

*AUTOMATITZACIÓ DEL*  
*PROCES D'EMBOTELLAMENT*  
*DE LA CERVESA*

TREBALL DE FI DE MÀSTER

EDWIN OLIVER SABATER  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
Director: Ricardo Pizá Fernández

## Índex

RESUM.....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT.....	5
<b>I.INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>6</b>
I.1.ABREVIATURES .....	7
I.2.ANTECEDENTS .....	7
I.2.1.LA CERVESA.....	7
I.2.2.INDUSTRIALITZACIÓ DE PROCESSOS.....	10
<b>II.OBJECTIUS .....</b>	<b>13</b>
II.1.OBJECTIU GENERAL.....	14
II.2.OBJECTIUS I RESTRICCIONS PARTICULARS .....	14
<b>III.DESENVOLUPAMENT .....</b>	<b>15</b>
III.1.METODOLOGÍA A SEGUIR .....	16
III.1.1.SEQÜÈNCIA DE TREBALL .....	16
III.2.DIAGRAMES DE BLOCS .....	17
III.3.ENTRADES .....	23
III.4.EIXIDES .....	24
III.5.PROGRAMACIÓ MITJANÇANT UN GEMMA .....	25
III.5.1.FUNCIONAMENT PRINCIPAL .....	25
III.5.2.POSADA A ESTAT INICIAL – SUBPROCÉS A6.....	27
III.5.3.MODE TEST – SUBPROCÉS F6.....	28
III.5.4.MODE AUTOMÀTIC – SUBPROCESSOS F1, F2, F3 I F4.....	31
III.6.SCADA .....	39
III.7.VALORACIÓ ECONÒMICA.....	42
<b>IV.CONCLUSIONS .....</b>	<b>43</b>
<b>V.ANEX 1 - REFERÈNCIES .....</b>	<b>45</b>
<b>VI.ANEX 2 – LLISTES .....</b>	<b>47</b>
VI.1.LLISTA D'IL·LUSTRACIONS .....	48
VI.2.LLISTA DE DIAGRAMES.....	48
VI.3.LLISTA DE TAULES .....	49
<b>VII.ANEX 3 – PRESSUPOST .....</b>	<b>50</b>

## RESUM

Amb el següent treball es pretén realitzar l'automatització de l'embotellament de cervesa, producte que hui en dia té alts nivells de consum en la societat i que acompanya molts esdeveniments socials, així com menjades diverses al llarg del dia. En el treball es tindrà en compte que l'automatització està destinada a l'embotellament de cervesa artesanal, la qual no exigeix un volum tan gran de producció, però ha d'estar preparada per si arriba una gran comanda.

Per realitzar el treball, es partirà de la utilització de la programació en Gràfic de Funcions Seqüencials (SFC) amb un GEMMA i els corresponents Macroestats amb eixides definides en format LADDER. La programació es realitzarà mitjançant el programa CoDeSys, ja que s'ha treballat amb aquesta ferramenta durant els estudis.

Les estacions per les que ha de passar l'automatització són la neteja dels recipients, etiquetat de les ampolles i emplenat de les mateixes amb la seua corresponent tapa.

Aquest projecte ve motivat pel coneixement de la creixuda en els últims anys de la producció de cervesa artesanal, així com l'augment del consum del mateix producte.

## RESUMEN

Con el siguiente trabajo se pretende realizar la automatización del embotellado de cerveza, producto que hoy en día tiene altos niveles de consumo en la sociedad y que acompaña muchos eventos sociales, así como comidas diversas a lo largo del día. En el trabajo se tendrá en cuenta que la automatización está destinada al embotellado de cerveza artesanal, la cual no exige un volumen tan grande de producción, pero debe estar preparada por si llegara un gran pedido.

Para realizar el trabajo, se partirá de la utilización de la programación en Gráfico de Funciones Secuencial (SFC) con un GEMMA y los correspondientes Macroestados con salidas definidas en formato Ladder. La programación se realizará mediante el programa CoDeSys, ya que se trata de una herramienta con la que se ha trabajado durante los estudios.

Las estaciones por las que debe pasar la automatización son la limpieza de los recipientes, etiquetado de las botellas y llenado de las mismas con su correspondiente tapa.

Este proyecto viene motivado por el conocimiento de la crecida en los últimos años de la producción de cerveza artesanal, así como el aumento del consumo del mismo producto.

## ABSTRACT

The following work aims to automate the bottling of beer, a product that today has high levels of consumption in society and is used in many social events or in different meals during the day. In the work, it will be considered that the automation is intended for bottling craft beer, which does not require such a large volume of production but must be prepared in case a large order arrives.

To carry out the work, it will be based on the use of Sequential Function Chart (SFC) programming with a GEMMA and the corresponding Macro-States with outputs defined in Ladder format. The programming will be carried out through the CoDeSys program because it is a software used during studies.

The stations through which the automation must pass are the cleaning, labelling, and filling with their corresponding lid.

This project is motivated by the knowledge of the rise in the production of craft beer in recent years, as well as the increase in consumption of the product.

# I.INTRODUCCIÓ

---

## I.1. ABREVIATURES

aC	Abans de Crist
CO <sub>2</sub>	Diòxid de carboni
LD	Ladder – Diagrama de contactes
SFC	Gràfic de Funcions Seqüencials

## I.2. ANTECEDENTS

### I.2.1. La cervesa

#### I.2.1.1. Evolució de la cervesa

La cervesa es un producte que ha anat evolucionant fins el punt que hui en dia es tant una beguda de culte com una beguda recreativa, fins el punt que resulta una de les fonts d'ingressos més grans del mon, ja que es consumeix a tot arreu.

No es coneix el seu origen de manera exacta, ja que hi ha documents que el situen a la cultura Mesopotàmica al voltant dels 4000 aC, quan els sumeris elaboraven una beguda amb extracte d'ordi.

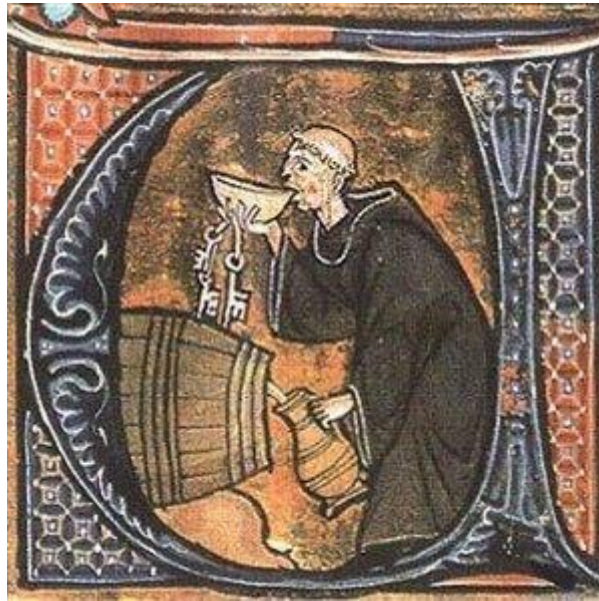
Quan més tard Mesopotàmia va esdevenir l'Imperi Babilònic, també van avançar en el coneixement del líquid que produïen arribant a produir diferents tipus de cervesa. La primera recepta coneguda de la cervesa es troba al Codi d'Hamurabi.

Per una altra banda, els egipcis també consumien un licor basat en l'ordi al que anomenaven "zytum" i s'aromatitzava amb mel, dàtils, canella, etc. Els propis treballadors de les piràmides, rebien part del seu sou en licor, arribant als quatre o sis litres diaris.

Els egipcis van comerciar mitjançant l'exportació de cervesa amb els grecs, els quals van exportar als romans i estos als gals i als germànics, encara que els romans donaven més importància al vi.

Van ser els gals i els germànics els que començaren a elaborar la cervesa amb malt d'ordi i civada, creant així un producte que resulta al més semblant del que es coneix hui en dia. Els gals anomenaren al licor "cervisia" en honor al seu deu Ceres, esdevenint el nom d'origen llatí: cervesa.

La millora de les receptes aní a càrrec de les abadies del centre d'Europa durant l'Edat Mitjana, aconseguint millorar el sabor, l'aroma i l'aspecte daurat del líquid.



*Il·lustració I-1. Pintura representativa d'un monjo provant la cervesa.*

No es fins l'arribada del segle XV quan el llúpul comença a utilitzar-se com a aromatitzant, oment en el que també s'adonaren, que aquest nou element conservava millor i durant molt més temps la cervesa, ja que es tracta d'un conservant natural.

Donada la popularitat que havia aconseguit la cervesa en aquest moment, van sorgir lleis de regulació per garantir la qualitat i la puresa del producte.

Malgrat l'avanç que havia tingut la cervesa com a beguda, no fou fins el segle XVIII que arribà la gran expansió del producte, quan el germans començaren a emmagatzemar grans quantitats de cervesa per maurar-la lentament, portant el nom al que hui es coneix com a Cervesa Lager.

En el segle XIX va començar la industrialització de la cervesa, diversificant els estils dels diferents productors d'Europa i portant el sorgiment de les grans empreses que van deixar fora de joc els productors artesanals.

Estant en el primer quart del segle XXI, assistim al ressorgir de la cervesa artesanal que retorna al producte el toc de qualitat i exclusivitat que va perdre fa tant de temps.





*Il·lustració I-2. Cervesa servida i en barril.*

#### *1.2.1.2. Ingredients*

La cervesa s'elabora a partir de 4 productes bàsics, l'aigua, el malt, el llúpul i el llevat. Per una banda, el malt sol ser d'ordi (el més habitual i conegut) o de blat (que dona com a resultat un tipus de cervesa amb més cos i amb un aspecte tèrbol. També s'afegeix en algunes ocasions cereals sense maltejar com la civada, però aportar cos o aromes al producte.

Per altra banda, la cervesa accepta qualsevol producte de tipus vegetal, raó per la que han sorgit arreu del mont les cerveses aromatitzades de fruites, generant un producte més dolç que es superposa a l'amargor pròpia i característica de la cervesa original.



*Il·lustració I-3. Ingredients de la cervesa.*

#### *1.2.1.3. Procés de fabricació*

El procés de fabricació es pot resumir en 6 passos diferents que s'han de seguir prèviament a realitzar l'envasat del producte final.

#### 1.2.1.3.A. Maltejat

S'han de germinar els grans de cereal, que habitua a tractar-se de l'ordi, per aconseguir activar els enzims presents del gra necessaris en la maceració. Es en aquest punt on, depenent de com de torrat que tinga, es tindran productes mes clars o mes obscurs i amb sabors mes forts o mes suaus.

#### 1.2.1.3.B. Mòlta i maceració

Amb el gra Maltejat, s'ha de moldre i mesclar-lo amb aigua per obtenir most de cervesa, sent l'aigua un ingredient que representa entre un 85% i un 90% del producte final. Aquesta mescla es realitza amb el malt a diferents temperatures i temps per portar a terme la maceració.

#### 1.2.1.3.C. Filtració

El producte queda ara como una massa relativament espessa que s'ha de filtrar per separar el most líquid de les restes sòlides o bagàs.

#### 1.2.1.3.D. Cocció

Per arribar a obtenir l'amargor i aroma propis del llúpul, s'ha de portar el most al seu punt d'ebullició. En aquest procés també s'esterilitza el producte, es coagulen les proteïnes i s'eliminen aquells aromes que no es volen a la cervesa.

#### 1.2.1.3.E. Fermentació

El most es refreda i s'afegeix el llevat a les màquines fermentadores. Durant aquest procés, el sucres fermentables es transformen en alcohol i CO<sub>2</sub>. En alguns casos es realitza una segona fermentació a temperatures baixes.

#### 1.2.1.3.F. Maduració

Finalment, es madura el producte per què arribe a tindre el gust i els aromes que es busquen en la cervesa.

### 1.2.2. *Industrialització de processos*

La industrialització dels diferents processos de fabricació des de l'arribada de les màquines, acompanyada pels diferents avanços tecnològics que es van produint poc a poc, augmenta la producció a gran escala de qualsevol tipus de producte, aconseguint abaratir costos i, per tant, el sorgiment d'un ventall de possibilitats i expansions de clients als que es pot arribar.

En el cas de la cervesa, sent un producte ja demandat abans de la industrialització, no s'ha aconseguit més que satisfer la necessitat de demanda permetent la investigació en nous tipus de productes o variants de la pròpia cervesa.

En conseqüència, l'alta demanda i el gust que te la gent per el producte ha generat que, de forma independent, es creen diferents fabricacions de cervesa artesanal i que es vegi cada volta mes impulsada.

#### 1.2.2.1. *Processos d'emplenat*

Per emmagatzemar un producte líquid com la cervesa, son necessaris recipients totalment estancs per què no es perda el contingut quan es transportat. Actualment, es pot trobar com a formes d'emmagatzematge els barrils, les llaunes i les ampolles. En aquest treball, es centrarà l'emmagatzemat en ampolles de vidre.

Si es te en compte el procés complet de principi a fi, es pot trobar una fase comú en tots els casos, i es el llatvat de les ampolles abans d'abocar el producte dins de les mateixes. Aquest



procés es realitza mitjançant aigua a pressió, aigua a altes temperatures, vapor d'aigua o inclòs productes químics.

Els processos d'emplenat poden també variar en funció del volum que es pretén emmagatzemar, per exemple, les grans indústries, realitzen emplenats per pressió que permet realitzar grans volums d'embotellat diaris.



*Il·lustració 1-4. Emplenadora industrial per a grans volums.*

Pel que fa a volums més menuts, com els produïts pels fabricants, es realitzen processos d'emplenat més simples i que no porten a volums diaris tan grans com les grans empreses. Aquests processos solen ser el pas del líquid per gravetat a molt poca velocitat per evitar la producció d'escuma i l'emplenat per contrapressió, que serà la base per el procés que s'aplicarà en aquest cas.



*Il·lustració 1-5. Emplenadora per a xicotets volums.*

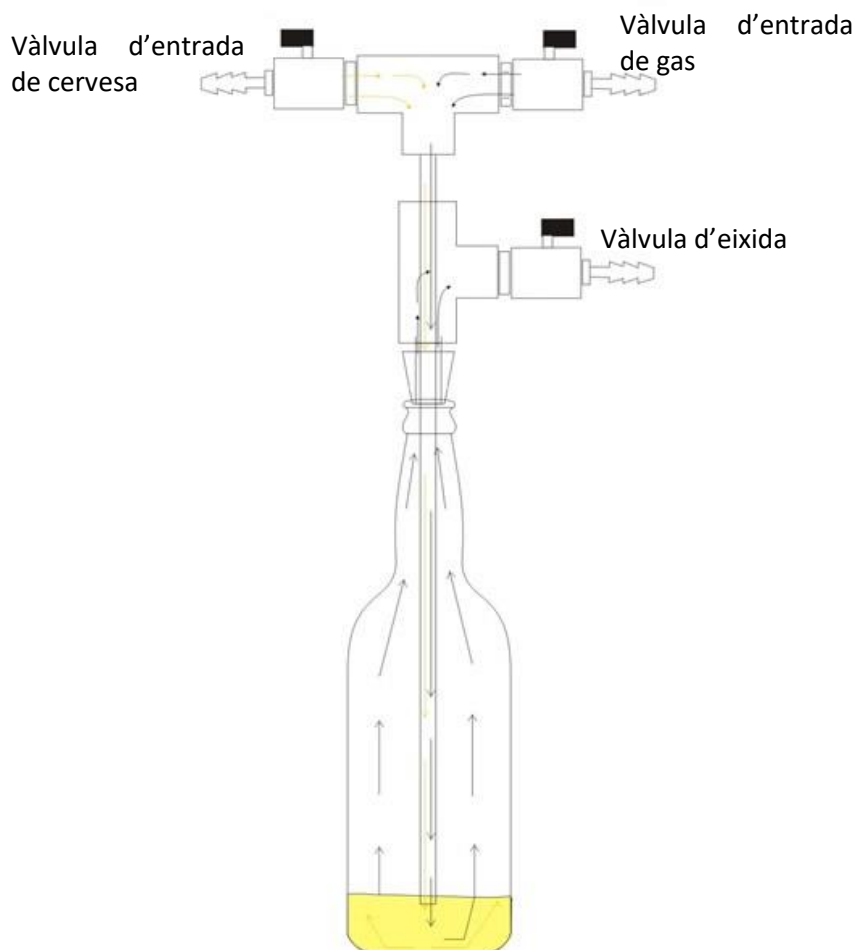
### 1.2.2.2. Emplenat per contrapressió

Aquest tipus de procés es realitza amb  $\text{CO}_2$  per provocar una diferència de pressions entre la botella, l'exterior i el contenidor del líquid de manera que, amb una combinació de vàlvules, s'emplen les ampolles sense produir escuma i eliminant la major part d'oxigen en el producte.

