UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA
ENGINYERIA TECNICA EN INFORMATICA
DE SISTEMES

INTERFÍCIE DE CONTROL DE UNA LÍNIA INDUSTRIAL AUTOMATITZADA

INTERACCIÓ HUMANA AMB ELS ORDINADORS
TFC (TREBALL DE FINAL DE CARRERA)

Alumne: Javier del Rio Calvo
Consultor: Javier Darriba Fernandez

Curs: 2003-2004

ÍNDEX GENERAL

INTRODUCCIÓ I MOTIVACIÓ. 3

OBJECTIUS. 5

1. DEFINICIÓ DEL PROCÉS E INTERFÍCIE DE CONTROL. 6

1.1 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA. 7
1.2 CONTROL DE LA LÍNIA I DEFINICIÓ DELS PARÀMETRES DE FUNCIONAMENT I ALARMES. 11
1.3 TOPOLOGIA I DESCRIPCIÓ TECNOLÒGICA. 12
1.4 TIPUS D'INTERFÍCIES. 14

2. CARACTERIZACIO DELS USUARIS. 16

2.1 CARACTERITZACIÓ GENERAL DELS TIPUS D'USUARI I NECESSITAT DE ESTABLIR LES SEVES CARACTERISTIQUES. 17
2.2 TEST DE CARACTERITZACIÓ D'USUARIS. 18
2.3 RESULTATS HIPOTETICS DEL TEST I CARACTERITZACIÓ FINAL DELS TIPUS D'USUARI. 20

3. OBJECTIUS DE LA INTERFÍCIE. 24

3.1 OBJECTIUS FUNCIONALS DE LA INTERFÍCIE. 25
3.2 OBJECTIUS DE LA INTERFÍCIE DES DEL PUNT DE VISTA DE LA USABILITAT. CARACTERISTIQUES D'USABILITAT. 27

4. ARQUITECTURA DE LA INTERFÍCIE. 30

4.1 MODEL CONCEPTUAL GENÈRIC. 31
4.2 CONTINGUT, DISTRIBUCIÓ E INTERCONNEXIÓ DE PANTALLES. 33
4.3 ELEMENTS GRÀFICS. 37

5. PROTOTIPUS DE LA INTERFÍCIE. 40

5.1 PANTALLA PRINCIPAL. 41
5.2 PANTALLES DE LA LÍNIA DE MONTATGE I SOLDADURA. 43
5.3 PANTALLES DE LA LÍNIA DE CATAFORESIS. 46
5.4 PANTALLES DE LA LÍNIA DE PINTAT. 49
5.5 PANTALLES DE CANVI D'USUARI. 51

6. TESTS I PROVES D'USUARI. REDISSENY DE LA INTERFÍCIE. 52

6.1 DISSENY DE LES PROVES. JUSTIFICACIÓ. 53
6.2 RESULTATS DE LES PROVES I CONSEQÜÈNCIES. 55
6.3 MODIFICACIONS EN EL DISSENY INICIAL. 57

CONCLUSIONS. 59

BIBLIOGRAFIA. 60

INTRODUCCIÓ I MOTIVACIÓ

Les interfícies gràfiques estan àmpliament implementades a la nostra societat i s'utilitzen en els llocs on una persona ha d'interaccionar amb un procés de tipus informàtic o de control, i per això el disseny d'aquesta interfície i la seva usabilitat és molt important, perquè determinarà el grau d'operativitat i d'èxit del aplicatiu amb el que interacciona. Per tot això, el disseny d'una interfície es converteix en un punt clau de l'èxit de qualsevol aplicació, i aquest estudi té una importància vital en el cas d'una aplicació orientada al públic en general.

No obstant, es pot constatar que el disseny de les interfícies gràfiques passa a un segon pla quan aquestes són especifiques per aplicatius sectorials i per tant no accessible per al públic general, sinó només per a persones que desenvolupen la seva activitat professional en aquest sector. El cas del sector industrial és potser el més curiós de tots perquè en els últims 20 anys i com a conseqüència directa de la implementació dels avanços tecnològics (sobre tot en el camp de l'electrònica i la informàtica) ha tingut una forta modernització en la major part dels seus processos, passant molts d'aquests de ser processos de tipus manual a estar actualment automatitzats. Tot aquest desenvolupament ha reconvertit fortament aquest sector i una de les conseqüències més constatables ha estat precisament la gran proliferació d'interfícies gràfiques a partir de les quals un nombre molt reduït d'operaris realitza el control d'un procés industrial (entenent com a interfície gràfica aquella que s'implementa amb un determinat software sobre un ordinador tipus pc o sobre un terminal de tipus TFT amb una interfície tàctil que detecta les pulsacions sobre la pantalla).

Encara que al sector industrial hi ha un nombre creixent d'interfícies gràfiques, degut al reduït nombre de persones que accedeixen a aquestes no existeixen en l'actualitat estudis seriosos sobre la seva implementació i usabilitat, i a causa d'això normalment les interfícies son desenvolupades pels dissenyadors, sense tenir en compte principis bàsics d'usabilitat i donant com a resultat interfícies complexes i difícils de manipular.

Destacar que actualment, i com a conseqüència directa de la falta de rigor esmentada, al sector industrial existeixen centenars de milers d'interfícies gràfiques que son resultat de la feina personal d'un treballador (la majoria dels casos un programador d'autòmats) i desenvolupades d'una manera totalment personal i sense tenir en compte principis bàsics d'usabilitat ni de disseny centrat en l'usuari. El resultat final d'aquesta situació és la presencia d'interfícies que, si bé en alguns casos incorporen al seu disseny algunes nocions d'usabilitat envers l'usuari fruit d'un disseny mínimament responsable, en molts altres casos (malauradament la majoria) són complicades i difícils de fer servir, sobretot si es té en compte que el nivell cultural dels usuaris que les fan servir (operaris industrials) es pot situar en un nivell mig-baix i normalment no estan familiaritzats amb el món multimèdia en general, i per tant tampoc amb altres interfícies gràfiques.

Aquesta situació concreta resulta actualment preocupant, perquè l'ús d'aquestes interfícies implica un elevat grau de responsabilitat per l'operari que les fa servir, ja que aquests normalment controlen processos complicats i d'un cost econòmic molt elevat, i un mal ús podria derivar en un funcionament incorrecte del procés o de la instal·lació que s'està controlant, i conseqüentment en pèrdues econòmiques importants. De fet, actualment existeixen ja nombrosos antecedents d'incidències importants ocasionades directament per un ús inadequat d'una interfície de control concreta en un entorn industrial (jo mateix vaig ser testimoni de com una instal·lació industrial de fabricació de calderes d'una empresa molt important estava durant 3 hores aturada, perquè els operaris presents eren incapaços de posar la instal·lació en marxa amb la nova interfície gràfica que s'havia instal·lat. Lògicament el programador/dissenyador va rebre moltes crítiques del client i va haver de fer nombroses modificacions sobre el seu disseny per tal d'adaptar-lo a les seves necessitats).

Personalment puc donar fe de la veracitat de tota la situació que acabo de descriure, ja que porto treballant en el sector de l'automàtica industrial 9 anys (tinc la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitat de Màquines elèctriques), al llarg dels quals he dissenyat multitud d'aplicacions d'automàtica (disseny elèctric d'automatitzacions, programació d'autòmats programables o plc's, programació de scadas, disseny de panels tàctils, etc.). En les darreres interfícies que he dissenyat, i com a conseqüència directa dels coneixements adquirits en l'assignatura de 'Interacció Humana amb els ordinadors' he intentat, dintre de

les meves possibilitats, realitzar un disseny centrat en l'usuari marcant la usabilitat del aplicatiu per part dels seus potencials usuaris com a eix principal del disseny. No obstant, també haig de dir que he pogut constatar amb una visió de perspectiva històrica les greus mancances de les interfícies gràfiques que he desenvolupat amb anterioritat a l'assimilació dels coneixements impartits en aquesta assignatura, encara que, tal i com he dit, actualment procuro no cometre aquests errors.

Tota l'argumentació anteriorment exposada, és el principal motiu pel qual he proposat com a treball de final de carrera l'elaboració del disseny d'una interfície de control d'una línia automatitzada. També m´ha motivat el fet que a partir de les propostes de TFC corresponents a aquesta assignatura, he pogut observar que aquest tema concret no s'havia tractat en anteriors treballs, i en conseqüència en aquest aspecte tindria un punt de novetat.

Per finalitzar aquesta introducció només aclarir que la temàtica de les interfícies a instal·lacions industrials automatitzades no guarda molta relació amb una altra temàtica que potser està més de moda i que és la de les interfícies a instal·lacions domèstiques automatitzades (també anomenada domòtica), ja que el perfil d'usuari a qui van destinats aquests aplicatius difereix molt.

OBJECTIUS

L'objectiu principal de l'actual projecte, és el de desenvolupar un estudi seriós sobre les interfícies gràfiques destinades al sector industrial. En aquest sentit s'analitzarà el perfil d'usuari o usuaris més freqüents en aquest sector (les seves característiques i necessitats), es presentaran i descriuran diverses pautes de disseny i diversos elements gràfics que compleixen amb una sèrie de requisits predefinits, es procedirà a realitzar un muntatge d'exemple presentant una sèrie de pantalles (s'explicarà i justificarà el funcionament de les mateixes), i per finalitzar, es proposarà un mètode per realitzar la validació del disseny realitzat, mètode que comportarà segons els resultats extrets modificacions sobre el disseny inicial.

Tot aquest estudi s'emmarcarà d'una manera pràctica amb la realització d'una petita interfície gràfica per a una instal·lació industrial específica. L'objectiu principal no és la realització de la mateixa, sinó la seva presentació com a exemple pràctic en el disseny d'interfícies gràfiques que tenen com a funció principal el control d'un determinat procés industrial.

La instal·lació industrial presentada com a exemple, és una planta molt petita de fabricació de carrosseries de vehicles i, encara que és fictícia, els seus elements i funcionalitats es podrien correspondre perfectament amb instal·lacions reals i molt més grans. Com que es tracta d'una instal·lació pensada per servir d'exemple de dissenys més amplis i genèrics, aquesta incorpora elements i funcionalitats molt comuns en entorns industrials (elements de manipulació mòbils que en aquest cas són robots, control de motors, visualització i control de processos químics, diferents nivells d'accés en funció dels perfils d'usuaris, control d'alarmes, etc.). Lògicament, totes les solucions de disseny presentades son extrapolables i reutilitzables per hipotètiques instal·lacions més grans i complexes.

Al llarg dels distints punts dels que consta el present projecte, s'anirà ampliant tota aquesta informació i s'anirà realitzant el disseny i la implementació de la interfície gràfica.

1. DEFINICIÓ DEL PROCÉS E INTERFÍCIE DE CONTROL

1.1 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA. 7

1.2 CONTROL DE LA LÍNIA I DEFINICIÓ DELS PARÀMETRES DE FUNCIONAMENT I ALARMES. 11

1.3 TOPOLOGIA I DESCRIPCIÓ TECNOLÒGICA. 12

1.4 TIPUS D'INTERFÍCIES. 14

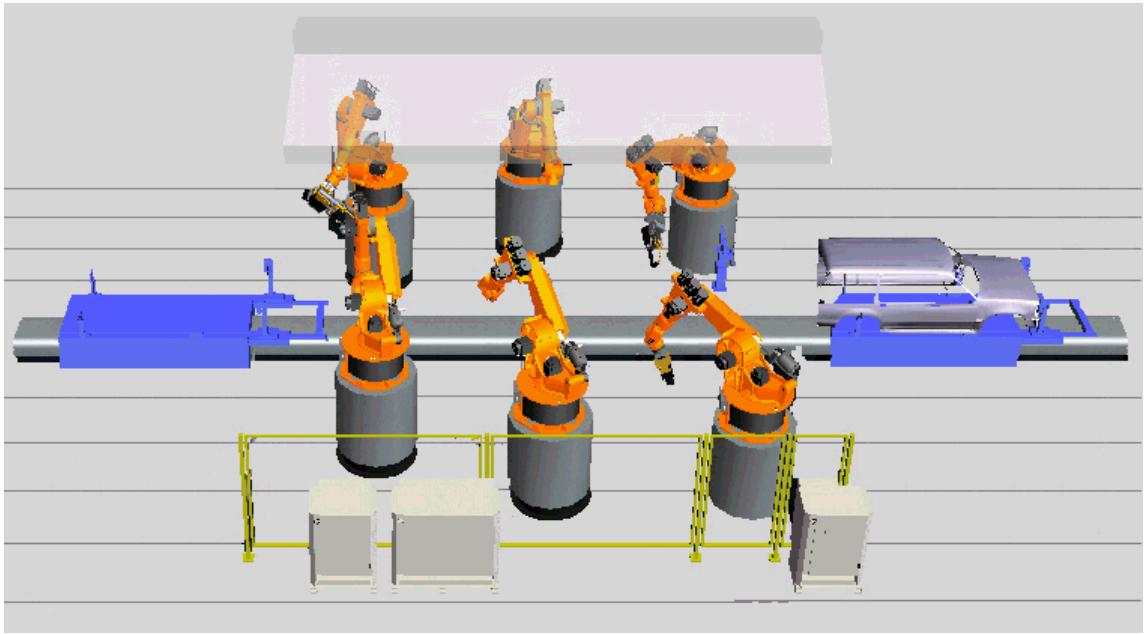
1.1 DESCRIPCIÓ DE LA LÍNIA

La línia industrial es correspondria amb una planta de fabricació de carrosseries de vehicles on s'ubicarien tot un conjunt d'estacions que realitzarien una tasca determinada sobre la carrosseria.

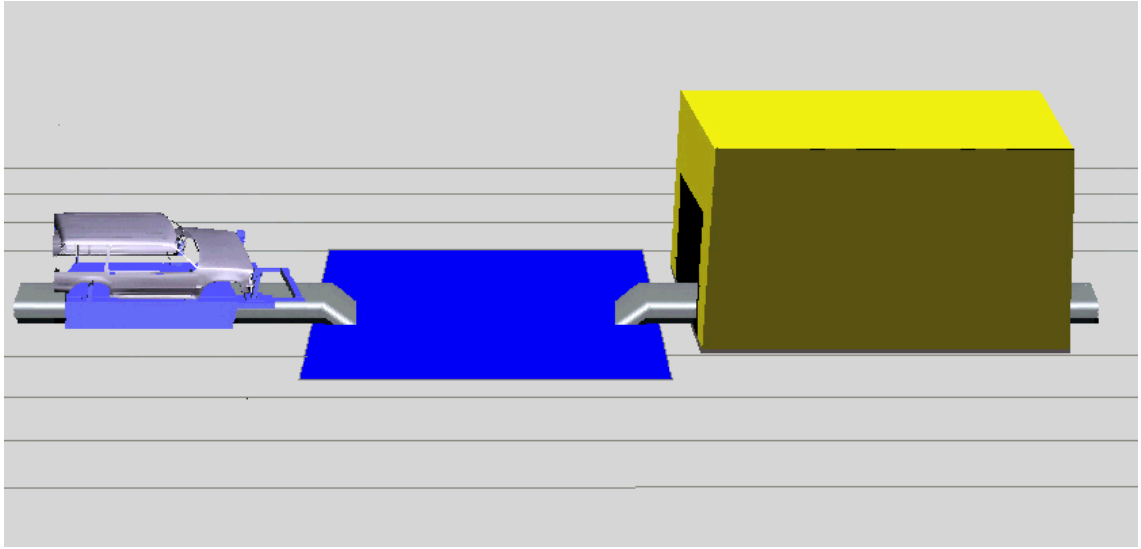
La carrosseria es traslladaria a sobre d'una cadena motoritzada entre les estacions de tal manera que quan totes les estacions han finalitzat la seva tasca aquesta cadena de translació es posa en marxa i desplaça les carrosseries a la següent estació de treball.

La línia des d'un punt de vista funcional se subdivideix en 3 sublínies:

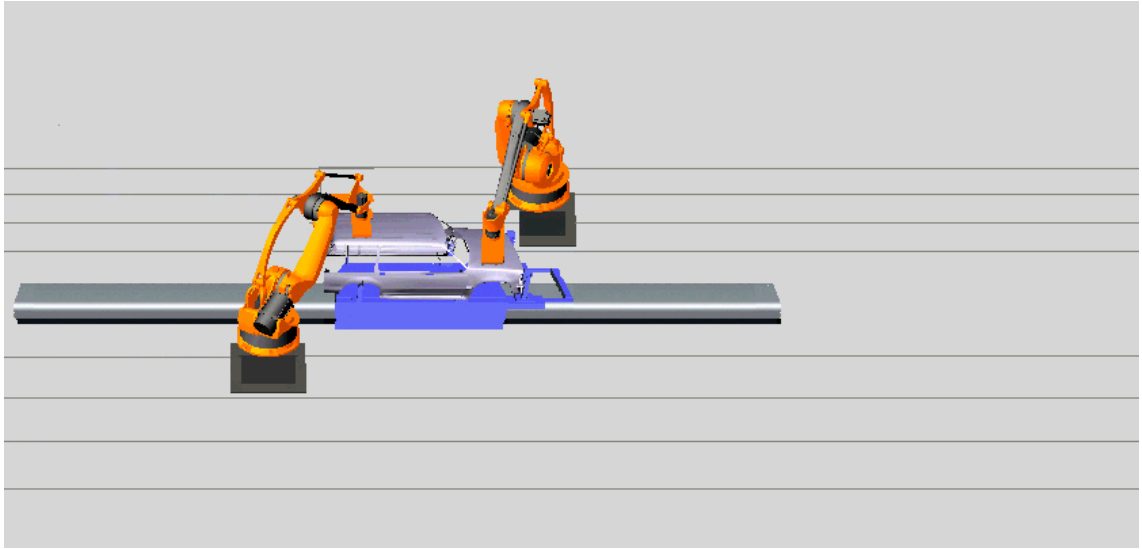
1- La primera sublínia està formada per una estació en la que es realitza sobre una estructura bàsica la ubicació i el soldat de les distintes peces de la carrosseria (a la línia s'introdueix el xasis bàsic d'un vehicle, que normalment s'anomena esquelet mecànic, i s'ubiquen sobre aquest les distintes peces de la carrosseria). Aquesta estació estaria composta per 3 parells de robots, un a cada costat de la línia, de tal manera que el cicle de treball consisteix en què un robot agafa una peça, la situa a sobre del xasis i l'altre robot fa la soldadura. El resultat final del conjunt de les 3 estacions és la realització de la carrosseria del vehicle.



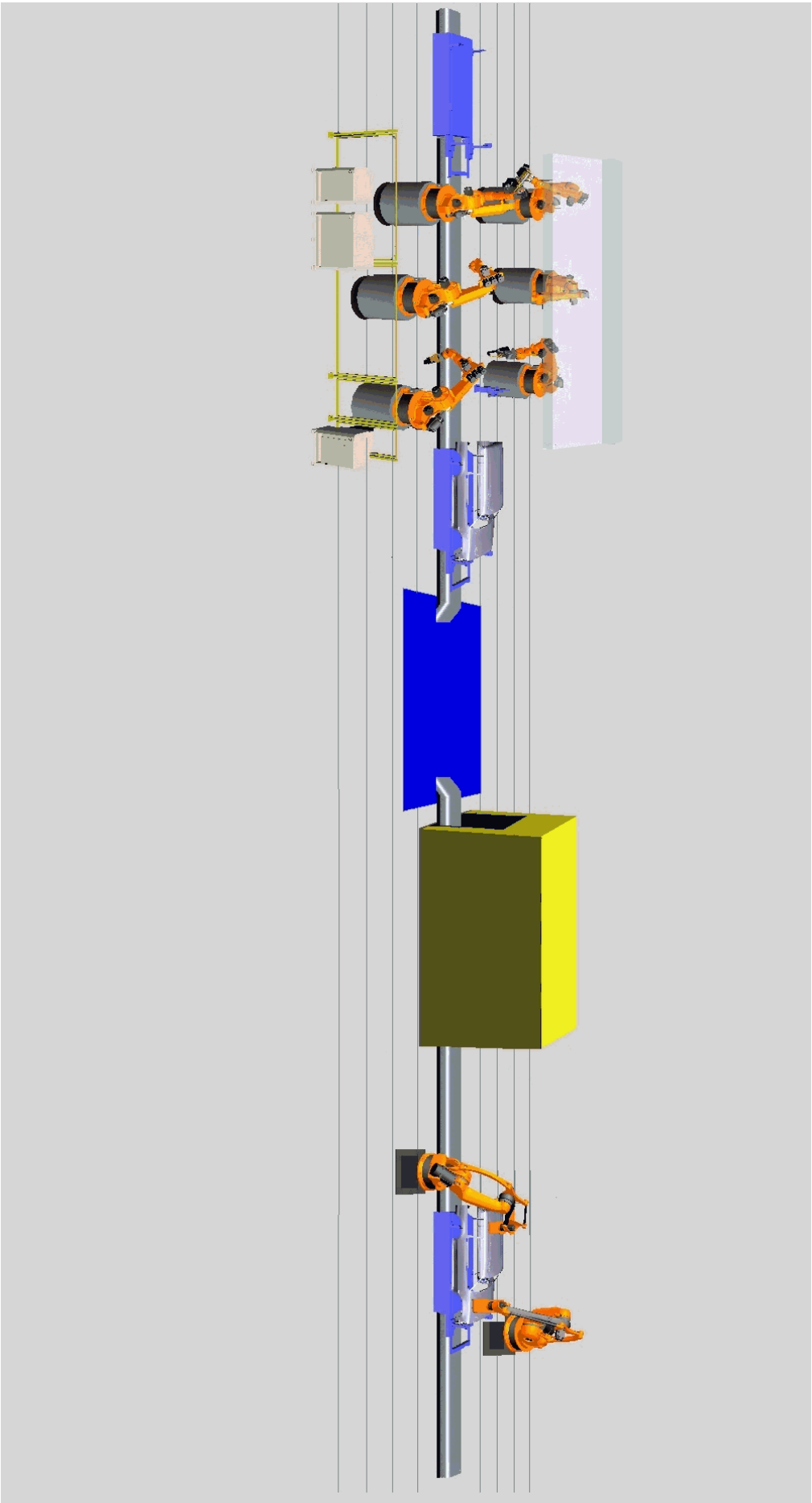
2- La segona sublínia consta de dues estacions en les que es realitza un procés de cataforesis per immersió en banyera. Aquest procés és de tipus químic (és molt freqüent en automoció i es realitza per incrementar la resistència a la corrosió) i consisteix en introduir la carrosseria en un bany d'uns determinats productes químics (àcids i fosfats en dissolució amb aigua destil·lada) i aplicar una determinada intensitat de corrent durant uns segons. La primera estació d'aquesta sublínia estaria formada precisament per aquesta banyera (la carrosseria s'introduiria tal qual en el bany estant-hi durant uns segons), i la segona consistiria en un túnel d'assecat on, a partir d'unes plaques incandescents, es procediria a realitzar l'assecat de la carrosseria.



3- La tercera sublínia consta d'una estació on dos robots procedirien al pintat de la carrosseria. El procés de pintat es realitza amb un equip de difusió a alta pressió ubicat a la pinça de cada robot.



Un esquema global de tota la línia:



Per finalitzar, es tenen que tenir en compte una sèrie d'apreciacions:

- La línia és fictícia, és a dir, no existeix cap línia d'automoció que es correspongui de manera exacta amb la descripció donada, no obstant, aquesta línia és una aproximació bastant fidedigna a les línies d'automoció reals que realitzen processos similars amb la peculiaritat que el nombre d'elements que intervenen és molt major (per exemple no hi ha només 3 robots de soldadura i 3 de manipulació, si no que poden haver-hi desenes). Aquesta simplificació s'ha efectuat a efectes que l'objectiu del present treball no és el disseny d'una línia d'automoció, sinó l'estudi del disseny d'una interfície de control industrial, per la qual cosa ens limitem a presentar un hipotètic entorn (aproximat a la realitat) on hi treballarà aquesta interfície.

- Aquest tipus de línies son molt complexes perquè en aquestes intervenen una gran quantitat d'elements (autòmats, aparamenta, scades, panels d'operador, robots,...) i cadascun d'aquests elements pot representar una interfície de control independent (o interfície de programació), no obstant però, en el present treball ens centrarem en una interfície de control central que serà la que faran servir els operaris.

- Com a resum, la instal·lació estaria composta per 3 sublínies distribuïdes de la següent manera:

  - Sublínia 1: Manipulació i Soldadura.
    Funció: col·locació i soldat dels distints elements del xasis.
    Nombre d'estacions: 1.
    Composició de l'Estació 1: 6 Robots (3 de manipulació i 3 de soldadura).

  - Sublínia 2: Cataforesis i Assecat
    Funció: Immersió de carrosseria en banyera de Cataforesis i Assecat
    Nombre d'estacions: 2
    Composició de l’Estació 1: Banyera de cataforesis per electròlisis.
    Composició de l’Estació 2: Túnel d'assecat per plaques incandescents.

  - Sublínia 3: Pintat
    Funció: Pintat de la Carrosseria.
    Nombre d'estacions: 1
    Composició de l’Estació 1: 2 Robots de pintat per difusió a alta pressió.

1.2 CONTROL DE LÍNIA, DEFINICIÓ DE PARÀMETRES DE FUNCIONAMENT I ALARMES

Un cop definida la línia es pot apreciar tal i com s'ha especificat abans que es tracta d'una línia automatitzada. No obstant, això no implica que els operaris no hagin d'intervenir en ella (si així fos no faria falta cap interfície), sinó que ben al contrari, els operaris tenen que saber posar en marxa i aturar la totalitat de la línia o alguns dels seus components per separat, tenen que saber ajustar i modificar tots els paràmetres físics que incideixen en el procés productiu (per exemple la intensitat de corrent de la soldadura, el temps de cataforesis, etc.), i tenen que saber interpretar de manera correcta les alarmes que es reben de la línia (aquesta pot patir incidències de funcionament, i de fet segur que en patirà varies al dia) i a partir d'aquesta informació tenen que prendre les mesures necessàries per resoldre el problema el més aviat possible (una aturada d'un minut en una línia d'aquestes característiques pot suposar pèrdues per valor de molts milers d'euros). En conclusió, és totalment necessària la presencia d'una interfície entre la màquina i l'operari, de tal manera que la persona o persones encarregades de la línia puguin controlar-la (posar en marxa i aturar-la en la seva totalitat o algunes de les seves parts, parametritzar els seus elements, ajustar els paràmetres de funcionament per obtenir el producte amb la qualitat desitjada, i visualitzar e interpretar correctament els missatges que genera).

La interfície de la línia, des d'un punt de vista general tindrà que presentar 3 funcionalitats bàsiques que seran:

- Control de la línia: Des de la interfície un operari podrà posar-la en funcionament. Igualment podrà posar en marxa només una part d'aquesta (l’estació de la sublínia 1, l’estació de cataforesis de la sublínia 2 o l’estació d'assecat, i l’estació de pintat de la sublínia 3) romanent la resta d'estacions aturades.

- Parametrització funcional de la línia: Des de la interfície l'operari podrà visualitzar i modificar tots els paràmetres funcionals de la línia. Aquests determinaran la qualitat i l'acabat del producte.

- Visualització d'alarmes i avisos: Des de la interfície es té que proporcionar informació de l'estat operatiu en el que es troba la línia i proporcionar informació sobre els avisos i alarmes que es produeixen en aquesta. Aquesta informació té que ser el més clara possible perquè els operaris puguin determinar d'una manera ràpida i clara les actuacions a realitzar per resoldre d'una forma inequívoca les possibles incidències.

Tots aquests punts es desenvoluparan de manera més detallada en els següents apartats.

1.3 TOPOLOGIA I DESCRIPCIÓ TECNOLÒGICA

En el present apartat es mostrarà una breu descripció de l'enginyeria de control necessària per la realització d'aquesta instal·lació. Aquesta visió global pot allunyar-se una mica de l'objectiu d'aquest treball, però un cop descrit el procés industrial i justificada la inserció d'aquesta interfície considero important situar-la des de un punt de vista tecnològic, de tal manera que es pugui tenir una visió global del paper que farà aquest element en el conjunt de la instal·lació.

En tota instal·lació industrial moderna l'element de control central és la PLC (també anomenat autòmat programable). Aquest element consisteix en una CPU programable que té una àrea de memòria de dades i una àrea de memòria de programa: l' àrea de memòria de programa, com el seu nom indica, està destinada a la ubicació d'un programa en codi màquina d'execució cíclica (el programa s'executa indefinidament,), i l' àrea de memòria de dades està destinat a ubicar les dades numèriques o alfanumèriques necessàries pel control del procés. Totes dues zones estan físicament separades i aleshores el seu direccionament intern és distint, i aquesta és una característica que difereix dels pc's domèstics i que proporciona als autòmats d'una major robustesa de funcionament.

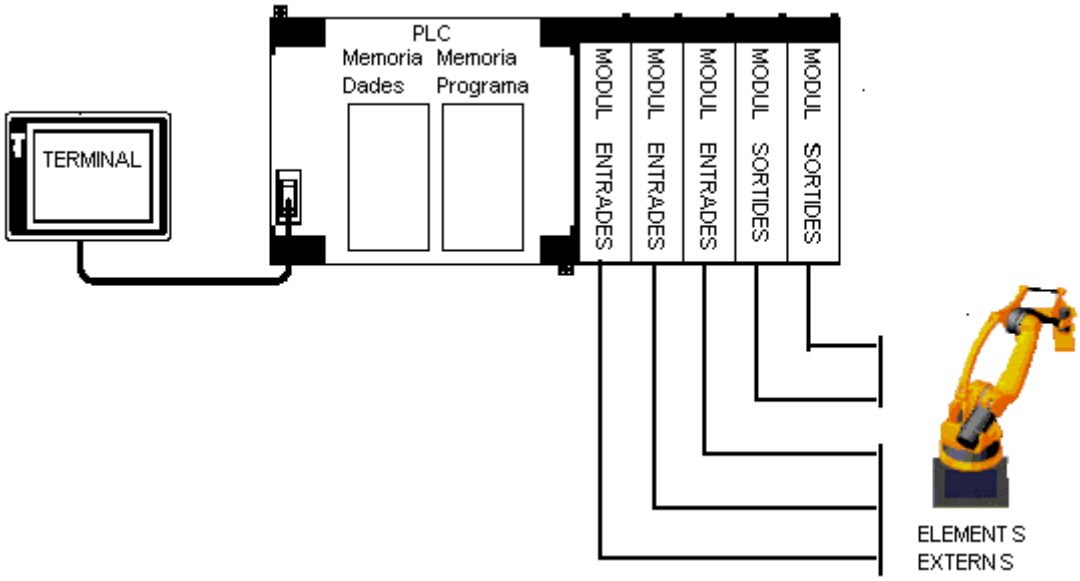
El PLC està adossat a una sèrie de mòduls denominats mòduls de E/S, i d'aquests hi han de 2 tipus: els mòduls d'entrades i els mòduls de sortides. Els mòduls d'entrades tenen la funció de rebre informació (digital o analògica) dels elements que conformen la instal·lació, mentre que els mòduls de sortides tenen la funció de realitzar l'activació dels elements mòbils mitjançant senyals digitals o analògiques. La gestió d'aquests mòduls és una funció de la PLC de tal manera que aquesta coneix en tot moment les senyals d'entrada que es reben des de la instal·lació i a partir d'aquestes pren la decisió d'activar els senyals de sortida per l'execució dels moviments oportuns.

El procés en sí mateix no és molt complicat: la PLC rep els senyals d'entrada de la instal·lació, i a partir d'aquesta informació i pel programa que s'executa pren la decisió d'activar o desactivar els senyals de sortida pertinents que executaran les corresponents accions. Per exemple, en el cas que ens pertoca, la PLC rebria un senyal extern indicant que una carrosseria està preparada per ser treballada i aleshores actuària una sortida que indicaria a un determinat robot que fes un determinat procés (fer una soldadura, o posar una peça, etc.). En resum, podem afirmar que el 'cervell de la instal·lació', és a dir, l'element que pren les decisions, és la PLC.

Els autòmats, a l'igual que els pc's domèstics, també disposen d'una sèrie de ports addicionals (rs-232, ethernet, etc.) als quals s'hi poden afegir distints elements, i un d'aquests elements pot ser per exemple una interfície de control. Mitjançant aquesta interfície es pot tenir un accés de lectura/escriptura a determinades zones de la memòria de dades de la PLC i accés de lectura a les targes d'entrada/sortida, de tal manera que amb la correcta programació d'aquest terminal un operari pot saber perfectament l'estat operatiu en el que es troba la instal·lació i pot realitzar intervencions sobre aquesta.

Tot aquest procés descrit és transparent per l'operari, de tal manera que ell no apreciarà aquests detalls tecnològics, sinó que només apreciarà que rep una informació de la instal·lació, que aquesta informació és correcta (si la programació és correcta), i que les seves actuacions provoquen un efecte sobre determinats elements de la instal·lació.

Tot això s'exposa de manera gràfica en el següent esquema:



Lògicament tot aquest procés és molt més complex que l'explicació anteriorment donada, no obstant per ubicar tecnològicament la interfície és suficient i no són necessàries explicacions mes detallades.

1.4 TIPUS D'INTERFÍCIES

Fins ara s'ha realitzat una descripció de la línia i del procés productiu que s'hi realitza, s'ha justificat la necessitat d'incorporar una interfície i s'ha mostrat una breu descripció de les funcionalitats de control que tenen que presentar aquesta interfície. En aquest apartat es mostrarà des d'un punt de vista tecnològic el tipus d'interfície que es posarà.

En l'actualitat existeixen una amplia gamma d'interfícies industrials, encara que es poden classificar en 3 grans grups:

- Panels d'Operador: Son les més antigues i es componen de grans panels que representen un layout de tota la instal·lació. La informació que es pot direccionar i mostrar està limitada per polsadors i visualitzadors molt bàsics (botons i llums de distints colors) i la quantitat d'informació vindrà determinada pel nombre d'aquests elements, i per aquest motiu, aquestes interfícies ocupen molt espai, son molt cares, estan molt limitades, i les modificacions o ampliacions son molt costoses. Actualment, aquest tipus de panels no es fan servir i els encara existents tendeixen a ser reemplaçats per solucions més modernes.

- Scades: Son les implementades mitjançant un software específic sobre un ordinador (pc o similar). Tendeixen a representar sobre una pantalla d'ordinador (normalment de grans dimensions) distintes finestres en format gràfic en les que un operari pot visualitzar informació de la instal·lació i realitzar un control sobre aquesta. A diferència de les anteriors poden direccionar grans quantitats d'informació (lògicament la potència d'aquestes interfícies vindrà condicionada a la potencia de la màquina en la que està implementada), ocupen molt poc espai, son relativament barates, només estan limitades a la potencia de procés de l'ordinador, i les modificacions o ampliacions son relativament fàcils d'implementar (només s'ha de modificar el software).

  Aquest tipus de solució és molt usada avui en dia, però presenta un inconvenient a tenir en compte i és que com tot software implementat amb un ordinador es troba subjecte al que s'ha vingut en anomenar actualment "la crisis del software", i que consisteix en què qualsevol aplicatiu software s'executa a sobre d'una base que és el sistema operatiu i que actualment es tracta d'una base que experimenta una certa inestabilitat que pot comportar que l'aplicació software o inclús la màquina quedi del tot inoperativa (allò que vulgarment s'anomena "quedar penjat") i que obliga a una reinicialització del sistema. Aquest problema fa que aquesta solució resulti problemàtica en instal·lacions industrials que desenvolupen processos crítics (per exemple processos químics amb risc d'explosió o processos que si tinguessin una aturada accidental, encara que sigui d'uns pocs minuts, repercutirien en fortes pèrdues econòmiques). Aquesta problemàtica s'ha intentat resoldre mitjançant el que s'ha vingut en anomenar pc's industrials que es caracteritzen per tenir una constitució hardware molt robusta amb peces d'alta qualitat i una unitat de procés duplicada, però que no han suposat una solució final per aquesta problemàtica.

- Terminals d'Operador: Es tracta d'una solució típicament industrial i que consisteix en un terminal connectat directament a les unitats de procés de les línies (plc's) i a partir dels quals es pot realitzar el control de la instal·lació i mostrar informació d'aquesta. Es caracteritzen, perquè a diferència dels scades son elements molt rígids i fiables perquè estan fabricats directament amb una electrònica d'estat sòlid que fa que la probabilitat que quedin inoperants sigui molt baixa (s'estima que un terminal d'operador té 1000 vegades menys de possibilitats de "quedar penjat" que un scada). Actualment existeixen al mercat una amplia gamma d'aquest tipus d'elements i comprenen des dels més antics amb només línies de text i diferents polsadors capaços de direccionar una quantitat d'informació molt limitada fins els més moderns consistents en una pantalla TFT tàctil de grans prestacions gràfiques i capaç de direccionar grans quantitats d'informació.

  Els terminals tàctils tenen una funcionalitat i usabilitat semblant als dels scades i a l'igual que aquests es programen amb un software específic, per la qual cosa les modificacions o ampliacions posteriors són relativament fàcils d'implementar. Aquest software incorpora els elements gràfics com polsadors i visualitzadors que es mostraran a la pantalla, així com les distintes accions que realitzaran aquests elements.

D'entre tots els tipus disponibles d'interfícies per la nostra aplicació seleccionarem una d'elevades prestacions consistents en un terminal d'operador del tipus pantalla TFT tàctil. Els motius per realitzar aquesta selecció son els següents:

1. Es tracta d'un terminal gràfic i això fa que la seva funcionalitat i usabilitat per part d'un operari sigui molt major que la que pugui oferir per exemple un terminal format per línies de text.

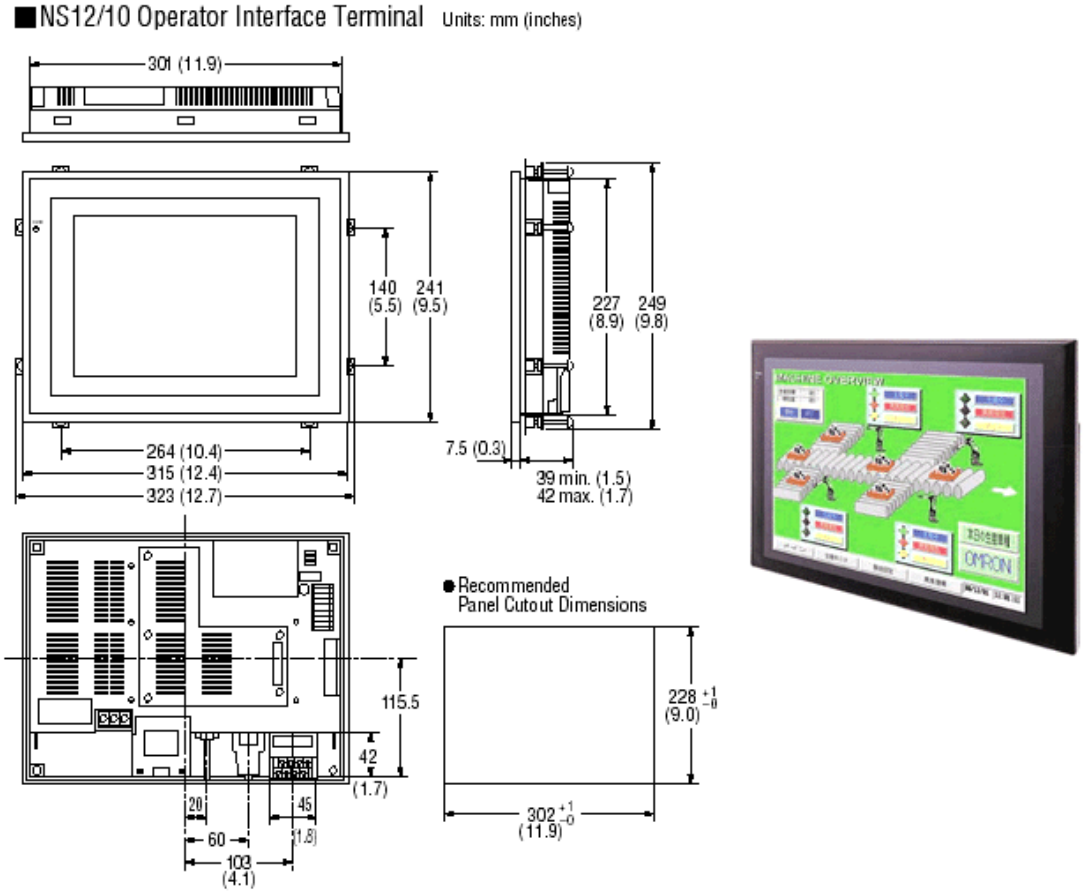
2. L'aplicació industrial proposada és crítica en temps (una petita aturada pot repercutir en grans pèrdues econòmiques), i per això es fa necessari una interfície rígida i fiable.

3. Aquest tipus de terminals pot direccionar una gran quantitat d'informació en un temps molt petit.

4. Com a punt negatiu tindríem el preu d'aquest element, que es pot estimar tranquil·lament en uns 6000 euros, no obstant, tal i com s'ha indicat es tracta d'un element molt mes rígid que un scada, i el seu cost és insignificant comparat amb el cost que pugui ocasionar-se d'una aturada.

En el referent a les característiques concretes del model seleccionat, aquestes s'han extret de la documentació "Automation&Drives" de Omron::

Marca: Omron
Model: NS12-TS01
Pantalla: TFT 256 colors.
Memòria: 4 MB Memòria no Volàtil interna ampliable per tarja externa a 20 MB
Tamany: 315 x 241 x 49 mm
Resolució de Pantalla: 800 x 600 píxels
Nombre de línies: 75
Nombre Màxim d'Elements Gràfics en una Finestra: 1900
Nombre Màxim de Finestres: 4000
Comunicació amb Autòmats: Ethernet del TIPUS 10 Base T.



2. CARACTERITZACIÓ DELS USUARIS

2.1 CARACTERITZACIÓ GENERAL DELS TIPUS D'USUARI I NECESSITAT D'ESTABLIR LES SEVES CARACTERÍSTIQUES. 17

2.2 TEST DE CARACTERITZACIÓ D'USUARIS. 18

2.3 RESULTATS HIPOTETICS DEL TEST I CARACTERITZACIÓ FINAL DELS TIPUS D'USUARI. 20

2.1 CARACTERITZACIÓ GENERAL DELS TIPUS D'USUARI I NECESSITAT D'ESTABLIR LES SEVES CARACTERÍSTIQUES

En aquest tipus d'instal·lacions ens trobarem amb 2 tipus d'usuaris, i aquests són::

- Operaris: És el personal encarregat de treballar normalment amb la instal·lació. Per norma general es tracta d'un tipus de personal amb un nivell cultural mig-baix i amb uns escassos coneixements tecnològics. La funció principal d'aquests treballadors no és la de manejar la interfície gràfica (aquesta seria una tasca secundaria per ells), sinó la de desenvolupar els treballs que li han estat encarregats per obtenir els nivells de producció previstos (per exemple aplicar alguns punts de soldadura en punts específics de la planxa metàl·lica, o alimentar de peces els robots, perquè aquests no s'aturin, o realitzar una manipulació manual concreta en una peça), de tal manera que només farà servir la interfície de manera esporàdica per posar en marxa i aturar la instal·lació o una part d'aquesta, per resoldre incidències i per visualitzar paràmetres.

- Personal de Manteniment: És el personal encarregat de realitzar les intervencions tècniques necessàries per mantenir les maquines operatives. Es tracta d'un tipus de personal amb un nivell cultural mig-alt i amb bastants coneixements tecnològics. A l'igual que els usuaris anteriors la seva funció principal no és la de manejar la interfície sinó que han estat contractats per mantenir la maquinaria en un estat productiu òptim i només faran servir la interfície per parametritzar la màquina o com suport a la seva feina.

Aquesta caracterització del tipus de personal que farà servir la interfície és bastant fidedigna i acostuma a complir-se bastant sovint en les instal·lacions industrials , no obstant convindria realitzar una sèrie de tests que ens aportessin d'una manera imparcial aquestes conclusions.

La correcta caracterització dels usuaris que fan servir la interfície és molt important per definir el seu disseny, ja que aquest es té que realitzar en funció de les habilitats tecnològiques que posseeixi l'usuari. Per exemple una interfície dissenyada per a un enginyer informàtic pot ser molt més complexa que la dissenyada per a una persona que només tingui uns estudis bàsics, ja que en el primer cas ens trobarem un perfil corresponent a una persona que sap manipular perfectament elements de control complexos com caixes de diàleg, menús pop-up, llistes, etc., mentre que en el segon cas ens trobaríem en el cas contrari, és a dir, amb un perfil d'una persona que és bastant probable que no sàpiga manipular amb rapidesa elements de control complexos com els descrits, en canvi segurament si que podrà manipular altres elements més simples com botons o radis de botó ja que l' ús d'aquests elements és bastant intuïtiu i es poden assimilar des d'un punt de vista metafòric a elements no exclusius del mon de la informàtica i de la tecnologia multimèdia en general.

En definitiva, per a realitzar la caracterització de personal sotmetrem a aquest (o en cas que el seu nombre sigui elevat a una part representativa d'aquest) a un test d'usuari que ens indicarà d'una manera imparcial les seves habilitats.

2.2 TEST DE CARACTERITZACIÓ D'USUARIS.

El test que es repartirà entre els treballadors de la línia serà el mateix per a tots (operaris i personal de manteniment), en aquest no tindran que posar el seu nom (serà anònim per a no despertar desconfiances i poder obtenir així unes respostes sinceres), i únicament hauran d'indicar si es tracta d'un operari o un tècnic de manteniment. Les respostes seran molt breus (del tipus SI, NO, A VEGADES, 1 HORA AL DIA, etc.), i el seu temps de realització serà de 20 minuts.

Les preguntes del test son les següents:

1. POSSEEIX ORDINADOR PERSONAL A CASA ? (EN CAS NEGATIU PASSAR A LA PREGUNTA SEGÜENT).

   1.1 DES DE QUAN TÉ ORDINADOR ?

   1.2 BREUS CARACTERÍSTIQUES DE L'ORDINADOR (MODEL DE CPU, MEMÒRIA RAM, DISC DUR I SISTEMA OPERATIU INSTAL·LAT)

   1.3 QUINS TIPUS DE PROGRAMES LI AGRADEN MES (JOCS, PROGRAMES DE GESTIÓ, PROGRAMES DE DISSENY ?

   1.4 HA TINGUT PROBLEMES DE VIRUS? EN CAS AFIRMATIU FACI UNA BREU DESCRIPCIÓ I LA SOLUCIÓ APLICADA.

2. DISPOSA DE CONNEXIÓ A INTERNET ? (EN CAS NEGATIU PASSAR A LA PREGUNTA SEGÜENT)

   2.1 DE QUIN TIPUS DE CONNEXIÓ ES TRACTA ?

   2.2 QUANTES HORES A LA SETMANA ESTÀ CONNECTAT A INTERNET ?

   2.3 QUIN NAVEGADOR FA SERVIR ?

   2.4 QUINES PÀGINES WEB VISITA I AMB QUINA FREQÜÈNCIA?

   2.5 UTILITZA ASSÍDUAMENT EL CORREU ELECTRÒNIC?

3 DISPOSA DE TELÈFON MÒBIL? (EN CASO NEGATIU PASSAR A LA PREGUNTA SEGÜENT).

   3.1 DES DE QUAN TÉ TELÈFON MÒBIL?

   3.2 PER QUÈ EL FA SERVIR (SOLAMENT PER TRUCAR, PER TRUCAR I ESCRIURE MISSATGES, CONNEXIÓ A INTERNET, ETC. ?

   3.3 FACI UNA DESCRIPCIÓ DE LES ACCIONS MÉS USUALS QUE REALITZA AMB EL MÒBIL I LA SEVA FREQÜÈNCIA.

   3.4 TROBA CÒMODE EL SEU US, O BEN AL CONTRARI HO TROBA INCÒMODE?

4 UTILITZA ELS CAIXERS ELECTRÒNICS DELS BANCS ? (EN CASO NEGATIU NO RESPONDRE)

4.1 PER QUÈ ELS FA SERVIR (TREURE DINERS, COMPRAR ENTRADES, FER TRANSFERÈNCIES, ETC.) ?

4.2 TROBA CÒMODE EL SEU US, O BEN AL CONTRARI HO TROBA INCÒMODE?

La justificació del test és la següent:

- A la primera pregunta es tractaria d'avaluar els coneixements informàtics a nivell d'usuari, i en conseqüència el grau de familiaritat amb els entorns gràfics i les interfícies informàtiques.

- A la segona pregunta es tractaria d'avaluar els coneixements de multimèdia.

- A la tercera pregunta se tractaria d'avaluar el grau de destresa en l' ús d'interfícies, ja que el telèfon mòbil és un element de comunicació àmpliament estès en la nostra societat i disposa d'una de les interfícies més complexes.

- A la quarta pregunta es tracta d'avaluar si existeix un coneixement mínim de les interfícies, ja que el caixer automàtic és avui en dia un element molt estès, i que a diferència del telèfon mòbil presenta una de les interfícies tàctils més senzilles.

2.3 RESULTATS HIPOTÈTICS DEL TEST I CARACTERITZACIÓ FINAL DEL TIPUS D'USUARI

Es presenten els resultats del test diferenciant entre operaris i personal de manteniment.

- OPERARIS

- 1ª Pregunta: El 70% no té ordinador, i el 10% té ordinador, però no el fan servir, i el 20% restant el tenen i el fan servir. D'aquest 20 % les respostes van ser:

  • Un 90% té ordinador des de fa mes d'un any.
  • Un 35% té clara la configuració de l'ordinador.
  • Un 70% el fan servir principalment per jugar, un 20% el fan servir per realitzar disseny, i un 10% el fan servir pels aplicatius de gestió.
  • Un 25% han tingut problemes de virus.

- 2ª Pregunta: El 85% no disposen d'Internet, i el 15% restant si. D'aquest 15% les respostes van ser:

  • Un 70% té una connexió per mòdem, Un 20% té ADSL, i un 10% no han aclarit el tipus de connexió.
  • La mitjana d'hores de connexió setmanal és de 12 hores.
  • Un 65% utilitzen Internet Explorer i un 20% Netscape, i la resta no ho sap.
  • Pel que fa a les pàgines web visitades i la seva freqüència, un 60% no va respondre la pregunta, un 20 % va respondre que les pàgines més visitades son les dels videojocs i les de les noticies amb una freqüència de més o menys d'unes dues hores diàries, un 11 % va respondre que només es dedica a navegar sense centrar-se específicament en un tipus de pàgina amb una freqüència d'una hora i mitja diària, i un 9 % va respondre que visita sobretot pàgines de tipus cultural i amb una freqüència de mes o menys una hora diària.
  • Un 55% no utilitza el correu electrònic, un 35% si ho fa servir i un 10% no sap el que es.

- 3ª Pregunta: El 85% tenen telèfon mòbil, i el 15% no. D'aquest 85% les respostes van ser:

  • Un 85% el tenen des de fa més d'un any.
  • Un 60% el fa servir exclusivament per trucades, un 25% també per la missatgeria, i un 15% fa servir mes funcions.
  • Un 45 % no ha respost aquesta pregunta, un 30 % només ha descrit el procés que realitza per fer una trucada, un 20 % també ha descrit el procés per enviar un missatge i el restant 5 % ha descrit funcions més complexes.
  • Un 95% pensa que la interfície és incòmoda i un 5% que és còmoda

- 4ª Pregunta: El 45% utilitzen el caixer automàtic, i el 55% no. D'aquest 45% les respostes van ser:

  • Un 90% el fa servir només per treure diners, i el restant 10% fan servir mes tipus d'operacions.
  • Un 75% el troba molt còmode de fer servir i un 25% el troba incòmode.

- PERSONAL DE MANTENIMENT

- 1ª Pregunta: El 5% no té ordinador, el 3% tenen ordinador, però no el fan servir, i el 92% restant el tenen i el fan servir. D'aquest 92 % les respostes van ser:

  • Un 95% tenen ordinador des de fa més d'un any.
  • Un 85% tenen clara la configuració de l'ordinador.
  • Un 30% el fan servir principalment per a jocs, un 40% el fan servir per desenvolupar disseny, i un 40% el fan servir pels aplicatius de gestió.
  • Un 45% han tingut problemes de virus

- 2ª Pregunta: El 15% no disposen d'Internet, i el 85% restant si. D'aquest 85% les respostes van ser:

  • Un 55% té una connexió per mòdem, i un 45% te ADSL o similar.
  • La mitjana d'hores de connexió setmanal és de 19 hores.
  • Un 65% utilitzen Internet Explorer i un 25% Netscape, i la resta altres navegadors.
  • Pel que fa a les pàgines web visitades i la seva freqüència, un 30% no va respondre la pregunta, un 30% va respondre que les pàgines més visitades son les dels videojocs i les de les notícies amb una freqüència de més o menys unes dues hores i mitja diàries, un 15 % va respondre que només es dedica a navegar sense centrar-se específicament en un tipus de pàgina amb una freqüència d'unes dues hores al dia, i un 25% va respondre que visita sobretot pàgines de tipus cultural i amb una freqüència de mes o menys unes dues hores diàries.
  • Un 15% no fan servir el correu electrònic, i el restant 85% si.

- 3ª Pregunta: El 97% té telèfon mòbil, i el 3% no. D'aquest 97% les respostes van ser:

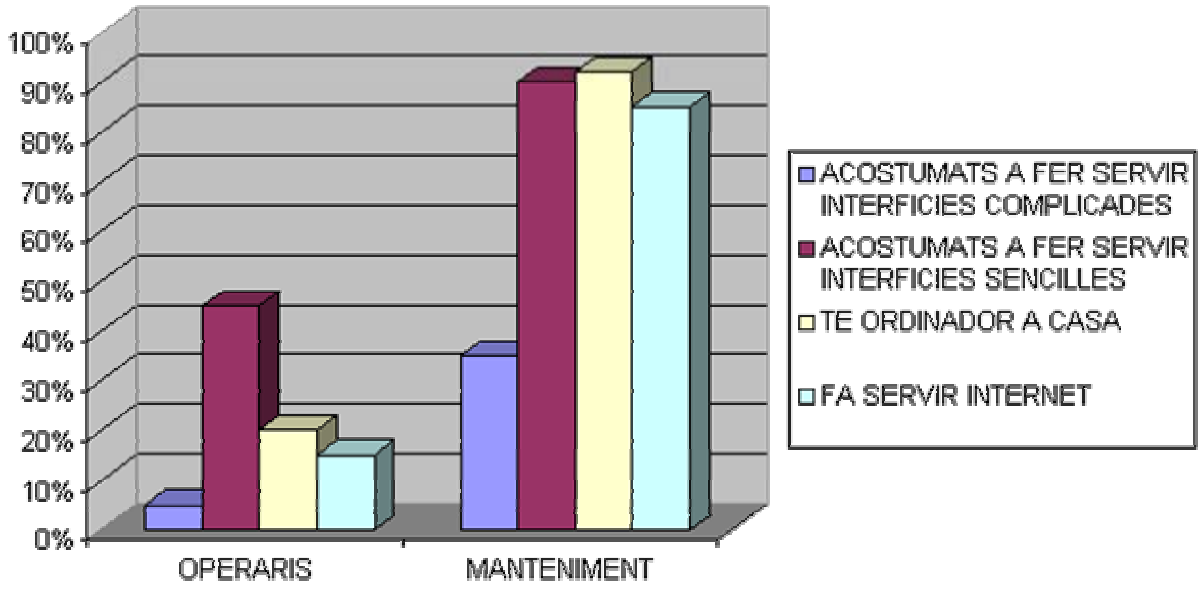
  • Un 95% el tenen des de fa mes d'un any.
  • Un 30% el fa servir exclusivament per fer trucades, un 25% també fa servir la missatgeria, i un 45% fa servir més funcions.
  • Un 25 % no ha respost aquesta pregunta, un 20 % només ha descrit el procés que realitza per fer una trucada, un 35 % també ha descrit el procés per enviar un missatge i el restant 25 % ha descrit funcions més complexes.
  • Un 65% pensa que la interfície és incòmoda i un 35% que és còmoda.

- 4ª Pregunta: El 90% fan servir el caixer automàtic, i el 10% no. D'aquest 90% les respostes van ser:

  • Un 60% el fa servir per treure diners, i el restant 40% fa servir més tipus d'operacions.
  • Un 100% ho troba fàcil de fer servir.

A la vista dels resultats es pot observar com dels operaris només un 5% està acostumat a l' ús d'interfícies amb un grau de dificultat elevada, un 20% té ordinador, un 15% fa servir internet, i un 45% fan servir interfícies tàctils fàcils d'interpretar, amb la qual cosa es dedueix que aquest tipus de personal es correspondria, tal i com s'esperava, amb personal d'un nivell cultural mig-baix, poc habituat a la informàtica i a les interfícies, i amb escassos coneixements tecnològics.

En canvi, pel que fa al personal de manteniment, un 35% estan acostumats a l' ús d'interfícies amb un grau de complexitat alta, un 92% tenen ordinador, un 85% fan servir internet, i un 90% fan servir interfícies tàctils fàcils d'interpretar, amb la qual cosa es dedueix que aquest personal té un grau cultural mig-alt, està acostumat a la informàtica i, en general, a les interfícies, i posseeix uns coneixements tecnològics elevats. En el següent gràfic es pot observar tota aquesta informació:



Lògicament, aquests resultats són ficticis, no obstant a partir de la meva experiència personal considero que són bastant aproximats a la realitat.

Resumim tots aquests resultats en forma de taula:

	PREGUNTA 1		PREGUNTA 2		PREGUNTA 3		PREGUNTA 4	
OPERARIS	70% té ordinador	90% més d'un any	15% té internet	70% mòdem 20% ADSL 10% no sap	85% té mòbil	85% més d'un any	45% fan servir caixer	90% per treure diners 10% més funcions
		35%configuració OK		12 hores setmanals		60% trucades 25% missatges 15% mes funcions		
		70% jugar 20% disseny 10% gestió		65%Explorer 20%Netscape		45% no 30% descripció trucades 20% descripció missatges 5% descripció funcions complexes		25% Incòmode 75% còmode
		25% ha tingut virus		60% no 20% oci 11%navegar 9% cultura				
				35% fa servir correu electr.		95% incòmode 5% còmode		
MANTENIMENT	92% té ordinador	95% més d'un any	85% té internet	55% mòdem 45% ADSL	97% té mòbil	95% més d'un any	90% fan sevir caixer	60% per treure diners 40% més funcions
		85%configuració OK		19 hores setmanals		30% trucades 25% missatges 45% mes funcions		
		30% jugar 40% disseny 40% gestió		65%Explorer 25%Netscape 10% altres		25% no 20% descripció trucada 35% descripció missatges 20% descripció funcions complexes		0% incòmode 100% Còmode
		45% ha tingut virus		30% no 30% oci 15%navegar 25% cultura				
				85% fa sevir correu electr.		65% incòmode 35% còmode		

Pel que fa a la freqüència d’ús de la interfície, tal i com es va indicar a l’inici d'aquest punt els potencials usuaris d'aquesta interfície (operaris i personal de manteniment) no tenen com a principal tasca la seva manipulació, sinó que és tracta d’una eina d'ajuda a la seva feina i la faran servir principalment per: posar en marxa o aturar la instal·lació o parts d'aquesta, per realitzar inicialitzacions de parts mòbils, per realitzar diagnòstics en cas de fallades o en cas que es detecti que la qualitat de la producció no és la desitjada, per realitzar modificacions en els paràmetres de la línia, etc, i això vol dir que la freqüència d'us serà molt variable perquè vindrà donada directament per aquests factors. Per exemple ens podem trobar una jornada de producció en la que tota la maquinaria i tots els processos ha funcionat perfectament, i els operaris només han hagut d'accedir al panel tàctil per posar en marxa la línia al començament de la jornada i aturar-la al final i poca cosa més, i ens podem també trobar el cas contrari, és a dir, que la maquinaria i els processos hagin funcionat amb molts problemes i que tant els operaris com el personal de

manteniment hagin hagut d'accedir molts cops a la interfície per tal d'aturar i parar la instal·lació, per visualitzar alarmes, reconfigurar paràmetres, etc.

Per finalitzar, indicar que és factible realitzar estudis més complexos que el proposat (per exemple amb tests més complexos, o fent una separació dels resultats por categoria professional i edat), però els actuals resultats són suficients per obtenir el perfil de l'usuari de la interfície i per tant suficients per plantejar el disseny dirigit a aquests usuaris.

3. OBJECTIUS DE LA INTERFÍCIE

3.1 OBJECTIUS FUNCIONALS DE LA INTERFÍCIE. 25

3.2 OBJECTIUS DE LA INTERFÍCIE DES DEL PUNT DE VISTA DE LA USABILITAT. CARACTERÍSTIQUES D'USABILITAT. 27

3.1 OBJECTIUS FUNCIONALS DE LA INTERFÍCIE

Tal i com s'ha indicat anteriorment, els objectius funcionals de la interfície es poden agrupar en 3 grans apartats: el control de la línia, la definició dels seus paràmetres funcionals, i la visualització d'alarmes i avisos. En aquest apartat es detallaran cada un d'aquests punts, i finalment es justificarà la necessitat d'establir a la interfície uns nivells d'identificació d'usuari que permetin establir quins tipus d'usuaris poden accedir a unes funcionalitats i quins tipus d'usuari no.

- Control de Línia: Des del terminal un operari pot visualitzar en tot moment l'estat en el qual es troba la línia en global o una part d'aquesta. La instal·lació pot tenir 3 modes

- Mode de Producció: La instal·lació està funcionant amb normalitat.
- Mode Aturat: La línia no està en producció i per tant està aturada. En aquest mode l'operari pot tenir la possibilitat de poder inicialitzar una estació o algunes de les seves parts (aquesta operació consisteix en donar l'ordre als elements mòbils de l'estació que es desplacin fins a una posició d'inici ja coneguda, per exemple en el cas d'un robot consistiria en donar l'ordre al robot que es traslladi fins a una posició d'origen ja predeterminada).
- Mode d'Alarma: La línia sofreix una incidència i aquesta ha de mostrar d'una manera clara i sense ambigüitats una descripció d'aquesta incidència.

  És convenient que l'operari rebi una realimentació que el terminal està en funcionament correcte i que està comunicant amb la PLC (és a dir, que no es troba "penjat"), i una manera molt senzilla d'aconseguir-ho és posar un rellotge digital que marqui l'hora, minut i segon. D'aquesta manera l'operari tindrà una realimentació que la interfície està funcionant.

- Modificar i Visualitzar els Paràmetres Funcionals de la Línia: La línia té una sèrie de paràmetres que a cadascuna de les estacions determinaran el procés físic que realitzen sobre el producte i per tant la seva qualitat. Aquests són:

  Sublínia 1 de Manipulació i Soldadura.

  Estació 1: Robots de Manipulació i Soldadura.

  Paràmetre dels Robots de Soldadura: Intensitat de Corrent de la Soldadura.
  Descripció: És la intensitat de l'arc elèctric de la soldadura i per tant determina de quina manera es realitzarà aquesta. Una intensitat molt baixa donaria com a resultat una soldadura fluixa, i una molt gran podria cremar la xapa.

  Paràmetre dels Robots de Manipulació: Pressió de buit de les pinces.
  Descripció: Determina la quantitat de buit en Quilograms que fan per agafar les peces. Una pressió molt baixa donaria com a resultat que la peça caigués durant el trajecte, i per tant s'ha d'assegurar un mínim.

  Sublínia 2 de Cataforesi i Assecat.

  Estació 1: Cataforesis.

  Paràmetre de la Banyera de Cataforesis: Intensitat de corrent de l'electròlisis.
  Descripció: És la intensitat de corrent electrolítica aplicada a la banyera, una intensitat molt petita o massa gran provocaria un mal acabat de la peça

  Paràmetre de la Banyera de Cataforesis: Temps de corrent de l' electròlisis.
  Descripció: És el temps d'aplicació de la corrent. S'ha d'ajustar correctament per obtenir els resultats desitjats.

Estació 2: Assecat.

Paràmetre de l' Assecat: Temps d'assecat
Descripció: És el temps que la carrosseria està a l'interior del túnel d'assecat. Amb la correcta configuració d'aquest paràmetre s'ha d'assegurar que la peça surti totalment seca, i per tant s'ha de configurar un mínim de temps.

Sublínia 3 de Pintat

Estació 1: Pintat de la Carrosseria.

Paràmetre del Pintat: Pressió de Dosificació
Descripció: És la Pressió amb la que la pintura és dosificada sobre la carrosseria. Una Pressió molt baixa o molt elevada donaria com a resultat un pintat defectuós.

Des de la interfície l'operari podrà visualitzar i modificar tots els paràmetres funcionals de la línia, els quals determinaran la qualitat i l'acabat del producte.

- Visualització d'alarmes i avisos: Qualsevol incidència en la instal·lació té que ser mostrada immediatament en el terminal de manera clara e inequívoca. Aquesta informació té que ser el més clara possible perquè els operaris puguin determinar d'una forma ràpida les actuacions a realitzar per resoldre el problema.

En aquest punt es planteja un problema: pot qualsevol persona modificar tots els paràmetres de configuració d'una manera aleatòria?, evidentment la resposta és negativa, ja que tots aquests paràmetres son claus per fer que el procés productiu funcioni amb èxit i es puguin obtenir les carrosseries amb la qualitat desitjada, i per tant es fa necessari establir uns passwords o contrasenyes, perquè només el personal autoritzat pugui parametritzar la màquina.

A la línia hi hauran 2 categories de personal: l'operari (seria l'encarregat de fer funcionar la màquina), i el personal de manteniment (personal amb una preparació tècnica encarregada de parametritzar i solucionar en darrera instància els problemes de la maquinaria). Lògicament, l'únic personal autoritzat per realitzar el parametritzat de la línia és el de manteniment, ja que coneix millor la màquina des d'un punt de vista tècnic, i per tant seria l'encarregat de disposar d'un nivell d'identificació que li permetria poder modificar aquests paràmetres. Igualment l'operari, encara que no pot modificar aquestes dades si que pot visualitzar-les.

