sistema haurem de fer el següent:

-----

Seleccióem l'element 1 (InOut)  
Trigger on exit : att1[C]: =time

Seleccióem l'element 4 (InOut)  
Trigger on entry : att1[C]: =time - att1[C]

-----

*Trigger on exit* significa que s'executarà cada vegada que un producte surt de l'element. Llavors s'executarà la frase TLI (en aquest cas: att1[C]: =time).

*Trigger on entry* significa que s'executarà cada vegada que un producte entra a l'element.

*att1[ ]* és el nom que donem a un vector d'atributs. *C* es refereix al producte actual que hi ha en l'element en qüestió (*C* deriva de *Current*).

*NOTA: quan un element es troba el primer trigger, el seu att1 pren com a valor el temps en què ha succeït allò. Aquest atribut, el producte se l'"emporta" fins a l'element 4, on l'hi tornen a canviar (pren el valor del temps, menys el valor que tenia abans).*

Més tard veurem com es compon una seqüència en llenguatge TLI, utilitzant diverses funcions.

En aquest cas, quan un producte deixa l'entrada (entra a l'oficina de correus), s'enregistra el temps en què això passa en un atribut. Quan un producte entra al quart

element (surt de l'oficina de correus), el temps que ha estat al sistema es calcula restant el valor vell de l'atribut del temps actual en què això ha succeït.

Cal tenir en compte, però, que també podíem haver utilitzat el *trigger* d'entrada al segon element i el de sortida al tercer.

En aquest cas tenim un problema: un atribut existeix mentre el producte existeixi. Per tant, quan un producte surt per un *InOut* en desapareix l'atribut i no es poden analitzar els resultats. Per evitar això canviarem el darrer element per un *buffer* de capacitat 2.000 (suficient per fer una simulació de cinc dies).

-----  
Model | Layout

Seleccionen l'element 4

Prement F9 o F10 canviem el tipus d'element. El passem a *buffer*

Sortim del *layout*

Tornem a entrar a l'element 4

Li diem que tingui una capacitat de 2.000 productes

Ja podem simular

-----

Quan la simulació ha acabat, tots els productes (clients) que han aparegut al sistema es troben al segon *buffer*.

Si volguéssim saber en quin moment de temps ha sortit el primer client de l'oficina de correus, podríem utilitzar el llenguatge TLI com a una eina *query*. Hauríem de fer el següent:

-----  
Tools | TLI interpreter

-----

En el camp TLI entrariem la *pregunta* i, després de prémer "Exec", obtindríem el resultat desitjat. Per exemple:

NOTA: att1[x,y] significa quin és el valor de l'atribut att1 de la peça número y, que és a l'element x. Si l'element x és un *buffer*, el número y = 1 el tindrà el primer element d'aquest *buffer*, és a dir, el primer que està fet cua, y = 2 el segon, etc.

Respon a les qüestions següents:

- Quin és el temps que el primer client ha estat al sistema? .....  
(Pots utilitzar att1[4,1]. Posem el 4 perquè en aquests moment el client 1 el trobem a l'element 4.)
- Quin és el temps que el 35è client ha estat al sistema? .....
- Quants clients hi ha a l'element 4? .....  
(Pots utilitzar la funció *elqueue*. Posarem: elqueue[4].)
- Quin és el nombre màxim de clients que han fet cua a l'element 2? .....

(Utilitza la funció *maxqueue*.)

- Si el nombre màxim de clients a la cua fos 600, quina seria la mitjana de temps que han passat aquests clients al sistema?  
(Per obtenir la mitjana podríem posar —en llenguatge TLI—: `att1@avg[4,1..600].`)

- Quina seria la mitjana de temps que han passat els clients al sistema?  
Podríem utilitzar: `att1@avg[4,1..elqueue[4]]`

Per veure una representació gràfica d'aquests atributs faríem:

-----  
Tools | User defined graph  
Graph type = histogram  
X ranges from 1 to = `elqueue[4]`  
TLI statement = `att1[4,X]`  
-----

D'aquesta manera veurem un histograma, on hi ha les distribucions dels temps que les peces han passat al sistema.

Quant de temps s'estan majoritàriament els elements dins del sistema? .....

Respecte al temps de servei, creus que és correcte? .....

Podríem veure altres tipus de gràfics canviant a:

-----  
Tools | User defined graph  
Graph type: Confidence int.  
-----

Segons aquest gràfic, en un 95 % dels casos, entre quins temps estarà el temps d'estada d'un client a l'oficina de correus: entre..... minuts i ..... minuts. Ho trobes excessiu?.....

Finalment, introdueix tots els canvis que consideris necessaris per saber quin ha estat el temps concret que ha estat un client determinat al despatx on s'atén la gent (element 3).

Quant de temps s'ha estat al despatx on s'atén la gent (no fent cua) concretament el client núm. 50? .....

### 1.3. UNA LÍNIA DE FABRICACIÓ: L'ETIQUETATGE DE LES AMPOLLES

En aquesta pràctica farem un model molt simple d'un procés de producció. En aquest s'etiqueten dos tipus d'ampolles de vi diferents (blanc i negre). Tenim dues màquines d'etiquetar preparades per treballar (una per al vi blanc i una per al negre) i un estació de control de la qualitat dels productes etiquetats. Hi ha estocs entre les estacions de treball.

El que ens interessa és veure la capacitat del sistema de fabricació i les seves possibles millores. Una altra informació de què disposem és la següent:

- Un lot de vi blanc i un de vi negre entren aproximadament al sistema cada minut.
- Els lots d'arribada de vi per embotellar poden variar uniformement entre 1 i 10 productes (cada lot).
- Per etiquetar una ampolla (a qualsevol de les dues màquines) són necessaris exactament 10 segons.
- El procés de control de la qualitat tarda aproximadament 4,5 segons per producte. Ara bé, pel fet de ser un procés manual, un treballador comprova que l'etiqueta ha quedat ben clavada. Hi ha una gran variació entre productes (es podrà suposar una distribució exponencial).
- La màquina d'etiquetar vi negre és bastant vella i constantment cal ajustar-la, ja que, de tota una sèrie de cargols, n'hi ha algun que falla. De mitjana funciona sense problemes només durant 9 minuts seguits (distribució exponencial). Per ajustar-la tan sols es tarda 1 minut (10 % del temps sense funcionar).
- Els estocs intermedis tenen en principi una capacitat de 10 ampolles, tot i que es podrien ampliar si fes falta.
- Aproximadament (de mitjana) un 5 % dels productes queden mal etiquetats i s'han de netejar i tornar a etiquetar.

Per resoldre el problema, el primer que cal fer és crear el *layout*. Després caldrà definir la ruta per als dos tipus de productes.

Per editar la ruta cal anar a la finestra: "Model | Elements" i canviar els camps "Receive from" i "Send to". En aquest cas només ens caldrà canviar el "Send to". Hi haurem de posar on volem que sigui enviat cada producte una vegada ha deixat l'element en qüestió.

Tal com ho tenim ara, els dos *InOuts* estan generant el mateix tipus de productes. Perquè generin productes de característiques diferents (ampolles de vi blanc i ampolles de vi negre) anirem a un dels dos *InOuts* i:

-----  
Model | Elements | Stage parameters | More  
Stock amount = 1  
Product code = 2  
-----

El que li hem dit és que el codi del producte sigui 2 en lloc d'1, com era abans. L'*stock amount* ens indica amb quina quantitat d'elements ha de començar aquest *InOut* a generar. Per defecte sempre cal deixar-hi un 1.

El pas següent és definir l'arribada de lots d'entre 1 i 10 elements cada minut als dos *InOuts*. Tant al primer com al segon *InOut* caldrà definir-hi les característiques següents:

-----  
Model | Elements  
Time = 60  
Negativa exponencial  
Output batch = 1, 10, Uniform  
-----

Després entrarem el temps d'etiquetatge a les dues màquines d'etiquetar.

Ara tan sols cal entrar el temps que es tarda a controlar la qualitat a l'estació corresponent.

Pràcticament hauríem acabat si no fos que també ens han informat que una de les màquines ha de ser reparada molt freqüentment. Per simular això, caldrà anar a la informació d'aquesta màquina i utilitzar les variables *Mtbf* (*mean time between failures*) i *Mttr* (*mean time to repair*), que ens indiquen el temps mitjà que hi ha entre errades de la màquina i el temps mitjà que es tarda a reparar-la.

Com que els *buffers* ens diuen que tenen una capacitat de 10 ampolles, no ens cal rectificar-ho, ja que és la mateixa quantitat que per defecte ens dona inicialment el programa.

Ara ja podríem simular si no fos que ens falta encara afegir el fet que un 5 % dels productes són defectuosos i cal tornar-los a etiquetar. Per a això farem el següent:

A l'estació d'inspecció hi posarem:

-----  
Trigger on entry : att1[C]:=random[99]  
-----

Això el que fa és donar a l'atribut "att1" del producte que està passant en aquell moment per la màquina (el *current*) un número a l'atzar entre 0 i 99 (ambdós inclosos).

Llavors tot el que caldrà fer és veure cap a quina màquina s'ha d'enviar una vegada acabada la inspecció. Evidentment això només dependrà del valor que hagi pres aquest atribut att1. Si el valor és 0, 1, 2, 3 o 4 (un 5 % dels casos), el tornarem a enviar allà

d'on venia (a la línia del vi blanc o a la del vi negre), i si no, el passarem a la fase següent. Per fer això només cal seleccionar l'estació d'inspecció i posar-hi les variables següents:

-----  
Al "Send to" hi posarem:  
select 1 from (if att1[5,1]<5 then (if product[5,1]=1 then 2 else 9) else 6)  
-----

*NOTA: aquesta darrera ordre, així com les següents, utilitzen uns números d'elements i peces que poden no coincidir amb les de qui faci la pràctica. Això depèn de com s'hagi dibuixat el layout. Per tant, caldrà que cadascú ho adequi al seu propi layout.*

Cal tenir en compte que *product[x,y]* és una funció que ens informa de quin és el codi del producte *y* que es troba a la màquina *x*. En aquest cas pren aquesta forma perquè estem a la màquina 5 analitzant el producte 1 (en aquesta màquina només es pot treballar amb un producte al mateix temps).

Sobretot cal entendre aquest procediment, perquè més endavant es tornarà a utilitzar.

Abans, però, de simular el model fet, afegirem alguna pantalla gràfica al model, perquè ens informi de la productivitat del sistema. Per això utilitzarem els *dynamic icons*.

Els *dynamic icons* són petites finestres que ens representen gràficament els valors que volem de diferents formes.

Per definir-ne un que ens mesuri la productivitat del sistema farem:

-----  
Tools | Dynamic Icon  
TLI statement = produced[6]\*3600/time  
Highest value = 1000  
Icon text = Productivitat  
-----

Cal tenir present que calcular la funció *produced* a l'*In/Out* dona error. Així doncs, com es pot solucionar aquest problema?

.....  
.....  
Fes-ho.

En resum, el que veurem gràficament és la quantitat de productes fabricats per l'última màquina del sistema (dividit pel temps, ja que així tindrem la productivitat en cada instant de temps).

Caldrà triar també alguna de les possibles representacions dels valors. Cal escollir-les a la llista de "Dynamic icon type".

Finalment ja podem executar el model.



Sembla que hi ha un petit error. Estem dividint per zero al primer instant de temps (quan *time* = 0). Soluciona-ho.

A la pantalla de simulació es pot canviar la velocitat d'aquesta (entre 1 i 9).

Després d'un cert temps veiem que la productivitat és d'aproximadament ..... peces/hora. Si fem un càlcul ràpid: tenim dos *InOuts* que produeixen un cert nombre de productes en uns determinats lots. Quina hauria d'haver estat la productivitat del sistema? ..... ampolles/hora.

Si aquests dos valors no coincideixen, vol dir que hi ha dues possibilitats: o el sistema està encara ple de productes o els *InOuts* no han pogut produir tot el que haurien d'haver fet. Què ha passat? .....

Per què? .....

Ens ajudarà a saber aquestes respostes el percentatge d'utilització dels dos *InOuts*. Comprovem si han estat funcionant tota l'estona i, per tant, si tenen un percentatge del 100 %. Per comprovar-ho, podem veure-ho de la manera següent (utilitzant el llenguatge TLI):

```
-----  
Tools | TLI Interpreter  
TLI : utilization[1]  
-----
```

*Utilization[x]* és una funció que ens diu quin ha estat el percentatge d'utilització de la màquina *x*.

Quina és aquesta utilització? ..... %.

Això ja explica que la productivitat no hagi estat l'esperada. Però per què aquest *InOut* no ha treballat tota l'estona? .....

Calculeu el mateix percentatge per a l'altre *InOut*: ..... %

Haurem de veure què podem fer per millorar el sistema i ser més productius.

Si les màquines estan bloquejades durant alguna estona, això significa que la màquina (o en aquest cas el *buffer*) següent està plena i no deixa transmetre cap producte. Per solucionar aquest problema podríem provar de fer el *buffer* més gran. Proveu-ho fent-lo el triple de gran. Ha augmentat la productivitat? ..... Ha augmentat prou? ..... Així doncs, queda solucionat el problema? .....

*NOTA: en cas de dubte, si es creu que el sistema encara no s'ha estabilitzat, ja que hi ha un elevat "efecte inicial", és molt bo fer simulacions més llargues. Per exemple, en aquest cas es podria anar al menú "Simulate" i dir-li que, en lloc d'un dia (dada per defecte), en simulés 5.*

Si mirem la cua d'ampolles de vi negre que es genera, ens adonem que amb aquest nou *buffer* tampoc no en tenim prou. Això ens indica una gran utilització de la màquina posterior. Quin és el percentatge d'utilització de la màquina d'etiquetar vi negre?

.....%. És possible? ..... (Cal pensar que aquesta és la màquina que està un 10 % del temps espatllada de mitjana.) Així doncs, està treballant molt o poc?  
.....

La màquina d'etiquetar vi blanc (la que no s'espatlla), quin percentatge d'utilització té?  
..... És l'esperat? .....

Com que les dues màquines han de fabricar el mateix nombre de productes per hora (tenint en compte que un 5 % dels productes passen dues vegades per la mateixa màquina), la màquina d'etiquetar vi negre hauria de poder produir el mateix percentatge de temps que la de vi blanc, com a mínim, perquè el sistema funcionés mínimament bé, i en canvi no pot perquè està molta estona espatllada. Com que això és impossible, fer els *buffers* més grans no solucionarà mai res i crearà cues infinites (si simulem prou temps).

Per comprovar que això és cert, només cal veure quin és el percentatge d'utilització del primer *InOut*: .....%, i el del segon: ..... % (És a dir, la màquina de vi blanc sí que pot produir el que li demanen, però treballant més temps del que té disponible la màquina de vi negre. Així doncs, la màquina de vi negre mai no podrà produir el que li demanen.)

Comprovem què passaria si reduíssim el temps de reparació de la màquina de vi negre a un 70 % del que és actualment. Se solucionaria el problema? .....

Tot i que la capacitat teòrica (sense tenir en compte les influències estocàstiques) és ara suficient, sembla que encara es van formant cues infinites. Això té una explicació: quan s'utilitzen els sistemes molt a prop del 100 %, les cues tendeixen a créixer exponencialment. L'única manera de mantenir grans nivells d'utilització és acceptant grans cues, i per tant estocs elevats.

En aquest model es recomanaria reduir el temps de producció (per exemple, en 1 segon), de manera que la utilització de la màquina baixés del 90 %. Proveu si d'aquesta manera s'aconseguiria solucionar el problema. Quins serien els estocs mínims al davant de cada màquina perquè el sistema s'estabilitzés i pogués funcionar correctament? .....

Quina seria la productivitat ara, en aquest últim cas? ..... ampolles/hora.

Es podria augmentar més amb les mateixes entrades de productes?.....

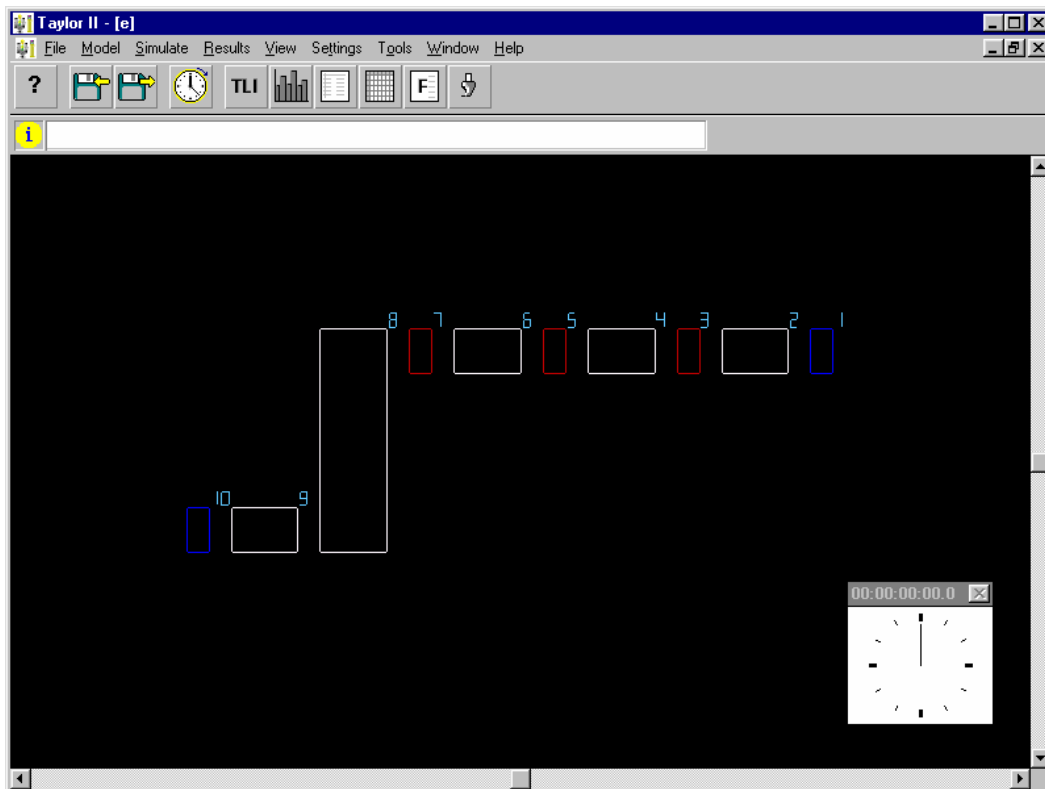
Per què? .....  
.....

## 1.4. UN TALLER DE FABRICACIÓ AMB CINC TIPUS DE PRODUCTES DIFERENTS

En aquest taller de fabricació mecànic tenim tres màquines diferents. Es fabriquen cinc tipus de productes diferents, cadascun amb diferents rutes de fabricació (passen per diferents màquines) i a més amb diferents temps d'operació en cada màquina en funció de la peça que estigui tractant.

Al final del procés, els productes queden en estoc en un petit magatzem on s'empaqueten en caixes. Cada caixa té un nombre diferent de productes en funció de quin tipus sigui.

Primer de tot cal crear el model, semblant al del gràfic següent:



Aquest mòdul té deu elements. L'element 1 és un *InOut*, l'element 2 és un *buffer* per a les peces que esperen ser processades a la màquina 3, l'element 4 és el *buffer* de la màquina 5, i el 6 és el de la màquina 7. El *buffer* 8 és on es recullen tots els productes, que s'empaqueten en caixes i es deixen al *buffer* 9, on són enviats a l'*InOut* número 10.

Tal com s'ha comentat anteriorment, es fabriquen cinc tipus de productes, cadascun amb el seu temps de producció. Aquesta informació és a la taula següent, on els productes són l'1, 2, 3, 4 i 5, i les màquines les M3, M4 i M5:

Temps de fabricació (funció del producte i la màquina):

		Màquines		
		M3	M5	M7
Productes	1	12	7	19
	2		23	
	3	7	3	
	4	20		5
	5			32

També s'ha dit que els productes es recollien en caixes, en les quals anaven més o menys productes en funció del tipus de productes que fossin. Les dades són les següents:

Mida de les caixes segons els productes:

Productes	1	2
	2	4
	3	2
	4	6
	5	5

Si per fabricar un producte només s'han de fer unes certes operacions, evidentment no cal que passi per la resta de les màquines. D'acord amb això, emplena la taula següent (que després necessitarem), on trobarem a quina màquina ha d'anar cada producte (files), una vegada és a la màquina que indica la columna.

		Elements									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Productes	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Per entendre-ho millor, farem el model pas a pas. Primer suposarem que només hi ha un tipus de producte, els del tipus 1. Aquest producte passa per totes les màquines en el model. La seva ruta és exactament igual que la ruta que per defecte s'havia creat en el *layout*. Per tant, l'única cosa que cal fer és emplenar els temps de fabricació en cada màquina i el nombre de productes que formen part d'una caixa.

Ja sabeu definir el temps d'operació, i per definir els lots cal posar al *buffer* 8:

-----  
 Buffer 8  
 Batch = 2  
 -----

"Batch" igual a 2 i "Batch Output" igual a 1 significa que espera que arribin dos productes, els "ajunta" i en treu només un, és a dir, fa un lot.

Si haguéssim posat "Batch" igual a 1 i "Batch output" igual a 2, significaria que de cada producte en fa dos. És a dir, que "parteix" el producte.

Ja es pot simular aquest primer model.

Com podeu veure, els productes de codi 1 van passant per tot el sistema. Al *buffer* 8 cada lot de dues peces és recollit i posat en una caixa.

Generem cinc tipus de productes diferents. Per a això el primer que cal fer és crear-los aleatòriament. Al primer element farem:

```
-----  
Primer element. Al "Trigger on exit"  
product[C]: =random[4]+1  
-----
```

Amb aquesta instrucció, cada element tindrà un valor per a la variable *product* que variarà d'1 a 5, amb el qual s'identificaran els diferents productes.

Ja podem tornar a simular:

Podem veure que van apareixent diferents productes, però tots tenen el mateix temps de cicle a cada màquina, el que havíem previst per al primer producte. Per poder fer això utilitzarem una taula de valors (la que hem vist abans), on cada producte tindrà un determinat temps de cicle (o de producció) en funció de la màquina on es trobi.

Primer definim aquesta taula, que anomenarem *tempscicle*:

```
-----  
Model | Tables  
Table name : tempcic  
Rows : 5  
Columns : 3  
-----
```

Ha de ser una taula de cinc files (una per a cada producte) i tres columnes, una per a cada màquina.

Després emplenarem la taula amb els valors donats anteriorment.

Ja tenim la taula definida. Ara tot el que cal fer és informar cada màquina que, quan vulgui saber quin és el temps de màquina, vagi a consultar la taula. Per fer això utilitzant el llenguatge TLI farem:

```
-----  
Ens posarem a la màquina 3 i li direm que el temps de fabricació és:  
tempcic[product[E,1],1]
```

Farem el mateix a la màquina 5:  
tempcic[product[E,1],2]

I a la màquina 7:

tempcic[product[E,1],3]  
-----

Aquesta expressió indica que el cicle de temps és igual al que diu la taula *tempcic(x,y)*, on *x* és la fila i *y* la columna.

*product[E,1]* indica el codi del producte que es troba a l'element en qüestió en la posició 1 (que en aquest cas és l'única, ja que a cada màquina només hi pot haver una peça alhora).

*y* val 1, 2 o 3 ja que indica alguna de les tres màquines.

Ara el que caldrà fer és crear una altra matriu per a les dades dels lots i, d'una manera similar, dir al *buffer 8* que creï lots en funció de quin sigui el tipus de producte que en aquell moment hi passa. Fes-ho.

Ja podem tornar a simular.

Ara cada producte té diferents temps de cicle, però encara la ruta de cada producte és la mateixa. ¿Afecta això els resultats, tenint en compte que, quan un article no ha de passar per una màquina, el seu temps de cicle és 0? .....

Per què? .....

Per definir diferents rutes per a cada producte, entrarem la matriu que s'ha calculat abans com a matriu "ruta". Fes-ho.

Ha de ser una taula de 5 files (1 per producte) i 10 columnes (1 per element).

Llavors, per utilitzar aquesta taula tan sols s'ha de dir a cada element que, en lloc d'enviar els productes cap on els enviaven fins ara (una vegada ja han estat processats), els enviïn a l'element que els toqui segons la taula anterior.

-----  
Al primer element, al "send to" hi posarem:  
select 1 from ruta[product[E,1],E]

A l'element 2:  
select 1 from ruta[product[E,1],E]

i així per a tots els elements fins al 7. Al 8 i al 9 no cal, ja que sempre envien els seus productes allà mateix, sigui quin sigui el producte.

-----  
Si deixéssim el model en aquest punt, aquest no funcionaria, ja que estem executant dues funcions al mateix temps en un mateix *In/Out*. Just en el moment de sortir les peces de l'*In/Out*, per un costat li estem dient quin és el codi d'aquest producte sortint (al "Trigger on exit") i per un altre li estem dient cap on ha d'anar aquesta peça en funció precisament del seu codi (al "Send to"). Com es podria solucionar aquest problema? .....

De totes maneres, no caldrà que fem res, perquè posteriorment canviarem aquest *In/Out* per un *buffer* i tot quedarà resolt.

Una altra cosa que podríem simular són els diferents ordres d'arribada dels elements al primer *In/Out*, és a dir, en lloc de suposar que arriben aleatòriament, suposar que arriben en un ordre determinat. Suposem que l'ordre en qüestió és el següent:

	Quantitat que n'arriba	
	<b>1</b>	12
	<b>2</b>	8
Productes	<b>4</b>	30
	<b>3</b>	4
	<b>2</b>	12
	<b>5</b>	30

És a dir, primer arriben 12 productes del tipus 1, després 8 del tipus 2, etc.

A més, suposem que aquesta seqüència es va repetint cada hora. Com ho modelitzem?

El programa Taylor permet definir diferents *patrons* d'arribades. Per fer-ho, el primer que cal fer és canviar el tipus d'element de l'*In/Out* núm. 1 i passar-lo a *buffer*. Per fer-ho fem:

-----  
Anem al *layout* i seleccionem l'element 1.

Mitjançant els botons F9 i F10, anem passant pels diferents tipus d'elements fins que trobem el que volem.

-----  
Fins ara hi havia un estoc d'un producte a l'element 1 (perquè a tots els *In/Outs* cal definir-l'hi perquè funcioni). Ara, com que ja és un *buffer*, no caldrà que l'hi posem. Farem:

-----  
Model | Elements | Stage parameters | More

Element 1 : Stock amount = 0

-----  
A més, el tipus de producte quedava definit en el "Trigger on exit". Com que ara ja li vindrà definit anteriorment, ja ho podem esborrar.

-----  
Model | Elements

Element 1 : Trigger on exit = (esborrar)

-----  
Ara és el moment d'assignar el patró d'arribades:

-----  
Anem a l'element 1

Model | Elements | Element parameters | More

Entry condition list = Sch. arrivals rept  
Use schedule nr: = 1  
Repeat schedule every: = 3600

-----

Això significa que la condició d'entrada és que vagi a la taula "Sch. Arrivals rept". Aquesta és la taula on es defineixen els patrons d'arribada. Llavors li diem que agafi el primer patró i que el vagi repetint cada hora (cada 3.600 segons).

Ara gravem el patró d'arribades al "Sch. Arrivals rept."

-----

Model | Schedules  
Rec. 1 : Arr.time = 0  
Rec. 1 : Prod.cod = 1  
Rec. 1 : Nr.of Prod = 12

I de la mateixa manera aniríem emplenant per a les cinc arribades que falten, utilitzant la seqüència d'arribades que s'ha donat abans.

-----

Ara ja podem simular el model.

El model hauria de funcionar correctament, excepte en un petit detall. Com que hi ha diferents rutes, els productes es poden avançar els uns als altres durant el procés productiu. Això fa que arribin a l'últim *buffer* barrejats, i quan es posen en caixes es barregen. Solucionem aquest detall, de manera que només es puguin fer caixes amb productes del mateix tipus a dins.

-----

Ens situarem al *buffer* en qüestió i hi posarem:  
Al botó "more"  
Queuediscipline = Max product  
Exit condition = prodqueue[8,product[8,1]] >= lots[product[8,1],1]

-----

La disciplina de cua significa que sempre posarà primer els productes amb el número de codi més gran al davant. I la condició de sortida significa que només els deixarà sortir quan el nombre de productes que hi ha a l'element en qüestió sigui major o igual que els que es requereixen per formar un lot.

*Prodqueue [x,y]* és una funció que ens diu quants productes del tipus *y* hi ha en aquell moment a l'element *x*.



## 1.5. EL MARCATGE DE PALETS

Obre un fitxer amb el *layout* ja fet de l'exemple que farem.

-----  
File | Open  
Filename: tutor3b1  
-----

Aquest exemple representa la part d'una fàbrica on es treballa amb palets de productes. Alguns d'aquests palets han de ser marcats en una marcadora on s'han de transportar i d'altres no.

Els palets arriben al sistema a partir de l'element núm. 1, d'on s'envien a l'element 2, que és un *buffer*. En aquest punt, cada palet és pres per un AGV, els elements 3, 4 o 5 (qualsevol d'aquests). L'AGV porta el 30 % dels palets a l'element núm. 6 (*buffer*), des d'on surten d'aquest mòdul, ja que aquests no cal que siguin marcats. El 70 % restant van cap a l'element núm. 8, on es poden esperar tres palets que siguin tractats per la màquina 9 (es fa el marcatge). Després d'aquesta tasca, els palets es transporten al *buffer* núm. 10, d'on són transportats al mòdul de sortida (element núm. 6).