El procés comença amb la introducció d'una boca en la botella amb una pipeta amb una mica menys de llargària de la mateixa botella. L'inici d'aquesta pipeta correspon a una tapa que tanque la botella separant l'exterior per què no s'introdueixen impureses.

Amb l'ampolla segellada amb la tapa, caldrà treballar amb 3 diferents vàlvules. Una vàlvula d'entrada de gas, una d'entrada de cervesa i una d'eixida, que es trobarà oberta abans de segellar les botelles. El primer pas es tancar la vàlvula d'eixida i obrir la de gas per a tornar a obrir immediatament la vàlvula d'eixida per netejar l'aire de dins de la botella. Tot açò es realitza molt ràpidament i es torna a tancar la vàlvula d'eixida, fent que la botella s'emplene de gas  $\text{CO}_2$ .

A continuació, es torna a tancar la vàlvula de gas i s'obri la vàlvula de líquid. En aquest moment no passarà res, ja que la pressió exercida pel gas no deixarà entrar la cervesa, de manera que en aquest moment cal obrir la vàlvula d'eixida provocant que el líquid entre a l'ampolla mentre s'expulsa el gas per la contrapressió. Quan la botella esta plena fins el punt desitjat, ja es pot tancar en primer lloc la vàlvula d'escapament, i en segon la del líquid. En aquest moment, es pot enretirar el segellat de la botella per a acte seguit posar la tapa per què quede finalitzat el procés.



Il·lustració I-6. Esquema de l'emplenat per contrapressió.

## II. OBJECTIUS

---

## *II.1. OBJECTIU GENERAL*

L'objectiu principal del projecte consisteix en la realització de la programació d'una línia d'envasat de la cervesa destinada a arribar als xicotets empresaris que elaboren producte artesanal i no es poden permetre la compra de grans instal·lacions com les grans multinacionals.

## *II.2. OBJECTIUS I RESTRICCIONS PARTICULARS*

El procés a desenvolupar deu tindre com a mínim la neteja, emplenat i taponat d'una ampolla de vidre de cervesa, amb la opció d'afegir un punt d'etiquetat i d'emmagatzematge. Les dimensions de tota la maquinaria poden variar segons el projecte, ja que les fases principals es realitzaran a diferents mòduls pels que passaran les cintes transportadores, que poden dependre de la demanda del client.

Cal també tenir en compte que es tracta d'un procés automatitzat que pot portar riscos per a qualsevol operari que treballa prop de la maquinaria, i per tant, s'han d'afegir les mesures de seguretat pertinents per evitar danys personals.

Es busca que el producte resulte més assequible que la maquinaria habitual que posseeixen les grans multinacionals, ja que es destina als emprenedors que volen fabricar la cervesa de tipus artesanal.

El procés ha de tindre les opcions de treballar en sèrie, realitzar un sol cicle, o que es pugui accionar de forma manual cadascun dels mòduls, ja siga per comprovar el correcte funcionament del mòdul o per realitzar un dels passos solament.

# III. DESENVOLUPAMENT

---



## III.1. METODOLOGÍA A SEGUIR

Es tracta d'un treball teòric, ja que no es disposa dels mitjans logístics ni econòmics per realitzar-lo de manera experimental. Així i tot, es realitzaran simulacions que puguin mostrar el funcionament del projecte de la forma més pròxima possible a la realitat, tenint en compte, per suposat, que son simulacions en tot moment.

### III.1.1. Seqüència de treball

- 1<sup>r</sup>. Definició del procés mitjançant un diagrama de blocs.
- 2<sup>n</sup>. Definició de les entrades corresponents al procés complet.
- 3<sup>r</sup>. Definició de les eixides corresponents per al funcionament de la maquinaria.
- 4<sup>t</sup>. Realització de la programació mitjançant un GEMMA en SFC.
- 5<sup>é</sup>. Realització del SCADA corresponent al comandament per interactuar amb la màquina.

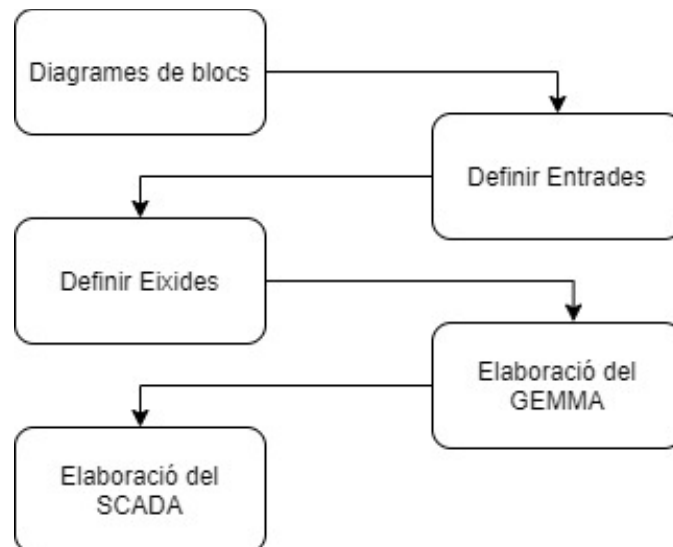


Diagrama III-1. Seqüència de treball.

#### 1<sup>r</sup>) Diagrames de blocs.

Per a començar el treball es necessari tindre una estructura ben definida del tipus de funcionament que es vol donar al programa, de manera que s'elabora un diagrama de blocs en el que es puga diferenciar els diferents processos implicats en l'automatització que es vol realitzar. Aquest diagrama, pot variar en funció de l'avanç del treball, ja que mentre en un primer lloc pot parèixer que la solució aportada es correcta, al comprovar o realitzar la programació podem adonar-nos d'alguna errada i corregir la part implicada. Així i tot, serveix de guia inicial per seguir el procés i per què una persona externa entenga que s'ha fet.

#### 2<sup>n</sup>) Definició de les Entrades.

En la realització de la programació d'un autòmat programable, s'han d'indicar les entrades del procés que va a desenvolupar-se, ja que quan detecte la combinació d'entrades corresponent podrà accionar la part de la maquinaria que ha d'efectuar un procés en eixe moment, i quan es donen les entrades corresponents al final d'aquest procés, es detindrà.



### 3') Definició de les eixides.

Aquests moviments generats per l'autòmat amb la combinació d'entrades corresponents rep el nom d'eixides, i de la mateixa manera que amb les entrades, s'han de definir tenint clara la funció que correspon a cadascuna, de manera que s'acione quan pertoque.

### 4') Elaboració del GEMMA.

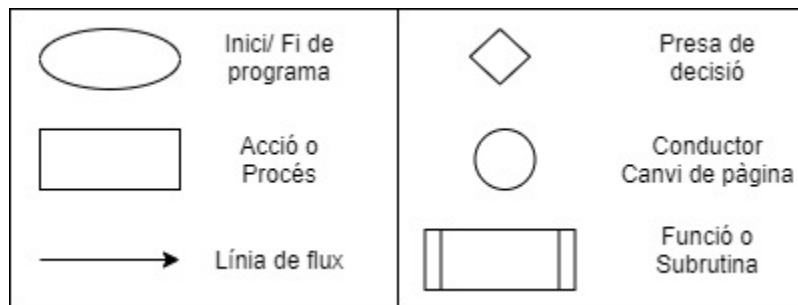
Amb les entrades i eixides definides, i el diagrama de blocs elaborat inicialment, es pot començar a plasmar en l'aplicació de programació que es vaja a utilitzar el programa de l'autòmat que donarà ordres a les diferents parts de l'automatització a partir de la informació que puga rebre de les ja anomenades entrades i del tipus de funcionament que se li vulga donar.

### 5') Realització del SCADA.

Es el moment de preparar el comandament per controlar la maquinaria de l'autòmat per poder triar el tipus de funcionament que puga tindre. En aquest moment cal elaborar mitjançant un SCADA, una pantalla de comandaments i/o indicadors que mostren l'avanç del procés o processos que estan portant-se a terme en temps real.

## III.2. DIAGRAMES DE BLOCS

Abans de començar s'ha de realitzar un esquema del funcionament al que es pretén arribar, de manera que mentre es realitze la programació no sorgeixen dubtes respecte al camí que cal seguir. Aquest "mapa" de funcionament es defineix de manera molt visual mitjançant els diagrames de blocs, però per a que els puga entendre una persona que vaja a veure el projecte per primera volta s'han d'utilitzar les formes de blocs corresponents, que resulten ser les següents:



Taula III-1.Llegenda dels diagrames de blocs.

Tenint en compte la llegenda elaborada es pot començar a elaborar el diagrama o diagrames necessaris. En aquest cas es programarà mitjançant un GEMMA, en el que hi haurà un programa principal i diverses funcions comandades pel mateix. Açò vol dir que hi haurà diversos diagrames que realitzar.

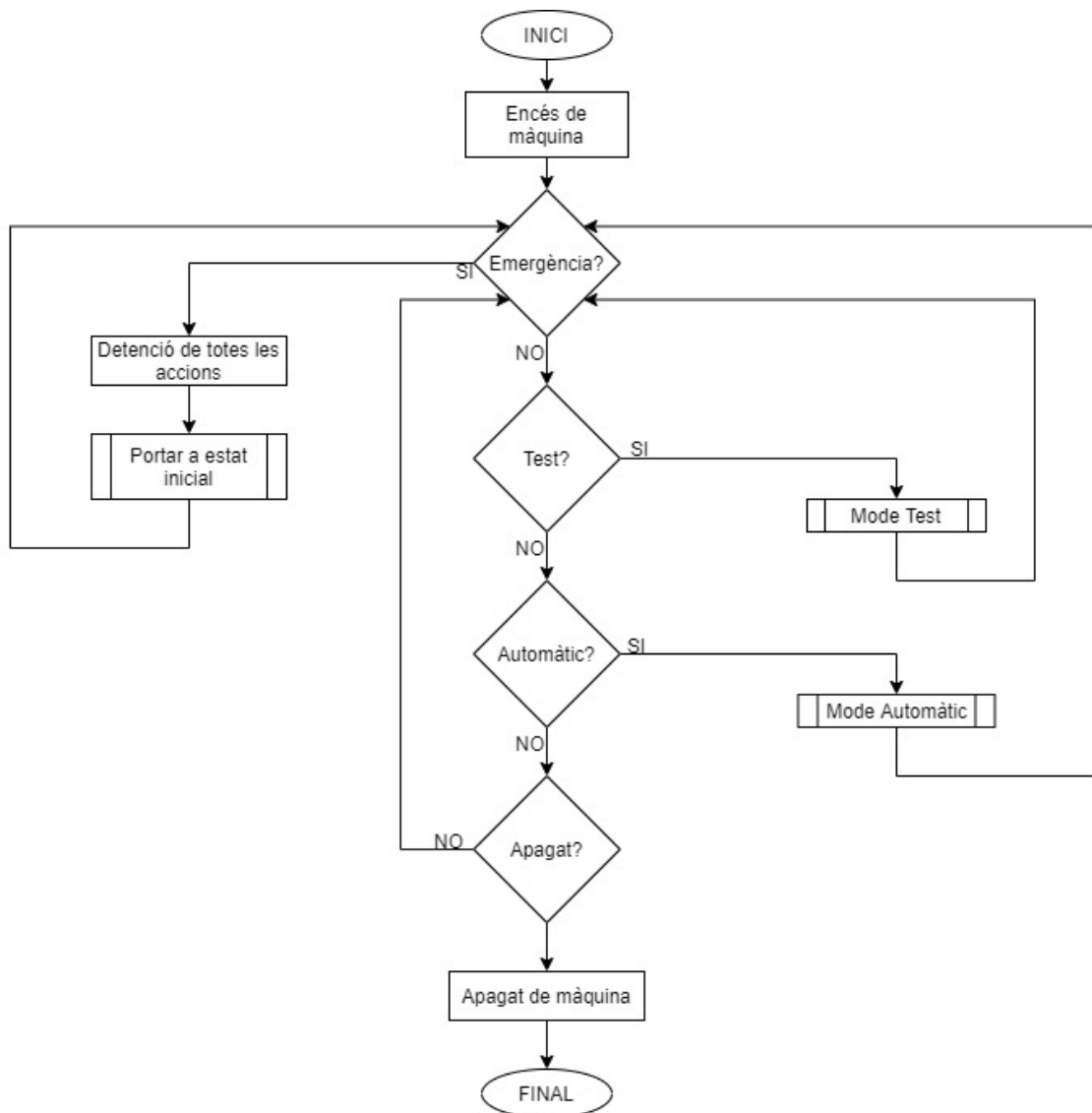


Diagrama III-2. Funcionament principal.

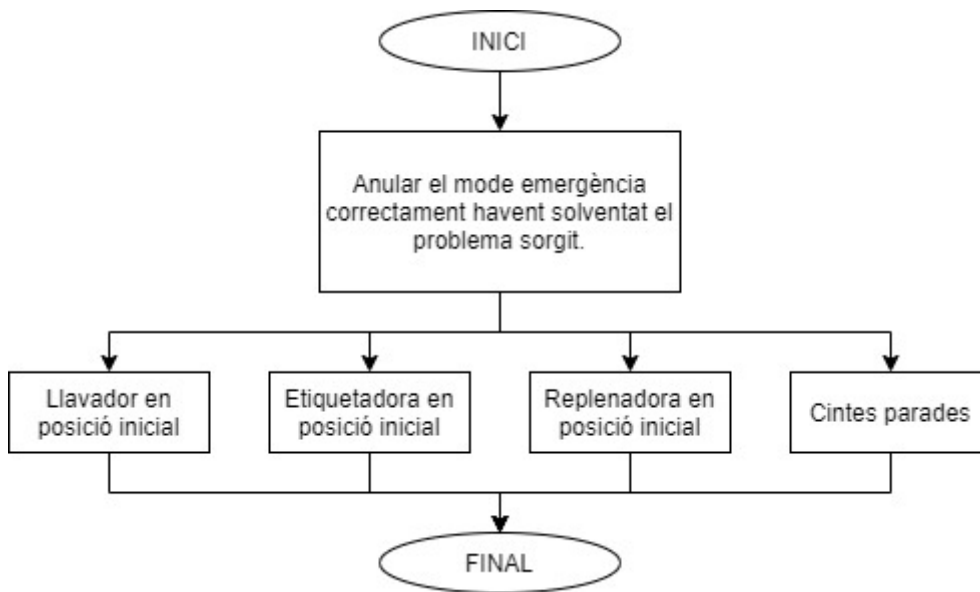


Diagrama III-3. Posada dels diferents elements al seu estat inicial.