3.2 OBJECTIUS DE LA INTERFÍCIE DES DEL PUNT DE VISTA DE LA USABILITAT. CARACTERÍSTIQUES D'USABILITAT

A l'anterior punt s'ha vist quina funcionalitat de treball ha d' oferir la interfície, i en aquest punt es veurà com ha d'oferir aquesta funcionalitat, és a dir, quins objectius es tenen que aconseguir per considerar que la interfície és usable pel personal que hi treballarà.

Es poden dissenyar moltes interfícies gràfiques que compleixin amb els requisits funcionals anteriorment descrits, però l'objectiu primordial és que l'usuari estigui a gust amb la interfície i que pugui interaccionar amb el sistema d'una manera intuïtiva, segura, eficient i sense complicacions, és a dir, allò que es pretén és realitzar un disseny centrat en l'usuari i que la interfície sigui usable, segura i funcional. Des d'un punt de vista metafòric podem dir que una interfície ben dissenyada és invisible a l'usuari perquè aquest no nota la seva presencia.

Per aconseguir aquest objectiu s'han de definir una sèrie de característiques que tindrà que assolir la interfície, totes aquestes característiques constituirien en si mateix una primera especificació del disseny de la interfície en la que s'ha de tenir molt en compte la caracterització del tipus d'usuari que s'ha obtingut en fer-se els tests d'usuari (punt 2):

1. El tipus d'Interfície a dissenyar serà una interfície gràfica d'usuari o GUI. Aquest tipus d'interfícies son les més presents al mercat i presenten una sèrie de símbols estàndards que son models conceptuals familiars a l'usuari com poden ser els botons. D'aquesta manera també obtindríem una interfície del tipus Wysiwyg.

2. El fet de tenir una GUI com a interfície, implica que es facilitarà a l'usuari la visibilitat de les accions que es puguin realitzar: les pantalles es tenen que dissenyar amb l'objectiu que l'operari pugui fer-se al primer cop de vista un model conceptual de les accions que es poden desenvolupar sobre el sistema i un altre model referent a l'estat en el que es troba aquest sistema (en la seva totalitat o una part).

3. L'objecte d'interacció estàndard que s'implementarà sobre la GUI serà l'element de tipus botó amb un breu camp de text que indicarà d'una forma resumida el tipus d'acció que realitzaria la seva pulsació i una icona descriptiva. He fet servir aquest element per tractar-se del model bàsic mes familiar existent en qualsevol interfície i per estar sempre associat d'una manera pràcticament inconscient a una acció. Aquest element s'haurà de dibuixar, perquè faci un efecte de tipus 3D.

4. A partir de la coloració dels elements gràfics també poden definir-se restriccions que presenta la GUI de tal manera per exemple que aquells botons que estiguin inactius per un divers motiu (per exemple, perquè es vulguin modificar paràmetres funcionals sense haver introduït el password del personal de manteniment) tenen que estar d'un color apagat (per exemple un color grisaci) indicant ja d'una manera intuïtiva la possibilitat de realitzar aquesta acció, però que aquesta possibilitat es troba desactivada.

5. El text descriptiu i la ubicació contextual dels elements d'acció (botons) es té que efectuar de tal manera que l'operari pugui predir en tot moment els efectes que produiria sobre el sistema la seva pulsació, i sense que aquest es trobi amb sorpreses desagradables per la pulsació indeguda d'elements interpretats d'una manera incorrecta.

6. La pulsació d'un botó té que provocar també una realimentació immediata que s'ha produït aquesta pulsació (feedback). Aquesta realimentació pot consistir per exemple en intercanviar el color dels extrems superior i dels extrems laterals, amb la qual cosa s'aconsegueix un efecte de profunditat i ombra donant la sensació que el botó s'enfonsa en el panel e informant a l'usuari que efectivament s'ha realitzat aquesta pulsació i que s'executarà l'acció associada. Aquest efecte té que ser immediat a la pulsació i té que durar el mateix temps que l'usuari mantingui el dit sobre l'element, i lògicament només es té que donar sobre els elements que estiguin actius, mai sobre els inactius. Aquest efecte pot estar acompanyat d'algun tipus de realimentació sonora com pot ser un breu soroll.

7. La informació contextual de l'estat en el que es troba la instal·lació o una part d'aquesta té que mostrar-se d'una forma gràfica i mitjançant una codificació simple de colors mostrar el seu estat. La codificació d'aquests colors té que ser del tipus universal de tal manera que l'operari pugui associar aquest color d'una manera inconscient a un estat concret, i en aquest sentit la codificació seleccionada és la següent: el color verd s'associaria a un estat operatiu correcte, el color vermell a un estat de fallada, i el groc a un estat d'inactivitat, però sense fallada (per exemple si es visualitza un robot, si aquest està de color verd indicaria que està funcionant correctament, si el seu color és vermell vol dir que presenta un problema, i si es visualitza de color groc indicaria que està inactiu, però sense fallada). Totes aquestes codificacions de colors poden anar acompanyades d'una breu descripció textual. Es té que evitar l' ús d'aquests colors en un altre context que no sigui el de mostrar una informació d'estat.

8. Tal i com ja s'ha dit l'element d'interacció estàndard serà el botó, i aquest serà l'únic element que farà servir l'operari, en canvi l'equip de manteniment tindrà que disposar de la possibilitat d'introduir informació numèrica per realitzar el parametritzat de la línia, i aquesta operació es realitzarà mitjançant una petita finestra que en el seu conjunt formarà un element semblant a una simple calculadora formada per 10 botons marcats de 0 al 9 (serien botons que indicarien l'entrada numèrica), i un petit panel de visualització

9. L' aplicació es plantejarà com un conjunt de pantalles interconnectades entre elles, de tal manera que hi hagi una pantalla principal i a partir d'aquesta es pugui accedir a altres pantalles i així de manera consecutiva, de tal manera que s'obtindria una estructura de finestres arborescents. Aquest tipus d'organització seria la típica de tota aplicació interactiva gràfica, i permet poder oferir a l'usuari una amplia gamma de possibilitats sense sobrecarregar d'informació les pantalles, però no obstant pot presentar els següents inconvenients:

   - El fet de disposar d'una estructura arborea pot induir al programador de la interfície a no aprofitar d'una manera convenient les pantalles i a implementar un nombre excessiu d'aquestes, amb la qual cosa l'aplicació obtinguda podria resultar molt densa e incòmoda.
   - Si la profunditat de 'l'arbre de pantalles' és molt elevat també es donaria a l'usuari una sensació d'incomoditat, encara que el nombre de pantalles sigui reduït.
   - Un incorrecte linkatge entre les pantalles pot induir a l'usuari a un treball excessiu per arribar fins a la pantalla que li ofereixi la operativitat desitjada, i aquesta circumstància també provocaria una sensació d'incomoditat en l'usuari i fins i tot aquest podria tenir la sensació de trobar-se 'perdut' en el aplicatiu.

   Amb la finalitat d'evitar aquests problemes el disseny de la interfície haurà de complir un conjunt de requisits que son: la profunditat de l'arbre de pantalles no serà superior a 3, el linkatge entre les pàgines es realitzarà mitjançant botons degudament senyalitzats (per exemple tots aquests botons de linkatge tindran un mateix disseny), i també contindran una breu descripció de la pantalla a la que accedeixen, l'associació entre les distintes pantalles tindrà que seguir una lògica de tal manera que l'operari pugui preveure la funcionalitat de la finestra a la que desitja accedir, i totes les pantalles sense excepció tindran que incloure un botó que permeti accedir a la pantalla o menú principal.

10. La interfície ha d' incorporar algun element que doni una realimentació de operativitat funcional a l'usuari (és a dir, que l'aplicatiu no es troba 'penjat'). Una bona solució seria incorporar en totes les finestres un petit rellotge digital que indiqui l'hora, minut i segons actuals.

11. El temps de resposta de la pantalla davant qualsevol acció (per exemple la pulsació d'un botó) ha de ser ràpid, com màxim de 2 segons, ja que un temps major implicaria una sensació de lentitud en les reaccions.

Aquests serien els requisits funcionals que d'una manera genèrica deuria presentar la interfície, i com es pot veure tot el disseny gira en torn al concepte d'usabilitat. Centrant-nos en aquest terme segons la Organización Internacional per la Estandarización (ISO/IEC 9126) defineix la usabilitat de la seguent manera (informació extreta de http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.html): "La usabilitat es refereix a la capacitat d'un software de ser comprés, aprés, usat i ser atractiu pel usuari, en condicions específiques d'us".

4. ARQUITECTURA DE LA INTERFÍCIE

4.1 MODEL CONCEPTUAL GENÈRIC. 31

4.2 CONTINGUT, DISTRIBUCIÓ E INTERCONNEXIO DE PANTALLES. 33

4.3 ELEMENTS GRÀFICS. 37

4.1 MODEL CONCEPTUAL GENÈRIC

Per tal d'elaborar el disseny gràfic de l'aplicació, primer farem un model conceptual general de tal manera que tindrem una visió genèrica de tota l'aplicació en el seu conjunt, per desprès elaborar d'una manera més concreta el contingut conceptual de cadascuna de les finestres i les seves interrelacions, i finalment s'analitzaran els elements gràfics que conformen aquestes finestres i el seu significat. Com es pot observar, en la realització de l'arquitectura anem de fora cap endins, és a dir, primer analitzem l'aplicatiu "de lluny", i ens anem "apropant" paulatinament a aquest.

En termes generals l'aplicatiu constarà d'una part global formada d'una o unes finestres des de les quals es podran executar funcions que afectin a tota la instal·lació, i després tindrem una sèrie de finestres associades a parts específiques de la instal·lació i des de les quals només es podran executar funcions que afectin a aquestes parts. Concretament tindrem:

- Pantalla/es Genèrica: Aquestes pantalles mostren informació global de tota la instal·lació i ofereixen funcions als usuaris que afecten a la totalitat de la línia, o alternativament a algunes de les seves parts (recordem que la instal·lació es divideix en 3 parts: manipulació i soldat, cataforesis i pintura).

- Pantalles de la subinstal·lació de Muntatge i Soldat de Carrosseries: Aquestes pantalles ofereixen a l'usuari funcions que només afecten a aquesta part

- Pantalles o Finestres de la Subinstal·lació de Cataforesis i Assecat: Aquestes pantalles ofereixen a l'usuari funcions que només afecten a aquesta part.

- Pantalles o Finestres de la Subinstal·lació de Pintura: Aquestes pantalles ofereixen a l'usuari funcions que només afecten a elements de la subinstal·lació de Pintura.

Aquestes pantalles es poden interconnectar de diverses maneres entre sí, però la forma més lògica (i la que qualsevol usuari segons uns criteris de jerarquia s'esperaria d'una manera natural) és que primer es presentés davant l'usuari la pantalla o pantalles genèriques, i que des d'aquestes es pugui accedir a les pantalles més concretes que només interactuen sobre una part de la instal·lació. D'aquesta manera la pantalla o pantalles amb informació genèrica farien la funció de "menú" de la resta.

D'altra banda hi ha una informació molt important que el terminal ha de mostrar contínuament i que son les alarmes i incidències que succeeixen en la instal·lació. Aquesta informació es pot mostrar de dos maneres: en primer lloc de manera continua, és a dir, reservant sempre una part de la pantalla on de manera constant s'actualitza tota la informació referent a les alarmes i incidències (aquesta opció només es podrà fer servir en interfícies gràfiques d'unes dimensions tal que permetin mostrar una gran quantitat d'informació), i una segona manera és tenir una pantalla única (no sempre visible) reservada a la visualització d'aquests events i que és accessible a través d'algun botó o de manera automàtica quan es produeix una alarma. Lògicament l'opció més còmoda i ergonòmica per un eventual usuari és la primera,ja que d'aquesta manera l'usuari no s'ha de preocupar d'anar a cercar la pantalla de les alarmes perquè sempre té aquesta informació disponible independentment del punt del aplicatiu on es trobi; i per tant, i com que el nostre terminal té unes dimensions apreciables, aquesta és l'opció que es farà servir.

Pel que fa als tipus d'usuaris que faran servir l'aplicatiu gràfic hem delimitat dos: els operaris que en general es caracteritzen per tenir un nivell d'habilitat pel que fa a l'ús d'interfícies gràfiques baix, i els tècnics de manteniment que tenen un nivell mig-alt. Les pantalles en principi s'han de dissenyar pensant en l'ús que faran els operaris, ja que aquests seran els que podran tenir més problemes en l'ús de la interfície i també perquè són els encarregats de posar la instal·lació en producció i els que hauran de visualitzar e interpretar en primer termini la informació que mostri el terminal, i per tant els elements gràfics amb les funcions associades i les informacions que es mostrin han de ser fàcilment assimilables per aquest tipus d'usuari. L'única limitació que tenen els operaris, és la reprogramació dels paràmetres de funcionament de la línia, que només podran fer-la els tècnics de manteniment, i per tant els controls associats a aquesta tasca poden ser més sofisticats i oferir major nombre de funcionalitats. D'altra banda

l'aplicatiu també ha d'oferir informació sobre el tipus d'usuari que està fent servir en aquell moment la interfície.

En el nostre aplicatiu hem definit dos tipus d'usuaris (que són els típics de tota instal·lació industrial), però segons el tipus d'instal·lació industrial o el tipus d'aplicatiu que es tracti ens podem trobar amb més tipus d'usuaris amb unes funcionalitats i privilegis definits (per exemple ens podríem trobar amb la figura de l'encarregat que podria desenvolupar totes les funcionalitats dels operaris i a més a més podria tenir definides algunes funcionalitats exclusives com podria ser visualitzar dades de producció com el nombre de peces produïdes en un torn, els minuts que la instal·lació ha estat en funcionament, etc.) . En tot cas el que és important és definir exactament els tipus d'usuaris de la interfície, les seves característiques, el tipus d'interacció que efectuarà amb la interfície, i les seves funcionalitats.

4.2 CONTINGUT, DISTRIBUCIÓ E INTERCONNEXIÓ DE PANTALLES

En aquest apartat definim les pantalles que tindria el nostre aplicatiu, les seves funcionalitats e interconnexions entre elles.

PANTALLA DE PRESENTACIÓ: La primera pantalla que apareix és una pantalla de presentació sense cap tipus de funcionalitat pràctica on només es mostra un text descriptiu de la línia, la referència del tipus de carrosseria que es munta i un botó per accedir a la pantalla següent. Aquesta pantalla només apareix quan arranca el aplicatiu i no torna a aparèixer més.

PANTALLA PRINCIPAL: La següent pantalla seria la pantalla principal del aplicatiu (faria de menú principal) en la que ens trobarem els següents elements:

- En la part de sota se situa un rètol descriptiu de la pantalla, a la part de l'esquerra un gràfic descriptiu del tipus d'usuari que està treballant (operari o manteniment) i en la part de la dreta un rellotge digital que serveix només per indicar que el aplicatiu està en funcionament i no es troba "penjat". Aquests tres elements (rètol descriptiu, tipus d'usuari i rellotge) es trobaran en tota la resta de pantalles i en el mateix lloc, i per tant seran una constant en la resta del aplicatiu.

- Després hi ha un gràfic representatiu de tota la instal·lació on es diferencien de forma molt clara les 3 sublínies que la conformen, aquest gràfic està etiquetat d'una manera descriptiva i el color mateix de l'etiqueta donaria informació a l'usuari de l'estat en què es troba aquesta part de la instal·lació de tal manera que el color verd indicaria que aquesta part es troba en funcionament i sense alarmes, un color groc indicaria que es troba aturada, però sense alarmes, i un color vermell indicaria que es troba aturada i amb alarma. Aquesta assignació de colors i el seu significat es correspondria amb la nostra percepció natural i social on el verd es tradueix associat a un estat de funcionament correcte, el vermell a un estat de defecte o de perill, i el groc a un estat intermig de transició. Aquesta mateixa filosofia es farà servir en la resta de pantalles de tal manera que tots els elements que mostrin una informació de color verd indicarien un estat de funcionament correcte (que no hi ha cap problema amb aquest element), i per contra els que presentin un color vermell indicarien un estat d'error o de fallada.

- En la part inferior de la pantalla trobarem un panel en el que es visualitzaran totes les alarmes de la instal·lació. Aquest panel serà comú a totes les pantalles de manera que l'usuari tindrà aquesta informació disponible independentment de la pantalla en la que estigui situat. Els missatges de les alarmes han de ser suficientment descriptius de la incidència que estan assenyalant sense que es doni lloc a malinterpretacions.

La funcionalitat que oferirà a l'usuari aquesta pantalla serà la de posar en funcionament o parar tota la línia, o be cada una de les seves 3 parts de manera independent. També oferirà una altra funcionalitat que consisteix en inicialitzar les estacions on hi ha elements mòbils o robots (estació de muntatge i soldat, i pintura) de tal manera que els robots farien un "test" intern i després es desplaçarien fins a una posició coneguda. Aquesta funcionalitat és interessant quan algun d'aquests elements mòbils té una fallada degut a un event momentani (com pot ser per exemple una sobrecarrega de tensió en algun dels motors) i l'estació conseqüentment s'atura i entra en error indicant la corresponent alarma, aleshores, si l'operari prem el botó d'inicialitzar, l'element mòbil farà un test intern per verificar si està en condicions de moure's i si és així es desplaçarà fins a una posició coneguda i en condicions per tornar a la producció. Totes aquestes funcionalitats s'oferiran a través d'elements gràfics del tipus botó.

PANTALLES DE SUBLÍNIES: Des de la pantalla principal es poden accedir a tres pantalles més on es mostra més en detall l'estat en què es troben respectivament els elements de les 3 línies que configuren la instal·lació. Aquestes pantalles son:

- En primer lloc tindríem la pantalla de muntatge i soldadura de les carrosseries on es mostraria informació genèrica sobre l'estat en que es troben els 6 robots (3 de muntatge i 3 de soldadura). La informació que es mostraria en aquesta pantalla sobre cada robot seria:

  - Estat general del Robot: cada robot es troba etiquetat amb un rètol que pot estar de color verd, groc o vermell segons l'estat en què es trobi.
  - Mecànica del Robot: s'indica si aquesta és correcta o no. Si no és correcte vol dir que el robot ha patit una col·lisió.
  - Amperatge dels motors dels robots: s'indica si el consum de corrent elèctric és correcte.
  - Temperatura dels motors dels robots: s'indica si la temperatura dels motors del robot és correcte, si és així vol dir que no hi ha sobreescalfament.
  - Valor de la pressió de buit de la pinça en els robots de manipulació i valor de l'amperatge de l'arc elèctric en els robots de soldadura: són paràmetres de funcionament dels robots (la pressió de buit pels robots de manipulació i l'amperatge de l'arc de soldadura pels robots de soldat).
  - Inicialització de cada robot de manera independent: L'usuari té la possibilitat d'inicialitzar cada robot de manera independent).

  Des d'aquesta mateixa pantalla es pot accedir a 6 pantalles més (una per robot) on es pot observar amb més detall l'estat en què es troba el robot i tota la informació anterior de forma ampliada i particularitzada a aquest robot. Des d'aquestes pantalles el personal de manteniment tindria la possibilitat d'efectuar les modificacions oportunes en els paràmetres. Aquestes pantalles estan interconnectades de manera que es pot "navegar" entre elles, i es pot accedir des d'aquestes directament a la pantalla principal.

- En segon lloc tenim la pantalla de cataforesis on es mostraria informació sobre els processos de cataforesis i assecat que es duen a terme en la instal·lació. Aquests dos processos son del tipus fisicoquímic, i en conseqüència, es representen amb un layout en el que s'identifiquen els seus components i les magnituds físiques i químiques que es mesuren o que s'han de controlar.

  Els elements que ens trobem en el layout de cataforesis i la informació que contenen son:

  - El dipòsit d'immersió (és la mateixa banyera de cataforesis la qual contindrà una barreja d'aigua destil·lada, àcids i fosfats): Es mostra el nivell d'aquest dipòsit on un 100% es correspondria amb un dipòsit ple i un 0% amb un dipòsit buit. També es mostra un paràmetre que és el nivell mínim d'aquest dipòsit i que indica el nivell mínim que pot tenir el dipòsit per a que el procés es realitzi correctament, per sota d'aquest nivell l'estació entraria en alarma.
  - El dipòsit d'àcid (conté tots els àcids que s'han d'injectar en la banyera de cataforesis): Es visualitza el tant per cent d'àcids que hi ha al dipòsit sobre la massa total de l'aigua destil·lada, i dos paràmetres que son els nivells mínims i màxims de percentatge d'àcids que ha d'haver al dipòsit per assegurar la qualitat del procés. Si el percentatge d'àcids se situa fora d'aquests límits l'estació entra en alarma.
  - El dipòsit de fosfats (conté els fosfats que s'han d'usar en el procés): A l'igual que abans es visualitza el tant per cent de fosfats que hi ha al dipòsit sobre la massa total de l'aigua destil·lada, i dos paràmetres que son els nivells mínims i màxims de percentatge de fosfats que han d'haver per assegurar la qualitat del procés. Si el percentatge de fosfats se situa fora d'aquests límits l'estació entra en alarma.
  - La bomba d'aigua (ha de bombejar aigua destil·lada al dipòsit): Es visualitza si està connectada només com a informació
  - L'armari elèctric (ha de controlar el nivell de corrent elèctric que s'aplica en el dipòsit en el procés d'electròlisi): Es visualitza si es troba o no funcionant correctament.
  - Els elèctrodes (s'encarreguen de distribuir el corrent elèctric dins el dipòsit): L'amperatge o corrent elèctric que s'ha d'aplicar en el procés d'electròlisis és un paràmetre que també es visualitza, així com el valor del temps que actua aquest amperatge.

  Des d'aquesta mateixa pantalla es pot accedir a una altra pantalla on es pot observar amb més detall l'estat en què es troba tota aquesta part de la instal·lació, i on el personal de manteniment tindria la possibilitat de modificar els paràmetres. Des d'aquesta pantalla es pot accedir directament a la pantalla principal.

Els elements que ens trobem en el layout d'assecat son:

- Les plaques de Calor (serien resistències elèctriques situades a l'interior del túnel i que fan l'escalfament): El layout ens mostraria la temperatura que hi ha dins el túnel i dos paràmetres que son la temperatura mínima i màxima que pot haver-hi dins el túnel per a qué l'assecat es realitzi correctament, fora d'aquests límits l'estació entraria en alarma. També hi ha un altre paràmetre que és el temps que la carrosseria ha d'estar dins el túnel d'assecat.
- Sensor de temperatura (fa la lectura de la temperatura de l'interior del túnel): Es visualitza si el sensor està funcionant correctament.
- Armari Elèctric (proporciona la potencia necessària per alimentar elèctricament les plaques de calor) : Es visualitza si es troba o no funcionant correctament.
- El Controlador de temperatura (rep el senyal del sensor de temperatura i pren la decisió d'engegar o no les plaques de calor): Es visualitza si es troba o no funcionant correctament.

De la mateixa manera que abans, des d'aquesta mateixa pantalla es pot accedir a una altra pantalla on es pot observar amb més detall l'estat en què es troba tota aquesta part de la instal·lació, i on el personal de manteniment tindria la possibilitat de modificar els paràmetres. Des d'aquesta pantalla es pot accedir directament a la pantalla principal.

- En tercer i últim lloc tenim la pantalla dels dos robots de pintura. Aquesta és molt semblant a la dels robots de la sublínia 1, i a l'igual que abans es mostraria informació genèrica sobre l'estat en què es troben aquests 2 robots. La informació que es mostraria en aquesta pantalla seria:

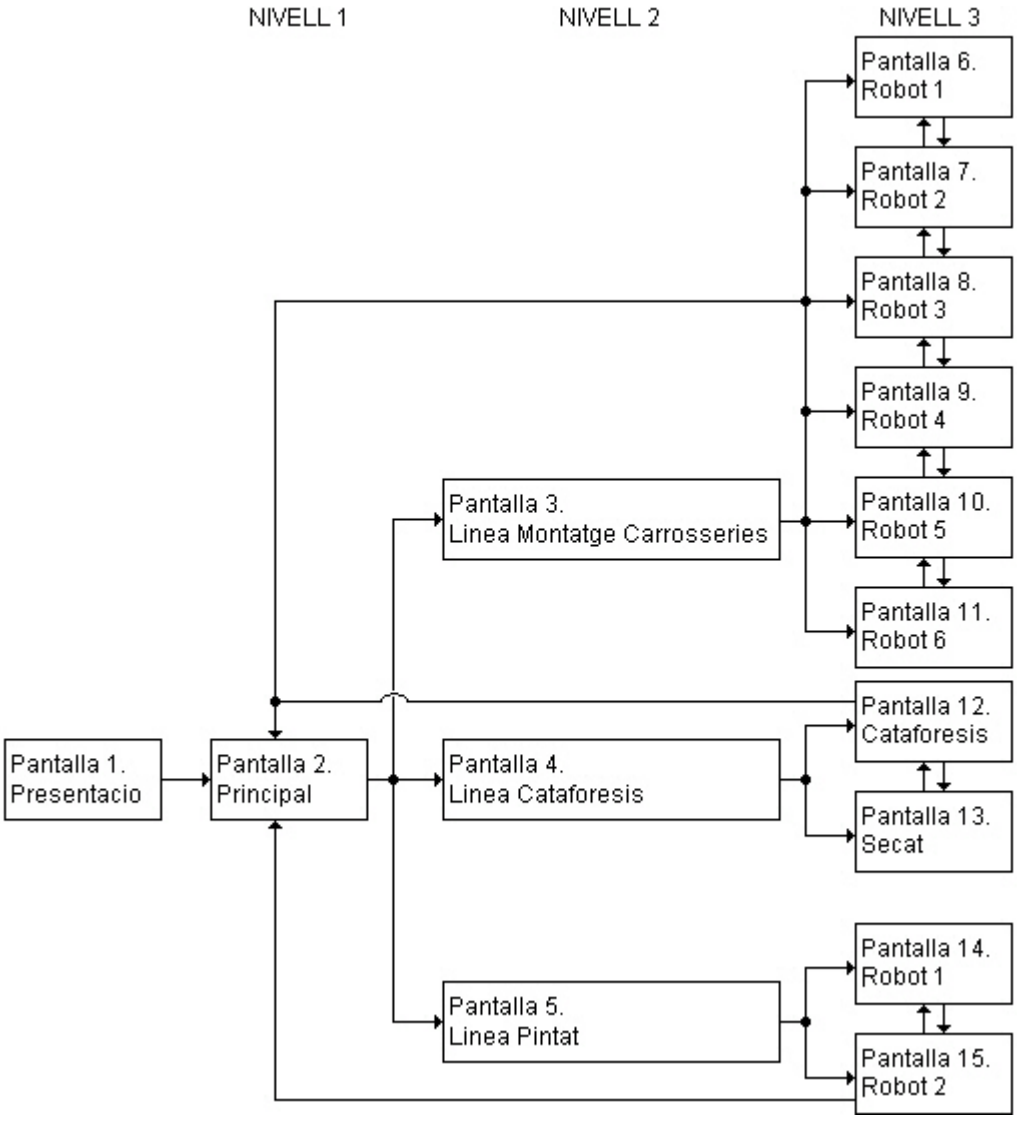
  - Estat general del Robot: a l'igual que abans cada robot es troba etiquetat amb un rètol que pot estar de color verd, groc o vermell segons l'estat en què es trobi.
  - Mecànica del Robot: s'indica si aquesta és correcta o no.
  - Amperatge dels motors dels robots: s'indica si el consum de corrent elèctric és correcte.
  - Temperatura dels motors dels robots: s'indica si el seu valor és correcte.
  - Valor de la pressió de pintat: és un paràmetre de funcionament del robot que indica la pressió amb la que es realitza la difusió de la pintura.
  - Inicialització de cada robot de manera independent: L'usuari té la possibilitat d'inicialitzar cada robot).

  Des d'aquesta mateixa pantalla es pot accedir a 2 pantalles més (una per robot) on es pot observar amb més detall l'estat en què es troba el robot i tota la informació anterior de forma ampliada i particularitzada. Des d'aquestes pantalles el personal de manteniment tindria la possibilitat d'efectuar les modificacions oportunes en els paràmetres.

Tota aquesta arquitectura es tornarà a mostrar en l'apartat 5 (prototipus de la interfície) però d'una manera gràfica, és a dir, mostrant els gràfics de les pantalles i situant-hi tots aquests elements en el que seria la presentació d'un primer prototipus de la interfície d'exemple. Torno a insistir que l'objectiu principal d'aquest treball no és desenvolupar concretament aquesta interfície sinó presentar unes pautes pel que fa al disseny d'interfícies gràfiques industrials agafant aquest aplicatiu com un petit exemple.

Pel que fa a la interconnexió entre les pantalles, per tal de poder situar-les d'una manera coherent podem establir 3 nivells en l'arbre de pantalles: tindríem un nivell 1 on només estaria la pantalla principal, un nivell 2 on serien les pantalles específiques de cada una de les 3 línies, i un nivell 3 on serien representades totes les pantalles amb detalls concrets de les 3 línies i on l'usuari de manteniment pot fer les parametritzacions.

La distribució e interconnexió entre les pantalles de la interfície es mostra en el següent esquema


NIVELL 1
NIVELL 2
NIVELL 3
Pantalla 1. Presentacio
Pantalla 2. Principal
Pantalla 3. Linea Montatge Carrosseries
Pantalla 4. Linea Cataforesis
Pantalla 5. Linea Pintat
Pantalla 6. Robot 1
Pantalla 7. Robot 2
Pantalla 8. Robot 3
Pantalla 9. Robot 4
Pantalla 10. Robot 5
Pantalla 11. Robot 6
Pantalla 12. Cataforesis
Pantalla 13. Secat
Pantalla 14. Robot 1
Pantalla 15. Robot 2

4.3 ELEMENTS GRÀFICS

L'aplicatiu implementarà lògicament una sèrie d'elements gràfics per mitjà dels quals l'usuari podrà rebre informació i podrà interaccionar amb la instal·lació. Aquests elements, han de tenir en la mida del possible un comportament natural de tal manera que l'operari pugui predir el seu funcionament i pugui interpretar la informació sense dubtes. També s'ha de procurar estandarditzar l'ús d'aquests elements en totes les pantalles de tal manera que quan es vol mostrar una informació o es vol oferir una determinada funcionalitat això es faci d'una manera estàndard en totes les pantalles i l'esforç d'aprenentatge en l' ús de la interfície per part d'un usuari sigui mínim (per exemple si es vol indicar que una determinada informació es correspon amb un paràmetre de línia que pot ser modificat pel personal de manteniment, aleshores mostrem aquesta informació en un format que es repetirà per tots els paràmetres modificables en totes les pantalles).

Els elements gràfics que ens trobem son els següents:

- Rellotge: És un element que es troba en totes les pantalles i que només serveix per indicar que l'aplicatiu està en funcionament.

- Identificador d' usuari: És un element que es troba en totes les pantalles i que mostra el tipus d'usuari que en aquest moment està fent servir el terminal.

- Botons: Son els elements d'interacció més empleats en l'aplicació i tenen de manera clara un mapatge natural ja que pràcticament qualsevol usuari (ja sigui operari o de manteniment) assignarà la seva pulsació a una determinada acció que està especificada al títol del propi botó (s'ha de procurar que aquest títol sigui el més descriptiu possible, encara que la seva implementació vindrà delimitada per l'espai disponible) . Els botons es troben en totes les pantalles i es fan servir per interactuar amb la instal·lació i per moure's entre les diverses pantalles.

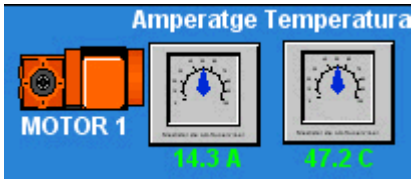
  Per descriure d'una manera més eficient la funció efectuada pel botó a part d'una etiqueta descriptiva s'ha incorporat a cada botó una icona que representi de manera simbòlica l'acció que efectua. D'aquesta manera és més fàcil deduir d'una manera natural i sense haver de recórrer a la "prova-error" la funció de cada un d'aquests elements a cada pantalla.

  El botó pot tenir 2 estats: activat i desactivat. En el primer cas el títol es reflecteix amb un color no grisaci, i en el segon cas es descriu amb un color grisaci més clar que el propi color del botó. Es fan servir aquests colors, perquè d'aquesta manera la sensació psicològica que dona el botó desactivat és la d'inactivitat, i per tant dóna a l'usuari un mapatge natural en el que li indica que encara que existeix aquesta funcionalitat, aquesta es troba en aquest moment inactiva.

Botó Activat i
Botó Desactivat

- Valors Visualitzats: La interfície ens dóna una informació referent a valors mesurats amb les seves unitats físiques (per exemple el nivell del dipòsit de cataforesis en tant per cent, o la temperatura del túnel d'assecat en graus centígrads, etc) i de l'estat en què es troben diversos elements (serien dades del tipus OK o NO OK per indicar respectivament si està correcte o no, o bé del tipus ON OFF per indicar si l' element està actiu o no). Aquests són valors que no es poden modificar donat que es refereixen a una mesura física instantània realitzada d'un element físic situat a la instal·lació.

  Els valors visualitzats constaran d'un títol de color blanc que descriu el significat de la dada que es visualitza i el propi valor en si, el qual podrà ser de color verd si es tracta d'una dada que indica un valor correcte en el procés que descriu, en vermell en cas que indiqui una fallada, o en blanc si només es tracta d'una dada merament informativa (lògicament si la dada visualitzada és del tipus OK, aquesta sempre serà de color verd, i si és NO OK sempre serà de color vermell).



- Panels Informatius: Son elements que compleixen la mateixa funció que els valors visualitzats i que tenen les mateixes prescripcions, l' única diferencia estribaría en què, en aquest cas, la informació es mostra d'una manera més gràfica (en forma de anell de control o de tub), i aquesta informació només pot ser de tipus numèrica.

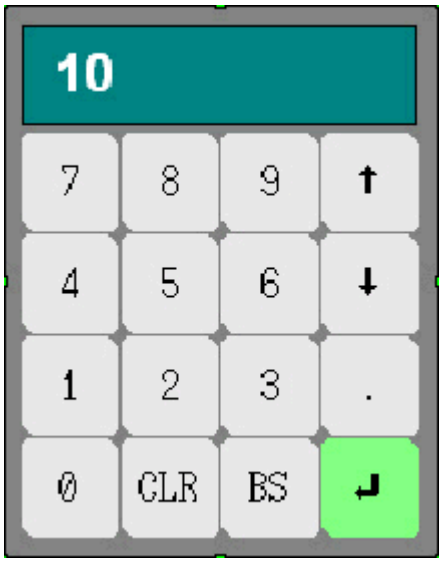
  A l'igual que abans una dada de color verd indicaria un valor correcte en el procés visualitzat i una de color vermell tot el contrari.

- Paràmetres: Els paràmetres tal i com ja s'ha dit abans son dades de control que poden ser modificades pel personal de manteniment. Aquestes dades son les següents:

  - Línia de Muntatge i Soldadura: Pressió de buit dels robots de manipulació i amperatge de l'arc de soldadura en els robots de soldadura.
  - Línia de Cataforesis i Assecat: A la línia de Cataforesis tenim el nivell mínim del dipòsit de cataforesis, màxims i mínims dels percentatges d'àcids i fosfats en el dipòsit, amperatge i temps d'actuació d'aquest. A la línia d'assecat tenim el mínim i màxim de temperatura del túnel i el temps d'assecat.
  - Línia de Pintat: Pressió de pintat dels dos robots de pintat.

  Per tal de distingir bé aquestes dades, tindran un format propi consistent en un text descriptiu de color blanc, un marc amb forma de panel dintre del qual estarà el valor actual de la dada parametitzable (aquesta estarà de color groc), i al costat d'aquest marc haurà un botó que servirà per poder-la modificar. Lògicament la modificació només podrà ser efectuada pel personal autoritzat.

- Teclats: Els teclats son el panel de dades que farà servir el personal de manteniment per modificar un paràmetre. Consta de diversos elements que es detallen a continuació.



  - Tecles Numèriques: Serveixen per introduir la dada en qüestió.
  - Tecla Enter (de color verd): Serveix per validar la dada introduïda. Si aquesta dada és impossible, aleshores no es carrega i es visualitza un missatge d'error en el mateix display de la dada. Si la dada es valida es carrega i es tanca el teclat.
  - Tecla . (punt): Serveix per introduir els decimals com es faria en una calculadora qualsevol.
  - Tecles de Moviment (↑, o ↓): serveix per moure el cursor del dígit endavant i endarrere.
  - Tecla CLR: Serveix per esborrar la dada introduïda.
  - Tecla BS: Tanca el teclat sense validar la dada.

- Panel d'alarmes: Se situa en la part inferior de totes les pantalles, i en aquest es visualitzen totes les alarmes que estan activés a la instal·lació. Cada alarma està numerada per mostrar el seu ordre d'aparició i les tecles ↑ i ↓ serveixen per moure's entre aquestes.

- Altres elements Gràfics: Al llarg de l'aplicació ens trobem amb altres elements gràfics com poden ser títols, layouts, gràfics de robots, etc. que tenen la finalitat de mostrar al usuari un aspecte gràfic agradable del aplicatiu al mateix temps que entenedor pel que fa a la informació i a la situació de la instal·lació i de les seves parts.

5. PROTOTIPUS DE LA INTERFÍCIE

5.1 PANTALLA PRINCIPAL. 41

5.2 PANTALLES DE LA LÍNIA DE MONTATGE I SOLDADURA. 43

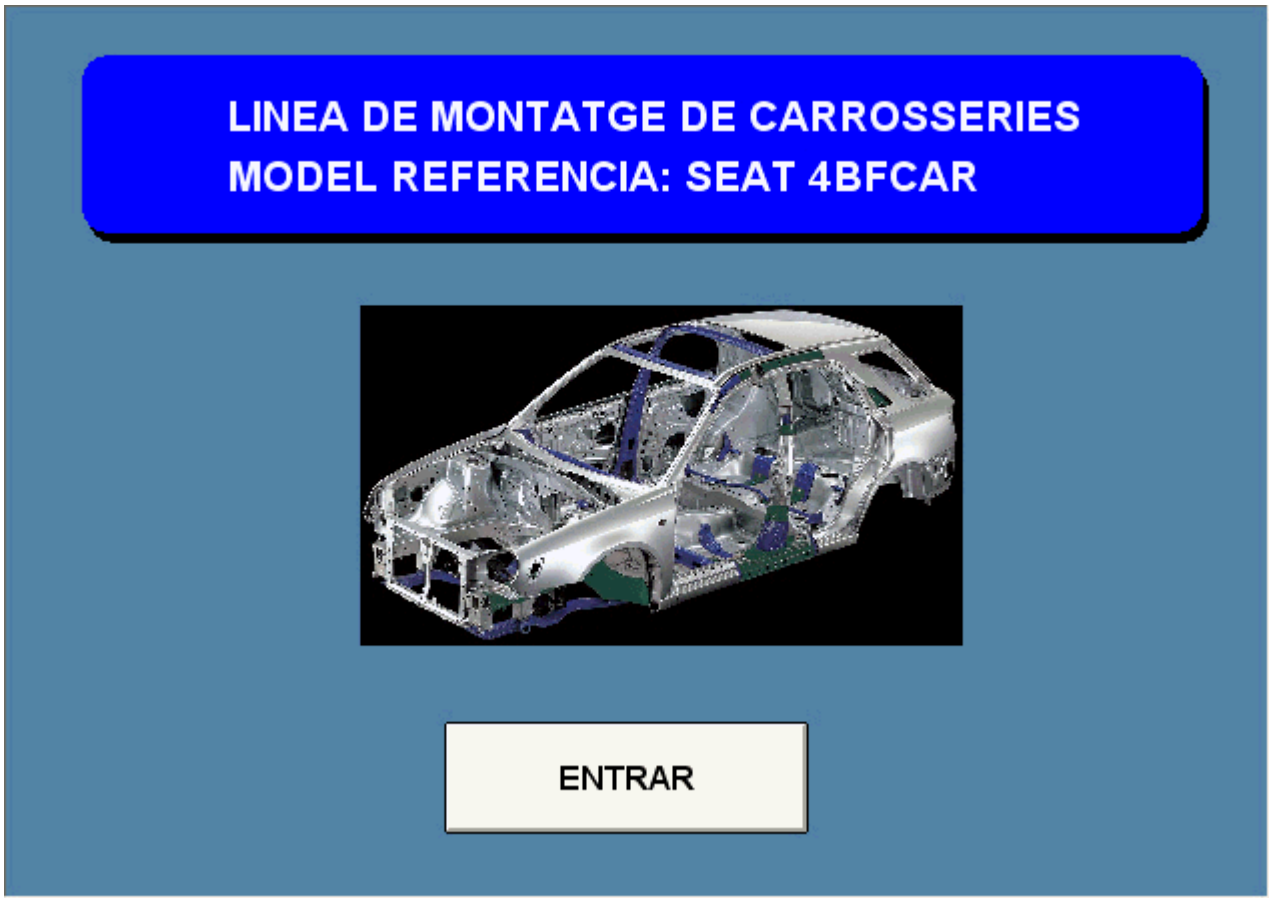
5.3 PANTALLES DE LA LÍNIA DE CATAFORESIS. 46

5.4 PANTALLES DE LA LÍNIA DE PINTAT. 49

5.5 PANTALLES DE CANVI D'USUARI. 51

5.1 PANTALLA PRINCIPAL

En aquest apartat presentarem com exemple un prototipus d'interfície funcional que recopila tota la informació que s'ha presentat fins ara. El primer que es troba l'usuari quan engega l'aplicació (l'usuari quan arriba a la línia es troba tot desconnectat i el primer que fa és engegar la línia arrancant totes les aplicacions) és una pantalla de presentació que mostra un títol amb la descripció del aplicatiu, la referència de la carrosseria que munta la línia, i una fotografia d'aquesta carrosseria. L'objectiu d'aquesta pantalla és de donar la benvinguda a l'usuari, però en cap cas té una finalitat funcional.



Aquesta pantalla de presentació només es mostrarà al començament de l'execució del aplicatiu i no tornarà a aparèixer. L'usuari prem el botó d'ENTRAR (és l' únic que hi ha) i passa a la pantalla principal.

Un cop estem a la pantalla principal podem distingir clarament els següents elements:

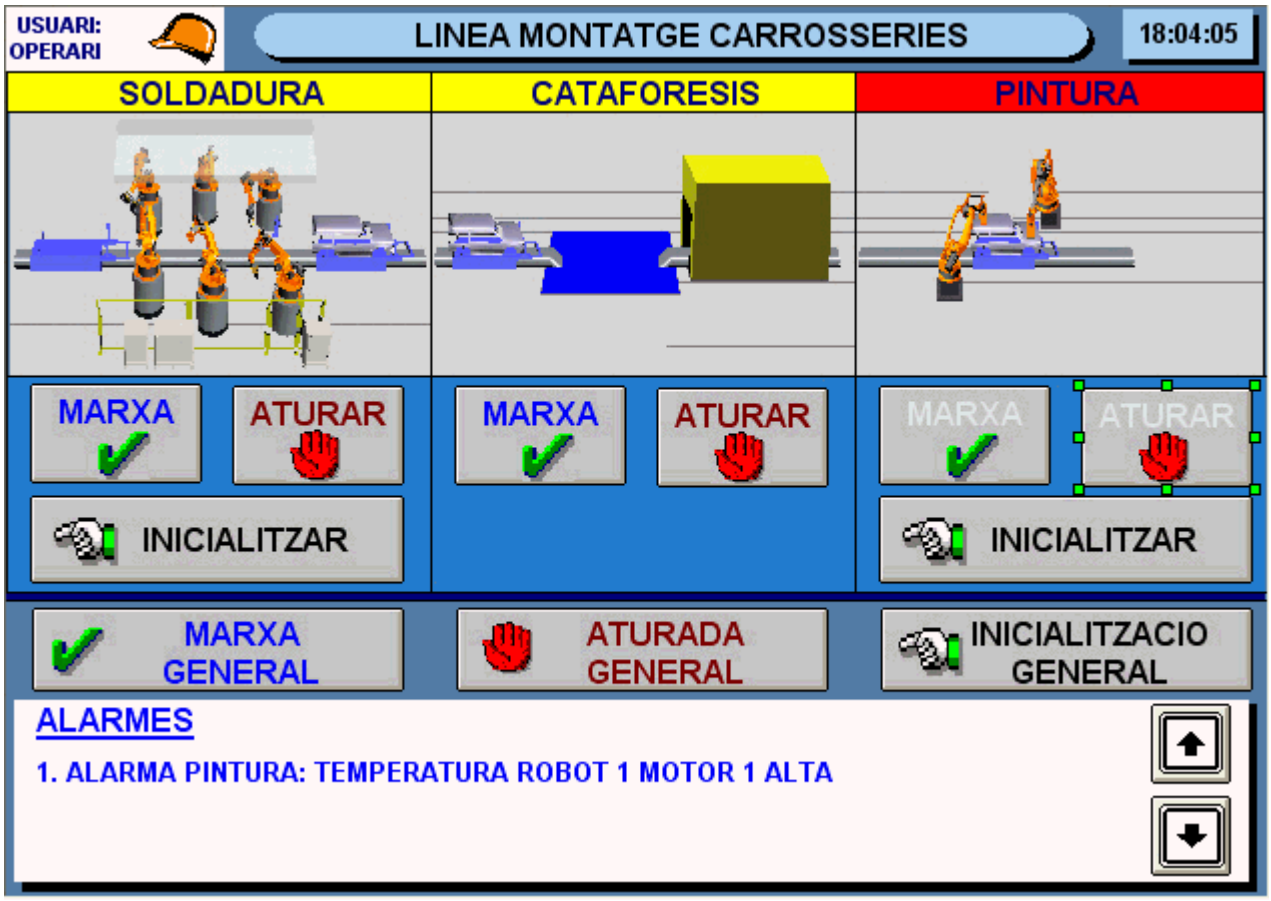
- A la part superior està el títol identificatiu de la pantalla, a l'esquerra el tipus d'usuari carregat en aquest moment, i a la dreta el rellotge.

- Més abaix ens trobem les 3 sublínies de les que consta la instal·lació amb el seu rètol i el color d'aquest que ens indica l'estat en què es troba (verd, groc o vermell).

- Després tenim un conjunt de botons que indican les accions que l'usuari pot realitzar en aquesta pantalla, aquestes són:

  - Posar en Marxa una sublínia (1,2, o 3) independentment de la resta.
  - Aturar una sublínia (1,2, o 3) independentment de la resta.
  - Inicialitzar els elements mòbils d'una sublínia (robots de la sublínia 1 o 3).
  - Posar en marxa tota la instal·lació (botó de marxa general).

- Aturar tota la instal·lació (botó d'aturada general).
- Inicialitzar tots els elements mòbils de la instal·lació (en aquest cas amb el botó d'inicialització - general s'inicialitzen tots els robots de la instal·lació).



També s'han de tenir en compte les següents consideracions sobre les activacions i desactivacions dels botons:

- Si una línia entra en alarma, aleshores el botó de Posar en Marxa i Aturar d'aquesta línia es desactiven, en canvi el botó d'inicialitzar (línies 1 i 3) no, ja que una inicialització dels robots de la línia pot solucionar el problema.

- Si una línia està en funcionament, aleshores el botó d'inicialitzar associat a aquesta queda desactivat, ja que no es pot donar l'ordre d'inicialització a un element (en aquest cas robot) que està en funcionament sense abans aturar-lo (Botó Aturar).

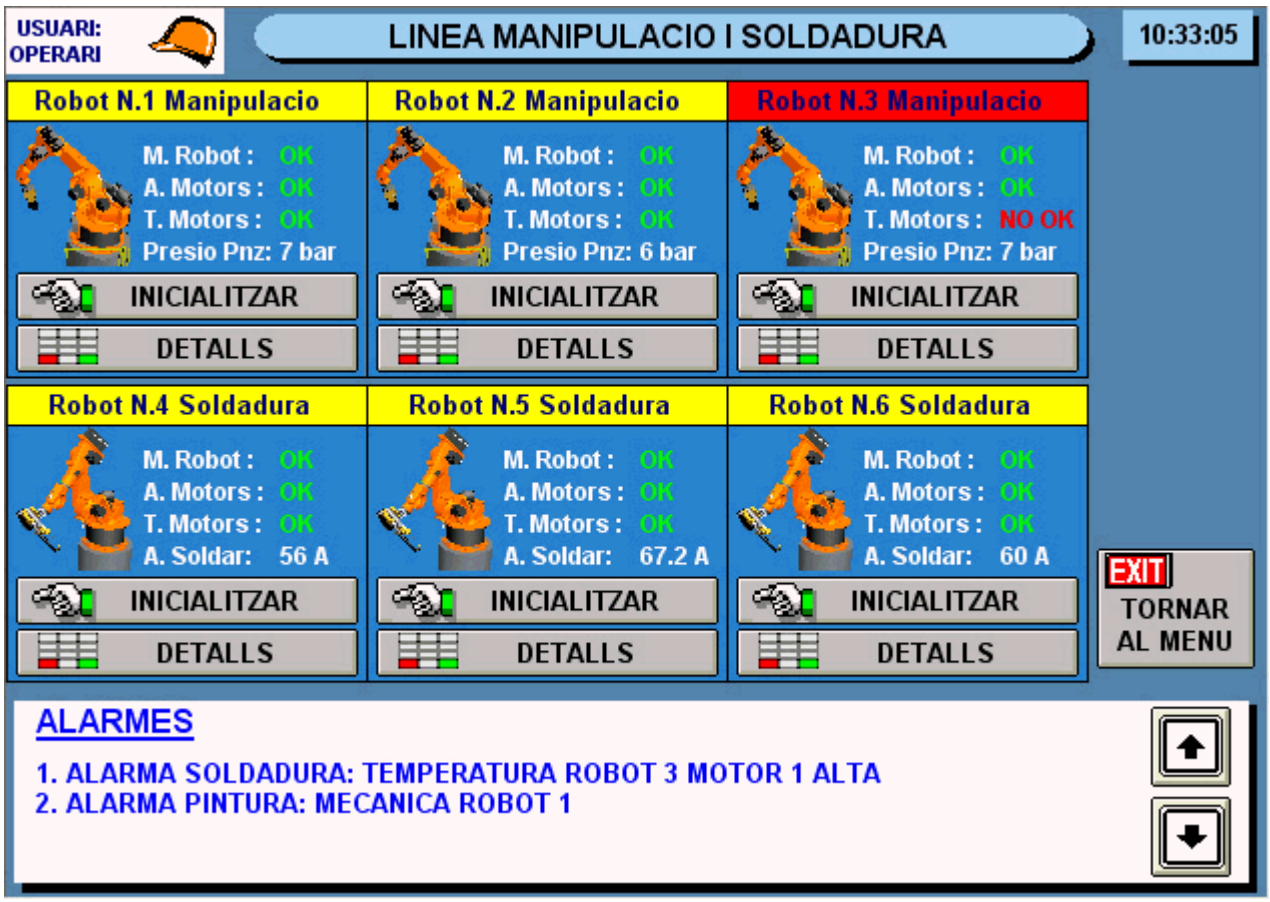
- No es pot modificar cap paràmetre d'una línia si aquesta està en funcionament, abans s'ha d'aturar.

Per accedir a la pantalla d'una línia només s'ha de polsar sobre el dibuix de la mateixa.

A la part inferior ens trobem el panel d'alarmes que informa en tot moment a l'usuari de les alarmes que hi ha a la instal·lació.

5.2 PANTALLES DE LA LÍNIA DE MUNTATGE I SOLDADURA

Polsant sobre el dibuix de la línia de soldadura a la pantalla principal s'accedeix a la pantalla general d'aquesta línia, i el seu aspecte es:



En aquesta pantalla apareixen d'una manera genèrica totes les dades dels robots:

- Mecànica del Robot (M. Robot): és un valor OK o NO OK, i té a veure amb la integritat de la mecànica. Si el robot pateix una col·lisió, aquest valor passa a NO OK (en vermell) i l'estació entrarà en alarma aturant-se. En aquest cas si es prem el botó d'Inicialitzar i el robot pot anar a una posició inicial aleshores passaria a OK, en cas contrari l'operari haurà de cridar al personal de manteniment, perquè efectuï les operacions de manteniment necessàries sobre el robot.

- Amperatge dels Motors (A.Motors): és un valor OK o NO OK. Aquest robot té 6 motors i cada un d'ells té una sonda que mesura el corrent que consumeix, i si aquest valor és massa alt aleshores l'estació passa a estar en alarma i en aquest cas l'operari ha de procedir com en el cas anterior.

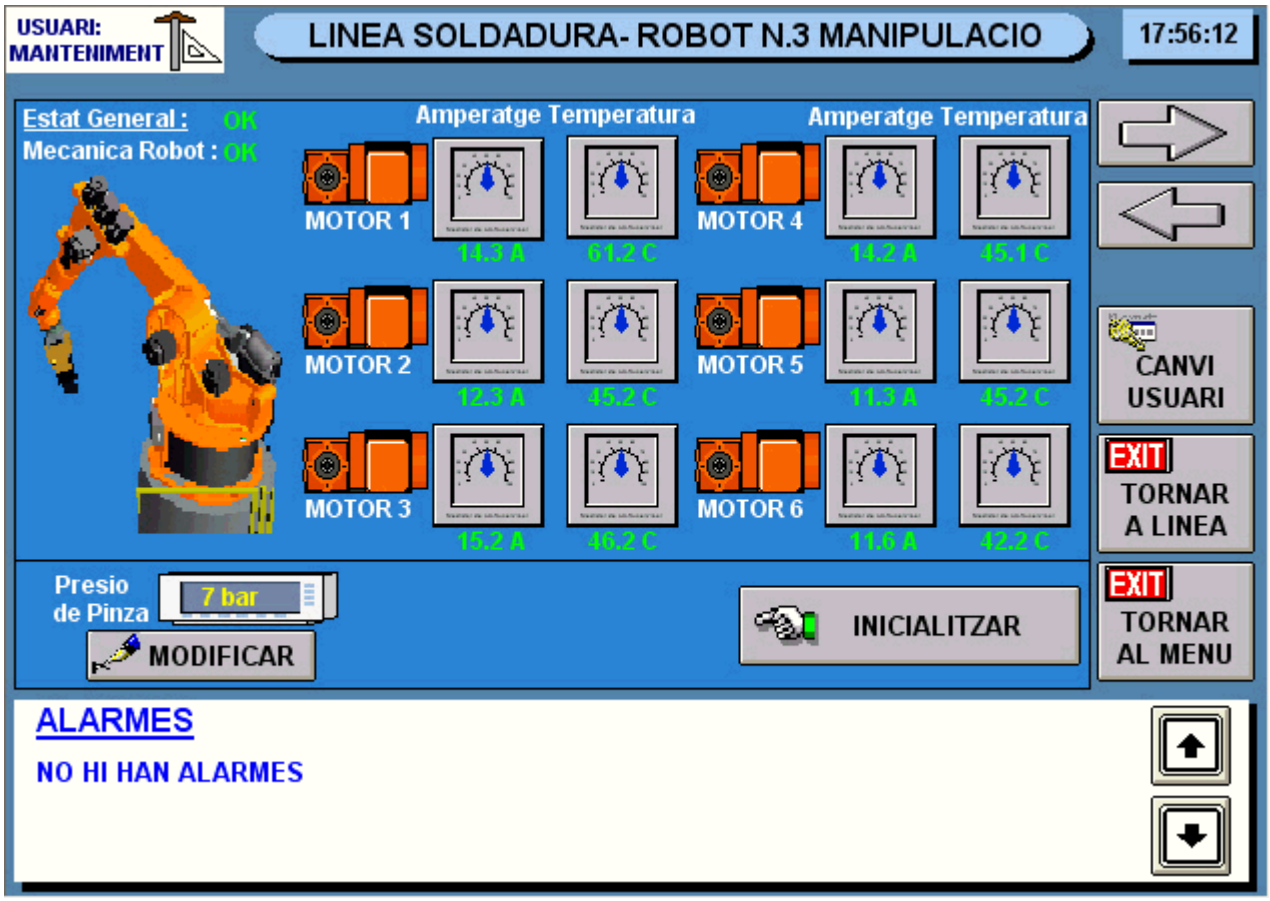
- Temperatura dels Motors (T.Motors): és un valor OK o NO OK. Funciona igual que l'amperatge (cada motor té una sonda de temperatura i si alguna mesura un valor per sobra del normal aleshores es genera una alarma) i en cas que el valor sigui NO OK l'operari ha de procedir igual que abans.

- Pressió de Pinça (Pressió Pnz): És un paràmetre que es configura a la pantalla específica del robot (Botó de Detalls), i que indica la pressió de buit que fa la pinça a l' agafar la peça de carrosseria.

En el cas dels Robots de Soldadura tenim les mateixes dades i la seva interpretació és la mateixa, a excepció del paràmetre que en aquest cas seria l'amperatge de soldadura:

- Amperatge de Soldadura (A. Soldar): És un paràmetre que es configura a la pantalla específica del robot (Botó de Detalls), i que indica l'amperatge aplicat a l'arc de soldadura.

En cada Robot s'han situat dos botons: el d'Inicialitzar que realitza l'acció ja descrita amb anterioritat sobre aquest robot, i el botó de detalls que dona accés a una pantalla amb la informació específica d'aquest robot detallada. Per exemple, l'aspecte d'aquesta pantalla per un robot de manipulació qualsevol es:



En aquesta pantalla podem veure de forma detallada a través d'una sèrie de panels els valors de temperatura i amperatge de cada un dels 6 motors que conformen el robot. També es pot veure el paràmetre de la pressió de la pinça.

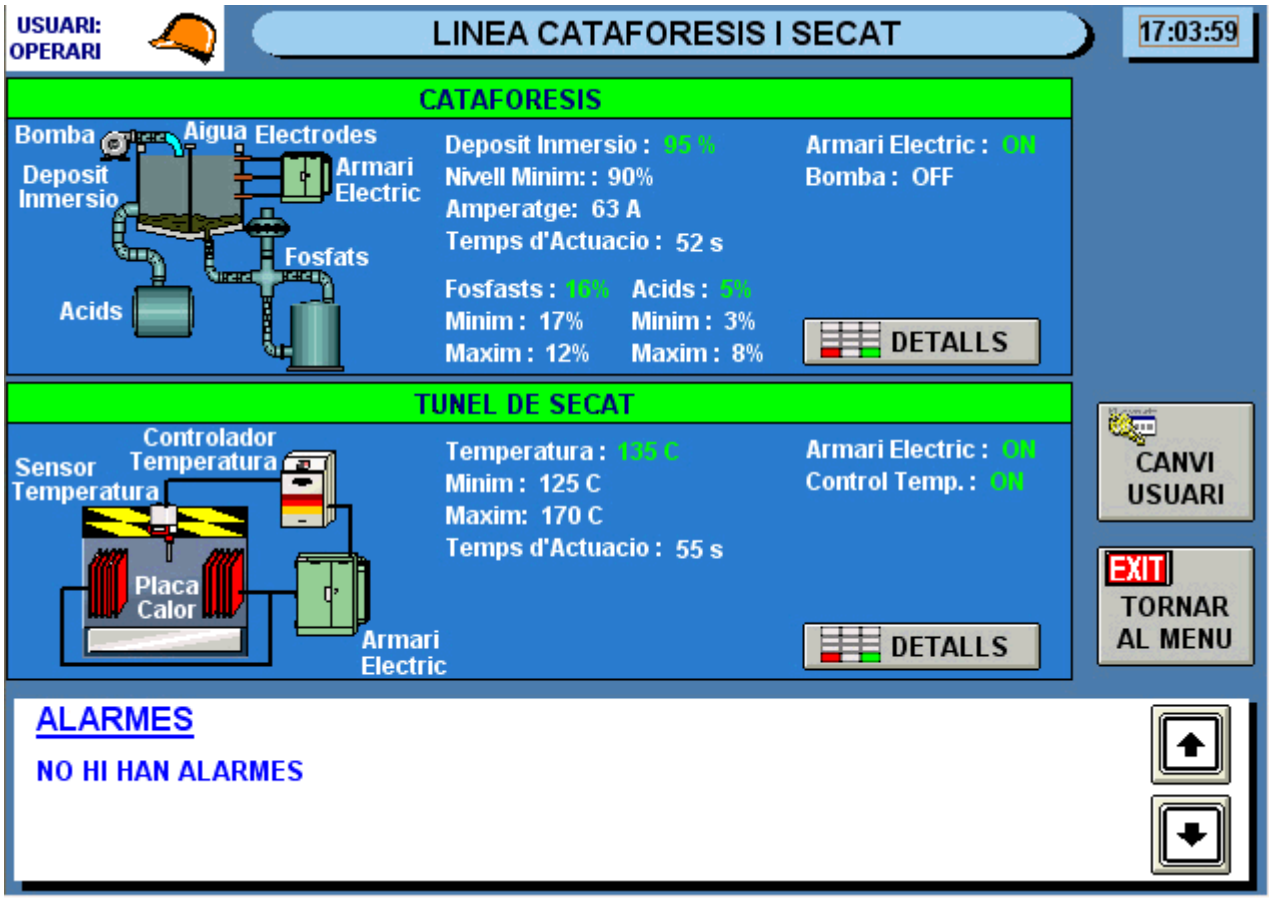
A la dreta hi ha uns botons que donen la possibilitat de tornar al menú principal o bé de tornar a la pantalla de la línia 1, i també d'accedir a la pantalla que permet canviar el tipus d'usuari. Els botons situats a la part dreta superior amb fletxes a la dreta i a l'esquerra donen la possibilitat d'accedir a la resta de les pantalles específiques dels robots, de tal manera que en aquest cas concret si polsem sobre el botó marcat amb una → accedirem a la pantalla del robot de soldadura 4, i si polsem sobre el botó marcat amb una ← a la del robot de manipulació 2.

De la mateixa manera l'aspecte que tindria la pantalla d'un robot de soldadura seria la següent:

USUARI:
OPERARI
LINEA SOLDADURA- ROBOT N.5 SOLDADURA
12:20:25
Estat General : NO OK
Mecanica Robot : OK
Amperatge Temperatura
Amperatge Temperatura
MOTOR 1
14.3 A
47.2 C
MOTOR 4
14.2 A
45.1 C
MOTOR 2
12.3 A
45.2 C
MOTOR 5
11.3 A
45.2 C
MOTOR 3
15.2 A
56.2 C
MOTOR 6
11.6 A
12.2 C
CANVI USUARI
EXIT
TORNAR A LINEA
EXIT
TORNAR AL MENU
Amperatge de Soldadura
67.2 A
MODIFICAR
INICIALITZAR
ALARMES
1. ALARMA SOLDADURA: TEMPERATURA ROBOT 5 MOTOR 3 ALTA

5.3 PANTALLES DE LA LÍNIA DE CATAFORESIS

Polsant sobre el dibuix de la línia de cataforesis a la pantalla principal s'accedeix a la següent pantalla:



En aquesta pantalla apareixen d'una manera genèrica totes les dades que intervenen en el procés de cataforesis i d' assecat:

- Dipòsit Inmersio: és un valor mesurat en % i ens indica el percentatge de nivell que té la banyera de cataforesis on s'introdueix la carrosseria (un 100% seria ple i un 0% buit)
- Nivell Mínim: és un paràmetre configurable i indica quin és el valor mínim en percentatge que ha de tenir la banyera de cataforesis. En cas contrari es genera una alarma.
- Amperatge: és un paràmetre configurable i indica el corrent elèctric que s'aplica durant el procés de cataforesis.
- Temps d'actuació: és un paràmetre configurable i indica el temps que s'està aplicant l'amperatge.
- Fosfats: és el valor mesurat de percentatge de fosfats presents a la banyera de cataforesis.
- Mínim i Màxim Fosfats: són paràmetres configurables que indiquen el mínim i màxim percentatge de fosfats que ha de ser present a la banyera. En cas contrari es genera una alarma
- Àcids: és el valor mesurat de percentatge d'àcids presents a la banyera de cataforesis.

- Mínim i Màxim Àcids: són paràmetres configurables que indiquen el mínim i màxim percentatge de fosfats que ha de ser present a la banyera. En cas contrari es genera una alarma.

- Armari Elèctric: és un valor OK o NO OK e indica si l'armari que controla l'amperatge funciona o no correctament. En cas que sigui NO OK lògicament es genera una alarma.

- Bomba: és un valor ON o OFF i és merament informatiu, només indica si la bomba està o no funcionant.

Pel que fa al procés d'assecat, tenim:

- Temperatura: és el valor mesurat de temperatura que hi ha dins del túnel d'assecat.

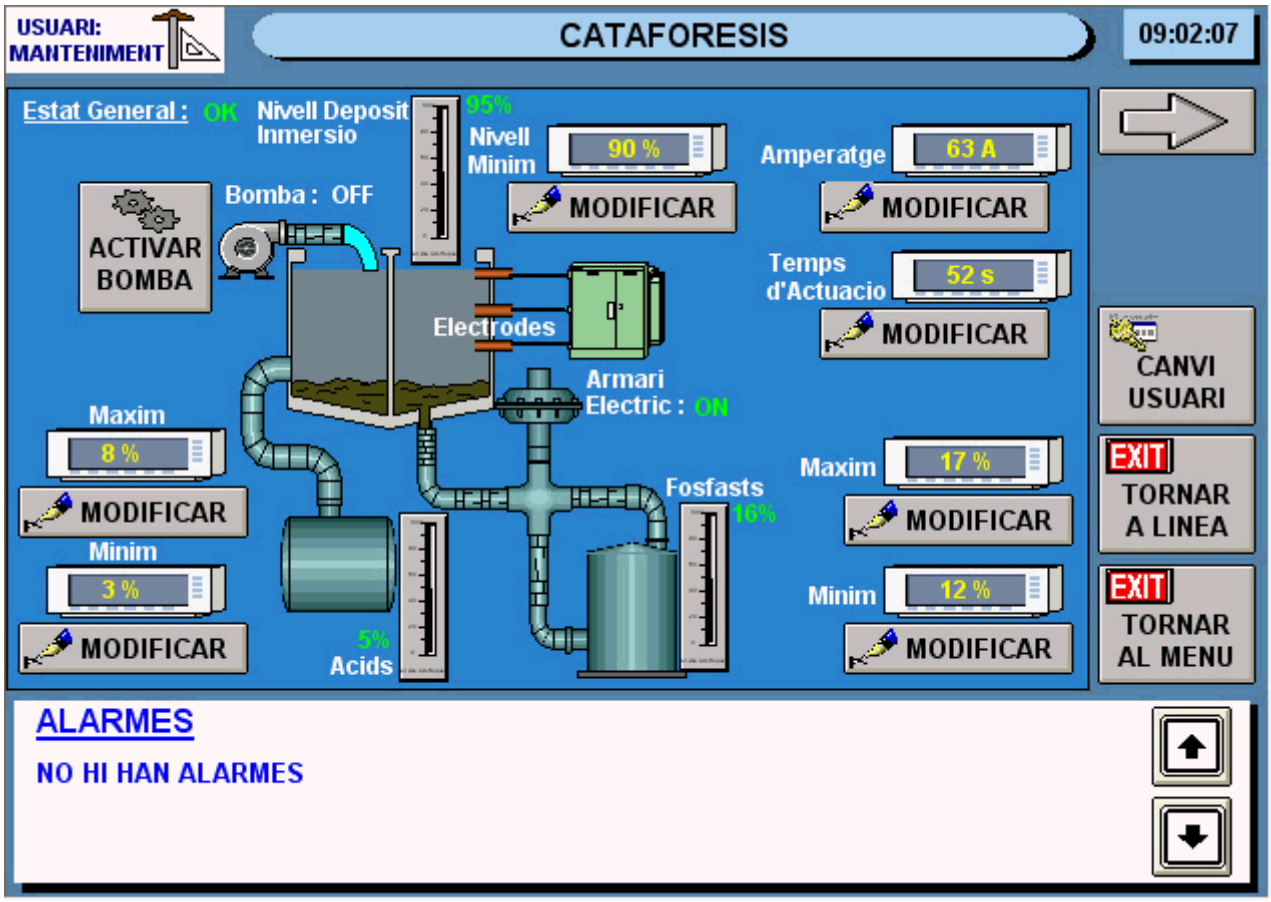
- Mínim i Màxim Temperatura: són paràmetres configurables que indiquen la mínima i màxima temperatura que s'ha de donar dins el túnel. En cas contrari es genera una alarma.

- Temps d'actuació: és un paràmetre configurable i indica el temps que s'està aplicant la temperatura a la carrosseria.

- Armari Elèctric: és un valor OK o NO OK e indica si l'armari que controla la potencia de les plaques de calor funciona o no correctament. En cas que sigui NO OK lògicament es genera una alarma.

- Controlador de Temperatura (Control Temp.): és un valor OK o NO OK e indica si el controlador de temperatura funciona o no correctament.

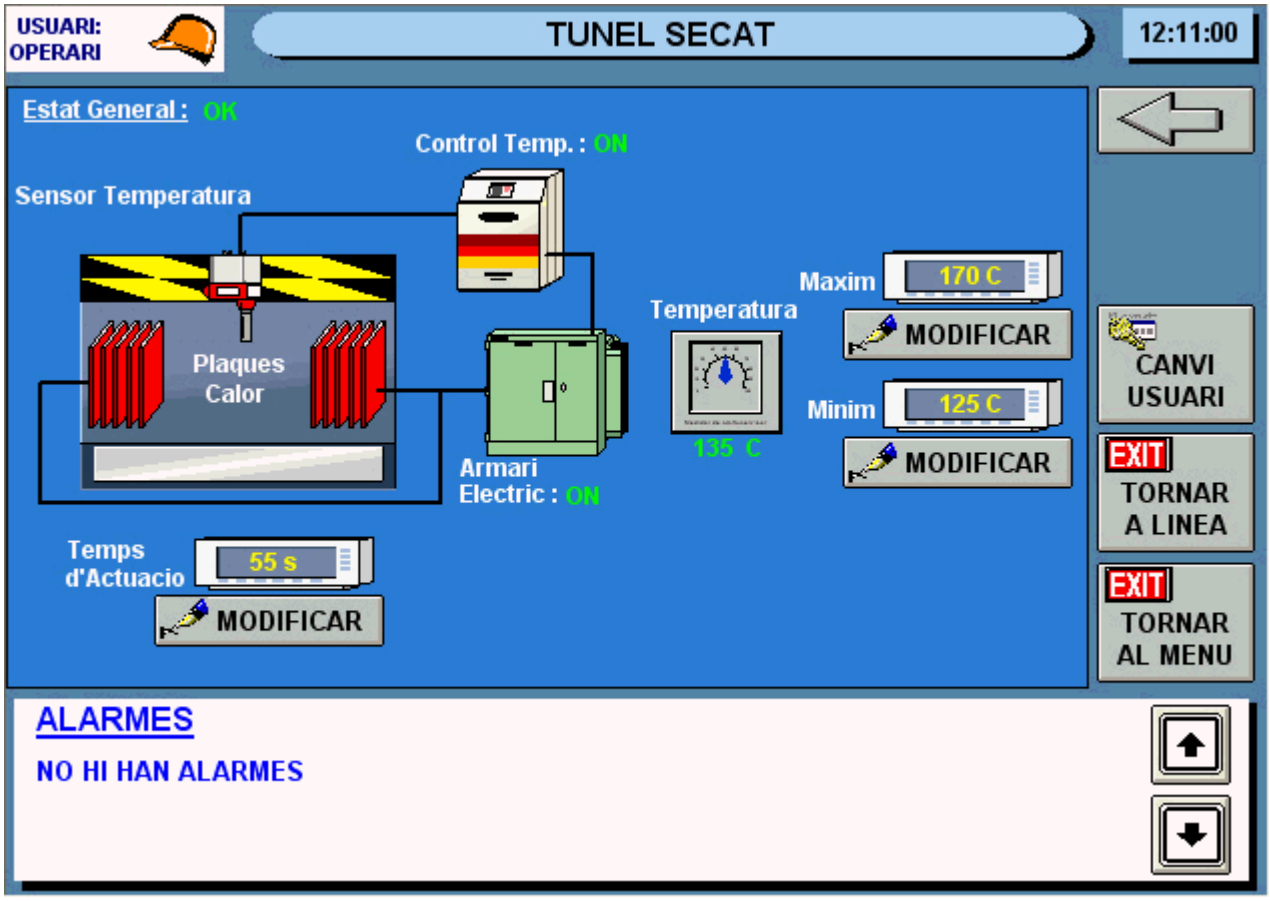
En cada zona s'ha situat un botó de Detalls que dona accés a una pantalla amb la informació específica d'aquesta Per exemple, l'aspecte de la part on es desenvolupa el procés de cataforesis és:



Es pot observar un layout genèric del procés químic que es desenvolupa en la instal·lació en el que s'han incorporat els valors mesurats de la instal·lació així com els paràmetres que es poden configurar. Els nivells tant de la banyera de cataforesis com de percentatge d'àcids i fosfats es mostren d'una manera gràfica amb panels de tipus tub que tenen una assimilació natural i directe per part de l'usuari. Gracies als prerequisits especificats del disseny gràfic poden diferenciar-se de forma clara les dades provinents de l'estat en què es troba el procés dels paràmetres que configuren el seu funcionament (tal i com s'ha indicat en apartats anteriors aquests paràmetres es tenen que configurar adequadament per obtenir els resultats de qualitat desitjats). També s'ha incorporat un botó (activar bomba) que permet posar en marxa manualment la bomba que injecta aigua destil·lada dins la banyera de cataforesis.

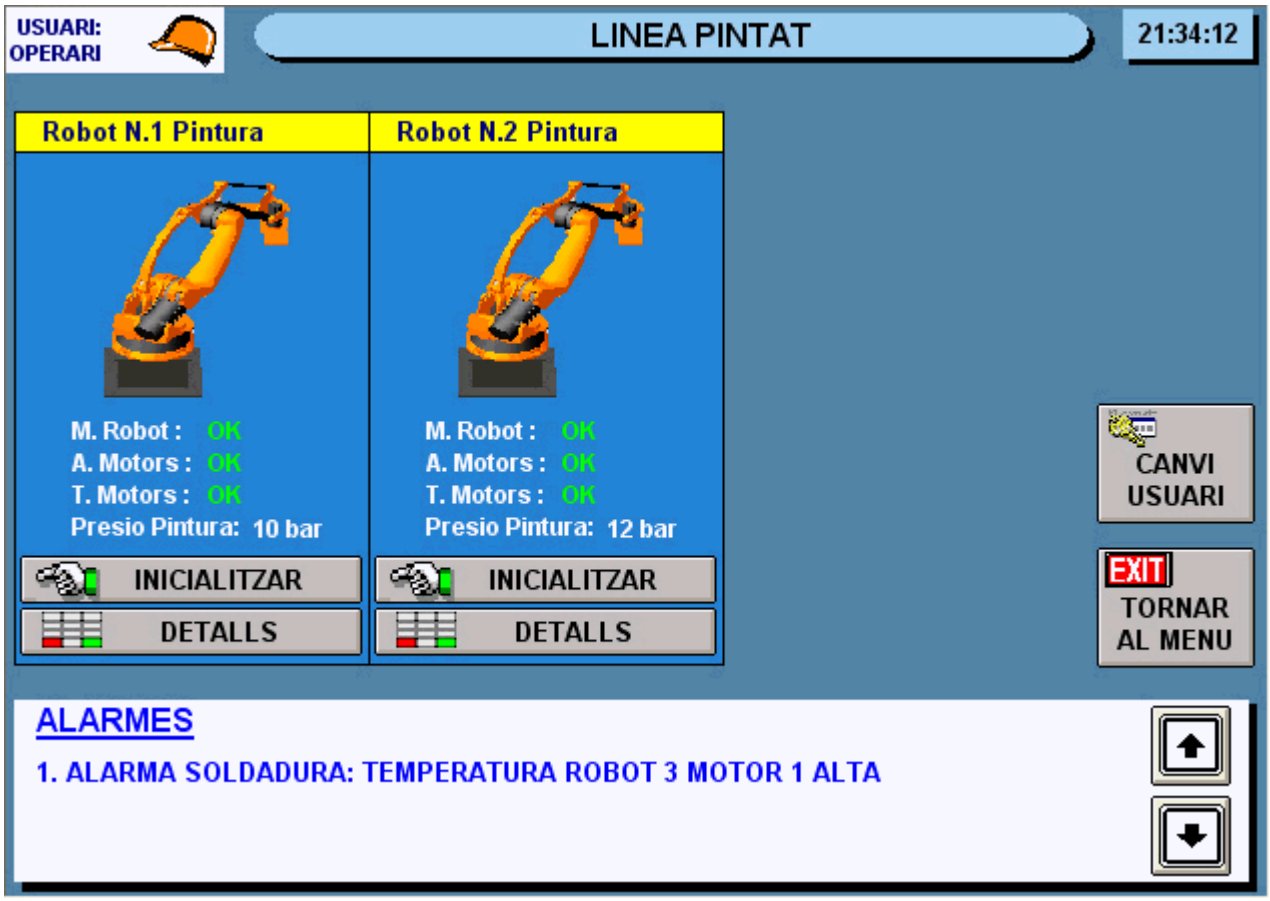
A la dreta hi ha uns botons que donen la possibilitat de tornar al menú principal o bé de tornar a la pantalla de la línia 2, i també d'accedir a la pantalla que permet canviar el tipus d'usuari. El botó situat a la part dreta superior amb fletxa a la dreta dona la possibilitat d'accedir a la pantalla d'assecat.

De la mateixa manera l'aspecte de la pantalla que detalla el procés d'assecat seria la següent:



5.4 PANTALLES DE LA LÍNIA DE PINTURA

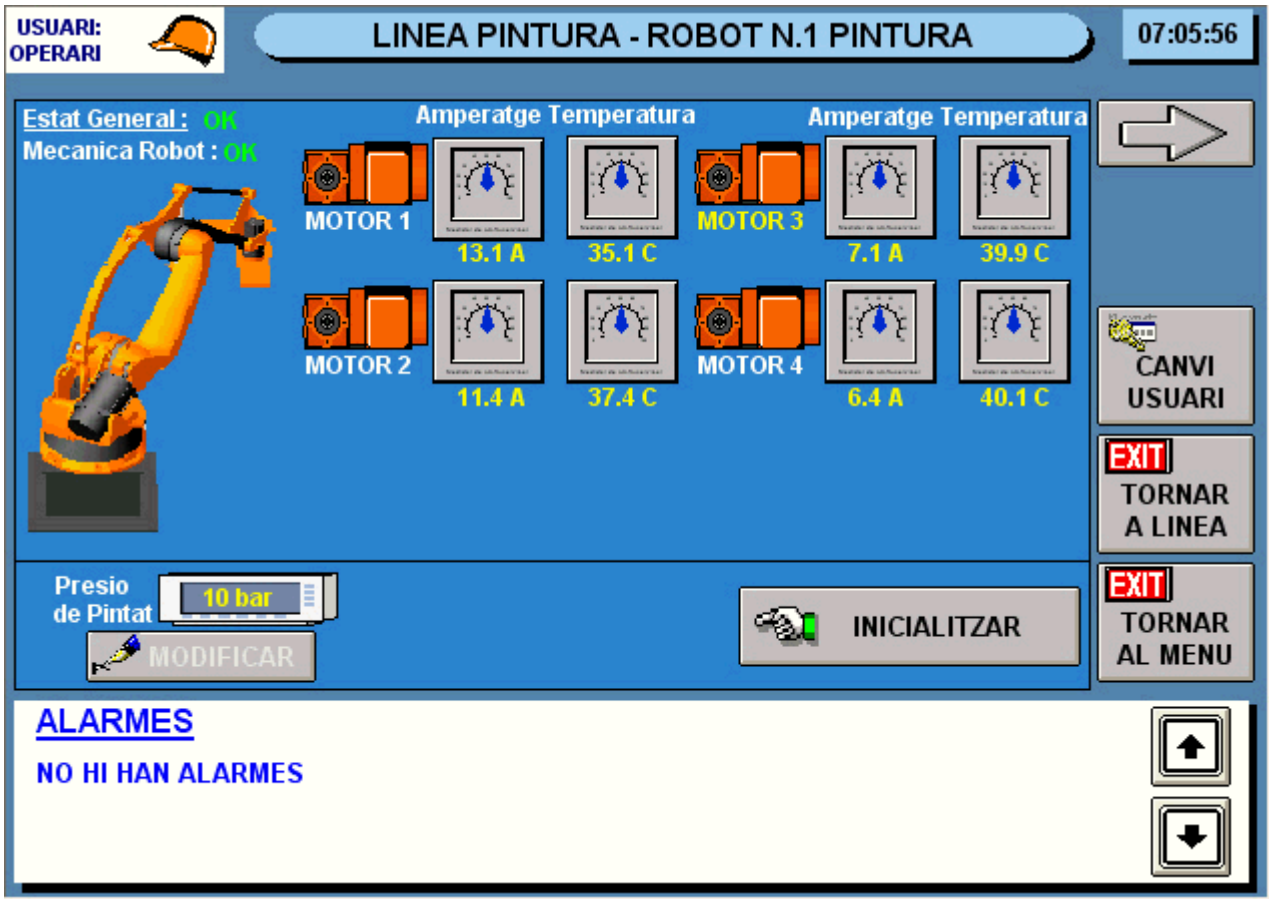
Polsant sobre el dibuix de la línia de pintura a la pantalla principal s'accedeix a la següent pantalla:



En aquesta pantalla apareixen d'una manera genèrica totes les dades dels 2 robots de pintura ubicats a la instal·lació i ofereix les mateixes funcionalitats que la pantalla dels robots de la línia de manipulació i soldat de les carrosseries.

De la mateixa manera que a la línia 1 en cada Robot s'han situat dos botons: el d'Inicialitzar que realitza l'acció de traslladar el robot fins a una posició coneguda i poder així verificar el seu comportament, i el Botó de Detalls que dóna accés a una pantalla amb la informació específica d'aquest robot.

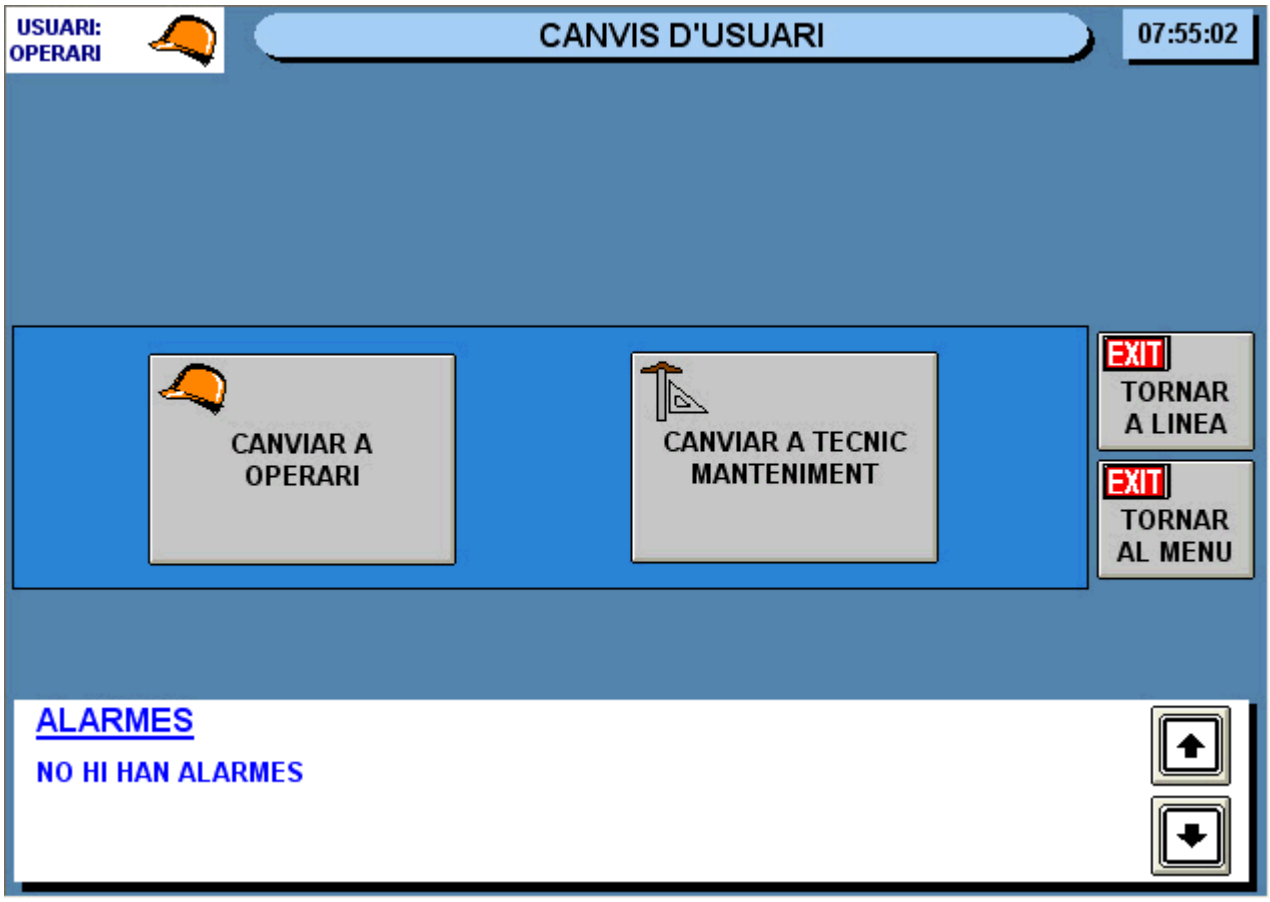
En la següent figura es mostra la pantalla de detalls d'un robot de pintura que, com es pot observar, dóna la mateixa informació que els robots de soldat i de manipulació de la línia 1, amb la salvetat que aquests robots estan compostos per 4 motors en lloc de 6, i el paràmetre configurable es refereix a la pressió amb que es pulveritza la pintura.


USUARI:
OPERARI
LINEA PINTURA - ROBOT N.1 PINTURA
07:05:56
Estat General : OK
Mecanica Robot : OK
Amperatge Temperatura
Amperatge Temperatura
MOTOR 1
13.1 A
35.1 C
MOTOR 3
7.1 A
39.9 C
MOTOR 2
11.4 A
37.4 C
MOTOR 4
6.4 A
40.1 C
CANVI USUARI
EXIT
TORNAR A LINEA
EXIT
TORNAR AL MENU
Presio de Pintat
10 bar
MODIFICAR
INICIALITZAR
ALARMES
NO HI HAN ALARMES

5.5 PANTALLES DE CANVI D'USUARI

Les pantalles on hi ha paràmetres del funcionament de la línia que es poden modificar pels tècnics de manteniment (son les pantalles que vam anomenar del nivell 3) disposen d'un botó (Canvi d'Usuari) que dóna accés a la pantalla que permet realitzar aquesta operació.

Aquesta pantalla és la següent:



La pantalla és molt senzilla, i només ens dóna la possibilitat mitjançant 2 botons de modificar el tipus d'usuari que està fent servir la interfície. En el cas que l'usuari vulgui fer servir la interfície com a tècnic de manteniment ha de polsar el botó de 'Canviar a tècnic de manteniment', i apareix un panel numèric (el mateix que es fa servir per modificar els paràmetres) on s'ha d'introduir el password que és una clau numèrica de 5 dígits. Si la clau introduïda és correcta el canvi d'usuari s'efectuarà automàticament. Si la persona vol fer servir la interfície com a operari ha de polsar el botó de canviar a operari, i aleshores aquest canvi s'efectuarà de manera immediata (lògicament com es tracta del nivell d'usuari més restrictiu no és necessari introduir cap contrasenya).

Quan l'usuari que està utilitzant la interfície és un tècnic de manteniment, no s'ha d'oblidar que un cop hagi terminat la seva funció ha de tornar a la pantalla de canvi d'usuari i polsar el botó de canviar a operari (es canvia el tipus d'usuari a operari), ja que si no ho fes el terminal quedaria en mode de tècnic de manteniment i aleshores qualsevol operari podria modificar paràmetres de la màquina i provocar un mal funcionament de la línia.

6. TESTS I PROVES D'USUARI. REDISSENY DE LA INTERFÍCIE

6.1 DISSENY DE LES PROVES. JUSTIFICACIÓ. 53

6.2 RESULTATS DE LES PROVES I CONSEQÜÈNCIES. 55

6.3 MODIFICACIONS EN EL DISSENY INICIAL. 57

6.1 DISSENY DE LES PROVES. JUSTIFICACIÓ

Un cop realitzat un prototip de la interfície gràfica s'ha de procedir a provar la seva funcionalitat i la seva usabilitat per part dels usuaris que l'han de fer servir. Aquest punt, encara que moltes vegades és ignorat pels fabricants d'interfícies d'ús industrial, és molt important, perquè aquestes proves ens donaran una mesura de la correctesa del nostre disseny pel que fa a la funcionalitat i usabilitat de la interfície i ens indicaran quins canvis hem d'efectuar en el nostre disseny inicial per aconseguir les expectatives i objectius inicials.

Pel que fa al disseny de les proves hem de tenir en compte una sèrie de premisses:

- Les proves s'haurien d'efectuar amb una mostra de població d'idèntiques característiques i proporcions als usuaris reals que faran servir la interfície. Com que aquesta aplicació és molt sectorial i està destinada a una població molt concreta, l'ideal seria fer les proves amb un percentatge significatiu de les mateixes persones que la faran servir.

- S'han d'analitzar els tipus d'usuaris que faran servir la interfície i la proporció d'aquests respecte del global de la població. En el nostre cas hi han 2 tipus d'usuaris (operaris i tècnics de manteniment), i la seva proporció és de 1 tècnic de manteniment per cada 3 operaris, i per tant la mostra de la població seleccionada haurà de conservar aquesta proporció.

- Les proves s'han de realitzar en un ambient el més fidel possible a l'ambient real en el que s'executarà l'aplicatiu, i en aquest sentit l'ideal seria fer aquestes proves en la mateixa instal·lació industrial en la que treballarà. Això que pot semblar molt raonable, en realitat és bastant difícil d'aconseguir, perquè suposa intervenir de manera directa sobre una producció de molts milions cada dia, i per tant és bastant poc probable que els propietaris d'aquestes instal·lacions estiguin disposats a cedir-les per la realització de les proves. Tot i així s'ha d'intentar fidelitzar l'ambient de treball per tal que les proves siguin el més reals possibles.

- També s'ha de procurar sotmetre als operaris a una carrega de feina amb la interfície més alta del normal (simulant alarmes i provocant esdeveniments seguits que si bé són probables que es donin en unes circumstàncies "normals", no ho serà que es donin amb una freqüència tan elevada) amb la finalitat d'observar amb una major fidelitat les seves reaccions davant del aplicatiu i de poder valorar aquest.

- Totes les proves a efectuar han de ser realitzades, observades i supervisades directament per personal qualificat (seria fins i tot convenient que estigui present el mateix dissenyador o dissenyadors de la interfície), i tota l'evolució de la prova ha de ser convenientment documentada (seria aconsellable per exemple realitzar una filmació en vídeo) per després poder procedir al seu anàlisi d'una manera exhaustiva i imparcial, i poder així obtenir unes conclusions.

Imaginem que totes aquestes condicions ideals es donen (podem obtenir una mostra representativa i proporcional dels treballadors i l'empresa propietària de les instal·lacions ens cedeix durant un dia totes les seves instal·lacions per procedir a realitzar aquesta prova), aleshores hem de procedir a realitzar el disseny i la planificació de la prova, la qual ha quedat convenientment documentada. Les premisses d'aquest disseny son les següents:

- La factoria té en total 36 operaris i 12 tècnics de manteniment repartits en 3 torns diaris de 8 hores de duració cada torn, i per fer la prova s'han elegit de manera aleatòria 12 operaria i 4 tècnics de manteniment.

- La duració de la prova serà l'equivalent a un torn, és a dir, 8 hores.

- Per tal de documentar de forma satisfactòria la prova se situaran dos càmeres que enregistraran les 8 hores. Una de les càmeres tindrà enfocada la pantalla de la interfície i l'altra tindrà una panoràmica de

tota la instal·lació, de tal manera que tingui una visió global de tot el que passa. Les càmeres se situaran de tal manera que no siguin visibles.

- Sobre la conveniència que els dissenyadors de la interfície estiguin presents en la prova, s'ha estipulat que aquests si que tenen que estar, però situats com a observadors de tal manera que no siguin visibles pels treballadors i per tant no influeixin sobre les decisions d'aquests.

- Abans de la prova els treballadors rebran un petit curs sobre l ús de la interfície, ja que com que no l'han vista mai ni hi ha treballat mai, s'ha cregut convenient proporcionar-los un mínim d'informació.

- Els operaris seran sotmesos a una sèrie de simulacions que s'enumeren a continuació:

    1. Primer de tot els tècnics de manteniment hauran de configurar els paràmetres de funcionament de la línia (pressió de les pinces, amperatges de l'arc de soldat, etc.), i fer les corresponents proves amb aquests paràmetres fins que visualment es certifiqui que la producció de carrosseries és bona i es fa amb els nivells de qualitat preestablerts. S'ha d'analitzar com han treballat els tècnics de manteniment amb la interfície

    2. Després es començaria la producció sota aquests paràmetres i es procediria a simular diverses situacions sobre cada línia. Per exemple, la primera situació que es podria generar seria una alarma per sobrecorrent del motor d'un robot de soldadura. S'observarà la reacció de l'operari.

    3. Després se simularà una alarma de nivell de fosfats massa baix a la cataforesis, i acte seguit un nivell d'alarma de nivell baix a la banyera de cataforesis.

    4. Al túnel d'assecat es generarà una alarma d'armari elèctric en OFF, i al mateix temps es tornarà a generar una alarma de sobretemperatura a un robot de manipulació de la línia de muntatge i soldat de carrosseries. Es tractaria d'observar la reacció de l'operari davant la presència de diverses alarmes.

    5. Després es modificaria intencionadament la pressió de pintat dels robots de pintura amb la intenció de fer que la producció es faci malament. Sobre aquest esdeveniment els tècnics de manteniment hauran de detectar visualment aquesta falta de requeriments sobre la qualitat de l'acabat i procedir a parametritzar de nou aquest valor.

    6. En definitiva, al llarg de la jornada s'aniran simulant diverses alarmes i situacions com les descrites anteriorment i s'anirà documentant i gravant tots el que hi passa a la instal·lació.

    7. Un cop finalitzada la prova, els participants hauran d'expressar la seva opinió sobre la interfície de manera escrita o verbal, i aquesta opinió s'haurà d' incorporar a la documentació de la prova.

Un cop finalitzada aquesta prova es disposarà d'un conjunt d'informació molt valuosa que s'haurà d'analitzar detingudament per tal d'extreure conclusions sobre possibles modificacions al disseny del prototipus inicial i procedir a l'elaboració d'una interfície definitiva. Un cop tenim tota aquesta informació, s'haurà d'omplir un test anomenat "test de usabilitat" que té l'objectiu d'avaluar precisament la usabilitat de la interfície (seria com una auditoria de la interfície). Les preguntes següents constituirien un test d'aquest tipus i s'han extret del tractat de "Guia para evaluación experta", però he hagut d'eliminar i modificar algunes preguntes perquè el test original estava pensat per avaluar interfícies de pàgines Web. Les qüestions plantejades són:

- Compleix la interfície els objectius?
- Està dissenyada per satisfer les necessitats dels usuaris?
- És eficient?
- És intuïtiva?
- Manté una constància tant en el seu funcionament com en la seva aparença?
- Facilita que l'usuari estigui còmode?
- Els enllaços entre les distintes pantalles són coherents i clars?
- Existeixen elements que permetin a l'usuari saber exactament on està i com moure's (breadcrumbs)?
- Els enllaços estan clarament identificats? Se sap clarament cap a quines pantalles apunten?
- La redacció de missatges és curta i precisa?

- La interfície té una aparença amigable, amb colors que concordin amb els objectius i propòsits?
- Les realimentacions o respostes davant les interaccions de l'usuari (feedback) són suficients?

6.2 RESULTAT DE LES PROVES I CONSEQÜÈNCIES.

Un cop tenim tota la informació necessària per poder avaluar el funcionament d'aquesta interfície s'ha d'analitzar i s'han d'extreure les conseqüències adients que segurament es materialitzaran en canvis a la interfície.

La informació que tenim és la filmació de les 2 càmeres de vídeo (una enfocant directament la interfície i una altra enfocant el conjunt de la instal·lació), les notes presses pels dissenyadors i les opinions dels usuaris. Tot això representa un volum important d'informació (encara que aquest volum tampoc és desbordant) que ha de ser analitzada detingudament pel personal qualificat (principalment pels mateixos dissenyadors) durant el temps adequat per tal d'extreure les conclusions adequades.

Suposem que triguem 3 dies en analitzar totes les dades, un cop fet això l'equip de treball veu que en general la prova ha funcionat força bé i la interfície ha complert en gran mesura les expectatives inicials pel que fa a la funcionalitat i la usabilitat que d'ella s'esperava, encara que s'han observat alguns problemes que s'han de corregir. Aquests són:

1. Els tècnics de manteniment no han tingut molts problemes en parametritzar la màquina, ells han operat d'una manera ràpida i sense problemes amb la interfície i han sabut interpretar de manera correcta tota la informació que rebien i la funcionalitat dels controls (aquest resultat era d'esperar, perquè els tècnics de manteniment ja han reflectit en els tests d'usuari que ja tenen un grau de familiaritat molt elevat amb interfícies), però al final s'ha presentat un problema i aquest radica en què un cop feta la parametrització de la màquina ningú d'ells s'ha recordat de tornar a accedir a la pantalla on es realitza el canvi del tipus d'usuari per indicar que a partir d'aquell moment l'usuari ha de ser l'operari. Aquest problema és molt greu perquè es deixa la possibilitat que un operari sense els coneixements tècnics necessaris pugui manipular de forma errònia els paràmetres de la màquina i aquest fet pot suposar el mal funcionament de tota la instal·lació amb les pèrdues econòmiques conseqüents. Així doncs s'ha de procedir a realitzar les modificacions adients per tal que aquest problema no es pugui presentar.

2. Els operaris en general han interaccionat de forma correcta amb la interfície encara que s'han presentat més problemes que amb els tècnics de manteniment i per això analitzarem la seva actuació mes detingudament. En la pantalla principal han interpretat correctament la informació referent a l'estat en què es troba tota la instal·lació en general i cada una de les línies en particular, i també han sabut interpretar de manera correcta la funcionalitat dels botons de marxa i aturada, de tal manera que un cop que els tècnics de manteniment han terminat la seva feina de parametrització inicial no han tingut cap problema en posar tota la línia o una part d'aquesta en producció, i tampoc han tingut problemes en posar-la en marxa un cop solucionades les distintes incidències que s'han simulat al llarg de la prova. En canvi amb el control d'inicialització s'han donat molts problemes i els operaris en general no han entès en un primer moment la seva funcionalitat (en concret no han associat que aquest botó provoca la inicialització dels robots i el seu moviment a un punt predeterminat), ja que en diverses ocasions i davant alarmes provocades per robots (sobretot alarmes simulades de sobrecorrent i sobretemperatura als motors dels robots) de les línies 1 i 3 (soldadura i pintura), els operaris han intentat posar en funcionament la línia només prement el botó de marxa o paro, però no han intentat inicialitzar-los per intentar solucionar l'alarma. Igualment, un símptoma que els operaris no han entès la funcionalitat d'aquest botó radica en el fet que davant d'algunes alarmes de la línia 2 on no es precisa d'aquest botó, perquè no hi ha robots, alguns operaris s'han queixat que no hi estigués un botó d'inicialització per intentar solucionar el problema i inclús algú ha dit que els dissenyadors s'havien oblidat de posar-lo. En definitiva aquesta és una qüestió que s'haurà de solucionar.

3. Una altra funcionalitat que ha provocat algun petit problema en la pantalla principal és l' accés des d'aquesta a les pantalles de les línies, ja que aquest accés no es realitza mitjançant un botó sinó polsant directament sobre el gràfic de la línia, i alguns operaris no han sabut inicialment com arribar a aquestes pantalles. També s'haurà d'analitzar com trobar una altra manera d'accedir-hi.

4. En les pantalles més específiques de les línies els operaris en general han sabut interpretar correctament la informació que els oferia la interfície i han sabut interpretar de manera correcta els controls (a excepció del botó d'inicialització de les línies en les que hi ha robots). En general han

interpretat correctament la informació que els donava la interfície sobre l'estat en què es trobaven les tres línies i han sabut localitzar els problemes derivats de les alarmes que s'anaven simulant, però el que en algunes ocasions no han sabut és com reaccionar davant d'algunes de les incidències que s'anaven presentant, per exemple quan han sortit les alarmes de nivell massa alt o massa baix de fosfats o àcids en la banyera de cataforesis, la línia ha quedat en alarma i conseqüentment s'ha aturat i els operaris no han sabut inicialment quina acció realitzar per solucionar el problema (en aquesta situació l'operari ha de cridar ràpidament als tècnics de manteniment, ja que el problema prové de l'alimentació d'àcids o fosfats a la banyera i per tant és indicatiu d'una obstrucció a la tuberia o a un mal funcionament d'alguna vàlvula, i per tant ha de ser solucionat per personal qualificat). Hi ha hagut més casos com aquest i després d'analitzar-los tots s'ha establert que el problema és que quan es produeix una incidència a la instal·lació i es genera el corresponent text d'alarma, aquest text hauria de ser més explícit.

En definitiva, aquestes són les conclusions que s'han extret a partir de les proves realitzades, i ara a partir d'aquestes s'han de realitzar les modificacions oportunes a la interfície per tractar de solucionar-les.

6.3 MODIFICACIONS EN EL DISSENY INICIAL

Les anàlisis de les proves que s'ha desenvolupat amb el disseny inicial, han donat com a resultat que encara que aquest ha complert de manera genèrica amb les expectatives inicials, s'ha de procedir a redissenyar algunes coses per solucionar alguns problemes que s'han observat.

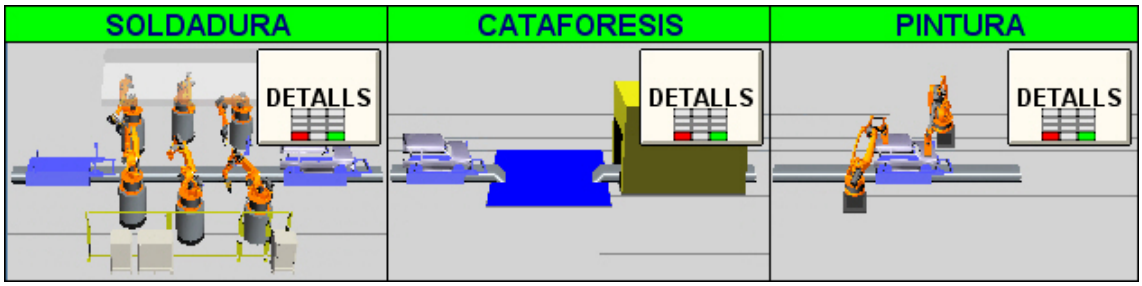
Les solucions de redisseny que s'han portat a terme son les següents:

- S'ha modificat l'operativa dels canvis d'usuari de tal manera que quan un tècnic de manteniment introdueix el password per efectuar aquest canvi, un cop efectuat, quan se surt a la pantalla principal la interfície canvia automàticament a mode d'operari. D'aquesta manera es resol el problema que es va observar a les proves amb aquest fet i s'elimina el risc que un operari pugui efectuar modificacions en els paràmetres de la instal·lació. També s'ha eliminat en la pantalla el botó que feia referència al canvi de tècnic de manteniment a operari, ja que com aquesta tasca s'ha optimitzat, aquest control ja no és necessari. La pantalla quedaria de la següent manera:

- S'ha procedit a remodificar completament el botó d'inicialització per a que el seu mapatge sigui més natural i l'operari pugui interpretar de manera millor el seu significat. Aquest control tindrà ara el següent aspecte:

S'espera que amb aquest redisseny desapareguin totalment tots els problemes que es van observar al respecte.

- S'ha modificat la pantalla principal i s'han incorporat 3 nous botons que tenen la funció de donar accés a cadascuna de les 3 línies. D'aquesta manera es resol el problema que es va detectar amb aquest fet. L'aspecte que tindrà ara la pantalla amb la modificació és el següent:



- Per finalitzar s'ha estimat oportú ampliar els textos que descriuen les alarmes a la instal·lació per oferir més informació de les mateixes als operaris e indicar-los-hi les accions a realitzar. Per exemple tindríem:

Un cop realitzades aquestes modificacions han de ser implementades a la instal·lació i s'ha de fer un cert seguiment per tal de confirmar que donen els resultats previstos. No obstant no es preveu de fer una prova tan exhaustiva com la que es va fer al principi, sinó només un petit seguiment visual per part dels dissenyadors durant un torn de treball en el que es verificarà l'exactitud de les modificacions.

Com ja es deu haver intuït, el tipus de disseny centrat en l'usuari que s'ha realitzat ha estat del tipus W el qual preveu dos cicles de desenvolupament fins aconseguir el producte final (si implementéssim mes cicles com el disseny en espiral correríem el risc d'invertir massa temps i diners en la realització d'aquest aplicatiu). En tot cas, només es podria preveure la realització de més cicles de desenvolupament en cas que el prototipus inicial funcionés tan malament en les proves que obligués a un grau de redisseny molt elevat, i aquest no és el cas de la nostra interfície.

CONCLUSIONS

La conclusió més important que s'extreu del present treball és la importància de portar a terme un bon disseny centrat en l'usuari en l'elaboració de les interfícies gràfiques, encara que aquestes vagin destinades a un volum d'usuaris molt petit. Sobretot s'ha d'analitzar de manera correcta la funcionalitat i la usabilitat d'aquesta cap als usuaris.

En el procés de disseny de tota interfície tenim d'una manera genèrica 4 grans fases:

1. Recollida d'informació: S'han d'establir els objectius funcionals de la interfície englobats dins de l'entorn en el que haurà de treballar i establir les característiques dels potencials usuaris.
2. Especificació d'usuaris: A partir d'aquesta informació s'ha de desenvolupar una arquitectura i unes especificacions que haurà de complir la interfície.
3. Prototipus: A partir de tota la informació anterior i de les especificacions donades es desenvolupa un prototipus funcional
4. Proves: Es fan les proves oportunes dels prototipus i a partir dels resultats d'aquestes es fan les modificacions adients (tant pel que fa a les especificacions com al propi prototipus) amb la finalitat d'obtenir una interfície usable pels usuaris. Aquest procés es pot realitzar totes les vegades que es consideri oportú.

Lògicament tots aquests passos també s'han de seguir quan es tracta de la realització d'interfícies gràfiques industrials, i a mode d'exemple hem presentat una que pertany a una instal·lació industrial concreta, encara que l'objectiu d'aquest treball no ha estat realitzar aquesta interfície concreta, sinó la de presentar totes les fases de disseny de la mateixa i obtenir una informació que, de manera més o menys general, amb molta probabilitat es podrà reaprofitar en l'elaboració d'altres interfícies en el mon de la industria (per exemple els perfils d'usuari serà bastant probable que es repeteixin, i les especificacions de disseny i els elements gràfics usats també es poden reaprofitar, encara que és convenient desenvolupar tots aquests passos de manera independent en l'elaboració de cada interfície).

Un cop hem finalitzat totes les fases de disseny, l'aplicatiu és entregat al client i aquest entra en producció. En principi en aquest punt la fase de disseny s'hauria acabat, però aleshores començaria el cicle de vida del aplicatiu al llarg del qual segurament (a partir pel sorgiment de noves necessitats o de l'experiència extreta en la seva funcionalitat) s'hauran d'efectuar modificacions o ampliacions del mateix.
La conclusió més important que s'extreu del present treball, és la importància de portar a terme un bon disseny centrat en l'usuari en l'elaboració de les interfícies gràfiques encara que aquestes vagin destinades a un volum d'usuaris molt petit, i sobretot s'ha d'analitzar de manera correcta la funcionalitat i la usabilitat d' aquesta cap als usuaris.

BIBLIOGRAFIA

Respecte de la bibliografia utilitzada, en aquest treball, he fet servir dos fonts d'informació, d'una banda el típic material bibliogràfic "escrit", i d'altra banda informació en format web present a la xarxa internet. Indicar que la major part d'informació relativa al tema de la interacció i la usabilitat està orientada cap al disseny de les pàgines web, pero sobre el tema específic del disseny d'interfícies que controlen un determinat procés industrial he trobat poca informació (tal i com ja havia comentat en la introducció no existeix molta informació relativa aquesta temàtica concreta).

Les referències bibliogràfiques usades son les següents:

- Apunts de la UOC relativa a l'assignatura d'Interacció Humana amb els ordinadors.
- "Diseño de interfaces gráficas que posibiliten una comunicación efectiva". Autor: Antonio Moreno Muñoz.
- "Guia para evaluación experta". Autor: Joaquín Máquez Correa
- "Automation&Drives". Autor: Omron

I les referències de documentació en format Web son:

- http://www.nosolousabilidad.com/
- http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.html
- http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/siggraph99/diseno-de-interfaces-y-usabilidad.html
- http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/siggraph99/diseno-iterativo-y-prototipado-rapido.html
- http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/siggraph99/test-de-usabilidad-de-un-sitio.html
- http://www.jmarquez.com/usabilidad.html
- http://www.uco.es/~el1momua/ergonomia/sistemashipermediaparaelcontroldeprocesos.htm