

## **Treball final de grau**

**Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica**

**Títol: Dispensador de begudes**

**Document:** 1. Memòria

**Alumne:** Míriam Costa Moner

**Tutor:** Miquel Rustullet Reñe

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** Enginyeria de Sistemes i Automàtica

**Convocatòria (mes/any): Juny / 2020**

**ÍNDEX**

1 INTRODUCCIÓ .....	3
1.1 Antecedents .....	3
1.2 Objecte.....	3
1.3 Abast.....	4
2 DISPENSADOR DE BEGUDES.....	5
3 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA .....	6
3.1 PLC i mòdul addicional.....	6
3.2 Pantalla tàctil .....	7
3.3 Sensors.....	8
3.3.1 Analògics .....	8
3.3.2 Digitals.....	9
3.4 Relé.....	10
3.5 Condicionador de senyal .....	10
3.6 Electrovàlvules .....	11
3.7 Resistència calefactora .....	12
3.8 Motor i agitador .....	12
4 COMUNICACIÓ.....	14
5 PROGRAMACIÓ PLC.....	16
6 PANTALLA TÀCTIL .....	25
7 SCADA .....	28
8 BASE DE DADES .....	33

---

9 RESUM DEL PRESSUPOST.....	36
10 CONCLUSIONS.....	37
11 RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	38
12 BIBLIOGRAFIA.....	39
13 GLOSSARI .....	40
A CÀLCULS.....	41
B PROGRAMES .....	42

## **1 INTRODUCCIÓ**

L'automatització ha estat i segueix sent un dels grans descobriments de la història. Com molts altres, es desenvolupa per satisfer una necessitat que té l'home per millorar una certa activitat. És a dir, és l'acció de convertir determinats moviments manuals, fets per una persona, a automàtics, realitzats per una màquina.

Així doncs, es tracta d'un conjunt d'elements físics controlats i supervisats per diversos programes informàtics, cadascun dels quals executa una funció ben diferenciada. Aquest conjunt de recursos tecnològics són els encarregats de realitzar un control efectiu del procés on es troben integrats.

A part de facilitar una gran part de la feina, els processos automàtics han contribuït a formar entorns de producció eficients, és a dir, augmentar la productivitat per cobrir una demanda amb un temps reduït.

### **1.1 Antecedents**

Al llarg dels temps, l'automatització ha exercit un paper molt important en l'economia mundial i en l'experiència diària. Cada vegada més, és reconeguda en àmbits, no només de la indústria, ocupant un lloc clau en el creixement i el desenvolupament. Així com fent processos automàtics on l'entorn de producció sigui més eficient i es redueixin els costos. Per això, s'ha pensat en buscar una solució senzilla i òptima de l'elaboració de diverses begudes amb l'ajut d'automatismes, interfícies usuari-sistema i arquitectures de gestió de dades i receptes.

### **1.2 Objecte**

L'objecte d'aquest projecte consisteix en el disseny i la programació d'una maqueta que simuli el procés de fabricació de begudes de cafeteria que podríem trobar en una indústria. També, la monitorització i visualització del procés amb un ordinador i una pantalla tàctil. Per poder realitzar una integració de la gestió del procés, es crearà i comunicarà amb una base de dades de gestió.

### **1.3 Abast**

L'abast que s'ha establert és el disseny, la implementació, la monitorització i la programació de la maqueta amb l'ajuda del programari desenvolupat per Schneider Electric. A part, la creació i comunicació amb una base de dades que permeti realitzar consultes de les receptes creades o per valorar les tasques realitzades amb informes.

## 2 DISPENSADOR DE BEGUDES

En el món de la restauració existeixen diferents tipus de dispensadors, com ara els que distribueixen aliments secs o els que distribueixen begudes. Centrant-nos en els segons, n'hi ha per begudes amb gas, com podrien ser refrescos, o per begudes de cafeteria, com podrien ser cafès o tes.

Una de les possibles aplicacions del dispensador d'aquest projecte és dedicar-lo als bufets tant d'hotels com de restaurants en la secció de cafeteria.

El client pot escollir dins d'una gran selecció de begudes calentes, com ara: cafè, cafè amb llet, xocolata, té, entre d'altres. Senzillament, el consumidor ha de col·locar el format d'envàs que més desitgi en la part inferior del dispensador i prémer a la pantalla la beguda que desitja. Un cop el procés ha finalitzat, es notificarà en pantalla i es podrà gaudir d'una beguda de qualitat.

El dispensador conté quatre dipòsits d'alumini de capacitat d'1 litre que emmagatzemen el cafè molt, la llet en pols, el cacau en pols i el té en grans. També disposa d'un dipòsit de plàstic més gran, concretament de 4 litres de capacitat, on hi ha l'aigua. Per poder facilitar el contingut dels dipòsits al recipient de mescla, es disposa d'unes electrovàlvules que obren i tanquen facilitant la quantitat necessària de cada element.

La mescla es duu a terme en un petit recipient d'alumini de mig litre de capacitat, ja que cap de les begudes a preparar no supera els 500 mil·lilitres. Aquest dipòsit rep la quantitat d'aigua i la proporció d'aliment sec necessària per poder realitzar la mescla amb l'ajuda del motor-agitador que conté. També, inclou una resistència calefactora que s'encarrega d'escalfar la mescla des de l'inici fins al final i està regulada per un sensor de temperatura. En disposar d'aliments secs solubles, un cop realitzada la mescla, no es genera cap residu.

Finalment, per servir la beguda processada, igual que en els dipòsits anteriors, es disposa d'una electrovàlvula que deixarà anar tot el contingut dins del got, tassa o qualsevol altre envàs que hagi col·locat el client.

### 3 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

La instal·lació elèctrica del dispensador de begudes està dividida en dues parts físiques. Per una banda, hi ha el quadre elèctric que conté elements d'accionament i control del procés. I, per l'altra, trobem la maqueta on hi ha tots els components que interactuen per a dur a terme la tasca.

Així doncs, esmentem i expliquem els dispositius seleccionats per la instal·lació del projecte.

#### 3.1 PLC i mòdul addicional

L'autòmat utilitzat en el present projecte és el TM241CEC24R de Schneider Elèctric, corresponent a la figura 1. La CPU incorpora interacció digital, concretament 14 entrades digitals i 10 sortides digitals. També, disposa d'una memòria d'emmagatzematge dels programes de 8 MB, suficient per a les aplicacions dissenyades.



Figura 1. Autòmat TM241CEC24R.

Pel fet que només utilitzem 4 entrades digitals i 7 sortides digitals, no és necessari incorporar cap mòdul digital addicional. Per altra banda, és imprescindible afegir un mòdul d'entrades analògiques per l'adquisició de les dades del sensor de temperatura.

El mòdul escollit és el TM3AM6G de Schneider Electric que disposa de 4 entrades analògiques i 2 sortides analògiques. Aquestes, poden ser configurades per intensitat de 4 a 20mA i de 0 a 20mA o per voltatge de 0 a 10V o de -10 a 10V.



Figura 2. Mòdul TM3AM6G.

En aquest mòdul, es troba connectada una única entrada configurada de 4 a 20mA. Adquirirà la informació del circuit condicionador on es troba connectat al sensor de temperatura.

Tant el PLC com el mòdul analògic es troben dins del quadre elèctric de la instal·lació realitzada.

### 3.2 Pantalla tàctil

La pantalla tàctil és la HMIS5T de Schneider Electric i es troba encastada a la porta del quadre elèctric. S'alimenta a 24V provinents de la font d'alimentació i es comunica amb l'autòmat via Ethernet mitjançant un cable RJ45.



Figura 3. Pantalla tàctil HMIS5T.



Mitjançant les diferents pantalles dissenyades, el client podrà escollir de les diferents opcions, la beguda que desitgi. És a dir, la principal utilitat és facilitar la interacció entre el client i la màquina.

### 3.3 Sensors

Els sensors utilitzats es troben instal·lats a la maqueta on es troben tots els elements a detectar o mesurar. Per poder explicar-ho correctament, els dividim en analògics i digitals.

#### 3.3.1 Analògics

Per mesurar la temperatura de la mescla, s'ha col·locat un RTD, en concret una Pt1000, a la zona de la mescladora per comprovar que la beguda es serveixi a la temperatura adequada. Es tracta d'un sensor RTD format per un fil de platí i amb una resistència de 1000ohms a 0°C. Al ser de platí, ens dóna una alta linealitat gràcies a la relació de resistència lineal amb un ampli rang de temperatures.



Figura 4. Sensor de temperatura Pt1000.

Tal com podem veure a la figura 4, el sensor disposa de 2 fils de connexió que aniran connectats al mòdul que conté el circuit condicionador. El senyal estarà determinada per la resistència que conté el sensor que anirà variant segons la temperatura que detecti dins de la mescladora. Amb temperatures altes, la resistència disminuirà i, a temperatures baixes, la resistència augmentarà.

### 3.3.2 Digitals

En la maqueta trobem dos tipus de sensors digitals tots dos amb la finalitat de detectar si hi ha suficient contingut. Disposem de quatre sensors capacitius que controlaran els nivells dels 4 dipòsits d'aliment sec i un sensor de tipus flotador per controlar el nivell del dipòsit de l'aigua. Aquests, es troben situats a la part inferior del dipòsit, de tal manera que, si el nivell disminueix, es pugui garantir un últim servei.