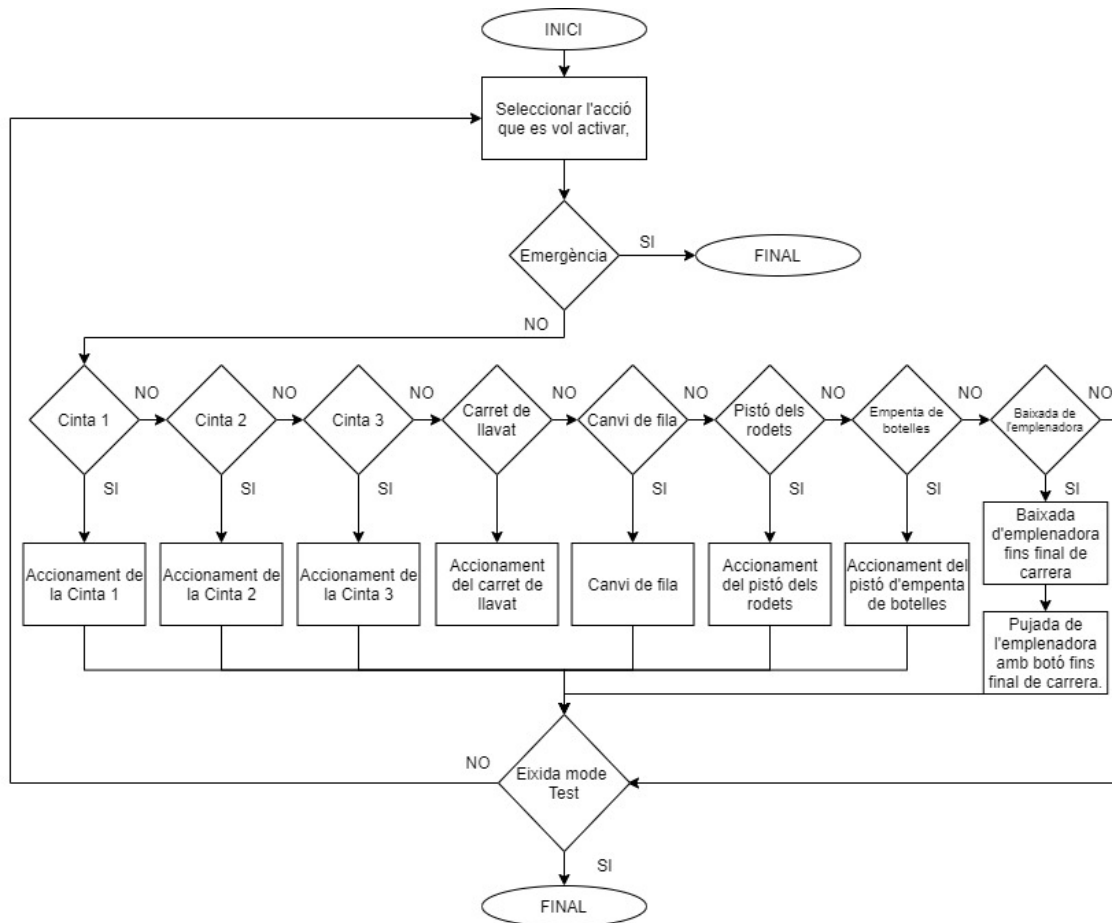


Diagrama III-4. Mode Test.

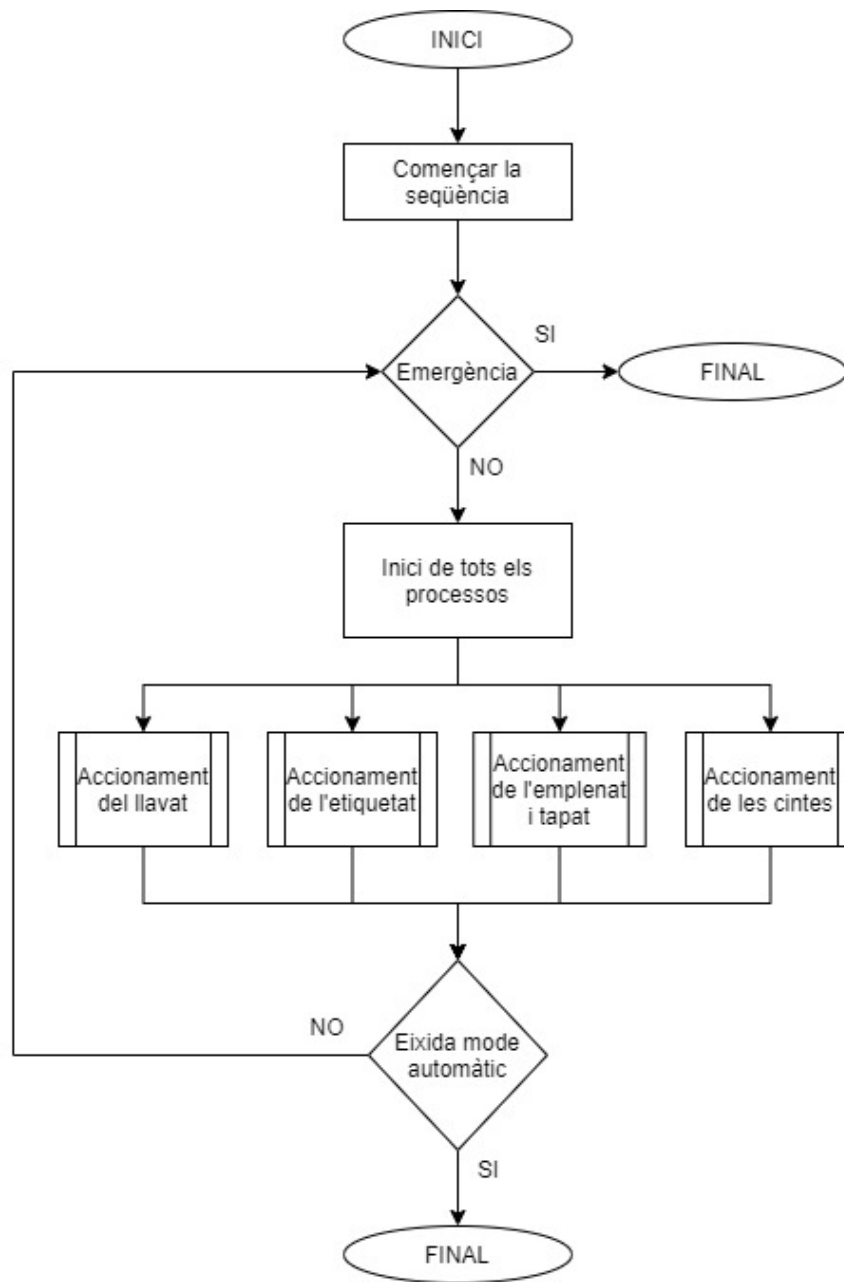


Diagrama III-5. Mode Automàtic.

Cadascun dels processos ha de tindre el seu funcionament independent, tenint en compte que el funcionament es donarà sempre que la combinació d'entrades siga la correcta.

Aquest tipus d'organització també servirà per modificar de manera particular els errors que pugen sorgir al programar cada procés.

Al realitzar aquest tipus de diagrames, pot coincidir que un procés tinga el mateix funcionament que un altre, com podria ser el cas de les cintes transportadores, que al tindre diversos trams, funcionen de manera independent. Per aquesta raó, es pot elaborar un esquema genèric que s'utilitzarà per realitzar la programació dels elements que influeixen en les etapes corresponents a les ja anomenades cintes.

Cal tindre sempre en compte que la realització d'un esquema genèric no vol dir que es pugua fer el mateix a la programació, havent de realitzar així el codi o Grafcet de cadascuna de les cintes, que posseïrien les seues entrades i eixides independents. En aquest cas, les cintes es trobaran sempre en funcionament, per la qual cosa totes s'accionen al mateix temps.

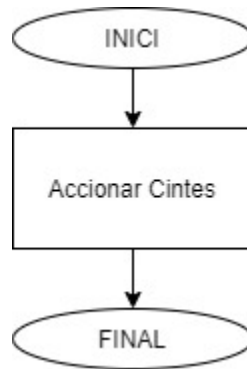


Diagrama III-6. Procés genèric de les cintes.

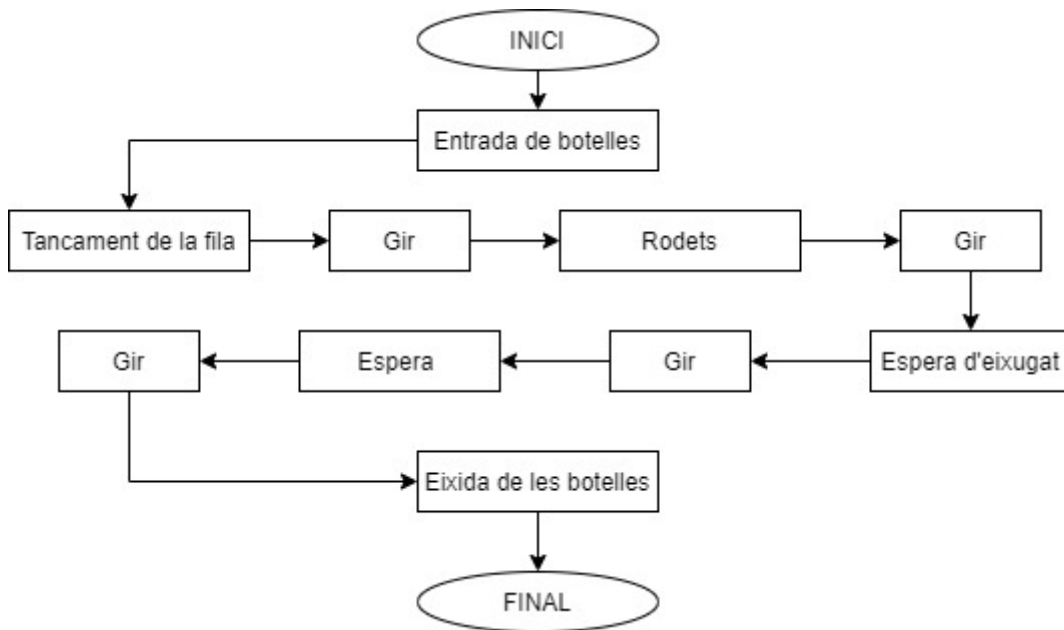


Diagrama III-7. Procés de llavat.



Diagrama III-8. Procés d'etiquetat.

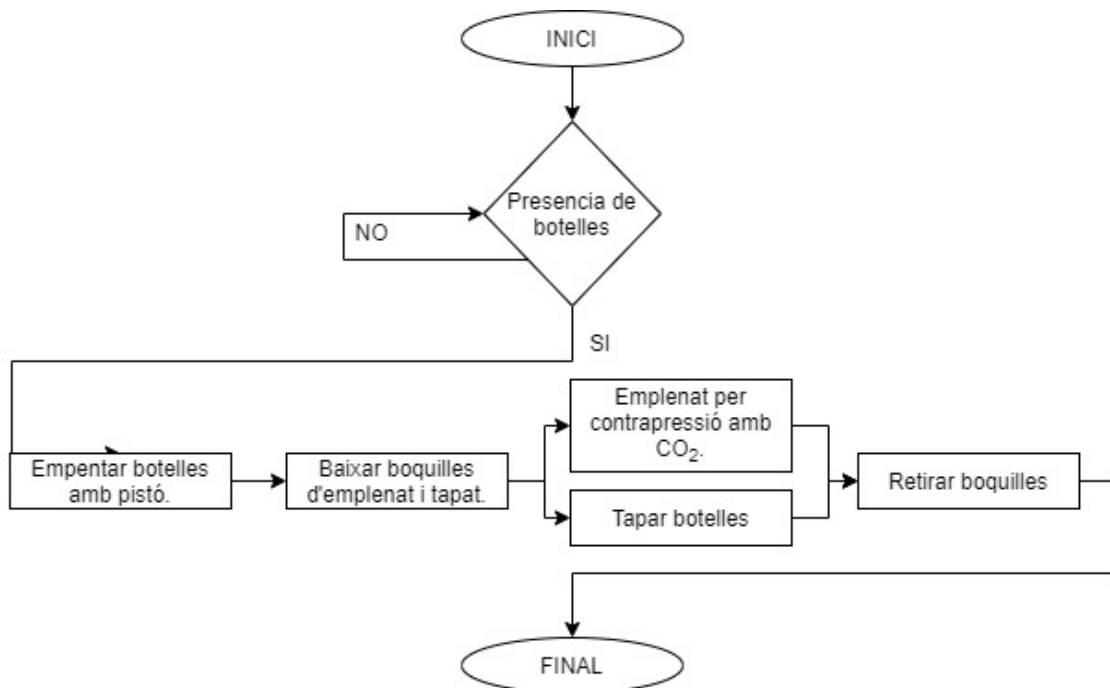


Diagrama III-9. Procés d'emplenat / tapat.

### III.3. ENTRADES

Amb els processos que es volen realitzar definits, es defineixen les entrades que corresponguen Als diferents sensors i interruptors que donaran pas a les diferents accions del projecte. Per poder tindre ben organitzades les entrades s'ha realitzat la següent taula:

Fase	Nom	Descripció
Llavat	Lav	Sensor que indica quan s'està llavant.
Llavat	FC1	Final de carrera que indica al carret dels rodets que s'ha arribat a la profunditat màxima.
Llavat	FC2	Final de carrera que indica al carret dels rodets que han eixit completament. En aquest moment es realitza el canvi de fila.
Llavat	G1	Polsador que indica que la fila 1 esta en la part superior.
Llavat	G2	Polsador que indica que la fila 2 esta en la part superior.
Llavat	G3	Polsador que indica que la fila 3 esta en la part superior.
Llavat	G4	Polsador que indica que la fila 4 esta en la part superior.
Etiquetat	S1	Sensor que detecta el pas de botelles abans del Pistó P.
Etiquetat	S2	Sensor que detecta el pas de botelles abans de l'etiquetadora.
Etiquetat	FC3	Final de carrera associat al motor M que detecta cada volta realitzada.
Etiquetat	Pol	Polsador que detecta que l'etiquetadora està tancada.
Ple - Tap	S3	Sensor de botella 5.
Ple - Tap	S4	Sensor d'altura de líquid.
Ple - Tap	S5	Sensor de presència de botelles en tapadora.
Ple - Tap	TON1	Temporitzador per saber que la botella 5 esta al seu lloc.
Ple - Tap	FC4	Final de carrera que indica que els pistons de emplenat i tapat estan baixats.
Ple - Tap	FC5	Final de carrera que indica que els pistons de emplenat i tapat estan alçats.
Ple - Tap	FC6	Final de carrera que indica que el pistó ha arribat al seu màxim recorregut.
Ple - Tap	Bot	Eixida del temporitzador activat després de 3s de S3.
Manual	B1	Polsador per realitzar la seqüència de llavat amb els rodets.
Manual	B2	Polsador per realitzar el gir de canvi de fila del llavat.
Manual	B3	Polsador per obrir el pistó de tancat de l'etiquetadora.
Manual	B4	Polsador per empenyar el pistó de canvi de l'emplenat.
Manual	B5	Polsador que baixa el pistó de la emplenadora/tapadora.
Manual	B6	Polsador que puja el pistó de la emplenadora/tapadora.
Manual	BC1	Polsador que activa la cinta 1 sempre que estiga polsat.
Manual	BC2	Polsador que activa la cinta 2 sempre que estiga polsat.
Manual	BC3	Polsador que activa la cinta 3 sempre que estiga polsat.
GEMMA	E	Polsador d'emergència.
GEMMA	Marxa	Polsador de marxa.
GEMMA	Test	Interruptor de Test.
GEMMA	Auto	Interruptor d'Automàtic.
GEMMA	Paro	Polsador de parada.

