

**VISUALITZACIÓ I CONTROL D'UN PONT DE RENTAT DE VEHICLES
MITJANÇANT UN TERMINAL HMI**

Alumne: **Roberto Ferrando Boix**
Interacció Humana amb els Ordinadors

Consultor: **David Rodríguez Gabaldón**

7 de Gener de 2014

A la meva dona i a les meves filles, per la seva paciència i el seu recolzament incondicional.

A ma mare i a mon pare, que sempre romandrà en la meva memòria.

RESUM:

Amb el propòsit de millorar l'operació i supervisió de diverses màquines que existeixen en l'actualitat s'han creat moltes formes d'interacció entre l'home i la màquina que permeten a l'operador, en alguns casos, tenir un control total d'aquestes.

Un sistema HMI (*Human Machine Interface*) representa la interfície entre l'home (operador) i el procés (màquina / instal·lació), no obstant això, sempre caldrà tenir en compte que, generalment, l'autòmat és qui té el veritable control sobre els processos, és a dir, hi ha una interfície interactiva entre l'operador i el programari HMI (panell d'operador) i una interfície de comunicació entre aquest programari i l'autòmat.

Aquest treball pretén fer una anàlisi per millorar el control d'una màquina de rentar vehicles fent ús d'un terminal HMI junt a un autòmat. La realització de l'estudi d'usabilitat s'ha portat a terme seguint les etapes del Disseny Centrat en l'Usuari, així com la identificació dels avantatges o inconvenients que pugui aportar aquest nou sistema.

PARAULES CLAU:

HMI, IHO, LCD, CPU, usabilitat, prototipatge, avaluació heurística, pantalla tàtil, PROFINET, WinCC, STEP 7, recorregut cognitiu, Disseny Centrat en l'Usuari.

ÍNDEX DE CONTINGUTS

CAPÍTOL 1.- INTRODUCCIÓ.....	7
1.1.- Justificació i context.....	7
1.2.- Situació actual.....	7
1.3.- Objectiu general.....	8
1.4.- Objectius específics.....	8
1.5.- Planificació.....	8
1.6.- Contingut i estructura de la memòria.....	10
CAPÍTOL 2: INVESTIGACIÓ.....	11
2.1.- Context d'ús del panell de comandament.....	11
2.2.- Anàlisi de les tasques.....	11
2.3.- Proposta de millora.....	15
2.4.- Identificació d'usuaris.....	16
CAPÍTOL 3: DISSENY D'ESCENARIS I FLUXOS D'INTERACCIÓ.....	17
3.1.- Escenaris d'ús.....	17
3.2.- Fluxos d'interacció.....	19
CAPÍTOL 4: ANÀLISI DE RECURSOS A EMPRRAR.....	26
CAPÍTOL 5: PROTOTIPATGE.....	27
CAPÍTOL 6: AVALUACIÓ D'USABILITAT.....	29
6.1.- Mètodes d'inspecció.....	29
6.2.- Test d'usuaris.....	37
CAPÍTOL 7: CONCLUSIONS.....	41
GLOSSARI.....	42
BIBLIOGRAFIA.....	44
ANNEXOS.....	46
Annex 1.- Especificacions tècniques del maquinari.....	46
Annex 2.- Especificacions tècniques del programari.....	48
Annex 3.- Test per al recorregut cognitiu.....	49
Annex 4.- Test d'usuaris.....	58

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1: Diagrama de Gantt	9
Figura 2: Vista frontal	11
Figura 3: Vista posterior	12
Figura 4: Esquema de tasques de control 1	13
Figura 5: Esquema de tasques de control 2	14
Figura 6: Panell de control Simatic KTP400 B.....	15
Figura 7: Diagrama de flux - Inici.....	19
Figura 8: Diagrama de flux - Menú.....	20
Figura 9: Diagrama de flux - Configuració.....	21
Figura 10: Diagrama de flux - Paràmetres.....	22
Figura 11: Diagrama de flux - Paràmetres 2.....	23
Figura 12: Diagrama de flux - Manteniment màquina	24
Figura 13: Diagrama de flux - Proves	25
Figura 14: Diagrama de connexions	26
Figura 15: Captura AXURE RP.....	27
Figura 16: Captura WinCC Flexible	28
Figura 17: Simulació de comanda rebuda per la màquina.....	28
Figura 18: Accessos directes	29
Figura 19: Menú d'opcions.....	29
Figura 20: Opció de purgat de bombes.....	30
Figura 21: Detall del disseny de navegació	31
Figura 22: Accés al manteniment de raspalls.....	31
Figura 23: Consulta d'entrades	32
Figura 24: Manteniment de canonades	32
Figura 25: Errors amb parada de la màquina.....	33
Figura 26: Descripció d'errors	33
Figura 27: Gràfic dels resultats obtinguts al recorregut cognitiu.....	36

CAPÍTOL 1.- INTRODUCCIÓ

Cada vegada és més necessària una bona comunicació home-màquina, i una de les formes de millorar la interacció és mitjançant sensors tàctils. La iconografia és un mètode molt utilitzat pels fabricants de programari, ja que permet una excel·lent comprensió per part de qualsevol usuari sense necessitat de tenir coneixements informàtics.

Els sensors tàctils substitueixen als teclats en la majoria d'aplicacions ja que funcionen com un ratolí i a més a més permeten dissenyar un teclat virtual en pantalla. Així doncs, les interfícies home-màquina o terminals HMI (*Human Machine Interface*) són dispositius i programari per al seguiment i operacions de control de les instal·lacions d'automatització, que utilitzen gràfics dissenyats pels usuaris.

1.1.- Justificació i context

El present treball final de carrera persegueix la finalitat de fer l'anàlisi de millora del control d'una màquina automàtica de rentat per a vehicles que fa ús d'un terminal o pantalla HMI, aprofitant així els coneixements adquirits al llarg dels estudis d'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes, i especialment, en l'assignatura d'Interacció Humana amb els Ordinadors (IHO)ⁱ.

Les màquines automàtiques de rentat de vehicles es divideixen en dos tipus: els trens i els ponts de rentat. La diferència entre les dos, està que la primera, el tren, es compon d'una mena d'opcions (xampú, raspall superior, raspalls laterals, rentat, encerat, eixugat etc.) assemblades en mòduls separats, on el vehicle és arrossegat i passa per tots ells fins que arribi al final. La segona, el pont, consisteix sols en una màquina que incorpora totes les funcionalitats - es pot dir que és un únic mòdul -, de manera que el vehicle roman parat i és el pont qui es desplaça al llarg d'ell fent vaivens fins que acabi el programa de rentat en curs.

El desenvolupament del TFC, es centrarà en la visualització i control del pont, de manera que s'aplicarà únicament a una màquina sense mòduls però amb moltes opcions. En particular, el que es persegueix és aconseguir l'aspecte final d'un entorn de treball força intuïtiu i una millora de la seva usabilitat, aprofitant així els avantatges que aporten aquest tipus de pantalles o terminals junt als coneixements adquirits en l'assignatura d'IHO.

1.2.- Situació actual

Actualment el panel de control establert per a la comunicació home-màquina s'està fent mitjançant el visualitzador de SIEMENS TD 200ⁱⁱ, el qual permet accedir a la informació del pont de rentat per modificar paràmetres i configurar els programes de rentat. També disposa d'un menú d'operador on es poden visualitzar els missatges d'averia, els comptadors etc.

No obstant això, aquest visualitzador únicament disposa d'un *display* de cristall líquid (LCD) amb retro il·luminació i dues línies de 20 caràcters per a la visualització dels missatges de la CPU S7-200ⁱⁱⁱ. A més a més, per a la navegació entre els menús, només incorpora quatre tecles de doble funció. Aquestes característiques suposen un inconvenient al dependre constantment d'un manual per a la consulta de paràmetres, modificació de programes... per ser poc intuïtiu.

1.3.- Objectiu general

Estudi del disseny i implementació d'un sistema de visualització i control d'un pont de rentat de vehicles automàtic utilitzant una pantalla tàctil HMI junt a un autòmat.

1.4.- Objectius específics

- Analitzar un problema complex de tipus pràctic transformant-lo en un projecte informàtic, seguint els principis de la Interacció Humana amb els Ordinadors.
- Planificar i estructurar el desenvolupament del projecte mitjançant l'elaboració d'un pla de treball aplicant una metodologia adient.
- Treballar a fons els aspectes formals del desenvolupament de projectes.
- Sintetitzar una solució viable i realista al problema proposat.
- Elaborar una memòria del projecte segons una estructura prefixada.
- Elaborar una presentació del desenvolupament i resultats finals del projecte.

1.5.- Planificació

TASCA	INICI	FINALITZACIÓ
Tasques prèvies al començament del projecte	19/09/2013	21/09/2013
Lectura del Pla Docent		
Presentació en el fòrum		
Lectura de la documentació de l'aula		
PAC 1		
Elaboració del Pla de Treball	22/09/2013	28/09/2013
Definició del projecte		
Recopilació d'informació		
Especificació del tema a tractar		
Detall del pla de treball		
Entrega prèvia esborrany PAC 1	28/09/2013	28/09/2013
Correccions PAC 1	29/09/2013	30/09/2013
Entrega PAC1	30/09/2013	30/09/2013
PAC 2		
FASE 1	01/10/2013	08/10/2013
Context d'ús de la pantalla HMI		
Anàlisi de les tasques		
Proposta de millora		
Identificació d'usuaris		
FASE 2	09/10/2013	20/10/2013
Escenaris d'ús		
Fluxos d'interacció		
FASE 3	21/10/2013	27/10/2013
Requeriments tècnics		
Especificacions tècniques del maquinari i del programari		
Entrega prèvia esborrany PAC 2	27/10/2013	27/10/2013

Correccions PAC 2	29/10/2013	04/11/2013
Entrega PAC 2	04/11/2013	04/11/2013
PAC 3		
FASE 4	05/11/2013	20/11/2013
Implementació de la maqueta		
FASE 5	21/11/2013	05/12/2013
Mètode d'inspecció		
Mètode d'indagació		
Informe dels resultats d'avaluació		
Entrega prèvia esborrany PAC 3	05/12/2013	05/12/2013
Correccions PAC 3	07/12/2013	10/12/2013
Entrega PAC 3	10/12/2013	10/12/2013
MEMÒRIA		
Redacció de la memòria	11/12/2013	22/12/2013
Conclusions	23/12/2013	23/12/2013
Elaboració de la presentació virtual	24/12/2013	05/01/2014
Entrega prèvia esborrany	05/01/2014	05/01/2014
Correccions finals	06/01/2014	13/01/2014
Entrega memòria del TFC	13/01/2014	13/01/2014

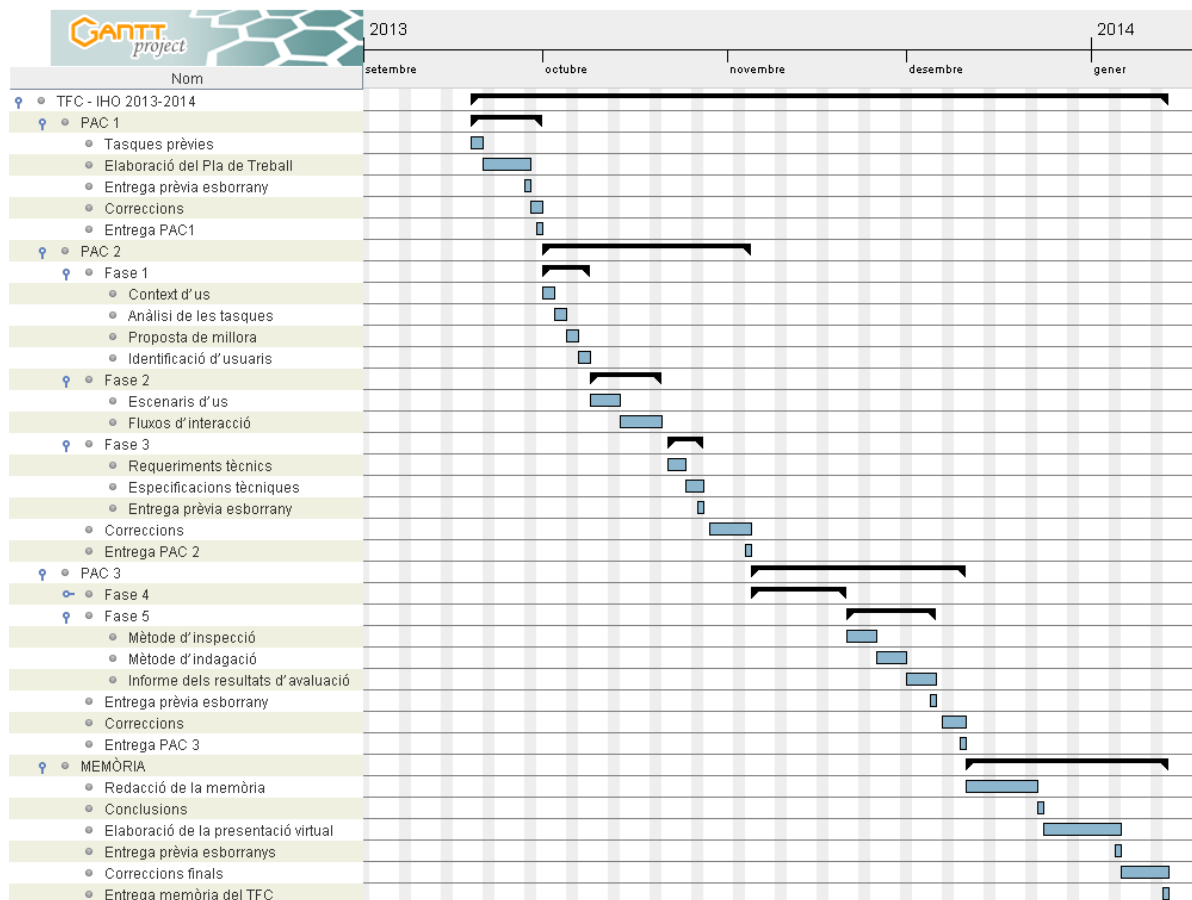


Figura 1: Diagrama de Gantt

1.6.- Contingut i estructura de la memòria

En primer lloc, en el capítol 2 es descriu el procés d'investigació per a millorar l'actual sistema de comandament de la màquina. Perquè es puguin comprendre les funcionalitats de les tasques de treball d'aquests tipus de màquina es fa un petit resum de les parts principals d'un pont de rentat.

Com que qualsevol usuari no pot tenir accés al control de la màquina, s'identificaran tres perfils diferents segons el seu estatus laborals. A més a més, també s'exposa la proposta de millora substituint l'actual panell de control per un terminal HMI, el qual té molts més avantatges que l'usat fins ara.

En el capítol 3 s'enumeren tres escenaris d'ús, els quals tindran correspondència entre els tres tipus d'usuaris escollits. També estan dissenyats els fluxos d'interacció basats en el vocabulari de J.J. Garrett^{iv} que componen l'estructura de funcions per al nou terminal.

Tot seguit, en el capítol 4 es mostren els requeriments tècnics i les especificacions del maquinari i del programari utilitzats per a la realització del TFC.

Després, en el capítol 5 es troba el disseny del prototipat per al qual s'implementa una maqueta horitzontal d'alta fidelitat.

En el capítol 6 es fa l'avaluació d'usabilitat del nou disseny fent ús dels mètodes d'inspecció mitjançant avaluació heurística i fent un recorregut cognitiu. A més a més, també es troben els resultats d'un test d'usuaris i s'analitzen les mesures d'usabilitat.

Finalment, en el capítol 7, conegut l'informe dels resultats de l'avaluació d'usabilitat, es descriuen les conclusions que s'han obtingut.

CAPÍTOL 2: INVESTIGACIÓ

2.1.- Context d'ús del panell de comandament

El panell de comandament es pot definir com un mitjà per a l'intercanvi d'informació entre la màquina, o procés controlat, i l'usuari. Aquest permet canviar paràmetres, verificar informació o manipular-la, etc. No obstant això, sempre hi haurà un control d'accés que dependrà del tipus d'usuari: l'administrador, el propietari de la màquina i l'empleat.

Per a l'elecció del panell, a l'apartat 2.3 es fa un informe de proposta de millora en el qual queda justificada l'elecció del model i del fabricant, tots dos escollits després de comparar-los amb altres models del mercat, havent utilitzat els criteris d'experiència d'usuari i els estudis d'unificació amb els productes de programació i control utilitzats actualment.

2.2.- Anàlisi de les tasques

Per fer l'anàlisi de les tasques d'un pont de rentat i justificar les funcionalitats de la màquina en qüestió, es fa una descripció general de les parts principals que el componen.