Figura 5. Sensor capacitiu dels dipòsits d'aliment sec.

Per tal de garantir el funcionament, s'alimenten amb els 24V provinents de la font d'alimentació. En ser sensors amb sortida NT, quan hi hagi producte per sobre del nivell, els sensors no detectaran. En canvi, si el nivell és inferior a la posició dels sensors, detectaran.



Figura 6. Sensor flotador del dipòsit de l'aigua.

El sensor de nivell d'aigua, igual que l'anterior, es troba alimentat a 24V. Disposa de sortida configurable amb NT o NO. En el nostre cas, es troba configurada NT, ja que d'aquesta manera tots els sensors digitals es programaran de la mateixa manera. Quan l'aigua baixi més del nivell, l'interruptor s'obrirà. En canvi, si el nivell és superior, és a dir, hi ha suficient aigua, l'interruptor estarà tancat.

### 3.4 Relé

Els relés escollits són del fabricant RS PRO i no disposen d'enclavament. Interactuen com a preactuadors entre les sortides del PLC i els actuadors del projecte. Quan s'activa una de les sortides de l'autòmat, el relé corresponent tanca l'interruptor i alimenta l'actuador a 230V fent que aquest mateix actuï.



Figura 7. Relé RS PRO.

Disposem de 8 relés que es troben col·locats al quadre elèctric. Cada un d'ells està relacionat amb una de les sortides digitals del PLC. Així doncs, trobem els 6 relés de les electrovàlvules dels diferents dipòsits, un altre per la resistència calefactora i, l'últim, pel motor agitador.

### 3.5 Condicionador de senyal

Per poder adequar el senyal provinent del sensor de temperatura esmentat anteriorment, s'ha incorporat el mòdul de LKMelectronics.



Figura 8. Mòdul d'adequació del senyal pel sensor de temperatura.

D'aquesta manera, el mòdul realitza la conversió del valor analògic, de 4 a 20mA que rep del sensor, a digital obtenint un rang de treball entre -32768 i 32767. Així doncs, el mòdul d'entrades analògiques, transferirà un valor enter al PLC que s'escalarà dins del programa per finalment aconseguir un número de temperatura entre 0 i 100.

### 3.6 Electrovàlvules

Les electrovàlvules, comandades pels relés, corresponen a un dels tipus d'actuadors del projecte. Es troben col·locades a la part inferior dels dipòsits d'aliment sec, del dipòsit d'aigua i del dipòsit on s'efectua la mescla.



Figura 9. Electrovàlvules Hydraelectric.

Els cables positius de cada una es troben connectats amb els preactuadors corresponents, que són els que donen el senyal d'activació. Per altra banda, els cables negatius, es connecten a la part negativa de l'alimentació. Quan la sortida del PLC emet el senyal, el relé passa la informació al contacte que farà activar o desactivar l'electrovàlvula adient.

### 3.7 Resistència calefactora

Instal·lada dins del dipòsit de la mescla, trobem la resistència calefactora submergible de RS PRO. S'encarrega d'escalfar la mescla a la temperatura adient per a cada beguda.



Figura 10. Resistència calefactora.

Igual que les electrovàlvules esmentades a l'apartat anterior, són comandades per un preactuador. Quan la sortida del PLC es trobi activa, el relé tancarà l'interruptor i la resistència es començarà a escalfar. La temperatura del líquid no depèn únicament de la potència de la resistència. Hi ha altres paràmetres com la quantitat de mescla o el poder calorífic del líquid que poden fer variar el temps de connexió de la resistència per garantir la temperatura adequada de la beguda a la sortida de la màquina.

### 3.8 Motor i agitador

El motor escollit per a realitzar la mescla és Crouzet i funciona a 24V DC. Està situat a la part superior del dipòsit i farà girar una hèlice que efectuarà una barreja homogènia. El motor consumeix 1,1A i funciona a una velocitat de 2000rpm.

La connexió del motor és la mateixa que s'ha dut a terme en els actuadors dels apartats anteriors. Quan la sortida del PLC, corresponent al motor, envia un senyal al relé, aquest tanca l'interruptor i engega el motor.



Figura 11. Motor 24V DC Crouzet.

Tal com hem comentat, en el motor s'incorpora un eix amb unes hèlices que funcionaran com a agitador. Les hèlices són les encarregades de passar el moviment de l'eix del motor a la barreja de dins del recipient. D'aquesta manera, quan el motor es posi en marxa, girarà fins que el motor es desactivi.



Figura 12. Eix amb hèlices.

## 4 COMUNICACIÓ

La comunicació entre els diferents elements del projecte és una de les parts més importants, ja que si no, no hi hauria coordinació entre els components.

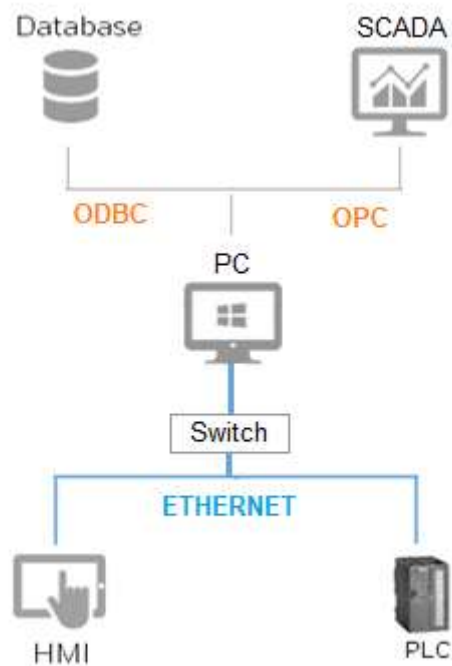


Figura 13. Esquema de comunicacions.

Veient l'esquema de la figura 13, podem veure que existeix una divisió de comunicacions partint d'un mateix origen.

A la part superior, es realitza una connexió virtual entre base de dades i SCADA. Aquesta connexió s'efectua mitjançant un origen de dades ODBC que va controlat per un driver de SQL Server 11.0 que s'ha configurat. Realitzant aquest disseny, és suficient perquè l'SCADA estableixi connexió i realitzi les consultes a la base de dades. Per fer-ho, cal especificar el nom de l'ODBC amb el que volem connectar, juntament amb l'adreça i l'usuari i la contrasenya d'accés de la base de dades que es vol consultar.

En canvi, a la part inferior, la connexió és de caràcter físic. Mitjançant un Switch, es crea una xarxa amb l'ordinador, la pantalla tàctil i l'autòmat per tal que es comuniquin. Cada element es connecta amb un cable Ethernet, seguint el protocol TCP/IP. Seguidament, se'ls ha associat una IP dins del rang 192.168.0.X. D'aquesta manera, l'adreça 192.168.0.10

correspon al PLC, l'adreça 192.168.0.11 fa referència a l'HMI i l'adreça 192.168.0.12 s'ha establert pel PC. La xarxa dissenyada és de caràcter intern del laboratori, és a dir, no té via de connexió a l'exterior.

Existeix un tercer element de comunicació, que no es mostra en la figura anterior perquè s'ha considerat com a via de control de comunicació entre PLC i SCADA. Es troba gestionada per un servei de l'OPC que permet compartir les variables de caràcter global de l'autòmat amb SCADA. Per poder fer efectiva la comunicació, cal disposar d'un llistat de variables publicades en el programa del PLC i d'una configuració d'un dispositiu d'entrada/sortida dins de Citect. El dispositiu anomenat IO Device és el que s'utilitza com a driver de l'OPC UA.



## 5 PROGRAMACIÓ PLC

Una part de la programació d'aquest projecte es realitza amb el software SoMachine de Schneider Electric. Aquest, coordina les tasques que han de realitzar les entrades i sortides per tal que el procés funcioni correctament.

A continuació, es mostra el llistat d'entrades i sortides de l'autòmat on s'indica si es tracta d'una entrada o d'una sortida, el nom que se li ha associat, el tipus de dada, la direcció i un breu comentari.

E/S	Nom	Tipus de dada	Direcció	Comentari
E	iNiv_Cafe	BOOL	%IX0.0	Nivell baix dipòsit cafè
E	iNiv_Llet	BOOL	%IX0.1	Nivell baix dipòsit llet
E	iNiv_Xoco	BOOL	%IX0.2	Nivell baix dipòsit xocolata
E	iNiv_Te	BOOL	%IX0.3	Nivell baix dipòsit té
E	iNiv_Aigua	BOOL	%IX0.4	Nivell baix dipòsit aigua
E	Temp	INT	%IW2	Temperatura de la mescla
S	qElec_Cafe	BOOL	%QX0.0	Electrovàlvula dipòsit cafè
S	qElec_Llet	BOOL	%QX0.1	Electrovàlvula dipòsit llet
S	qElec_Xoco	BOOL	%QX0.2	Electrovàlvula dipòsit xocolata
S	qElec_Té	BOOL	%QX0.3	Electrovàlvula dipòsit té
S	qElec_Aigua	BOOL	%QX0.4	Electrovàlvula dipòsit aigua
S	qElec_Mescla	BOOL	%QX0.5	Electrovàlvula dipòsit mescla
S	qMotor	BOOL	%QX0.6	Motor amb agitador de la mescladora
S	qResistencia	BOOL	%QX0.7	Resistència calefactora

Taula 1. Entrades i sortides del PLC.