Taula III-2. Entrades.

## III.4. EIXIDES

De la mateixa manera que s'han definit les diferents entrades de la maquinaria, s'ha de fer el mateix amb les eixides corresponents als actuadors que es veuran accionats per portar a terme les funcions desitjades en la programació.

De la mateixa manera que en les entrades, es poden veure bé en la següent taula:

Fase	Nom	Descripció
Llavat	RA	Roda d'avanç.
Llavat	RG	Roda de gir de les files.
Llavat	C1	Obertura de la fila 1 de botelles.
Llavat	C2	Obertura de la fila 2 de botelles.
Llavat	C3	Obertura de la fila 3 de botelles.
Llavat	C4	Obertura de la fila 4 de botelles.
Llavat	Rod	Rodets.
Llavat	Agua	Aigua a pressió.
Llavat	Carp	El carret avança cap a les botelles. (p de positiu)
Llavat	Carn	El carret s'allunya de les botelles. (n de negatiu)
Etiquetat	P	Pistó de retenció, que separa les botelles per a que entren correctament en l'etiquetadora.
Etiquetat	RP	Pistó que tanca els rodets de pressió.
Etiquetat	M	Motor que fa rodar la botella mentre posa l'etiqueta corresponent.
Ple - Tap	PE	Pistó que empenta les botelles per a que entren en la emplenadora.
Ple - Tap	Bp	Baixada dels pistons de emplenat i tapat. (p de positiu)
Ple - Tap	Bn	Pujada dels pistons de emplenat i tapat. (n de negatiu)
Ple - Tap	VG	Vàlvula de gas oberta.
Ple - Tap	VL	Vàlvula de líquid oberta.
Ple - Tap	VP	Vàlvula d'evacuació.
Ple - Tap	PZ	Pinces de la tapadora que pressiona les xapes.
Ple - Tap	A	Alimentadora de xapes.
Cintes	Cint1	Acciona la cinta 1.
Cintes	Cint2	Acciona la cinta 2.
Cintes	Cint3	Acciona la cinta 3.

Taula III-3. Eixides.



## III.5. PROGRAMACIÓ MITJANÇANT UN GEMMA

Es tracta de la part més extensa, elaborada i complexa del treball, ja que implica moltes proves i errades, així com canvis de parer a l'hora de realitzar un procés.

El GEMMA aporta una distribució prou similar a la dibuixada amb els diagrames de blocs, de manera que es pot fer una programació molt més visual que amb el text, permetent així una millor comprensió a persones externes al projecte.

### III.5.1. Funcionament Principal

En primer lloc, s'ha definit el Grafset principal que ha de conduir els diferents processos en funció del que es vulga realitzar en cada moment, seguint la nomenclatura de les funcions i emergència.

Aquesta nomenclatura es la següent:

- A1 – Com a estat Inicial.
- D1 – Emergència.
- A6 – Posada a estat inicial els diferents elements.
- F1\_5 – Corresponent s les diferents funcions que es realitzen en el procés.
- F6 – Corresponent al Mode Test

D'aquesta manera, el funcionament parteix d'una etapa inicial A1 en la que la maquinaria està en repòs fins que es dona una opció entre tres (divergència OR / Branca alternativa). Aquestes divergències són l'estat d'Emergència, l'entrada al Mode Test i l'entrada al Mode Automàtic.

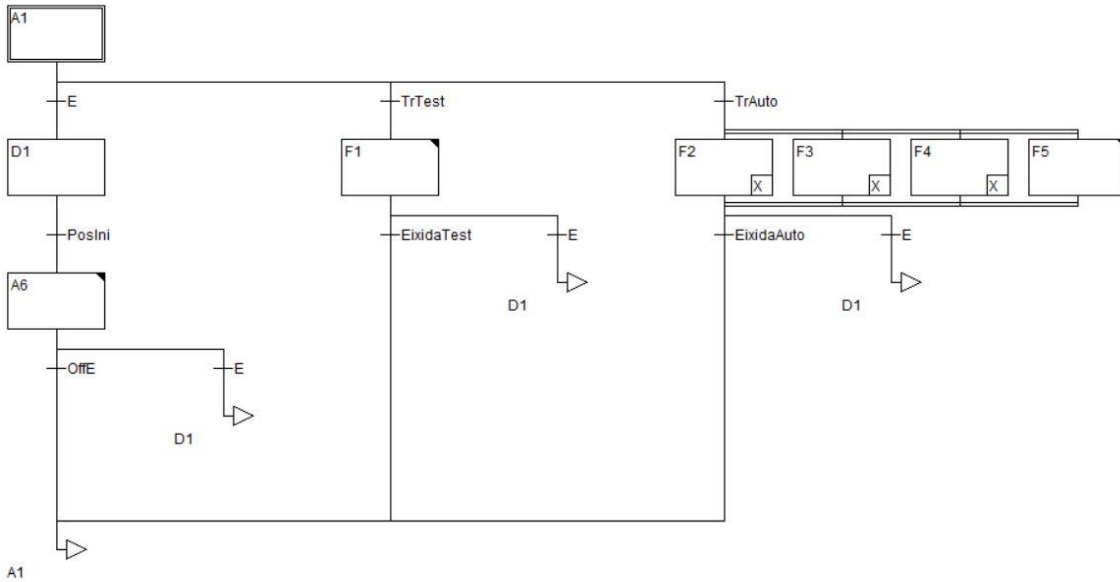
Pel que fa a l'**Emergència**, la primera etapa d'aquesta rama es l'anomenada D1, en la que no es realitza cap acció, ja que es queda tot parat. Aquesta etapa, s'ha d'activar quan s'active l'anomenada emergència per detenir els processos en sec si hi ha, com bé diu la paraula, algun tipus d'emergència.

Seguidament, en cas que l'emergència haja acabat i es desactiven les altres opcions de funcionament, s'avançarà a l'etapa A6, en la que es posen els diferents elements al seu estat inicial. Per acabar aquesta etapa es poden donar dues condicions: per una banda una altra emergència, en la que es repetiria el procés tornant directament a l'etapa D1, o, per altra banda, que tots els elements tornen al seu estat inicial i, en eixe moment, es torne a l'etapa inicial A1.

El **Mode Test** s'activarà sempre que no hi haja ningun tipus d'emergència, que s'indique que es vol accedir a aquest mode mitjançant el corresponent interruptor, i que s'acione l'interruptor de marxa, donant lloc al funcionament de l'etapa F6, que gestiona el funcionament d'aquest mode. Per finalitzar aquesta etapa, caldrà enretirar el Mode Test o senyalar que es vol realitzar una Parada amb el seu corresponent interruptor. D'aquesta manera, quan acaben els processos es estiguen realitzant-se, s'anirà a l'etapa d'inici A1. L'altra opció per eixir del Mode Test es l'Emergència, acudint directament a l'etapa D1.

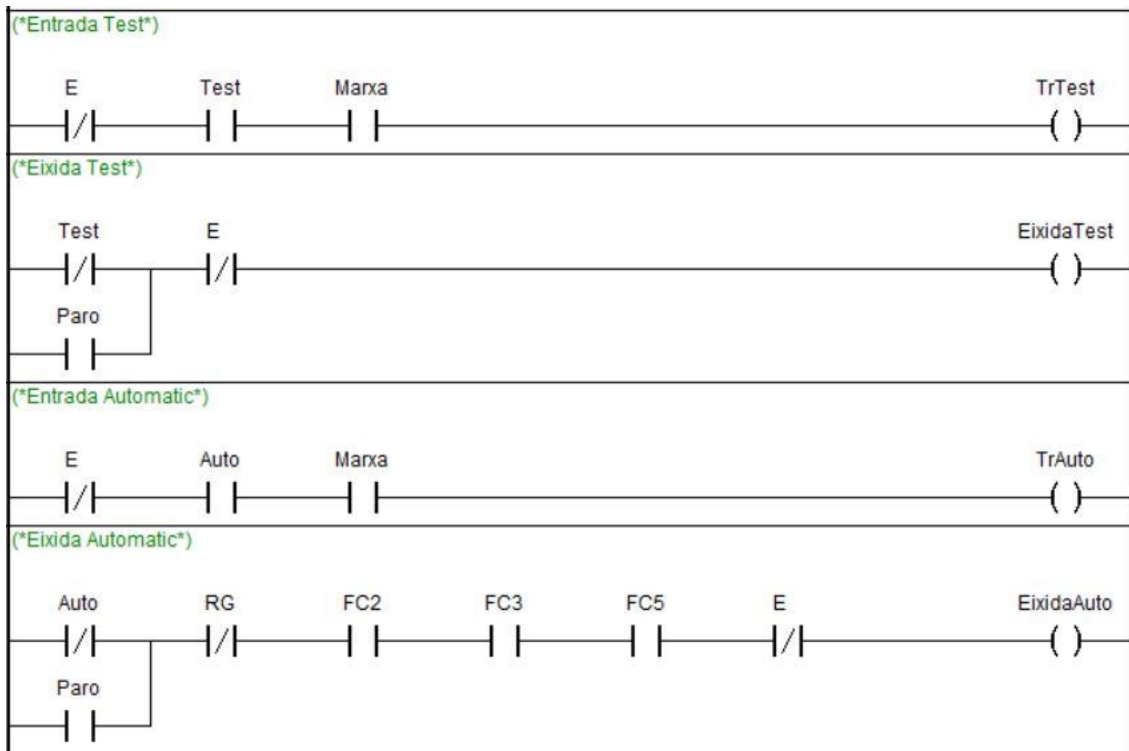
Finalment, el **Mode Automàtic**, s'aciona de la mateixa manera que el Mode Test, però en aquest cas, s'ha d'accionar l'interruptor d'Automàtic amb l'opció de la marxa per realitzar 4 processos diferents (divergència AND / Branca en paral·lel). Per poder eixir del Mode, s'ha d'actuar de la mateixa manera que al mode Test. En cas de voler tornar a l'etapa inicial A1, es

desactivarà l'interruptor de mode o es senyalarà parada, i el programa eixirà quan tots els processos hagen arribat a la seua etapa final. En cas de voler parar directament el procés per emergència, s'activarà aquesta senyal.



Il·lustració III-1. GEMMA principal.

Es pot veure a l'esquema que algunes transicions tenen un nom diferent. Açò es dona perquè les transicions amb diversos elements s'han programat mitjançant LADDER per fer més simple la seua visualització i seguint en tot moment la descripció anterior, com es pot veure als següents exemples:



Il·lustració III-2. Transicions en LADDER.

### III.5.2. Posada a estat inicial – Subprocés A6

En la rama de l'emergència, l'etapa A6 activa un subprocés que retorna els diferents elements al seu estat inicial per poder tornar a començar les seqüències de treball. Aquest subprocés rep el nom de "Action A6" fent referència a la etapa en la que es realitza.

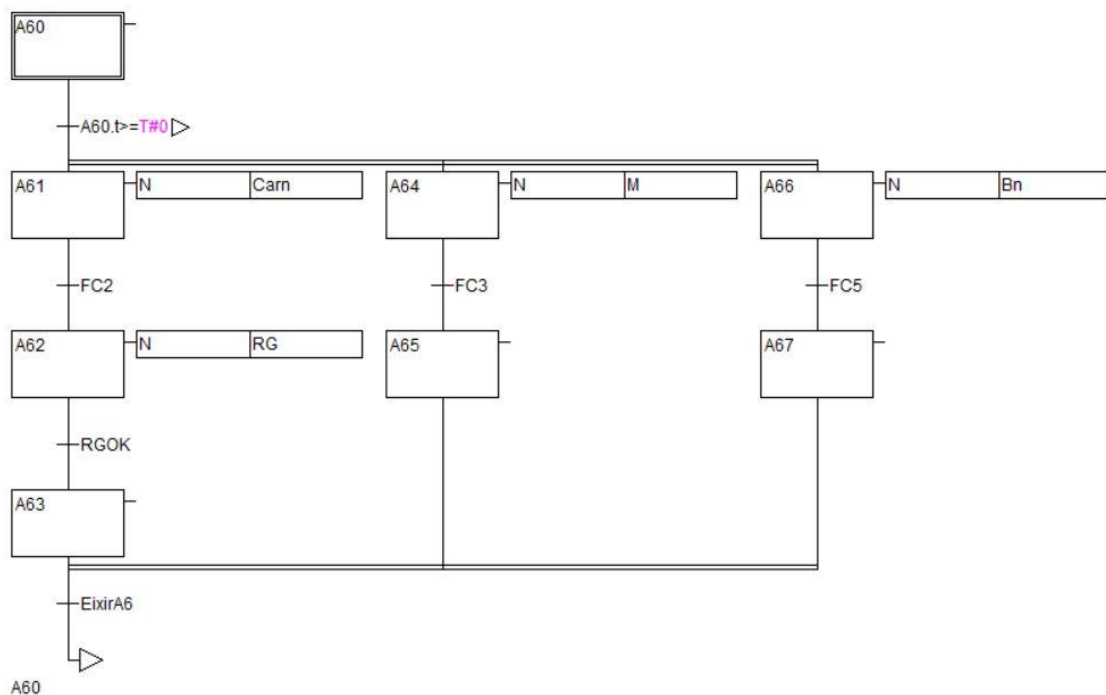
La nomenclatura per dividir les diferents etapes dins dels diferents subprocessos es el nom de l'etapa i el numero corresponent al lloc on es situa, per exemple, A60 correspondria a l'etapa inicial.

En aquest subprocés, es realitzen les diferents funcions amb una Branca Paralela de tres vies. La primera, retira els rodets de neteja amb el carret fins que arriben totalment fora (final de carrera que detecta que el carret es troba fora) i acte seguit gira les files fins que detecte un dels finals de carrera que indique que es troben en posició de pas de botelles. Donat que aquestes dos processos es realitzen un després de l'altre, com veurem en el subprocés del llavat, si detecta que un dels processos ja esta realitzat una volta arribat a l'etapa corresponent es botarà el pas.

La segona via, es la que implica l'etiquetat, procés del que cal posar els rodets amb les etiquetes a posició inicial per poder posar correctament l'etiqueta a cadascuna de les botelles. Açò es realitza mitjançant el gir del motor fins accionar el seu final de carrera que detecta que ha pegat la volta corresponent a la etiqueta que es troba a mitges. Com el cas anterior, en cas de estar detectant el final de carrera no es mourà.

La tercera i última via d'aquest subprocés, puja les vàlvules i boques encarregades d'emplenar les ampolles i de tapar-les al mateix temps. Una volta arribat al final de carrera que indica que aquests elements s'han enretirat, s'acaba la via.

El subprocés acaba quan tots els elements han tornat a la seua posició inicial, donant pas al retorn a l'etapa inicial del GEMMA A1.



Il·lustració III-3. Subprocés A6.