El primer que cal fer és detallar la ruta de fabricació, ja que la ruta que es crea per defecte en dibuixar el *layout* ja es veu que no reflecteix el que succeeix realment. Primer caldrà que cada palet que surti agafi un dels AGV. En principi, pot agafar-ne qualsevol. Anem a l'element 2 i:

-----  
Model | Elements  
Element 2 : Send to = select 1 from 3,4,5  
-----

Aquests AGV o transports han de portar els productes a la destinació 6 o 8. Generem i guardem al palet el destí utilitzant la distribució de Bernouilli amb un atribut. Llavors, segons el valor d'aquest atribut, l'enviarem a un lloc o a l'altre (al 6 o al 8).

-----  
Model | Elements  
Element 2 : Trigger on entry = att1[C]:=bernouilli[30,6,8]  
Element 3 : Send to = select 1 from att1[E,1]  
Element 4 : Send to = select 1 from att1[E,1]  
Element 5 : Send to = select 1 from att1[E,1]  
-----

Quan el palet ha estat tractat per l'element 9, el seu destí ha de canviar. Al mateix temps, definirem el temps de treball a la màquina 9, que és de 26 segons.

-----  
Model | Elements  
Element 9 : Trigger on exit = att1[C]:=6  
Element 10 : Send to = select 1 from 3,4,5  
Element 9 : Time = 26  
-----

Ara ja podem executar el model. Per defecte tots els transports tenen una velocitat d'1 m/s, i per tant el temps per anar d'un lloc a l'altre dependrà de les llargades dels *paths*).

-----  
Simulate | Single run | Start  
-----

El model funciona més o menys bé, però encara caldrà fer alguns canvis. Primer hauriem de dir als AGV que quan viatgin pel sistema de *paths* ho facin tots en la mateixa direcció. Això es pot fer de la manera següent:

-----  
Model | Elements | Element parameters | Various  
Element 11 : Path direction = One way (forward)  
Element 13 : Path direction = One way (forward)  
Element 15 : Path direction = One way (forward)  
-----

De fet, això es podria definir per a tots els *paths*, però lògicament amb aquests és suficient.

A més, hem de tenir en compte que els AGV no es poden avançar, per la qual cosa cada *path* s'ha de definir d'una sola direcció (*one track path*).

-----  
Model | Elements | Element parameters | Various  
Element 11 : Two-track = off  
.....  
Element 19 : Two-track = off  
-----

Finalment volem que tots els AGV tornin a la posició del *path* núm. 17, després que hagin deixat el palet en qualsevol destí. Una manera de fer-ho és la següent:

-----  
Model | Elements  
Element 3: Trigger on exit = setfreedest[E,17,600]  
Element 4: Trigger on exit = setfreedest[E,17,600]  
Element 5: Trigger on exit = setfreedest[E,17,600]  
-----

La instrucció "setfreedest" envia els transports a un cert destí, però si el transport és en un node i abans de marxar al destí detecta un altre treball que ha de realitzar en un altre lloc (un altre palet per carregar, per exemple), podrà anar cap allà. Si utilitzéssim "setdest" en lloc de "setfreedest", el transport hauria d'anar sempre al lloc de destí (o punt de partida) abans d'acceptar una altra tasca per fer. En aquest cas "E" és l'element en què ens trobem, 17 és l'element que s'ha d'enviar si no hi ha cap treball esperant i 600 és la posició dins d'aquest element 17 on ha d'anar.

Abans d'executar ja podem veure un problema: com que els AGV no es poden passar els uns als altres (*one track paths*), és molt fàcil que es formin situacions de bloqueig. Seria responsabilitat del que fa la simulació decidir si aquests bloquejos són reals o no i si es poden evitar o no. Una manera de solucionar-ho seria cridar un transport sempre que es necessiti, anar a buscar el que està més a prop, deixant que aquests comencin en diferents posicions. Amb aquesta idea editarem les dues primeres seqüències definides anteriorment:

-----  
Model | Elements

Element 2 : Send to = select 1 from 3,4,5 order -emptydistance[L,E]

Element 10 : Send to = select 1 from 3,4,5 order -emptydistance[L,E]  
-----

En aquest estat, *L* significa "listvalue" (3, 4 o 5). La funció tria el transport buit que està més prop.

Per estacionar al principi (situació inicial) els transports als diferents llocs de sortida, caldrà fer-ho de la manera següent:

-----  
Model | Elements | Element parameters | Various

Element 3 : Park at path = 16

Element 4 : Park at path = 18

Element 5 : Park at path = 17  
-----

Finalment, ara ja podem executar el model:

-----  
Simulate | Single run | Start(or use the speedbar button)  
-----

Una vegada finalitzat el model, veiem que amb la màquina que tenim i els recorreguts reals de la fàbrica amb 3 AGV, el sistema funciona d'una manera fluida. Quants palets per hora pot marcar? ..... Quants en podria marcar si s'espallés un AGV? .....

## 1.6. EL TALLER MECÀNIC

Aquest exemple representa un taller mecànic on hi ha quatre tipus de peces amb rutes diferents. Aquestes peces han de passar per diverses màquines. L'empresa disposa de quatre torns i quatre fresadores.

De fet, l'exemple ja està fet, i només es tracta de respondre unes preguntes. El trobareu a:

-----  
File | Open  
Filename: jobshop  
-----

Quantes peces de cada arriben al taller per hora de mitjana? .....

Per a cada tipus de peces, quin seria el temps esperat de fabricació si no hi hagués cues?

Peces representades en:

Blau fort: .....  
Verd: .....  
Vermell: .....  
Groc: .....  
Blau clar: .....

Quin seria el temps mitjà de procés de les peces si no hi hagués cues *a priori*? .....

Quin és el temps mitjà de procés real (simulat)? .....

Hi ha molta diferència entre el temps de fabricació que podrien esperar i el simulat? ..... Si és que sí, com ho podríem solucionar?.....

## 2.1. INTRODUCCIÓ ALS ERP

Cycles, SA és una PIME situada al polígon industrial de Celrà amb l'adreça següent:

CYCLES, SA  
C/ Pujol, s/n. Polígon Industrial de  
Celrà  
17460 Celrà (Girona)



**CYCLES**  
LA BICICLETA DE GIRONA

En l'actualitat Cycles, SA disposa de dues sucursals comercials, una a Madrid i l'altra a Barcelona.

Cycles Madrid  
Passeig de la Castellana, 105  
28046 Madrid

Cycles Barcelona  
Av. Diagonal, 15  
08036 Barcelona

Cycles, SA es dedica a la fabricació i posterior comercialització de diferents tipus de bicicletes, incloent-hi alguns dels seus components.

Actualment hi ha dues línies de productes:

Tipus de bicicleta	Codi producte
Bicicleta normal	1000
Bicicleta de luxe	1003

Les dues bicicletes són molt semblants i tan sols es diferencien en alguns components o detalls d'acabat.

En conseqüència, Cycles, SA té diversos nivells de llistes de materials de producció en la seva estructura de producte. Vegeu la taula.

Nivell	Codi producte	Descripció	Quantitat	Bicicleta normal	Bicicleta luxe
1	1100	Roda davantera	1 ud.	Sí	No
1	1101	Roda davantera ampla	1 ud.	No	Sí
2	1110	Llanta	1 ud.	Sí	Sí
2	1120	Radis	50 ud.	Sí	Sí
2	1150	Boixa de davant	1 ud.	Sí	Sí
3	1151	Eix roda davantera	1 ud.	Sí	Sí
3	1155	Volandera davantera	1 ud.	Sí	Sí
2	1160	Pneumàtic	1 ud.	Sí	Sí
2	1170	Cambra	1 ud.	Sí	Sí
2	1171	Supercambra	1 ud.	Sí	Sí
1	1200	Roda de darrere	1 ud.	Sí	No
1	1201	Roda de darrere ampla	1 ud.	No	Sí
2	1250	Boixa de darrere	1 ud.	Sí	Sí
3	1251	Eix roda de darrere	1 ud.	Sí	Sí
3	1255	Volandera de darrere	1 ud.	Sí	Sí
1	1300	Muntatge cadena	1 ud.	Sí	Sí
2	1310	Cadena	1 ud.	Sí	Sí

2	1320	Plat de davant	1 ud.	Sí	Sí
2	1330	Plat de darrere	1 ud.	Sí	Sí
1	1400	Parafang de davant	1 ud.	Sí	No
1	1450	Parafang de darrere	1 ud.	Sí	No
1	1500	Far	1 ud.	Sí	Sí
1	1600	Timbre	1 ud.	Sí	No
1	1601	Timbre cromat	1 ud.	No	Sí
1	1700	Fre	1 ud.	Sí	Sí
2	1710	Maneta fre darrere	1 ud.	Sí	Sí
2	1720	Maneta fre davant	1 ud.	Sí	Sí
1	1800	Manillar	1 ud.	Sí	No
1	1801	Manillar cromat	1 ud.	No	Sí
1	1850	Seient	1 ud.	Sí	Sí
1	1900	Quadre	1 ud.	Sí	Sí

Taula 2.1.1: Nivells de la llista de material de la bicicleta normal (1000) i la bicicleta de luxe (1003)

A causa de la competència procedent dels països de l'est d'Europa i la impossibilitat de competir en cost, Cycles, SA ha decidit treure al mercat dos nous models de bicicleta, més especialitzats i que, en lloc de competir en preu, competeixin en disseny. Els dos models nous són la bicicleta de muntanya i la bicicleta de ruta.

Tipus de bicicleta	Codi producte
Bicicleta de muntanya	1005
Bicicleta de ruta	1001

Taula 2.1.2: Nous models de bicicleta que es produeixen a Cycles, SA

Partint d'aquesta informació i d'altra que se us anirà proporcionant al llarg del dossier de pràctiques, es demana que definiu i gestioneu la planificació de la producció d'aquests dos nous productes.

### Estructura de l'empresa

A Cycles, SA, com que és una PIME, les màquines i els centres de treball s'organitzen en forma de taller, amb la qual cosa s'aconsegueix una forta flexibilitat per respondre a les demandes dels clients i les futures previsions.

Actualment, per a la producció dels models bicicleta normal i bicicleta de luxe, al taller hi treballen una desena de persones, que es distribueixen segons l'organigrama que es presenta a la figura 1 i es distribueixen en planta segons la figura 2.

Núm.	Nom	Núm. centre treball	Capacitat
110	Grup operaris 1	100	1
120	Grup operaris 2	100	1
130	Grup operaris 3	100	1
210	Taula embalatge 1	200	1
220	Taula embalatge 2	200	1
230	Màquina empaquetadora	200	1
310	Cabina pintura	300	1

320	Robot pintura	300	1
330	Cabina assecatge	300	1
340	Inspecció pintura	300	1
410	Màquina de trepar	400	1
420	Màquina CNC	400	1
430	Màquina d'allisar	400	1
440	Inspecció màquina	400	1

Taula 2.1.3: Llista de centres de màquina de Cycles, SA

Núm.	Nom	Codi grup centre treball
100	Departament Muntatge	1
200	Departament Embalatge	1
300	Departament Pintura	2
400	Departament Maquinària	2

Taula 2.1.4. Llista de centres de treball de Cycles, SA

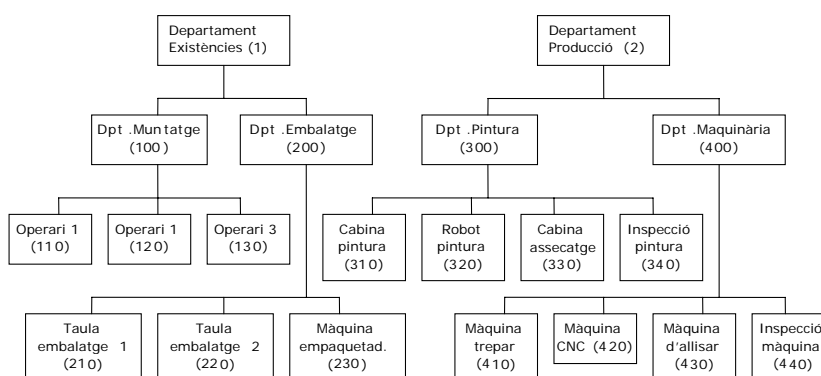


Figura 1: Organigrama de la part productiva de Cycles, SA

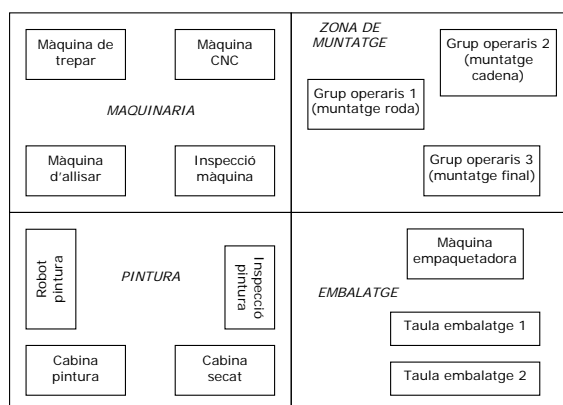


Figura 2. Distribució en planta de la part productiva de Cycles, SA

## Producció

Tal com s'ha comentat anteriorment, Cycles, SA és una empresa que es dedica a la fabricació i venda de diferents models de bicicleta. És per això que es treballa en el muntatge contra comanda (M-C-P), ja que la bicicleta es fabrica contra comanda (F-C-P), mentre que els components restants es fabriquen contra estoc (F-C-S).

En aquests casos, el *software* ERP Navision admet la connexió d'ordres de producció a vendes. Mentre que la demanda de bicicletes es basa en comandes de vendes, l'aprovisionament dels productes semiacabats i els productes comprats es basa en el principi de lot a lot.

Així, amb els recursos màquina descrits anteriorment, els recursos humans i la distribució en planta que es mostren en la figura 2, per produir els dos models de bicicleta s'utilitzen cinc rutes. Una ruta tant pot ser per a un producte final com per a un component.

Núm.	Descripció
1000	Bicicleta normal
1003	Bicicleta de luxe
1100	Roda davantera
1101	Roda davantera ampla
1150	Boixa
1200	Roda de darrere
1201	Roda de darrere ampla

Taula 2.1.5. Rutes dels productes actuals

Per a cadascuna de les rutes ja estan definides dins el Navision les operacions que en formen part.

Número operació	Tipus	Núm.	Descripció	Temps preparació	Temps execució
10	Centre màquina	110	Muntatge roda	110	12
20	Centre màquina	120	Muntatge cadena	15	15
30	Centre màquina	130	Muntatge final	10	20
40	Centre màquina	210	Taula embalatge	10	8

Taula 2.1.6. Operacions de la ruta de la bicicleta normal

## Navision

Què és un ERP?

ERP significa *enterprise resource planning*, és a dir, gestió o planificació dels recursos de l'empresa.

Per tant, l'objectiu d'una implantació d'un ERP en una empresa significa integrar tots els departaments i funcions de l'empresa dins d'un únic sistema informàtic que pugui resoldre les necessitats particulars de cadascun, tant des del punt de vista administratiu com productiu.

Per poder executar el programa és necessari adjuntar-hi una base de dades, on consten tots aquells valors i productes descriptius del funcionament de l'empresa. Així, per poder realitzar les diferents sessions de pràctiques, cadascuna anirà acompanyada de la seva corresponent base de dades.

En el Navision existeixen diversos mòduls, alguns dels quals s'aniran analitzant durant el curs.



Per poder navegar amb més facilitat<sup>1</sup> per dins dels diferents mòduls, menús i submenús, Navision ha creat mètodes abreujats de teclat per a les funcions més utilitzades, algunes de les quals, sobretot les que es faran servir durant aquestes sessions de pràctiques, són les següents:

F3	Crear nou camp
F4	Eliminar camp
F5	Mostrar llista
F9	Estadístiques
F10	Anar al menú principal

### Exercici

En cadascuna de les set sessions de què consten aquestes pràctiques s'utilitzarà una base de dades diferent.

En aquesta primera pràctica d'introducció utilitzarem el Navision per adaptar-nos al seu ús. Per poder començar a treballar s'ha d'indicar quina base de dades es vol utilitzar.

Els passos per seleccionar una base de dades són els següents:

1. Una vegada dins el menú principal del Navision vés a:

*> Archivo > Base de datos > Abrir*

2. Selecciona la base de dades adient.
3. Vés a:

*> Archivo > Empresa > Abrir*

4. Selecciona el nom de l'empresa creada (CYCLES, SA).

En principi t'hauria d'haver aparegut el menú de Navision. Però, si a la pantalla no apareix res, fes el següent:

*> Ver > Panel de exploración*

D'aquesta manera ja podem començar a treballar amb aquesta base de dades. S'ha de tenir en compte que tot canvi que s'hi produeixi quedarà gravat automàticament.

Cal també canviar la llengua del menú. Per fer-ho, s'ha d'anar al següent menú i escollir l'opció "ESP":

*> Tools > Language*

### Creació d'un nou producte

Una vegada seleccionada la base de dades, podem començar a completar-la amb nous productes. Per crear un nou producte, es pot realitzar de dues maneres diferents: a partir d'un producte ja creat o inserint tota la informació de nou.

---

<sup>1</sup> Per sortir de qualsevol de les pestanyes o botons per tornar al menú principal, on es mostren els 15 mòduls, tan sols clica sobre l'asterisc superior dret o utilitza la tecla ESC.

Així, si es volgués crear una bicicleta per a infants anomenada *bicicleta baby* (1002) a partir d'una bicicleta ja existent en la base de dades, la bicicleta normal (1000), els passos que s'haurien de seguir són:

1. Dins del mòdul *Fabricación* selecciona
  - *Diseño de productos > Productos*
2. Observa que s'ha obert una nova finestra on hi ha diferents pestanyes. Les superiors —*General, Facturación, Reposición, Planificación...*— mostren les diferents característiques del producte, i les inferiors —*Producto, Ventas, Compras, Acciones i Ayuda*— són comunes a totes les pestanyes superiors, i s'utilitzen per canviar la configuració del producte o fer alguna consulta.
3. Clica sobre F5 i selecciona el producte 1.000.
4. En el menú *Edición*, selecciona tots els camps mitjançant l'opció *Seleccionar*.
5. En el menú *Edición*, selecciona *Copiar* o fes Ctrl+C i a continuació prem F3 sobre el camp *Nº* de la pestanya superior *General*.
6. En el menú *Edición*, selecciona *Pegar* o fes Ctrl+V. No donis importància als errors que mostra el Navision.
7. Introdueix en el camp *Nº* el codi de la bicicleta baby: 1002.
8. Consulta el camp *Unidad medida base*.
9. Selecciona UD. en el camp *Código*.
10. Introdueix 1 com a quantitat per unitat de mesura i, a continuació, clica sobre *Aceptar*.
11. Vés a les pestanyes *Reposición y planificación* i comprova la configuració predeterminada.

Ara, a continuació, crea un nou producte amb les característiques següents:

<b>Núm.</b>	<i>1001</i>
<b>Descripció</b>	<i>Bicicleta de ruta</i>
<b>Unitat mesura base</b>	<i>UD.</i>
<b>Valoració d'existències</b>	<i>Estándar</i>
<b>Preu de venda</b>	<i>1.700</i>
<b>Sistema de reposició</b>	<i>Orden producció</i>
<b>Política de fabricació</b>	<i>Fab. contra stock</i>
<b>Política de reaprovisionament</b>	<i>Lote a lote</i>
<b>Reserva</b>	<i>Opcional</i>
<b>Cicle de reaprovisionament</b>	<i>1S</i>
<b>Grup comptable existències</b>	<i>Terminado</i>
<b>Mida del lot</b>	<i>1</i>

*Taula 2.1.7: Dades de la bicicleta de ruta*

Quin és el cost estàndard que té associat aquest producte que has creat?

En la pestanya *Reposición* elimina la llista de materials i la ruta que s'han copiat del producte 1.000. A continuació, torna a calcular el cost estàndard del producte 1.001 seguint les instruccions següents. En les pestanyes de sota fes:

> *Productos > Fabricación > Calcular coste estándar*

Activa *Todos los niveles* i fes *Aceptar*.

Quin és ara el nou cost estàndard del producte que has creat? Per què?

## 2.2. LLISTA DE MATERIALS (LM) O *BILL OF MATERIALS* (BOM)

### Introducció teòrica

Una llista de material de producció (LM), o *bill of material* (BOM), és un llista que incorpora tant els diferents components comprats per fabricar un producte com els productes semielaborats o semiacabats en diverses fases de la fabricació. La llista de material també dóna informació de la quantitat de cada component, subconjunt, peça, etc. que és necessària per obtenir una unitat de qualsevol article que produeixi l'empresa.

Així, per exemple, en el cas d'una bicicleta, un component comprat podria ser el seient, i un producte semielaborat o semiacabat seria qualsevol de les dues rodes, perquè cada roda està formada per diferents components, com la llanta, els radis, etc.

Existirà una llista de material per a cada producte que es produeixi en una empresa, i aquesta dependrà de com es produeixi aquest producte. Una llista de materials de producció pot estar composta de diversos nivells, amb un màxim de 50 nivells de profunditat en el Navision.

Al Navision, quan vulguem consultar la llista de materials d'un producte utilitzarem el menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *L. M. Producción*

Si el que volem, en canvi, és consultar les característiques de cadascun dels productes comprats, semiacabats i/o finals, utilitzarem el menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *Productos*

A continuació pots veure la llista de material de la bicicleta normal (1000BOM)

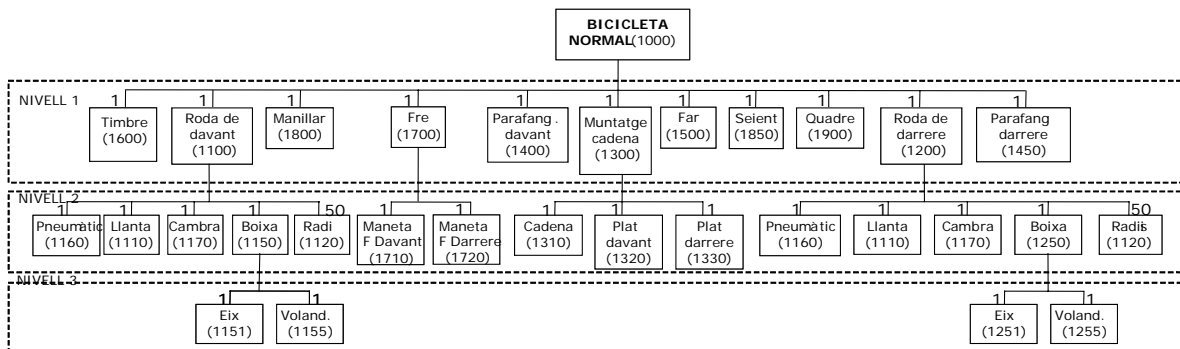


Figura 1. Llista de material de la bicicleta normal (1000BOM)

### Exercici

En aquest exercici es definirà la llista de materials de les dues noves bicicletes que ha decidit fabricar l'empresa, concretament, la bicicleta de muntanya i la de ruta. El primer que cal fer és introduir, dins del Navision, les llistes de material de cadascuna d'aquestes dues bicicletes (a partir de la bicicleta normal).

Les diferències entre la bicicleta normal (1000) i les dues bicicletes noves que s'han d'introduir —bicicleta de muntanya (1005) i bicicleta de ruta (1001)— es detallen a continuació:

Tipus de bicicleta	Codi del producte	Característiques
Bicicleta de muntanya	1005	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sense parafang del davant (1400)</li> <li>– Sense parafang del darrere (1450)</li> </ul>
Bicicleta de ruta	1001	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Canvi del seient (1850) pel seient esportiu (1860)</li> <li>– Amb muntatge d'ampolla d'aigua (2000)</li> </ul>

*Taula 2.2.1: Canvis de la bicicleta de muntanya (1005) i de la bicicleta de ruta (1001)*

Per introduir una nova llista de material ho farem a partir de la llista de material de la bicicleta normal (1000BOM), seguint els passos següents. Comencem per la bicicleta de muntanya:

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *L. M. Producción*

2. Posa el cursor dins del camp *Nº* i clica sobre F3 per introduir una llista de materials nova.
3. Introdueix "1005BOM" en el camp *Nº*.
4. Introdueix "Bicicleta de muntanya" en el camp *Descripción*.
5. Selecciona *UD.* com a unitat de mesura.
6. Fes clic sobre *Acciones* i, a continuació, sobre *Copiar L. M.*
7. Selecciona *1000BOM* i fes clic sobre *Aceptar*.
8. En aquests moments la llista de materials 1005BOM és exactament igual que la llista de materials 1000BOM. Per 'afegir-hi els canvis necessaris:
9. Selecciona la línia dels productes 1400 i 1450 i clica sobre F4 per suprimir.
10. Selecciona *Certificada* en el camp *Estado*.

Cal tenir present que qualsevol llista de materials, perquè es pugui utilitzar, ha d'estar en l'estat de *Certificada*.

D'aquesta manera ja s'ha creat la llista de materials corresponent a la bicicleta de muntanya.

Finalment afegim la llista de materials 1005BOM al producte bicicleta de muntanya 1005 fent el següent:

1. En el menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *Productos*

selecciona la fitxa del producte bicicleta de muntanya. Recorda que per buscar el producte has de emprar F5.

2. Selecciona la pestanya *Reposición* i introdueix 1005BOM en el camp *Nº L. M. producción*.

Com es va mostrar en la pràctica anterior, el cost estàndard del producte canvia en modificar les dades com la llista de materials, la ruta, etc. Per tant, es recomana que recalculis aquest cost estàndard de nou.

Dins de la fitxa de producte, en les pestanyes de sota fes:

> *Productos* > *Fabricación* > *Calcular coste estándar*

Activa *Todos los niveles* i fes *Aceptar*.

Quin és el cost estàndard del producte que has creat?

Tal com s'ha comentat anteriorment, un producte es pot compondre d'altres productes que també poden tenir un conjunt de components associats. Comprovem-ho amb el producte "Roda davantera" (1100).

1. Vés al menú

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *L. M. Producción*

on obrirem la llista de materials de la bicicleta normal (1000BOM)

2. Fixa't que un dels components de la bicicleta normal és la *roda davantera* (1100).
3. Clica sobre F5 en el camp *Nº* i selecciona *Roda davantera* (1100BOM).
4. Observa els components de la *Roda davantera* (1100BOM).

Quins són aquests components? Quantes unitats de cada component es necessiten per cada roda davantera?

Quins són els components que s'inclouen en el producte *Fre* (1700)? Quantes unitats de cada component es necessiten per a un fre?

Fes el mateix que has fet amb la bicicleta de muntanya amb la bicicleta de ruta (1001), creant la seva L. M. a partir de la L. M. de la bicicleta normal, canviant el seient (1850) pel seient esportiu (1860) com a producte de compra i afegint-hi el muntatge de l'ampolla d'aigua (2000). Aquest muntatge ha d'incloure: el suport per a l'ampolla d'aigua (2010) i la mateixa ampolla d'aigua (2020). Per tant, cal crear una nova llista de materials per a la referència 2000. Però en aquest cas no cal copiar-la de cap altra llista, només se li ha de dir que té per components una unitat

de la referència 2010 i una altra de la 2020. Comprova que has posat una unitat tant del seient esportiu com del muntatge de l'ampolla d'aigua.

Recorda que finalment has d'associar la L. M. 1001BOM al producte 1001, bicicleta de ruta. Ho pots fer anant a *Existencias, Productos, General* i després a *Fabricación*.

La figura 2-2 mostra l'esquema dels components que has d'afegir a la bicicleta de ruta:

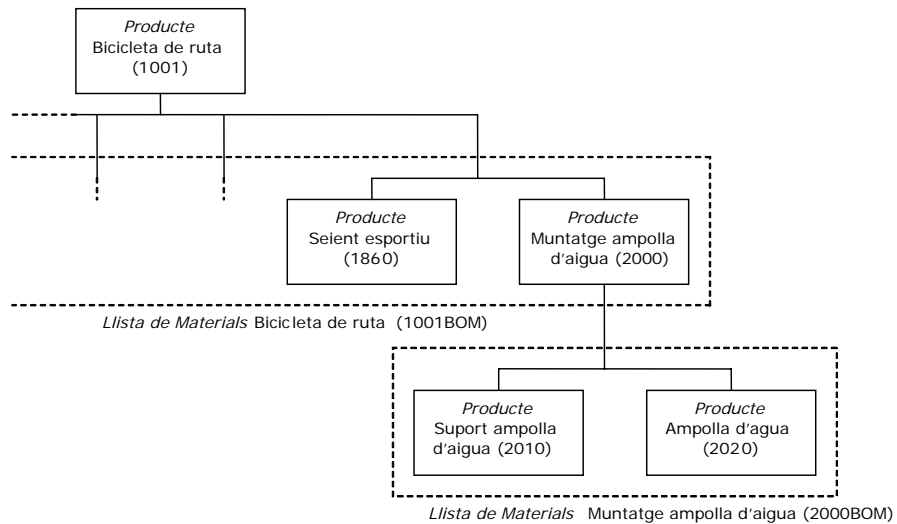


Figura 2: BOM del muntatge de l'ampolla

Una vegada s'ha introduït dins del Navision la L. M. de la bicicleta de muntanya, es pot comprovar mitjançant un informe si s'han introduït correctament els components.

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *Informes* > *Despliegue cantidad en L. M.*

Posa 1005 en el camp *Nº* i pressiona *Vista preliminar*.

Quants productes diferents conté la bicicleta de muntanya? Quants nivells conté la seva llista de materials?

Per què creus que són diferents els components d'aquesta llista dels components que es poden veure en la llista de materials 1005 BOM, associada a la bicicleta de muntanya?

La comparació de les llistes de materials de dos productes diferents es pot realitzar mitjançant l'informe *Informe lista comparación*. Si ho fem entre la bicicleta de muntanya i la normal, els passos que s'han de seguir són:

1. Vés al menú:

➤ *Fabricación > Diseño de productos > Informes > Lista comparación*

2. Llavors hem d'especificar quins dos productes volem comparar.
3. Per tant, dins de la pestanya *Opciones*, introdueix 1005 (bicicleta de muntanya) com a *Producto nº 1*.
4. Introdueix 1000 (bicicleta normal) en el *Producto nº 2*.
5. Introdueix la data d'avui com a *Fecha de cálculo*.
6. Fes clic sobre l'opció de *Vista preliminar* per veure l'informe.

Ara fes el mateix comparant la bicicleta normal (1000) i la de luxe (1003). Quina bicicleta és més cara? Quina és la diferència de cost? A què és deguda aquesta diferència?

Ara analitzarem l'informe de *Cálculo detallado*.

1. Vés al menú

> *Fabricación > Valoración > Informes > Cálculo detallado*

2. Posa com a filtre *Nº* la bicicleta 1001 i activa *Vista preliminar*.

Quin és el cost total de la bicicleta de ruta? Quin és el component que té un cost més elevat?

Per què creus que és diferent el cost de components que proporciona l'informe de *Cálculo detallado* respecte del cost de components que es pot obtenir de l'informe *Informe lista comparación*?

### **Creació de sèries de productes**

Una vegada entrades les dades dels dos nous tipus de bicicleta, es decideix crear una sèrie especial de la bicicleta de muntanya amb un quadre més lleuger.

Algunes vegades pot ser que sigui necessari especificar un tipus de càlcul, com longitud × ample, per a la quantitat de component necessària en una llista de materials de producció. Per posar un exemple, crearem un producte per a l'acer. Aquest acer s'emmagatzema en làmines i es compra per quilos. Una làmina de 10 per 15 pesa 100 quilos i cada bicicleta tot terreny requereix una làmina de 3 per 5.

Creem una versió nova de la L. M. de la bicicleta de muntanya. En aquesta nova versió canviarem el quadre (1900) per l'acer (1950). Cal destacar que el codi de

producte segueix sent el mateix; el que es generarà serà una versió diferent per al mateix producte. D'aquesta manera s'estalvia de tenir moltes L. M. per a productes molt similars.

Primer de tot caldrà crear el producte acer. Per fer-ho:

1. Vés al menú:

> *Diseño de producto* > *Existencias* > *Productos*

2. Crea el producte 1950, amb descripció "acer".
3. Fes clic en l'*AssistButton* del camp *Unidad medida base* i agrega les unitats de mesura següents (si us falta alguna unitat de mesura, afegiu-la-hi):

Codi	Quantitat per unitat mesurada
LÀMINA	1
kg	0,01
m <sup>2</sup>	1/150 o 0,00667

4. Selecciona *Lámina* a *Unidad medida base* i fes clic sobre *Aceptar*.
5. Fes clic sobre la pestanya *Facturación* i introdueix-hi els costos estàndard i unitari en 100.
6. Fes clic sobre la pestanya *Reposición* i introdueix-hi la unitat de mesura de compra en kg.

Ara crea una versió nova de la L. M. 1005BOM eliminant el quadre i agregant-hi l'acer.

1. Vés al menú:

> *Diseño de producto* > *Fabricación* > *L. M. producción*

i selecciona la llista de materials de la bicicleta de muntanya

2. Fes clic sobre el botó inferior *L.M. Prod.* i, a continuació, selecciona *Versiones*.
3. Pressiona F3 per inserir-hi una versió nova, en el cas que ja existeixi una versió. Si no, tan sols introdueix 2 com a *Código de versión*.
4. Introdueix "B. muntanya – Acer" com a descripció.
5. Selecciona UD. com a *unidad de medida*.
6. Introdueix la data d'avui com a *fecha inicial*.
7. Insereix tres noves columnes: *Tipo cálculo, longitud y ancho*<sup>1</sup>
8. Fes clic sobre *Acciones* i selecciona *Copiar cabecera. L. M.*
9. Fes clic sobre *Sí* per copiar des de la llista de materials de producció.
10. Selecciona la línia del producte 1900 i clica sobre F4 per eliminar.
11. Clica sobre F3 per introduir una línia nova o directament escriu sobre la primera línia en blanc: a la columna *Tipo* selecciona *Producto* i a la columna *Nº* escriu la referència 1950. Introdueix la informació següent en la nova línia:

Quantitat per	1
Tipus càlcul	Llarg * Ample
Longitud	3
Ample	5
Unitat de mesura	m <sup>2</sup>
% Rebuig	En blanc

<sup>1</sup> Per inserir noves columnes situa't a sobre de qualsevol de les columnes ja existents, clica sobre el botó dret del ratolí i escull l'opció *Mostrar columna*.



12. Canvia l'estat a *Certificada*.

D'aquesta manera s'ha creat una versió igual que la bicicleta de muntanya però amb un quadre format per una planxa d'acer de  $3 \times 5 \text{ m}^2$ .

Quin és ara el cost de la bicicleta de muntanya? I el cost de l'acer necessari per a aquesta bicicleta?

## 2.3. RUTES DE FABRICACIÓ

### Introducció teòrica

Una ruta és la seqüència d'operacions necessàries per fabricar un producte. Les operacions es poden realitzar en un centre de treball o en un centre de màquina. Les operacions que es realitzin en un centre de treball les pot fer qualsevol màquina o operari dins d'aquest centre.

Les empreses productives utilitzen rutes per gestionar i controlar el procés de producció. Les rutes no només són la base per a tota la fabricació; també són la base per a la programació de processos, la programació de capacitat i els documents de fabricació.

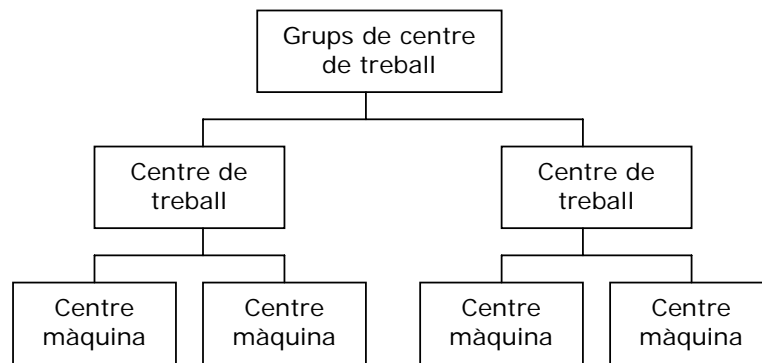


Figura 2.3.1. Estructura jeràrquica dels centres de treball

#### 1) Instal·lacions

Les instal·lacions fan referència al conjunt de recursos, humans o materials, que permeten dur a terme l'activitat de fabricació. Els tres tipus d'instal·lacions definides formalment en el sistema són el grup de centre de treball, el centre de treball i el centre de màquina.

Grups de centre de treball: els grups de centre de treball són els grans departaments dintre d'una organització. El terme *grup de centre de treball* es refereix més a un centre d'informació, com el departament d'existències o de producció, que a una instal·lació en la qual es pugui programar el treball.

Centres de treball: els centres de treball són ubicacions o instal·lacions específiques en les quals es pot realitzar el treball. Les ordres de producció es programen en els centres de treball a través de les rutes. Els centres de treball inclouen centres de màquina.

Centres de màquina: els centres de màquina són el nivell més baix de la jerarquia de les instal·lacions. Representen una màquina, un grup de màquines amb característiques idèntiques, una persona o un grup de persones. En moltes operacions només es designen com a centres de màquina els recursos que cal supervisar o que tendeixen a formar colls d'ampolla. Quan es programa una ordre de producció en un centre de màquina, aquesta consumeix capacitat (redueix la disponibilitat). Un centre de màquina té la seva pròpia capacitat, ja que en la jerarquia no hi ha cap instal·lació per sota del centre de màquina.

#### 2) Temps d'operació

El temps d'operació és el temps total que tarda cadascuna de les operacions que pertanyen a la ruta d'un producte. Hi ha dos tipus de temps d'operació: el productiu i el no productiu. És important entendre els diversos components que existeixen dins del temps d'operació.

Temps productiu: és el temps durant el qual el recurs que fabrica el producte o l'operari que assisteix estan ocupats amb la fabricació del producte. Hi ha dos tipus de temps productiu: el temps de preparació i el temps d'execució.

- Temps de preparació: és el temps necessari per configurar el centre de treball o de màquina, des de la producció de l'últim producte d'un lot fins al primer producte del lot següent. El temps de preparació es considera productiu en relació amb l'operari que està preparant el centre de màquina, tot i que la màquina no fabrica peces durant aquest temps.
- Temps d'execució: és el temps necessari per processar o fabricar una peça en una operació específica. El temps d'execució no inclou el temps de preparació. En cas de treballar amb lots, el temps d'execució del lot correspondria al temps d'execució de cada peça per la mida del lot.

Temps no productiu: és el temps en què el recurs està ocupat amb la fabricació del producte. Hi ha tres tipus de temps no productiu: temps d'espera, temps de moviment i temps en cua.

- Temps d'espera: és el temps que es requereix per a les operacions d'una ruta (per exemple, els processos d'assecatge).
- Temps de moviment: és el temps que empra una comanda en el trànsit d'una operació a una altra, dins de la ruta del producte.
- Temps de cua: és el període de temps que un producte o lot espera per ser processat per un centre de treball o de màquina, a causa del fet que s'està processant algun altre producte. El temps de cua no s'assigna com un temps d'operació, sinó que és el període de temps que transcorre entre la fi d'una operació i l'inici de l'operació següent. Aquest temps depèn de molts factors productius i el seu increment implica augments directes en el termini de fabricació.

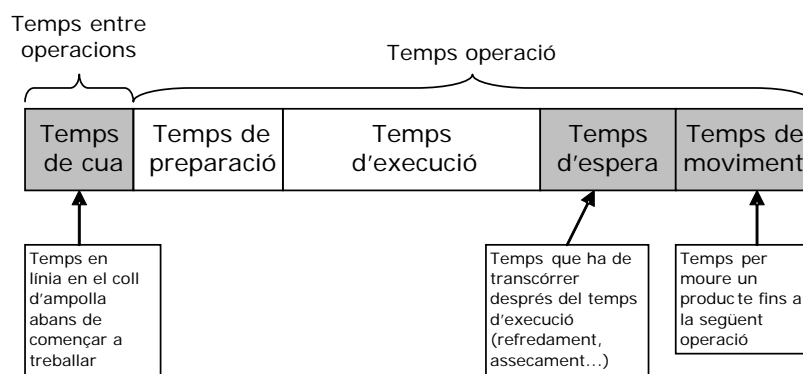


Figura 2.3.2. Esquema dels temps que apareixen en una operació d'una ruta

## Exercici

Actualment l'empresa disposa de 4 centres de treball interns, 1 centre de treball extern i 14 centres de màquina.

Cada producte que s'ha de fabricar ha de tenir assignada una ruta de fabricació. Per crear una nova ruta, es pot copiar una ruta ja existent i fer els canvis necessaris en les operacions a la nova ruta, d'una manera similar al que es va fer amb les llistes de materials. Per exemple, es pot crear la ruta de la bicicleta de muntanya a partir de la ruta ja existent de la bicicleta normal.

Passos que s'han de seguir per crear una nova ruta a partir d'una ruta existent:

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *Rutas*

2. Posa el cursor en el camp *Nº* i pressiona F3 per introduir-hi una nova ruta.
3. Introdueix 1005 en el camp *Nº*.
4. Introdueix "bicicleta de muntanya" en el camp *Descripción*.
5. Selecciona *En serie* en el camp *Tipo*.<sup>1</sup>
6. Fes clic sobre *Acciones* i, a continuació, sobre *Copiar ruta*.
7. Selecciona 1000.
8. Fes clic sobre *Aceptar*.

Cal tenir present que, mentre es crea o modifica la ruta, el camp *Estado* ha de ser *Nueva* o *En desarrollo*. Quan ja estigui modificada, s'haurà de posar en l'estat *Certificada* perquè pugui estar activa en altres operacions.

Una vegada ja creada la nova ruta, ja es poden modificar les operacions. El primer canvi consistirà a adaptar la informació tal com indica la taula següent. Fixa't que els paràmetres que hauràs de modificar són els temps d'algunes de les operacions, i també hauràs d'introduir una nova operació. Aquesta nova operació es dirà "inspecció" i s'haurà de dur a terme entre l'operació "muntatge final" i "taula d'embalatge".

Núm. d'operació	Descripció operació	Centre	Temps preparació	Temps execució
10	Muntatge roda	110	120	18
20	Muntatge cadena	120	25	10
30	Muntatge final	130	5	8
35	Inspecció	220	8	4
40	Taula embalatge	210	15	5

El segon canvi que es farà a la bicicleta de muntanya és introduir els utensilis necessaris per a l'operació de muntatge. Per tant, en la primera operació, *Muntatge roda*, clica sobre *Operación y*, a continuació, sobre *Herramientas*.

<sup>1</sup> "En sèrie" significa que les operacions es realitzen de manera consecutiva, i "en paral·lel" significa que es poden realitzar dues operacions diferents, no relacionades, de manera simultània.

Introdueix la informació següent en els utensilis:

Núm.	Descripció
CPR9	CPR-9 eines en 1
Clau cònica	Clau per a l'eix
CT-5	Eina per a cadenes
CLAUR	Clau per a radis

Finalment, per poder utilitzar aquesta ruta en la planificació d'una ordre de producció, s'ha de canviar l'estat a *Certificada* i connectar la ruta 1005 amb el producte 1005:

9. Selecciona *Certificada* en el camp *Estado* i tanca aquesta finestra.
10. Vés al menú

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *Productos*

11. Busca el producte "bicicleta de muntanya" (1005) pressionant F5
12. Introdueix 1005 al camp *Nº ruta* a la pestanya *Reposición*
13. Torna a calcular el cost estàndard del producte, amb aquestes condicions.

A continuació definirem la ruta de la bicicleta de ruta (1001). En aquest cas, no cal copiar-la de cap altra, sinó que crearem la seva pròpia ruta a partir de les etapes següents:

Les operacions que realitzarem són les següents:

Nombre d'operació	Descripció operació	Centre	Codi connexió de ruta	Temps preparació	Temps execució
10	Muntatge i calibratge dels radis de la llanta	110	2.000	40	20
20	Muntatge de la llanta	120	3.000	60	5
30	Muntatge el quadre	140		50	4
40	Primera inspecció	440	4.000	10	8
50	Trepatge	410		60	8
60	Eliminació de rebaves	420		15	8
70	Allisament de superfícies	430		20	10
80	Segona inspecció	440		10	8
90	Muntatge de la roda	100		30	10

Abans d'entrar la ruta tingues presents les observacions següents:

- ❖ Algunes operacions només es poden fer en alguns centres de màquina o centres de treball determinats.
- ❖ El centre de màquina 140, on s'ha de realitzar l'operació *Muntar quadre*, s'ha comprat fa pocs dies i encara no ha estat entrat a la base de dades. Per entrar-lo hauràs de seguir les instruccions que es descriuen més endavant.
- ❖ Per a l'operació de muntar la roda, evidentment, caldran les mateixes eines que a l'exercici anterior, ja que es produeix de la mateixa manera. Per tant, hauràs d'entrar les dades de la mateixa manera que en el cas anterior.

Recorda que has de certificar la ruta quan estigui creada. També has d'assignar la ruta 1001 al producte bicicleta de ruta 1001 i recalculer el cost estàndard del producte.

Per crear un nou centre de màquina es poden copiar les dades d'un centre de màquina existent i adaptar-les a les necessitats del nou centre de màquina.

1. Vés al menú

> *Fabricación* > *Capacidades* > *Centros de máquina*

2. Clica sobre F5 i selecciona el centre de màquina 110
3. En el menú *Edición*, selecciona tots els camps mitjançant l'opció *Seleccionar*.
4. En el menú *Edición*, selecciona *Copiar* o fes Ctrl+C i a continuació clica sobre F3 al camp *Nº* de la pestanya superior *General*.
5. En el menú *Edición*, selecciona *Pegar* o fes Ctrl+V; no donis importància als errors que mostra el Navision.
6. Introdueix en el camp *Nº* el codi del centre de màquina, "140", i, en el camp *Nombre*, "grup d'operaris 3".
7. Comprova que aquest centre de màquina que has creat pertany al centre de treball 100, dins d'aquesta mateixa pestanya.
8. Comprova que la capacitat del centre de màquina és 1 i que la seva eficiència és del 100 %, en la pestanya *Programación*.

Tal com ja hem vist a la pràctica anterior, Navision ens ofereix bastants informes que permeten consultar i imprimir dades relacionades amb els productes.

En primer lloc consultarem les rutes que hem creat per a la bicicleta de muntanya i de ruta, respectivament.

En l'informe *Hoja Ruta* es pot veure detalladament cadascuna de les operacions que hi intervenen. Per veure'l seguim els passos següents:

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos* > *Informes*

2. Selecciona l'informe *Hoja Ruta*.
3. En el camp *Filtro* selecciona la ruta 1005.
4. En la pestanya *Opciones* indica que la *Cantidad de producción* és 1 unitat, i selecciona *Comentarios*, *Herramientas* i *Personal*.
5. Clica sobre el botó de *Vista preliminar*.
6. Minimitza aquesta finestra i repeteix el mateix procediment, però amb *Cantidad de producción* igual a 10.

Quina durada té la ruta del producte 1005 quan la quantitat és 1? Quan la quantitat és 10, la durada de la ruta també es multiplica per 10? Per què?

Fes el mateix per a la bicicleta 1001 i contesta la pregunta següent: quina ruta té una durada més llarga, la de la bicicleta de muntanya o la de la bicicleta de ruta? Considera que en els dos casos la quantitat que s'ha de produir és 1 unitat.

En l'informe *Lista centros máquina* es pot veure una llista completa dels centres de màquina definits en l'empresa i la relació de cada un amb els centres de treball. Per veure-ho seguim els passos següents:

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Capacidades* > *Informes*

2. Selecciona l'informe *Lista centros máquina*

3. Deixa tots els camps en blanc, clica sobre el botó *Vista preliminar* i contesta la pregunta següent:

Quants centres de màquina té assignat el centre de treball 400? Quins són?

A continuació vés al menú *Fabricación* > *Valoración* i clica sobre *Informes*. Selecciona com a informe el *Cálculo detallado*. Posa 1001 com a filtre del camp *Nº*. Activa la *Vista preliminar*. Ha canviat el cost respecte de la sessió anterior? Per què?

Quina és la mida del lot del producte 1001? Quin és el cost dels components, el cost de producció i el cost unitari?

Què passaria si la mida del lot fos de 10 unitats? Afectaria alguns dels costos del producte? De quant seria aquesta variació de cost?

I si la mida del lot fos de 50 unitats, afectaria alguns dels costos del producte? De quant seria aquesta variació de cost?

Compara els costos de la bicicleta 1001 i de la 1005. Quina de les dues és més barata? Considera que en els dos casos la mida de lot és 1 unitat.

## 2.4. PREVISIONS DE VENDES

### Introducció teòrica

En aquesta pràctica s'estudiarà el càlcul de previsions de vendes a partir de tres mètodes diferents:

- Mètode lineal: es crea directament des de les dades de vendes d'exercicis anteriors. No és un mètode únic, ja que es poden utilitzar diferents tècniques, com el càlcul de la mitjana de les dades anteriors del mateix període, la regressió lineal de les dades d'exercicis anteriors...
- Mètode de coeficients d'estacionalitat additiva: en aquest mètode es parteix de la idea que l'estacionalitat de les dades és la suma de la tendència de les dades en conjunt i del coeficient d'estacionalitat per a cadascun dels períodes de la previsió.
- Mètode de coeficients d'estacionalitat multiplicativa: a diferència del mètode d'estacionalitat additiva, en aquest mètode l'estacionalitat de les dades es multiplica la tendència de les dades en conjunt pel coeficient d'estacionalitat de cadascun dels períodes de la previsió.

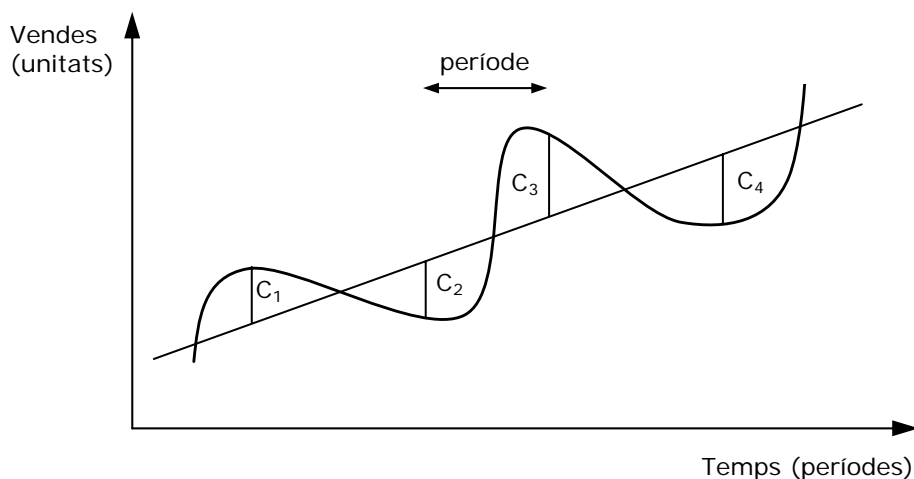


Figura 2.4.1. Tendència estacional de la previsió de vendes per un any dividit en quatre trimestres

### Exercici

Cycles, SA pretén millorar el sistema de planificació de la producció dels nous productes que introdueix al mercat (bicicleta de ruta i bicicleta de muntanya) per produir el que realment es ven.

Així, a partir d'unes vendes hipotètiques dels 17 trimestres que hi ha entre començaments de l'any 1997 fins al primer trimestre del 2001 de la bicicleta normal (1000), s'han de calcular les previsions de venda de la resta de l'any 2001 per a la bicicleta de ruta (1001), de la qual no es disposa de cap dada de vendes anteriors perquè és un producte nou.



Per calcular les previsions d'aquests tres trimestres aplica el mètode lineal, el mètode dels coeficients d'estacionalitat additiva i el mètode dels coeficients d'estacionalitat multiplicativa.

Quines previsions de vendes hi ha per als tres trimestres següents utilitzant cadascun dels tres mètodes? Completa la taula.

<b>Vendes (unitats de productes)</b>	<b>Mètode lineal</b>	<b>Estacionalitat additiva</b>	<b>Estacionalitat multiplicativa</b>
1r trimestre 2001	1.350	1.350	1.350
2n trimestre 2001			
3r trimestre 2001			
4t trimestre 2001			

Quina de les previsions anteriors creus que és la millor? Justifica-ho.

Abans de començar a treballar amb l'Excel per calcular les previsions per als tres trimestres del 2001, recollim les dades de vendes dels darrers 17 trimestres del Navision.

Passos que s'han de seguir:

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Diseño de productos*

2. Selecciona el producte 1000 en el camp *Nº* de la pestanya *General*.
3. Pressiona F9 per veure les vendes del producte 1000 des del primer trimestre del 1997 fins al primer trimestre del 2001. Si hi ha alguna restricció en el camp *Filtro fecha*, esborra-la.
4. Selecciona les dades dels 17 trimestres, copia-les i enganxa-les a l'Excel.

Fixa't que les vendes fan referència el seu valor i no al nombre d'unitats. Recorda que cada unitat es ven a un preu de 900 €.

## 2.5. PLA MESTRE DE PRODUCCIÓ (MPS) (part 1)

### Introducció teòrica

El càlcul d'un pla mestre de producció (MPS) es basa en dos grans punts:

1. La demanda real
2. La previsió de la producció

L'MPS ens indica, sobre la base de les comandes dels clients i els pronòstics de futures demandes dels clients, quins productes finals cal fabricar i en quins terminis s'han de tenir acabats. Així, l'MPS conté les quantitats i les dates en les quals han d'estar disponibles els productes.

L'MPS només inclou els productes i components subjectes a demanda externa a la unitat productiva. Aquests són els anomenats *productes finals* que es lliuren als clients, entenent aquest últim concepte en un sentit ampli. Així, són considerats clients altres empreses que, per exemple, utilitzen productes finals com a components en el seu propi procés productiu, altres plantes de la mateixa empresa en cas que la gestió dels materials d'ambdues empreses sigui independent, i fins i tot els components dels productes que es venen com a recanvis.

L'altre aspecte bàsic del pla mestre de producció és el calendari de dates, que indica quan han d'estar disponibles els productes finals. Per a això és necessari discretitzar l'horitzó de temps en intervals de durada reduïda, que es tracten com a unitats de temps. Habitualment es proposa la durada de la setmana laboral com a unitat de temps natural.

### Exercici

Tal com es va dir en la pràctica anterior, les previsions obtingudes a partir de les vendes de la bicicleta normal s'utilitzaran per produir la bicicleta de ruta (1001). Però, considerant que les dades es corresponen al 2001, és important que abans canviis la data de treball al dia 01/01/2000. Per fer-ho vés a:

> *Herramientas* > *Fecha de trabajo*

La taula següent conté les previsions per a les setmanes corresponents al segon quadrimestre del 2001. Com pots comprovar, es tracta d'una previsió molt estable:

2001	Des de l'1 d'abril fins al 30 de juny de 2001											
Setmana	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Bicicleta de ruta	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Per introduir les previsions al Navision haurem de seguir dos passos: primer, crear la previsió configurant el Navision, i més tard, introduir-hi les dades.

Per configurar el sistema i crear una nova previsió:

1. Vés al menú

> *Fabricación* > *Configuración* > *Configuración fabricación*

2. Selecciona la pestanya *Planificación*.

3. Al camp *Previsión Producción Actual*, clica sobre l'*Assistbutton* i crea, a la primera línia en blanc, una nova previsió anomenada "B. Ruta", amb la descripció "Bicicleta de ruta".
4. Accepta i torna al menú anterior. Comprova que el camp *Combinar cálc. MPS/MRP* està desactivat, i si no, desactiva'l, ja que tan sols es vol calcular l'MPS.
5. Tanca aquesta finestra.

En aquest mateix menú *Fabricación* s'introduiran les dades de la previsió creada:

6. Vés a la secció  
> *Planificación* > *Previsiones de producción*
7. En el camp *Nombre previsión prod.* selecciona la previsió *B. Ruta* que has creat abans.
8. El camp *Filtro almacén* i el camp *Filtro fecha* han d'estar en blanc, i en el camp *Tipo previsión* has de seleccionar *Producto venta*, ja que es tracta d'un producte acabat que es ven als clients.
9. En la part inferior esquerra de la pantalla escull que el programa et mostri el calendari en setmanes (7). Les altres opcions són diari, mensual, etc.
10. Introdueix les dades segons la taula inicial, que t'indica les previsions setmanals a la fila corresponent a la bicicleta de ruta (1001).
11. Tanca aquesta finestra.

Amb això ja haurem introduït la nostra previsió de vendes del producte "Bicicleta de ruta". Ara només falta calcular l'MPS a partir d'aquesta previsió. Per fer-ho cal seguir els passos següents:

1. Dins del menú *Fabricación* vés a la secció:  
> *Planificación* > *Hojas planificación*
2. Aquest és el full on s'han de mostrar els resultats del pla mestre de producció. Si hi ha línies emplenades en la *Hoja planificación* de càlculs anteriors, esborra-les.
3. Per calcular el pla mestre clica sobre el botó *Acciones* i selecciona *Calc. planif. regenerativa*.<sup>1</sup>
4. En la primera pestanya, *Producto*, emplena el filtre del camp *Nº* amb el codi de la bicicleta de ruta (1001) i deixa en blanc els camps *Descripción alias* i *Filtro almacén*.
5. En la segona pestanya, *Opciones*, activa el camp *Calcular MPS* (es desactiva automàticament l'MRP); en la *Fecha de pedido* escriu 01/04/01 en la *Fecha final* 30/06/01, ja que és l'interval de la previsió que hem introduït.
6. Assegura't que en la *Previsión de uso* està activa la previsió que acabes de crear.
7. Clica sobre *Aceptar*.

---

<sup>1</sup> Quan es calcula un pla regeneratiu, el sistema planifica tots els productes. Això podria ser necessari si hi hagués hagut canvis en les dades estàndard o en la capacitat des de l'última planificació, la qual cosa afectaria tot el pla i, per tant, tots els productes. Un exemple d'això seria un ajustament en el calendari de planta, que podria influir en la planificació de tot el pla i tots els productes.

Emplena la taula segons el que has obtingut:

Núm.	Data venciment	Data hora inicial	Data hora final	Descripció	Quantitat	Núm. ordre ref.

Què creus que significa cadascuna d'aquestes línies? Explica què significa la informació que es mostra en la primera.

Analitzant de manera més acurada cada una d'aquestes línies es pot conèixer la informació de cada una de les operacions que componen la ruta per fabricar el producte. Per esbrinar-ho, segueix els passos següents:

1. Selecciona la primera fila.
2. Clica sobre la pestanya *Producto* i selecciona *Ruta*.
3. Fixa't que apareix una nova taula. Són les diferents operacions necessàries per dur a terme les bicicletes de ruta definides en la primera línia de la taula anterior, és a dir, en la primera ordre de producció.

Quant es tarda a realitzar la primera inspecció (que és l'operació núm. 30)? Quina és la data i l'hora d'inici? Quina és la data i l'hora de fi?

- ❖ Durada primera inspecció en minuts:
- ❖ Data i hora inici:
- ❖ Data i hora final:

*NOTA: fixa't que la durada total és un càlcul que té en compte el temps de preparació (temps fix) i el temps d'execució (temps variable en funció de les unitats produïdes).*

Fins i tot hi ha l'opció de veure dividida cadascuna d'aquestes operacions segons el seu horari de treball (torn de 8.00 h a 16.00 h). Tan sols clica *Ruta* i selecciona *Capacidad asignada*.

Fins ara tan sols s'ha desenvolupat l'MPS a partir d'unes dades de previsió. Afegim-hi ara dues noves condicions:

- 1) Disposar d'un estoc inicial.
- 2) Comandes de vendes dins l'interval de previsions introduït (des de l'01/04/01 fins al 30/06/01).

Per introduir un estoc inicial hem d'afegir estoc al magatzem. Per a això s'han de seguir els passos següents:

1. Vés al menú

> *Almacén* > *Grupo contable de existencias* > *Diario de productos*

2. Emplena la primera línia segons:

Data registre	Tipus moviment	Núm. document	Núm. producte	Descripció	Codi Magatzem	Quantitat	Codi unitat mesura
01/01/01	Ajustament positiu	10011001	1001	Bicicleta de ruta		300	UD.

- Registra l'entrada de 300 bicicletes de ruta al magatzem clicant sobre *Registro* i seleccionant *Registrar*.
- Comprova que ho has fet correctament anant al menú *Inventario* de la pestanya *General* de la fitxa de producte. Hauria d'haver-hi 300 bicicletes.

Torna a executar l'MPS tal com s'ha fet anteriorment i emplena la taula segons el que has obtingut:

Núm.	Data venciment	Data hora inicial	Data hora final	Descripció	Quantitat	Núm. ordre ref.

Quina diferència hi trobes? Per què?

Ara, a continuació, s'introduirà una comanda (tancada) amb les característiques següents:

- Producte: 1001
- Unitats: 200
- Data d'enviament: 25/05/01

Els passos que s'han de seguir per entrar aquesta comanda són:

1. Vés al menú

> *Ventas y marketing* > *Procesamiento de pedidos* > *Pedidos*

- En la pestanya *General*, en el camp *Nº*, pressiona F3 per introduir una nova comanda i, a continuació, pressiona el tabulador; d'aquesta manera queda el núm. 1001 (no es refereix a la referència 1001, és només un comptador).
- En el camp *Venta a - Nº cliente*, selecciona el client 10000<sup>2</sup> o escriu el codi directament.
- En la pestanya *Envíos*, introdueix la data 25/05/01 en el camp *Fecha envío*.
- Introdueix la comanda dins la taula segons:

<sup>2</sup> Si el Navision pregunta si vols continuar perquè el client té saldos vençuts o no hi ha prou existències, digues que sí i continua amb la pràctica.

Tipo	N.º	Descripción	Cantidad	Cód. unidad medida	Fecha envío
Producto	1001	Bicicleta de ruta	200	UD.	25/05/01

NOTA: en posar-hi la quantitat ens dona un avís. Però hem de dir que SÍ que volem continuar.

6. Finalment, registra la comanda clicant sobre *Registro* i seleccionant *Registrar*. De les tres opcions que t'apareixeran selecciona *Enviar y facturar*.<sup>3</sup>

Torna a executar l'MPS tal com s'ha fet anteriorment i emplena la taula segons el que has obtingut:

Núm.	Data venciment	Data hora inicial	Data hora final	Descripció	Quantitat	Núm. ordre ref.

Quina diferència hi trobes? A què és deguda?

Ara, una vegada ja explicat el procés per executar un MPS a partir de diferents condicions inicials, fes el mateix amb la bicicleta de muntanya segons les següents condicions i contesta les qüestions:

Previsió de vendes <sup>4</sup> (des de la setmana 27 fins a la 39)			
	Juliol 2001 Setmanes 27-31	Agost 2001 Setmanes 32-35	Setembre 2001 Setmanes 36-39
Bicicleta de muntanya	600 unitats (120 u/setm.)	860 unitats (215 u/setm.)	744 unitats (186 u/setm.)

Estocs inicials	
Producte	Quantitat
Bicicleta de muntanya (1005)	400
Roda davantera (1100)	60
Roda del darrere (1200)	30

Recorda que, quan es dona d'alta un estoc, és obligatori introduir un número de document.

Comandes de venda tancada i oberta			
Producte	Quantitat	Client	Data d'enviament
Bicicleta de muntanya <sup>5</sup> (comanda tancada) > <i>Ventas y cobros</i> > <i>Pedidos</i>	150	10000	13 setembre 2001

<sup>3</sup> S'escull l'opció *Enviar y facturar* perquè, en el moment del registre de la comanda, es disposa d'un estoc suficient de bicicletes per subministrar-les instantàniament. Si no es disposés de l'estoc, s'escolliria l'opció de comanda de vendes oberta.

<sup>4</sup> Emplena el valor de les previsions per als mesos de juliol, agost i setembre, en setmanes.

<sup>5</sup> Fes una comanda tancada (enviada i facturada).

Bicicleta de muntanya <sup>6</sup> (comanda oberta) > Ventas y cobros > Pedidos abiertos	225	30000	1 setembre 2001
---	-----	-------	-----------------

**Qüestions:**

1. Emplena la taula final de l'MPS de la bicicleta de muntanya:

Núm.	Data venciment	Data hora inicial	Data hora final	Descripció	Quantitat
1005				Bicicleta de muntanya	
1005				Bicicleta de muntanya	
1005				Bicicleta de muntanya	
1005				Bicicleta de muntanya	
1005				Bicicleta de muntanya	

2. Quantes bicicletes de ruta es produeixen en la primera ordre de producció? Per què no són les corresponents a les de la primera setmana de previsió?

3. Com creus que han influït les comandes de venda, l'oberta i la tancada, sobre l'MPS final? Explica el perquè.

4. Quin efecte creus que ha causat a l'MPS el fet d'haver introduït estoc tant de la roda davantera com de la del darrere? Explica el perquè.

5. Quantes bicicletes de muntanya es produeixen en total? Per què? Justifica-ho.

6. Per què creus que, quan s'ha calculat l'MPS de la bicicleta de ruta, el Navision agrupava les previsions de vendes de dues en dues ( $160 = 80 + 8'$ ), mentre que, en calcular l'MPS de la bicicleta de muntanya, les agrupava de tres en tres ( $360 = 120 + 120 + 120$ )?

---

<sup>6</sup> Fes una comanda oberta; no fa falta que la registris.

## 2.6. PLA MESTRE DE PRODUCCIÓ (MPS) (part 2)

Finalment es vol dur a terme l'MPS de la bicicleta de ruta que s'ha calculat en la pràctica anterior. Recordem que tenim en compte les previsions introduïdes en la previsió B. Ruta, les 300 unitats d'estoc inicial i de la comanda amb data de lliurament el dia 25/05/01. Però hi ha un problema: avui és dia 20/01/01 i saps perfectament, a partir de càlculs anteriors d'altres MPS, que necessites com a mínim dos mesos per comprar i tenir preparades totes les matèries primeres i els components necessaris per començar a produir les bicicletes de ruta. És a dir, com a molt aviat, es podrien començar a muntar bicicletes de ruta a partir del 20 de març.

Com pots saber si amb l'MPS calculat en la pràctica anterior estàs dintre d'aquests terminis? Quin dia hauries de començar a fabricar la primera comanda de bicicletes de ruta? Quin dia l'acabaries? Quin és el seu dia de venciment?

Com que t'adones que no estàs preparat per començar a treballar aquest dia, intentes trobar algun tipus de solució. L'objectiu és ajornar el començament de la primera operació fins al dia 20. Per això et reuneixes amb el cap de Recursos Humans de Cycles, SA i, després d'una llarga reunió, s'arriba a l'anàlisi següent:

Segons el cap de Recursos Humans, "com que el problema principal és que no es disposa de temps suficient per poder fabricar totes les bicicletes de ruta de la primera comanda, es decideix escurçar la durada d'alguna de les operacions d'aquesta primera comanda".

Però com podem esbrinar quina és l'operació més adequada per ser escurçada? Per esbrinar-ho farem el següent:

1. Vés al menú

> *Fabricación* > *Planificación* > *Hoja planificación*

2. Selecciona la primera ordre de producció planificada.

3. Pressiona la pestanya *Producto* i selecciona l'opció *Ruta*.

Quina és l'operació que té més durada? Per què? A quin centre de màquina correspon? Creus que és el centre més interessant per variar la seva capacitat?

Per analitzar la capacitat d'aquest centre vés a la fitxa del centre de màquina i consulta el calendari de treball:



1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Capacidades* > *Centros máquina*

2. Selecciona el centre de treball que has identificat anteriorment.
3. Pressiona la pestanya *Planif.* i selecciona l'opció *Calendario*.
4. Selecciona el mes de març del 2001 per al centre màquina 110, ja que és el període es què té lloc l'operació de "muntatge i calibratge dels radis de la llanta", i pressiona l'*Assistbutton*.
5. Comprovaràs que la capacitat del centre (nombre de treballadors) és d'1 i, per tant, treballa diàriament 480 minuts (1 treballador \* 8 hores \* 60 minuts).

Així, es decideix intentar escurçar la durada de l'esmentada operació. Per fer-ho es plantegen dues opcions:

- o Augmentar tant com faci falta el nombre de treballadors del centre de treball 110 durant un mes, del 20 de març al 20 d'abril.
- o Continuar treballant amb el mateix nombre de treballadors o augmentant-lo, però considerar la possibilitat de poder fer hores extres durant els dies que es considerin més adients. Cada treballador podrà fer un màxim d'un 30 % d'hores extres respecte de les normals. És a dir, si fa 8 hores diàries, com a màxim podrà fer 2,4 hores extres.

Cada una de les solucions que s'analitzin comportaran un cost associat. Les dades per calcular el cost són les següents:

Costos	
Cost treballador	250 €/setmana
Cost contractar treballador	350 €
Cost acomiadar treballador	200 €
Cost hora extra	10 €/hora

Segons el teu criteri, quina creus que és la millor solució? Quin és el seu cost? Justifica-ho.

**Consells per dur a terme cada una de les opcions:**

**a)** Si vols canviar el nombre de treballadors:

1. Vés a la fitxa del centre màquina o centre de treball el nombre de treballadors del qual vols canviar. Dins la pestanya *Programación* canvia el número del camp *Capacidad*, segons la capacitat que vulguis posar.
2. En canviar el nombre de treballadors s'ha de recalculer el calendari de treball. Per fer-ho vés a la pestanya *Planif.* i selecciona l'opció *Calendario*. Dins del calendari del centre màquina o centre de treball, vés a dins d'*Acciones* i selecciona *Calcular*.
3. Dins de *Calcular*, deixa en blanc el camp *Nº* de la pestanya *Centro máquina* o *Centro trabajo*. A continuació, a la pestanya *Opciones*, posa la data d'inici i final del període en què es vol canviar el nombre de treballadors, en els camps *Fecha inicial* i *Fecha final*. Com s'ha comentat abans, un treballador s'ha de contractar durant un mes, com a mínim. Per tant, del 20 de març al 20 d'abril.
4. Dins de la ruta de fabricació hem de dir que la capacitat concurrent sigui igual a la capacitat que hem modificat. Per fer-ho anirem al full de ruta del producte que s'està analitzant i posarem a la columna *Capacidades concurrentes* el mateix número que la capacitat que hem modificat.

**b)** Si vols que un treballador faci hores extres:

1. Has de canviar el calendari dels treballadors pels dies que faci falta. És a dir, si cada treballador pot fer un màxim d'un 30 % d'hores extres respecte a les normals, has de posar que l'eficiència del centre de màquina sigui d'un 130 %. Posteriorment has de tornar a calcular el calendari pels dies que vols que facin hores extres.

**Nota:** després de realitzar (pas a pas) els canvis suggerits per escurçar l'operació i trobar la millor opció, hauràs de recalculer l'MPS per cada situació abans de passar a l'apartat c).

**c)** Una vegada hakis realitzat l'MPS, s'ha d'obtenir la càrrega que suporta un centre de treball o un centre màquina. Per fer-ho segueix els passos següents:

1. Dins del menú:

> *Fabricación* > *Hojas planificación*

Pressiona la pestanya *Acciones* i selecciona l'opció *Ejecutar mensaje acción*. Dins de la pestanya *Opciones* d'aquesta pantalla posarem que l'*Orden de producción* sigui *Planificada*. Això serveix perquè les ordres generades per l'MPS que ja considerem definitives passin a un estat de "planificades", a punt de llançar-se així que ho indiquem.

2. Ara vés al menú

> *Fabricación* > *Ejecución* > *Op. planificadas*

3. Comprovem que hi apareixen totes les ordres de producció generades en l'MPS. En el cas que t'aparegui una sola ordre de producció o la pantalla buida, fes F5 per obtenir tota la llista.

4. Finalment, vés a la fitxa del centre màquina o del centre de treball i comprova la càrrega de treball que suporta. Selecciona, dins de la pestanya *C. màquina* o *C. trabajo*, l'opció *Carga*.
5. De les columnes que apareixen en aquest informe, les més importants són:
  - *Capacidad*: indica les hores màximes de treball que pot rendir el centre.
  - *Cdad. asignada*: és el nombre d'hores assignades al centre per alguna ordre de producció.
  - *Disponibilidad después de pedido*: és la diferència de les dues columnes anteriors, és a dir, la disponibilitat del centre de treball.
  - *Carga*: representa el % d'ocupació de la càrrega.

## 2.7. Planificació de les necessitats de material (MRP)

L'MRP té com a objectiu principal trobar la solució al problema clàssic en producció: planificar i controlar les necessitats de materials i components per produir un producte final, de manera que estiguin a punt quan siguin necessaris sense haver d'acumular un estoc excessiu.

El sistema MRP treballa amb la informació obtinguda d'almenys tres fonts o fitxers d'informació principals, que al seu torn solen ser generats per altres subsistemes específics. Aquestes entrades principals són:

- El pla mestre de producció, el qual conté les quantitats i dates en què han d'estar disponibles els productes de la planta que estan sotmesos a demanda externa (productes finals fonamentalment i, possiblement, peces de recanvi).
- L'estat de l'inventari, que recull les quantitats de cadascuna de les referències de la planta que estan disponibles o en curs de fabricació. En aquest últim cas s'ha de saber la data de recepció de les referències.
- La llista de materials, que no és res més que l'estructura de components de cada producte final. En concret, s'ha de conèixer l'arbre de fabricació de cadascuna de les referències que apareixen en el pla mestre de producció.

A partir d'aquestes dades, el càlcul de l'MRP proporciona com a resultat la informació següent:

- El pla de producció de cadascun dels ítems que han de ser fabricats, especificant quantitats i dates en què han de ser llançades les ordres de fabricació. Aquest pla s'utilitzarà també per calcular les càrregues de treball de cadascuna de les seccions de la planta i per establir posteriorment el programa detallat de fabricació.
- El pla d'aprovisionament, en què s'han de detallar les dates i grandàries de les comandes a proveïdors per a totes aquelles referències que són adquirides a l'exterior.

Així doncs, la planificació de les necessitats de material no és més que el procés pel qual les demandes externes corresponents als productes finals es tradueixen en ordres concretes de fabricació i aprovisionament per a cadascun dels ítems que intervenen en el procés productiu.

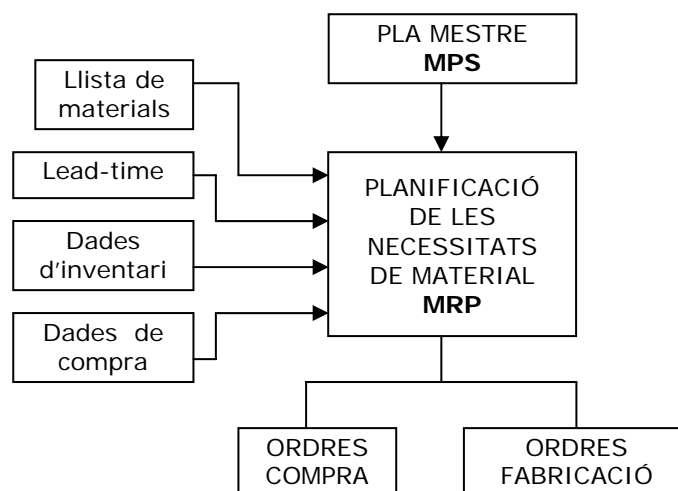


Figura 1. Esquema de la planificació de les necessitats de material

En principi, generalment tant la planificació de les ordres de compra com de les ordres de fabricació es faran al començament de cada ruta. És a dir, si per començar a fer la ruta del muntatge ampolles d'aigua (2000) es necessiten els components suport ampolla d'aigua (2010) i ampolla d'aigua (2020), aquests hauran d'estar comprats i ser rebuts al magatzem abans de començar a fer el muntatge.

Ara bé, dins el programa Navision existeix la possibilitat que, a mesura que es vagin portant a terme les diferents operacions que formen part d'una ruta, en lloc que s'hagi de comprar o fabricar al començament de la ruta tot el material necessari per complir totes les operacions d'aquella ruta en concret, es vagin comprant o fabricant al començament de cadascuna de les operacions on aquest sigui necessari.

La variable que fa possible la connexió entre l'operació i la llista de material específic per a aquesta operació s'anomena *codi de connexió de ruta*.

L'ús dels codis de connexió de rutes redueix el període de temps necessari per realitzar canvis en les llistes de materials i/o rutes quan es connecten els components a les operacions de ruta. Per exemple, ara s'utilitza un component existent en una seqüència diferent a causa dels canvis en el procés. En els programes que requereixin connectar els components de la llista de materials de producció directament a diverses rutes, necessitaria realitzar canvis en cada ruta i cada llista de materials. Amb els codis de connexió de ruta, es canvia simplement la connexió de ruta.

Els codis de connexió de ruta permeten una major funcionalitat just a temps (JIT), perquè proporcionen la flexibilitat per donar de baixa el material en una tasca operativa específica en comptes de fer-ho només al final de l'ordre de producció.

Per visualitzar els codis de connexió s'ha d'anar a qualsevol de les llistes de material i afegir la columna *Cód. conexión ruta*.

## Exercici

A Cycles, SA, una vegada ja solucionada la capacitat dels recursos i la data d'inici, es decideix calcular l'MRP de la bicicleta de muntanya a partir de l'MPS establert. Per tant, ja es pot executar l'MRP. Els passos que cal seguir són:

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Configuración* > *Configuración fabricación*

2. A la pestanya *Planificación* activa la casella *Combinar cálcul. MPS/MRP*.<sup>1</sup>

3. Torna al menú

> *Fabricación* > *Planificación* > *Hojas planificación*

4. Pressiona la pestanya *Acciones* i selecciona l'opció *Calc. planif. cambio neto*.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> S'executa internament l'MPS i seguidament l'MRP, tot en un sol pas.

<sup>2</sup> En calcular un pla de canvi net, el sistema planifica només aquells productes que tenien els tipus següents de canvis en els seus models d'aprovisionament-demanda des de l'última planificació:

— Un canvi directe en els requeriments de la demanda per al producte. Això, per exemple, podria ser un canvi en la previsió, comanda de venda, comanda de compres, ordre de producció o línia de component d'ordre de producció.

— Un canvi en les dades estàndard i/o en l'aprovisionament planificat del producte. Això, per exemple, podria ser un canvi en la LM o ruta, en la definició de l'estoc de seguretat o el punt de comanda o en discrepàncies sobre les existències no planificades.

5. Deixa en blanc el *Nº* de producte.
6. Clica sobre la pestanya *Opciones*.
7. Activa els camps *Calcular MPS* i *MRP*.
8. En el camp *Fecha pedido* introdueix 01/04/01 i, en el camp *Fecha final*, 31/12/01.
9. Assegura't que en la *Previsión de uso* està activada la previsió que correspon a la bicicleta que vols planificar.
10. Clica sobre *Aceptar*.

Aquesta taula que apareix és l'MRP. Fixa't que, a diferència de l'MPS, aquí no només apareixen els productes "mare", sinó també cadascun dels components, indiferentment que siguin de compra o de fabricació.

Per poder veure detallada cadascuna de les ordres de producció hi ha l'opció de fer-ho a través d'un informe.

1. Vés al menú:

> *Fabricación* > *Planificación* > *Informes*

2. Selecciona l'informe *Planif. disponibilidad* i clica sobre *Imprimir*.
3. Deixa tots els camps en blanc dins la pestanya *Planificación búfer* i activa *Sí* en la pestanya *Opciones*. Finalment clica sobre *Vista preliminar*.

### **Exemple d'anàlisi d'una ordre de producció:**

Per què es demanen 100 unitats del producte llanta (1110) en la primera de les seves ordres de producció?

Característiques de l'ordre de producció:

- A partir del BOM se sap que per a cada bicicleta de ruta hi ha una sola llanta.
- Segons l'MRP, la data de lliurament és 8/03/2001.
- En la fitxa de la llanta, concretament en la pestanya *Pedidos* del menú > *Existencias* > *Productos*, hi apareixen les característiques següents:
  - *Sistema solicitud*: Compra
  - *Cod. método solicitud*:<sup>3</sup> F-C-S
  - *Plazo entrega (días)*:<sup>4</sup> 1S
  - *Ciclo reaprovisionamiento*:<sup>5</sup> 1M
  - *Punto pedido*:<sup>6</sup> 0
  - *% Rechazo*: 5 %
  - *Cantidad a pedir*:<sup>7</sup> 0
  - *Cantidad mínima pedido*: 5
  - *Cantidad máxima pedido*: 100
  - *Múltiplos de pedido*:<sup>8</sup> 2

---

La causa per la qual es calcula un pla de canvi net, en lloc d'un pla regeneratiu, per exemple, és per estalviar temps i recursos del sistema. No és necessari tornar a planificar productes el model d'aprovisionament-demanda dels quals no ha canviat des de l'última planificació.

<sup>3</sup> Fabricació contra estoc.

<sup>4</sup> *Lead time*.

<sup>5</sup> Agrupa necessitats netes de fabricació i obliga a complir-les des de la data de la necessitat inicial.

<sup>6</sup> Nivell en què s'activa la generació d'una recepció planificada.

<sup>7</sup> Quantitat que es demana en el moment en què es creua el *punto de pedido*.

<sup>8</sup> La quantitat generada per l'ordre ha de ser múltiple d'aquest valor.

- Stock de seguridad:<sup>9</sup> 5

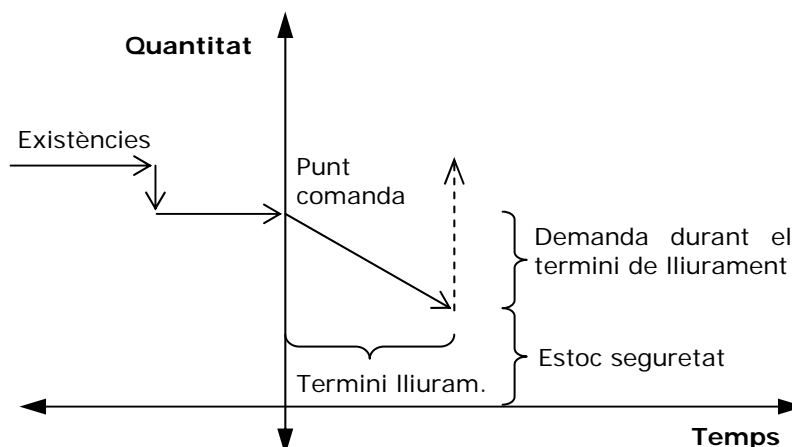


Figura 2. Esquema del reaprovisionament a partir del punt de comanda

Si analitzem l'MRP, sabent que tant de les 140 rodes davanteres com de les 140 rodes del darrere depèn el producte llanta, es necessiten 280 llantes. Però, com que hi ha un estoc inicial de 208 llantes, en realitat només se n'han de produir 72.

Així, com és que l'MRP mostra 100 unitats?

Si dins de l'MRP se selecciona l'ordre de producció de la llanta, es clica sobre la pestanya *Acciones* i se selecciona *Seguimiento pedido*,<sup>10</sup> apareix una nova pantalla com la següent:

Nom	Subministrat per	Núm. producte	Data lliurament	Quantitat
Planif. componente PLANIF. GENÉRICO	LÍNEA ACTUAL	1110	8/03/01	77
Planif. componente PLANIF. GENÉRICO	Lín. repos. PLANIF. GENÉRICO	1200	20/03/01	140
Planif. componente PLANIF. GENÉRICO	LÍNEA ACTUAL	1110	8/03/01	23
Planif. componente PLANIF. GENÉRICO	Lín. repos. PLANIF. GENÉRICO	1100	29/03/01	160

En aquesta taula s'observa que les 100 llantes estan subdividides en 77 i 23. Així, mentre que les 77 llantes s'assignen a les 140 de la roda del darrere (1200) que s'han de lliurar el dia 20/03/01, les 23 llantes restants s'assignen a 26 rodes del davant (1100), que s'han de lliurar en la següent ordre de producció en data 29/03/01. I la raó que se'n comprin 100 i no més és que, segons les característiques del producte, la quantitat màxima de compra és 100.

Però per què 77 i no 72 llantes, tal com s'ha calculat anteriorment?

<sup>9</sup> Quantitat mínima de material que sempre ha d'estar disponible.

<sup>10</sup> La pestanya *Seguimiento* fa el seguiment de la connexió de l'aprovisionament amb la seva demanda corresponent. Pots utilitzar aquesta finestra quan es vulgui trobar la demanda original que va crear una ordre de producció o una comanda de compra determinada.

Perquè, segons les característiques del producte, sempre hi ha d'haver un estoc de seguretat de 5 llantes i per això la diferència entre les llantes que realment es necessiten i les que es compren.

### **Qüestions**

A partir de l'exemple anterior, completa la taula adjunta amb l'MRP de la primera ordre de fabricació que es planifica de la bicicleta de ruta, i seguidament respon justificadament les qüestions següents:

a) Quins són els productes que no influeixen en aquesta primera ordre de producció de la bicicleta de ruta, ja que amb l'estoc inicial és suficient (no fa falta, per tant, que els empenis a la taula)?

b) Quants quadres (1900) es compraran? Per què?

c) Quin és el dia de lliurament de les cambres (1170)? De quin altre producte depèn? Per què?

d) Per què s'han de produir el mateix nombre d'unitats de roda davantera (1100) que de bicicleta de ruta (1001), mentre que no es produeix el mateix nombre de muntatge cadena (1300)?

e) Per què la quantitat de muntatges d'ampolles d'aigua (2000) és de 141 si només se'n necessiten 140 i no té estoc de seguretat?

f) Quants radis (1120) s'han de comprar a la primera ordre de compra? Per què?



g) Si el parafang del davant (1400) i el parafang del darrere (1450) han d'estar preparats per al mateix dia (5/04/01), els estocs inicials són iguals i els dos són per a la mateixa bicicleta, per què les quantitats que es compraran en la primera ordre de compra són diferents?

h) Quins són els components que tenen *Cód. conexión ruta*? Com ho has detectat?

Núm.	Data lliurament	Data i hora inici	Data i hora final	Producte	Quantitat	Tipus ordre ref.	Estoc inicial	Estoc segur.	Quantitat mínima	Quantitat màxima	Cicle reaprov.	Termini entrega	Múltiples
1001				Bicicleta de ruta	140	Orden prod.							
1100	13/03/2001	28/02/2001 12:52	12/03/2001 16:00	Roda davantera	140	Orden prod.	0	0	0	0	1S	-	0
1200	13/03/2001	28/02/2001 10:35	12/03/2001 16:00	Roda de darrere	140	Orden prod.	0	0	0	0	1S	-	0
1110	28/02/2001	20/02/2001 8:00	27/02/2001 23:00	Llanta		Compra							
1120				Radis		Compra							
1150				Boixa davantera		Orden prod.							
1151				Eix roda de davant		Compra							
1155				Volandera davant		Compra							
1250				Boixa de darrere		Orden prod.							
1251				Eix roda de darrere		Compra							
1255				Volandera de darrere		Compra							
1160	28/02/2001	20/02/2001 8:00	27/02/2001 23:00	Pneumàtic		Compra	205	5	5	100	1M	1S	2
1170				Cambra		Compra	205	5	5	100	1M	2D	2
1300	15/03/2001	14/03/2001 8:00	14/03/2001 23:00	Muntatge cadena	100	Orden prod.							
1310		06/03/2001 8:00	13/03/2001 23:00	Cadena		Compra							
1320		06/03/2001 8:00	13/03/2001 23:00	Plat de davant		Compra							
1330		06/03/2001 8:00	13/03/2001 23:00	Plat de darrere		Compra							
1700		15/03/2001 8:00	15/03/2001 23:00	Fre		Orden prod.							
1710		07/03/2001 8:00	14/03/2001 23:00	Maneta fre de darrere		Compra	50	0	0	0	1M	1S	0
1720		07/03/2001 8:00	14/03/2001 23:00	Maneta fre de davant		Compra	50	0	0	0	1M	1S	0
1400				Parafang de davant	250	Compra							
1450				Parafang de darrere	408	Compra							
1500		08/03/2001 8:00	15/03/2001 23:00	Far		Compra	50	0	0	0	1M	1S	0
1600		08/03/2001 8:00	15/03/2001 23:00	Timbre		Compra	0	0	0	0	1M	1S	0
1800	16/03/2001	15/03/2001 8:00	15/03/2001 23:00	Manillar	413	Compra							0
1860		10/03/2001 8:00	12/03/2001 23:00	Seient esportiu		Compra	0	0	0	0	1M	2D	0
1900				Quadre		Compra							
2000				Muntatge ampolla d'aigua		Orden prod.							
2010		11/03/2001 8:00	11/03/2001 23:00	Suport ampolla d'aigua		Compra							
2020	12/03/2001	11/03/2001 8:00	11/03/2001 23:00	Ampolla d'aigua		Compra							