Utilitzem un total de 5 entrades digitals i de 8 sortides digitals dins de la CPU escollida. L'entrada corresponent a la temperatura de la mescla (Temp) és de caràcter analògic i està situada, físicament, en el mòdul addicional del PLC. El circuit de condicionament, que fa de passarel·la entre el sensor i el PLC, rep un senyal d'intensitat compresa entre 4 i 20mA, i s'encarrega de fer la conversió d'analògic a digital. Així, s'obté un valor entre -32768 a 32767 punts, que són les màximes posicions possibles amb 16 bits, corresponents als 4-20mA. Llavors, dins de la programació de l'autòmat, es realitza un escalat per tal que el rang entre els -32768 i els 32767 punts quedi comprès entre 0 i 100°C.

Per poder visualitzar de manera més gràfica i preveure una aproximació funcional del procés, s’ha decidit dissenyar la Guia GEMMA. Aquesta, ens ha facilitat el plantejament dels diferents GRAFCETS coordinats que en deriven.

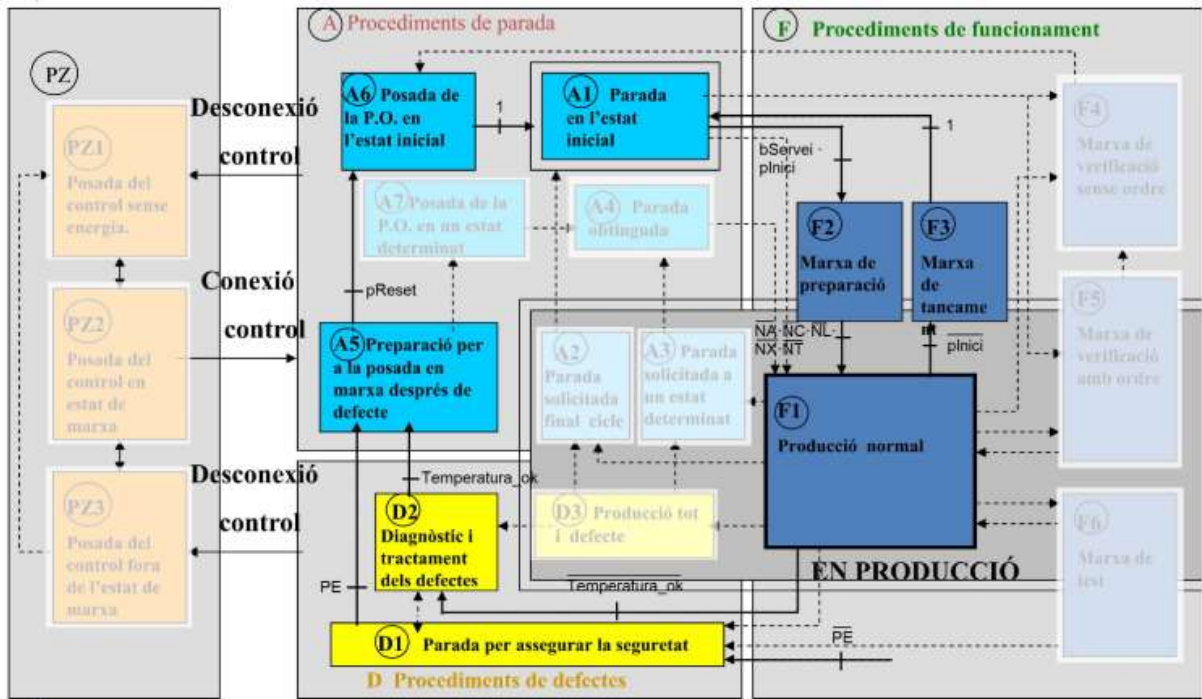


Figura 14. Guia GEMMA del dispensador de begudes.

Tal com es pot veure en la figura 14, la Guia GEMMA es divideix en 4 grans blocs: els procediments de control, els procediments de parada, els procediments de funcionament i els procediments de defectes. En el nostre cas, només s’han tingut en compte els 3 últims referents a la parada, al funcionament i als defectes que inclouen els diferents estats en què pot esdevenir.

Mitjançant aquest plantejament, es programen els GRAFCETS coordinats següents: el de conducció, el de posada a l’inici, el de funcionament i el d’emergència.

A la figura 15, es pot veure el GRAFCET de conducció que segueix les diferents parts de la Guia GEMMA. Així doncs, les etapes del GRAFCET estan directament relacionades amb les que es veuen amb colors més vius a la figura 14.

Un cop donada l’alimentació, l’autòmat esperarà que es premi el botó “Inici” de la pantalla HMI per passar a la següent etapa. Aquesta, resulta ser una etapa buida que ens serveix per donar

pas al GRAFCET de posada en marxa que s'explicarà més endavant. Un cop es compleix la transició, és a dir, que ja s'han realitzat totes les tasques de preparació, entra en l'etapa equivalent a la "Producció normal (F1)" de la Guia GEMMA. Aquesta, correspondrà al GRAFCET de funcionament, que s'explicarà seguidament. En cas que, des de SCADA, es cliqui el botó OFF, el procés parará deixant un temps de marge i es tornarà a col·locar a l'etapa inicial del GRAFCET.

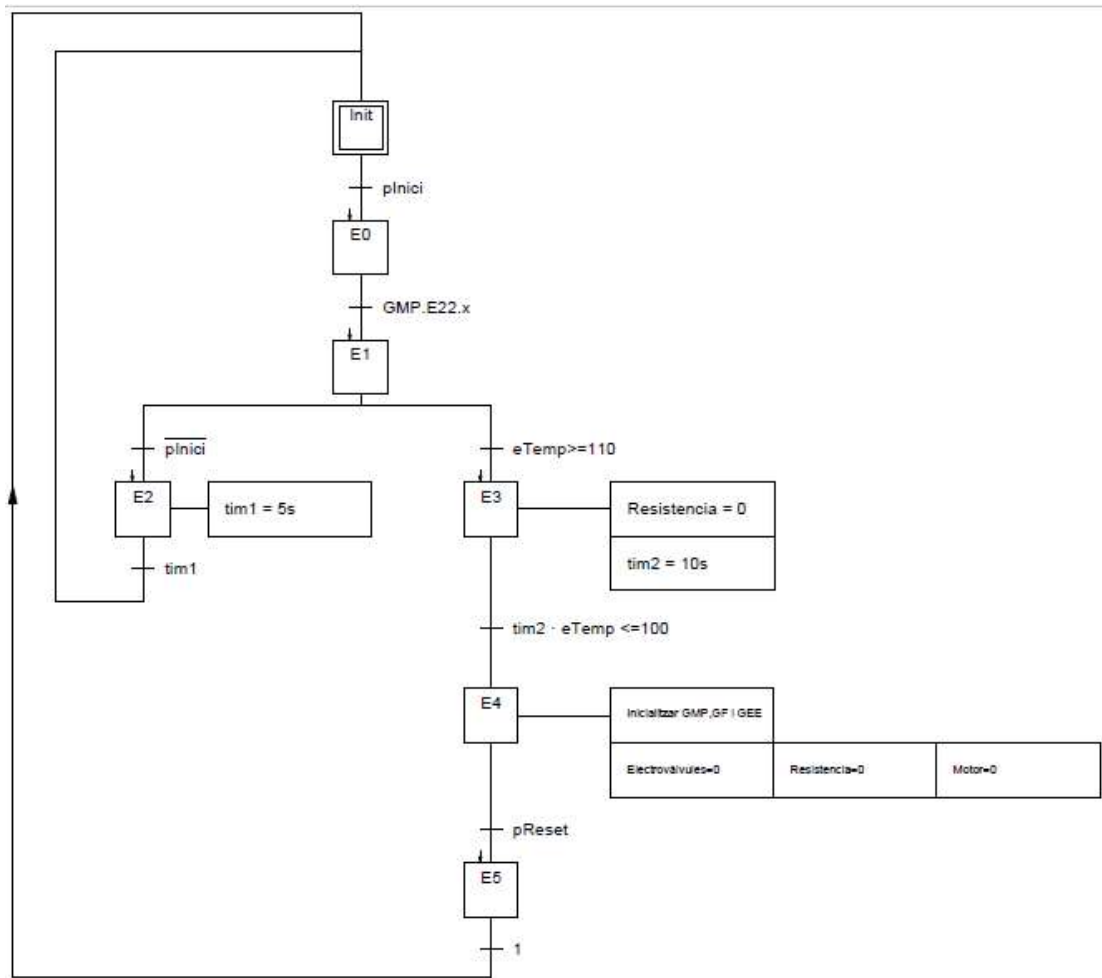


Figura 15. GRAFCET de conducció.

Per altra banda, en cas d'estar en producció normal i la temperatura de la mescla sigui superior a 110°C, per motius de seguretat de l'usuari, s'activa una acció que desconnectarà immediatament la resistència. Un cop passat el temps marcat per un temporitzador i la temperatura que detecti el sensor sigui inferior a 100, desactivarem totes les sortides i inicialitzarem els GRAFCETS de marxa de preparació, de funcionament i d'emergència. Cal clicar el botó de Reset de la pantalla d'SCADA per col·locar novament el GRAFCET a l'inici.

En el programa realitzat, existeixen uns trossos de codi que substitueixen la transició entre l'etapa 1 i l'etapa 3 i part de les accions que es duent a terme a les etapes 3 i 4. A continuació les figures 16, 17 i 18, mostren els codis desenvolupats per aquestes.

```
//Sortim de la producció normal (F1) quan la temperatura sobrepassa els 110°C per seguretat  
  
IF (eTemp >= 110) THEN  
    RETURN;  
END_IF
```

Figura 16. Codi de la transició entre E1 i E3.

```
//Quan la temperatura supera els 110°C, desconnectem la resistència  
Resistencia := 0;
```

Figura 17. Codi de l'acció associada a E3.

```
//Forcem les sortides a 0  
Elec_Cafe := 0;  
Elec_Llet := 0;  
Elec_Xoco := 0;  
Elec_Te := 0;  
Elec_Aigua := 0;  
Elec_Mescla := 0;  
Motor := 0;  
Resistencia := 0;
```

Figura 18. Codi de l'acció associada a E4.

El GRAFCET de marxa de preparació, fa referència a totes aquelles feines prèvies abans de començar a produir. Així doncs, tal com podem veure a la figura 19, el GRAFCET es posa en marxa quan el GRAFCET de conducció es troba a l'etapa 0. En aquest cas, en el programa, disposem d'una acció associada d'entrada que realitza la mateixa tasca que s'ha vist en la figura 18. Un cop desactivades les sortides i passats 5 segons, passa a una etapa buida. Per passar a la següent etapa, s'ha de complir la transició que s'ha programat amb contactes i que es mostra a la figura 20. En cas que algun dels nivells deixi de marcar, donat que el seu contacte és NT, rebrem un 1 per programa implicant que no hi ha nivell suficient i, per tant, es quedarà fixat en aquesta etapa. Això es pot visualitzar en la pantalla principal d'SCADA, on els nivells insuficients de cada producte es marcaran de color vermell. Per poder sortir d'aquesta etapa, simplement, caldrà omplir manualment els dipòsits per la part superior amb

el producte adient. Un cop tots els nivells es trobin verificats, passarà per una altra etapa buida i retornarà a l'inici.

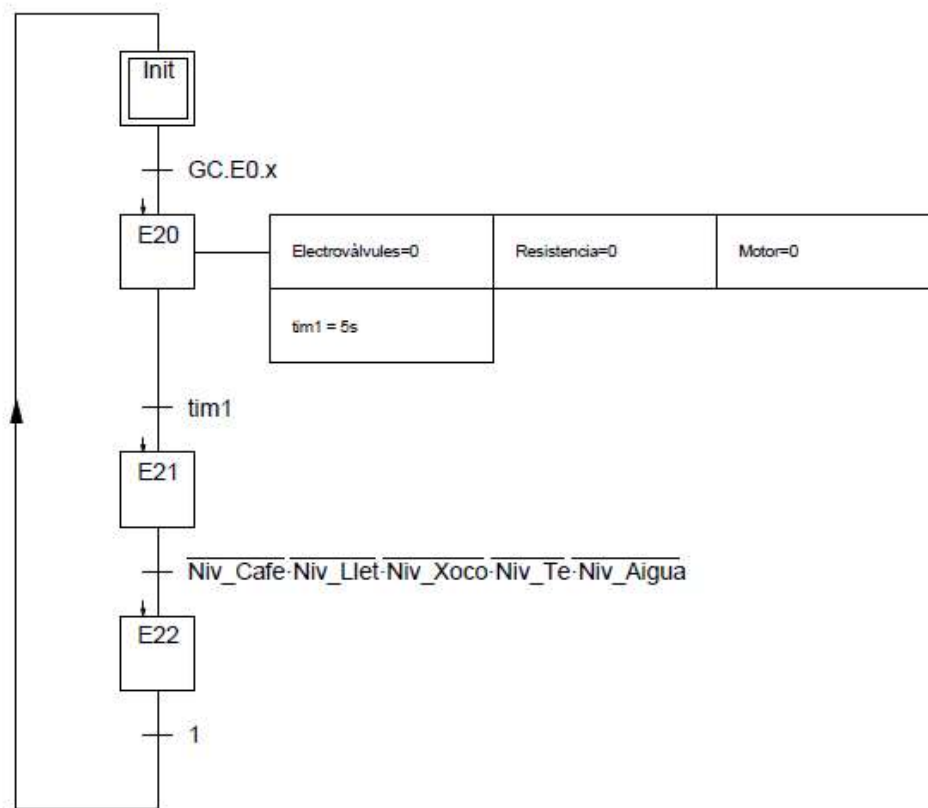


Figura 19. GRAFCET de marxa de preparació.

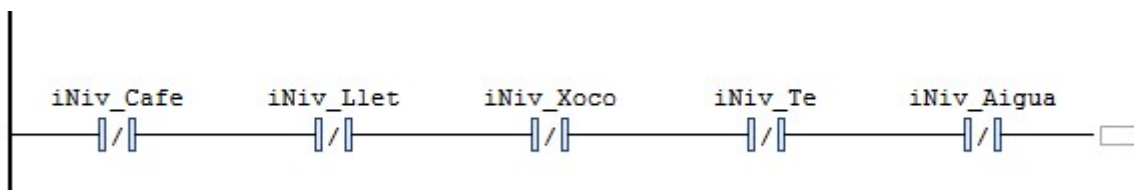


Figura 20. Programació de la transició T1.

El GRAFCET de funcionament és on es reflecteix el procés que realitzarà el dispensador de begudes des de l'arribada dels paràmetres de la recepta fins al servei de la beguda en el recipient. S'inicia quan el GRAFCET de conducció ja ha realitzat la preparació i es troba a l'etapa 1. Per iniciar el procés, cal anar a la pantalla HMI i seleccionar una de les begudes del menú que es mostra en pantalla, tal com s'indica en la transició del GRAFCET que es visualitza a la figura 21.

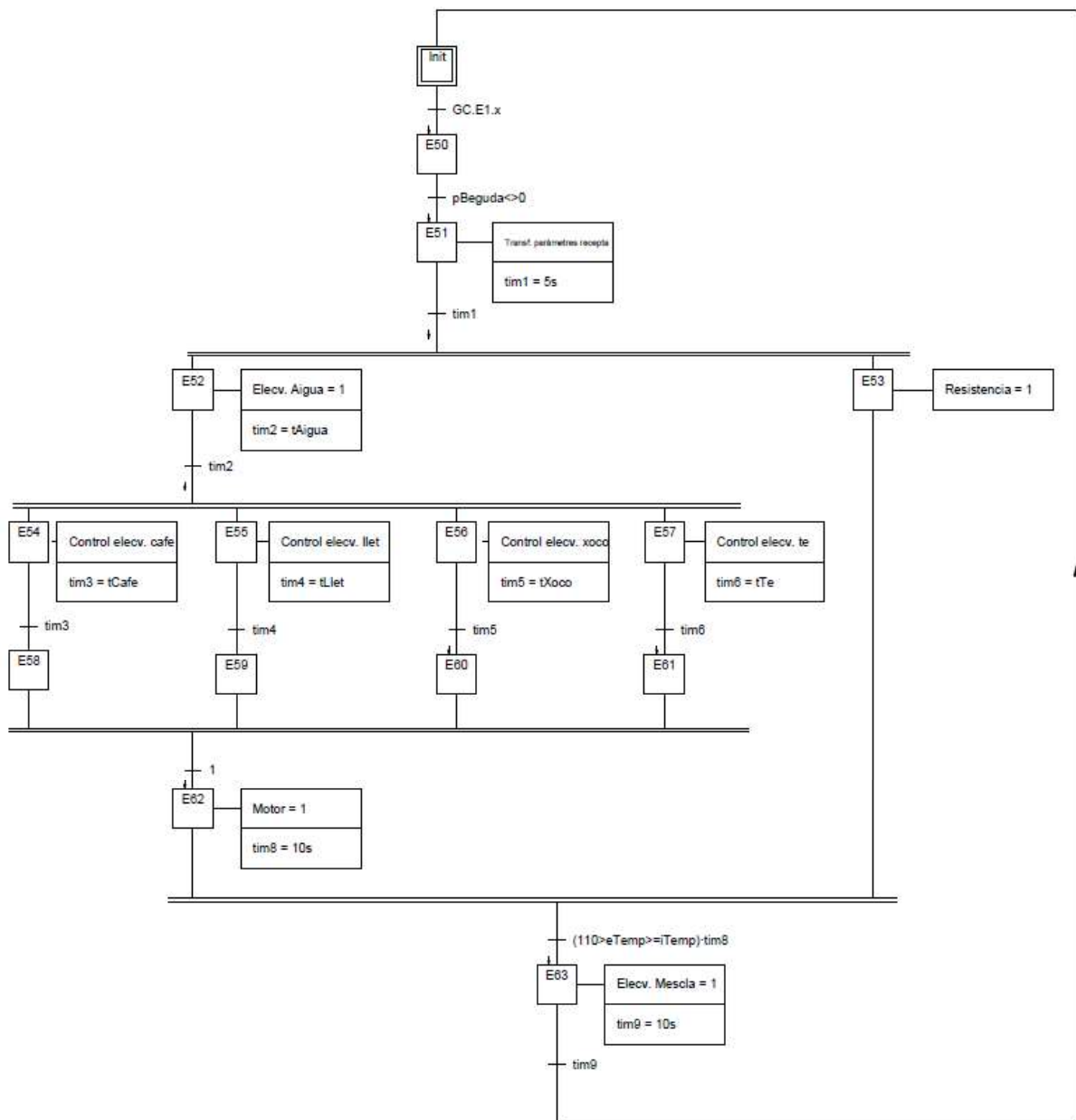


Figura 21. GRAFCET de funcionament.

Cada botó de la pantalla HMI té associat un valor que alhora està vinculat a la recepta que duu el mateix nom. En prémer el botó i fer canviar la variable associada de 0 a un valor entre 1 i 8, es recuperaren els paràmetres de la recepta guardats a la base de dades a través d'una funció de SCADA i es guardaran en variables locals del PLC per evitar perdre els valors si es perd la connexió amb SCADA. El codi d'aquesta relació es pot veure més detalladament a la figura 22. Per assegurar que ha agafat tots els paràmetres, esperem un marge de 5 segons abans de passar a la següent etapa. A continuació, es realitzen accions en paral·lel, és a dir,

més d'una acció a la vegada. Per una banda, s'activa la resistència calefactora que s'encarregarà d'escalfar els components de la mescla. Per l'altra banda s'obrirà la vàlvula de l'aigua i es mantindrà oberta fins que hagi transcorregut el temps marcat per la recepta. Per dur a terme aquesta tasca, s'ha creat l'acció associada en el programa que es mostra més detalladament a la figura 23.

```
//Transferir paràmetres de la recepta al PLC

//Habilitacions vàlvules
bElec_Cafe := (scdElec_Cafe = 1); //Condicció per passar de INT a BOOL
bElec_Llet := (scdElec_Llet = 1);
bElec_Xoco := (scdElec_Xoco = 1);
bElec_Te := (scdElec_Te = 1);
bElec_Aigua := (scdElec_Aigua = 1);

//Temps d'actuació
tCafe := scdtCafe;
tLlet := scdtLlet;
tXoco := scdtXoco;
tTe := scdtTe;
tAigua := scdtAigua;

//Temperatura
iTemp := scdiTemp;
```

Figura 22. Codi de l'acció associada a l'etapa 51.

```
//Agafem el valor de temps de funcionament de l'electrovàlvula

Elec_Aigua :=1;

tim2(IN := TRUE, PT:= WORD_TO_TIME(INT_TO_WORD(tAigua)));
```

Figura 23. Codi de l'acció associada l'etapa 52.

Un cop transcorregut el temps de servei d'aigua, es realitza en paral·lel el servei dels aliments en sec dels dipòsits. Segons els paràmetres de la recepta, s'activarà o no l'electrovàlvula i, en cas d'habilitació, s'obrirà durant el temps fixat deixant caure la quantitat de producte necessari. Així doncs, les etapes 54, 55, 56 i 57 realitzaran la mateixa acció canviant els paràmetres segons correspongui a un dipòsit o a un altre. A continuació, s'adjunta la figura 24 on es pot veure l'exemple de l'estructura que segueixen les accions descrites en el programa. En aquest cas, s'ha escollit l'associada a l'etapa 54 pel dipòsit de cafè.

```

//Mirem si necessitem CAFE

//Quan no en necessitem
IF bElec_Cafe=0 THEN //pregunta bd
    Elec_Cafe:=0; //ordre a la sortida

//Quan necessitem producte
ELSE
    Elec_Cafe :=1;

    tim3(IN := TRUE, PT:= WORD_TO_TIME(INT_TO_WORD(tCafe)));

END_IF

```

Figura 24. Codi de l'acció associada a l'etapa 54.

Quan disposem de l'aliment en sec dins de la mescladora juntament amb l'aigua, s'engega el motor que barreja durant un temps de 10 segons els productes per obtenir una mescla homogènia. Per poder obtenir una beguda en perfectes condicions, s'ha de complir que la temperatura sigui igual o superior a la temperatura de la recepta però que no superi els 110°C i que hagi transcorregut el temps de mescla. Aquestes condicions es tenen en compte dins de la transició programada anomenada TRANS que es pot visualitzar a la figura 25. Si es compleix, es passa a la següent etapa on s'activa la vàlvula de la mescladora que deixarà que el líquid baixi i es dipositi en el recipient. Transcorregut un temps de 15 segons, es tanca l'electrovàlvula i la pantalla ens indica que podem retirar la beguda.

```

//Temperatura correcta i mescla feta

IF (eTemp >= iTemp AND eTemp < 110) AND tim8 THEN
    RETURN;
END_IF

```

Figura 25. Codi de la transició TRANS programada.

Per últim, el GRAFCET d'emergència és l'encarregat d'aturar el procés en cas que es premi el polsador d'emergència situat a SCADA.

Quan el procés es troba en qualsevol estat i es clica el polsador de PE, en deixar anar aquest torna a quedar negat. D'aquesta manera entraria a l'etapa 102 però, quan es deixa el botó, saltaria a l'etapa 103. En aquesta etapa, es posen totes les sortides a 0, com s'ha comentat en alguna acció anterior, i es col·locarien els GRAFCETS de conducció, marxa de preparació



i funcionament a l'inici. Clicant el botó de Reset a SCADA, tornarem aquest GRAFCET d'emergència a l'etapa inicial.

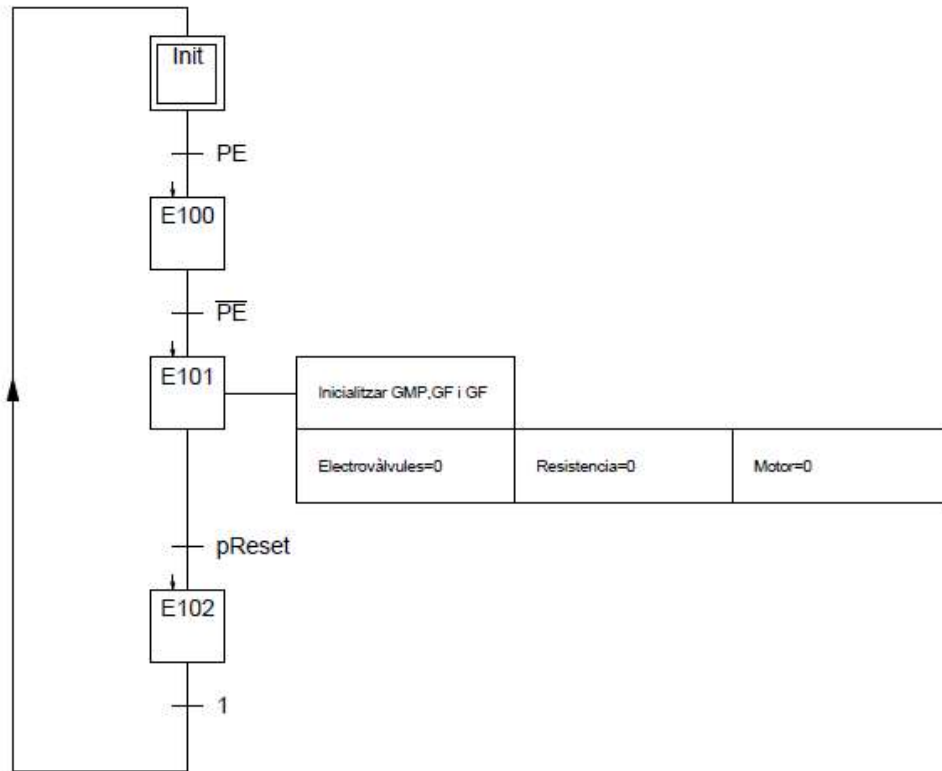


Figura 26. GRAFCET d'emergència.

En la programació dels GRAFCETS, s'utilitza una variable anomenada eTemp que correspondria a la temperatura que detecta el sensor (Temp). Aquest, emmagatzema el valor escalat de temperatura, ja que en comptes de valors analògics es treballarà amb digitals dins del rang de valors de l'entrada. Així doncs, per realitzar aquesta tasca, hem tractat la informació a l'entrada de la següent manera:

```
eTemp := REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(Temp)*100/65535);
```

Figura 27. Tractament de l'entrada analògica.

A part, també s'ha realitzat un POU on s'associen les variables auxiliars gestionades als GRAFCETS amb les que provenen d'SCADA.

## 6 PANTALLA TÀCTIL

La pantalla tàctil és la interfície de comunicació entre l'usuari i el procés. Així doncs, s'han dissenyat diferents pantalles que treballen amb les variables declarades com a globals del PLC, les quals, la pantalla HMI en pot llegir o modificar el valor. A continuació, es mostra una taula resum amb les variables globals utilitzades.

Variables	Tipus	Descripció
bServei	BOOL	S'encarrega d'iniciar la preparació de la màquina.
pBeguda	INT	Emmagatzema el valor de la beguda escollida (1-8)
Elec_Mescla	BOOL	Estat de l'electrovàlvula de la mescladora

Taula 2. Variables compartides entre PLC i HMI.

La pantalla tàctil disposa de quatre pantalles que canvien en funció de l'estat de funcionament en què es trobi la màquina.



Figura 28. Pantalla inicial.

Quan li donem alimentació a tot el procés, la pantalla HMI s'inicia i ens mostra la pantalla de la figura 28. Com podem veure, és una pantalla informativa que dona la benvinguda i incorpora un polsador que porta el nom d'"Iniciar". Aquesta pantalla es mantindrà fins que el client comprador de la màquina o personal contractat, premi el botó per donar servei als clients. Les accions que s'han programat per aquest botó són dues. Per una banda, es col·locarà un 1 a la variable del polsador que, tal com hem comentat abans, donarà lloc a l'inici del GRAFCET de conducció. Per altra banda, aquest mateix botó, ens conduirà a la següent pantalla.

CAFE	TALLAT
CAFÈ LLARG	CAFÈ AMB LLET
XOCOLATA	CAPUCCINO
LLET	TÈ

Figura 29. Pantalla de selecció.

La segona pantalla, corresponent a la de selecció de la beguda, és on el client clicarà el botó amb la beguda que desitgi. Cada botó conté una funció que associarà a la variable pBeguda un valor entre 1 i 8. Per exemple, en cas de voler un cafè, pBeguda adoptaria el valor 1; en cas de voler un tallat, adoptaria el valor 2; en cas de voler un cafè llarg, adoptaria el valor 3; i així successivament fins a arribar el 8. Cada botó, a part de dur incorporat el valor a col·locar en la variable, també inclou l'acció de passar a la següent pantalla.



Figura 30. Pantalla d'elaboració.

La tercera pantalla és de caràcter informatiu, ja que és aquí on es realitza gran part del GRAFCET de funcionament. Aquesta estarà activa fins que l'electrovàlvula de la mescla es trobi tancada, és a dir, un cop oberta la vàlvula de la mescladora, es canviarà a la següent pantalla.



Figura 31. Pantalla procés finalitzat.

A la figura 31, es pot veure la pantalla que es mostrarà quan el procés hagi finalitzat i la beguda es trobi dins del recipient escollit pel client. Aquesta pantalla disposa de dues accions associades, una de les quals és la inicialització de la variable pBeguda quan s'entra directament a la pantalla. La segona, és el canvi de pantalla en funció del tancament de la vàlvula de la mescla. En aquest cas, com que el procés ja es troba iniciat, anirà directament a la pantalla 2 corresponent a la de selecció de la beguda.

## 7 SCADA

L'SCADA s'encarrega de visualitzar els diferents estats del procés d'una manera gràfica i entenedora.

Variable PLC	Tipus	Definida	Variable SCADA	Tipus	Direcció
Niv_Cafe	BOOL	GLOBAL	Niv_Cafe	DIGITAL	IODev!Niv_Cafe
Niv_Llet	BOOL	GLOBAL	Niv_Llet	DIGITAL	IODev!Niv_Llet
Niv_Xoco	BOOL	GLOBAL	Niv_Xoco	DIGITAL	IODev!Niv_Xoco
Niv_Te	BOOL	GLOBAL	Niv_Te	DIGITAL	IODev!Niv_Te
Niv_Aigua	BOOL	GLOBAL	Niv_Aigua	DIGITAL	IODev!Niv_Aigua
Motor_Mescla	BOOL	GLOBAL	Motor_Mescla	DIGITAL	IODev!Motor_Mescla
Elec_Cafe	BOOL	GLOBAL	Elec_Cafe	DIGITAL	IODev!Elec_Cafe
Elec_Llet	BOOL	GLOBAL	Elec_Llet	DIGITAL	IODev!Elec_Llet
Elec_Xoco	BOOL	GLOBAL	Elec_Xoco	DIGITAL	IODev!Elec_Xoco
Elec_Te	BOOL	GLOBAL	Elec_Te	DIGITAL	IODev!Elec_Te
Elec_Aigua	BOOL	GLOBAL	Elec_Aigua	DIGITAL	IODev!Elec_Aigua
Elec_Mescla	BOOL	GLOBAL	Elec_Mescla	DIGITAL	IODev!Elec_Mescla
Resistencia	BOOL	GLOBAL	Resistencia	DIGITAL	IODev!Resistencia
PE	BOOL	GLOBAL	PE	DIGITAL	IODev!PE
pInici	BOOL	GLOBAL	pInici	DIGITAL	IODev!pInici
pReset	BOOL	GLOBAL	pReset	DIGITAL	IODev!pReset
scdElec_Cafe	BOOL	GLOBAL	scdElec_Cafe	DIGITAL	IODev!scdElec_Cafe
scdElec_Llet	BOOL	GLOBAL	scdElec_Llet	DIGITAL	IODev!scdElec_Llet
scdElec_Xoco	BOOL	GLOBAL	scdElec_Xoco	DIGITAL	IODev!scdElec_Xoco
scdElec_Te	BOOL	GLOBAL	scdElec_Te	DIGITAL	IODev!scdElec_Te
scdElec_Aigua	BOOL	GLOBAL	scdElec_Aigua	DIGITAL	IODev!scdElec_Aigua
scdtCafe	INT	GLOBAL	scdtCafe	DIGITAL	IODev!scdtCafe
scdtLlet	INT	GLOBAL	scdtLlet	DIGITAL	IODev!scdtLlet
scdtXoco	INT	GLOBAL	scdtXoco	DIGITAL	IODev!scdtXoco
scdtTe	INT	GLOBAL	scdtTe	DIGITAL	IODev!scdtTe
scdtAigua	INT	GLOBAL	scdtAigua	DIGITAL	IODev!scdtAigua
scdTemp	INT	GLOBAL	scdTemp	INT	IODev!scdTemp
pBeguda	INT	GLOBAL	pBeguda	INT	IODev!pBeguda

Taula 3. Relació de variables entre PLC i SCADA.

Les pantalles de Citect utilitzen les variables globals de PLC definides a la taula 3, les quals es poden llegir i escriure gràcies a la relació que s'estableix entre el Vijeo Citect i l'OPC a través de l'adreça de les variables. Aquesta adreça s'ha de complementar creant un IODevice per tal que coincideixin els noms definits a l'adreça al dispositiu d'entrades i sortides i a l'OPC. La relació que es crea entre variables de PLC i SCADA es fa a partir del nom d'aquestes, tal com es mostra a l'última columna de la taula anterior.

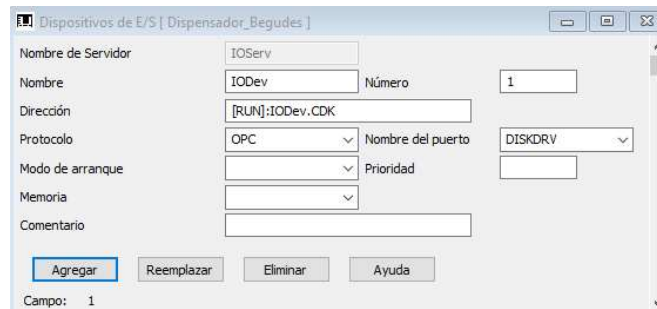


Figura 32. Configuració del dispositiu de entrades i sortides.

Tal com podem veure a la figura 32, prèviament s'ha creat un IODevice per gestionar la comunicació entre variables. El protocol que segueix és el de l'OPC que s'encarrega de fer d'intermediari, ja que SCADA no té relació directa amb el PLC.

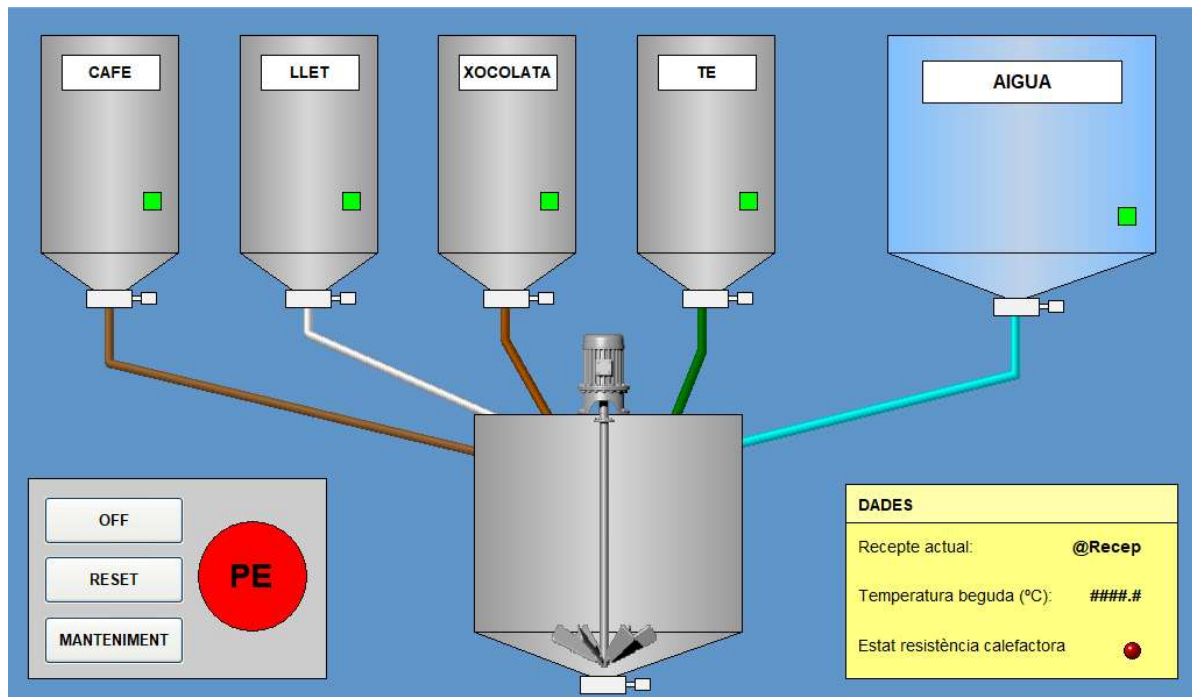


Figura 33. Pantalla de visualització del procés.

Un cop feta la configuració, es dissenyen les pantalles que incorporen gràfics de visualització i els comandaments necessaris per poder interactuar-hi en cas de necessitat o fallada.

Disposem d'un esquema general on es troben els diferents dipòsits d'aliments en sec, el dipòsit de l'aigua i la mescladora. Cada dipòsit disposa del sensor de nivell, l'electrovàlvula corresponent i el tub simulant el color del producte que conté cada un. En cas que el nivell sigui inferior, el quadrat es posarà de color vermell; mentre que si hi ha nivell superior a l'alçada del dipòsit, es mantindrà verd. Les electrovàlvules canvien de color en funció de si es troben actives o no, és a dir, quan la vàlvula està tancada, el color serà el que es veu a la figura i no es visualitzarà el tub de connexió amb la mescladora. Quan la vàlvula està oberta, és a dir, el producte circula pel tub, l'electrovàlvula canviarà a color verd i el tub quedarà visible. Per la mescladora, disposem d'una electrovàlvula que funcionarà de la mateixa manera que els dipòsits. A part, disposa del motor i de l'hèlice, com a conjunt, que també canviaran a color verd en cas que funcionin. Com a part de visualització, també disposem del panell groc que ens mostra el nom de la recepta que es processa en el moment, la temperatura en què es troba la mescla i l'estat de la resistència.

A la part esquerra, trobem un panell gris que simbolitza la botonera. Trobem el botó de reset, el botó OFF i el polsador de manteniment. El reset serveix com a reconeixement per saber que s'ha inicialitzat el procés després d'alguna anomalia. El botó OFF és l'invers del botó inici que es troba a la pantalla tàctil, serveix per desactivar el procés abans de desendollar. I, el polsador de manteniment, obra una finestra que es visualitza a la figura següent.

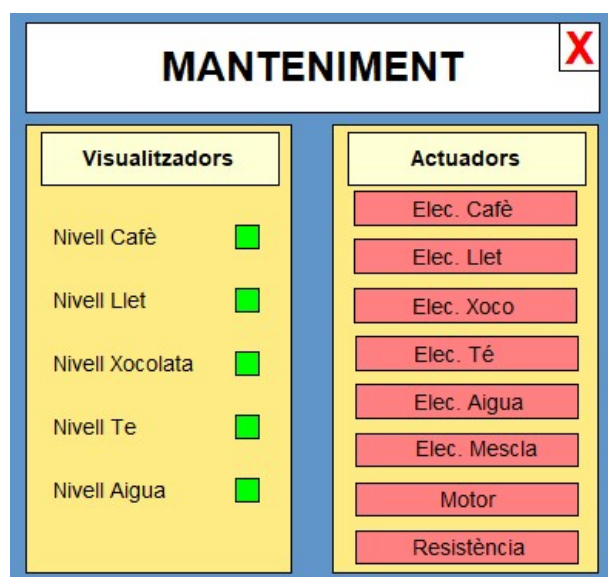


Figura 34. Pantalla pop-up manteniment.

Aquesta finestra apareix sobre de la pantalla del procés i es fa desaparèixer per la creu vermella situada a dalt a la dreta. Aquí, és on es visualitza els estats de les entrades del PLC i es poden forçar els actuadors. Aquest panell és útil per poder fer proves de senyals i verificar que tot funciona correctament.

A part de les pantalles, s'ha programat codi que ens permet la recepció de dades provinents de la base de dades. S'ha creat una funció que s'encarregarà d'adquirir els paràmetres de la recepta de la beguda que se seleccioni a HMI. Primer, cal establir una connexió amb la base de dades i, per fer-ho, ens cal el nom del DNS, l'usuari i la contrasenya prèviament definits a la base de dades. Quan no es pot realitzar la connexió, la resposta a la comanda serà un -1. Mentre que, quan la connexió es realitzi correctament, entrarem dins de la condició i dins d'un bucle que anirà consultant el valor de pBeguda tota l'estona fins que se li assigni amb la pantalla HMI un valor diferent de 0. Un cop tinguem el valor de la beguda, formem la cadena de la consulta i l'executem. Aquesta, serà diferent de 0 perquè totes les possibles opcions de pBeguda van associades a uns paràmetres. Per tant, associem els valors dels diferents paràmetres de la recepta a una variable que puguem comunicar al PLC.

```
FUNCTION InfoRecep()
INT hSql;
STRING sCadena;

    hSql = SQLConnect("DNS=ED_Dispensador;UID=Miriam;PWD=1234;");

    IF hSql <> -1 THEN
        WHILE 1 DO
            IF pBeguda <> 0 THEN
                sCadena = "DispensadorBegudes "+ IntToStr(pBeguda);

                //Si execució correcta
                IF SQLExec(hSql,sCadena) = 0 THEN
                    //Recuperem els valors de cada camp
                    scdElec_Cafe = SQLGetField(hSql,"Elec_Cafe");
                    scdElec_Llet = SQLGetField(hSql,"Elec_Llet");
                    scdElec_Xoco = SQLGetField(hSql,"Elec_Xoco");
                    scdElec_Te = SQLGetField(hSql,"Elec_Te");
                    scdElec_Aigua = SQLGetField(hSql,"Elec_Aigua");

                    scdtCafe = SQLGetField(hSql,"t_Cafe");
                    scdtLlet = SQLGetField(hSql,"t_Llet");
                    scdtXoco = SQLGetField(hSql,"t_Xoco");
                    scdtTe = SQLGetField(hSql,"t_Te");
                    scdtAigua = SQLGetField(hSql,"t_Aigua");

                    scdTemp = SQLGetField(hSql,"Temperatura");

                    sRecepta = SQLGetField(hSql,"Recepta")

                END

            END

            SleepMS(500);

        END
    END
END
```

Figura 35. Codi de la funció InfoRecep.



Per evitar que aquesta funció no s'executi de manera innecessària i consumeixin molts recursos, s'ha dissenyat un codi que s'encarrega de fer la crida de la funció de la figura 35 com a tasca. En cas de no tenir aquesta tasca, en tenir la funció en bucle amb un Sleep de mig segon, es paralitzaria el programa. Citect ofereix la possibilitat d'executar fils independents de la resta de programa. Per tant, s'executarà únicament quan s'entri a la pàgina de procés, tal com es mostra a la figura 36.

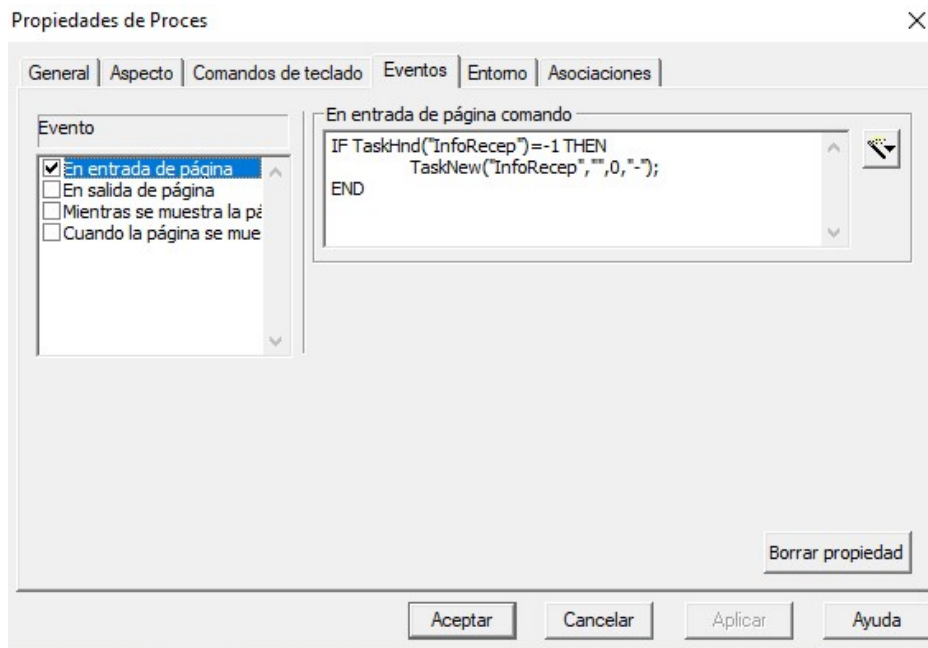


Figura 36. Finestra de l'aplicació de la tasca.

## 8 BASE DE DADES

Una base de dades consta d'un conjunt de dades organitzades i emmagatzemades en la qual es poden realitzar consultes per trobar, modificar o inserir paràmetres. Aquests, poden ser necessaris per a una altra aplicació de visualització, tractament o processos en general per tenir un històric de dades.

Igual que en els dos apartats anteriors, existeix una relació de variables. En aquest cas, mitjançant l'ODBC podem importar els paràmetres de la recepta provinents de la base de dades cap a Citect que s'encarregarà de fer-les arribar al PLC. Donat que tenim una funció que ens retorna els valors dels camps de la taula de receptes de la base de dades, hi ha un enllaç directe entre la variable de SCADA i el camp de base de dades que, no és més que el nom de la columna de la taula, tal com es mostra a la taula següent.

Variable SCADA	Paràmetre de la base de dades
sRecepta	Recepta
scdElec_Cafe	Elec_Cafe
scdElec_Llet	Elec_Llet
scdElec_Xoco	Elec_Xoco
scdElec_Te	Elec_Te
scdElec_Aigua	Elec_Aigua
scdtCafe	t_Cafe
scdtLlet	t_Llet
scdtXoco	t_Xoco
scdtTe	t_Te
scdtAigua	t_Aigua
scdTemp	Temperatura

Taula 4. Relació de variables entre SCADA i base de dades.

Els paràmetres de la base de dades que es mostren a la taula anterior corresponen als noms de cada columna de la taula Paràmetres\_Receptes. Com que cada columna té múltiples paràmetres corresponents a cada recepta, s'utilitza un procedure per recuperar solament el paràmetre de la recepta que ens interessa. Mitjançant el cicode podem guardar el valor de cada paràmetre a variables d'SCADA amb la funció "SQLGetField", on només cal especificar el nom de la columna que vulguem llegir a la base de dades.

La base de dades creada pel dispensador, disposa de dues taules que es mostren en les figures 37 i 38.

	Recepta	Elec_Cafe	Elec_Llet	Elec_Xoco	Elec_Te	Elec_Aigua	t_Cafe	t_Llet	t_Xoco	t_Te	t_Aigua	Temperatura
1	Cafe	1	0	0	0	1	2	0	0	0	7	95
2	Tallat	1	1	0	0	1	3	2	0	0	10	90
3	Cafe Llarg	1	0	0	0	1	5	0	0	0	21	90
4	Cafe amb Llet	1	1	0	0	1	3	3	0	0	31	85
5	Xocolata	0	1	1	0	1	0	2	5	0	35	75
6	Capuccino	1	1	0	0	1	5	8	0	0	38	80
7	Llet	0	1	0	0	1	0	7	0	0	35	70
8	Te	0	0	0	1	1	0	0	0	5	35	95

Figura 37. Taula del paràmetres de les receptes.

En aquesta primera taula, trobem per a cada recepta, el valor adient per l'activació de les electrovàlvules i el temps d'activació de cada una en segons. Aquests paràmetres són els que utilitzarà el programa de l'autòmat per controlar els elements del sistema.

	ID_Recepta	Nom_Recepta
1	1	Cafe
2	2	Tallat
3	3	Cafe Llarg
4	4	Cafe amb Llet
5	5	Xocolata
6	6	Capuccino
7	7	Llet
8	8	Te

Figura 38. Taula relació nom amb valor.

En canvi, aquesta, ens mostra una relació del valor que s'associa a la variable pBegudes segons la recepta que s'esculli amb el nom de la recepta corresponent.

A partir de les taules mostrades, es realitza una funció que, en base de dades, es coneixen amb el nom de procedure.

```
USE [BD_Dispensador]
GO
/***** Object: StoredProcedure [dbo].[DispensadorBegudes]    Script Date: 2/6/2020 21:56:24 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO

--Funció per recuperar els paràmetres de la recepta
)CREATE PROCEDURE [dbo].[DispensadorBegudes] @iRecepta INT
AS
)BEGIN
)SELECT * FROM Receptes R                                --Recuperem les dades de la taula Receptes
)LEFT JOIN Parametres_Receptes PR ON R.Nom_Recepta = PR.Recepta --Creuem les dades amb la taula Parametres_Receptes
)WHERE R.ID_Recepta = @iRecepta                          --Recuperem només la recepta que ens interessa
)END
```

Figura 39. Codi del procedure.

S'encarrega d'enllaçar les dues taules i facilitar els paràmetres de les columnes quan es realitzi alguna consulta. Dins de la base de dades creada amb el nom de BD\_Dispensador, es crea el procedure anomenat dbo.DispensadorBegudes que disposa d'una variable d'entrada de tipus entera anomenada iRecepta. Definit això, es fa una petició dels paràmetres definits enllaçant la columna Nom\_Recepta de la taula de Receptes amb la columna de Recepta de la taula Parametres\_Receptes. Finalment, cal esmentar que el valor d'entrada del procedure correspondrà al número que es troba dins de la columna ID\_Recepta de la taula Receptes.

## **9 RESUM DEL PRESSUPOST**

El cost econòmic del dispensador de begudes del present projecte ascendeix a un total de vuit mil tres-cents cinquanta-tres euros amb vuit cèntims, sense IVA.

## 10 CONCLUSIONS

En primer lloc es volia dissenyar i programar una maqueta d'un dispensador de begudes com a possible incorporació de procés de pràctiques per l'assignatura de Desenvolupament de projectes d'automatització i control. Un cop realitzat el projecte, es pot concloure que s'ha realitzat el projecte enfocat més teòric però, desenvolupant tots els programes relacionats per a fer funcionar la maqueta esmentada.

El programa realitzat per satisfer totes les tasques funcionals és el de l'autòmat. A part de seguir una estructura definida per la Guia GEMMA i els GRAFCETS, ha estat una de les tasques més complicades, ja que no s'han pogut realitzar proves ni dels senyals ni del procés programat amb el PLC per falta dels components físics.

Seguint doncs amb els objectius proposats, el monitoratge i visualització del procés mitjançant la pantalla tàctil i l'SCADA proporcionen la informació necessària. Es mostra en tot moment d'una manera senzilla i entenedora per a tots els clients, tant els que es troben davant de la màquina amb la pantalla tàctil com, els que estan visualitzant el procés des d'un punt de vista més de funcionament i de control. Tot això, ha estat possible gràcies als softwares de programació. Per la part de la pantalla SCADA, l'escollit ha estat el Vijeo Citect que ens ha permès complir amb totes les funcionalitats de visualització i control requerides pel sistema. Per la pantalla tàctil, tot i no ser un programa tan complet, el Vijeo Designer ha estat suficient per realitzar la part d'interacció amb l'usuari i el monitoratge de les diferents pantalles.

La integració de la gestió en el procés mitjançant la creació i comunicació amb una base de dades ha estat un procediment a treballar on s'han adquirit nous coneixements que no s'aprofundeixen tant durant la carrera. Actualment, són molt presents en l'àmbit industrial per tots els processos i per la gestió de dades.



Míriam Costa Moner

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 7 de juny del 2020

## **11 RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Els documents presents en aquest projecte són els següents: memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

## 12 BIBLIOGRAFIA

Microsoft. SQL Server. (<https://www.microsoft.com/es-es/sql-server/sql-server-2019>, 2 de maig de 2020)

Schneider Electric. Comunicación HMI – PLC protocolo SoMachine ([https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER\\_ELECTRIC/content/live/FAQS/28900/FA289067/es\\_ES/Nota%20t%c3%a9cnica.%20Comunicaci%c3%b3n%20HMI-PLC%20protocolo%20SoMachine.pdf?\\_ga=2.210477909.1127501090.1542159921-1084252888.1519163332](https://www.se.com/ww/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/28900/FA289067/es_ES/Nota%20t%c3%a9cnica.%20Comunicaci%c3%b3n%20HMI-PLC%20protocolo%20SoMachine.pdf?_ga=2.210477909.1127501090.1542159921-1084252888.1519163332), 30 d'abril de 2020)

Schneider Electric. SoMachine – Guía de Funcionamiento ([https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=User+guide&p\\_File\\_Name=EIO0000001357.10.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EIO0000001357](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO0000001357.10.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000001357), 24 d'abril de 2020)

W3Chools. INSERT INTO. ([https://www.w3schools.com/sql/sql\\_insert.asp](https://www.w3schools.com/sql/sql_insert.asp), 31 de maig de 2020)



### 13 GLOSSARI

CPU – Central Processing Unit

GEMMA – Guia d'Estudi dels Modes de Marxa i Aturada

GRAFCET – Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition

HMI – Home Machine Interface.

IP – Internet Protocol.

NO – Normalment Obert.

NT – Normalment Tancat.

ODBC – Open Data Base Connectivity.

OPC UA– Open Platform Communications Unified Architecture

PLC – Programmable Logic Controller.

POU – Program Organization Unit

RTD – Resistance Temperature Detectors

SCADA – Supervisió, Control i Adquisició de Dades.

SQL – Structured Query Language

TCP – Transmission Control Protocol

## A CÀLCULS

Per trobar els valors dels elements de protecció, cal trobar la intensitat en les alimentacions monofàsiques.

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{Eq. 1})$$

Coneixent la intensitat màxima que circula, calculem la secció dels conductors utilitzant la fórmula següent:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{U \cdot \gamma \cdot e} \quad (\text{Eq. 2})$$

Per realitzar el càlcul de la intensitat màxima, s'ha escollit un factor de potència igual a 0.8.

Pel càlcul de la secció, la longitud establerta ha estat de 5 metres i la caiguda de tensió establerta ha de ser més petita o igual a 0,5. La resistivitat ve definida pel material del conductor i la temperatura. Per tant, disposant d'un conductor de coure amb temperatures no superiors a 20°C, la resistivitat adopta un valor de 56 m/Ohms·mm<sup>2</sup>.

## **B PROGRAMES**

La programació d'aquest projecte es troba repartida en quatre arxius de programa, cada un dissenyat amb el software adient. La programació del PLC s'ha realitzat amb el SoMachine; la pantalla tàctil amb Vijeo Designer, el procés de visualització SCADA amb el Vijeo Citect i la base de dades amb el Microsoft SQL Server Management.

Els quatre programes dissenyats es troben adjunts dins de la carpeta Programació acompanyat d'aquest mateix document.