### III.5.3. Mode Test – Subprocés F6

Per al funcionament del mode test s'ha triat que es facen moviments aïllats que no tenen res a veure amb el mode automàtic, de manera que es puga realitzar una acció concreta per preparar l'actuació a partir d'un punt concret i/o comprovar el correcte funcionament d'aquestes accions.

Per realitzar aquestes funcions, se realitza una Branca Alternativa amb huit vies que separen cada acció per realitzar-les de manera individual quan es considere.

#### **1ª Via:**

Realitza la funció principal del llavat, en què el carret amb els rodets avança fins entrar en les botelles, on s'activen els rodets per girar i escurar a alta velocitat les ampolles mentre s'introdueix aigua a pressió i es retira el carret després d'haver arribat al fons de les ampolles.

La seqüència comença per l'avanç del carret i quan un sensor de posició detecta que el carret ha avançat fins una distància  $x$ , que correspon a la introducció en el coll de les ampolles, comença a fer girar els rodets i a llançar l'aigua a pressió. Els rodets avancen amb aquest funcionament fins arribar al fons de les botelles, la qual cosa ve indicada per un final de carrera del carret i on esperen 0'5 s per començar a retrocedir. Quan el sensor de posició que abans a activat el moviment dels rodets detecta que el carret ja no es troba en eixa posició, para el moviment de gir i l'eixida de l'aigua mentre el carret segueix anant arrere fins arribar al final de carrera que senyala la seua posició inicial, tornant aquest subprocés a la seua etapa inicial F60.

#### **2ª Via:**

Es pot accionar el gir de files que mantenen subjectes les botelles en la màquina de llavat per què no caiguen al girar la màquina.

Aquest procés es simple, quan s'acciona el botó per què giren, es va rodant la fila fins que la següent arriba a la part superior i es torna a l'estat inicial F60.

#### **3ª Via:**

La tercera via possible del Mode Test permet accionar el pistó que pressiona contra la màquina etiquetadora, però sols es realitza l'acció del pistó. No es realitza l'etiquetat en aquest moment. Quan es prem el botó d'accionament, el pistó s'acciona sempre que es detecte presència d'una botella, i en acciona el polsador que indica que ha tancat amb els rodets de l'etiquetat o detecta que ja no esta accionat el botó del pistó torna a la seua posició inicial.

#### **4ª Via:**

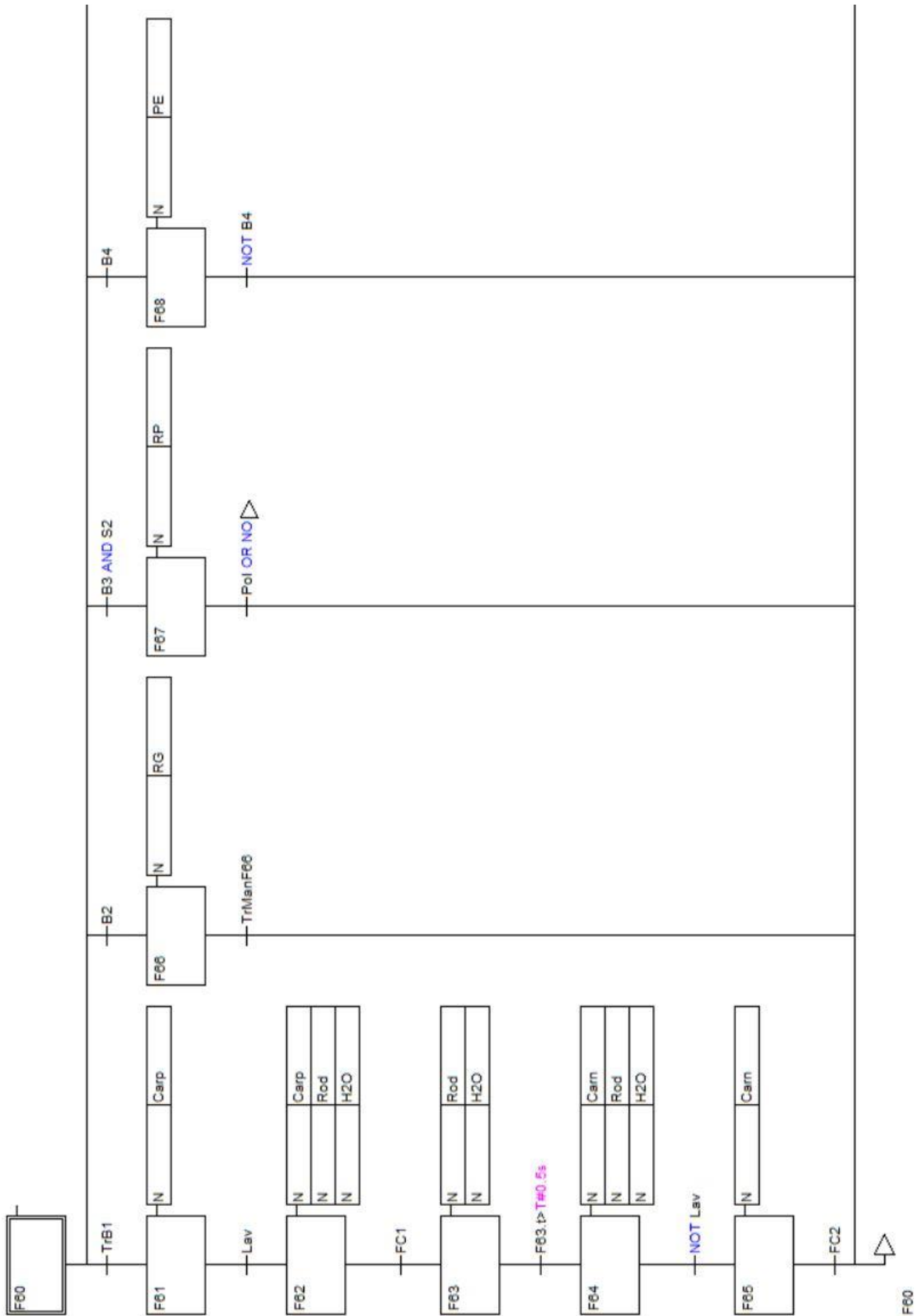
La quarta via es igual de simple que l'anterior. Quan es prem el botó d'aquesta via, el pistó que empena les botelles per fer avançar les botelles entre l'emplenat i el tapat s'activa fins que es deixa de prémer aquest mateix botó.

#### **5ª Via:**

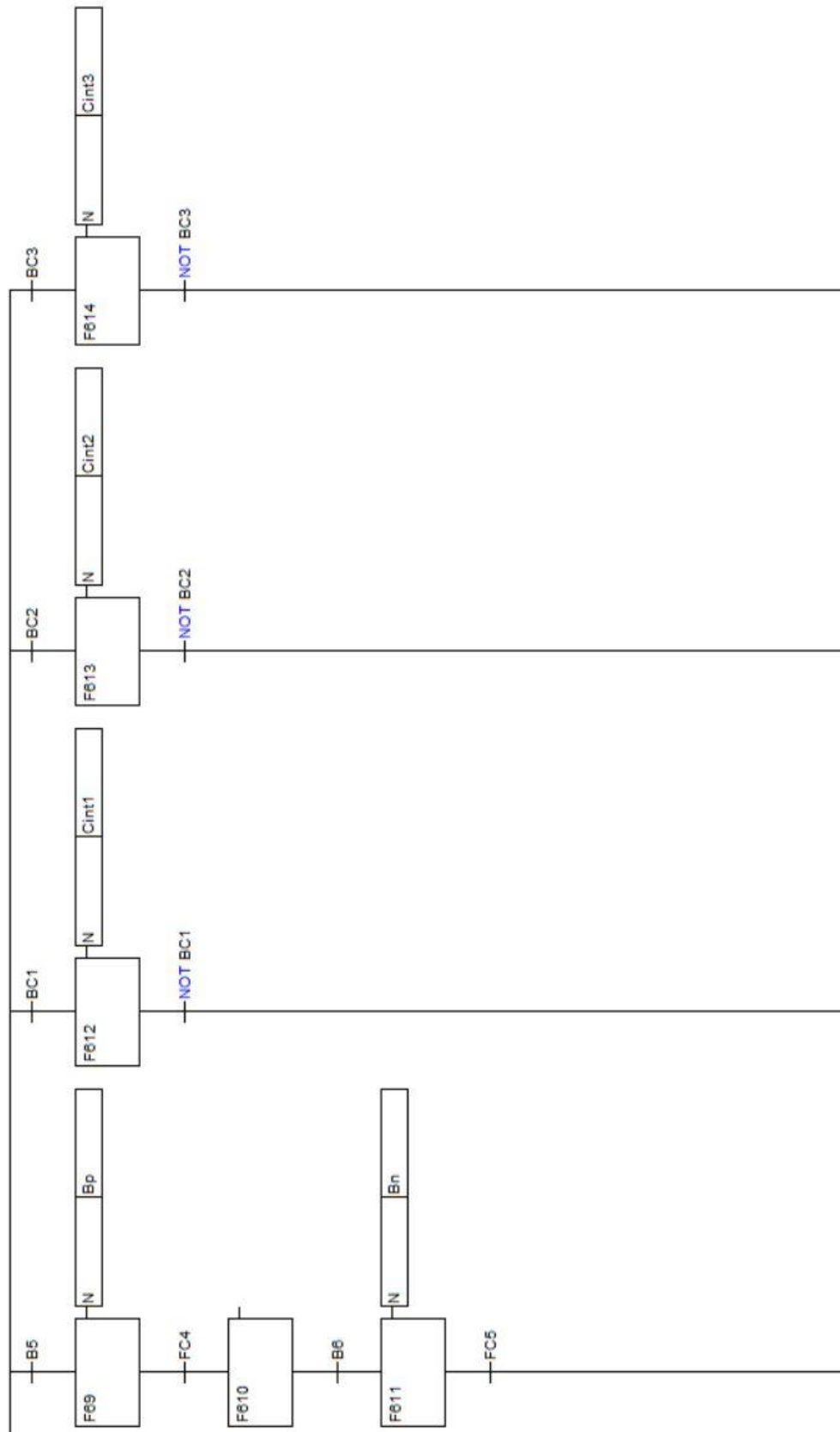
En aquesta 5ª via s'acciona el carret que incorpora les vàlvules d'emplenat i les boques de tapat i, al accionar el primer botó, es pot baixar el carret fins que arriba al seu final de carrera que indica que ja està a l'altura de les botelles. Acte seguit, si es prem el botó corresponent a la pujada del carret, aquest tornarà fins la seua posició inicial, que es detectarà quan arribe al corresponent final de carrera.

#### **6ª, 7ª i 8ª Via:**

Finalment, les últimes tres vies funcionen exactament igual ja que cadascuna acciona una de les cintes transportadores mentre el botó estiga pressionat. En el moment en que es deixa de pressionar, les cintes paren.



Il·lustració III-4. Mode Test Vies 1, 2, 3 i 4.



Il·lustració III-5. Mode Test Vies 5, 6, 7 i 8.

### III.5.4. Mode Automàtic – Subprocessos F1, F2, F3 i F4

En el mode automàtic es realitzen 4 diferents subprocessos al mateix temps mitjançant una Branca Paral·lela, de manera que es puga realitzar el llavat, l'etiquetat, l'empenat i el tapat al mateix temps mentre les botelles van canviant d'estació amb les cintes transportadores.

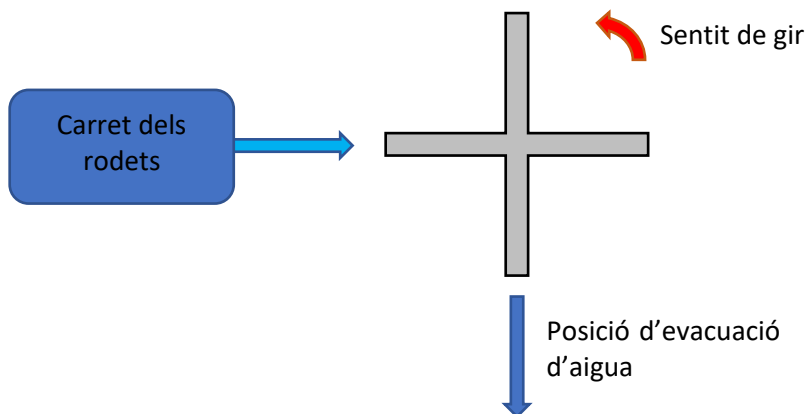
#### III.5.4.1. Llavet – Subprocés F1

El procés de llavat el realitza en una estació on les botelles passen per diferents fases. En primer lloc entren en la màquina, es llaven, s'escorren i tornen a eixir per passar a la cinta que les porte al següent subprocés. Per poder realitzar totes aquestes fases al mateix temps, la màquina consta una roda amb una creu que divideix en 4 sectors la mateixa, girant per realitzar en cada moment una de les parts a unes botelles diferents i expulsant les botelles ja netes per altres sense netejar al mateix temps.

Per evitar que un grup de botelles ixca sense netejar de la màquina, la primera acció que es realitza es el llavat de la fila que es troba en l'estació de llavat. Si la màquina hagués tingut una parada d'emergència, podria haver-se realitzat mentre es realitzava el llavat o quan encara no estigués realitzat, de manera que ens assegura que es netegen les botelles abans d'avançar de fase.

El procés comença en l'etapa inicial on ja s'acciona el carret amb els rodets per avançar i netejar les botelles de la mateixa manera que s'ha descrit en el Mode Test per realitzar esta acció, es a dir, quan el sensor de presència detecta que el carret ha avançat el suficient, s'activen els rodets amb gir i eixida d'aigua a pressió. En arribar al fons de les botelles, la qual cosa es detecta amb un final de carrera, s'espera 0'5 segons de llavat i es torna el carret cap arrere, i quan deixa de detectar-se presència del sensor de proximitat el moviment dels rodets i l'expulsió d'aigua es para.

Acte seguit, quan el final de carrera de retorn detecta que el carret es troba a la seua posició de retorn activa el gir i canvi de files, de manera que, considerant el moviment d'una creu, les files que es troben en el camí de les cintes giren a la posició dels rodets, les que es troben als rodets queden cap per avall evacuant així l'aigua que ha quedat dins del recipients, la fila que es troba cap per avall queda a la banda contraria dels rodets, i la fila que es trobava en aquesta posició arriba a la posició del camí de les cintes, que es per on han entrat les botelles anteriorment.



Il·lustració III-6. Esquema de la roda de canvi de files.



Una volta acabat el gir es poden donar 4 diferents situacions que venen relacionades amb les files, i es que cal saber quina es la fila que ha arribat a la part superior per permetre el pas a les botelles per aquesta mateixa, ja que les files es mantindran sempre tancades, si no s'indica el contrari per evitar que les botelles caiguen sempre que no es troben en la fila superior.