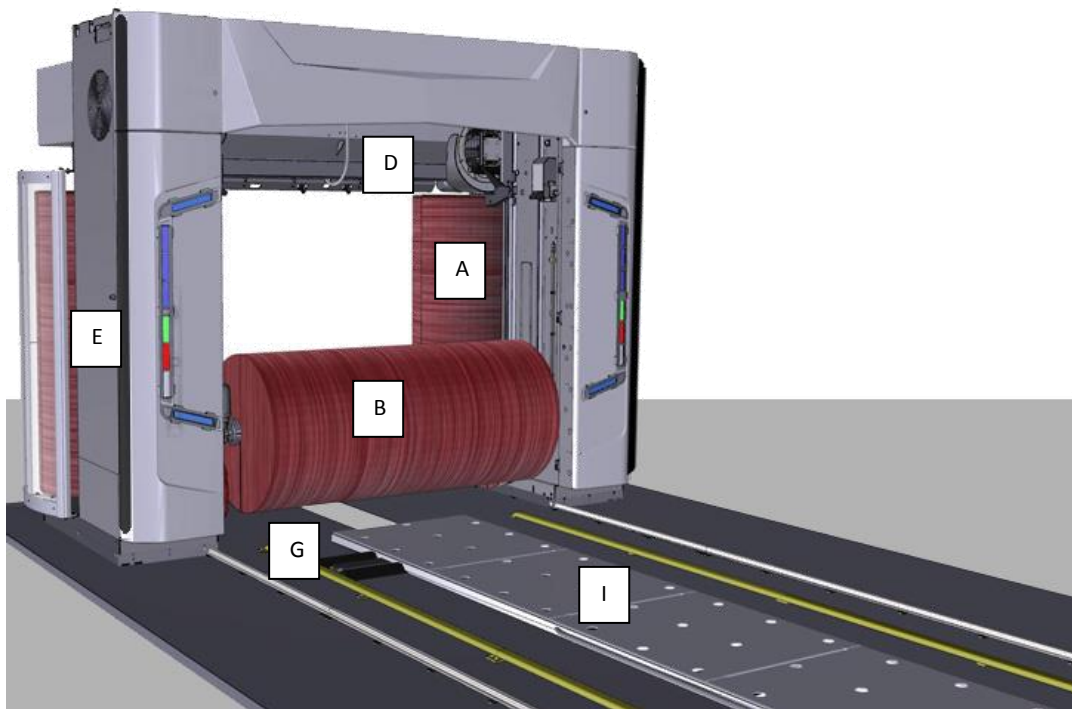


Figura 2: Vista frontal

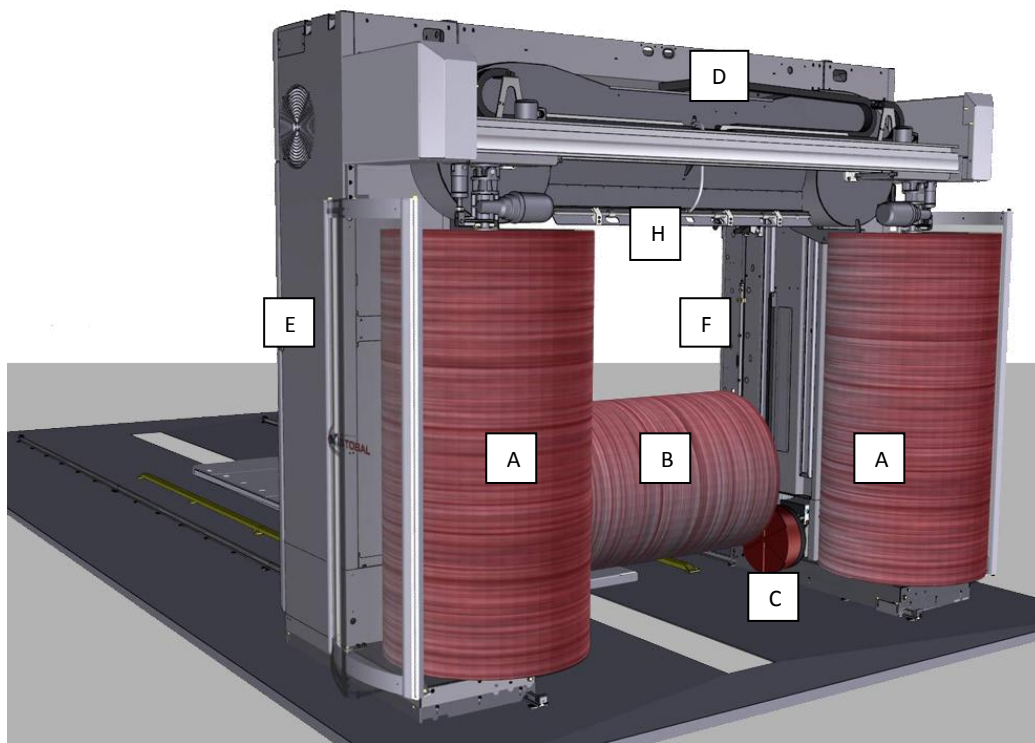


Figura 3: Vista posterior

- A Raspalls verticals**, amb translació mitjançant moto-reductors que permeten un moviment dintre-fora d'aquests i un moviment d'inclinació automàtica que possibilita una adaptació millor al vehicle.
- B Raspall horitzontal**, també amb translació mitjançant moto-reductor i comandat per un variador de freqüència que permet pujar-baixar aquest.
- C Renta-rodes**, raspall amb translació lineal mitjançant cilindres neumàtics amb moviment dintre-fora.
- D Eixugat**, compostat d'una tovera central, amb translació mitjançant un moto-reductor i un variador de freqüència que permet pujar-la i baixar-la, i dos toveres verticals, allotjades dintre de les columnes per aconseguir un bon eixugat lateral del vehicle.
- E Columnes**, que contenen, la del costat esquerre el quadre elèctric principal, i la del costat dret la distribució hidràulica i neumàtica així com els diferents productes químics que s'utilitzen durant el procés de rentat-eixugat.
- F Arc de productes químics**, són canonades ubicades en diferents punts de la màquina i que complementen el procés de rentat.

- G Opcionals de posicionament**, que permeten de forma passiva o activa que el vehicle s'aturi en la posició adient.
- H Arc d'esbandida, mitjana o alta pressió.** Són arcs distribuïts al llarg del pont que aporten de forma complementària o singular una neteja amb xorro d'aigua amb diferents pressions.
- I Rentat de baixos.** Dispositiu per a la neteja inferior del xassís dels vehicles que utilitzen aigua a pressió per a aquesta finalitat.

Al següent esquema, una vegada conegudes les parts principals del pont, es pot veure d'un cop d'ull les tasques necessàries per controlar-lo des del panell de control, així com les opcions que es poden escollir per configurar el seu funcionament, o bé seguir un control de manteniment i posada a punt de la màquina.

Així doncs, els usuaris podran accedir a realitzar les tasques següents:

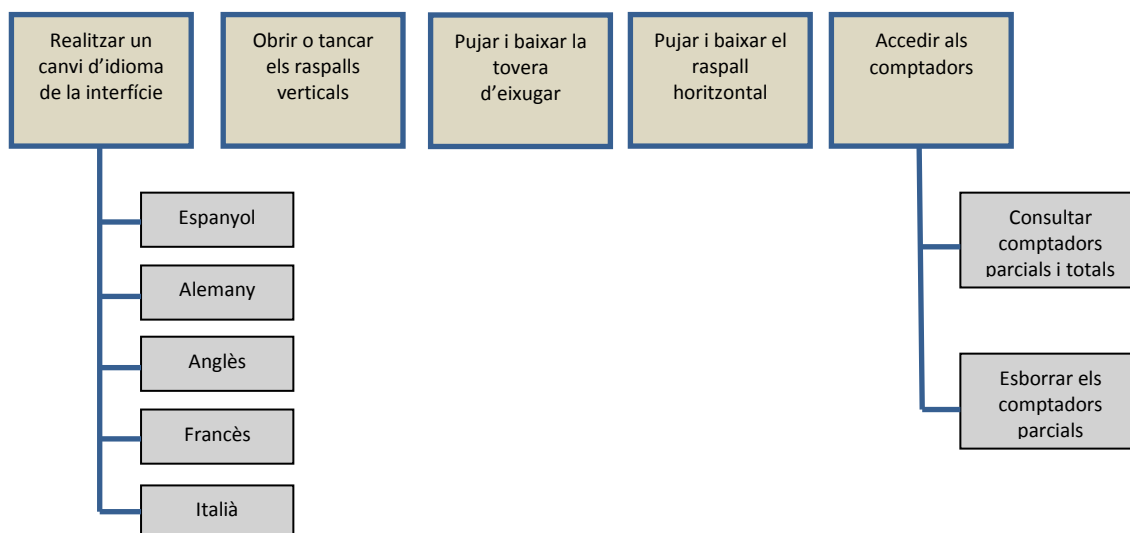


Figura 4: Esquema de tasques de control 1

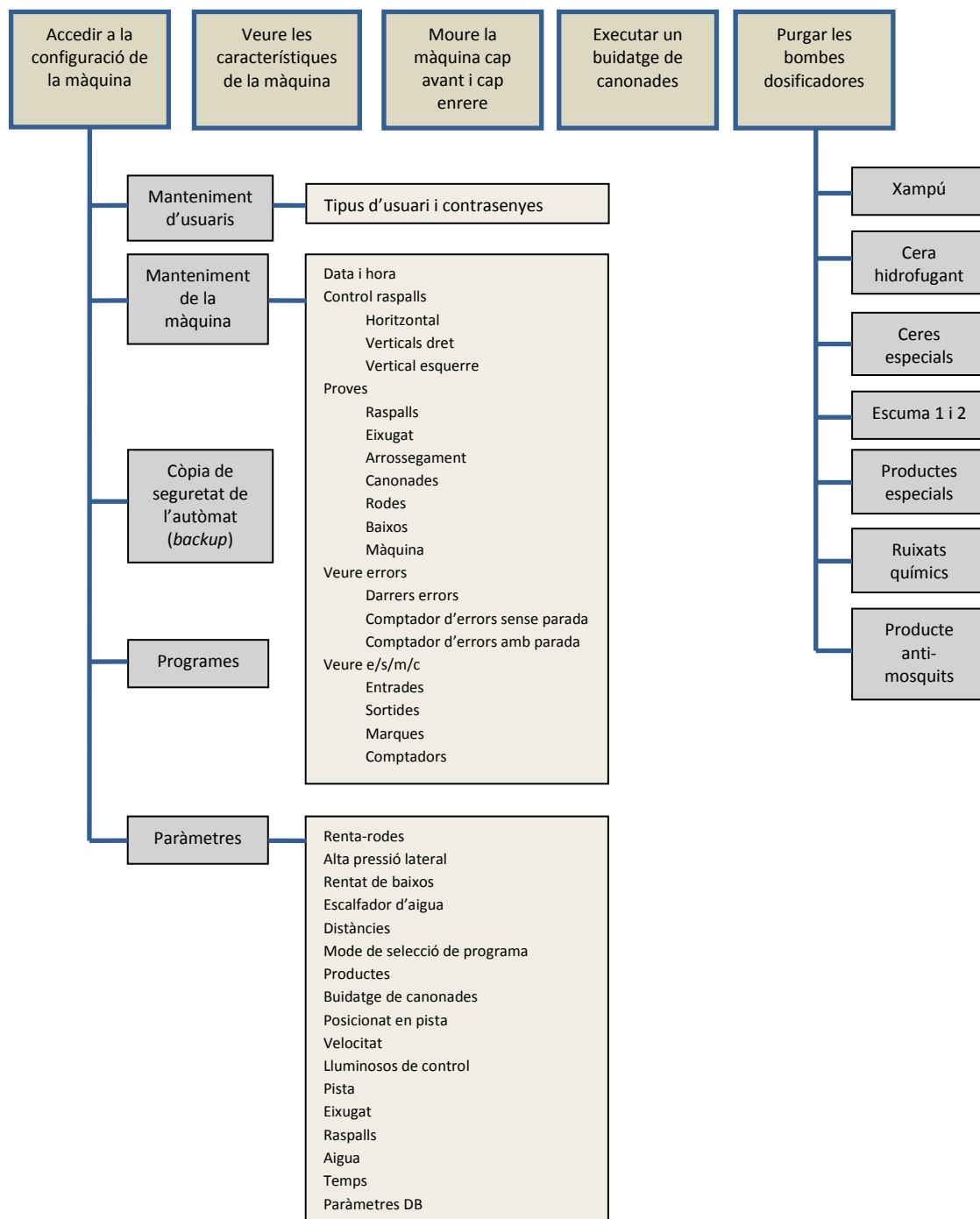


Figura 5: Esquema de tasques de control 2

2.3.- Proposta de millora

La proposta de millora del panell de control es basa en la substitució del panell actual SIEMENS TD200 per un panell amb pantalla tàctil de, almenys, 4" i amb color. Per determinar quin dels terminals del mercat és el més adient per a l'aplicació en qüestió, s'han escollit sis fabricants: ESA^v, EXOR^{vi}, Schneider Electric^{vii}, Pro-face^{viii}, SIEMENS^{ix} i Hakko Electronics Co^x.

Després d'haver provat i assajat amb els diferents models de tots els fabricants, s'escullen el model AGP-3450T de Pro-face, amb 5.7", i el KTP400 de SIEMENS, amb 4", perquè tots dos destaquen amb la qualitat de pantalla i bona resposta al tacte. A més a més, els dos reuneixen la relació qualitat - preu que s'exigeix per al nou canvi.

Cal destacar que cadascun dels fabricants té un programari propi per al seu terminal, cosa que avantatja el model de SIEMENS perquè es pot aprofitar la programació del panell de comandament actual per ser del mateix fabricant.

Abans de determinar la darrera decisió, surt un problema en totes les pantalles en prova, excepte en la de SIEMENS: quan s'escalfen degut al sol (cal recordar que aquests aparells passen hores a la intempèrie) deixa de funcionar la resposta al tacte en les pantalles. Aquesta raó, junt a l'aprofitament del programari, fa optar pel terminal de SIEMENS Simatic KTP400 B^{xi} i la CPU S7-1200^{xii}.

El terminal Simatic KTP400 B (K: *key*, TP: *touch panel*, 4", B: *basic*) és un panell o terminal HMI, que ofereix de forma estàndard nombroses funcionalitats de programari, com són: sistemes d'avis, administració de receptes, funcionalitat de corbes i canvis d'idioma. Així doncs, els usuaris es beneficien tant d'una bona visualització com d'una qualitat de procés molt millorada.



Figura 6: Panell de control Simatic KTP400 B

A més a més, són molts els avantatges que ens aporta aquest terminal HMI, ja que la interfície incorpora objectes gràfics que se'ls pot "dotar de vida" en funció de l'estat o valor de les variables a les que s'associa. Els atributs d'un objecte gràfic poden ser la seva grandària, el color, el moviment... El terminal permet a l'usuari canviar paràmetres, verificar informació o manipular-la mitjançant el toc a una imatge en pantalla o botó, així com també es pot navegar entre les finestres definides en el programa.

El controlador modular o CPU Simatic S7-1200 s'ha escollit per ser totalment compatible amb el model KTP400 B. A més a més, aquest és modular i compacte, el que implica escalabilitat i flexibilitat per a l'aplicació amb la que va a fer-se servir.

2.4.- Identificació d'usuaris

Els usuaris potencials per a les pantalles tàctils de caràcter industrial són aquelles persones que estan relacionades amb un ambient quotidià, ja que aquestes pantalles es poden trobar en comerços, tallers, i, fins i tot, al carrer (caixers automàtics, videoclubs, etc.).

Això crea un ampli grup de persones de totes les edats, sexes i coneixements relacionades amb les tecnologies, per la qual cosa es pot dividir als usuaris en tres categories generals basades en els seus coneixements: usuari inexpert, usuari medi i usuari expert.

2.4.1.- Coneixement i valoració dels usuaris

Encara que no és necessari posseir coneixements relacionats amb el sistema de treball d'aquests aparells, tenir informació sobre l'ús de tecnologies tàctils ajudarà a la utilització de les aplicacions en aquests terminals. Tot seguit s'enumeren els coneixements que tindran els usuaris potencials dividits en les tres classes esmentades a l'apartat anterior.

Usuari inexpert:

- Desconeix la terminologia informàtica
- No sap utilitzar ordinadors
- Mai abans ha fet servir una pantalla tàctil

Usuari mitjà:

- Està familiaritzat amb ordinadors
- Té experiència en navegació per Internet
- Utilitza processadors de text i alguns programes d'ofimàtica
- Alguna vegada ha utilitzat una pantalla tàctil (per exemple: un caixer)

Usuari expert:

- Navega amb facilitat per Internet.

- Coneix termes tècnics d'informàtica.
- Té experiència amb pantalles tàctils.

Cal tenir en compte que tots ells podran realitzar operacions amb el sistema i s'han d'abordar totes les possibilitats d'acció per aconseguir un disseny apte per a tothom.

2.4.2.- Especificació de perfils

Es poden distingir quatre tipus de perfil d'usuari que poden intervenir en el funcionament d'un pont de rentat, que són: el client, l'administrador, l'operari i el propietari.

D'una banda, el client només pot accedir a què la màquina li renti el vehicle, i per tant aquest usuari no te necessitat d'intervenir en el panel de control ja que serà un operari o un autoservei qui li posarà la màquina en marxa perquè li doni el servei escollit.

D'altra banda, està l'usuari administrador, o tècnic SAT, que té accés il·limitat al panell de control. També està l'operari, el qual, port accedir a veure comptadors (sense permís d'esborrar), veure errors i la descripció d'aquests, purgar les bombes dosificadores de producte, buidar canonades i veure les característiques de la màquina. Per últim queda el propietari, que té els mateixos accessos que l'operari i, a més a més, pot esborrar comptadors parcials, realitzar proves, canviar idiomes i configurar programes.

