



**ENGINYERIA TÈCNICA D'INFORMÀTICA DE SISTEMES**

**TREBALL FINAL DE CARRERA**

CONSULTOR: Oriol Martí Girona

ESTUDIANT: Francesc Ribera i Llaugí

DATA: 05-06-2013

## **SISTEMA DE CONTROL PER A LÍNIES DE PRODUCCIÓ**

---

## DEDICATÒRIA I AGRAÏMENTS

Dedico aquest treball que representa la cloenda d'una carrera universitària a tota la meva família, tant biològica com política, que sempre m'ha recolzat i animat durant aquests últims anys per tal de dur a terme una empresa tan important com és la de cursar una carrera universitària a distància.

Dedico i agraeixo molt especialment la paciència, suport, ànims i comprensió que ha mostrat la meva dona, Anna, durant tots aquests sis anys que he estat cursant l'enginyeria. Sense ella de ben segur que no hagués pogut dur a terme aquest projecte personal meu.

Per últim dedicar també aquest treball al meu fill Martí d'un any i mig al que prenc hores d'atenció per tal de tirar endavant uns estudis que han resultat ser uns dels majors reptes de la meva vida.

A tots ells moltes gràcies.

## RESUM EXECUTIU

Aquest treball pretén ser un estudi sobre l'enginyeria del programari necessària per a resoldre la problemàtica d'una empresa de producció hipotètica. Un cop realitzada la implementació del sistema el qual en aquest treball se'n tracta l'arquitectura, la empresa promotora hauria d'obtenir grans beneficis en el tractament de dades, tant en l'entrada com en la consulta.

El treball es basa en tres grans capítols: Introducció, Especificació i anàlisi i Disseny. En el primer es descriu l'entorn i necessitat del projecte, en l'apartat d'Especificació i anàlisi es descriu quines funcions ha de realitzar el sistema i es dona forma a com s'ha d'organitzar el programari; per últim en la fase de disseny es concreta com s'han de resoldre les diferents problemàtiques plantejades durant l'anàlisi com a pas previ a la construcció del programari.

En la capítol d'Introducció, es planteja la necessitat de realitzar el projecte, a partir d'una context inicial, es plantegen els objectius que haurà d'aportar el sistema, es fa l'anàlisi de riscos, es mostra la metodologia emprada i es mostra el pla de treball del conjunt.

En l'apartat d'Especificació i anàlisi el primer pas és descriure quines funcions i necessitats ha de satisfer el sistema. A partir d'aquí es formules els actors i els seus guions, els casos d'ús i es realitza el diagrama de classes corresponent.

Per últim, en el capítol del Disseny, es fa el pas intermedi entre l'anàlisi i la construcció del programari. A aquest treball, es mostres diagrames de seqüència, es realitza el model entitat-relació i es descriu el model de base de dades que formarà la persistència del sistema. Es mostren també el model d'interfície gràfica que utilitzarà el programari final.

# ÍNDEX

<b>Capítol 1: Introducció</b>	<b>pàg. 5</b>
1.1 Introducció	pàg. 5
1.1.1 Raó i oportunitat	pàg. 6
1.1.2 Situació actual	pàg. 6
1.2 Descripció del projecte	pàg. 8
1.2.1 Objectius del projecte	pàg. 8
1.2.2 Anàlisi de riscos	pàg. 9
1.2.3 Enfocament i metodologia	pàg. 9
1.3 Planificació del projecte	pàg. 11
1.4 Productes obtinguts	pàg. 12
<b>Capítol 2: Especificació i anàlisi</b>	<b>pàg. 13</b>
2.1 Recollida de requeriments	pàg. 13
2.1.1 Informació inicial	pàg. 13
2.1.2 Funcions del sistema	pàg. 14
2.1.3 Entrades del sistema	pàg. 15
2.2 Anàlisi	pàg. 16
2.2.1 Model de negoci	pàg. 16
2.2.2 Els guions	pàg. 17
2.2.3 Documentació textual dels casos d'ús	pàg. 19
2.2.4 Model del domini	pàg. 26
<b>Capítol 3: Disseny</b>	<b>pàg. 27</b>
3.1 Diagrames de seqüència	pàg. 27
3.1.1 Cas d'ús nº 6 Consultar estat línia	pàg. 27
3.1.2 Cas d'ús nº 10 Crear nova línia	pàg. 28
3.2 Disseny de la persistència	pàg. 30
3.2.1 Diagrama entitat – relació	pàg. 30
3.2.2 Disseny de la base de dades	pàg. 31
3.3 Disseny de la interfície gràfica	pàg. 32
3.3.1 Mostrar estat línia	pàg. 33
3.3.2 Crear estat línia	pàg. 34
<b>Capítol 4: Conclusions</b>	<b>pàg. 35</b>
<b>Glossari</b>	<b>pàg. 37</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>pàg. 39</b>

# **CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ**

## **1.1 INTRODUCCIÓ**

Aquest treball tractarà sobre l'anàlisi i el disseny d'un sistema per al control de línies de producció.

Es tracta de crear un sistema que faciliti l'accés a determinades dades que permetin el control i l'avaluació del funcionament d'una entitat productiva. En aquest cas es simularà una hipotètica línia de producció d'assemblatge i inspecció de components electrònics.

Els punts clau a analitzar són: la productivitat i la qualitat, però també hi intervindran altres aspectes com ara les possibles averies, la falta d'stock, l'absentisme o incidències.

El sistema ha de ser capaç de: donades unes condicions, oferir informació sobre quina hauria de ser la producció horària estimada i quina és la producció real. Al mateix temps, amb nivell de qualitat s'està produint (quants defectes s'estan generant per quantitat produïda).

El sistema haurà de permetre la interacció amb els operaris, encarregats de producció, enginyers i amb el personal de manteniment. Tots ells poden aportar informació al sistema i al mateix temps extreure'n per al estudi i l'avaluació del treball.

S'ha de permetre flexibilitat, ja que s'ha de poder gestionar canvis en el procés productiu, com ara: afegir o eliminar processos, canvis en el temps d'execució dels mateixos, variacions en el nombre d'operaris i altres elements que es puguin derivar de variacions del escenari productiu.

En definitiva, el sistema ha de resultar una eina d'avaluació i control de la productivitat i la qualitat, així com permetre el registre i seguiment tant dels canvis efectuats en el procés productiu com de les incidències i averies. Tot això de manera pròxima als diferents treballadors, permetent l'entrada i extracció de dades des del lloc de treball de cada usuari.

### **1.1.1 RAÓ I OPORTUNITAT**

El projecte "Sistema de control per a línies de producció" pretén ser una eina que millori àmpliament la metodologia actual emprada tan per anotar i consultar els índex més importants, productivitat i qualitat, d'una línia de producció amb finalitat de control i avaluació.

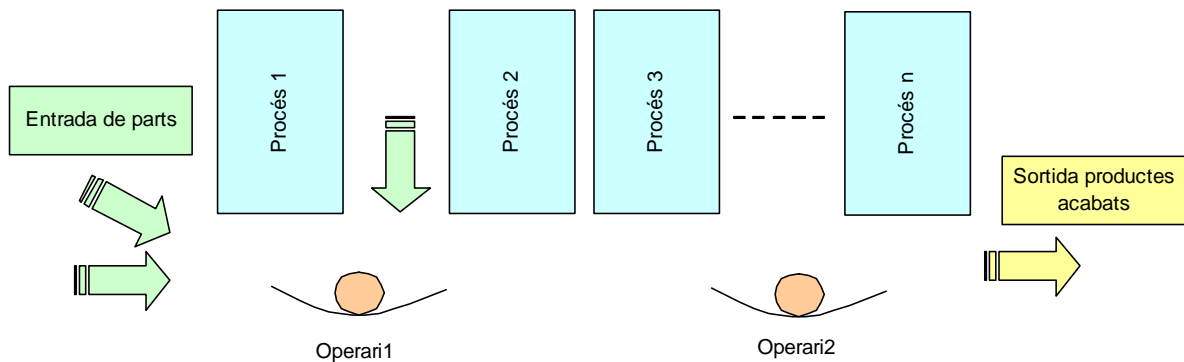
És ben conegut que les grans empreses disposen de sistemes informatitzats que faciliten i centralitzen les dades generades per les seves entitats productives. En mon industrial actual és de gran importància el control seguiment i traçabilitat dels resultats obtinguts durant la producció.

La implementació del projecte ha de permetre una fàcil introducció de les dades necessàries al mateix temps que es reduirà la possibilitat d'error en l'anotació. Tanmateix, en l'àmbit de la consulta de dades, es facilita la cerca i tractament de la informació, proporcionant ràpidament i sense errors la informació desitjada.

### **1.1.2 SITUACIÓ ACTUAL**

A continuació s'exposa el context actual d'una hipotètica línia de producció, la metodologia actual emprada per al control d'aquesta línia i la justificació del projecte.

El context del treball es situarà en una línia de producció. Aquesta rebrà com a entrada les parts d'un producte i a través de varis processos, tindrà com a sortida un producte acabat i inspeccionat.



En el moment actual es disposa d'unes fulles de producció on els operaris, a cada hora, hi anoten la producció horària i les diferents incidències que hagin ocorregut en aquesta mateixa hora.

Aquesta fulla al cap de la jornada laboral és entregada al encarregat de producció. Aquest cada dia al inici de la jornada comprova i analitza la fulla de producció del dia anterior i en funció de les conclusions que en pugui treure pren les accions que cregui oportunes.

El nou sistema permetrà el control en temps real, i oferir eines d'anàlisi a l'encarregat de producció per tal de poder prendre mesures en el cas que sigui necessari amb el menor temps possible.

També proporcionarà un estalvi en temps de càlcul i avaluació de la productivitat i el rati de qualitat.

El sistema també inclou la gestió de averies.

## **1.2 DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE**

### **1.2.1 OBJECTIUS DEL PROJECTE**

#### **Objectiu general**

Crear un sistema que permeti el control i avaluació d'una línia de producció permetent als seus usuaris facilitar tan l'hora de introduir dades com a la realitzar consultes sobre els resultats de la línia i els registres de canvis i incidències.

#### **Objectius específics**

Enregistrar la productivitat de les línies de producció emprant com a base les peces/hora estimades i les produïdes al mateix temps que oferir eines per a la seva consulta.

Enregistrar la qualitat dels productes produïts en funció del rati de defectes tolerat i els defectes generats, permetent la seva consulta.

Gestionar les averies registrant-ne un informe descriptiu amb la finalitat de poder-ne fer un seguiment.

Permetre l'anotació de canvis i incidències en el procés productiu oferint la possibilitat de consulta.

Oferir flexibilitat per tal de suportar modificacions i variacions en la producció així com la creació i implementació de noves línies de producció.



## **1.2.2 ANÀLISI DE RISCOS**

La existència de processos poc genèrics que necessitin una alt nivell de característiques pròpies. Això pot repercutir amb un sistema amb multitud de classes. S'haurà de fer un bon treball d'abstracció i de jerarquia de classes.

La actitud dels directius davant del projecte. Un canvi en l'actitud de l'equip directiu envers el projecte pot ser molt perjudicial per aquest. Tant si és un canvi cap a l'escepticisme o directament al rebuig com si hi s'esdevé un excés d'entusiasme.

El projecte pot esdevenir inabastable si s'intenta establir-lo a tota una planta de producció de cop. En primer lloc es realitzarà el projecte sobre una línia de producció prototip i aquest serà suficientment flexible per a poder-lo adaptar a altres línies de producció.

## **1.2.3 ENFOCAMENT I METODOLOGIA**

### **Enfocament**

Per a realitzar aquest projecte s'ha enfocat des d'un caire teòric i genèric sobre una hipotètica línia de producció. Aquest fet fa s'hagi utilitzat una notació genèrica per tal que pugui ser interpretada i implementada per exemple amb qualsevol àmbit de programació orientada a objectes o sistema gestor de base de dades.

## **Metodologia emprada**

Cicle de vida: La metodologia a usar pel que respecte al cicle de vida és la proposada pel Rational Unified Process. Aquest és un cicle de vida iteratiu i incremental, el qual es compon de quatre fases diferenciades:

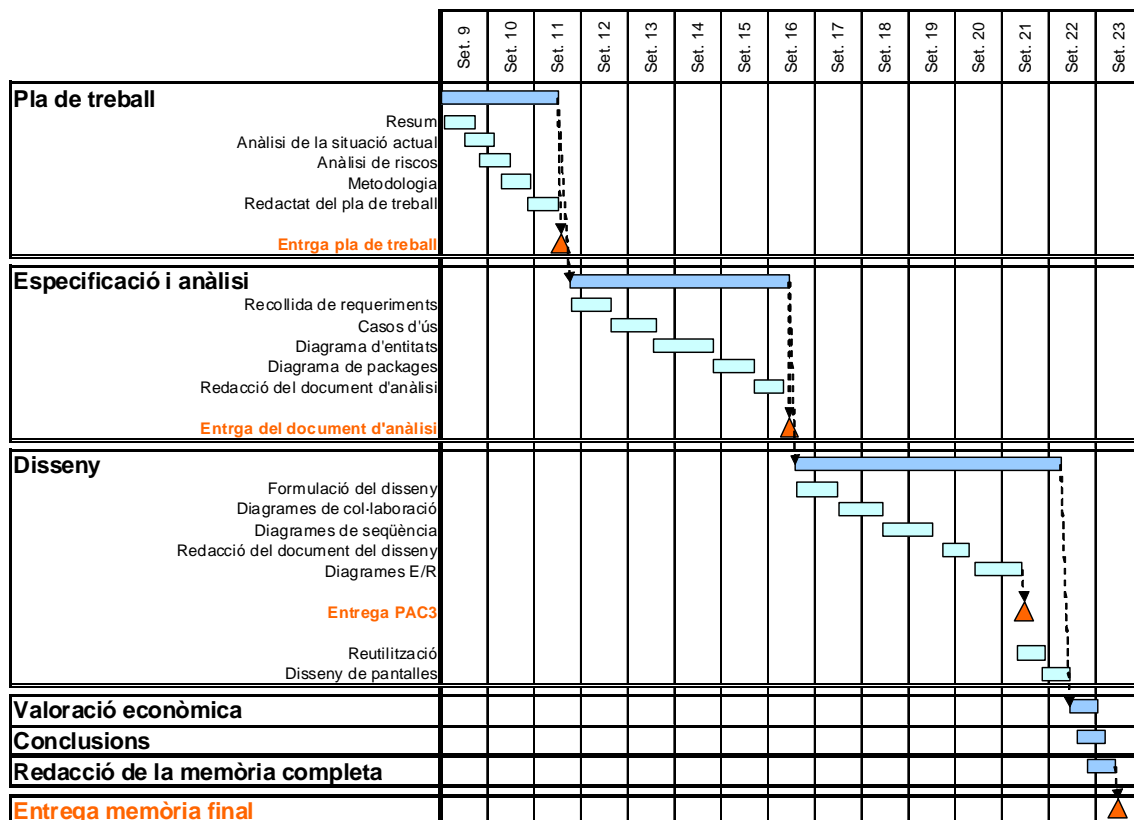
1. Inici
2. Elaboració
3. Construcció
4. Transició

Desenvolupament: Aquest projecte seguirà un desenvolupament orientat a objectes. El paradigma d'OO (Orientació a Objectes) ens permetrà fer un anàlisi i disseny més acurat i senzill, augmentant així la “productivitat” informàtica.

Notació: Durant les fases del projecte la notació emprada serà la Unified Modeling Language: UML.

## 1.3 PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

A continuació es mostra un diagrama de Gantt amb les tasques que s'haurien de portar a terme per a la realització d'aquest projecte final de carrera. Per raons de d'agilitat i recursos s'ha reduït el nombre de tasques i l'abast d'aquestes per tal de poder acomplir amb les fites del projecte.



## 1.4 PRODUCTES OBTINGUTS

Els productes obtinguts en el projecte queden englobats en dos grans capítols: especificació i anàlisi, i disseny. En el primer les principals tasques realitzades són: la recollida de requeriments, els casos d'ús i el diagrama d'entitats. Per altre banda l'apartat d'anàlisi és format principalment per: diagrames de seqüència, disseny de la persistència i disseny de pantalles.

En el capítol d'especificació i anàlisi comença amb la recollida de requeriments, fase clau per copsar el context on s'implementarà el projecte i clarificar quines necessitats ha de satisfer el sistema. Aquesta fase inicial permet la abstracció de la situació i poder formular el model d'anàlisi traduint els requeriments en models i diagrames UML seguint el paradigma d'orientació a objectes. En aquest cas s'especifiquen: el model de negoci, els guions, els casos d'ús i el model de domini.

En el capítol del disseny també amb tècniques orientades a objectes i notacions UML, és la fase intermèdia entre l'anàlisi i la realització del programari formalitzant així els requisits recollits anteriorment. En aquest projecte s'han realitzat els diagrames de seqüència, el disseny de la persistència, format per el diagrama d'entitat-relació i pel disseny de la base de dades; finalment també s'inclou el disseny de pantalles.

# **CAPÍTOL 2: ESPECIFICACIÓ I ANÀLISI**

## **2.1 RECOLLIDA DE REQUERIMENTS**

Aquest apartat es centra en la recopilació de la informació necessària per poder contextualitzar el projecte i definir quines tasques haurà de realitzar i quines necessitats haurà de satisfer el sistema. És la base per a poder fer l'abstracció a models orientats a objectes amb notació UML que serviran per a definir el model d'anàlisi

### **2.1.1 INFORMACIÓ INICIAL**

*D'una hipotètica entrevista amb els promotors del projecte extraïem la següent informació:*

La empresa disposa de diverses línies de producció, però el projecte es durà a terme en una sola línia a mode de prototip.

#### **Descripció de la línia de producció**

En la línia en qüestió es realitza el muntatge i inspecció d'un dispositiu electrònic. Com a entrades de la línia tenim la placa de circuit imprès (PCB) i les parts del producte (base i tapa); per altra banda com a sortida tenim productes acabats.

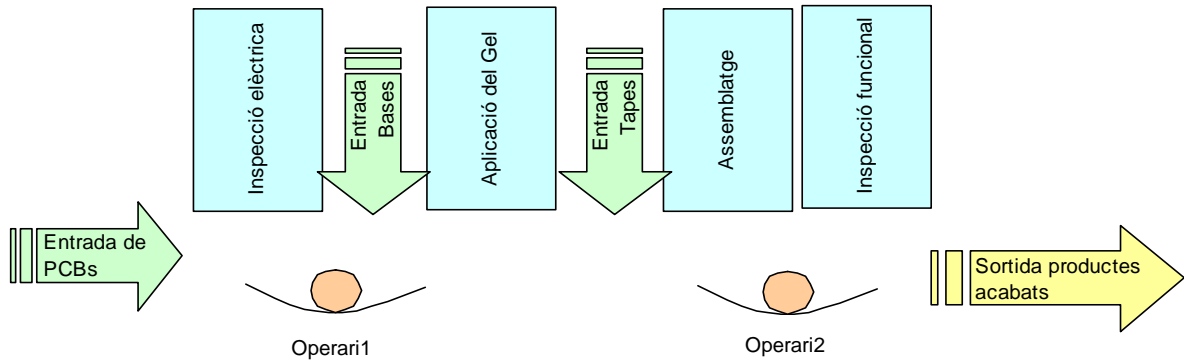
El flow de procés de la qual és el següent:

1. Inspecció elèctrica de la placa  
Es realitza una sèrie de comprovacions de la part elèctrica del producte.
2. Aplicació de Gel  
S'aplica un gel dissipador de calor a la base del producte
3. Assemblatge de la base, el PCB i la tapa

#### 4. Inspecció funcional del producte

Es realitza una simulació de totes les funcionalitats del dispositiu

#### 5. Etiquetatge i embalatge final



La línia està pensada per assolir el màxim rendiment quan es disposa de dos operaris, tanmateix si per determinades circumstàncies només se'n disposa d'un, la línia pot continuar treballant, però el temps per peça es veu incrementat. Per cada línia de producció, l'enginyer responsable d'aquesta determina quina és la producció òptima en funció dels treballadors que hi ha assignats.

Quan es dona un defecte la peça és rebutjada i surt del sistema productiu.

### 2.1.2 FUNCIONS DEL SISTEMA

El sistema haurà de ser capaç de contar el volum de producció, el ritme de producció (peces/hora) i el rati de defectes.

Haurà de proporcionar aquestes dades al encarregat de producció, juntament amb els valors ideals de producció i els ratis de qualitat estimats. Els operaris (treballadors que realitzen les tasques a la línia de producció), a través del seu terminal podran veure també el ritme de producció real i l'estimat.

El sistema haurà de adaptar-se si la capacitat de la línia es veu alterada. Això pot succeir per falta de personal (falta algun operari), per parada (falta d'stock o averia). Altrament s'ha de considerar l'opció de parar la línia de manera programada com ara finals de torn, caps de setmana o vacances.

Un altre aspecte que el programa haurà de permetre és l'anotació d'incidències i canvis en els 5Ms (*veure cinc emes al glossari*) així com la seva consulta. Les incidències son fets anòmals que succeeixen durant el procés productiu i que s'han d'anotar per tal de tenir-les en compte de cara a un major control de la línia de producció. Les incidències s'entraran amb un text descriptiu breu. Com a exemples d'incidència podem tenir: operaris en formació, realització de proves en un procés, comprovacions extraordinàries que s'hagin de realitzar als productes, així com qualsevol fet que modifiqui el funcionament normal del procés productiu.

Per altra banda el registre de canvis en les 5Ms és una eina d'informació fonamental per a controlar tots els canvis i millores que rebí el procés, tanmateix és bàsic per al estudi davant d'un increment del rati de defectes. Qualsevol treballador podrà anotar incidències i canvis en les 5Ms.

El programa ha de permetre la gestió d'averies. Un cop s'anunciï l'averia els responsables de manteniment hauran de resoldre el problema i realitzar un informe d'aquest.

El sistema ha de permetre la creació de nous processos i noves línies de producció.

### **2.1.3 ENTRADES DEL SISTEMA**

En els processos d'inspecció les màquines que les realitzen informen directament al sistema si la peça inspeccionada és correcta o defectuosa.

Els operaris, a part de la feina relacionada amb la fabricació explícita del producte, realitzen les següents funcions:

- Informen al sistema cada cop que finalitzen una peça, això ho fan a través d'un pulsador situat a l'estació de embalatge final.
- Donen l'avís d'averia per a qualsevol dels processos
- Anuncien parades no previstes a la línia de producció.

L'encarregat de producció ha de enunciar el nombre d'operaris disponibles per a la línia així com les parades programades.

Els encarregats de manteniment després de resoldre una averia han de realitzar un informe descriptiu del problema.

L'enginyer responsable de la línia de producció és l'encarregat d'introduir els temps per peça estimats en funció del nombre d'operaris.

També és responsabilitat de l'enginyer l'assignació del rati de qualitat tolerat en el procés productiu.

Altrament en el cas de ser necessària la inclusió de nous processos o la creació d'una nova línia també serà tasca de l'enginyer responsable.

Els canvis en les 5Ms poden ser registrats per l'enginyer responsable, l'encarregat de producció o el de manteniment.

## **2.2 ANÀLISI**

En aquesta fase es realitza la primera abstracció per passar d'un context real a models UML i establir la base per tal d'iniciar l'arquitectura de programació. Els principals objectius a partir dels requeriments anteriors són: la realització del model de negoci, establir els guions dels diferents actors, la documentació textual dels casos d'ús i el model de domini.

### **2.2.1 MODEL DE NEGOCI**

A partir dels requeriments extrets en l'apartat 2.1 es realitza el model de negoci on es recullen les principals tasques del sistema i la relació que s'estableix entre les tasques i els actors que les realitzen. El resultat és el diagrama de casos d'ús





## 2.2.2 ELS GUIONS

A partir del diagrama de casos d'ús anterior s'estableixen i descriuen els guions que representaran cadascun dels diferents actors que intervenen en el sistema.

### El operari:

L'operari realitza les tasques necessàries dins la línia de producció. Quan acaba una peça ho indica a través del polsador situat a l'estació d'embalatge final. Aquest, davant d'una incidència, una averia o una parada no planificada ho indica a través de d'interfície del sistema situada a la línia de producció.

### L'encarregat de producció:

L'encarregat de producció informa al sistema del operaris destinats a la línia i de les parades programades, També pot consultar l'estat de la línia en qualsevol moment.

### L'enginyer:

L'enginyer és qui coneix les característiques de cada procés i qui defineix les peces/hora optimes d'acord amb els estudis que hagi realitzat. De la mateixa manera defineix el rati de defectes tolerat.

En el cas que sigui necessari incloure més màquines en una línia o crear-ne una de nova, serà ell el responsable de fer-ho.

### Operari de manteniment:

Quan s'informa d'una averia aquest ha de realitzar les tasques necessàries per a solucionar-la. Un cop el procés productiu hagi pogut reprendre el seu funcionament normal, haurà de realitzar un informe descriptiu de l'averia i la seva solució.

### La màquina d'inspecció:

Dins la línia de producció, hi ha processos on s'inspecciona el producte, en cas que hi hagi un producte defectuós la màquina informará al sistema per tal de comptabilitzar-la en el rati de qualitat.

### 2.2.3 DOCUMENTACIÓ TEXTUAL DELS CASOS D'ÚS

*De cara a agilitzar el treball s'han escollit dos casos d'ús com a exemple per a desenvolupar-los amb més detall. Els casos d'ús triats son: “Crear nova línia” per la seva complexitat; i “Consultar estat línia” per la seva importància dins del projecte. La resta dels casos d'ús son tractats d'una manera més superficial.*

#### Cas d'ús número 1: “Produir peça”

Resum de la funcionalitat: comptabilitza una peça al sistema

Paper dins el treball de l'usuari: És l'ús principal del operari

Actors: Operari

Precondició: La peça no esta comptabilitzada.

Postcondició: La peça s'ha comptabilitzat.

L'operari al finalitzar una peça activa un polsador el qual la comptabilitza al sistema

#### Cas d'ús número 2: “Avisar averia”

Resum de la funcionalitat: dóna l'avís que ha ocorregut una averia

Paper dins el treball de l'usuari: cas esporàdic dins del treball de l'operari

Actors: Operari

Precondició: ha ocorregut una averia.

Postcondició: s'ha realitzat l'avís d'averia

L'operari quan detecta una averia dóna l'avís a través de la interfície de línia.

### Cas d'ús número 3: "Avisar parada"

Resum de la funcionalitat: dóna l'avís d'una parada no programada

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic dins del treball de l'operari

Actors: Operari

Precondició: Ha ocorregut una parada no programada a la línia.

Postcondició: S'ha realitzat l'avís de la parada

Quan la línia es veu parada de manera no programada per algun motiu excepte averies, l'operari dóna l'avís a través de la interfície de línia.

### Cas d'ús número 4: "Anotar incidència"

Resum de la funcionalitat: Registrar les incidències que ocorren.

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic dins del treball de l'operari

Actors: Operari

Precondició: Hi ha una situació anòmala que altera el funcionament normal de producció.

Postcondició: S'ha registrat la incidència.

Quan hi ha un fet que altera el funcionament normal de procés productiu, aquest es registre mitjançant un text descriptiu mitjançant la interfície de la línia.

### Cas d'ús número 5: "Informar número d'operaris"

Resum de la funcionalitat: Informa al sistema del número d'operaris que treballen a la línia

Paper dins el treball de l'usuari: s'utilitza ocasionalment, sempre que hi hagi un canvi del numero d'operaris a la línia.

Actors: Encarregat de producció

Precondició: Hi ha hagut un canvi en el número d'operaris

Postcondició: S'ha registrat el número d'operaris que hi ha a la línia.

L'encarregat de producció informa al sistema del número d'operaris que hi ha treballant a la línia de producció.

### Cas d'ús número 6: "Consultar estat línia"

Resum de la funcionalitat: veure l'estat de la línia de producció

Paper dins el treball de l'usuari: habitual. L'actor realitzarà consultes de l'estat de la línia varis cops al dia.

Actors: Encarregat de producció.

Casos d'ús relacionats: Produir peça, Avís parada, Anotar incidència, Informar número d'operaris, Informar parada programada, Introduir temps per peça estimat, Introduir rati de qualitat tolerat, Informar defecte.

Precondició: La línia està creada.

Postcondició: S'ha mostrat l'estat de la línia a la interfície de l'encarregat de producció.

Una de les funcionalitats principals del sistema és oferir a l'encarregat de producció la possibilitat de consultar l'estat de la línia. Quan aquest vol fer-ho accedeix des de la seva interfície situada al seu lloc de treball a una pantalla resum on es mostra la següent informació:

- Línia en funcionament / Línia parada i motiu
- Ritme de producció i ritme de producció estimat
- Defectes i rati de defectes tolerats
- Número de operaris en línia
- Accedir al llistat d'incidències

### Cas d'ús número 7: "Informa de parades programades"

Resum de la funcionalitat: Informa el sistema que la línia esta parada de manera programada

Paper dins el treball de l'usuari: habitual

Actors: Encarregat de producció

Precondició: Hi ha una parada programada

Postcondició: El sistema dóna per parada la línia de manera programada

En les ocasions que es pari de manera programada la línia, l'encarregat de producció ho indica al sistema des del seu lloc de treball.

### Cas d'ús número 8: "Introduir temps/peça estimat"

Resum de la funcionalitat: Indica al sistema quin és el temps/peça estimat

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic

Actors: Enginyer

Precondició: Hi ha un canvi en el temps/peça estimat o es crea una línia nova

Postcondició: S'ha registrat el temps/peça estimat

En el moment de crear una línia o si hi ha un canvi en el temps per peça estimat, l'enginyer responsable de la línia ho indica al sistema des de la seva interfície. Per fer-ho indicarà per a cada nombre d'operaris en línia sobre els quals s'hagi fet l'estudi, quin és el temps per peça estimat.

Aquest cas d'ús pot ser executat independentment o bé ser cridat des del cas d'ús Crear nova línia.

### Cas d'ús número 9: "Introduir rati de qualitat tolerat"

Resum de la funcionalitat: Indica al sistema quin és el rati de qualitat tolerat

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic

Actors: Enginyer

Precondició: Hi ha un canvi en rati de qualitat tolerat o es crea una línia nova

Postcondició: S'ha registrat el rati de qualitat tolerat

En el moment de crear una línia o si hi ha un canvi en el rati de qualitat tolerat, l'enginyer responsable de la línia ho indica al sistema des de la seva interfície.

Aquest cas d'ús pot ser executat independentment o bé ser cridat des del cas d'ús Crear nova línia.

### Cas d'ús número 10: "Crear nova línia"

Resum de la funcionalitat: Crear una nova línia dins del sistema

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic. Només s'efectuarà un cop en la vida de la línia.

Actors: Enginyer

Casos d'ús relacionats: Introduir temps per peça estimat, Introduir rati de qualitat tolerat, Crear nova màquina.

Precondició: No existeix la línia

Postcondició: Una nova línia existeix dins del sistema

A l'hora de crear una nova línia al sistema, l'enginyer responsable d'aquesta serà l'encarregat de fer-ho. Les tasques que haurà de dur a terme per a registrar la línia son: donar-li un nom identificador, definir quins temps per peça estimats tindrà la nova línia, quin serà el seu rati de qualitat tolerat i crear les màquines que formaran part del procés productiu.

### Cas d'ús número 11: "Crear nova màquina"

Resum de la funcionalitat: Afegir una màquina al sistema

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic

Actors: Enginyer

Precondició: La màquina no existeix

Postcondició: S'ha inclòs la màquina al sistema

Donat el cas que s'hagi d'afegir una màquina al sistema, l'enginyer responsable de la línia la definirà i registrarà. En aquest moment també haurà de definir si es tracta d'una màquina d'inspecció o no.

Aquest cas d'ús pot ser executat independentment o bé ser cridat des del cas d'ús Crear nova línia.

### Cas d'ús número 12: "Informar defecte"

Resum de la funcionalitat: Indica al sistema que s'ha produït un defecte

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic

Actors: Màquina d'inspecció

Precondició: S'ha avaluat una peça defectuosa en un procés d'inspecció

Postcondició: S'ha registrat el defecte al sistema

En el moment que una peça és avaluada com a defectuosa per un procés d'inspecció, es comptabilitza un defecte al sistema.



### Cas d'ús número 13: "Realitzar report averia"

Resum de la funcionalitat: descripció d'una averia i la seva solució

Paper dins el treball de l'usuari: esporàdic

Actors: Encarregat de manteniment

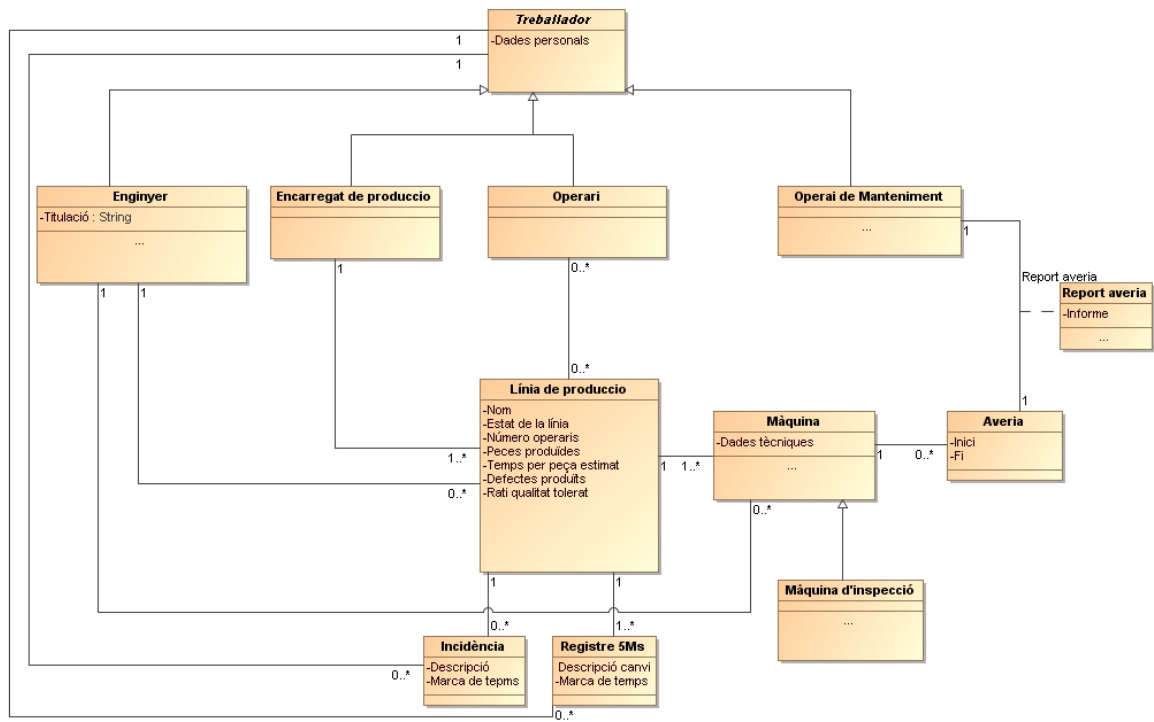
Precondició: S'ha solucionat una averia

Postcondició: Existeix un informe de l'averia i la seva solució registrat al sistema.

Després de haver resolt una averia l'encarregat de manteniment realitza un informe i el registra al sistema.

## 2.2.4 MODEL DEL DOMINI

A continuació es mostra el diagrama de classes i les seves relacions. S'han omès les funcions de les classes així com els *setters* i els *getters*.



En el diagrama veiem que el nucli principal del sistema és l'entitat “Línia de producció” que centra les relacions entre els treballadors, les incidències i registre de 5Ms; i les màquines.

## **CAPÍTOL 3: DISSENY**

En aquest apartat es treballa el disseny d'un programari orientat a objectes usant notacions UML i seguint el cicle de vida del Rational Unified Process.

La fase de disseny enllaça l'anàlisi amb la realització del programari, per tant el disseny finalitza la fase d'elaboració i permet el inici de la construcció. Fins ara s'ha definit el context, els requisits i les funcions que haurà de satisfer el sistema. Ara en el disseny s'han d'elaborar una solucions a aquests problemes.

### **3.1 DIAGRAMES DE SEQÜÈNCIA**

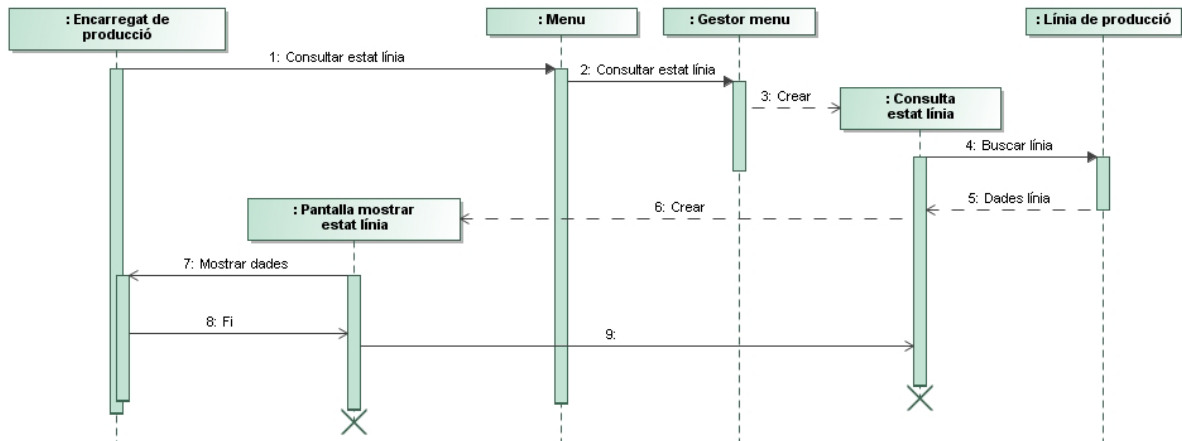
*De cara a agilitzar el treball tal i com s'ha fet en l'apartat d'anàlisi, s'han escollit dos casos d'ús com a exemple par a desenvolupar-ne els diagrames de seqüència. Els casos d'ús triats son: "Crear nova línia" per la seva complexitat; i "Consultar estat línia" per la seva importància dins del projecte.*

#### **3.1.1 CAS D'ÚS N° 6 CONSULTAR ESTAT LÍNIA**

El següent diagrama de seqüència correspon al cas d'us Consultar línia, en aquest hi apareix:

- L'actor Encarregat de producció
- Classes frontera Menú i Pantalla mostrar estat línia les quals representen les interfícies gràfiques d'usuari.
- Classe entitat Línia de producció
- Classes de control Gestor menú i Consulta estat línia

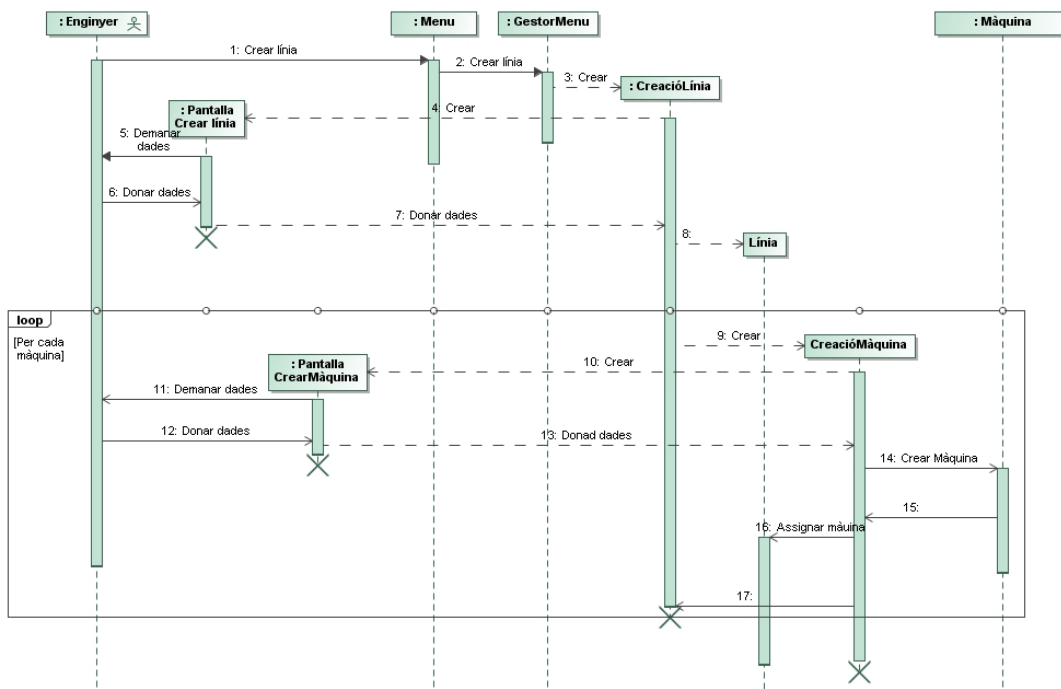
Bàsicament, en el moment que l'encarregat de producció indica a través de la seva interfície d'usuari, s'activen les classes de control que demanaran les dades a l'entitat línia de producció, es processaran les dades i es mostraran per pantalla.



### 3.1.2 CAS D'ÚS N° 10 CREAR NOVA LÍNIA

El següent diagrama de seqüència correspon al cas d'ús Crear nova línia. Aquest cas d'ús inclou els casos d'ús: Introduir temps/peça estimat, Introduir rati de qualitat tolerat i Crear nova màquina. El diagrama està format per:

- L'actor Enginyer
- Classes frontera Menú, Pantalla crear línia i Pantalla crear màquina les quals corresponen a les interfícies d'usuari de l'actor
- Classes entitat Línia de producció i Màquina
- Classes de control Gestor menú, Creació línia i Creació màquina



El diagrama comença quan l'Enginyer a través de la seva interfície demana crear una nova línia, seguidament s'activen les classes gestores i es demanen les dades de la línia a través de Pantalla crear línia. En aquest moment és on s'inclouen els casos d'ús Introduir temps/peça estimat i Introduir Rati qualitat tolerat. Un cop donades les dades de la línia, aquesta és creada i a continuació en un cicle iteratiu s'anirà creant i assignant les diferents màquines que formaran part de la línia. Aquest pas és el que correspon al cas d'ús Crear nova màquina.

## 3.2 DISSENY DE LA PERSISTÈNCIA

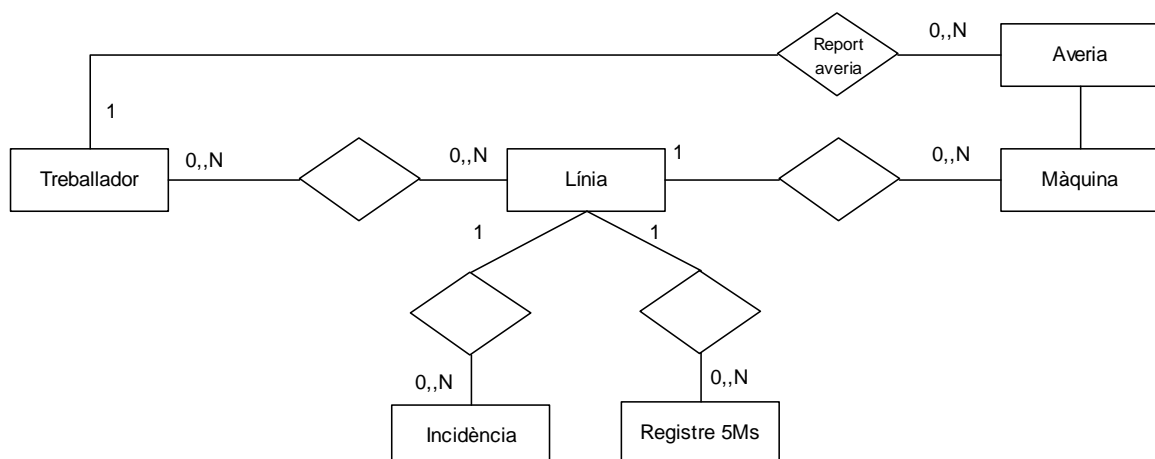
En el model estàtic hi ha dues estructures d'herència: les que relacionen els treballadors i els tipus de treballadors; i les que relacionen les màquines amb les màquines d'inspecció.

De cara a suprimir les relacions d'herència, per a les dues estructures, es realitzarà creant una sola taula per a la jerarquia de classes, on aquesta tindrà els atributs propis de cada subclasse més els de la superclasse. Es fa aquesta tria per la poca quantitat d'atributs específics de les subclasses i el possible valor nul d'aquests ocuparà poc espai.

D'aquesta manera els atributs que no pertanyin a una subclasse rebran el valor nul. Aquesta tria també ens facilitarà el manteniment de l'estructura, ja que qualsevol canvi en els treballadors només s'haurà d'aplicar una vegada.

### 3.2.1 DIAGRAMA ENTITAT RELACIÓ

A continuació es mostra el diagrama entitat-relació corresponent al sistema. A partir del model estàtic, aquest es transforma en un model amb múltiples classes i les seves relacions que servirà per introduir l'estructura de la base de dades relaciona que suportarà la persistència de tot el sistema.



### 3.2.2 DISSENY DE LA BASE DE DADES

*Per a la descripció de les taules s'empra una terminologia genèrica per tal de poder implementar una base de dades sobre qualsevol format de base de dades relacional..Es subratllen les claus primàries de cada taula.*

El disseny de les taules és el següent:

taula\_treballadors(ID\_treballador, dades\_personals, tipus, titulació, línia)

línia és clau forana de taula\_línies corresponent a ID\_línia.

*El camp tipus servirà per a discriminar de quin tipus de treballador es tracta.*

taula\_averies(ID\_averia, màquina, hora\_inici, hora\_final, report)

màquina és clau forana de taula\_màquines corresponent a ID\_màquina

report és clau forana de taula\_reports corresponent a ID\_report

taula\_reports\_averies(ID\_report, treballador, averia, informe)

treballador és clau forana de taula\_treballadors corresponent a ID\_treballador

averia és clau forana de taula\_averies corresponent a ID\_averia

taula\_línies(ID\_línia, dia, nom, temps\_estimat, rati\_qa\_tolerat, defectes\_produïts, peces\_produïdes, enginyer, encarregat, operari1, operari2, operari3, operari4)

enginyer, encarregat, operari1, operari2, operari3, operari4 son claus foranes de treballador corresponents a ID\_treballador

taula\_màquines(ID\_màquina, línia, dades\_tècniques)

línia és clau forana de taula\_línies corresponent a ID\_línia

taula\_incidències(ID\_incidència, línia, treballador, descripció, marca\_de\_temps)

línia és clau forana de taula\_línies corresponent a ID\_línia

treballador és clau forana de taula\_treballadors corresponent a ID\_treballador

taula\_registre\_5Ms(ID\_registre, línia, treballador, descripció, marca\_de\_temps)

línia és clau forana de taula\_línies corresponent a ID\_línia

treballador és clau forana de taula\_treballadors corresponent a ID\_treballador

### **3.3 DISSENY DE LA INTERFÍCIE GRÀFICA**

Les interfícies gràfiques han de permetre als diferents usuaris la interacció amb el sistema, tant per a la entrada de dades com per a la consulta d'aquestes. Cada usuari disposarà de la seva interfície, amb característiques específiques en funció del tipus d'actor que sigui.

Bàsicament les interfícies seran ordinadors convencionals amb entrades teclat i ratolí i com a sortida principal la pantalla i la possibilitat d'imprimir, en excepció de l'estació de treball de l'operari, situada a la línia de producció, que disposarà de pantalla tàtil, però no d'impressora.

Les aplicacions es dividiran en finestres de diàleg on es demanaran les dades necessàries i es mostrarà la informació demanada, de manera àgil i evitant la possibilitat d'error a través de desplegable i control sobre els camps d'entrada (per exemple: camps no nuls o entitats inexistents) abans d'executar peticions o registres.

A continuació es mostra un exemple de les interfícies d'usuari corresponents als casos d'ús "Mostrar estat línia" i "Crear nova línia.



### 3.3.1 MOSTRAR ESTAT LÍNIA

**Consultar estat línia**

**NOM DE LA LÍNIA** Canvi línia

**Estat de la línia:**  En marxa / parada i motiu. En diferents colors en funció de l'estat

**Numero d'operaris en línia:**

**Productivitat:**  Peces/hora estimades  Peces/hora reals

**Defectes:**  Rati de qualitat tolerat  Defectes en %

**Històric:**

**may 2013**

lun	mar	mié	jue	vie	sáb	dom
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9

### 3.3.2 CREAR NOVA LÍNIA

**Crear línia**

ID línia:  Nom:

Rati de qualitat tolerat:

Producció estimada

1 Operari

2 Operaris

3 Operaris

4 Operaris

Màquines actuals

## **CAPÍTOL 4: CONCLUSIONS**

En aquest projecte s'ha treballat sobre l'enginyeria del programari necessària per a resoldre un hipotètic problema principalment de control i tractament de dades d'una empresa de producció. El què s'ha pretès és crear l'arquitectura d'una eina que permetrà agilitzar i millorar la entrada de dades i la seva consulta envers una situació inicial on l'estructura de dades no estava informatitzada.

La primera fase del treball s'introdueix la problemàtica i es contextualitza l'escenari de treball, on s'exposa també la necessitat i els beneficis de realitzar el projecte. Donat que la empresa utilitza formularis impresos en paper per a dur el control de les línies de producció, el fet d'informatitzar el sistema aportarà millores en el control accés i emmagatzematge de les dades, el que suposa un estalvi en tots els sentits.

En la fase d'anàlisi s'han dissenyat els models en base a les funcions requerides i l'estructura del diagrama de classes que es pot veure com dos grans blocs: l'estructura que organitza als treballadors i l'estructura que engloba a la línia de producció juntament amb les màquines i les incidències i registre de 5Ms. Podem veure com l'entitat Línia de producció exerceix de nucli de tot el sistema.

En el capítol del disseny, i pel que fa a la persistència s'ha pensat en un model de base de dades genèrica per poder ser implantada en qualsevol sistema gestor de base de dades relacional. Això permet la seva aplicació independentment del programari utilitzat.

El sistema està preparat per ser flexible, tan a nivell intern (afegir línies o màquines) com a nivell extern, és a dir l'estructura es pot ampliar per exemple amb nous tipus de treballador o màquines. Tanmateix, també seria possible la reutilització de part del programari com pot ser l'estructura dels treballadors, per exemple pel departament de recursos humans.

Com a possibles millores a nivell funcional del sistema, es podria tenir en compte aspectes com ara la gestió de recursos humans gestionant: la formació dels treballadors,

si són aptes per a diferents llocs de treball, l'absentisme... També es podria incloure en el sistema la gestió de logística: Stock de subproductes, productes acabats, comandes pendents de lliurar...

Per concloure i a nivell personal, aquest treball m'ha permès retrobar un aspecte de la programació tant fonamental com n'és l'arquitectura, el qual tenia força arraconat. M'ha permès desenvolupar una solució per a una problemàtica utilitzant el cicle de vida iteratiu i incremental del Rational Unified Process i una notació UML amb eines orientades a objecte.

# GLOSSARI

- 5M: sistema d'anàlisi estructurat que fixa 5 àrees on rauen les possibles causes d'un problema. Aquestes àrees són:
  1. Màquina
  2. Mètode
  3. Ma d'obra
  4. Medi ambient
  5. Matèria prima.
- Averia: Funció anòmla d'un procés o màquina que impedeix el seu funcionament normal
- Encarregat de manteniment: Treballador de la secció de manteniment responsable de la resolució d'averies i de la redacció dels informes d'averia
- Encarregat de producció: Treballador de la secció de producció que té sota el seu càrrec una o més línies de producció
- Enginyer: Treballador de la secció d'enginyeria. És responsable de la creació de línies i processos així com de la definició dels temps per peça estimats i del rati de qualitat tolerat
- Gel: Material conductor de calor que permet dissipar la temperatura emesa pels components electrònics a través de la base del producte
- Incidència: fet anòml que modifica el funcionament normal del procés productiu
- Informe d'averia: Report descriptiu d'una averia i la seva solució
- Línia de producció: Entitat productiva on després de varis processos s'obté un producte.
- Màquina: Dispositiu mecanicotecnològic on es realitza un procés.

- Màquina d'inspecció: màquina que avalua certes condicions del producte.
- Model de negoci: Model que descriu cadascuna de les grans activitats del negoci en termes de casos d'ús, entitats i unitats de treball
- Model de domini: el model de domini recull els tipus d'objectes, les classes, més importants i la relació entre elles.
- Operari: Treballador que realitza les tasques dins la línia de producció.
- Parada de línia: Estat de la línia de producció quan aquesta no esta operativa.
- Parada programada: Parada de línia de per motius planificats
- PCB: sigles de placa de circuit imprès en anglès: Printed Circuit Board.
- Rati de qualitat: Nombre en tant per cent dels defectes ocorreguts per peça bona produïda. 
$$\text{Rati} = \frac{\text{defectes}}{\text{peçes bones}}$$

Existeix un rati de qualitat tolerat, que indica el llindar de producció defectuosa normal.
- Ritme de producció: Nombre de peces produïdes per hora
 

Existeix el ritme de producció estimat que és igual al nombre de peces per hores que s'haurien de produir en condicions òptimes.
- Treballador: Empleat de la empresa promotora del projecte.
- UML: Unified Modeling Language. Llenguatge gràfic per visualitzar, especificar, construir i documentar un sistema de programari modular.

## **BIBLIOGRAFIA**

Campderrich, B. (2004). Enginyeria del programari. Barcelona: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya

Nicolau, F.;Cuenca , M<sup>a</sup>J.; Marco, M<sup>a</sup>J.;Pérez, A. (2010). Competència comunicativa per a professionals de les TIC. Barcelona: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya

*En varies ocasions i en diferents temàtiques s'ha consultat la pàgina web de wikipedia.org. Es mostra una cita bibliogràfica a mode d'exemple.*

Colaboradores de Wikipedia. Lenguaje Unificado de Modelado [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2013 [fecha de consulta: 3 de junio del 2013]. Disponible en <[http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Lenguaje\\_Unificado\\_de\\_Modelado&oldid=67331997](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Lenguaje_Unificado_de_Modelado&oldid=67331997)>.