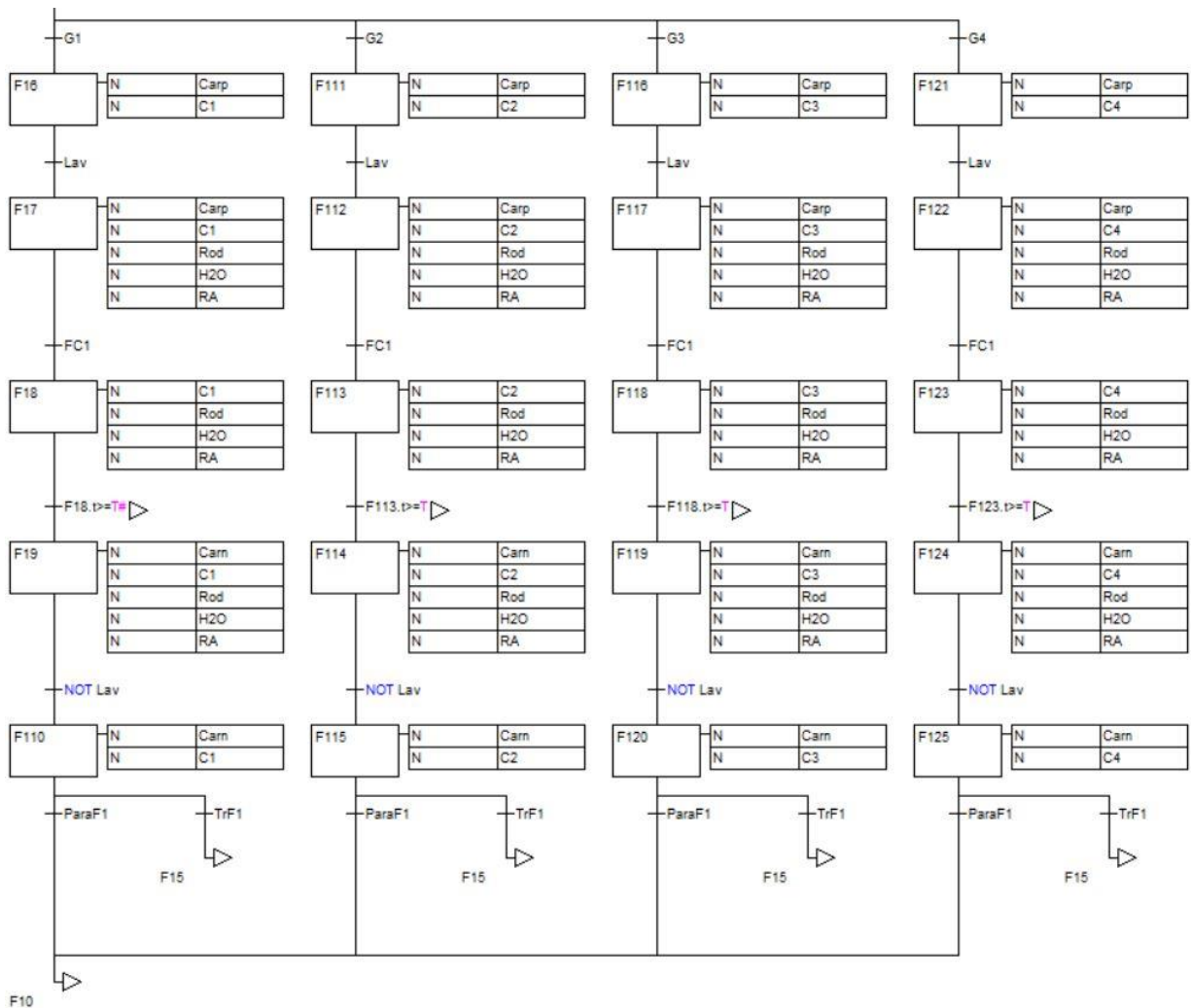
Per realitzar aquesta divisió s'utilitza una Branca Alternativa de 4 vies en les que es triarà camí en acabar el gir de les files, ja que depenent de la fila s'activarà un polsador diferent que indique quina es la fila que es troba en la part superior i que para el moviment. Donat que la posició inicial es irrellevant de la fila en la que es troba el llavat en eixe moment, es realitza el llavat de les botelles descrit abans, però aquesta volta, la fila del camí deixa d'estar tancada, i mentre el carret es troba en moviment, una roda amb dents fa avançar les botelles per controlar que la quantitat de botelles que entren son les mateixes que ixen, ja que s'empenten entre elles per poder eixir de l'estació de llavat i arribar a la 2ª cinta transportadora.

Les quatre vies acaben amb transicions comunes, tornant a l'etapa F15, que correspon al gir de les files i repetir el procés de forma infinita fins que s'assenyale parada o emergència en la màquina, cas en el que s'eixirà del subprocés.



Il·lustració III-7. Fase inicial del llavat.





Il·lustració III-8. Fase repetitiva del llavat.

### III.5.4.2. Etiquetat – Subprocés F2

L'estació d'etiquetat correspon a la següent fase per la que passa una botella en el procés realitzat. En aquesta fase, les botelles es deixen passar de forma individual per la màquina etiquetadora que posa, les pròpies etiquetes als recipients i les deixa avançar fins la següent fase. Per poder portar un control d'aquesta fase sense que arriben varies botelles al mateix temps, es realitza un xicotet control d'accés que gestiona l'avanç de cada ampolla en funció de la posició de la que va davant d'ella mateixa.

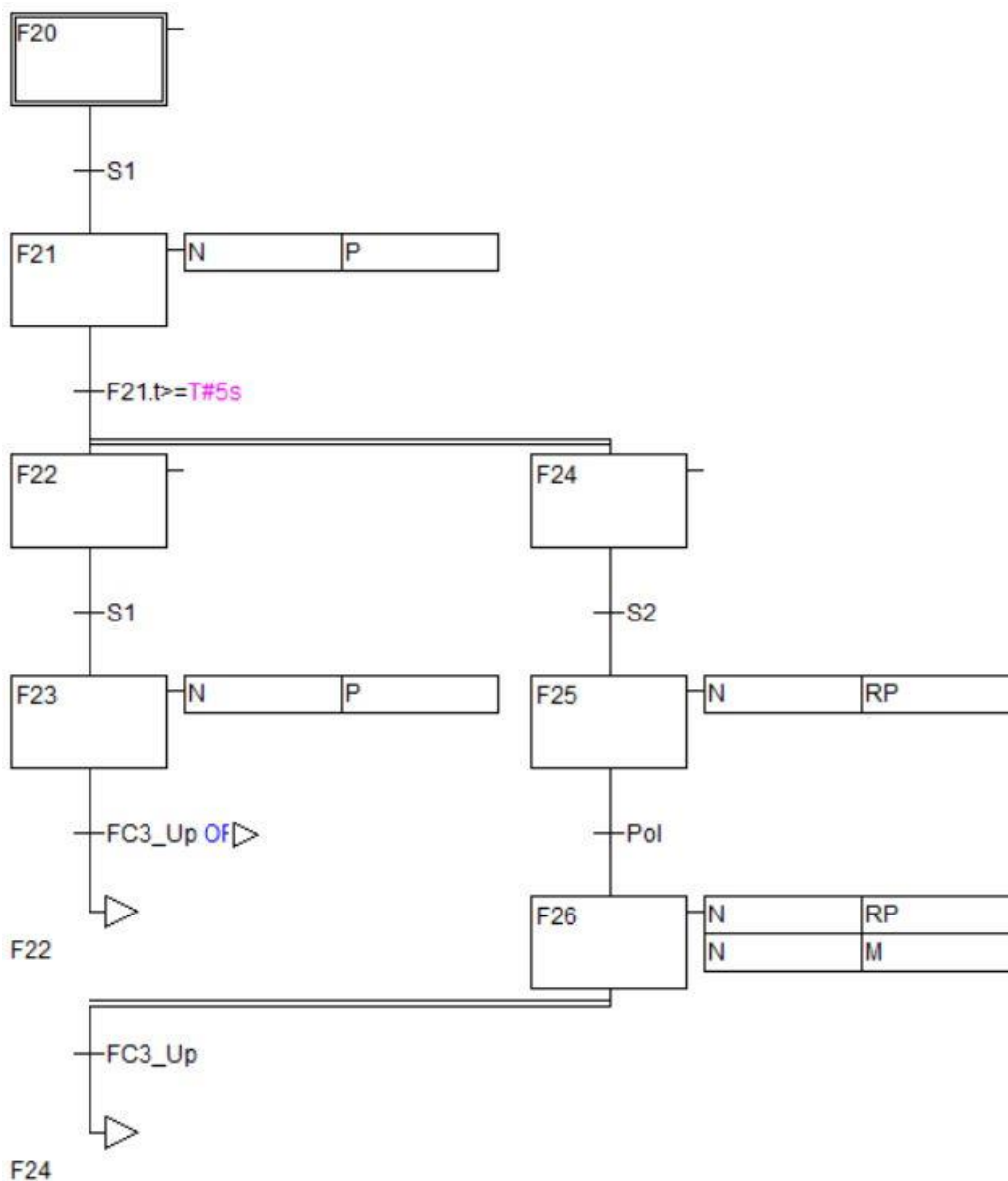
Aquest procés es produeix de forma completa sobre una cinta transportadora, utilitzant pistons per bloquejar l'avanç i sensors per permetre'l.

En primer lloc, les botelles son detectades per un sensor que acciona el pistó retenidor impedit així el pas de les botelles. Després de 5 segons d'espera s'utilitza una Branca Paral·lela per iniciar dos processos al mateix temps. Per una banda, el pistó, que deixarà pas fins que detecte una altra botella, la qual cosa passa immediatament després de deixar passar a la primera. Aquesta primera via, es repeteix de forma continua sempre que passen altra volta 5s o es detecte que la botella que acaba de passar ha sigut etiquetada. D'aquesta manera, si la botella prèvia ha hagut de ser enretirada per algun operari no es queda la programació esperant una botella que mai ha passat a ser etiquetada.

Per la segona via trobem l'etiquetadora, que consta d'un pistó amb rodets que, en activar-se un sensor de presència de botella, s'acciona per atrapar la botella, que prem un botó que indica que està la botella subjectada. En aquest moment un altre rodet accionat per un motor roda per posar una etiqueta a la botella. Quan ha pegat una volta es para i obri el pistó per deixar continuar a la botella que ja esta etiquetada. Esta volta ve marcada per un polsador que quan s'activa senyala que s'ha pegat la volta completa.

Donat que al començar la volta el polsador està accionat, l'etapa no s'accionarà si no s'especifica a la transició que s'ha de donar un flanc de pujada per que detecte que la volta s'ha pegat, considerant així que primer s'ha de desprémer el botó i tornar-se a prémer després.

De la mateixa manera que amb el pistó, aquest procés es repeteix cíclicament fins que se li indique parada.



Il·lustració III-9. Funció d'etiquetat.



Il·lustració III-10. Flanc de pujada.

### III.5.4.3. Emplenat i tapat – Subprocés F3

El procés d'emplenat pot resultar ser el més delicat, ja que s'ha de realitzar un procés d'envasat que no genere pèrdues del contingut, en aquest cas la cervesa. El procés escollit ha sigut el planat per contrapressió, que, com s'ha explicat a la introducció, es basa en l'ús de gas CO<sub>2</sub> per eliminar l'aire de la botella i permetre un emplenat sense impureses ni generació d'escuma a l'interior de l'ampolla.

En aquest cas, es poden realitzar varies emplenades al mateix temps emprant diferents pipetes que s'introdueixen en diferents botelles al mateix temps. Acte seguit, les botelles plenes es taparan amb les xapes corresponents per eixir al final del recorregut acabant el procés.

Tot aquest procés es realitza començant pel final d'una cinta transportadora que acumula botelles fins que un sensor detecta que en són suficients per entrar a l'estació d'emplenat. S'ha considerat que s'emplenen 5 botelles al mateix temps, de manera que quan la 5<sup>a</sup> botella és detectada pel sensor de presència durant més de 3 segons, el pistó d'empenta desplaça aquestes 5 ampolles a l'estació d'emplenat i al mateix temps impedeix al pas a més botelles. Aquesta espera de 3 segons es realitza mitjançant un temporitzador TON que s'activa amb el sensor. La raó per utilitzar un temporitzador en comptes d'un comptador és que es puga utilitzar per a més o menys botelles, de manera que no siga per a un sol tipus d'ús.

Aquest moviment d'empenta de les botelles, també serveix per empenyar amb les mateixes botelles, aquelles que ja s'han emplenat, de manera que aquestes passen a l'estació de tapat, coincidint que dues files de botelles estan juntes en paral·lel en tot moment.

Quan el pistó ha arribat al seu màxim recorregut, un final de carrera indica a un carret vertical amb les pipetes d'emplenat i les boques de tapat que faça el moviment d'aproximació a les botelles. Al mantindre el pistó, les botelles tenen un recolzament més fixe mentre es segellen les botelles. Amb el final de carrera de la baixada del carret activat, el pistó torna a la seua posició inicial i comencen els processos de tapat i emplenat al mateix temps emprant una Branca Paral·lela de dues vies.

#### **EMPLENAT**

En la via corresponent al procés d'emplenat, es segueix el mètode de contrapressió, raó per la que la vàlvula d'evacuació es torbava oberta mentre el carret s'aproximava. D'aquesta manera, el primer moviment és la tancada d'aquesta vàlvula i obrir la vàlvula de gas durant 1 segon. A continuació, s'obri altra volta la vàlvula d'evacuació per eliminar les impureses d'aire existents als recipients esperant també un altre segon.

Amb l'interior lliure d'impureses, es tanca la vàlvula d'evacuació mantenint la de gas oberta un segon, de manera que es genera la pressió necessària per a l'emplenat dins de les ampolles. Es en aquest moment quan s'obri la vàlvula de líquid i es tanca la de gas per a deixar passar 0'2 segons abans d'obrir la vàlvula d'evacuació que permeta l'entrada de líquid dins la botella, el qual anirà expulsant el gas a mesura que augmenta el volum.

Un sensor capacitiu detectarà l'altura del líquid, donant una senyal a la vàlvula d'evacuació per tancar-se, ja que les botelles estaran plenes fins on es desitge. Després de 0'2 segons, Es tanca la vàlvula de líquid per a 0'2 segons després obrir la vàlvula d'evacuació, llevant així el buit que permetrà al carret enretirar-se a la seua posició inicial.

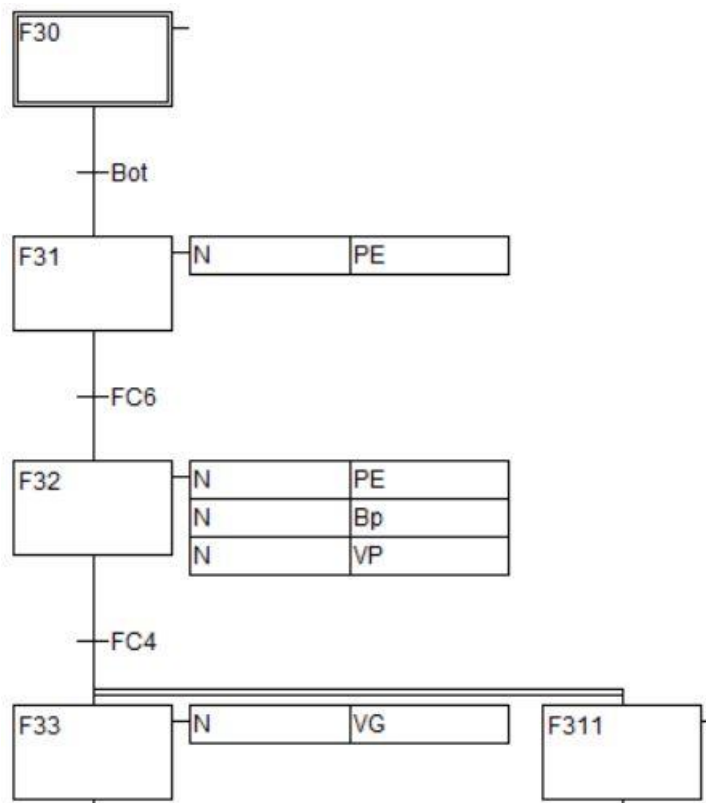
### TAPAT

Pel que fa a la via del tapat, es té una etapa d'espera que va a parar en una Branca Alternativa. Aquesta branca es necessària, ja que al ser un procés que depèn de l'emplenat, si es tracta de la primera tirada no hi haurà botelles que tapar encara, per esta raó no s'haurà de fer res mentre es les botelles s'emplenen. Aquesta opció ve donada per la no detecció de botelles, raó per la que es passarà directament al final del procés per esperar que acabe l'emplenat.