CAPÍTOL 3: DISSENY D'ESCENARIS I FLUXOS D'INTERACCIÓ

3.1.- Escenaris d'ús

Com que l'usuari client només necessita rentar el seu vehicle i no té accés al control de comandament, no es tindrà en compte en cap d'escenari. Així, es presenten tres casos d'escenaris, un per a cada tipus d'usuari autoritzat.

3.1.1 Escenari per a la lectura dels comptadors de serveis

Josep és un operari d'una estació de neteja de vehicles. Treballa al segon torn, i entre altres tasques està a càrrec d'un pont. Al finalitzar el dia necessita fer la comptabilitat de la caixa, i per tant, li han de coincidir els serveis del pont amb els diners arreplegats durant el dia.

Al final de la jornada, Josep accedeix al panell de control i amb la seva clau, entre altres opcions, té accés al menú de comptadors on llegeix el valor de cadascun dels programes i els anota. Tot seguit, com que no pot posar els comptadors a zero (no té permisos), calcula la diferència entre els que va

anotar el dia anterior i els nous, i així comprova que els serveis realitzats durant la jornada corresponen amb els ingressos de la caixa.

3.1.2 Escenari per al canvi de velocitat del pont.

Raül és un usuari administrador. En una de les revisions de manteniment de la màquina, el propietari li ha demanat si pot augmentar la velocitat del pont quan està eixugant, argumentant que el clima de la zona on està ubicada és sec i calorós, i per tant, fent la passada més ràpida, el vehicle es queda igual de sec i al mateix temps pot reduir el temps del servei.

L'administrador accedeix al panell mitjançant la seva clau, la qual té control total. A la pantalla de configuració es troba l'opció dels paràmetres, en la qual pot modificar la velocitat de passada d'eixugar des de l'opció velocitat.

3.1.3 Escenari per a canviar un programa.

Vicent és el propietari d'un pont. Després de relacionar-se amb una tenda de la ciutat on el té ubicat, vol fer una oferta conjunta per a promocionar-lo. A la seva màquina estan actius tres programes dels quinze que porta la llibreria, i necessita afegir-ne un que sigui ràpid i sense massa opcions.

El propietari accedeix al panell mitjançant la seva clau, la qual li permet configurar programes, i des del menú de configuració va fins al de programes, n'escull un de la llibreria i l'afegeix a la llista. Aquest programa serà el que servirà per a la promoció per ser més curt i consumir pocs productes.

3.2.- Fluxos d'interacció

Els fluxos d'interacció ens serviran per definir l'estructura de funcions que s'ha dissenyat. Aquesta estructura està composta de manera que el menú d'inici principal actuarà com a distribuïdor organitzatiu de primer nivell, i des d'aquest nivell es podrà accedir a la resta de pantalles d'un nivell inferior, actuant aquestes, si cal, de la mateixa forma.

Els següents fluxos d'interacció estan basats en el vocabulari visual per a descriure la informació i el disseny d'interacció de Jesse James Garrett.

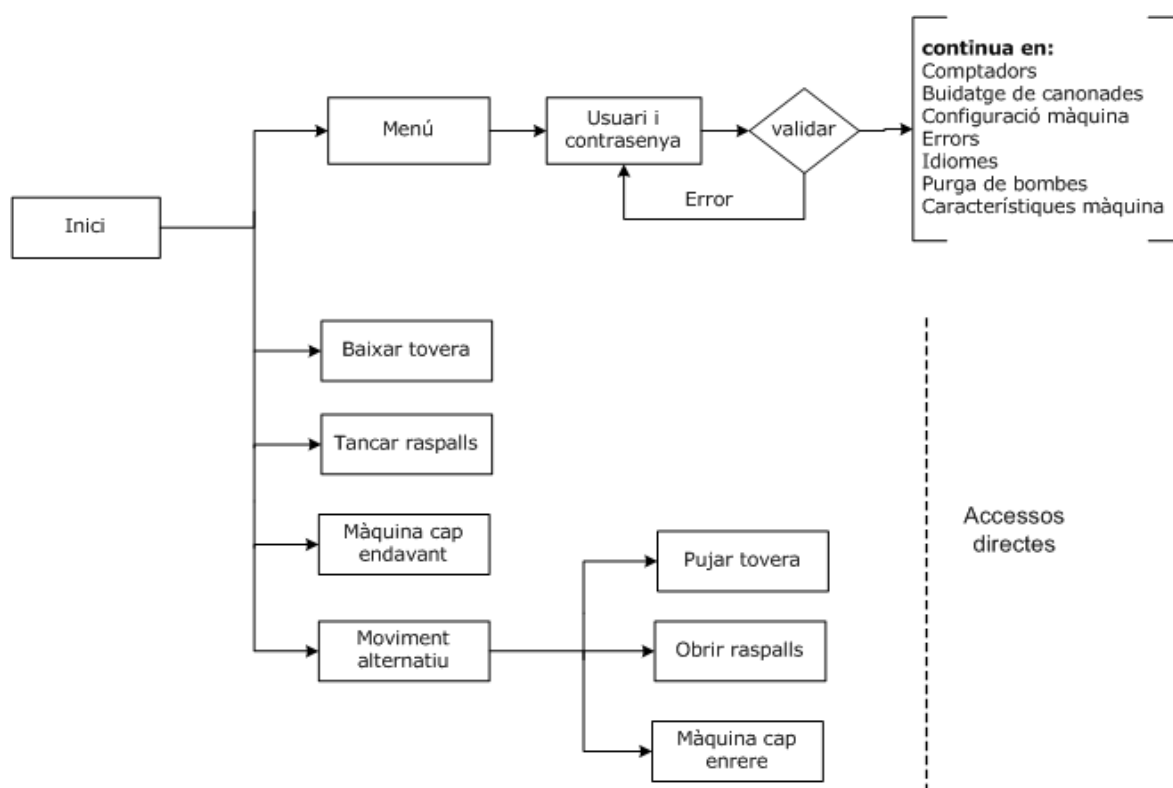


Figura 7: Diagrama de flux - Inici

Els accessos directes en la pantalla principal permeten a qualsevol tipus d'usuari donar-li ordres bàsiques a la màquina, com poden ser: baixar i pujar la tovera d'eixugar, tancar i obrir els raspalls verticals, i moure la màquina cap endavant i cap enrere.

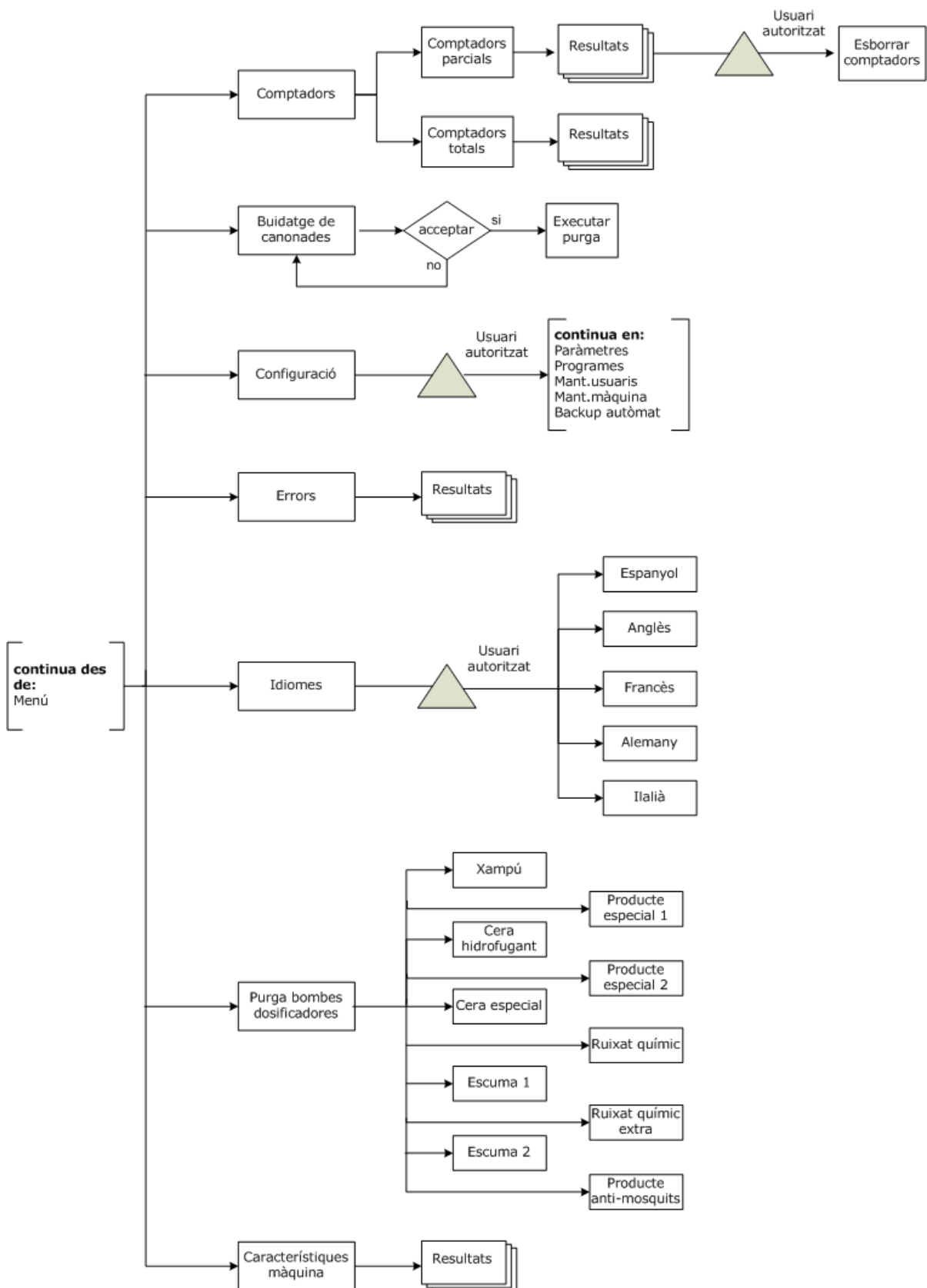


Figura 8: Diagrama de flux - Menú

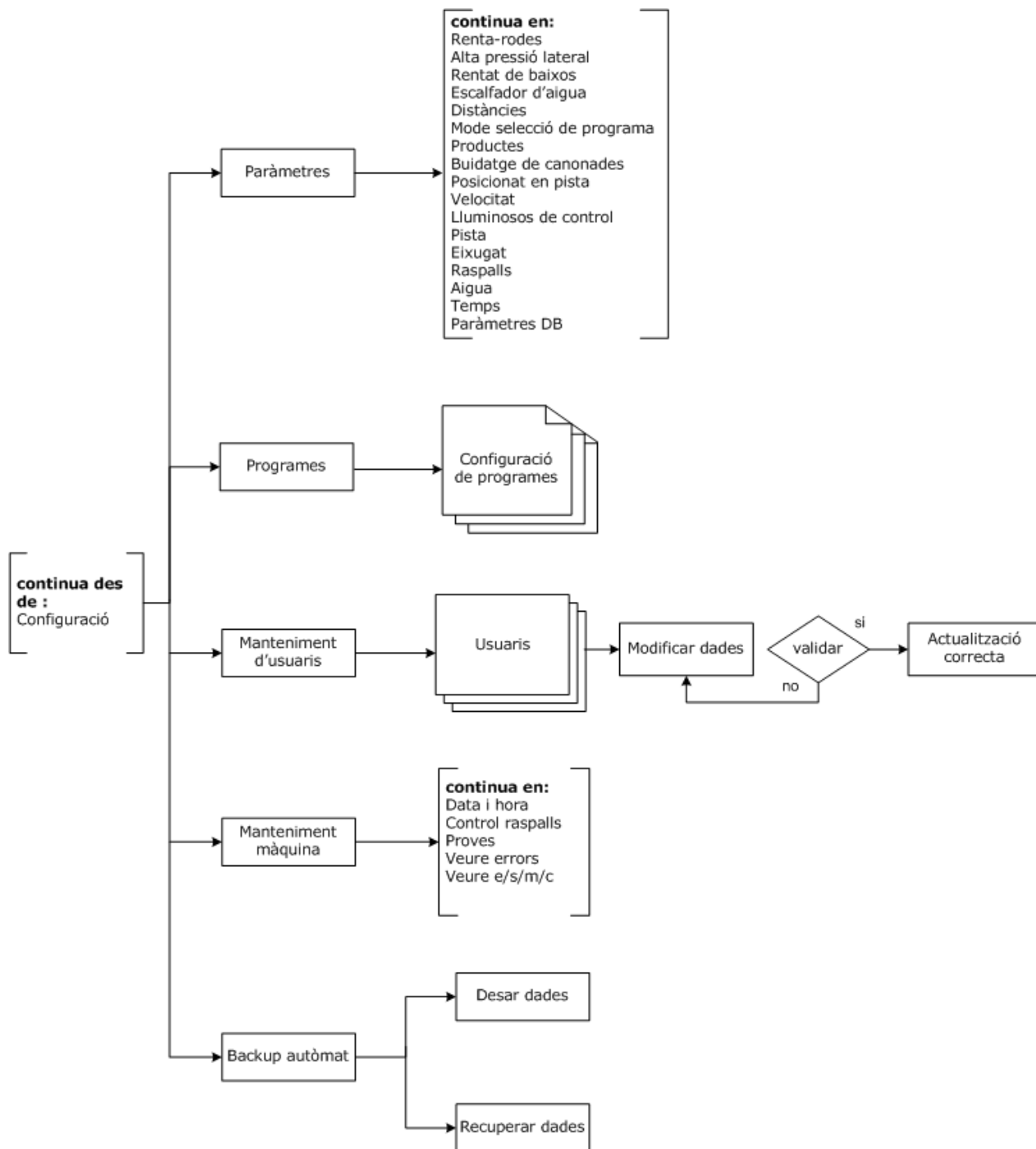


Figura 9: Diagrama de flux - Configuració

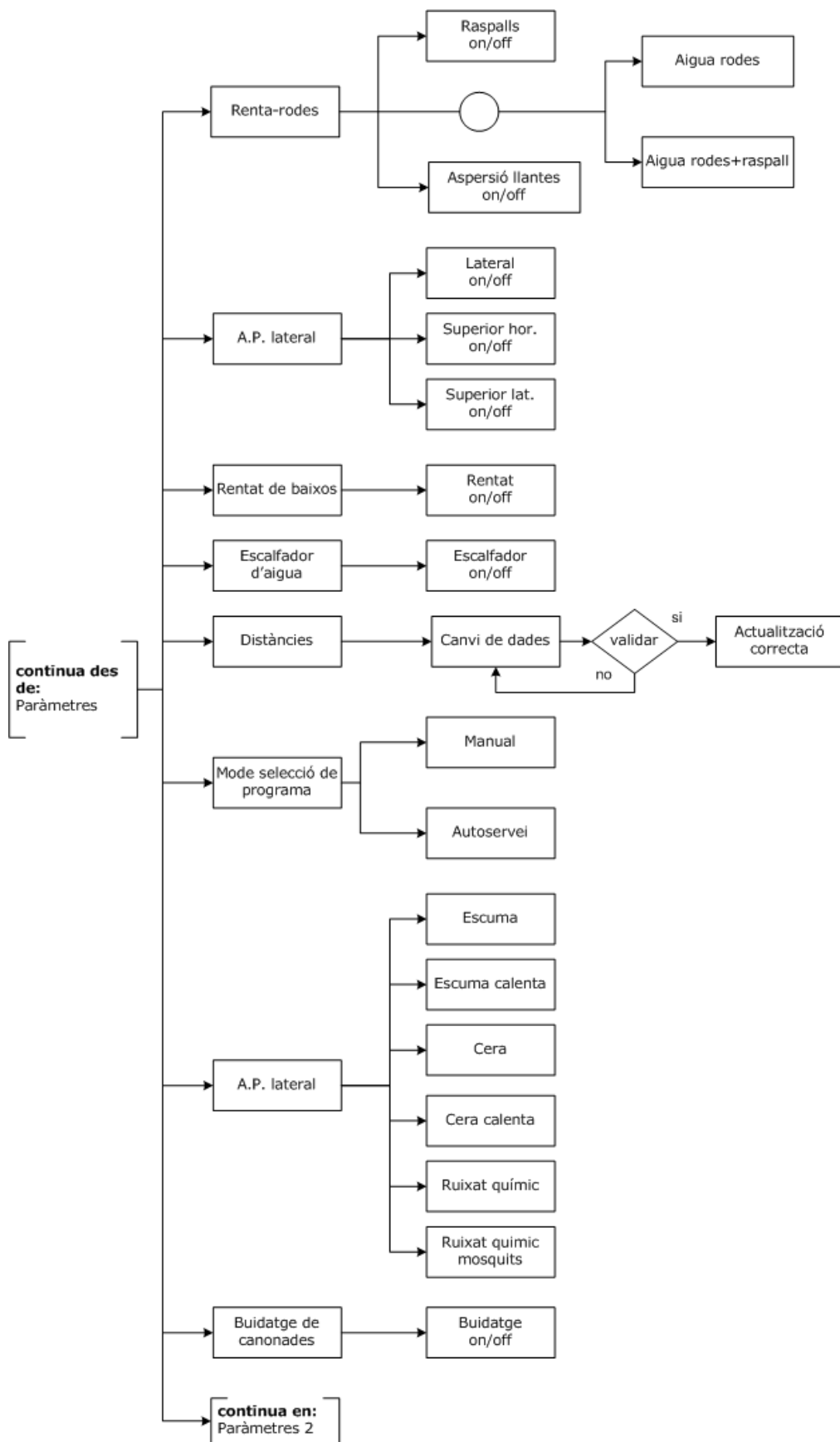


Figura 10: Diagrama de flux - Paràmetres

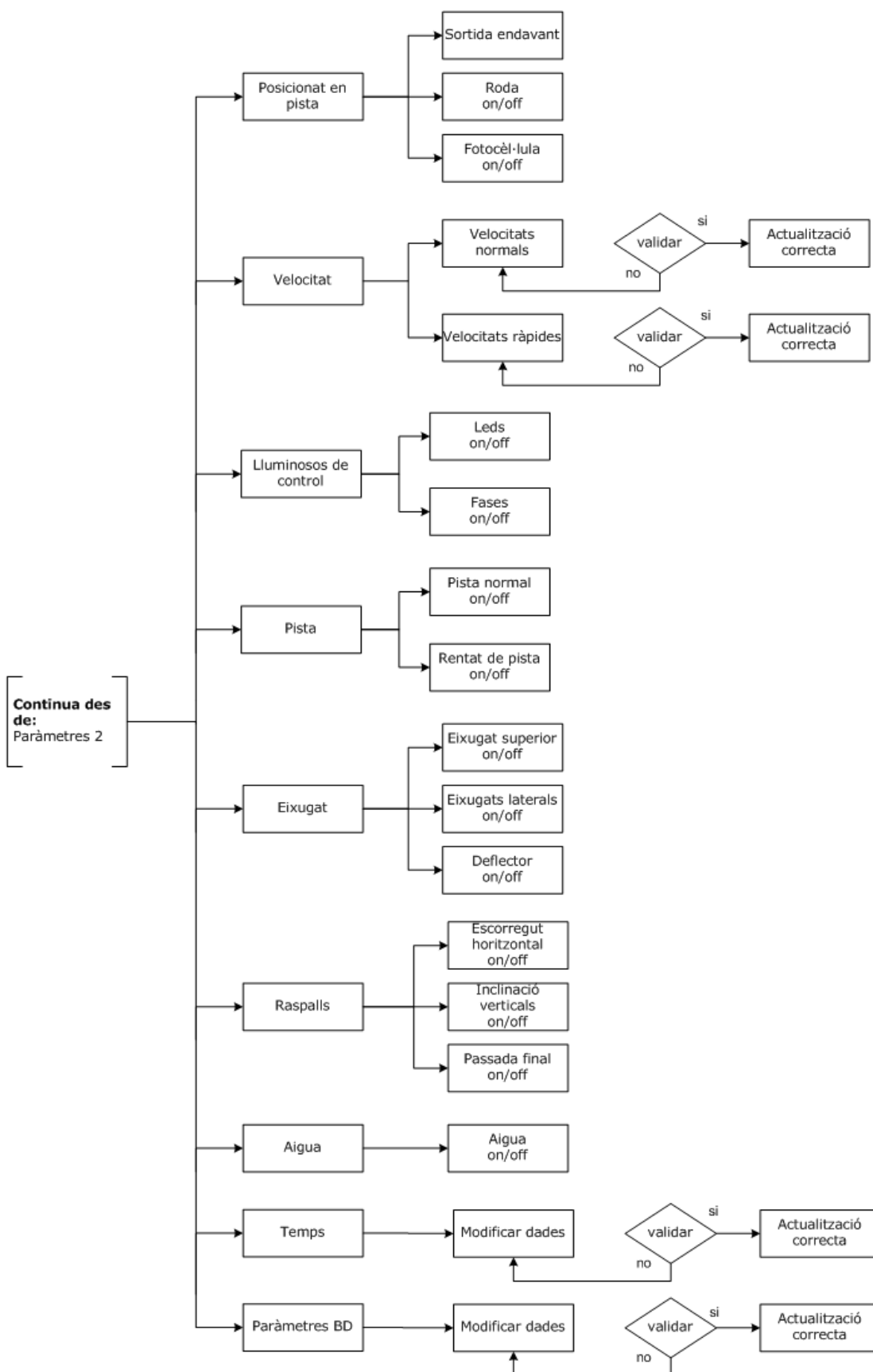


Figura 11: Diagrama de flux - Paràmetres 2

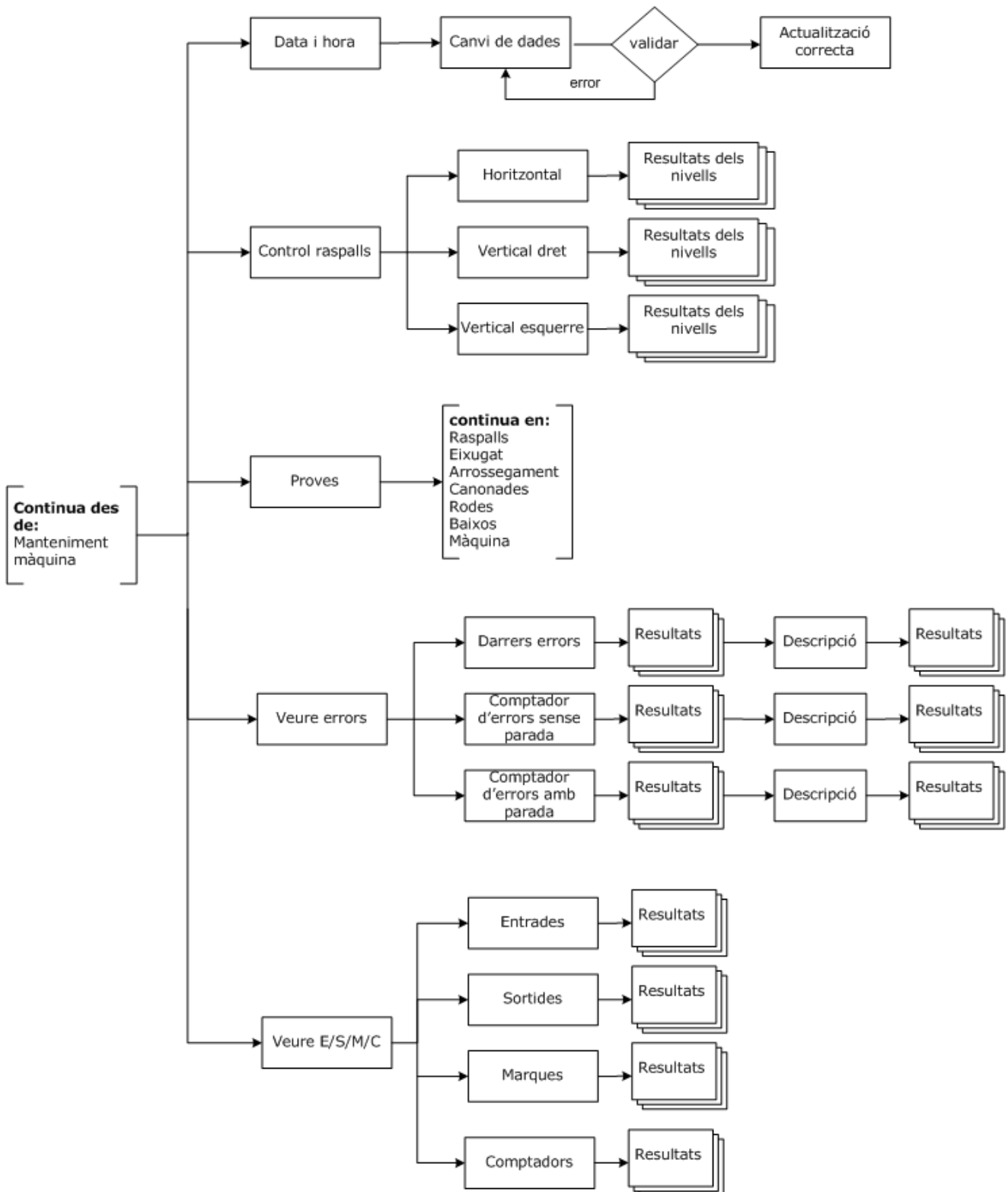


Figura 12: Diagrama de flux - Manteniment màquina

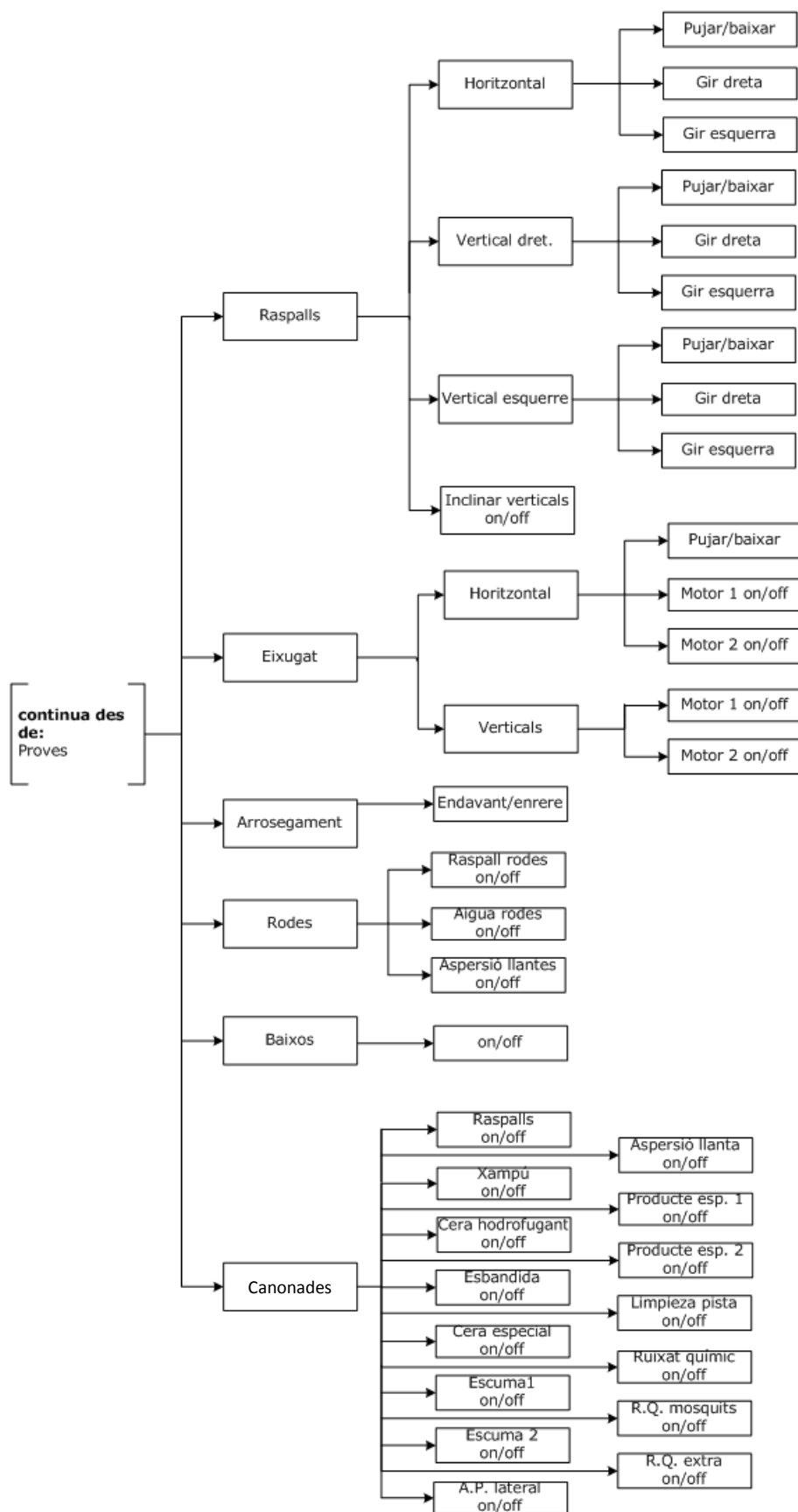


Figura 13: Diagrama de flux - Proves

CAPÍTOL 4: ANÀLISI DE RECURSOS A EMPRAR

Els recursos necessaris per a la posada en funcionament del nou panell de comandament HMI són els següents:

- Font d'alimentació a 24v cc
- Ordinador personal, preferiblement estació de treball
- Cable PROFINET
- Programari SIEMENS Simatic TIA portal^{xiii} i Adobe Illustrator CS6^{xiv}
- Pantalla HMI SIEMENS Simatic KTP400 B
- CPU SIEMENS Simatic S7-1200

Aquest material enumerat és suficient per programar i posar en funcionament la màquina de rentat. Als annexos 1 i 2 es detallen les especificacions del maquinari i del programari respectivament, així com de les funcions o propietats que els caracteritzen, les quals justifiquen l'elecció com a producte escollit per a la tasca que van a realitzar.

A la imatge següent es pot veure l'esquema de connexió del maquinari mitjançant cablatge PROFINET.

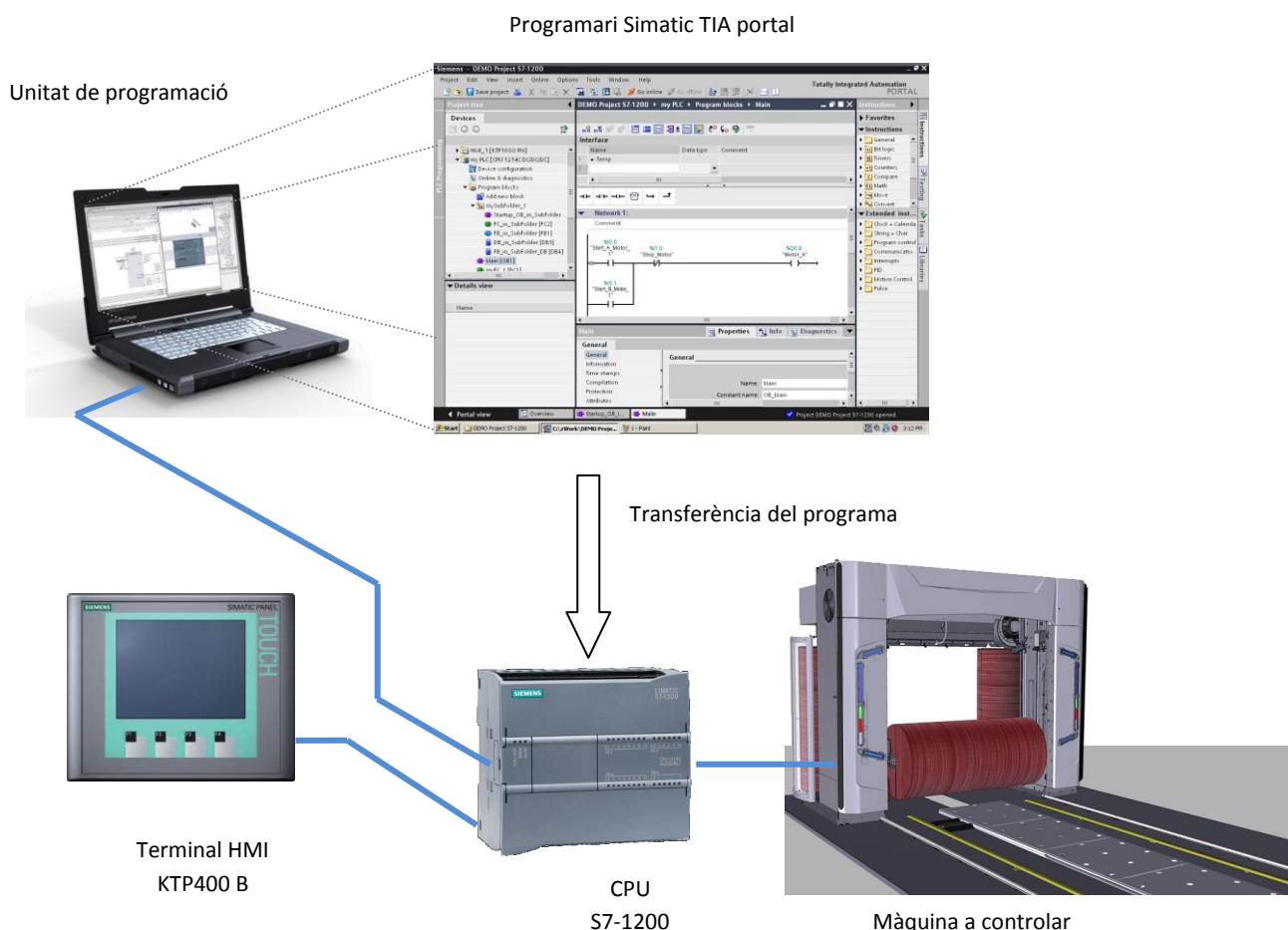


Figura 14: Diagrama de connexions

CAPÍTOL 5: PROTOTIPATGE

Per fer el test d'usuaris amb el nou disseny és necessari disposar del terminal HMI i de la CPU. Així que, per facilitar aquesta tasca s'ha dissenyat una maqueta horitzontal d'alta fidelitat^{xv}. Aquesta és una rèplica exacta del sistema dissenyat amb el programari WinCC Flexible per al terminal KTP400. S'han substituït el logotip i el nom de l'empresa propietària del disseny pel logotip de la UOC i el text: "Interacció Humana amb els Ordinadors", tots dos a petició d'aquesta organització al sol·licitar-li la proposta de fer un test d'usuaris aliens a l'empresa.

El prototipatge horitzontal es basa en la construcció d'un model que abasta totes o quasi totes les funcionalitats, espais i menús de la pantalla interactiva, sense que estiguin implementades i funcionin realment. A més a més, serveix per avaluar no tant l'ús del sistema, sinó el seu abast, la navegació i l'arquitectura de la informació.

El fet d'haver utilitzat qualsevol altre model de maqueta queda molt allunyat de la realitat, i com que el perfil de l'usuari final ha de ser un personatge especialitzat amb la matèria, s'ha considerat desestimar la resta de models (esbossos, *storyboards*, diagrama de navegació, etc.)

La implementació de la maqueta s'ha fet amb el programari AXURE RP^{xvi}, el qual permet mostrar una versió molt semblant al del resultat final obtingut per WinCC Flexible per al terminal.

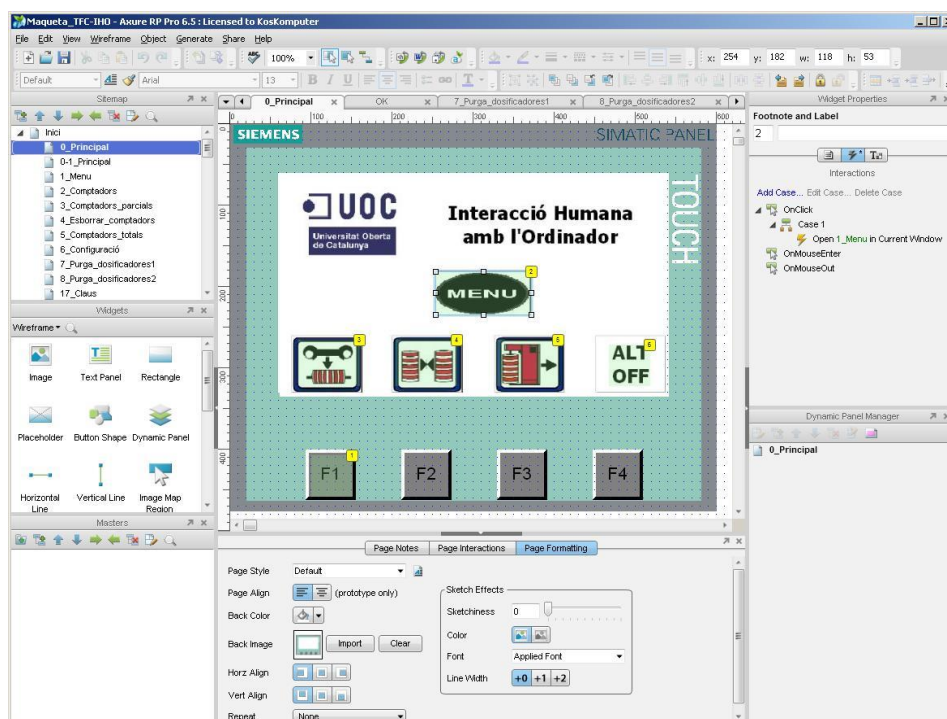


Figura 15: Captura AXURE RP

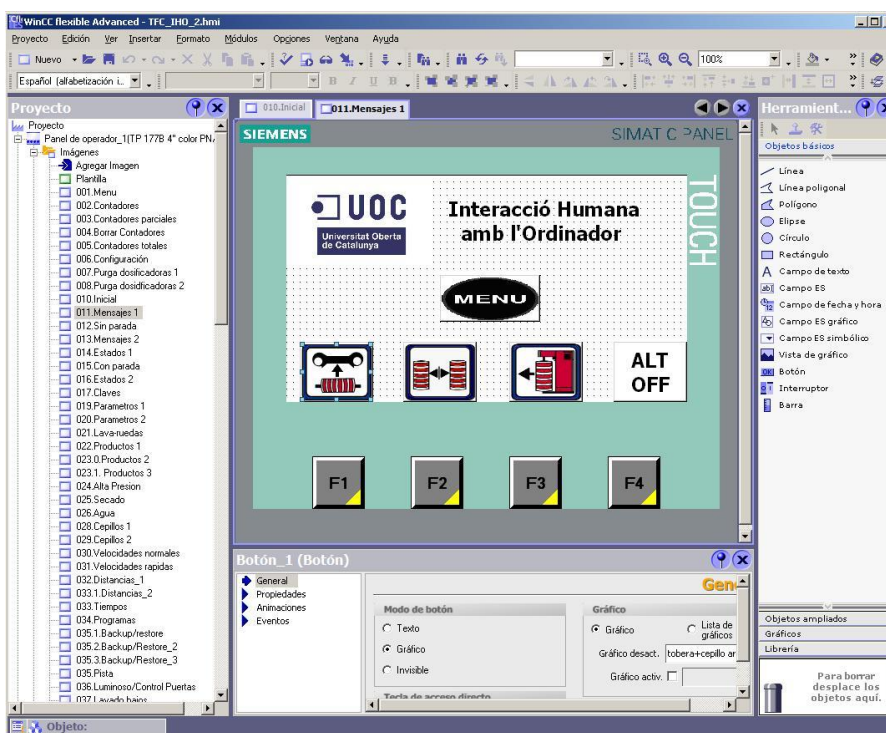


Figura 16: Captura WinCC Flexible

Com s'ha dit abans, la maqueta és una rèplica del sistema, però no obstant això s'han afegit tres pantalles alienes al disseny. La primera: la presentació, l'última: la cloenda, i un altra que surt moltes vegades durant el test i simula que la màquina ha rebut la comanda feta per l'usuari.



Figura 17: Simulació de comanda rebuda per la màquina

A més a més, s'ha eliminat l'acció d'algunes funcions repetitives que apareixen molt sovint durant tot el recorregut com són els accessos directes i les accions ON/OFF, tot amb la intenció de fer més àgil el recorregut cognitiu i el test d'usuaris.



Figura 18: Accessos directes

CAPÍTOL 6: AVALUACIÓ D'USABILITAT

El Disseny Centrat en l'Usuari (DCU) es considera com una filosofia i un procés al mateix temps. Una filosofia, una orientació estratègica, que situa a la persona en el centre per tal de desenvolupar un producte adequat a les seves necessitats i requeriments, i un procés de disseny que es focalitza en els factors cognitius de les persones, i com aquests intervenen en les seves interaccions amb els productes^{xvii}.

Entre les metodologies conegudes del DCU per a l'avaluació d'usabilitat s'aplicarà, l'avaluació heurística, el recorregut cognitiu i el test d'usuaris, realitzats aquests dos últims amb la maqueta creada a partir de la rèplica del prototip del disseny original amb WinCC Flexible.

6.1.- Mètodes d'inspecció

6.1.1 Avaluació heurística

Tot seguit es fa una revisió de la interfície seguint les 10 regles heurístiques d'usabilitat proposades per Jakob Nielsen^{xviii}:

- 1) **Visibilitat de l'estat del sistema.** *El sistema ha de mantenir sempre als usuaris informats de l'estat del sistema amb una retroalimentació apropiada i un temps raonable.*

Es pot comprovar que l'usuari sap on està en cada moment i té a la vista únicament les eines que pot usar en aquest moment.

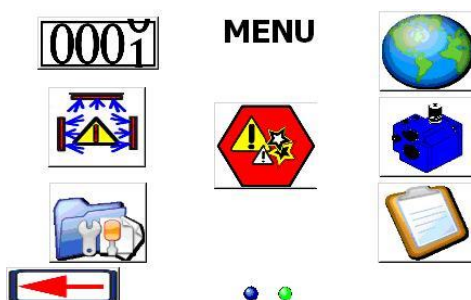


Figura 19: Menú d'opcions

- 2) **Utilitzar el llenguatge dels usuaris.** *El sistema ha de parlar el llenguatge dels usuaris, amb paraules, frases i conceptes familiars en lloc que els termes usats estiguin sols orientats al sistema. Utilitzar convencions del món real fent que la informació aparegui en un ordre natural i lògic.*

El sistema modela bé el funcionament segons els passos que són necessaris per fer aquestes accions al món real tot i que no deixen de ser conceptes tècnics i força particulars.



Figura 20: Opció de purgat de bombes

- 3) **Control i llibertat per a l'usuari.** *Els usuaris trien de vegades funcions del sistema per error i necessiten una sortida d'emergència clarament assenyalada, és a dir, sortir de l'estat no desitjat sense haver que passar per un diàleg massa extens. Proporcionar el suport de fer i desfer.*

En qualsevol de les pantalles del sistema l'usuari pot tornar enrere o sortir cap a la pantalla principal (un exemple es pot veure en les figures d'aquest apartat (6.1).

- 4) **Consistència i estàndards.** *Els usuaris no han d'esbrinar si diverses paraules, situacions o accions volen dir la mateixa cosa. En general han seguir les convencions de la plataforma sobre la que està implementat el sistema.*

Al prototip dissenyat, s'ha tingut en compte, la consistència en el llenguatge i el contingut. No obstant això queda molt lluny la consistència del disseny de navegació principal perquè no respecta ni les posicions ni les grandàries de les opcions de menú, avançar o retrocedir.

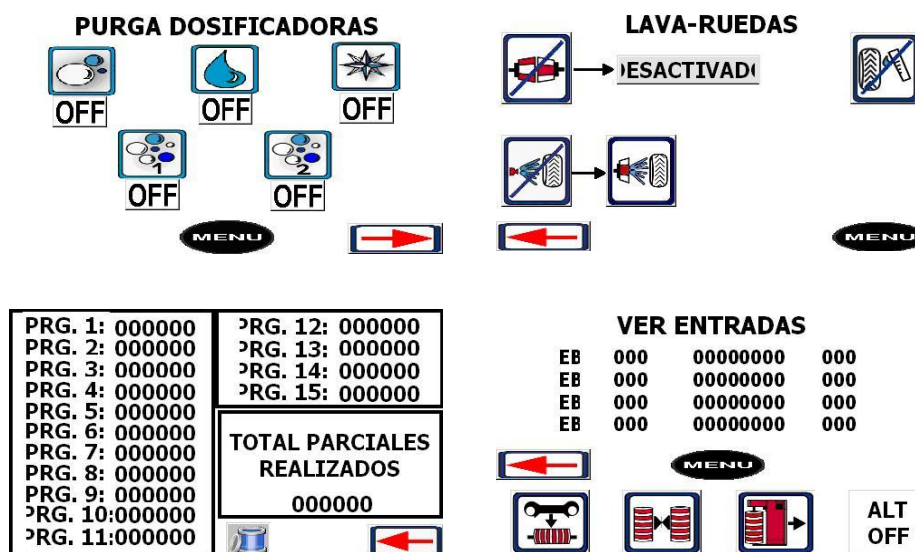


Figura 21: Detall del disseny de navegació

- 5) **Prevenió d'errors.** Millor que uns bons missatges d'error, és un bon disseny que impedeixi que aquests puguin ocórrer.

S'ha comprovat que el sistema impedeix fer operacions si no es compleixen les condicions adients per a fer-les. De fet és necessari complir totalment aquest apartat perquè al tractar-se del comandament d'una màquina, aquest sistema també ha de complir altres normatives de seguretat exigides per altres organismes competents.

- 6) **Minimitzar la càrrega de memòria de l'usuari.** L'usuari no hauria de recordar la informació d'una part del diàleg a l'altra. És millor mantenir accions, objectes i les opcions visibles que memoritzar.

L'argument principal de migrar el sistema actual (pantalla de text) al nou sistema (pantalla tàctil amb icones) és precisament el que assenyalava aquest punt. El nou disseny minimitza totalment la càrrega de memòria de l'usuari al tractar-se d'una interfície totalment intuïtiva per al propòsit al que està destinada.



Figura 22: Accés al manteniment de raspalls

- 7) **Flexibilitat i eficiència d'ús.** La presència d'acceleradors normalment inservibles per a l'usuari novell, de tant en tant poden oferir una interacció més ràpida per a l'usuari expert, de manera que el sistema pot adequar-se tant a usuaris experimentats com a novells. És important que el sistema permeti personalitzar accions freqüents.

Al disseny del prototip es troben acceleradors de manera que són útils per als usuaris experimentats i per als novells. Es tracta d'accessos directes a determinats moviments de la màquina, els quals tenen l'ús molt repetitiu durant la tasca de manteniment del pont.



Figura 23: Consulta d'entrades

- 8) **Estètica i disseny minimalista.** Els diàlegs no haurien de contenir informació irrellevant o innecessària. Cada unitat extra d'informació d'un diàleg competeix amb les unitats rellevants d'informació, i a més redueix la seva visibilitat relativa.

El disseny és funcional i econòmic. Es mostra únicament la informació i les opcions més rellevants amb textos fàcils d'identificar. En general està tot ben agrupat i té un bon ús dels colors.



Figura 24: Manteniment de canonades

- 9) **Ajudar als usuaris a reconèixer, diagnosticar i recuperar-se dels errors.** *Els missatges d'error haurien d'expressar-se amb un llenguatge pla (sense codis), descriure amb precisió el problema i suggerir de forma constructiva la solució.*

Al cas de la màquina de rentar, són molts els errors pels quals es pot produir una parada. Com que al tècnic de manteniment li poden interessar més dades a banda del motiu de la parada, s'observa que el sistema d'errors s'ha dissenyat amb dues pantalles: una pantalla mostra el número d'errada, les vegades que s'ha produït i la data, i l'altra pantalla mostra la descripció de l'error.

CONTADOR FALLOS CON PARADA		
Error-Sub	Veces	Fecha-Hora (último)
25-00	000	31/12/2002 10:59:5
26-00	000	31/12/2002 10:59:5
27-00	000	31/12/2002 10:59:5
28-00	000	31/12/2002 10:59:5
29-00	000	31/12/2002 10:59:5
30-00	000	31/12/2002 10:59:5
31-00	000	31/12/2002 10:59:5
32-00	000	31/12/2002 10:59:5


DESCRIPCION ERRORES


Figura 25: Errors amb parada de la màquina

ERRORES CON PARADA	
25.Detector principio o final de pista.	
25.1.Error detección principio de pista.	
25.2.Fallo detectores.	
26.El arrastre no es posible.	
26.1.Detector encoder arrastre A.	
26.2.Detector encoder arrastre B.	
26.3.Fallo arrastre:revisar variador, relés o ambos detectores.	
26.4.Fallo Láser.	
27.Sistema traslación cepillo horizontal.	
27.1.Tiempo de subida excedido.	
27.2.Tiempo de bajada excedido.	
27.3.Finales de carrera activados.	
27.4.Encoder elevación cepillo horizontal.	
27.5.Fallo durante recuperacion.	




MENU


Figura 26: Descripció d'errors

- 10) **Ajuda i documentació.** *Encara que és millor que el sistema es pugui usar sense cap documentació, pot ser necessari proporcionar ajuda i documentació. Aquestes informacions haurien de ser fàcils de trobar, a més a més, haurien d'estar centrades en les tasques de l'usuari, detallar els passos concrets que són necessaris realitzar i no ser massa voluminosos.*

Al prototip, es troba manca de documentació. Hauria d'existir, almenys, una petita ajuda o mapa perquè l'usuari, d'un cop d'ull, pugui tenir una visió general de l'estructura del sistema i a més a més, tenir opció de consultar algun tipus d'acció.

6.1.1.1.- *Website checklist*^{xix}

Després d'haver analitzat les heurístiques de Nielsen s'aplicarà la llista de comprovació i així valorar una mica més l'auditoria del sistema.

- **Aspectes generals.** En aquest apartat compleix sense cap dubte, els objectius, és eficient, intuïtiu, facilita que l'usuari estigui còmode, però no manté la consistència en l'aparença d'algunes pantalles.
- **Branding.** Tot i que el logotip o marca és present a la pantalla inicial, no és vinculant per al propòsit destinat.
- **Navegació.** A excepció de les accions "següent, anterior i menú", la navegació és bastant coherent.
- **Imatges.** Aquestes tenen la grandària adient i a més a més, estan perfectament optimitzades pel propi programari WinCC.
- **Animacions.** No s'han observat cap tipus d'animació.
- **Banners i publicitat.** No és vinculant.
- **Continguts.** Apareixen pocs textos amb coherència.
- **Tecnologia.** No és vinculant.
- **Interfície.** És simple i amigable, amb bon contrast de les imatges tot i que es tracta d'un aparell que pot estar al sol, el qual al ple mig dia provoca alta deficiència de visibilitat.
- **Feedback.** El sistema té una bona resposta, doncs a més de la pròpia pantalla, sempre hi ha una resposta per la part de la màquina a qualsevol comanda o servici sol·licitat.

Conclusió de les heurístiques de Nielsen aplicades al sistema

Malgrat que les 10 regles heurístiques d'usabilitat de Nielsen es van definir per a la Web, es considera un bon mètode per a validar altres sistemes semblants a aquests tipus de projecte.

Tenint en compte que es disposa al cas en qüestió d'una petita pantalla de 4" i molt poca resolució, la majoria de vegades no es pot aplicar al 100% els 10 regles. A la revisió feta s'observa que ha complit, en part, la majoria de les regles, de les quals destaca la pobra consistència del disseny amb les opcions generals de navegació. A més a més, també s'ha detectat la manca d'algun

tipus d'ajuda malgrat que, en termes generals, no és força complicada la navegació pel sistema.

6.1.2 Recorregut cognitiu

Dins del grup de tècniques d'avaluació de la usabilitat de sistemes interactius el recorregut cognitiu (*Cognitive Walkthrough*) és una de les més conegudes i provades que major acceptació té a l'àmbit de la Interacció Persona-Ordinador entre els professionals i entre els investigadors. No obstant, aquest mètode té algunes mancances, les quals, si fossin solucionades permetrien recomanar aquesta tècnica com una de les més competitives de les existents actualment, sent la no intervenció d'usuaris finals la més important d'aquestes mancances.

S'ha pogut observar que a l'aplicar les heurístiques de Nielsen sobre el prototip, els experts que han col·laborat en el disseny no han tingut en compte alguns dels punts més importants de les 10 regles. Per tant, per realitzar l'estudi d'aquest projecte s'incorporen usuaris finals als tradicionals recorreguts cognitius de manera coherent amb les finalitats d'aquest mètode^{xx}.

La raó per la qual s'incorporen aquests usuaris finals és perquè el recorregut realitzat per l'expert aporta una "imparcialitat" que els usuaris no poden aportar, i així, d'aquesta manera es pot obtenir la possibilitat que l'expert descobreixi altres problemes diferents d'aquells que descobriria un cop ja ha intervingut usuaris.

El procés plantejat per a la realització per fer el recorregut cognitiu és el següent:

a) Realitzar el recorregut cognitiu de la manera tradicional amb dos experts seguint el patró que es mostra a l'annex 3.

b) Una vegada conclòs el punt anterior s'incorporaran els altres dos usuaris i s'actuarà de la manera que tot seguit es descriu:

- Els dos nous usuaris escollits són coneixedors de la matèria per ser treballadors de la mateixa organització i per tant coneixen el producte, però sense cap experiència amb el control de les màquines.

- Després d'una introducció explicant la prova, el mètode, els objectius i el prototip es demanarà a cada usuari que realitzi de manera individual el grup de tasques definides en el recorregut (test de l'annex 3).

- Es demana als usuaris que expressin lliurement en veu alta els seus pensaments, sentiments i opinions sobre qualsevol aspecte (interactivitat, disseny, funcionalitat, ...) mentre interaccionen amb el prototip.

Cada usuari realitzarà totes les tasques sense rebre més explicacions que les anteriors i en finalitzar cada tasca haurà de complementar la informació anotant els principals defectes i incorreccions detectades.

A la següent taula queda resumit el recorregut cognitiu fet pels dos experts i els dos usuaris. El detall de les proves fetes amb els usuaris es troba a l'annex 3.

RESUM DELS RESULTATS DEL RECORREGUT COGNITIU				
Usuari	Tasques amb èxit	Tasques amb dubtes	Tasques amb errada	Temps emprat
1 (expert)	80%	14%	6%	20'
2 (expert)	76%	14%	10%	16'
3	61%	16%	23%	35'
4	57%	16%	27%	42'

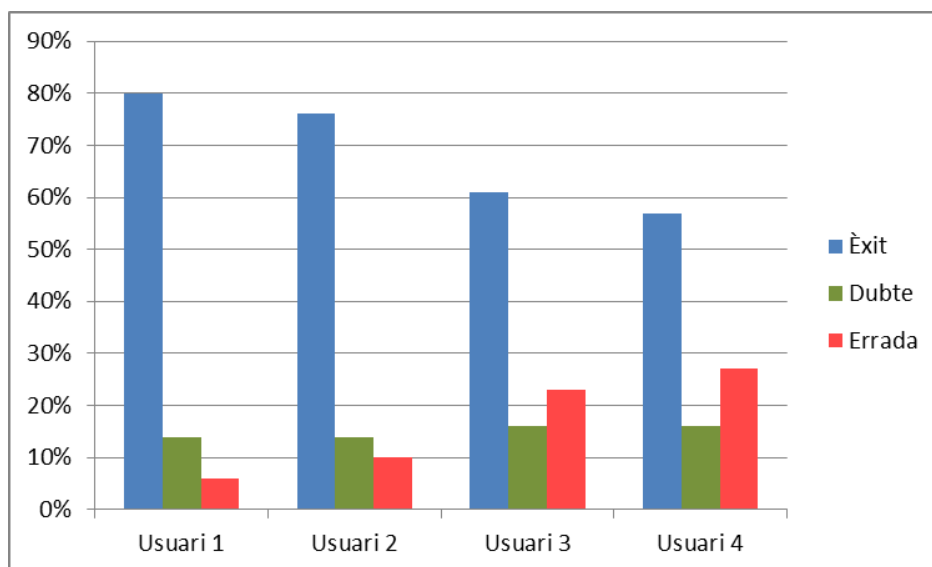


Figura 27: Gràfic dels resultats obtinguts al recorregut cognitiu

Conclusió del recorregut cognitiu.

Com es pot comprovar a la gràfica de la figura 27, els usuaris experts han superat la majoria de proves sense massa inconvenients. Es denota com decreixen els èxits

d'encert en relació a la proximitat de l'usuari avaluat sobre el control de la màquina, i al mateix temps com creixin les errades.

Segons l'observació que s'ha fet durant el test del recorregut, i les respostes obtingudes dels usuaris, es pot deduir que:

- a) La interfície és senzilla.
- b) Les accions estan d'acord amb la seva experiència i coneixement.
- c) La visibilitat i comprensibilitat són bones.
- d) La percepció de l'acció ha sigut correcta per a l'usuari.
- e) En alguns apartats del sistema es troba falta de retroalimentació.
- f) S'haurien de redefinir algunes de les icones per a tenir una major percepció i intuïció del propòsit que van a fer.
- g) S'hauria de disposar d'un menú d'ajuda per a l'usuari.

Per concloure, cal realçar que ha sigut positiu afegir al recorregut usuaris no experts, el desconeixement d'algunes accions ha aportat la millora d'afegir una ajuda en línia i fer un nou replantejament d'icones, cosa que els usuaris experts, encara que ho han advertit, per a ells no ha sigut cap problema finalitzar el test sense fallar en les accions que ja coneixien sobre la màquina i a més a més, han acceptat molt positivament la incorporació de la nova interfície.

6.2.- Test d'usuaris

Els mètodes d'avaluació de la usabilitat per comprovació o test permeten realitzar experiments amb els dissenys i portar a terme proves i comprovacions sobre ells. A aquests mètodes i les seves diferents modalitats se'ls anomena test d'usuaris. Un test d'usuaris proporciona informació de caire més aviat informatiu que no pas quantitatiu o estadístic, així doncs cal donar més importància a la interpretació dels resultats que no pas a l'elaboració de mètriques o estadístiques. Mitjançant el test d'usuaris es comprova si les interfícies i els processos estan ben dissenyats i si els usuaris hi troben obstacles i dificultats per assolir els seus objectius^{xxi}.

6.2.1.- Aplicació de la prova mitjançant test d'usuaris

El test d'usuaris s'ha hagut de realitzar dos vegades degut al perfil dels usuaris.

En un primer intent la prova es va fer a 19 alumnes amb una edat entre 18 i 29 anys, tots ells estudiants de Tecnologia Industrial que s'estan preparant per a fer un Cicle Formatiu de Grau Superior. La prova amb aquest perfil d'usuari ha sigut un complet fracàs a causa del nivell de coneixements que es necessiten en una matèria tan especialitzada industrialment.

Es dedueix que malgrat que aquests usuaris estan en contacte diàriament amb dispositius tàctils i estan acostumats a la navegació per internet, no és motiu suficient com per fer un tipus de prova d'aquest nivell i la puguin resoldre.

El segon i últim intent ha resultat més exitós, per això, com abans s'ha comentat, els nous usuaris escollits estan totalment relacionats amb el món del rentat automàtic de vehicles i a més a més, també són usuaris del tipus de controlador que s'està analitzant en aquest TFC.

La prova es realitzarà preguntant als usuaris sobre diferents àmbits separats i relacionats amb la facilitat d'ús del nou sistema de comandament. Així doncs, el test s'aplicarà a tres mecànics del SAT (servei d'assistència tècnica), i al propietari i a l'operari d'una estació de rentat de vehicles.

Tot seguit es mostra la relació dels àmbits que s'especifiquen al test:

- Contingut
- Navegació
- Informació gràfica
- Retroalimentació

A l'annex 4 està detallada la prova del test feta als usuaris.

Resum dels resultats del test d'usuaris:

RESULTAT DEL TEST D'USUARIS	
DADES DE L'USUARI	
Professió:	La professió de tots els usuaris està totalment relacionada amb la maquinaria de rentat automàtic de vehicles.
Té experiència en pantalles tàctils?	Tots tenen experiència en pantalles tàctils.
Té experiència en internet?	Excepte un dels usuaris, tots tenen ampla experiència amb internet.
CONTINGUT	
Li sembla adient la selecció de continguts de la pantalla principal del sistema?	A la majoria dels usuaris li sembla adient aquesta selecció, malgrat que dos d'ells proposen afegir algun accés directe més que sigui d'ús habitual.
Ha pogut distingir fàcilment les accions que es poden realitzar des de cada pantalla?	La majoria ha sigut capaç de distingir sense cap problema les accions de les pantalles recorregudes durant el test.

Els continguts són suficientment descriptius per a realitzar l'acció que fan.	Unànimement s'afirma que els continguts són suficientment descriptius.
Ha trobat fàcilment el que buscava en cadascuna de les pantalles recorregudes?	Aquesta resposta també és unànime i afirmativa.
NAVEGACIÓ	
Hi ha elements que li mostren on es trobava en cada moment?	La majoria respon afirmativament.
Com ha tornat a la pàgina d'inici des de qualsevol pantalla? Li ha semblat fàcil?	Tots ells han pogut tornar a la pantalla d'inici sense cap tipus de dificultat, no obstant això, hi ha una majoria que proposa afegir un boto de sortida directa cap a la pantalla inicial.
Ha trobat en falta algun tipus de mapa que li hagués facilitat la navegació en el moment de buscar una tasca en concret?	Unànimement els usuaris comenten que malgrat de no haver trobat cap mapa i cap tipus d'ajuda, aquest s'hauria d'afegir al sistema.
La informació que conté la pantalla li sembla adequada per entendre on es troba en qualsevol moment?	La majoria respon afirmativament. També destaquen la gran relació entre les imatges i la peça real que reproduïen.
Les tecles de navegació repetitives, com són avançar, retrocedir o accedir al menú, considera que estan ben col·locades en tot moment?	La majoria no li dóna cap importància a la posició de les tecles de navegació en les diverses pantalles, excepte un d'ells que proposa mantenir-les en la mateixa posició i grandària en tot el sistema.
INFORMACIÓ GRÀFICA	
Li sembla adient la manera que es mostren les imatges a les pantalles?	A la majoria li sembla adient la manera de mostrar les pantalles.
Ha trobat algun gràfic amb animació? Considera que seria adient animar alguns dels gràfics? Posi algun exemple.	No es troba cap animació. Cal destacar la proposta d'un usuari, el qual suggereix a l'apartat de control de raspalls, fer l'animació del gir d'aquest i així eliminar dubtes.
Considera que gràficament la pantalla està equilibrada, massa simple o carregada?	Con s'ha comentat abans, la majoria dels usuaris consideren un bon equilibri gràfic.
RETROALIMENTACIÓ	

<p>Quan sol·licita alguna acció, el sistema li ha respost immediatament? Dubta en algun moment si ha premut bé la tecla?</p>	<p>Els usuaris detecten que a la maqueta hi ha una resposta immediata a l'acció sol·licitada. Es comenta que al fer l'acció també hi haurà una resposta per part de la màquina.</p> <p>Un usuari proposa afegir retroalimentació quan es prem un boto (efecte de tecla premuda).</p>
<p>El sistema li avisa que la màquina ha rebut la comanda que li ha demanat?</p>	<p>Ningun usuari detecta avisos de comanda enviada a la màquina.</p>

Conclusió del test d'usuaris.

Com a conclusió, es pot considerar que els cinc usuaris han passat les deu tasques sol·licitades sense problemes. Tots ells han respost positivament a les preguntes formulades, i a més a més, han fet algunes propostes que poden millorar i facilitar l'ús del nou comandament.

Tot seguit es fa una relació dels suggeriments dels usuaris després de realitzar el test:

- Afegir més accessos directes a la pantalla d'inici. Aquests haurien de ser els relacionats amb les tasques més habituals de manteniment.
- Crear un botó en totes les pantalles d'accés directe a la pantalla d'inici.
- Dotar el sistema d'ajuda en línia per aclarir dubtes, si cal, d'algunes funcions i trobar el seu emplaçament.
- Mantenir l'aspecte i la posició de les tecles més repetitives de navegació (avançar, retrocedir, menú...)
- Afegir, si cal, alguna imatge animada per millorar la relació entre aquesta i l'acció que realitza.
- Afegir retroalimentació a l'acció de prémer el botó.
- Afegir al sistema l'acció d'avis de comanda cap a la màquina.

Per finalitzar es pot afirmar que aquesta segona prova de test d'usuaris a sigut força positiva i constructiva per millorar en un futur vinent el disseny del sistema que s'ha provat i testejat.

CAPÍTOL 7: CONCLUSIONS

L'objectiu d'aquest treball ha consistit en l'estudi d'usabilitat d'una interfície gràfica (terminal HMI) per al control d'una màquina. A més a més, s'ha buscat que aquesta fóra més versàtil i intuïtiva que el visualitzador de textos que s'ha usat fins ara.

Per a l'avaluació s'han utilitzat tres mètodes basats en el Disseny Centrat en l'Usuari. Aquests s'han escollit perquè, a criteri personal, són els més adients per esbrinar els punts febles del disseny així com buscar la millora d'aquest mitjançant l'aportació dels usuaris.

Cadascun dels tres mètodes utilitzats conclouen amb una petita ressenya dels resultats de les proves que es determinen en cada mètode, i que tots han coincidit en els punts més febles, com són la poca consistència en algunes opcions de navegació i la falta total d'ajuda en línia. A més a més dels resultats obtinguts del recorregut cognitiu i del test d'usuaris, també s'han realitzat propostes per millorar l'entorn de treball i agilitzar les tasques necessàries en el comandament de la màquina.

Cal realçar la importància a l'hora de fer la selecció dels usuaris quan es tracta d'un entorn especialitzat perquè el fet de desconèixer a quin tipus d'usuari va destinat el disseny crea confusió i, a més a més, dóna mals resultats.

Tot i que els tres mètodes usats per fer l'avaluació heurística han sigut vàlids i han aportat millores al sistema, és necessari també tenir en compte algunes especificacions tècniques d'un terminal HMI de caràcter industrial, com són: la visibilitat en un ambient força il·luminat (a l'aire lliure), on el contrast de la pantalla ha de ser molt alt, i el grau d'aïllament (IP), el qual ha de respondre a ambients crítics d'aigua i pols.

Per concloure, es pot dir que ajustant les propostes fetes pels usuaris i respectant els punts febles que no compleixin les heurístiques de Nielsen, el sistema pot ajustar-se perfectament a les necessitats per les quals s'ha proposat i millorant qualitativament i quantitativament al sistema anterior.

GLOSSARI

HMI: (*Human Machine Interface*) Cada vegada més, a causa de les majors exigències de funcionalitat de les màquines, es fa gairebé impossible que la majoria de les persones puguin treballar directament amb les màquines. Perquè aquest procés sigui transparent es dissenyen les interfícies d'usuaris, les quals són el mitjà amb què l'usuari pot comunicar-se amb la màquina.

IHO: "La IHO no és la disciplina que s'ocupa de l'estudi dels humans, ni tampoc l'estudi de la tecnologia, sinó de l'espai que hi ha entre els dos". (Terry Winograd, 1994)

LCD: (*Liquid Crystal Display*) És una pantalla prima i plana formada per un nombre de píxels, en color o monocroms, col·locats davant d'una font de llum o reflectora.

CPU: (*Central Processing Unit*) La Unitat Central de Processament o processador és el component principal de l'ordinador i altres dispositius programables que interpreta les instruccions contingudes en els programes i processa les dades.

Usabilitat: El neologisme usabilitat (facilitat d'ús) es refereix a la facilitat amb què les persones poden utilitzar una eina particular o qualsevol altre objecte fabricat pels humans per tal d'assolir un objectiu concret.

Prototipatge: És una tècnica indicada per a projectes que presenten certa complexitat tant pel disseny de la interfície d'usuari com per determinar la seva estructura i terminologia.

Avaluació heurística: És una anàlisi d'expert en el qual es fa una inspecció minuciosa a interfícies o sistemes per determinar si cadascun dels seus elements s'adhereixen o no als principis d'usabilitat, disseny o arquitectura d'informació comunament acceptats en les seues respectives disciplines.

Pantalla tàctil: És una pantalla que mitjançant un toc directe sobre la seva superfície permet l'entrada de dades i ordres al dispositiu, i alhora mostra els resultats introduïts prèviament; actuant com perifèric d'entrada i sortida de dades.

PROFINET: És un estàndard per a l'automatització industrial que utilitza una xarxa informàtica. Aquest utilitza estàndards com TCP / IP i Ethernet. A més a més, l'estructura modular de PROFINET permet als usuaris seleccionar només les funcions necessàries per a les diferents necessitats.

WinCC: Programari dissenyat per SIEMENS. És un sistema HMI, consta de la part d'edició i la part d'execució o *Runtime*.

STEP 7: És un programari per a la programació de PLC (Controladors Lògics Programables).

Recorregut cognitiu: És una tècnica que permet avaluar la facilitat d'aprenentatge i d'ús de les principals tasques d'una determinada aplicació que està basada en l'anàlisi d'experts a través de l'exploració d'una proposta d'interfície.

Disseny Centrat en l'Usuari: (DCU) Aquest és el terme general que s'utilitza per descriure el disseny on l'usuari influeix en el resultat final.

BIBLIOGRAFIA

ⁱ GANYET, J.M.; *Interacció humana amb els ordinadors*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

RODRÍGUEZ, Aquilino (2012); *Sistemas SCADA*. Barcelona: Marcombo.

Lorés, J.; Granollers, T.; Lana, S. (2002); *Introducción a la interacción persona-ordenador*. Lleida: Universitat de Lleida

ⁱⁱ SIEMENS - Simatic, *Visualizador de textos TD 200* :
http://cache.automation.siemens.com/dnl/zlxODM3AAAA_14946222_HB/TD200_s.pdf
[Consulta: 2013-2014]

ⁱⁱⁱ SIEMENS – Simatic, *Sistema de automatización S7-200* :
<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7200ManualSistema.pdf>
[Consulta: 2013-2014]

^{iv} GARRETT, J.J. - *Un vocabulario visual para describir la arquitectura de información y diseño de interacción*:
<http://www.jjg.net/ia/visvocab/spanish.html>
[Consulta: 2013-2014]

^v ESA- <http://www.esahmi.com/es/index.html>
[Consulta: 2013-2014]

^{vi} EXOR - <http://www.exor-rd.com/webpage?ReadForm&wPageName=products&c=HMI%20Panels>
[Consulta: 2013-2014]

^{vii} Schneider Electric - <http://www.schneiderelectric.es/spain/es/productos-servicios/distribucion-electrica/distribucion-electrica-intermediate.page?f=NNM1%3AHMI.+Interfaces+Hombre-M%3%A1quina+y+Scada>
[Consulta: 2013-2014]

^{viii} Pro-face - <http://www.proface.es/>
[Consulta: 2013-2014]

^{ix} SIEMENS - http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_panels_es.pdf
[Consulta: 2013-2014]

^x Hakko Electronics Co. - <http://asb.ee/en/equipment/industrial/panperator/panperator2/>
[Consulta: 2013-2014]

^{xi} SIEMENS - Simatic, *HMI panel de operador KTP400 B* :
<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>

[Consulta: 2013-2014]

^{xii} SIEMENS – Simatic, *Sistema de automatización S7-1200* :
https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/documentacion/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf

[Consulta: 2013-2014]

^{xiii} SIEMENS – Simatic, *WinCC en Totally Integrated Automation Portal* :
http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-wincc_tia-portal_es.pdf

[Consulta: 2013-2014]

^{xiv} ADOBE – *Adobe Illustrator CS6* :
<http://www.adobe.com/es/products/illustrator.html>

[Consulta: 2013-2014]

^{xv} Rudd, J., Stern, K. and Isensee, S. 1996; *Low vs. high-fidelity prototyping debate. Interactions* 3, 76-85

^{xvi} AXURE RP: <http://www.axure.com/>

[Consulta: 2013-2014]

^{xvii} MOR, E.; *Disseny centrat en l'usuari*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya, Estudis d'Informàtica i Multimèdia.

^{xviii} Nielsen, J.(1995); *10 Usability Heuristics for User Interface Design*:
<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

[Consulta: 2013-2014]

^{xix} Márquez, J. – *Guía para evaluación experta*:
http://www.jmarquez.com/documentos/jm_checklist.pdf

[Consulta: 2013-2014]

^{xx} Granollers, T., Perdix, F., Lorés, J.(2004) – *Incorporación de Usuarios en la Evaluación de la Usabilidad por Recorrido Cognitivo*. Maig, 2004, Lleida
<http://griho2.udl.es/publicacions/2004/Recorrido-Cognitivo-INTERACCION.PDF>

[Consulta: 2013-2014]

^{xxi} Nielsen, J. 1994.- *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.

ANNEXOS

Annex 1.- Especificacions tècniques del maquinari

Entre el maquinari necessari per a la posada en marxa de la nova proposta es recomana un ordinador personal per a la programació de la pantalla i de la CPU que compleixi com a mínim els següents requisits:

- Processador Intel core I5 2.4Ghz o superior
- 8GB de memòria RAM
- Resolució de pantalla de 1280x1024 px
- HDD de 300GB
- Sortida RJ45 per a comunicació Ethernet

La resta d'especificacions del PC no són vinculants per al nostre propòsit, per tant, no s'entrarà en més detalls del maquinari de programació.

La **pantalla HMI Simatic KTP 400 B** s'ha escollit per tindre una màxima integració en la majoria de components de control ja establerts en la màquina. No obstant això, es fa una descripció sobre les especificacions del producte més detallada que s'ha fet en el punt 2.3.

- El terminal compta amb una pantalla tàctil analògica resistiva de 4", una resolució de 320x240 px, i 256 colors. A més a més, també compta amb 4 tecles de funció.
- El sistema de retro il·luminació és mitjançant una CCFL (*cold-cathode fluorescent lamp*) amb una vida útil estimada de 50.000 h de treball.
- La memòria d'aplicació és de 512 KB.
- Suporta dos interfícies, 1 x RS 422/RS 485 i 1 x Ethernet (RJ45 10/100 Mbit/s).
- La tensió d'alimentació és de 24v cc, amb un consum màxim aproximat d'uns 150 mA.
- El grau de protecció a agents externs (aigua i pols) és IP65 a la part frontal, la qual és la més exposada, sobretot al nostre cas, a l'aigua.
- Integració perfecta amb la CPU Simatic S7-1200. Tot i que aquesta pantalla té múltiples aplicacions, entre elles destaca un alt valor afegit en la visualització d'aplicacions del controlador modular S7-1200.

El **controlador Simatic S7-1200**. Aquest controlador és la CPU del sistema, que com ja s'ha dit abans, junt al terminal KTP400 B formen la parella perfecta per a formar la

relació home-màquina. El S7-1200 simplifica la creació, accelera l'arrencada i optimitza la monitorització, cosa que ofereix una bona comoditat de cara a l'usuari.

Aquestes són les característiques del controlador que més destaquen per a la posada en marxa del projecte abordat:

- El controlador incorpora el sistema d'enginyeria Simatic STEP 7 bàsic. STEP 7 és el programari estàndard per configurar i programar els sistemes d'automatització i part del programari industrial SIMATIC.
- Mòduls de comunicació, pels quals, totes les CPU poden ampliar-se fins amb tres mòduls.
- Incorpora la interfície PROFINET integrada, que es pot usar indistintament per a la programació o per a la comunicació HMI o de CPU a CPU. Ofereix una connexió RJ45 i permet velocitats de transmissió de 10/100 Mbits/s.
- Integra funcions tecnològiques com són: entrades d'alta velocitat (3 de 100kHz i 3 de 30kHz) per a funcions de comptatge i mesura, sortides d'alta velocitat (100kHz) que permeten controlar la velocitat i posició d'un motor pas a pas, i regulació PID fins 16 llaços.
- Disseny escalable i flexible, que permet fins vuit mòduls de senyals, i que amplia les possibilitats d'utilitzar E/S digitals o analògiques addicionals.
- Incorpora fins 50 KB de memòria de treball en el controlador, amb lliure configuració de la grandària de memòria de programa i de dades d'usuari. A més, el controlador té 2 MB de memòria de càrrega integrada i 2 KB de memòria de dades romanent.

Annex 2.- Especificacions tècniques del programari

Programari per al disseny en el terminal HMI:

Simatic WinCC es troba al TIA Portal (*Totally Integrated Automation Portal*) i forma part d'un nou concepte integrat d'enginyeria que ofereix un entorn únic per programari i configurar solucions de control, visualització i accionament. Aquest marc d'enginyeria constitueix una fita dins del desenvolupament de programari i suposa el perfeccionament conseqüent de la filosofia de TIA. WinCC al TIA Portal és el programari per a totes les aplicacions HMI, des de la més simple amb *Basic Panels* fins a solucions SCADA amb sistemes multiusuari basades en PC.

Programari per a la CPU:

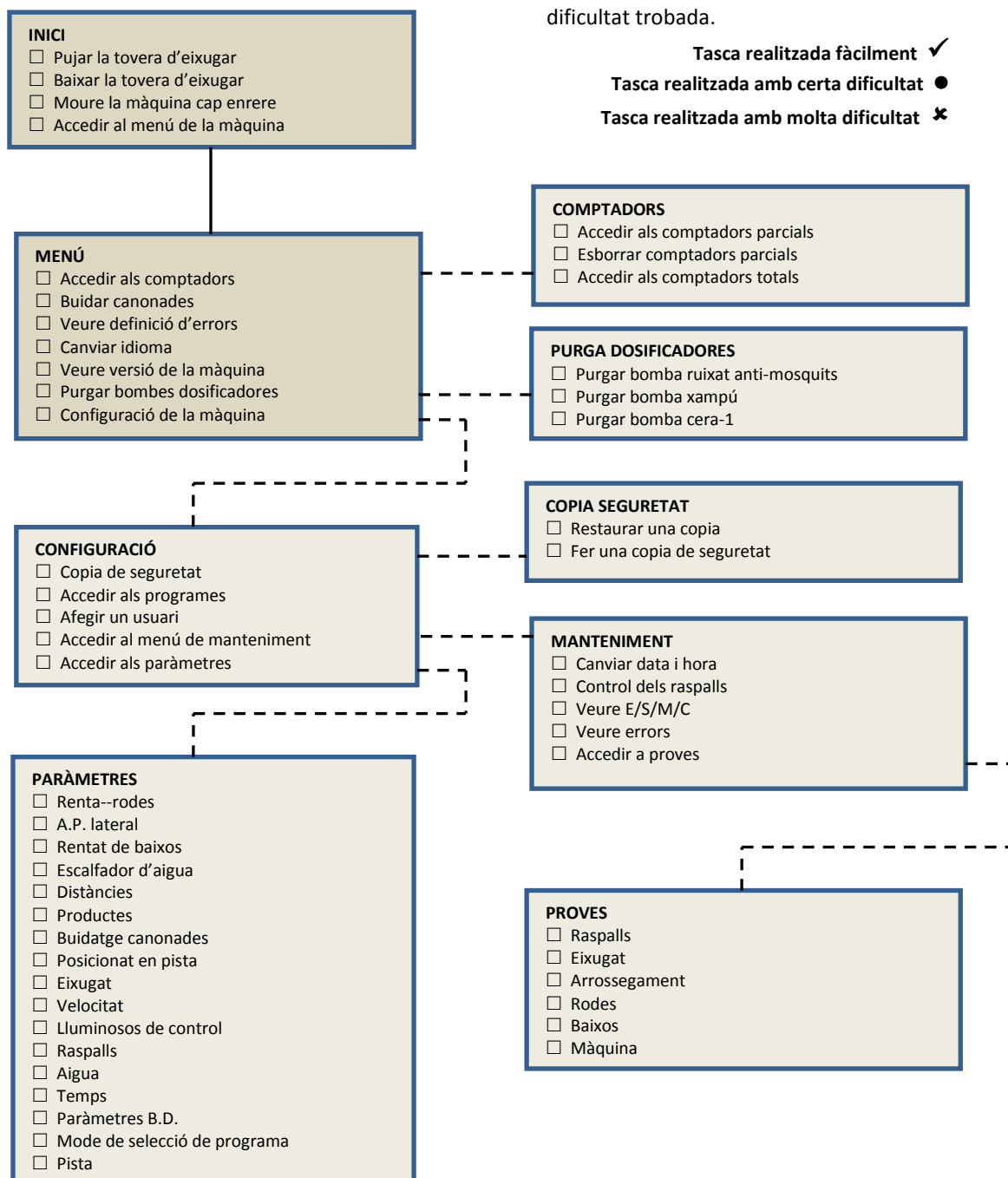
STEP 7 Basic V12 és l'eina d'enginyeria més moderna per a la configuració i programació de tots els controladors Simatic i per a les tasques senzilles de visualització amb els Simatic *Basic Panels*. A més a més, està integrat en el marc d'enginyeria del TIA Portal. Aquest proporciona molts avantatges com són: el diagnòstic directe en línia, l'agregació senzilla d'objectes tecnològics, o fins i tot el sistema de llibreries que permet treballar de forma ràpida i eficient i reutilitzar les dades. Es pot destacar que STEP 7 Basic V12 ofereix els llenguatges de programació IEC KOP (esquema de contactes), FUP (diagrama de funcions) i SCL (text estructurat) .

Programari de disseny:

Illustrator CS6 és una eina desenvolupada per Adobe amb la qual es pot crear i treballar amb dibuixos basats en gràfics vectorials i en mapa de bits. Aquesta eina s'ha usat per a la definició de les icones per a la pantalla HMI.

Annex 3.- Test per al recorregut cognitiu

TEST D'AVALUACIÓ D'USABILITAT RECORREGUT COGNITIU



COMENTARIS SOBRE LES TASQUES REALITZADES	
L'usuari a trobat adequades les accions disponibles d'acord amb la seva experiència i coneixement?	
L'usuari ha percebut que està disponible l'acció correcta? (visibilitat i comprensibilitat de les accions)	
Una vegada trobada l'acció en la interfície. Ha percebut l'usuari l'acció correcta a l'efecte que s'ha aconseguit?	
Un cop realitzada l'acció, l'usuari ha entès la retroalimentació del sistema?	
S'han reconegut al primer cop d'ull el significat de les icones?	

Annex 3.1 – Resultats del test del recorregut cognitiu

RESULTATS	Usuaris experts		Usuaris	
	1	2	3	4
DESCRIPCIÓ DE LA TASCA REALITZADA				
Pujar la tovera d'eixugar	●	●	×	×
Baixar la tovera d'eixugar	✓	✓	✓	✓
Moure la màquina cap enrere	●	●	×	×
Accedir al menú de la màquina	✓	✓	✓	✓
Accedir als comptadors	✓	✓	✓	✓
Accedir als comptadors parcials	✓	✓	✓	✓
Esborrar comptadors parcials	●	✓	●	×
Accedir als comptadors totals	✓	✓	✓	✓
Buidar canonades	●	✓	×	✓
Veure definició d'errors	×	×	×	×
Canviar idioma	✓	✓	●	✓
Veure versió de la màquina	●	●	×	×
Purgar bombes dosificadores	✓	✓	●	×
Purgar bomba ruixat anti-mosquits	✓	✓	✓	✓
Purgar bomba xampú	✓	✓	●	●
Purgar bomba cera-1	✓	●	✓	●
Configuració de la màquina	✓	✓	✓	✓
Copia de seguretat	✓	●	×	×
Restaurar una copia	✓	✓	✓	✓
Fer una copia de seguretat	✓	✓	✓	✓
Accedir als programes	✓	✓	✓	✓
Afegir un usuari	×	×	×	×

Accedir al menú de manteniment	✓	✓	●	●
Canviar data i hora	✓	✓	✓	✓
Control dels raspalls	✓	✓	✓	✓
Veure E/S/M/C	✓	✓	✓	✓
Veure errors	✓	✓	✓	✓
Accedir a proves	✓	✓	✓	✓
Raspalls	✓	✓	✓	✓
Eixugat	✓	✓	✓	✓
Arrossegament	✓	✓	✓	✓
Rodes	✓	✓	✓	✓
Baixos	✓	✓	✓	✓
Accedir als paràmetres	✓	●	●	●
Renta--rodes	✓	✓	✓	●
A.P. lateral	✓	✓	●	x
Rentat de baixos	✓	✓	✓	✓
Escalfador d'aigua	✓	✓	x	●
Distàncies	✓	✓	✓	✓
Productes	●	x	x	x
Buidatge canonades	✓	✓	✓	✓
Posicionat en pista	✓	✓	✓	●
Eixugat	✓	✓	●	x
Velocitat	✓	✓	✓	✓
Lluminosos de control	●	x	x	x
Raspalls	✓	✓	✓	✓
Aigua	✓	✓	✓	✓
Temps	✓	✓	✓	✓

Paràmetres B.D.	x	x	x	x
Mode de selecció de programa	✓	●	x	x
Pista	✓	✓	✓	●
Temps, en minuts, emprat en el test	20	16	35	42
Tasques realitzades amb èxit	41	39	31	29
Tasques realitzades amb dubtes	7	7	8	8
Tasques realitzades amb errada	3	5	12	14

RESULTATS DELS COMENTARIS SOBRE LES TASQUES REALITZADES	
L'usuari a trobat adequades les accions disponibles d'acord amb la seva experiència i coneixement?	
Usuari expert 1	Sí, la majoria les he trobat adequades per a la funció que realitzen, tot i que substituiria imatges d'algunes icones per altres més intuïtives.
Usuari expert 2	Sí, he trobat les accions molt més intuïtives que amb el control que s'està usant fins ara.
Usuari 3	He tingut molts dubtes en algunes decisions per realitzar la tasca sol·licitada.
Usuari 4	Penso que sí, he sigut capaç de relacionar bona part d'icones amb la funció que realitzen.
L'usuari ha percebut que està disponible l'acció correcta? (visibilitat i comprensibilitat de les accions)	
Usuari expert 1	Sí, totalment.
Usuari expert 2	Sí.
Usuari 3	Trobo bona visibilitat, però no puc opinar sobre la comprensibilitat de les accions, doncs no estic amb contacte directe amb el funcionament de les màquines.
Usuari 4	Suposo que sí, però desconec el funcionament del control

	del pont.
Una vegada trobada l'acció en la interfície. Ha percebut l'usuari l'acció correcta a l'efecte que s'ha aconseguit?	
Usuari expert 1	Sí.
Usuari expert 2	Sí, perfecta.
Usuari 3	No contesta.
Usuari 4	Si, trobo l'acció correcta.
Un cop realitzada l'acció, l'usuari ha entès la retroalimentació del sistema?	
Usuari expert 1	Sí, en totes les accions.
Usuari expert 2	En la majoria sí, però a l'apartat del menú de manteniment, el botó d'accedir a proves i veure les E/S/M/C generen dubtes, tot apareix en la mateixa pantalla i en cap moment se sap quina de les dos és.
Usuari 3	Sí.
Usuari 4	Sí.
S'han reconegut al primer cop d'ull el significat de les icones?	
Usuari expert 1	No, canviaria algunes de les icones.
Usuari expert 2	Gran part, però no totes.
Usuari 3	Les que estan relacionades amb l'entorn que conec si, altres hauria que canviar-les.
Usuari 4	Les més estàndard i els textos. La majoria de problemes els he tingut per no reconèixer la funció per no relacionar-la amb la icona.

Annex 3.2 – Perfil dels usuaris i comentaris del recorregut

USUARI 1 :

Antonio és responsable del funcionament dels prototips de les màquines dissenyades pel departament d'I+D+i, té 41 anys, utilitza habitualment internet i és coneixedor del sistema antic de comandament de la màquina.

RECORREGUT COGNITIU

Antonio comença a seguir el guió del test per comprovar totes les opcions.

A la primera pantalla dubta de la primera tasca, doncs la icona mostra una imatge que fa el contrari que se li demana. Intueix que la tecla ALT-OFF canviarà l'estat de les icones i encerta.

En accedir a la pantalla de menús comenta la poca relació existent entre les icones que representen "veure errors" i "buidatge de canonades".

A la pantalla de configuració no és capaç de trobar com afegir un usuari nou, comenta, igual que abans la poca relació de la icona amb el món real.

Per accedir a les còpies de seguretat, intueix el camí que ha de seguir (segons comentari en veu alta, argumenta que ho encerta degut als coneixements que té sobre la matèria).

USUARI 2 :

Xavi és inspector d'instal·lacions, té 50 anys, és coneixedor de la majoria d'instal·lacions de tot tipus de model de màquines que es fabriquen en l'empresa. És usuari habitual d'internet i fa habitualment connexions remotes amb els servidors de l'empresa. També coneix profundament el comandament antic de la màquina.

RECORREGUT COGNITIU

Xavi, de la mateixa manera que Antonio ha començat el recorregut i ha ensopegat en la mateixa pedra. També ha intuït que la tecla ALT-OFF canviaria les icones dels accessos directes.

Comenta que no relaciona la tasca per poder veure els errors amb la icona definida així com la d'afegir un nou usuari. Per a esta segona proposa la més estàndard: la silueta de mig cos amb el signe " +".

Al menú de manteniment, també detecta la falta d'orientació on es troba, doncs en cap moment indica el sistema que està en el lloc adequat. La mateixa informació dona sobre l'opció de veure E/S/M/C.

Al menú de paràmetres, tampoc és capaç d'accedir a l'opció de parametritzar els lluminosos de control.

En general, fa el comentari que li agrada el nou entorn.

USUARI 3 :

María, no és una usuària experta, treballa al departament d'enginyeria de producció, té 32 anys, coneix tota la gama de màquines que es fabriquen, però no està relacionada amb la secció de proves. Tot i que moltes de les icones estan relacionades en les siluetes d'alguns dels aparells que es fabriquen en la seva secció, desconeix completament el comandament de les màquines.

RECORREGUT COGNITIU

En començar el recorregut s'ha quedat paralitzada, comenta que falta la icona que demana la tasca, és a dir, tampoc ha reconegut l'acció que pot fer el comandament ALT-OFF.

A l'apartat de comptadors, intueix com esborrar els comptadors parcials per eliminació d'opcions.

Es passa la major part del recorregut queixant-se que moltes de les icones no són intuïtives, malgrat que tampoc sap què és el que han de fer algunes de les accions que se li demanen.

Proposa afegir a la funció F1 una ajuda com hi ha a la majoria de programari estàndard i també fer una revisió d'algunes de les icones.

USUARI 4 :

Juan, tampoc és un usuari expert, treballa al departament de compres, té 38 anys, utilitza habitualment internet i està familiaritzat en gran part de les peces que es fabriquen per a les màquines de rentar. De la mateixa manera que María, també pot intuir la majoria d'icones específiques d'aquesta matèria.

RECORREGUT COGNITIU

Cal dir, després d'observar aquest últim usuari que la combinació de tecles ALT no està massa encertada, doncs també s'ha quedat paralitzat a la primera tasca.

En general, Juan, no ha fet massa comentaris que difereixin als altres tres companys.

Cal realçar que ha hagut de preguntar més que la resta i també ha proposat la necessitat d'afegir un apartat d'ajuda en el sistema amb el significat de les icones.

Annex 4.- Test d'usuaris

TEST D'USUARI	
DADES DE L'USUARI	
Nom:	
Professió:	
Té experiència en pantalles tàctils?	
Té experiència en internet?	
<p><u>RELACIÓ DE TASQUES A REALITZAR</u></p> <p>Tot seguit se li mostrarà en la pantalla de l'ordinador un prototip del nou entorn per al comandament de la màquina de rentar, aquest és una rèplica exacta del que vostè trobarà instal·lat sobre el terminal KTP 400 de qualsevol instal·lació nova.</p> <p>Per completar el test, haurà de realitzar les 10 tasques que se li demanen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Esborrar els comptadors parcials de la màquina. 2.- Baixar el raspall horitzontal. 3.- Pujar el raspall horitzontal. 4.- Crear un compte d'usuari. 5.- Purgar la bomba dosificadora del xampú. 6.- Realitzar proves del sistema d'eixugat. 7.- Inclinar els raspalls verticals. 8.- Modificar els temps d'eixugat. 9.- Veure les característiques de la màquina. 10.- Restaurar una còpia de seguretat. <p>Després de finalitzar les tasques sol·licitades, si es plau, respongui a les qüestions dels següents apartats.</p>	

CONTINGUT	
Li sembla adient la selecció de continguts de la pantalla principal del sistema?	
Ha pogut distingir fàcilment les accions que es poden realitzar des de cada pantalla?	
Els continguts són suficientment descriptius per a realitzar l'acció que fan.	
Ha trobat fàcilment el que buscava en cadascuna de les pantalles recorregudes?	
NAVEGACIÓ	
Hi ha elements que li mostren on es trobava en cada moment?	
Com ha tornat a la pàgina d'inici des de qualsevol pantalla? Li ha semblat fàcil?	
Ha trobat en falta algun tipus de mapa que li hagués facilitat la navegació en el moment de buscar una tasca en concret?	
La informació que conté la pantalla li sembla adequada per entendre on es troba en qualsevol moment?	
Les tecles de navegació repetitives, com són avançar, retrocedir o accedir al menú, considera que estan ben col·locades en tot moment?	
INFORMACIÓ GRÀFICA	
Li sembla adient la manera en que es mostren les imatges a les pantalles?	
Ha trobat algun gràfic amb animació? Considera que seria adient animar	

alguns dels gràfics? Posi algun exemple.	
Considera que gràficament la pantalla està equilibrada, massa simple o carregada?	
RETROALIMENTACIÓ	
Quan sol·licita alguna acció, el sistema li ha respost immediatament? Dubta en algun moment si ha premut bé la tecla?	
El sistema li avisa que la màquina ha rebut la comanda que li ha demanat?	

Annex 4.1 – Resultats del test del test d'usuaris

RESULTATS DEL TEST D'USUARIS				
DADES DE L'USUARI				
Usuari	Nom	Professió	Experiència en pantalles tàctils	Experiència en internet
Usuari 1	Juan	Tècnic SAT	Sí. (telèfons mòbils, tauletes, caixers...)	Nivell alt.
Usuari 2	Luís	Tècnic SAT	Sí. (telèfons mòbils, tauletes, caixers...)	Nivell alt.
Usuari 3	Carlos	Tècnic SAT	Sí. (telèfons mòbils, tauletes, caixers...)	Nivell alt.
Usuari 4	Josep	Propietari d'una instal·lació.	Sí. (telèfons mòbils, i caixers...)	Nivell mitja.
Usuari 5	Toni	Empleat d'una instal·lació.	Sí. (telèfons mòbils i caixers...)	Nivell baix.
CONTINGUT				
Li sembla adient la selecció de continguts de la pantalla principal del sistema?				
Usuari 1	Sí, però afegiria més accessos directes.			
Usuari 2	Sí, perfecta.			

Usuari 3	Després d'haver aclarit el dubte sobre la tecla ALT, de la meua part està OK. No li afegiria res més.
Usuari 4	Sí, no fa falta res més si la màquina funciona amb normalitat.
Usuari 5	Li afegiria algun accés més a la pantalla principal. Per exemple l'acció de purgar les bombes de producte es fa prou sovint.
Ha pogut distingir fàcilment les accions que es poden realitzar des de cada pantalla?	
Usuari 1	Sí, la majoria, excepte l'apartat de crear un nou compte d'usuari.
Usuari 2	Sí. He tingut petits dubtes en alguna icona, però per deducció l'he trobat.
Usuari 3	Sí, les he trobades molt adients a les funcions que realitzen.
Usuari 4	En gran part sí. Hi ha accions que no són a la llista i he pogut comprovar que realitzaven el que m'imaginava.
Usuari 5	Sí.
Els continguts són suficientment descriptius per a realitzar l'acció que fan.	
Usuari 1	Sí, excepte alguns com ja he comentat.
Usuari 2	La gran majoria sí.
Usuari 3	Sí, són petits gràfics descriptius i molt semblants al les peces que componen el pont.
Usuari 4	Sí, la majoria són totalment descriptius.
Usuari 5	Sí, penso que aquest aparell serà un bon substitut de l'anterior. Fins ara necessito recórrer al manual per esbrinar algunes de les accions.
Ha trobat fàcilment el que buscava en cadascuna de les pantalles recorregudes?	
Usuari 1	Sí. Però con ja he dit he fallat en una.
Usuari 2	Sí.
Usuari 3	Sí.
Usuari 4	Sí, però m'agradaria provar més tasques.
Usuari 5	Sí.
NAVEGACIÓ	

Hi ha elements que li mostren on es trobava en cada moment?	
Usuari 1	No sempre, però he acudit al recurs de tornar enrere.
Usuari 2	Em sembla que sí.
Usuari 3	Sí, està indicat en totes les pantalles.
Usuari 4	Sí.
Usuari 5	Sí.
Com ha tornat a la pàgina d'inici des de qualsevol pantalla? Li ha semblat fàcil?	
Usuari 1	M'ha semblat fàcil, però afegiria aquesta opció per fer-ho més ràpid. De vegades hi ha que tornar enrere massa sovint.
Usuari 2	No he tingut cap problema, però es podria afegir una tecla per accedir directament.
Usuari 3	He trobat en falta una tecla directa, doncs quan s'acaba una tasca no és necessari tenir que tornar a passar pel menú.
Usuari 4	Seguint els passos que indicava cadascuna d'elles. Sí, m'ha semblat molt fàcil.
Usuari 5	En cadascuna de les pantalles indica com es pot tornar enrere fins que s'arriba a la principal.
Ha trobat en falta algun tipus de mapa que li hagués facilitat la navegació en el moment de buscar una tasca en concret?	
Usuari 1	Sí, no està de més afegir algun tipus d'ajuda. No he vist cap icona d'ajuda.
Usuari 2	Personalment penso que no fa falta, he trobat la majoria d'accions fàcils de fer sense conèixer el nou entorn.
Usuari 3	No l'he trobat en falta, però no estaria de més.
Usuari 4	Afegiria una pantalla de ajuda, les novetats sempre generen dubtes per molt que coneguis les tasques que van a desenvolupar.
Usuari 5	No, no m'ha fet falta i tampoc se m'ha ocorregut buscar ajuda.
La informació que conté la pantalla li sembla adequada per entendre on es troba en qualsevol moment?	
Usuari 1	Com he dit en una de les preguntes anteriors, he tingut que tornar

	enrere per esbrinar on estava.
Usuari 2	Sí, a diferència de si estava indicat en text, pels gràfics he estat orientat en tot moment.
Usuari 3	Sí, i a més està indicat en text.
Usuari 4	L'entorn és molt gràfic i per tant et situa en l'apartat que et trobes en cada moment.
Usuari 5	Sí, de fet la majoria de vegades m'he guiat pels continguts de la pantalla.
Les tecles de navegació repetitives, com són avançar, retrocedir o accedir al menú, considera que estan ben col·locades en tot moment?	
Usuari 1	Si, no he trobat cap problema.
Usuari 2	Sí.
Usuari 3	Si la pregunta està referint-se a la col·locació de les icones, he observat que en algunes pantalles estan en posicions distintes de altres.
Usuari 4	No en totes les pantalles es troben al mateix lloc. No entenc a que es refereix la pregunta de si estan ben col·locades.
Usuari 5	Sí, no he tingut problemes en trobar-les quan les he necessitat.
INFORMACIÓ GRÀFICA	
Li sembla adient la manera en que es mostren les imatges a les pantalles?	
Usuari 1	Sí.
Usuari 2	Sí, queda un entorn agradable.
Usuari 3	Sí, però penso que esta pregunta depèn del gust de cadascú.
Usuari 4	Algunes imatges les he trobat massa amuntades.
Usuari 5	Sí.
Ha trobat algun gràfic amb animació? Considera que seria adient animar alguns dels gràfics? Posi algun exemple.	
Usuari 1	No, i considero que no és necessari.
Usuari 2	No. Tal vegada a l'apartat de raspalls seria més adient animar-los amb el sentit de gir corresponent a cadascú. Pel que respecta a la resta no ho

	considero necessari.
Usuari 3	No, i a més a més considero que ho és necessari.
Usuari 4	No.
Usuari 5	No.
Considera que gràficament la pantalla està equilibrada, massa simple o carregada?	
Usuari 1	Totalment equilibrada.
Usuari 2	En general hi ha bon equilibri.
Usuari 3	Les trobo equilibrades gràficament. Si he vist alguna més simple o més carregada, no li he donat importància.
Usuari 4	Com he comentat en una de les preguntes anteriors, he trobat alguna pantalla molt carregada, però en general les he trobat equilibrades.
Usuari 5	La majoria de les pantalles estan equilibrades.
RETROALIMENTACIÓ	
Quan sol·licita alguna acció, el sistema li ha respost immediatament? Dubta en algun moment si ha premut bé la tecla?	
Usuari 1	El sistema, en la prova sobre la maqueta respon adequadament, no obstant això, en la realitat la resposta la farà l'acció de la màquina.
Usuari 2	Malgrat que les respostes són immediates, he trobat en falta l'acció de veure l'efecte dels botons quan es premen.
Usuari 3	En la realitat penso que el que té que respondre és la màquina. En una simulació com aquesta dono per suposat que sempre respondrà immediatament.
Usuari 4	Sí, les accions i simulacions han respost immediatament.
Usuari 5	Sí, respon bé però no es veu l'efecte de tecla premuda.
El sistema li avisa que la màquina ha rebut la comanda que li ha demanat?	
Usuari 1	No, pel que he comprovat, el programa de simulació indica que s'ha enviat la comanda, però després torna a la pantalla anterior sense cap missatge.
Usuari 2	No, no he detectat cap tipus d'avis després d'executada l'acció.

Usuari 3	No, no hi ha avisos.
Usuari 4	El sistema no dona cap d'avis, però com hi haurà una resposta per part de la màquina considero que no es necessari.
Usuari 5	No.