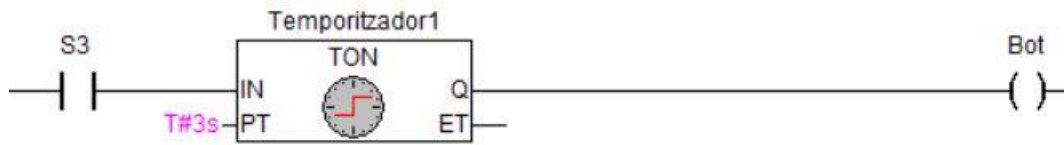
Per l'altra banda, en cas de detectar botelles, si s'ha de realitzar el procés de tapat, de manera que es realitza una acció alimentadora de xapes sobre les ampolles i després d'esperar 1 segon s'accionen les pinces que deixen la botella tancada i llesta. 1 segon després del tancament, s'obrin les pinces i s'espera que el procés d'emplenat acabe si no ho ha fet ja.

Amb els dos processos acabats, el carret torna a la seua posició inicial mantenint oberta la vàlvula d'evacuació per no fer el buit i que les ampolles puguen també o que es trenquen.

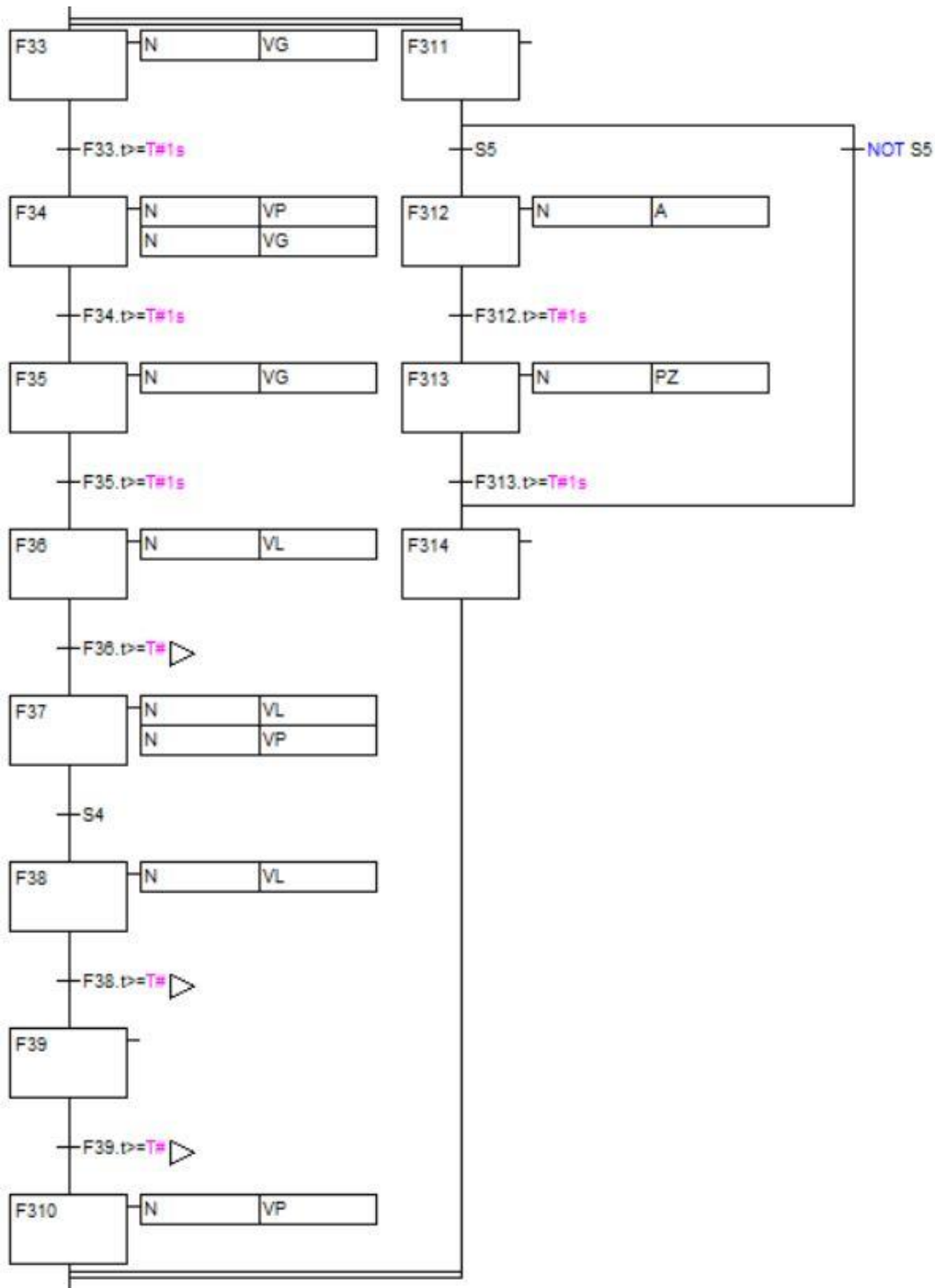
Quan el final de carrera que assenjala que el carret es troba en la seua posició inicial s'activa, s'acaba el procés complet tornant a l'etapa inicial F30 per realitzar el procés de forma cíclica.



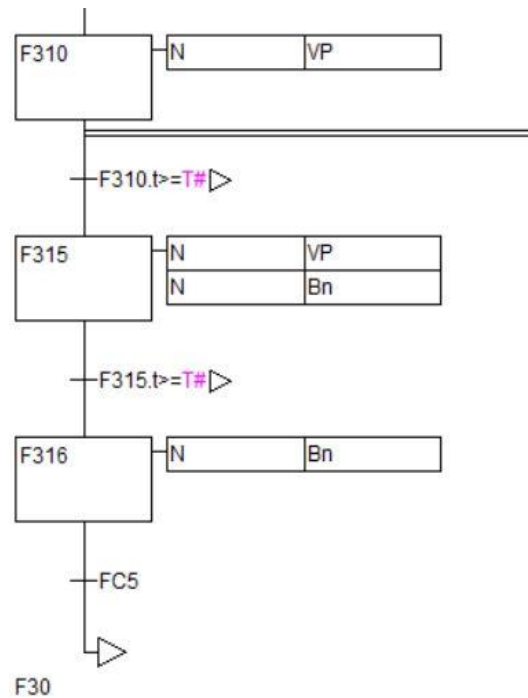
Il·lustració III-11. Fase inicial comú de l'emplenat / tapat.



Il·lustració III-12. Temporitzador TON.



Il·lustració III-13. Processos d'empenat i tapat independents.



Il·lustració III-14. Fase inicial comú de l'emplenat / tapat.

#### III.5.4.4. Cintes – Subprocés F4

El funcionament de les cintes resulta el més senzill i simple de la programació realitzada, ja que aquestes s'han de moure de forma continua sempre que no s'indique que paren.

La primera s'encarrega de portar les botelles fins l'estació de llavat, on van entrant i, amb la roda d'avanç que té aquesta fase, s'empenyen les botelles entre elles per seguir avant.

La segona cinta, rep les botelles netes i les transporta a través de l'estació d'etiquetat, que gestiona el moviment de les ampolles perquè no s'acumulen, i arriba fins la part inicial de l'estació de llavat, on es detenen i esperen la senyal del sensor amb el temporitzador TON per entrar a l'estació d'emplenat i tapat.

La tercera i última cinta, comença a l'eixida de l'estació d'emplenat i tapat on les botelles arriben empentades per les que entren en la part del tapat. La cinta s'emporta els recipients plens, etiquetats i tapats per poder vendre o emmagatzemar el producte final.

Aquesta part s'ha programat directament el diagrama de contactes LADDER.



Il·lustració III-15. Cintes.

## III.6. SCADA

Per controlar el funcionament de la màquina, es crea una pantalla de control mitjançant un SCADA que simule una pantalla tàctil o una botonera a la que s'associaran les entrades corresponents a les ordres que es poden donar al programa, es a dir, els interruptors / polsadors de Marxa, Paro i Emergència i els corresponents al Mode Test i a la tria de mode.

La interfície s'ha creat tenint en compte per una banda que s'ha d'assenyalar el punt de cada procés en el que es troba la màquina, d'aquesta manera es pot saber quin grup d'elements esta funcionant a tota hora. Per a realitzar aquestes senyals, s'associen diverses llums que s'encendran en funció de quin element es troba en funcionament. Per suposat, les llums funcionen per al mode Automàtic i Test així com l'Emergència i la posada a estat inicial.

Les llums assenyalaran els següents processos:

- 1) Pel que fa al llavat, una llum assenyalarà quan s'està realitzant el propi procés de llavat de les botelles amb els rodets, indicant que s'il·lumina quan el carret no estiga en la seua posició inicial. Açò també indicarà que no ha tornat al seu lloc en cas d'entrar en l'emergència.
- 2) L'altra part assenyaldada del llavat serà el gir de les files. La llum associada s'ha d'il·luminar quan es realitze el moviment de gir. En cas contrari ha d'estar apagada.
- 3) Del procés d'etiquetat, sols s'indicarà que ell pistó de tancament de les botelles està accionat. D'aquesta manera, al Mode Test s'encendrà la llum quan aquest s'acione i al Mode Automàtic ho farà mentre esta accionat, moment en el que es realitza la posada de l'etiqueta.
- 4) El procés d'emplenat i tapat, vindrà indicat per dos moviments. El primer es relaciona amb el pistó d'empenta, que s'assenyala amb una llum quan no esta en la seua posició inicial, marcant que es troba empentant les botelles.
- 5) El segon moviment assenyaldat de l'emplenat i tapat es realitza de la mateixa manera que amb l'estació de llavat, s'il·luminarà una llum quan el carret de les vàlvules no es trobe en la seua posició inicial, indicant que el carret esta en la fase d'emplenat i tapat.
- 6) Per últim, les cintes marcaran el seu moviment cadascuna amb la seua llum corresponent.

Aquestes senyals no serveixen solament per indicar quina es l'acció que s'està realitzant, sinó que serveix també per detectar possibles avaries.

Les botoneres s'han considerat com una pantalla tàctil a l'hora de realitzar el disseny. Tenint en compte que les dues opcions a triar son el Mode Automàtic o el Mode Test, s'ha de triar en primer lloc en quin mode es vol entrar, tenint en compte que, per a que funcione, s'ha d'accionar també l'interruptor de marxa.

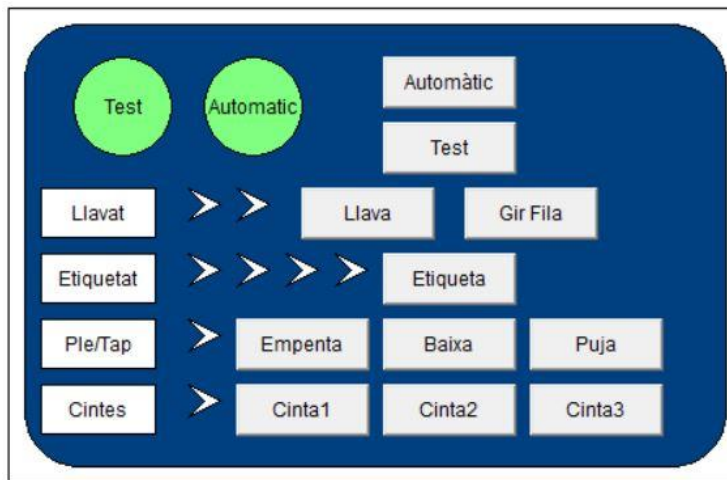
En cas de triar el Mode Automàtic, la única opció que es podrà triar serà la de parar el procés de manera normal o per emergència, però en cas de triar el Mode Test, apareixerà una llista d'opcions corresponent a l'acció que es vulga realitzar.

Finalment, no s'ha d'oblidar els interruptors de Marxa, Paro i Emergència, que s'il·luminaran ells mateixa quan estiguen accionats.

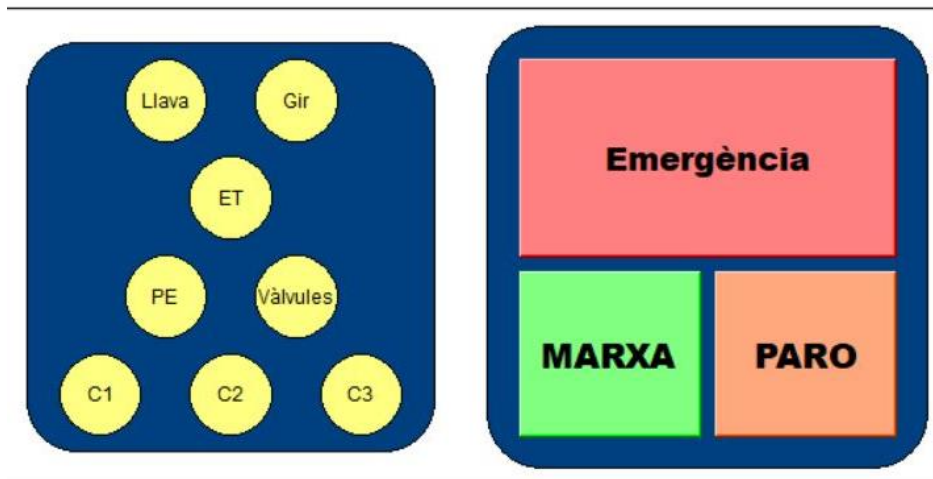




Il·lustració III-16. Panell de control.



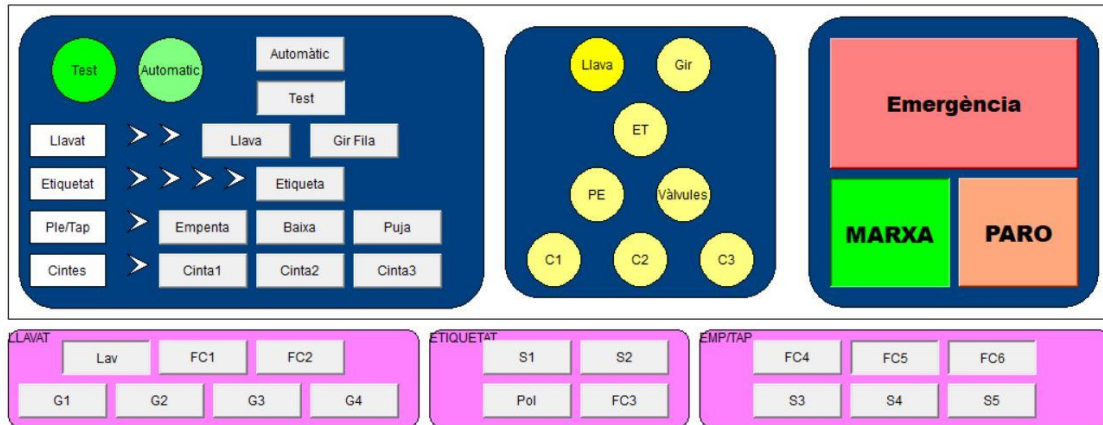
Il·lustració III-17. Detall dels botons.



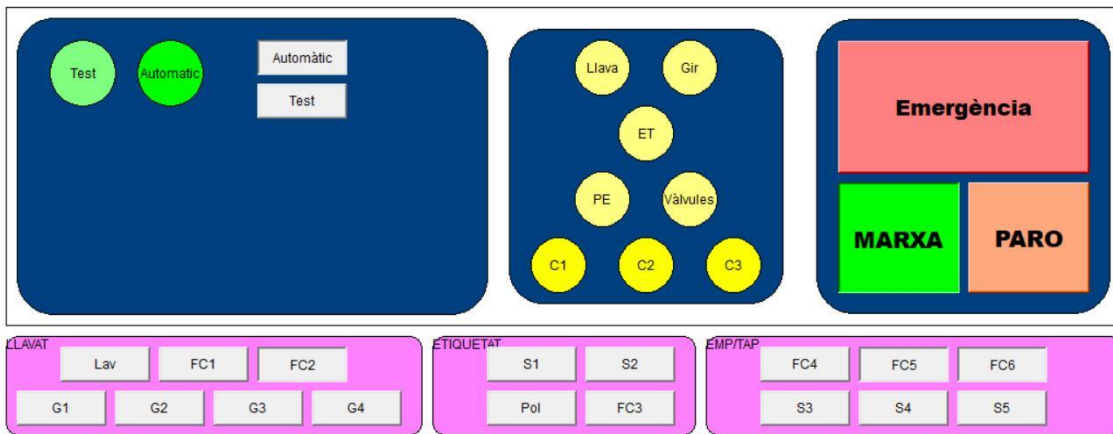
Il·lustració III-18. Detall dels botons principals i les llums.

Per poder realitzar una simulació que ens permetia veure les correctes transicions de les etapes, s'ha creat una xicoteta botonera amb els sensors corresponents per accionar-los de forma manual, ja que al tractar-se d'un treball teòric no es possible comprovar el funcionament adequadament. D'aquesta manera es pot veure com s'activen les llums corresponents quan pertoque a les corresponents etapes.





Il·lustració III-19. Exemple: Procés de Llavat durant el Mode Test.



Il·lustració III-20. Exemple: Mode Automàtic sense gestionar la botonera de sensors (les cintes sempre en moviment).

## III.7. VALORACIÓ ECONÒMICA.

Tenint en compte que es tracta d'un projecte, es realitza una valoració econòmica del cost de la maquinaria i el treball que porta darrere aquest disseny. En aquesta valoració es considera les hores de treball corresponents, la compra de les estacions de cada procés a empreses externes i els elements afegits i necessaris per fer proves, com els finals de carrera, sensors, algunes ampolles...

Tenint en compte aquestes parts, s'afegeix també un percentatge corresponent a les despeses generals del 15% i un altre 8% en concepte de benefici Industrial.

Part	Cost (€)
Maquinaria	20769,43
Ma d'obra	17400
Elements	1679,64
<i>SUMA</i>	39849,07
Despeses generals	5978
Benefici industrial	3189
TOTAL NET	49016,07
TOTAL amb IVA	59309,44

Taula III-4. Resum de la valoració econòmica.

S'ha realitzat un pressupost que correspon al document que s'enviaria al client. Aquest document es pot consultar a l'Annex 3.

## IV. CONCLUSIONS

---

Havent finalitzat el projecte, es pot concloure que el treball realitzat de mode teòric pot resultar amb manca de dades amb resultats finals si no es troba alguna manera de suplir la falta d'elements com pot ser una xicoteta planta amb sensors a la que aplicar processos.

Per una banda, s'han trobat diverses maneres de realitzar el procés, sobretot de manera industrial per a grans volums, però sense informació rellevant per al projecte que es volia desenvolupar. D'aquesta manera, s'ha realitzat un projecte original que pot assolir totes les tasques plantejades al començ del treball, es a dir. S'aconsegueix un programa que realitza els processos de Llavat de les ampolles recipients del producte, la cervesa, l'etiquetat d'aquestes ampolles i l'emplenat amb la cervesa que teòricament no produirà escuma i es podrà realitzar el tapat sense problemes.

Pel que fa a la simulació mitjançant el SCADA, s'han substituït els elements mancants que corresponen als sensors, interruptors i finals de carrera per una botonera que permet activar els sensors i comprovar el funcionament de les diferents transicions i la resposta de les etapes.

Els actuadors que realitzen les diferents accions, es poden consultar al propi programa, ja que assenyalen quan es troben en funcionament i quan no, però per a assenyalar que s'estan realitzant els processos, s'han incorporat també unes llums al panell de control.

Amb les llums i la botonera s'aconsegueix comprovar el funcionament de la màquina de manera teòrica, que sense ser tan fiable com el mètode experimental, s'apropa a la realitat permetent obtindre resultats a falta de tindre una infraestructura que en proporcione millors.

En un primer moment, s'havia plantejat la realització d'una simulació amb la ferramenta informàtica Factory I/O, la qual es pot connectar amb la ferramenta utilitzada per a la programació del GEMMA i el SCADA.

Per raons personals no ha sigut possible arribar a aprendre el funcionament de la ferramenta Factory I/O per aplicar-la al projecte.

# V. ANNEX 1 - REFERÈNCIES

---

## WEBS VISITADES

- [https://grannaria.com/breve-historia-del-origen-de-la-  
cerveza/#:~:text=Los%20primeros%20datos%20que%20se, fuerte%20%E2%80%9C%20con%20extracto%20de%20cebada](https://grannaria.com/breve-historia-del-origen-de-la-cerveza/#:~:text=Los%20primeros%20datos%20que%20se, fuerte%20%E2%80%9C%20con%20extracto%20de%20cebada)
- <https://www.loscervecistas.es/el-proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza/>
- <http://www.cervezasenigma.com/es/mundo-enigma/proceso-de-elaboracion>
- <https://www.2d2dspuma.com/blog/cultura-cervecera/ingredientes-de-la-cerveza/>
- <https://www.comacitalia.es/ensado-de-cerveza>
- [https://3btourspraga.com/tour-de-la-cerveza/elaboracion-de-la-cerveza/ensado-de-la-  
cerveza/#:~:text=Se%20har%C3%A1%20a%20altas%20temperaturas, pueda%20consumirse%20a%20largo%20plazo](https://3btourspraga.com/tour-de-la-cerveza/elaboracion-de-la-cerveza/ensado-de-la-<br/>cerveza/#:~:text=Se%20har%C3%A1%20a%20altas%20temperaturas, pueda%20consumirse%20a%20largo%20plazo)
- <http://inviahobby.com/hacer-cerveza-elaboracion-maquinaria/>
- [https://www.youtube.com/watch?v=ea\\_qypQWRGc](https://www.youtube.com/watch?v=ea_qypQWRGc)
- <https://www.youtube.com/watch?v=Bw4h531gnv0>
- [https://www.youtube.com/watch?v=-\\_o\\_5n3Gp\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=-_o_5n3Gp_w)
- <https://www.youtube.com/watch?v=1KAZOmReyCM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kS63D-Qu-zs>
- <https://www.youtube.com/watch?v=fjvLp0jkmmE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=1WzqfF5YIBQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=pLGX3EQJOY4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bMFAyIB0PX8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kkeGQC9vUtk>
- [https://www.youtube.com/watch?v=TmRBC\\_KGUqs](https://www.youtube.com/watch?v=TmRBC_KGUqs)
- <https://www.youtube.com/watch?v=d1QoAh0Emgg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=HOtgTcJPRXQ>
- [https://www.youtube.com/watch?v=XuL\\_OyGiFVs](https://www.youtube.com/watch?v=XuL_OyGiFVs)
- <https://www.youtube.com/watch?v=kYrLsSuxJbA>

## DOCUMENTS

- *Estudio de una línea de ensado y aplicación de la Metodología TPM para el aumento de su eficiencia, mediante la reducción de pequeñas paradas en un equipo agrupador de envases de latas.*  
**Autora: Paloma Barrera Castellano**
- *Proyecto de puesta en marcha de una empresa de elaboración de cerveza artesanal en la localidad de Chóvar (Castellón).*  
**Autor: Pablo Palacios Latorre**
- Apunts y diapositives de l'assignatura "Automatización" de primer semestre del Màster en Enginyeria Mecatrònica de la UPV.  
**Professor: Enrique Bernabeu**
- Apunts y diapositives de l'assignatura "Automatización distribuida" de segon semestre del Màster en Enginyeria Mecatrònica de la UPV.  
**Professor: Ricardo Pizá Fernandez**

## VI. ANNEX 2 – LLISTES

---

## VI.1. LLISTA D'IL·LUSTRACIONS

<a href="#">Il·lustració I-1. Pintura representativa d'un monjo provant la cervesa.</a>	8
<a href="#">Il·lustració I-2. Cervesa servida i en barril.</a>	9
<a href="#">Il·lustració I-3. Ingredients de la cervesa.</a>	9
<a href="#">Il·lustració I-4. Emplenadora industrial per a grans volums.</a>	11
<a href="#">Il·lustració I-5. Emplenadora per a xicotets volums.</a>	11
<a href="#">Il·lustració I-6. Esquema de l'emplenat per contrapressió.</a>	12
<a href="#">Il·lustració III-1. GEMMA principal.</a>	26
<a href="#">Il·lustració III-2. Transicions en LADDER.</a>	26
<a href="#">Il·lustració III-3. Subprocés A6.</a>	27
<a href="#">Il·lustració III-4. Mode Test Vies 1, 2, 3 i 4.</a>	29
<a href="#">Il·lustració III-5. Mode Test Vies 5, 6, 7 i 8.</a>	30
<a href="#">Il·lustració III-6. Esquema de la roda de canvi de files.</a>	31
<a href="#">Il·lustració III-7. Fase inicial del llavat.</a>	32
<a href="#">Il·lustració III-8. Fase repetitiva del llavat.</a>	33
<a href="#">Il·lustració III-9. Funció d'etiquetat.</a>	34
<a href="#">Il·lustració III-10. Flanc de pujada.</a>	35
<a href="#">Il·lustració III-11. Fase inicial comú de l'emplenat / tapat.</a>	36
<a href="#">Il·lustració III-12. Temporitzador TON.</a>	37
<a href="#">Il·lustració III-13. Processos d'emplenat i tapat independents.</a>	37
<a href="#">Il·lustració III-14. Fase inicial comú de l'emplenat / tapat.</a>	38
<a href="#">Il·lustració III-15. Cintes.</a>	38
<a href="#">Il·lustració III-16. Panell de control.</a>	40
<a href="#">Il·lustració III-17. Detall dels botons.</a>	40
<a href="#">Il·lustració III-18. Detall dels botons principals i les llums.</a>	40
<a href="#">Il·lustració III-19. Exemple: Procés de Llavat durant el Mode Test.</a>	41
<a href="#">Il·lustració III-20. Exemple: Mode Automàtic sense gestionar la botonera de sensors (les cintes sempre en moviment).</a>	41

## VI.2. LLISTA DE DIAGRAMES

<a href="#">Diagrama III-1. Seqüència de treball.</a>	16
<a href="#">Diagrama III-2. Funcionament principal.</a>	18
<a href="#">Diagrama III-3. Posada dels diferents elements al seu estat inicial.</a>	19
<a href="#">Diagrama III-4. Mode Test.</a>	19
<a href="#">Diagrama III-5. Mode Automàtic.</a>	20
<a href="#">Diagrama III-6. Procés genèric de les cintes.</a>	21
<a href="#">Diagrama III-7. Procés de llavat.</a>	21
<a href="#">Diagrama III-8. Procés d'etiquetat.</a>	22
<a href="#">Diagrama III-9. Procés d'emplenat / tapat.</a>	22



## VI.3. LLISTA DE TAULES

<a href="#">Taula III-1. Llegendes dels diagrames de blocs</a> .....	17
<a href="#">Taula III-2. Entrades</a> .....	23
<a href="#">Taula III-3. Eixides</a> .....	24
<a href="#">Taula III-4. Resum de la valoració econòmica</a> .....	42

## VII. ANNEX 3 – PRESSUPOST

---



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DOCUMENT	Nº PRESSUPOST	PÁG.
<b>PRESSUPOST</b>	<b>UPV2103710</b>	<b>1</b>

Representant:	<b>EDWIN</b>	Data HUI:	<b>09/09/2021</b>
DATA:	<b>21/08/2021</b>	Pàgina Web:	<a href="http://www.upv.es/">http://www.upv.es/</a>
Nº Client:	<b>567</b>	E-mail:	<a href="mailto:edolsa@epsa.upv.es">edolsa@epsa.upv.es</a>

CODI	DESCRIPCIÓ	U	PREU	IVA	TOTAL
<b>Ma d'obra:</b>					
MA1TEC	TEMPS ENGINYERIA	300	50,00	21	15.000,00
MM1TEC	HORES OPERARI	80	30,00	21	2.400,00
<b>Materials / Maquines:</b>					
BSSMAT003	BOSSA POLSADORS (100 U)	1	9,99	21	9,99
BSSMAT005	BOSSA SENSORS (10 U)	1	300,00	21	300,00
BSSMAT009	BOSSA FINAL CARRERA (20 U)	1	200,00	21	200,00
ESTMAQ021	ESTACIÓ DE LLAVAT Inclou el carret, els rodets, la bomba d'aigua i el sistema de gir de files.	1	7.689,30	21	7.689,30
ESTMAQ050	ESTACIÓ D'ETIQUETAT Inclou el sistema d'etiquetat amb el pistó.	1	986,93	21	986,93
ESTMAQ053	ESTACIÓ D'EMPLENAT / TAPAT Inclou el carret, les vàlvules, les pipetes, l'alimentador, les pines i el pistó.	1	9.268,54	21	9.268,54
GAESSES006	BOMBONA GAS CO2 11 L	1	325,65	21	325,65
ESTMAQ002	CINTES TRANSPORTADORES	3	498,99	21	1.496,97
MAMSES090	MAMPARA DE SEGURETAT	4	200,00	21	800,00



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DOCUMENT	Nº PRESSUPOST	PAG.
<b>PRESSUPOST</b>	<b>UPV2103710</b>	<b>2</b>

Representant:	<b>EDWIN</b>	Data HUI:	<b>09/09/2021</b>
DATA:	<b>21/08/2021</b>	Pàgina Web:	<a href="http://www.upv.es/">http://www.upv.es/</a>
Nº Client:	<b>567</b>	E-mail:	<a href="mailto:edolsa@epsa.upv.es">edolsa@epsa.upv.es</a>

CODI	DESCRIPCIÓ	U	PREU	IVA	TOTAL
QUACOM000	QUADRE DE COMANDAMENT	1	1.327,69	21	1.327,69
VIDBOT033	BOTELLES DE 33CL (100 U)	1	35,00	21	35,00
TAPBOT001	XAPES (100 U)	1	9,00	21	9,00
<b>Despeses:</b>					
VAESES000	DESPESES GENERALS (15%)	1	5.978,00	21	5.978,00
VAESES001	BENEFICI INDUSTRIAL (8%)	1	3.189,00	21	3.189,00

BASE IMPOSABLE	%IVA	TOTAL IVA	TOTAL PAG.
<b>49.016,07</b>	21	10.293,37	<b>59.309,44 €</b>

DADES PROJECTE:

LLIURAMENT: NOSTRE CAMIÓ

PAGAMENT: **TRANSFERÈNCIA**

Conformitat Client: