



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

# **AUTOMATIZACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE ALMAZARA A TRAVÉS DE PLC**

**Alumno: Fernando Garcia Villar**

**Tutor:** Manuel Ortega Armenteros

**Depto.:** Ingeniería Eléctrica



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

# **AUTOMATIZACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE ALMAZARA A TRAVÉS DE PLC**

**Alumno**

**Tutor**

**Depto.:** Ingeniería Eléctrica

## ÍNDICE

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.RESUMEN.....                                              | 4         |
| 2.INTRODUCCIÓN.....                                         | 5         |
| 3.OBJETIVO.....                                             | 7         |
| <b>4.1 DESCRIPCIÓN DE UNA ALMAZARA.....</b>                 | <b>10</b> |
| <b>4.2 OPERATIVA DE LA FÁBRICA.....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>4.3 MATERIALES Y MÁQUINAS. ....</b>                      | <b>16</b> |
| 4.3.1 Máquinas utilizadas en la planta.....                 | 16        |
| 4.3.2 Material utilizado en la programación.....            | 22        |
| <b>4.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS LÍNEAS. ....</b>                 | <b>25</b> |
| 5. PROGRAMACIÓN DEL PLC.....                                | 28        |
| <b>5.1 AUTÓMATA UTILIZADO.....</b>                          | <b>29</b> |
| <b>5.2 PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN.....</b>                  | <b>31</b> |
| <b>5.3 TIPO DE VARIABLES. ....</b>                          | <b>34</b> |
| <b>5.4 VARIABLES DE ENTRADA Y DE SALIDA. ....</b>           | <b>37</b> |
| <b>5.5 VARIABLES ENCLAVADAS O ENCLAVAMIENTOS.....</b>       | <b>43</b> |
| <b>5.6 PROGRAMA EN UN PLC.....</b>                          | <b>46</b> |
| 5.6.1 Diferentes tipos de bloques para la programación..... | 47        |
| 5.6.2 Funcionamiento del programa y arrancador.....         | 49        |
| 5.6.3 Diferentes tipos de arrancadores.....                 | 53        |
| <b>5.7 CONVERSIÓN DE VARIABLES. ....</b>                    | <b>57</b> |
| <b>5.8 ESTADOS DE LA PLANTA.....</b>                        | <b>62</b> |
| <b>5.9. ANEXO A LA PROGRAMACIÓN.....</b>                    | <b>66</b> |
| 6. EL SCADA. ....                                           | 74        |
| <b>6.1 PARTES DEL SCADA.....</b>                            | <b>75</b> |
| <b>6.2 PANTALLAS DEL SCADA.....</b>                         | <b>78</b> |
| <b>6.3 FUNCIONAMIENTO DEL SCADA. ....</b>                   | <b>86</b> |
| 7. PUESTA EN MARCHA. ....                                   | 90        |
| 8. PUESTA EN MARCHA Y RESULTADO FINAL.....                  | 92        |
| 9. REFERENCIAS BILIOGRAFICAS.....                           | 96        |

## 1.RESUMEN.

En este Proyecto, se ha realizado la automatización y monitorización de una Almazara, a través de un PLC de la marca Schneider Electric, en concreto un M241. El trabajo realizado consiste en el proyecto de ejecución y la programación de 4 Líneas de producción de aceite, de las cuales 3 de ellas son líneas de generación y una de repaso, por lo tanto, se ha automatizado y monitorizado el funcionamiento de la maquinaria, teniendo en cuenta cualquier tipo de fallo que no corresponda con la programación prevista, corrigiéndolo o parando la producción si es necesario, ante el posible riesgo de daño a la maquinaria o a los operarios de la planta.

También, el sistema automático consigue una mejora en la calidad del aceite ya que se pueden controlar y ajustar varios parámetros que repercuten directamente en la calidad de aceite.

Entre los sistemas de seguridad se ha incorporado uno que indica cualquier anomalía en la planta. Y como interfaz de la planta con el usuario, se ha programado un Scada que se encarga de monitorizar todas las señales de la almazara, mostrándonos la situación de las máquinas, si están funcionamiento, SdtandBy o paradas. Es como un esquema general que visualiza el funcionamiento general de la planta.

## 2.INTRODUCCIÓN.

Actualmente, el campo de la automatización esta consiguiendo tener un fuerte impacto en el sector industrial, ya que la implementación de este tipo de tecnología va a un ritmo gigantesco. El hecho de que se esté implementando en la industria el sector de la automatización es debido a que la consistencia que nos puede llegar a ofrecer, la comodidad que nos presta y la rapidez que se puede llegar a tener para hacer un trabajo o proceso industrial es inigualable a una empresa / fabrica / sector que no la implementa.

La automatización que he realizado en la empresa **ACEITES MONTEOLIVO S.L.**, situada entre la localidad de Andújar y Bailén:



Figura 2.1 Posición geográfica de la Almazara.

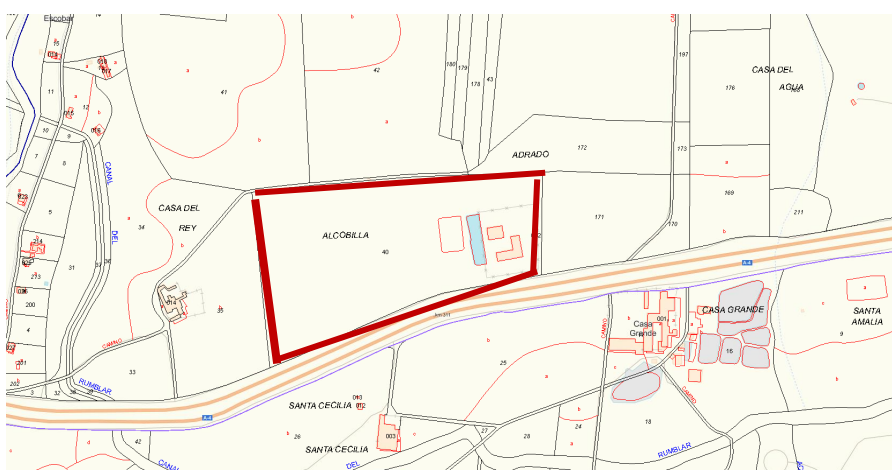


Figura 2.2 Referencia catastral de la Almazara.



Figura 2.3 Almazara Monteolivo.

### **3.OBJETIVO.**

El objetivo de este trabajo teórico experimental, es presentar el documento de TFG requerido para la obtención del grado en Ingeniería Eléctrica.

En él se presenta un estudio teórico experimental de la una almazara situada en Bailen. Dicho trabajo está fundamentado en la experiencia adquirida en la empresa Ipesur en la que estuve trabajando como programador de Plc y mi trabajo consistió en la ejecución real y puesta en marcha de esta almazara. Este Proyecto consiste en la automatización y monitorización y pautas de puesta en marcha de una Almazara con 4 líneas de producción de aceite, utilizando PLCs de la marca Schneider Electric. El funcionamiento de las máquinas se ha automatizado y afectan a la protección de las máquinas, a la seguridad de las personas y a la calidad del aceite obtenido, que se detecta cuando los parámetros sensorizados se salen de los rangos de calidad obtenidos.

#### 4.PROCESO DE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE.

A lo largo de la historia, el aceite ha sido valioso en diferentes culturas. Desde la antigüedad, el aceite de oliva se usaba en Mesopotamia y Egipto. En la antigua Grecia y Roma, era esencial en la dieta y rituales. El aceite de coco y palma se usaba en el sudeste asiático. En Europa, se descubrió el aceite de colza y girasol. Con la Revolución Industrial, se mejoró la extracción y refinación. Hoy, el aceite sigue siendo importante en la cocina y cosmética. Hablando del aceite de oliva, este tiene una larga historia que se remonta a civilizaciones antiguas como los egipcios, griegos y romanos. Desde su uso en rituales religiosos y cuidado personal hasta su importancia económica durante el Imperio Romano, el aceite de oliva ha sido apreciado por su valor culinario y medicinal. Durante la Edad Media, los árabes desempeñaron un papel clave en su conservación y desarrollo, introduciendo nuevas técnicas de cultivo y producción. A pesar de la competencia de otros aceites más económicos después del descubrimiento de América, el aceite de oliva mantuvo su estatus gracias a su sabor y beneficios para la salud.

El aceite de oliva se obtiene a partir de las aceitunas, el fruto del olivo. El proceso de producción comienza con la recolección de las aceitunas en el momento adecuado de madurez. Después de lavarlas para eliminar impurezas, se procede a triturarlas y obtener una pasta. La pasta resultante se somete a un proceso de extracción mediante métodos como prensado o centrifugación. Hoy en día, se utiliza comúnmente la extracción en frío, donde modernas centrifugadoras separan el aceite de oliva del resto de componentes líquidos y sólidos. Este método conserva las cualidades y características del aceite.

Una vez obtenido el aceite de oliva, se realiza una decantación o filtración para eliminar cualquier residuo o impureza sólida. Luego se almacena en recipientes apropiados y se lleva a cabo un análisis de calidad para asegurarse de que cumple con los estándares requeridos.

Existen distintos tipos de aceite de oliva, como el extra virgen, virgen, refinado y el aceite de orujo de oliva. La calidad del aceite depende de factores como la variedad de oliva utilizada, las condiciones climáticas, el momento de la cosecha y el proceso de producción, obteniéndose al extraer el jugo de las aceitunas maduras, seguido de un proceso de decantación y filtración para obtener un producto final de alta calidad. Es importante destacar que el proceso de producción puede variar en algunos aspectos según la región y las técnicas empleadas.

En el siglo XX, se produjeron avances significativos en la producción y refinación de aceites vegetales. Se implementaron tecnologías más sofisticadas, como la refinación química y física, para obtener aceites más puros y de mejor calidad. Además, se diversificó la producción de aceites a partir de diferentes semillas oleaginosas, como el cártamo, la soja, el maní y la canola.

Hoy en día, España, Italia y Grecia son los principales productores de aceite de oliva, y el aceite de oliva virgen extra es considerado de mayor calidad. Numerosos estudios científicos respaldan sus beneficios para la salud, como la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias.

En resumen, el aceite de oliva tiene una historia milenaria en el Mediterráneo y sigue siendo apreciado por su sabor, ha dejado una profunda huella en la historia de la humanidad y sigue siendo una parte importante de la cultura y la cocina a nivel mundial, así como un símbolo de calidad y tradición., valor cultural y beneficios para la salud. Es un ingrediente fundamental en la dieta mediterránea y una industria importante en países productores como España, Italia y Grecia,

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DE UNA ALMAZARA.

El lugar o instalación donde se lleva a cabo el proceso de extracción del aceite de oliva a partir de las aceitunas es conocido como **almazara**. También puede ser denominado molino de aceite o prensa de aceite. La palabra "almazara" tiene su origen en el término árabe "al-ma'sara", que significa "lugar de extracción de aceite".

En una almazara, las aceitunas pasan por diversas etapas para obtener el aceite de oliva. Estas etapas incluyen la recepción y limpieza de las aceitunas, la molienda o trituración para romper su estructura y liberar el aceite, la separación del aceite de la pulpa y el hueso a través de procesos de prensado o centrifugación, y finalmente el almacenamiento y envasado del aceite resultante.

En algunos casos, las almazaras pueden contar con maquinaria más tradicional, como las antiguas prensas de viga y los molinos de piedra, que todavía se utilizan en ciertas regiones productoras de aceite de oliva. Sin embargo, en la actualidad, muchas almazaras disponen de maquinaria moderna y eficiente para el proceso de extracción del aceite. Las almazaras suelen ubicarse en áreas donde se cultiva el olivo en grandes extensiones, conocidas como regiones olivareras. Son lugares de gran importancia en la producción de aceite de oliva, ya que es ahí donde se obtiene el aceite que se consumirá en distintas formas, como aceite de oliva virgen extra, aceite de oliva virgen, aceite de oliva refinado, entre otros.

Una almazara es un lugar donde se lleva a cabo el procesamiento de las aceitunas con el fin de obtener aceite de oliva. Está compuesta por varias partes esenciales que colaboran en conjunto para realizar el proceso de extracción del aceite.

## 4.2 OPERATIVA DE LA FÁBRICA.

Una almazara es una instalación industrial crucial en la producción de aceite de oliva. Mediante una serie de pasos que incluyen la recepción de las aceitunas, el procesamiento, el almacenamiento y el envasado, se logra obtener un aceite de oliva de alta calidad que puede ser disfrutado en numerosas aplicaciones culinarias y beneficios para la salud.

El procedimiento que sigue una almazara fluctúa en torno a una serie de etapas que, de acuerdo con el tipo de almazara, el objetivo del aceite deseado o las particularidades del propietario, pueden llegar a implicar una mayor o menor cantidad de procesos. No obstante, desde una perspectiva global, se pueden esbozar las siguientes fases comunes:

- I. **Recepción de aceitunas**: Este sector es el encargado de recibir las aceitunas frescas, generalmente provenientes de los olivares cercanos. Aquí se realiza una inspección para asegurar la calidad de las aceitunas antes de ser procesadas.



Figura 4.4. Camión descargando aceitunas.

- II. **Tolva de recepción**: Es un depósito donde las aceitunas se almacenan temporalmente antes de ser procesadas. Puede contar con un sistema de transporte, como una cinta transportadora, para llevar las aceitunas a la siguiente etapa.



Figura 4.5. Tolva de recepción.

- III. **Limpieza:** Durante esta etapa, las aceitunas se someten a un proceso de limpieza con el fin de eliminar impurezas como hojas, ramas, piedras y tierra. Se emplean equipos como tamices, vibradores y corrientes de aire para separar los elementos no deseados.

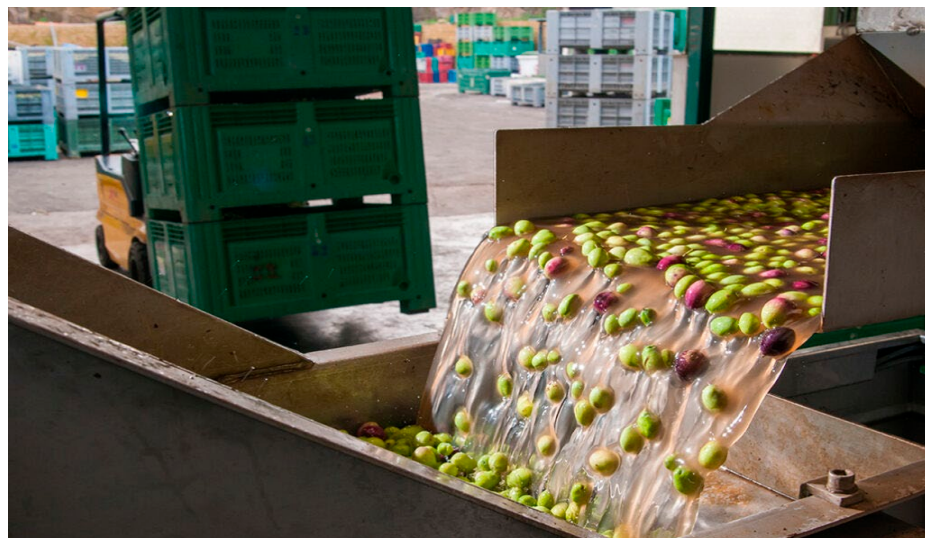


Figura 4.6. Aceitunas en su proceso de limpieza.

- IV. **Molienda:** Las aceitunas limpias se muelen para romper su estructura celular y liberar el aceite que contienen. Tradicionalmente, se utilizan molinos de piedra para triturar las aceitunas, aunque también se emplean modernos molinos metálicos.



Figura 4.7. Aceitunas molidas por molinos de piedra

- V. **Batido:** Después de la molienda, se obtiene una pasta de aceitunas que contiene aceite, agua y residuos sólidos. El batido consiste en agitar la pasta para facilitar la separación del aceite. Puede realizarse mediante mezcladoras o batidoras.



Figura 4.8. Aceitunas batidas en la batidora.

- VI. **Decantación:** La pasta batida se lleva a una centrifugadora, donde se separa el aceite de oliva del resto de los componentes. Debido a la diferencia de densidad, el aceite se separa y se extrae, mientras que los sólidos y el agua se eliminan.



Figura 4.9. El proceso de decantación del aceite.

- VII. **Filtración:** Después de la decantación, el aceite de oliva puede someterse a un proceso de filtración para eliminar cualquier partícula sólida restante y obtener un aceite más limpio y transparente. Se utilizan filtros de diferentes materiales, como papel, algodón o placas de celulosa.



Figura 4.10. Aceite ya filtrado apto para su consumo.

- VIII. **Almacenamiento:** El aceite de oliva obtenido se almacena en tanques o recipientes especiales para su conservación y posterior envasado. Estos recipientes deben proteger el aceite de la luz, el aire y el calor, con el fin de mantener su calidad.



Figura 4.11. Almacenamiento del aceite.

### 4.3 MATERIALES Y MÁQUINAS.

En la actualidad, la producción de aceite ha experimentado una notable evolución gracias a la implementación de una amplia gama de máquinas y herramientas especializadas. Estos avances tecnológicos han revolucionado el laborioso proceso de obtención del aceite, aportando valiosas contribuciones a la industria. En primer lugar, cabe destacar que estas innovaciones han logrado disminuir significativamente la dependencia de la mano de obra en la mayoría de los procesos relacionados con la producción de aceite.

La introducción de maquinaria sofisticada ha permitido automatizar muchas tareas antes realizadas manualmente, lo que ha reducido la necesidad de un gran número de trabajadores y ha agilizado los procesos. Las máquinas han asumido tareas que anteriormente requerían un esfuerzo físico extenuante y han optimizado la eficiencia en cada etapa del proceso de producción.

Por ejemplo, la maquinaria moderna empleada en la extracción de aceite ha simplificado el proceso al sustituir los métodos tradicionales de prensado y molienda. Ahora, se utilizan prensas hidráulicas y expellers que aplican una presión controlada y constante sobre las semillas o frutos oleaginosos, lo que permite una extracción más eficiente del aceite. Estas máquinas también incorporan sistemas de filtración avanzados que aseguran la pureza del aceite obtenido, eliminando impurezas y garantizando una calidad superior.

Asimismo, se han desarrollado tecnologías innovadoras para el almacenamiento y transporte del aceite. Se utilizan tanques y contenedores especialmente diseñados para mantener las propiedades y características del aceite sin alteraciones, evitando la contaminación y el deterioro. Estos sistemas de almacenamiento permiten un manejo seguro y eficiente del producto, asegurando su integridad y calidad durante todo el proceso logístico.

#### *4.3.1 Máquinas utilizadas en la planta.*

Además, las máquinas y herramientas utilizadas en la producción de aceite están equipadas con sistemas de monitoreo y control avanzados. Estos sistemas permiten un seguimiento preciso de los parámetros clave durante el proceso, como la temperatura, la

presión y el tiempo de procesamiento. Esto garantiza un control óptimo de las variables críticas, lo que se traduce en una producción más consistente y de alta calidad.

La almazara a la que se ha realizado la monitorización, dispone de la siguiente maquinaria para su funcionamiento:

- I. **Molino:** El molino en una almazara tiene como principal función triturar las aceitunas con el objetivo de extraer el aceite de oliva. Este proceso de extracción se lleva a cabo en varias etapas, y el molino desempeña un papel fundamental en la primera fase. El molino está compuesto por una serie de piedras o discos de trituración que giran rápidamente para romper las aceitunas y liberar su contenido de aceite. Las aceitunas se introducen en el molino, donde son aplastadas y trituradas, lo que permite la liberación del aceite y otros componentes de la fruta. En conclusión, el molino en una almazara cumple una función esencial al triturar las aceitunas y liberar el aceite que contienen, dando inicio al proceso de extracción del aceite de oliva.



Figura 4.12. Molino.

- II. **Batidora:** En una almazara, una batidora desempeña diversas funciones según el contexto y las necesidades específicas del proceso de producción. La batidora puede tener diferentes funciones según sea la almazara, por lo que a continuación, menciono algunas posibles funciones de una batidora en una almazara:

✚ **Mezcla de pasta de aceitunas:** Una vez que las aceitunas han sido trituradas y molidas para obtener una pasta, la batidora se emplea para homogeneizar y mezclar dicha pasta. Esto garantiza una distribución uniforme de las partículas de aceituna, facilitando la extracción posterior del aceite.

✚ **Aireación de la pasta:** La batidora también puede usarse para airear la pasta de aceitunas. Este proceso implica incorporar aire a la pasta, lo cual facilita la separación del aceite de las demás sustancias presentes.

✚ **Control de temperatura:** En determinados casos, las batidoras pueden tener la capacidad de controlar y ajustar la temperatura de la pasta de aceitunas durante el proceso de batido. Esto resulta especialmente útil para optimizar la extracción del aceite y preservar sus características sensoriales.

Es importante tener en cuenta que las almazaras pueden variar en términos de equipos y procesos específicos, por lo que la función exacta de una batidora puede diferir en cada caso.



Figura 4.13. Batidora.

**III. Decanter:** El Decanter es una máquina utilizada en el proceso de extracción del aceite de oliva, cuyo objetivo principal es separar los componentes líquidos y sólidos de la pasta de aceitunas, permitiendo así obtener aceite de oliva virgen extra. Se trata de un dispositivo tipo centrífuga horizontal que emplea fuerzas centrífugas y gravitatorias para llevar a cabo la separación de los diversos elementos presentes en la pasta de aceitunas. La pasta de aceitunas es el resultado de moler las aceitunas, donde se combinan los componentes sólidos (pulpa, piel, hueso) con los componentes líquidos (agua y aceite).

El proceso de separación realizado por el decanter se basa en las diferencias de densidad y viscosidad de los componentes. La pasta de aceitunas se introduce en el decanter, donde se somete a una fuerza centrífuga que hace que los componentes sólidos más pesados se depositen en el fondo y sean expulsados a través de una salida específica. Mientras tanto, el aceite de oliva, al ser más ligero, se separa del

agua y se extrae a través de otra salida. El decanter puede ajustarse para lograr distintos niveles de separación, lo que permite controlar la calidad del aceite de oliva obtenido. Una vez separados, el aceite de oliva y los componentes sólidos atraviesan otros procesos adicionales, como la decantación y la filtración, con el fin de obtener un aceite limpio y puro.



Figura 4.14. Decanter.

#### IV. Centrífuga:

En el proceso de extracción del aceite de oliva en una almazara, la centrifugadora juega un papel fundamental al permitir la separación eficiente de los componentes presentes en la pasta de aceitunas. Después de triturar las aceitunas y obtener una pasta, esta se somete a un proceso de centrifugación con el objetivo de separar los diferentes elementos que componen el aceite. La centrifugadora utiliza la fuerza centrífuga para acelerar el proceso de separación. Durante la centrifugación, la pasta de aceitunas se introduce en la máquina y se somete a una fuerza centrífuga intensa, lo que provoca la separación de los componentes en función de su densidad.

Este proceso de centrifugación permite la separación en tres fases principales: el aceite de oliva, el agua y los residuos sólidos, como huesos y pulpa. Debido a que el aceite de oliva tiene una densidad inferior a la del agua y los residuos sólidos, se separa y asciende hacia la parte superior de la centrifugadora, donde se recoge. El agua se separa en una fase inferior y los residuos sólidos se depositan en el fondo de la máquina.



Figura 4.15. Centrífuga.

## V. Sinfin:

El Sinfin, se trata de un transportador helicoidal desempeña un papel esencial en el proceso de extracción del aceite de oliva en una almazara. Su función principal radica en el transporte y la trituración de las aceitunas para obtener su jugo. A continuación, se describirá detalladamente algunos de sus funcionamientos:

- ✚ **Transporte de las aceitunas:** El transportador helicoidal está compuesto por un tornillo sin fin que se encuentra en posición horizontal o inclinada. Su diseño permite el traslado de las aceitunas desde la tolva de recepción hacia la zona de molienda.
- ✚ **Trituración:** A medida que el transportador helicoidal transporta las aceitunas, estas son sometidas a un proceso de trituración
- ✚ **Extracción del aceite:** Una vez que el transportador helicoidal ha triturado las aceitunas, el material resultante, conocido como masa de aceitunas o pasta, se dirige hacia la siguiente etapa del proceso de extracción del aceite.

El correcto funcionamiento del Sinfin garantiza una óptima trituración de las aceitunas y, en consecuencia, una mayor extracción de aceite.

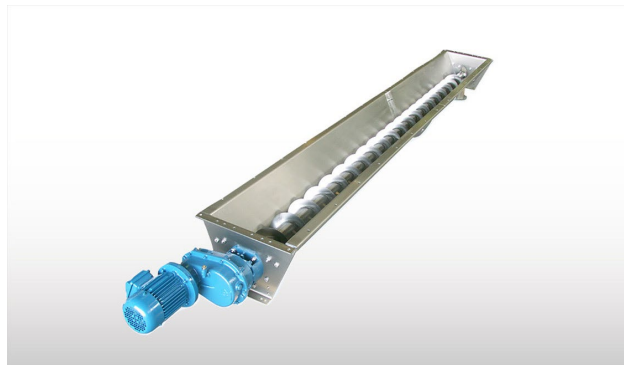


Figura 4.16. Sinfin.

## **VI. Bomba masa:**

La principal función de la bomba encargada del transporte de la masa de aceitunas trituradas o molidas, conocida como masa de aceitunas, es asegurar un desplazamiento eficiente a lo largo de las diferentes etapas del proceso de extracción. Su objetivo es impulsar la masa de aceitunas desde los molinos o trituradoras hacia la batidora o malaxadora.

Esta bomba, específicamente diseñada para manipular pulpas densas y viscosas, garantiza un flujo constante y continuo del material durante todo el proceso de producción. Su mecanismo genera presión para propulsar la masa de aceitunas a través de tuberías o conductos, evitando obstrucciones y asegurando un flujo constante.

La presencia de esta componente resulta crucial para mantener la eficiencia del proceso de extracción de aceite de oliva en una almazara, ya que facilita el movimiento del material y minimiza los tiempos de espera, así como los posibles problemas que puedan ralentizar la producción



Figura 4.17. Bomba masa.

#### 4.3.2 Material utilizado en la programación.

Para lograr una programación eficiente en nuestra planta, es imprescindible contar con una amplia variedad de materiales que garanticen un funcionamiento óptimo en cada aspecto. La automatización de nuestro proceso implica la interconexión de numerosas máquinas de manera paralela, lo cual demanda la utilización de elementos específicos diseñados para este propósito. Es importante destacar que, aparte de estos componentes esenciales, también se abordará más adelante el uso del PLC (Controlador Lógico Programable), el cual desempeña un papel fundamental en nuestro sistema.

1. **Tarjetas de expansión:** También conocido módulo de expansión, se trata de una memoria adicional que se le puede acoplar a nuestro PLC para poder aumentar el número de variables que vayamos a utilizar. Podemos utilizar diferentes tarjetas de expansión, dependiendo del tipo de variable que vayamos a utilizar. En nuestro caso utilizamos el módulo de expansión **TM3DI16**, con capacidad de almacenar variables para leer temperaturas, velocidades etc.



Figura 4.18. Tarjetas de expansión.

2. **Terminal HMI:** Es el monitor de trabajo utilizado en la monitorización. La pantalla utilizada para esta planta es la Harmony STW6, ya que posee una serie de características que se adaptaban a la perfección de la planta, destacando entre ellas su resolución, el nivel de TouchPad a la hora de interactuar con ella, ya que se ha tenido en cuenta que el terminal será usado por los operarios, y no siempre se podrá manipular con las manos limpias.



Figura 4.19. Terminal HMI.

3. **Alarmas luminosas y sonora:** Su principal función es avisar a la planta de que algún error ha ocurrido, y dependiendo del grado del error o del estado, se manifestara de forma luminosa o manera sonora o manera luminosa y sonora a la vez. En la planta diferenciaremos 3 tipos de colores de las alarmas, según sea el estado:

- ✚ Para el estado de Stand-By: Si una máquina aguarda a que otra finalice su operación, se señalará mediante una luz de tonalidad amarilla:



Figura 4.20. Estado de Stand-By.

- ✚ Para el estado de error: la lámpara emitirá luz roja ante cualquier evento indeseable en una máquina, como por ejemplo el bloqueo del molino o el atasco del sinfín. Únicamente se encenderá la señal visual y auditiva simultáneamente al presionar el botón físico de parada manual:



Figura 4.21. Lámpara emitiendo un error.

- ✚ Para el estado de marcha: Cuando una máquina esté ejecutando una operación, se señalizará con una luz verde para indicar que está en funcionamiento y que no se debe manipular:



Figura 4.22. Estado operativo de la máquina.

- ✚ Botón de parada: Creado para que en caso de que ocurra algo inesperado, se detenga por completo la planta, haciendo que, a su vez, se active la lámpara roja y se emita una señal sonora de alerta:



Figura 4.23. Botón de parada.

#### 4.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS LÍNEAS.

La actividad principal de la fábrica consiste en procesar las aceitunas para obtener aceite de alta calidad, utilizando las maquinarias previamente mencionadas. El procesamiento y tratamiento de las aceitunas constituyen el pilar fundamental de la empresa, con el objetivo de lograr la mejor calidad posible en el aceite obtenido.

Es fundamental reconocer que la toma de decisiones en relación a la monitorización y automatización de una almazara debe basarse en un análisis exhaustivo de múltiples factores. Cabe señalar que, aunque se reconoce que, en algunos aspectos, la manera en que se realizó el trabajo no fue del todo óptima desde una perspectiva de eficiencia, se respetaron las directrices establecidas por el cliente. Esto demuestra que se quiso obtener un enfoque orientado hacia la satisfacción del cliente y la adaptación a sus necesidades específicas.

Dicho esto, en nuestro caso, contamos con tres líneas principales que operan de forma simultánea y, además, tenemos una línea adicional conocida como línea de repaso. Estas líneas principales, denominadas 1, 2 y 3, son responsables de la producción general. Por otro lado, la línea de repaso tiene la tarea de extraer el aceite del agua que se dirige hacia el vertido. La planta está compuesta por 4 batidoras, 4 máquinas Decanter, 4 máquinas centrifugadoras, 4 molinos y un sinfín común para las 4 líneas, siendo la distribución de la planta es la siguiente:

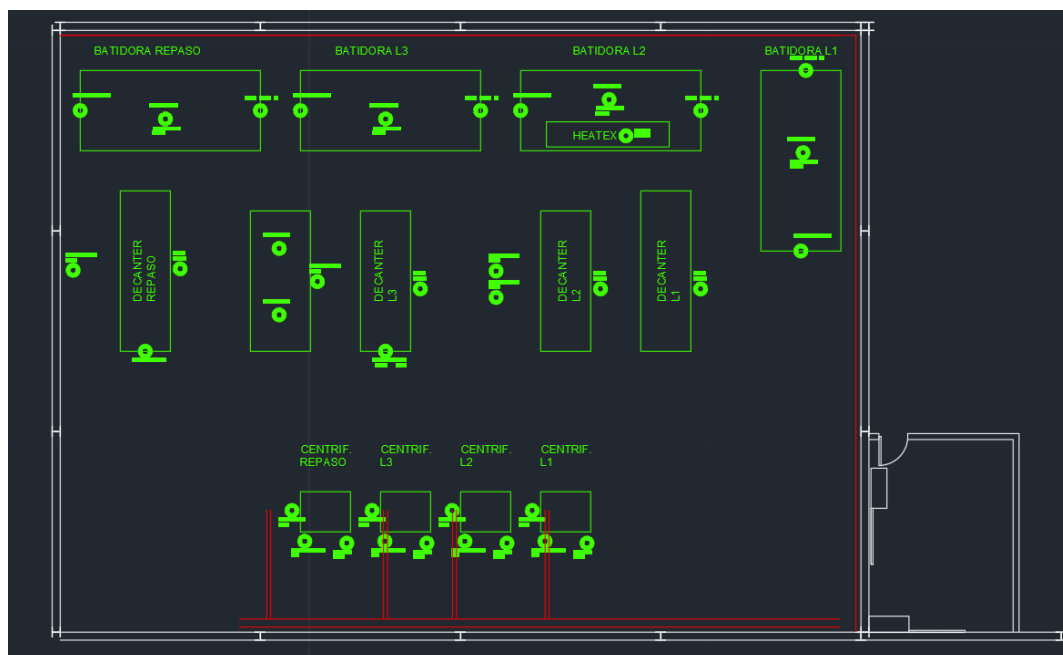


Figura 4.24. Distribución de la planta.

La representación de las líneas 1, 3 y repaso es la siguiente:

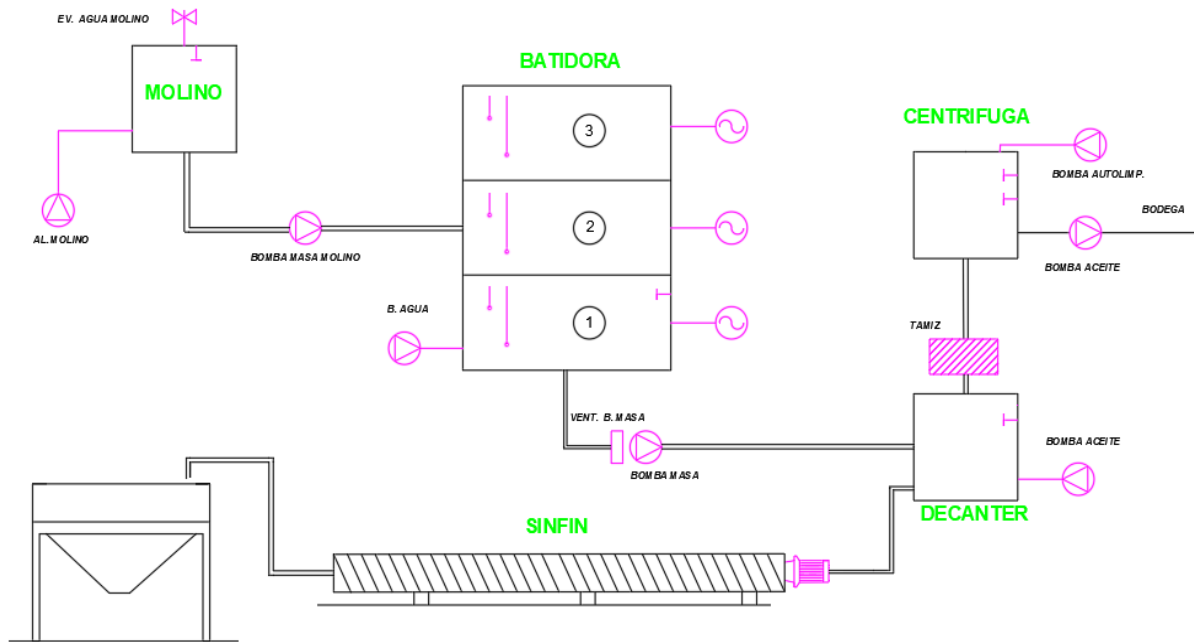


Figura 4.25. Representación de las líneas 1 y 3.

Cabe destacar que la línea dos presenta una pequeña pero significativa diferencia en comparación con las líneas 1 y 3, así como con la línea de repaso. Esta diferencia radica en la inclusión de un componente adicional llamado Heatex, el cual se encuentra ubicado en el tramo intermedio entre el molino y la batidora.

El Heatex es una máquina especializada que desempeña un papel crucial en el proceso de producción, ya que su principal función es mantener la temperatura constante para asegurar una entrada adecuada en la batidora. Esto es esencial para garantizar un resultado óptimo en la preparación del producto final.

La representación de la línea 2, considerando la incorporación del Heatex, se presenta de la siguiente manera:

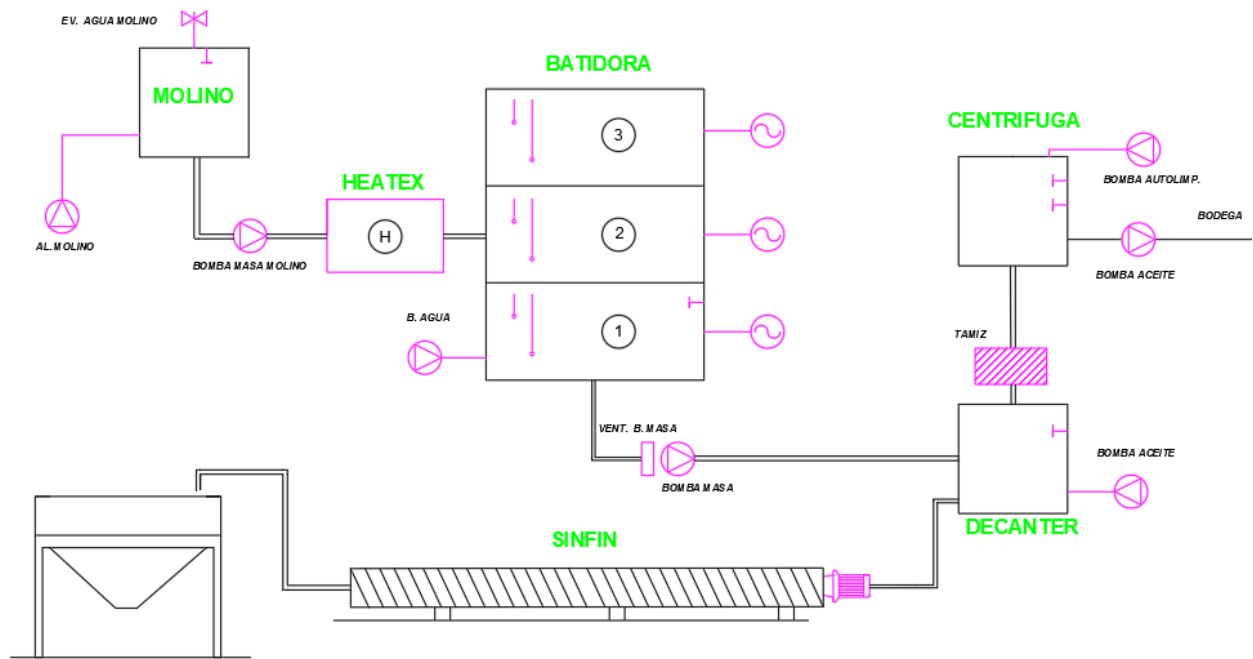


Figura 4.26. Representación de la línea 2.

Es importante resaltar que la inclusión del Heatex en la línea 2 implica una mejora significativa en el control de la temperatura, lo cual tiene un impacto directo en la calidad y consistencia del producto final. Además, esta adición demuestra el compromiso de la empresa en la búsqueda continua de mejoras y optimización de los procesos de producción.

## 5. PROGRAMACIÓN DEL PLC.

Un PLC (Controlador Lógico Programable), es un aspecto esencial en el ámbito de la automatización fabril. Los PLC son dispositivos electrónicos empleados para supervisar y dirigir operaciones industriales, posibilitando la automatización de tareas y la conexión de diversos equipos y sistemas.

La codificación de PLC implica la elaboración de un conjunto de instrucciones lógicas y secuenciales que determinan el comportamiento y la funcionalidad del controlador. Estas instrucciones se basan en lenguajes de programación específicos para PLC, como el Diagrama de Escalera o la Lista de Instrucciones.

El objetivo principal de la programación de PLC es establecer el funcionamiento del controlador basado en las entradas que recibe, las cuales pueden ser señales provenientes de sensores, interruptores u otros dispositivos. A través de la lógica implementada, el PLC procesa dichas entradas y produce las salidas correspondientes, que pueden consistir en señales para activar motores, válvulas, iluminación u otros componentes del sistema bajo control.

La programación de un PLC implica examinar minuciosamente el sistema que se desea controlar, identificar los puntos de entrada y salida, y establecer las secuencias lógicas necesarias para alcanzar el objetivo deseado. Además, es crucial considerar aspectos relacionados con la seguridad, eficiencia y confiabilidad, con el propósito de garantizar un funcionamiento adecuado del sistema automatizado. Estos controladores lógicos programables se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones industriales, abarcando desde el control de maquinaria y líneas de producción hasta la gestión de la energía, el control de calidad y la seguridad industrial. Gracias a su flexibilidad y capacidad de adaptación, los PLC se han convertido en una herramienta esencial para optimizar los procesos industriales y aumentar la productividad.

En síntesis, la codificación de PLC es una disciplina que permite configurar y controlar dispositivos electrónicos para automatizar operaciones industriales. Es una habilidad esencial en el ámbito de la automatización fabril y desempeña un papel clave en la eficiencia y optimización de los sistemas controlados.

## 5.1 AUTÓMATA UTILIZADO.

Un autómata, ya sea un dispositivo físico o un modelo matemático, tiene como propósito representar y simular el comportamiento de sistemas complejos. En esencia, un autómata se define como una entidad abstracta capaz de ejecutar operaciones o procesos de forma automática, sin necesidad de intervención directa por parte de los seres humanos. El vocablo "autómata" se emplea con mayor frecuencia para hacer referencia a los autómatas finitos, los cuales también se conocen como máquinas de estado finito. Estos modelos matemáticos representan sistemas de control o procesos secuenciales que tienen la capacidad de encontrarse en un conjunto limitado de estados y de transitar de uno a otro en respuesta a eventos o entradas específicas.

Resumiendo, un autómata es un dispositivo o modelo que puede realizar operaciones de manera automática según reglas predefinidas, y se utiliza para simular sistemas o procesos complejos en diversos campos de estudio.

Dicho esto, para nuestra planta, la automatización y monitorización de la misma se llevo a cabo a través del **PLC M241**, componente que pertenece a la marca Schneider Electric.

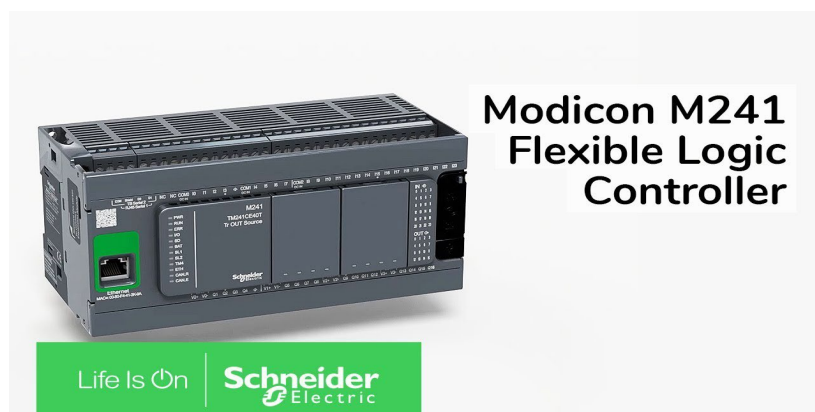


Figura 5.27. PCL M241.

Las características que llevaron a elegir este PLC para la automatización de la planta son varias, siendo las siguientes algunas de ellas:

- I. La Conectividad que presenta este Autómata es notablemente superior a las del resto, haciendo que algunas conexiones que poseen cierto nivel de dificultad de conectividad las de una forma más eficaz.

- II. Es uno de los PLC con mayor número de puertos, ya que podemos llegar a tener hasta 5 de ellos.
- III. Poseen funciones de control de velocidad y temperatura, cruciales para algunas máquinas presentes en nuestra planta.
- IV. El M241 PLC, tiene a tu disposición todas las herramientas necesarias para adaptar tu máquina a los estándares de la Industria 4.0.

## 5.2 PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN

El programa utilizado para llevar a cabo la programación es el Schneider Electric Machine Expert (EcoStruxure), específicamente la versión 2.0.3.1, que representa la última actualización y la opción más avanzada disponible para la utilización del sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

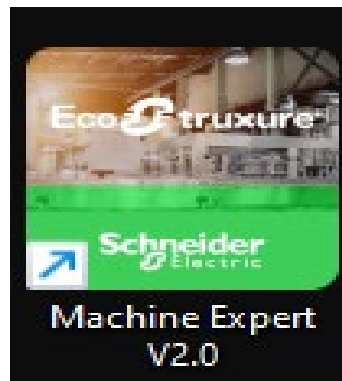


Figura 5.28. Programa Machine Expert.

Schneider Electric Machine Expert (EcoStruxure) es una plataforma de software desarrollada por Schneider Electric, una reconocida empresa de automatización y gestión energética. Esta herramienta de programación ofrece una amplia gama de funcionalidades y características avanzadas para la configuración, supervisión y control de sistemas industriales.

La versión utilizada del programa será la 2.0.3.1, la cual destaca por su nivel de sofisticación y rendimiento, ofreciendo una interfaz intuitiva y potente que permite a los usuarios diseñar y programar de manera más eficiente, aparte de tener incluida la zona de diseño del SCADA. Este entorno de programación proporciona una gran cantidad de herramientas y recursos que facilitan la creación de interfaces gráficas, la recopilación de datos en tiempo real y análisis, así como la integración con otros sistemas y dispositivos industriales.

La interfaz de nuestro programa se ve de la siguiente forma:

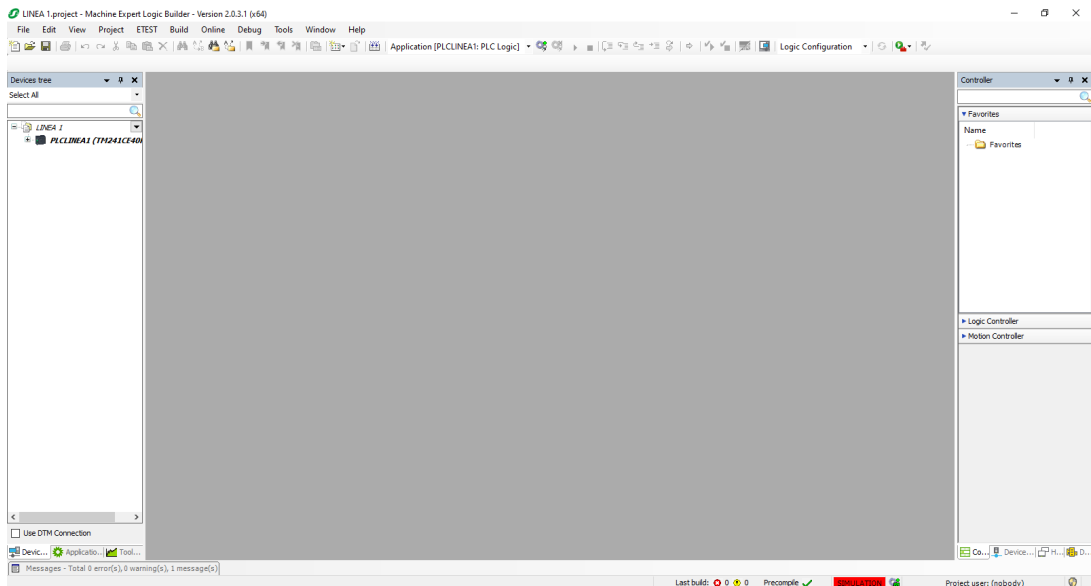
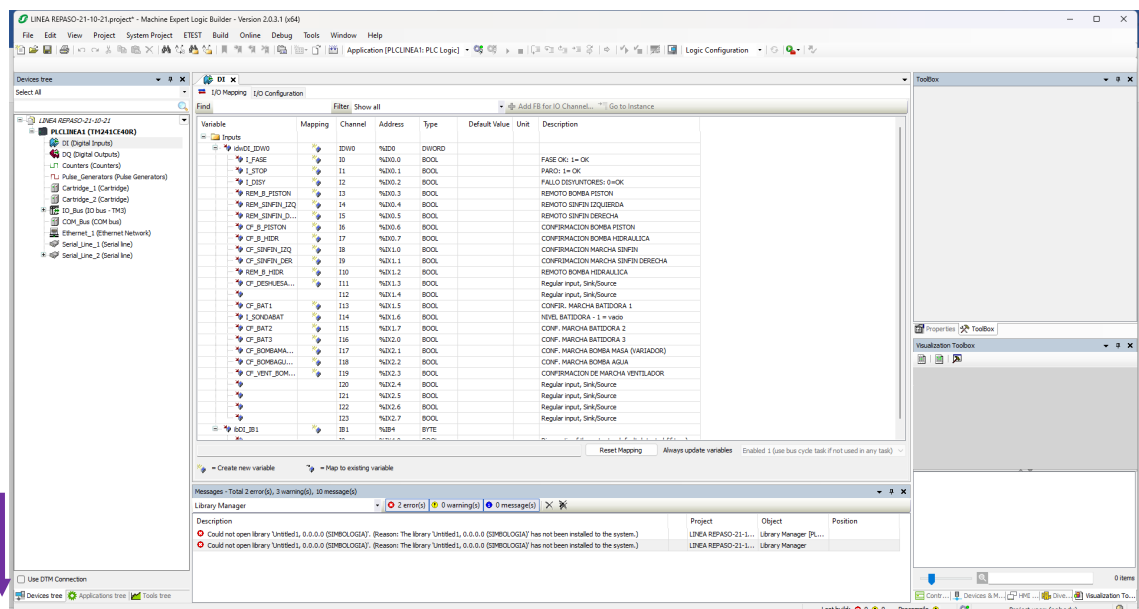


Figura 5.29. Programa Machine Expert.

Como se muestra a continuación, es posible fragmentar la interfaz en tres partes generales, uno dedicada a la programación, otro enfocado en el diseño del Scada, y una última destinada a la gestión y monitoreo de variables (Scada):

## I. La zona de variables



## II. La zona de programación:

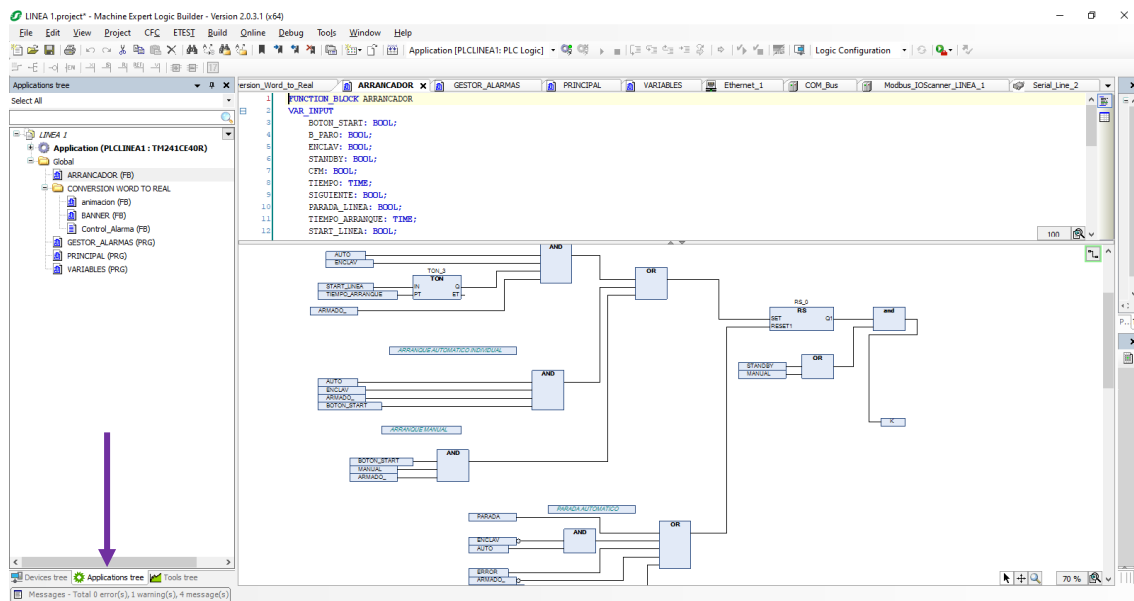


Figura 5.31. Zona de programación.

Aquí es donde se encuentra toda la programación. Se divide la programación por zonas o por maquinas, incluyendo también sub programas para conversión de variables, cálculo de hora y fecha, clasificación de errores y demás.

## III. La zona del Scada:

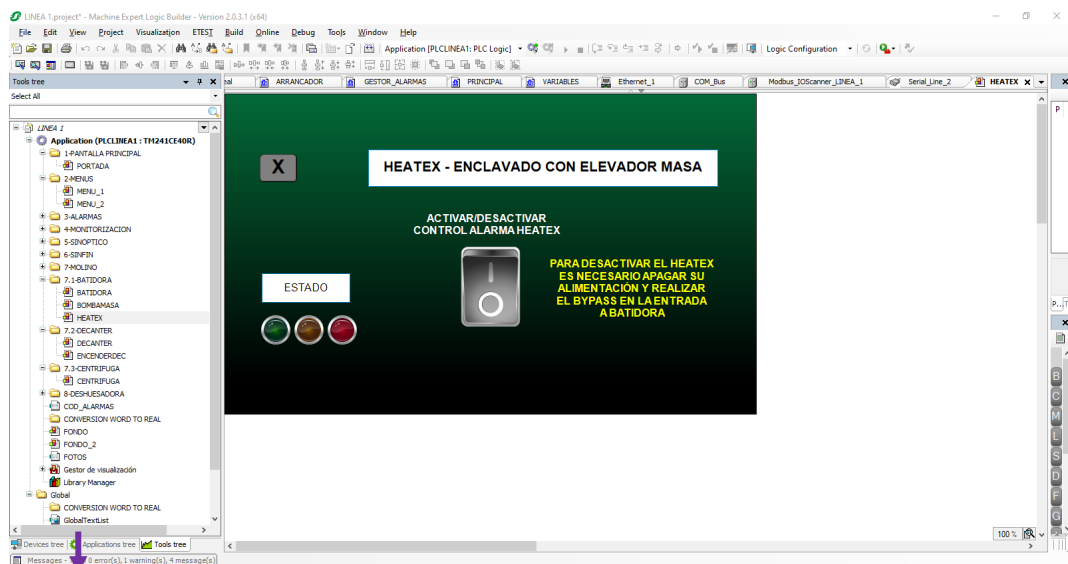


Figura 5.32. Zona del Scada.

Y, por último, tenemos la parte donde se diseña las monitorización y diseño visual del programa.

### 5.3 TIPO DE VARIABLES.

En la programación de Controladores Lógicos Programables (PLC), se utilizan dos tipos de datos fundamentales para almacenar y manipular información en el programa del PLC: variables booleanas y variables enteras.

✚ **Variables booleanas:** Las variables booleanas son aquellas que pueden tomar únicamente dos valores posibles: verdadero (True) o falso (False). Estas variables se emplean para representar estados lógicos en un PLC y resultan útiles para la toma de decisiones y el control del flujo del programa. Por ejemplo, es posible utilizar una variable booleana para activar o desactivar una salida en función de una condición. En la mayoría de los PLC, las variables booleanas se representan mediante un solo bit de información. Un bit es la unidad más pequeña de almacenamiento y solo puede tener dos valores: 0 o 1. Generalmente, se utiliza el valor 0 para representar "falso" y el valor 1 para representar "verdadero". Es recomendable asignar nombres significativos a las variables booleanas para facilitar la comprensión del programa.

✚ **Variables enteras:** Las variables enteras se emplean para almacenar valores numéricos enteros en un PLC. Estas variables pueden representar conteos, tiempos, velocidades, posiciones, entre otros. A diferencia de las variables booleanas, las variables enteras pueden tener una amplia gama de valores dependiendo del tamaño de la variable en bits. En un PLC, es común encontrar variables enteras de 16 bits o 32 bits. Una variable entera de 16 bits puede abarcar un rango que va desde -32,768 hasta 32,767, mientras que una de 32 bits puede abarcar un rango de -2,147,483,648 a 2,147,483,647, dependiendo de si se utiliza representación con signo o sin signo.

Al igual que con las variables booleanas, es recomendable asignar nombres significativos a las variables enteras para facilitar la comprensión del programa. Estas variables se utilizan con frecuencia para realizar cálculos y operaciones matemáticas dentro del PLC.

Muestro a continuación, las diferentes variables que hemos utilizado, diferenciándolas por Línea de producción. Si observamos el tipo de variable, comprobaremos que todas son booleanas, pudiendo identificarlas según la replantación:

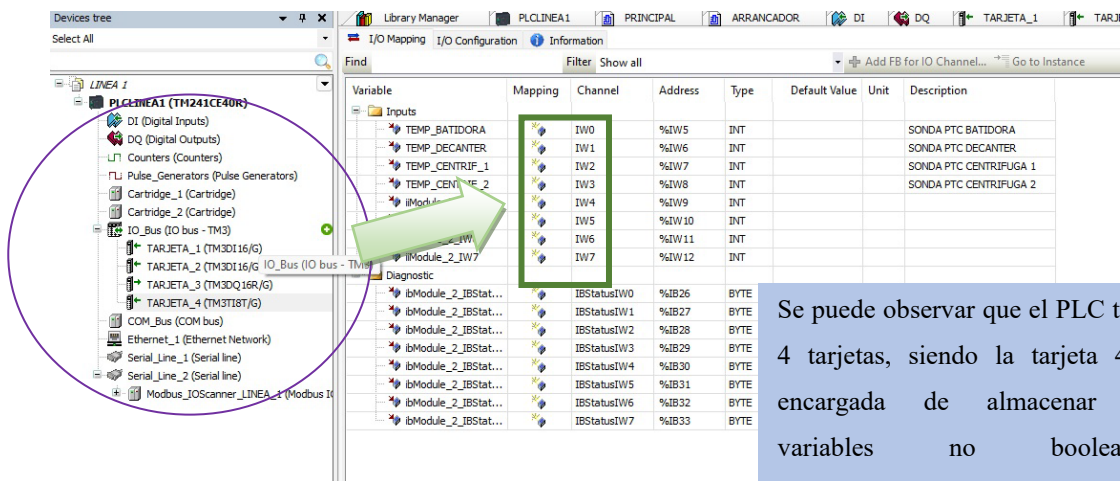
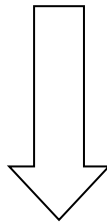
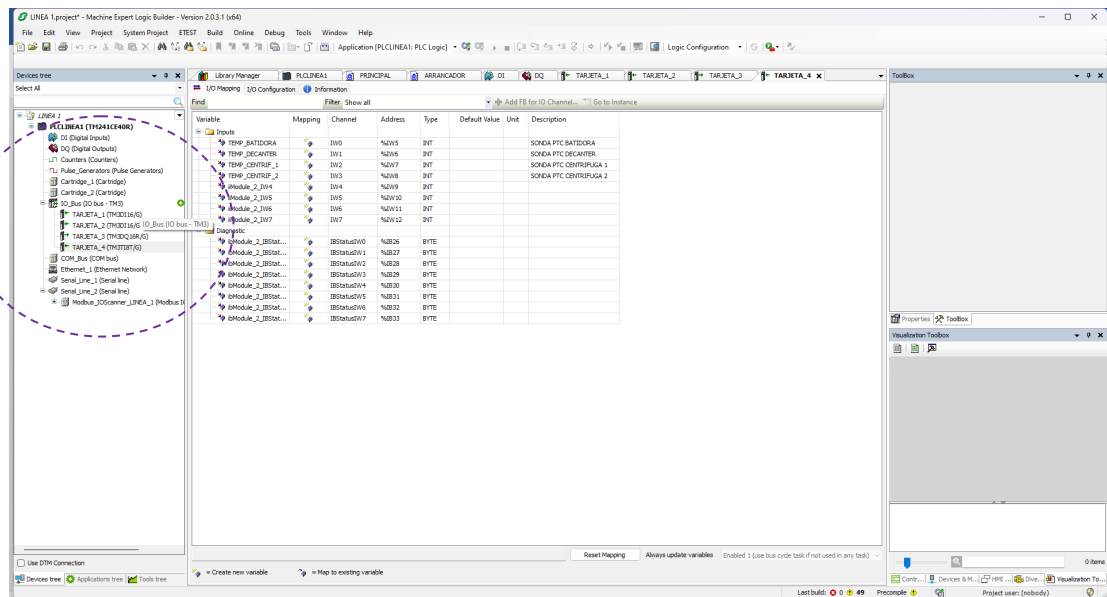
En nuestro programa podemos diferenciar el tipo de variable según la información que nos de la tabla de variables:

- **Variables booleanas**

| Variable        | Mapping | Channel | Address | Type  | Default Value | Unit | Description                                           |
|-----------------|---------|---------|---------|-------|---------------|------|-------------------------------------------------------|
| idwDI_IDW0      |         | IDW0    | %ID0    | DWORD |               |      |                                                       |
| I_FASE          |         | I0      | %DX0.0  | BOOL  |               |      | FASE OK: 1= OK                                        |
| I_STOP          |         | I1      | %DX0.1  | BOOL  |               |      | PARO: 1= OK                                           |
| I_DISY          |         | I2      | %DX0.2  | BOOL  |               |      | FALLO DISYUNTORES: 0=OK                               |
| CF_SINFIN       |         | I3      | %DX0.3  | BOOL  |               |      | CONFIRMACION SINFIN                                   |
|                 |         | I4      | %DX0.4  | BOOL  |               |      | Fast input, Sink/Source                               |
|                 |         | I5      | %DX0.5  | BOOL  |               |      | Fast input, Sink/Source                               |
| CF_MOLINO       |         | I6      | %DX0.6  | BOOL  |               |      | CONFIRMACION MARCHA MOLINO                            |
| FC_MOLINO       |         | I7      | %DX0.7  | BOOL  |               |      | FINAL DE CARRERA MOLINO: 1 =OK                        |
| CF ALIM_MOLI... |         | I8      | %DX1.0  | BOOL  |               |      | CONFIRMACON MARCHA ALIMENTACION MOLINO                |
| CF_ELEV_MAS...  |         | I9      | %DX1.1  | BOOL  |               |      | CONFIRMACION MARCHA ELEVADOR MASA                     |
|                 |         | I10     | %DX1.2  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
|                 |         | I11     | %DX1.3  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
|                 |         | I12     | %DX1.4  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
| CF_BAT1         |         | I13     | %DX1.5  | BOOL  |               |      | CONFIR. MARCHA BATIDORA 1                             |
| I_SONDABAT      |         | I14     | %DX1.6  | BOOL  |               |      | NIVEL BATIDORA - 1 = vado                             |
| CF_BAT2         |         | I15     | %DX1.7  | BOOL  |               |      | CONF. MARCHA BATIDORA 2                               |
| CF_BAT3         |         | I16     | %DX2.0  | BOOL  |               |      | CONF. MARCHA BATIDORA 3                               |
| CF_BOMBAMA...   |         | I17     | %DX2.1  | BOOL  |               |      | CONF. MARCHA BOMBA MASA (VARIADOR)                    |
| CF_BOMBAGU...   |         | I18     | %DX2.2  | BOOL  |               |      | CONF. MARCHA BOMBA AGUA                               |
| CF_VENT_BOM...  |         | I19     | %DX2.3  | BOOL  |               |      | CONFIRMACION DE MARCHA VENTILADOR                     |
|                 |         | I20     | %DX2.4  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
|                 |         | I21     | %DX2.5  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
|                 |         | I22     | %DX2.6  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
|                 |         | I23     | %DX2.7  | BOOL  |               |      | Regular input, Sink/Source                            |
| ibDI_IB1        |         | IB1     | %IB4    | BYTE  |               |      |                                                       |
|                 |         | I0      | %DX4.0  | BOOL  |               |      | Diagnostic of the outputs, default detected (if true) |

Figura 5.33. Variables booleanas.

- **Variables enteras:**



Se puede observar que el PLC tiene 4 tarjetas, siendo la tarjeta 4 la encargada de almacenar las variables no booleanas, diferenciándose de las demás de las

Figura 5.34. Variables enteras.

#### 5.4 VARIABLES DE ENTRADA Y DE SALIDA.

A continuación, se mostrarán las diferentes variables que tenemos, pero antes de eso, es importante comprender el concepto de las variables de entrada y salida. En el contexto de un PLC, una variable de entrada se refiere a un valor o una señal que se introduce en el controlador desde sensores o dispositivos externos. Estas entradas pueden ser señales analógicas o digitales y representan diferentes estados o valores físicos. Algunos ejemplos comunes de variables de entrada en un PLC incluyen interruptores, sensores de proximidad, sensores de temperatura y señales de encendido/apagado, entre otros dispositivos externos.

Por otro lado, una variable de salida en un PLC es un valor o una señal generada por el controlador y enviada hacia dispositivos externos, como actuadores, motores, relés, válvulas, luces u otros elementos que responden a las instrucciones emitidas por el PLC. Las variables de salida se utilizan para controlar y manipular dispositivos en un sistema automatizado o industrial. Estas salidas pueden ser señales digitales o analógicas, según las necesidades específicas del sistema.

Resumiendo lo anterior, una variable de entrada en un PLC se define como la información o señal que el controlador recibe de dispositivos externos, mientras que una variable de salida es la información o señal generada por el PLC y enviada a dispositivos externos para controlar y supervisar el sistema. Ambas variables son fundamentales para el funcionamiento y la automatización de los procesos en un sistema controlado por un PLC.

[illegible]

Figura 5.35. Variables de entradas y salidas.

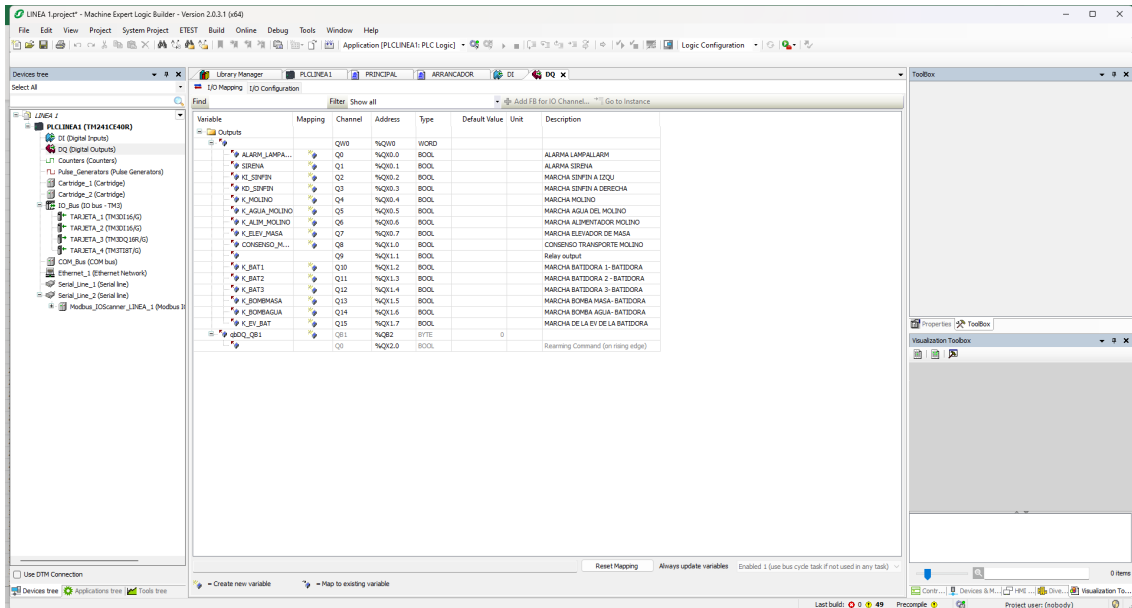


Figura 5.36. Entrada línea 1.

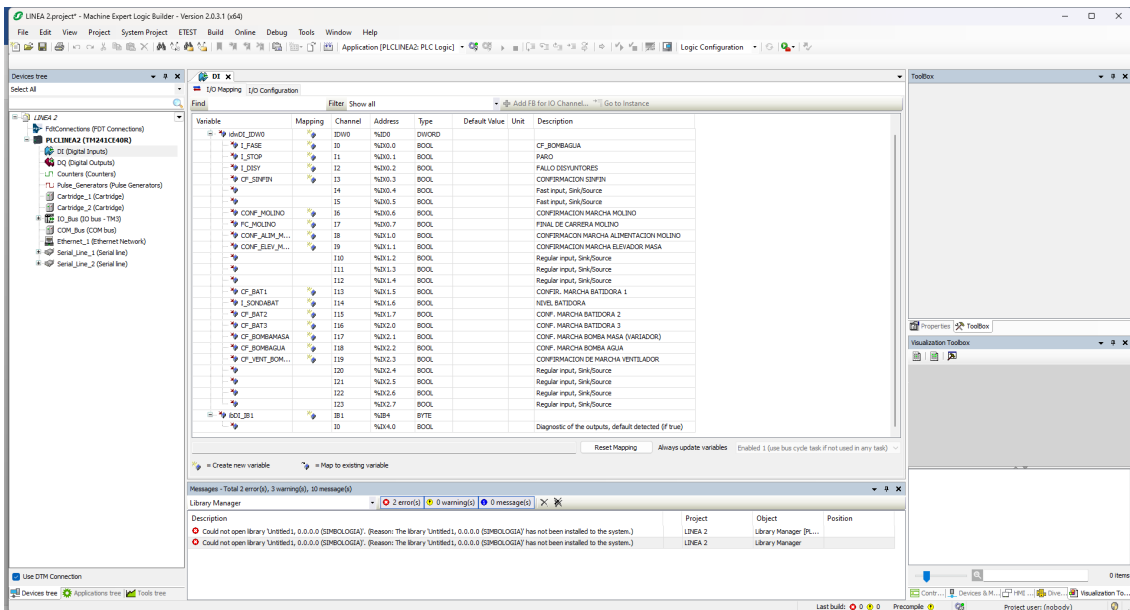
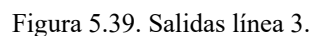
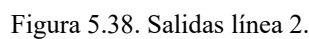


Figura 5.37. Entrada línea 2.



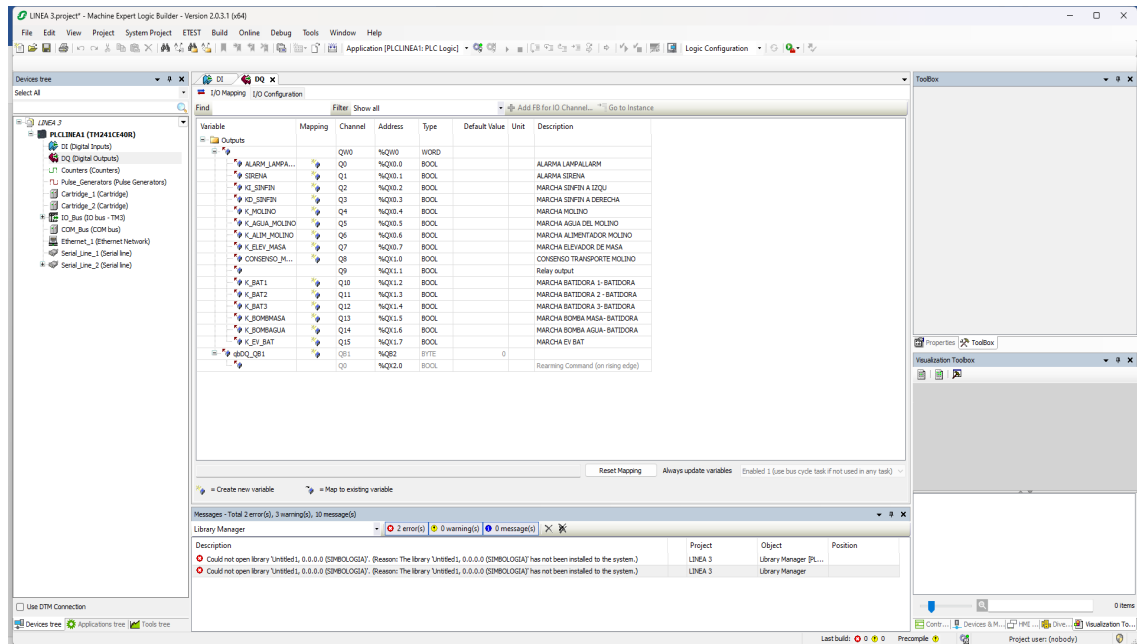


Figura 5.40. Salidas línea 3.

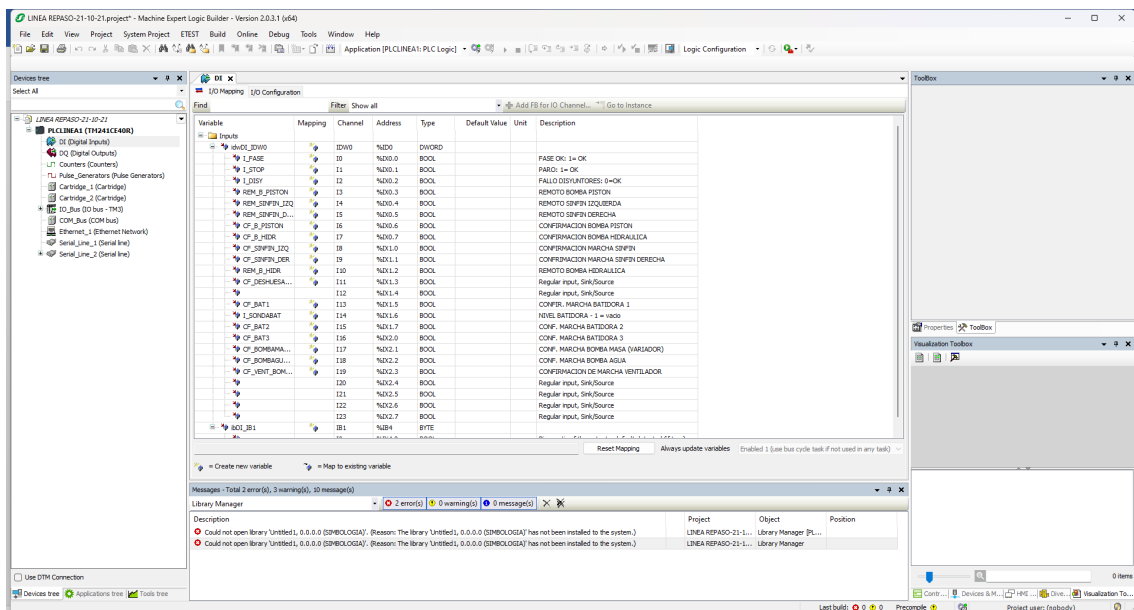


Figura 5.41. Entradas línea repaso.



|                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PLCLINEA1 (TM241CE40R)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DI (Digital Inputs)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DQ (Digital Outputs)                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Counters (Counters)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pulse_Generators (Pulse Generators)           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cartridge_1 (Cartridge)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cartridge_2 (Cartridge)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| IO_Bus (IO bus - TM3)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_1 (TM3DI16/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_2 (TM3DI16/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_3 (TM3DQ16R/G)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_4 (TM3TI8T/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| COM_Bus (COM bus)                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ethernet_1 (Ethernet Network)                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Serial_Line_1 (Serial line)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Serial_Line_2 (Serial line)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Modbus_IOScanner_LINEA_1 (Modbus I/O Scanner) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                |  |     |        |      |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------|--|-----|--------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| Inputs         |  |     |        |      |  |  |  |  |  |  |  |
| iwModule_2_IW0 |  | IW0 | %IW4   | WORD |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I0  | %IX8.0 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I1  | %IX8.1 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I2  | %IX8.2 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I3  | %IX8.3 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I4  | %IX8.4 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I5  | %IX8.5 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I6  | %IX8.6 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I7  | %IX8.7 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I8  | %IX9.0 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I9  | %IX9.1 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I10 | %IX9.2 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I11 | %IX9.3 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I12 | %IX9.4 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I13 | %IX9.5 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I14 | %IX9.6 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |
|                |  | I15 | %IX9.7 | BOOL |  |  |  |  |  |  |  |

Figura 5.44. Tarjeta 2.

|                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PLCLINEA1 (TM241CE40R)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DI (Digital Inputs)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DQ (Digital Outputs)                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Counters (Counters)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pulse_Generators (Pulse Generators)           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cartridge_1 (Cartridge)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cartridge_2 (Cartridge)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| IO_Bus (IO bus - TM3)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_1 (TM3DI16/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_2 (TM3DI16/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_3 (TM3DQ16R/G)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_4 (TM3TI8T/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| COM_Bus (COM bus)                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ethernet_1 (Ethernet Network)                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Serial_Line_1 (Serial line)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Serial_Line_2 (Serial line)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Modbus_IOScanner_LINEA_1 (Modbus I/O Scanner) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                |  |        |        |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
|----------------|--|--------|--------|------|----------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Outputs        |  |        |        |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| K_DEC          |  | QW0    | %QW2   | WORD |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Q0             |  | %QX4.0 | BOOL   |      | MARCHA DECANter - DECANter       |  |  |  |  |  |  |
| K_TAMIZ        |  | Q1     | %QX4.1 | BOOL | MARCHA TAMIZ - DECANter          |  |  |  |  |  |  |
| K_BOMBACEIT... |  | Q2     | %QX4.2 | BOOL | MARCHA BOMBA ACEITE - DECANter   |  |  |  |  |  |  |
| Q3             |  | %QX4.3 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Q4             |  | %QX4.4 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Q5             |  | %QX4.5 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| K_CENTRIF      |  | Q6     | %QX4.6 | BOOL | MARCHA CENTRIFUGA - CENTRIFUGA   |  |  |  |  |  |  |
| K_BOMBACEIT... |  | Q7     | %QX4.7 | BOOL | MARCHA BOMBA ACEITE - CENTRIFUGA |  |  |  |  |  |  |
| Q8             |  | %QX5.0 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Q9             |  | %QX5.1 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Q10            |  | %QX5.2 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| Q11            |  | %QX5.3 | BOOL   |      |                                  |  |  |  |  |  |  |
| TR0            |  | Q12    | %QX5.4 | BOOL | UTILIZADA EN L3 POR ROTURA TR    |  |  |  |  |  |  |
| TR1            |  | Q13    | %QX5.5 | BOOL | UTILIZADA EN L3 POR ROTURA TR    |  |  |  |  |  |  |
| TR2            |  | Q14    | %QX5.6 | BOOL | UTILIZADA EN L3 POR ROTURA TR    |  |  |  |  |  |  |
| TR3            |  | Q15    | %QX5.7 | BOOL | UTILIZADA EN L3 POR ROTURA TR    |  |  |  |  |  |  |

Figura 5.45. Tarjeta 3.

|                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| LINEA 1                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PLCLINEA1 (TM241CE40R)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DI (Digital Inputs)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DQ (Digital Outputs)                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Counters (Counters)                           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pulse_Generators (Pulse Generators)           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cartridge_1 (Cartridge)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cartridge_2 (Cartridge)                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| IO_Bus (IO bus - TM3)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_1 (TM3DI16/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_2 (TM3DI16/G IO_Bus (IO bus - TM3))   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_3 (TM3DQ16R/G)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TARJETA_4 (TM3TI8T/G)                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| COM_Bus (COM bus)                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ethernet_1 (Ethernet Network)                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Serial_Line_1 (Serial line)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Serial_Line_2 (Serial line)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Modbus_IOScanner_LINEA_1 (Modbus I/O Scanner) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| Variable            | Mapping | Channel     | Address | Type | Default Value | Unit | Description            |
|---------------------|---------|-------------|---------|------|---------------|------|------------------------|
| Inputs              |         |             |         |      |               |      |                        |
| TEMP_BATIDORA       |         | IW0         | %IW5    | INT  |               |      | SONDA PTC BATIDORA     |
| TEMP_DECANter       |         | IW1         | %IW6    | INT  |               |      | SONDA PTC DECANter     |
| TEMP_CENTRIF_1      |         | IW2         | %IW7    | INT  |               |      | SONDA PTC CENTRIFUGA 1 |
| TEMP_CENTRIF_2      |         | IW3         | %IW8    | INT  |               |      | SONDA PTC CENTRIFUGA 2 |
| iModule_2_IW4       |         | IW4         | %IW9    | INT  |               |      |                        |
| iModule_2_IW5       |         | IW5         | %IW10   | INT  |               |      |                        |
| iModule_2_IW6       |         | IW6         | %IW11   | INT  |               |      |                        |
| iModule_2_IW7       |         | IW7         | %IW12   | INT  |               |      |                        |
| Diagnostic          |         |             |         |      |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW0 | %IB26   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW1 | %IB27   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW2 | %IB28   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW3 | %IB29   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW4 | %IB30   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW5 | %IB31   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW6 | %IB32   | BYTE |               |      |                        |
| iModule_2_IBStat... |         | IBStatusIW7 | %IB33   | BYTE |               |      |                        |

Figura 5.46. Tarjeta 4.

## 5.5 VARIABLES ENCLAVADAS O ENCLAVAMIENTOS.

Las variables enclavadas desempeñan un papel fundamental en la programación y control de procesos industriales. Su función consiste en garantizar que determinadas condiciones se cumplan antes de permitir la ejecución de una acción o secuencia de acciones. También se les conoce como "variables forzadas" o "variables bloqueadas".

Estas variables son ampliamente utilizadas en lenguajes de programación de controladores lógicos programables (PLC), como el lenguaje de contactos (ladder logic) o lenguajes de programación estructurada. Por lo general, se trata de bits o variables booleanas que pueden tener los valores de verdadero o falso.

El objetivo principal de las variables enclavadas es evitar situaciones no deseadas o peligrosas al asegurarse de que se cumplan ciertas condiciones antes de llevar a cabo una acción. Al establecer condiciones de enclavamiento, se garantiza que un conjunto específico de instrucciones o acciones solo se ejecute en las circunstancias adecuadas.

Un ejemplo común de una variable enclavada es el enclavamiento de seguridad en una máquina. Supongamos que tenemos una máquina que debe detenerse automáticamente si se abre una puerta de seguridad. En este caso, se puede utilizar una variable enclavada para verificar el estado de la puerta de seguridad. Si la puerta está abierta, la variable enclavada permanecerá en falso y evitará la realización de acciones peligrosas, como el arranque del motor. Solo cuando la puerta esté cerrada y la variable enclavada sea verdadera, se permitirá el funcionamiento de la máquina.

Otro ejemplo es el enclavamiento de secuencias de operación. Supongamos que tenemos un proceso de fabricación que consta de varias etapas secuenciales. Cada etapa debe completarse antes de que la siguiente pueda comenzar. En este caso, se pueden utilizar variables enclavadas para verificar el estado de finalización de cada etapa. Solo cuando todas las etapas anteriores estén completas, se permitirá que se active la siguiente etapa.

Muestro a continuación los diferentes enclavamientos que posee cada Línea:

| LINEA 1 |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|---------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------------|-------------|----------------|-----------|-----------|---------------------------------|
| ID      | SECCIÓN    | ELEMENTO                                                                            | ARRANQUE/PARO | ENCLAVADO 1  | ENCLAVADO 2    | ENCLAVADO 3 | STANDBY 1      | STANDBY 2 | STANDBY 3 | OBSERVACIONES                   |
|         | MOLINO     | ALIMENTADOR MOLINO                                                                  | BOTONES HMI   | MOLINO       | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | MOLINO     | MOLINO                                                                              | BOTONES HMI   | ELEV. MASA   | SETA           | INT. SEGUR. | --             | --        | --        |                                 |
|         | MOLINO     | EV. AGUA MOLINO                                                                     | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | BOMBA MASA     | --        | --        |                                 |
|         | MOLINO     | ELEVADOR MASA                                                                       | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | NIVEL BATIDORA | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 1                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª MASA |
|         | BATIDORA   | EV AGUA BATIDORA                                                                    | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | ELEV. MASA     | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 2                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 3                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BOMBA MASA                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | REVERSIBLE POR PANTALLA-MODBUS  |
|         | BATIDORA   | VENTILADOR BOMBA MASA                                                               | SIN BOTON     | --           | --             | --          | BOMBA MASA     | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BOMBA AGUA                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | SIN USO                         |
|         | DECANTER   | DECANTER                                                                            | BOTONES HMI   | NIVEL ACEITE | RAMPA DECANTER | SINFÍN IZQ  | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª AGUA |
|         | DECANTER   | TAMIZ                                                                               | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | DECANTER   | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | CENTRIFUGA | CENTRIFUGA                                                                          | BOTONES HMI   | INT. SEG     | --             | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS Tª ACEITE Y AGUA    |
|         | CENTRIFUGA | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | NIVEL          |           |           |                                 |
|         | CENTRIFUGA | BOMBA AUTOLIMPIANTE                                                                 | LOCAL         | NO           | NO             | NO          | NO             | NO        | NO        | FUERA DE AUTOMATA, MANDO LOCAL  |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         | ENCLAVADO  | SIN ESAS PREMISAS NO ARRANCA                                                        |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         | STANDBY    | AUNQUE ESTE ARRANCADO PUEDE ESTAR PARADO, EN STANDBY HASTA QUE LA PREMISA SE CUMPLA |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |

Figura 5.47. Enclavamientos línea 1.

| LINEA 2 |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                   |
|---------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------------------------------|
| ID      | SECCIÓN    | ELEMENTO                                                                            | ARRANQUE/PARO | ENCLAVADO 1  | ENCLAVADO 2    | ENCLAVADO 3 | STANDBY 1      | STANDBY 2 | STANDBY 3 | OBSERVACIONES                     |
|         | MOLINO     | ALIMENTADOR MOLINO                                                                  | BOTONES HMI   | MOLINO       | --             | --          | --             | --        | --        |                                   |
|         | MOLINO     | MOLINO                                                                              | BOTONES HMI   | ELEV. MASA   | SETA           | INT. SEGUR. | --             | --        | --        |                                   |
|         | MOLINO     | EV. AGUA MOLINO                                                                     | BOTONES HMI   | ??           | --             | --          | ??             | --        | --        |                                   |
|         | MOLINO     | ELEVADOR MASA                                                                       | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | NIVEL BATIDORA | --        | --        |                                   |
|         | BATIDORA   | HEATEX                                                                              | --            | --           | --             | --          | ELEV. MASA     | --        | --        | DAMOS SALIDA A AUTOMATISMO HEATEX |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 1                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª MASA   |
|         | BATIDORA   | EV AGUA BATIDORA                                                                    | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | ELEV. MASA     | --        | --        |                                   |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 2                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                   |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 3                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                   |
|         | BATIDORA   | BOMBA MASA                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | REVERSIBLE POR PANTALLA-MODBUS    |
|         | BATIDORA   | VENTILADOR BOMBA MASA                                                               | SIN BOTON     | --           | --             | --          | BOMBA MASA     | --        | --        |                                   |
|         | BATIDORA   | BOMBA AGUA                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | SIN USO                           |
|         | DECANTER   | DECANTER                                                                            | BOTONES HMI   | NIVEL ACEITE | RAMPA DECANTER | SINFÍN IZQ  | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª AGUA   |
|         | DECANTER   | TAMIZ                                                                               | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                   |
|         | DECANTER   | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                   |
|         | CENTRIFUGA | CENTRIFUGA                                                                          | BOTONES HMI   | INT. SEG     | --             | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS Tª ACEITE Y AGUA      |
|         | CENTRIFUGA | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | NIVEL          |           |           |                                   |
|         | CENTRIFUGA | BOMBA AUTOLIMPIANTE                                                                 | LOCAL         | NO           | NO             | NO          | NO             | NO        | NO        | FUERA DE AUTOMATA, MANDO LOCAL    |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                   |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                   |
|         | ENCLAVADO  | SIN ESAS PREMISAS NO ARRANCA                                                        |               |              |                |             |                |           |           |                                   |
|         | STANDBY    | AUNQUE ESTE ARRANCADO PUEDE ESTAR PARADO, EN STANDBY HASTA QUE LA PREMISA SE CUMPLA |               |              |                |             |                |           |           |                                   |

Figura 5.48. Enclavamientos línea 2.

| LINEA 3 |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|---------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------------|-------------|----------------|-----------|-----------|---------------------------------|
| ID      | SECCIÓN    | ELEMENTO                                                                            | ARRANQUE/PARO | ENCLAVADO 1  | ENCLAVADO 2    | ENCLAVADO 3 | STANDBY 1      | STANDBY 2 | STANDBY 3 | OBSERVACIONES                   |
|         | MOLINO     | ALIMENTADOR MOLINO                                                                  | BOTONES HMI   | MOLINO       | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | MOLINO     | MOLINO                                                                              | BOTONES HMI   | ELEV. MASA   | SETA           | INT. SEGUR. | --             | --        | --        |                                 |
|         | MOLINO     | EV. AGUA MOLINO                                                                     | BOTONES HMI   | ??           | --             | --          | ??             | --        | --        |                                 |
|         | MOLINO     | ELEVADOR MASA                                                                       | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | NIVEL BATIDORA | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 1                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª MASA |
|         | BATIDORA   | EV AGUA BATIDORA                                                                    | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | ELEV. MASA     | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 2                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BATIDORA 3                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BOMBA MASA                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | REVERSIBLE POR PANTALLA-MODBUS  |
|         | BATIDORA   | VENTILADOR BOMBA MASA                                                               | SIN BOTON     | --           | --             | --          | BOMBA MASA     | --        | --        |                                 |
|         | BATIDORA   | BOMBA AGUA                                                                          | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        | SIN USO                         |
|         | DECANTER   | DECANTER                                                                            | BOTONES HMI   | NIVEL ACEITE | RAMPA DECANter | SINFÍN IZQ  | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª AGUA |
|         | DECANTER   | TAMIZ                                                                               | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | DECANTER   | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | --             | --        | --        |                                 |
|         | CENTRIFUGA | CENTRIFUGA                                                                          | BOTONES HMI   | INT. SEG     | --             | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS Tª ACEITE Y AGUA    |
|         | CENTRIFUGA | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --           | --             | --          | NIVEL          | --        | --        |                                 |
|         | CENTRIFUGA | BOMBA AUTOLIMPIANTE                                                                 | LOCAL         | NO           | NO             | NO          | NO             | NO        | NO        | FUERA DE AUTOMATA, MANDO LOCAL  |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         |            |                                                                                     |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         | ENCLAVADO  | SIN ESAS PREMISAS NO ARRANCA                                                        |               |              |                |             |                |           |           |                                 |
|         | STANDBY    | AUNQUE ESTE ARRANCADO PUEDE ESTAR PARADO, EN STANDBY HASTA QUE LA PREMISA SE CUMPLA |               |              |                |             |                |           |           |                                 |

Figura 5.49. Enclavamientos línea 3.

| REPASO |            |                                                                                     |               |                |             |             |                |           |           |                                 |
|--------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|-------------|-------------|----------------|-----------|-----------|---------------------------------|
| ID     | SECCIÓN    | ELEMENTO                                                                            | ARRANQUE/PARO | ENCLAVADO 1    | ENCLAVADO 2 | ENCLAVADO 3 | STANDBY 1      | STANDBY 2 | STANDBY 3 | OBSERVACIONES                   |
|        | MASERA     | BOMBA HIDRAULICA                                                                    | LOCAL+SEÑALIZ | --             | --          | --          | NIVEL BATIDORA | --        | --        |                                 |
|        | MASERA     | BOMBA MECANICA                                                                      | LOCAL+SEÑALIZ | --             | --          | --          | NIVEL BATIDORA | --        | --        |                                 |
|        | MASERA     | SINFÍN INVERSOR                                                                     | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        |                                 |
|        | BATIDORA   | BATIDORA 1                                                                          | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        |                                 |
|        | BATIDORA   | BATIDORA 2                                                                          | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        |                                 |
|        | BATIDORA   | BATIDORA 3                                                                          | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        |                                 |
|        | BATIDORA   | BOMBA MASA                                                                          | BOTONES HMI   | RAMPA DECANter | --          | --          | --             | --        | --        | REVERSIBLE POR PANTALLA-MODBUS  |
|        | BATIDORA   | VENTILADOR BOMBA MASA                                                               | SIN BOTON     | --             | --          | --          | BOMBA MASA     | --        | --        |                                 |
|        | BATIDORA   | BOMBA AGUA                                                                          | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        | SIN USO                         |
|        | DECANTER   | DECANTER                                                                            | BOTONES HMI   | NIVEL ACEITE   | SINFÍN IZQ  | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS EN PANTALLA Tª AGUA |
|        | DECANTER   | TAMIZ                                                                               | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        |                                 |
|        | DECANTER   | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | --             | --        | --        |                                 |
|        | CENTRIFUGA | CENTRIFUGA                                                                          | BOTONES HMI   | INT. SEG       | --          | --          | --             | --        | --        | PRESENTAMOS Tª ACEITE Y AGUA    |
|        | CENTRIFUGA | BOMBA ACEITE                                                                        | BOTONES HMI   | --             | --          | --          | NIVEL          | --        | --        |                                 |
|        | CENTRIFUGA | BOMBA AUTOLIMPIANTE                                                                 | LOCAL         | NO             | NO          | NO          | NO             | NO        | NO        | FUERA DE AUTOMATA, MANDO LOCAL  |
|        |            |                                                                                     |               |                |             |             |                |           |           |                                 |
|        |            |                                                                                     |               |                |             |             |                |           |           |                                 |
|        | ENCLAVADO  | SIN ESAS PREMISAS NO ARRANCA                                                        |               |                |             |             |                |           |           |                                 |
|        | STANDBY    | AUNQUE ESTE ARRANCADO PUEDE ESTAR PARADO, EN STANDBY HASTA QUE LA PREMISA SE CUMPLA |               |                |             |             |                |           |           |                                 |

Figura 5.50. Enclavamientos línea repaso.

## 5.6 PROGRAMA EN UN PLC.

Un programa en un Controlador Lógico Programable (PLC) consiste en un conjunto de instrucciones predefinidas que guían las acciones que debe realizar el controlador. Para desarrollar este programa, se emplea un software especializado de programación para PLC. Dentro de dicho software, se redactan las instrucciones utilizando un lenguaje de programación específico, como diagramas de contactos o texto estructurado. Una vez que se completa la escritura del programa, se lleva a cabo la compilación y se carga en el PLC. Durante el proceso de compilación, se verifica que no existan errores y se genera un archivo ejecutable. A continuación, este archivo se compila y se carga en el PLC mediante una conexión, como un cable o una red o de manera offline.

Una vez que el programa se encuentra cargado, se inicia el ciclo de escaneo. En cada ciclo, el PLC lleva a cabo una serie de tareas. En primer lugar, lee el estado de las entradas conectadas (variables de salida), como sensores o interruptores, para obtener información sobre las condiciones actuales del sistema, después ejecuta el programa línea por línea. Verifica las condiciones, realiza cálculos y toma decisiones basadas en las instrucciones programadas. El programa puede incluir bucles, condiciones, temporizadores y otras lógicas con el fin de controlar el comportamiento del sistema.

Cuando se cumplen las condiciones y las instrucciones programadas, el PLC activa las salidas correspondientes (variables de salida), como motores o dispositivos de control, para llevar a cabo las acciones deseadas en el sistema.

### 5.6.1 Diferentes tipos de bloques para la programación.

Para poder entender la explicación del programa, introduciré ligeramente cuales son los bloques de funciones más genéricos, haciendo alusión también a algunas de las metodologías a la hora de programar.

En primer lugar, tenemos en Bloque de programación And, cuya función principal es hacer que una Variable de salida se active, si las todas variables de entrada (mínimo dos) se cumplen a la vez. No tiene obtener el valor de *true* al mismo tiempo, sino que pueden ir obtenido el valor de *true* según se vayan cumpliendo sus consignas de entrada.

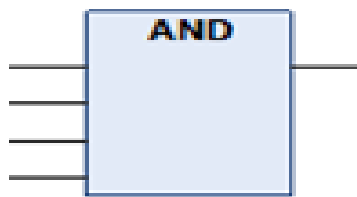


Figura 5.51. Bloque de programación  
And.

En segundo lugar, tenemos el Bloque de programación Or, cuyo funcionamiento es contrario al And. Solamente se necesita una variable con valor *true*, para poder ejecutar la salida. Puede haber varias entradas con el valor de *true*, que la única manera de que esta salida se ponga en *false* es que ninguna de las entradas tenga el valor *true*.

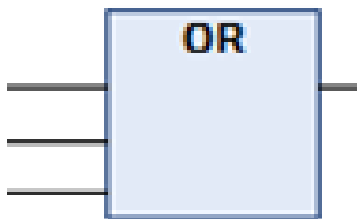


Figura 5.52. Bloque de  
programación Or.

En tercer lugar, tenemos la función **Ton**, que principalmente es un temporizador de cuenta atrás.

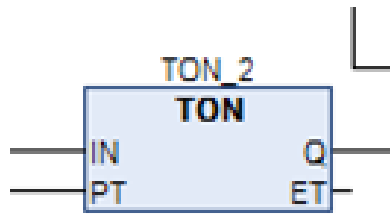


Figura 5.53. Bloque de programación Ton.

Aquí tenemos que hacer inciso en que, para poder activar el temporizador, se tiene que obtener en primer lugar una variable con valor *true* en la entrada **IN**, con eso lo que conseguimos es que empiece a contar el tiempo que le hayamos establecido en la zona **PT**, haciendo que se active la salida que tengamos conectada a **Q**.

Por último, tenemos el bloque **RS**, el cual se trata de un activador. Su función es muy simple, en la zona de **SET** entra una variable que pone en funcionamiento la salida **Q1**, pudiendo para el activador si se obtiene otra variable con valor true, pero en la entrada **RESET1**.

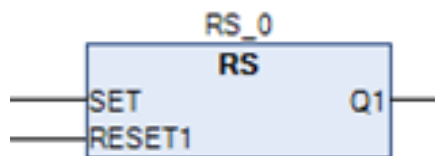


Figura 5.54. Bloque de programación Rs.

Con esto quedan definidos los principales Bloques de programación, necesario para entender el apartado siguiente.

### 5.6.2 Funcionamiento del programa y arrancador.

Para entender el programa, tenemos que entender antes de todo como esta organizado y cuál es la metodología de trabajo que se ha utilizado para hacer que este funcione.

La idea cuando se diseño el programa, era que, al existir tantas maquinas diferentes con distintos enclavamientos enlazados entre sí, se hiciese de manera genérica un programa que englobase el funcionamiento de todas las maquinas, para que así no se tuviera que estar programando cada maquina por independiente, solo modificando las entradas y salidas de la misma, por lo que se creó el **Arrancador**.

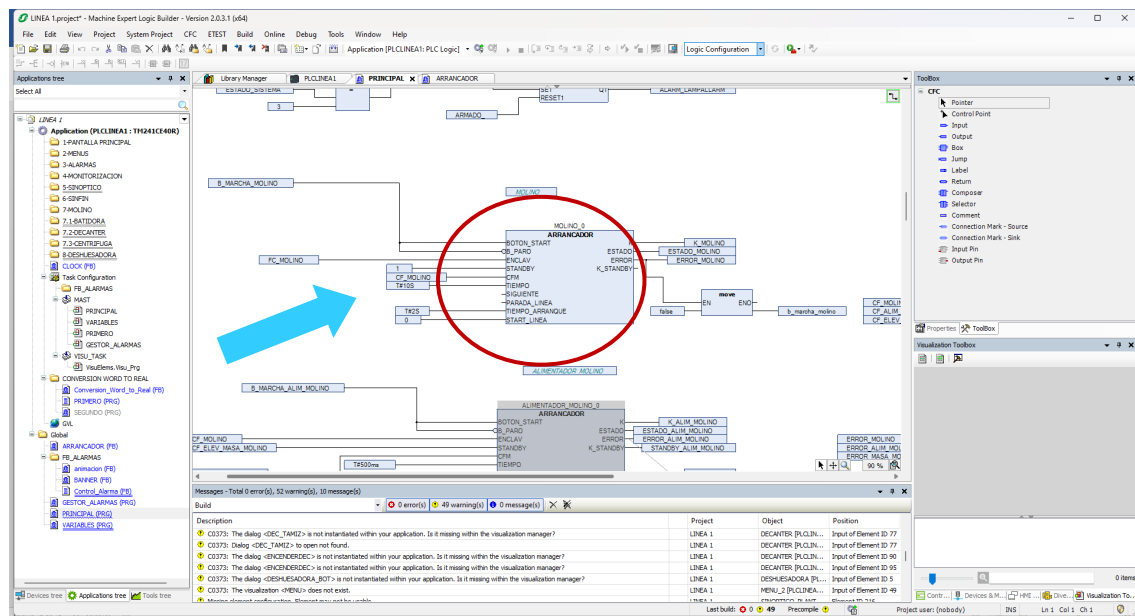


Figura 5.55. El Arrancador.

El funcionamiento del arrancador es muy básico. Este lee las posibles variables de entrada que se tienen según la maquina que sea, y si todas cumplen sus condiciones se activa la orden de *Run*. Ahora bien, para que se active el estado *Run* de una máquina, existe unas series de condiciones que varían según dicha máquina, estas condiciones se analizan, se estructuran y se enclavan entre si afuera del Arrancador, de tal manera que la variable de entrada del arrancador siempre sea la misma, haciendo que este mismo solo tenga que realizar siempre las comprobaciones internas similares.

Pasamos a ver el arrancador por dentro, que queda de la siguiente manera:

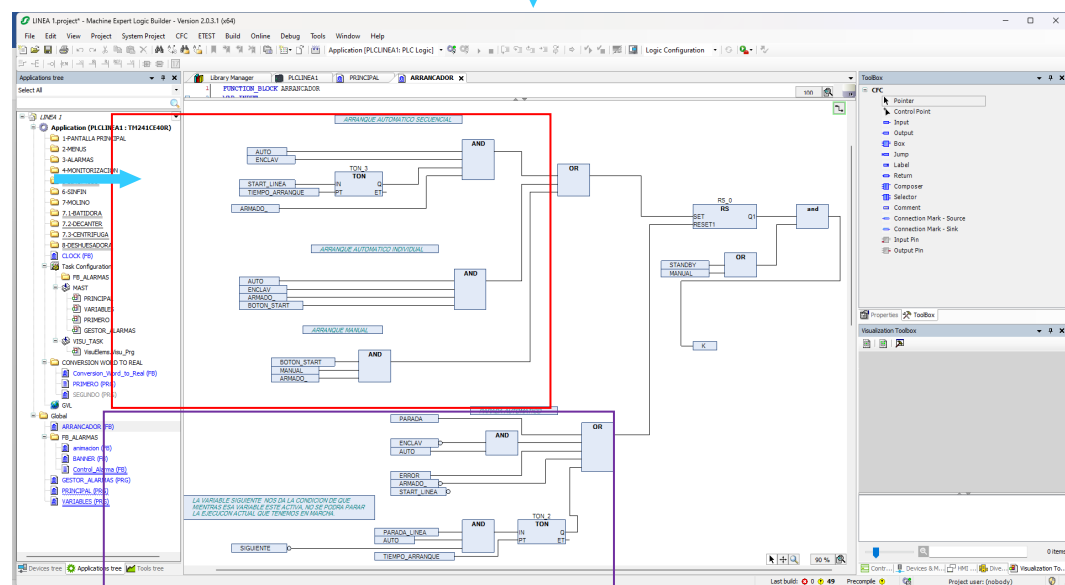
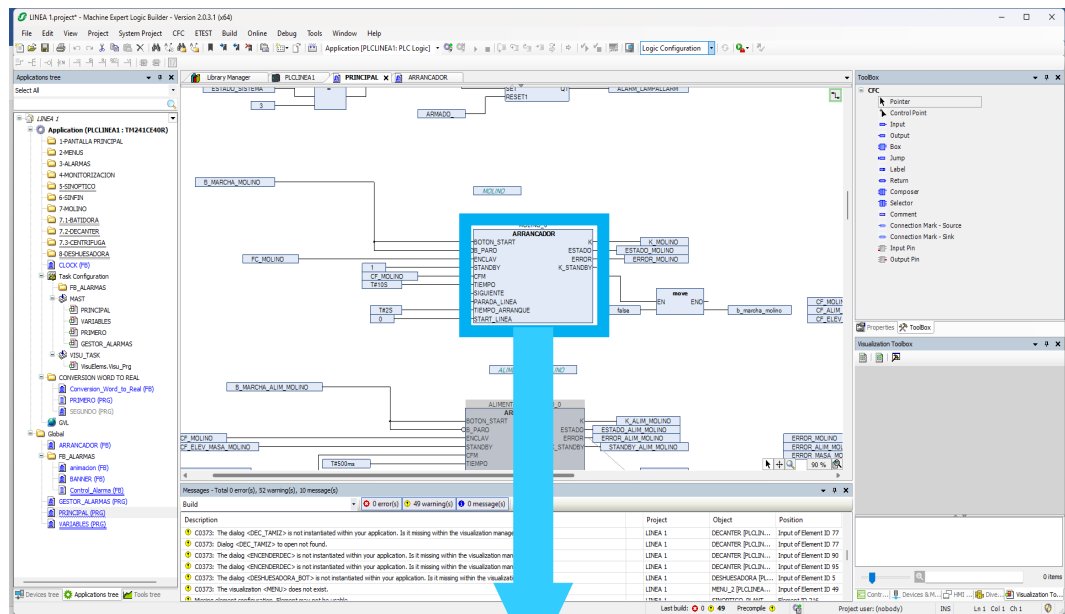


Figura 5.56. Explicación de cómo queda el Arrancador.

Para poder hacer la explicación más fácil, he separado el arrancador en cuatro partes, cada una con un color:

✚ **Rectángulo rojo:** es que recibe las entradas para poder poner en marcha la acción que se vaya a ejecutar. El recuadro rojo tiene dos ramas, la automática que es la superior y la manual, que es la inferior, entre medias tenemos un arranque automático manual. Si todas las variables señaladas con la fecha cumplen, al arrancador se le dará la opción arranque (por eso tenemos un

bloque con un And), así lo hará para las 3 maneras que tiene, pero solamente debe de ser una, ósea se, no se puede arrancar la variable K, si tenemos el arranque manual y el arranque automático secuencial en O.K, eso indica que hay algún error, por eso se utiliza en Or justo a la salida de las variables.

🚦 **Rectángulo morado:** Esta parte del arrancador es la que se encarga de cortar el proceso, es decir, es la que nos indica que hay un error, pudiendo tener los siguientes errores:

- Que se pulse el botón de parada O Botón Manual.
- Que este el modo automático activado pero los enclavamientos no estén listos.
- Que exista algún error en cualquier parte de la línea, aunque el enclavado y el ok de la línea este activo.
- Que, por alguna razón, una máquina haya tardado mas de la cuenta en dar el Ok, ya que puede ser indicio de que algo no está funcionando bien.
- Que el armado de la línea no este activado o se haya desactivado.

El arrancador gestiona todas las consignas exteriores, es decir, se encarga de gestionar y comprobar que, antes de arrancar cualquier máquina, la planta no tenga ningún tipo de error y que no se realice algo fuera de lo programado.

Para que se facilite la comprensión, utilizare el arrancador del sínfin para explicar cual seria el proceso a seguir:

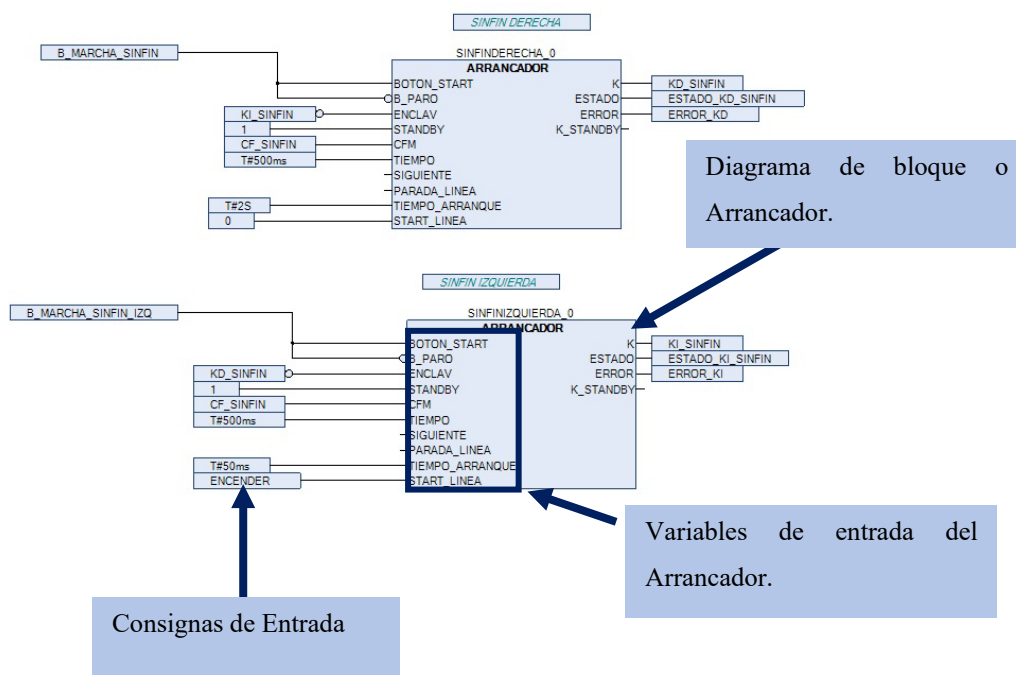


Figura 5.57. Ejemplo de Arrancador.

Como hemos podido ver anteriormente, el objetivo del arrancador es que se obtenga la variable **KI\_SINFIN** en true. Primeramente, se tiene que cumplir que todas las consignas de entradas que vienen predisuestas antes del arrancador obtengan un valor *true*, exceptuando la variable de entrada **KD\_SINFIN**, ya que esta variable posee un punto antes de entrar al arrancador, significando que esa variable va negada o que tiene que tener un valor false. Una vez que estas variables tengan todos los valores necesarios, el arrancador se encarga de comprobar que los enclavamientos, los sistemas de seguridad, los niveles, temporizadores y sensores que se encuentren en la planta estén con valor true, haciendo así que se ejecute la variable de salida, además del estado, que nos será muy útil en la zona del Scada, pudiendo utilizar esta variable para indicar en qué estado se encuentra esta máquina.

### 5.6.3 Diferentes tipos de arrancadores.

Una vez entendido como funciona el arrancador y cuál es su función en el programa, pasamos a mostrar todos los diferentes tipos de arrancadores que se crearon para el funcionamiento de la almazara:

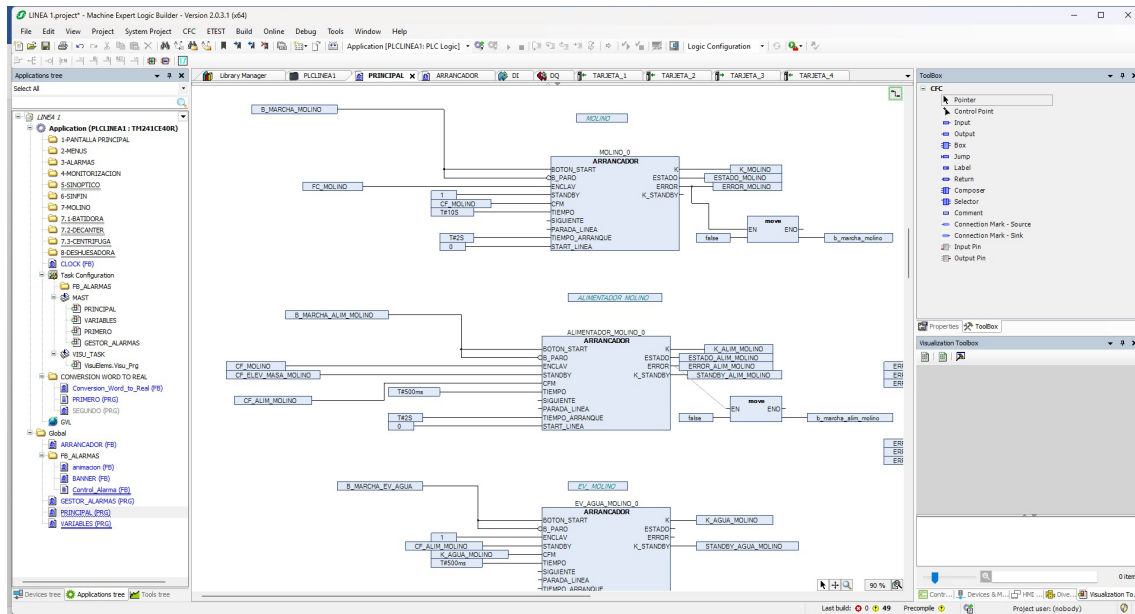


Figura 5.58. Arrancador del molino.

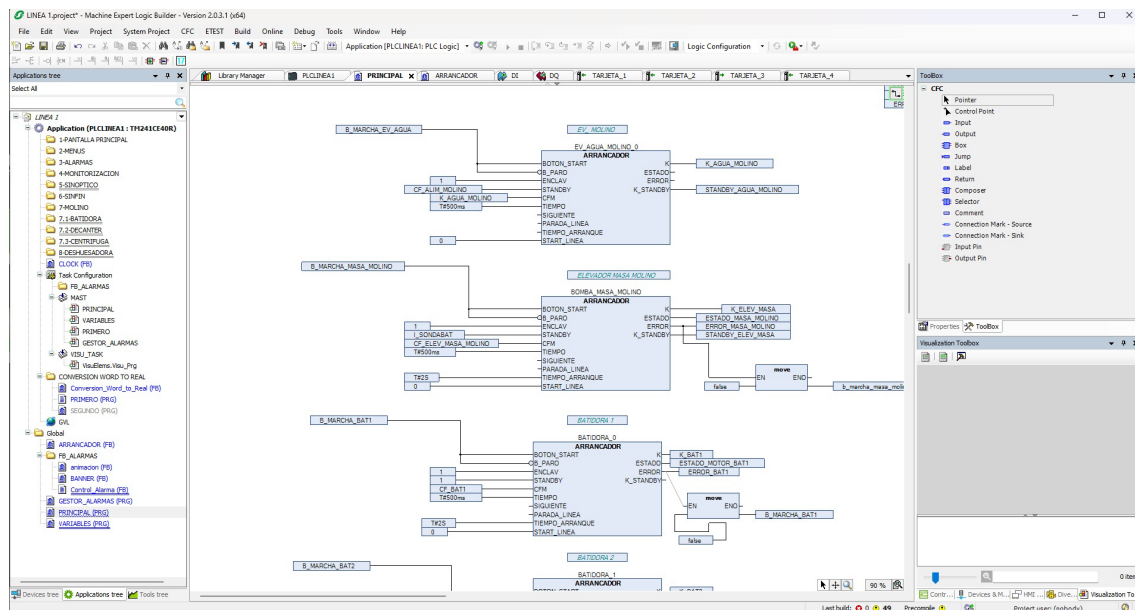


Figura 5.59. Arrancador de las batidoras 1.



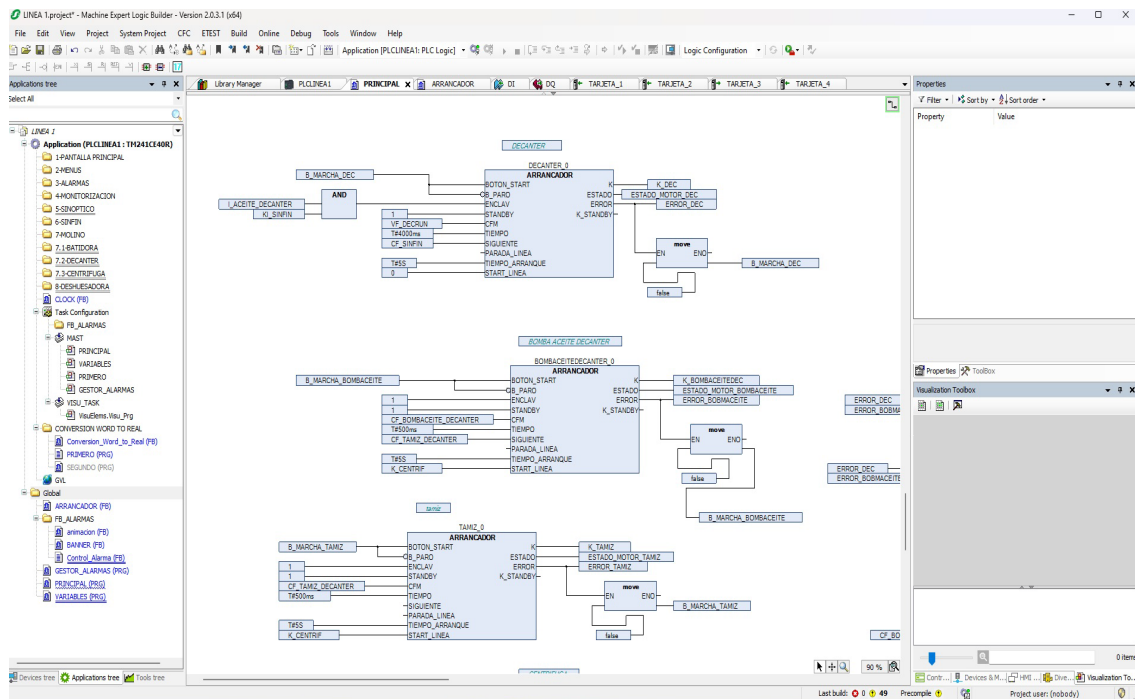


Figura 5.62. Arrancador del decantes y de la bomba  
decanter.

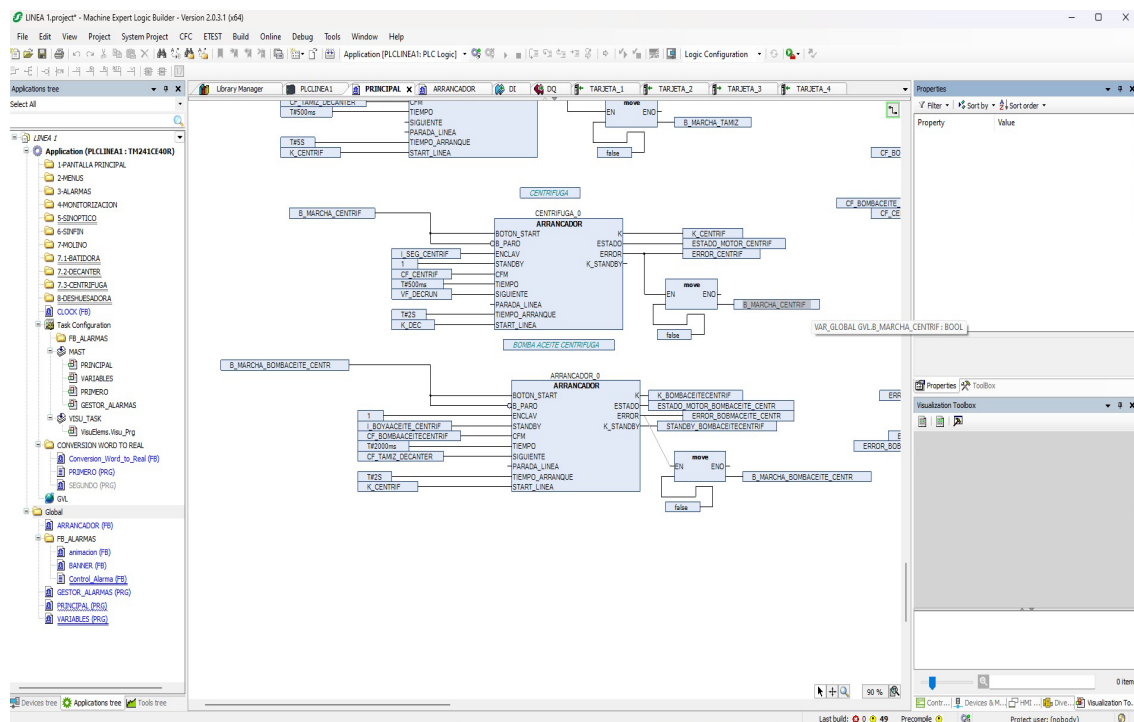


Figura 5.63. Arrancador de la centrifuga y de la  
bomba centrifuga.



## 5.7 CONVERSIÓN DE VARIABLES.

En la mayoría de los casos, trabajamos con variables que suelen tener un valor de verdadero o falso. Sin embargo, en algunos casos nos encontramos con el desafío de operar con elementos dentro de la planta que requieren un tipo de variable diferente. Por ejemplo, si queremos leer la velocidad a la que funciona el decantador cuando está en máxima potencia, necesitamos obtener un número, pero las variables booleanas no nos proporcionan directamente esta información. Por lo tanto, es necesario convertir esa variable en formato de texto para poder leer la cifra que nos está dando.

El proceso de conversión de una variable booleana a entera implica asignar un valor numérico a la variable entera dependiendo de si el valor booleano es verdadero o falso. En la mayoría de los lenguajes de programación, hay una función o instrucción específica para realizar la conversión de booleano a entero, pero en nuestro caso no teníamos dicha función para que nos la hiciese automáticamente, por lo que tuvimos que programarla utilizando el siguiente bloque de programación situado según se representa:

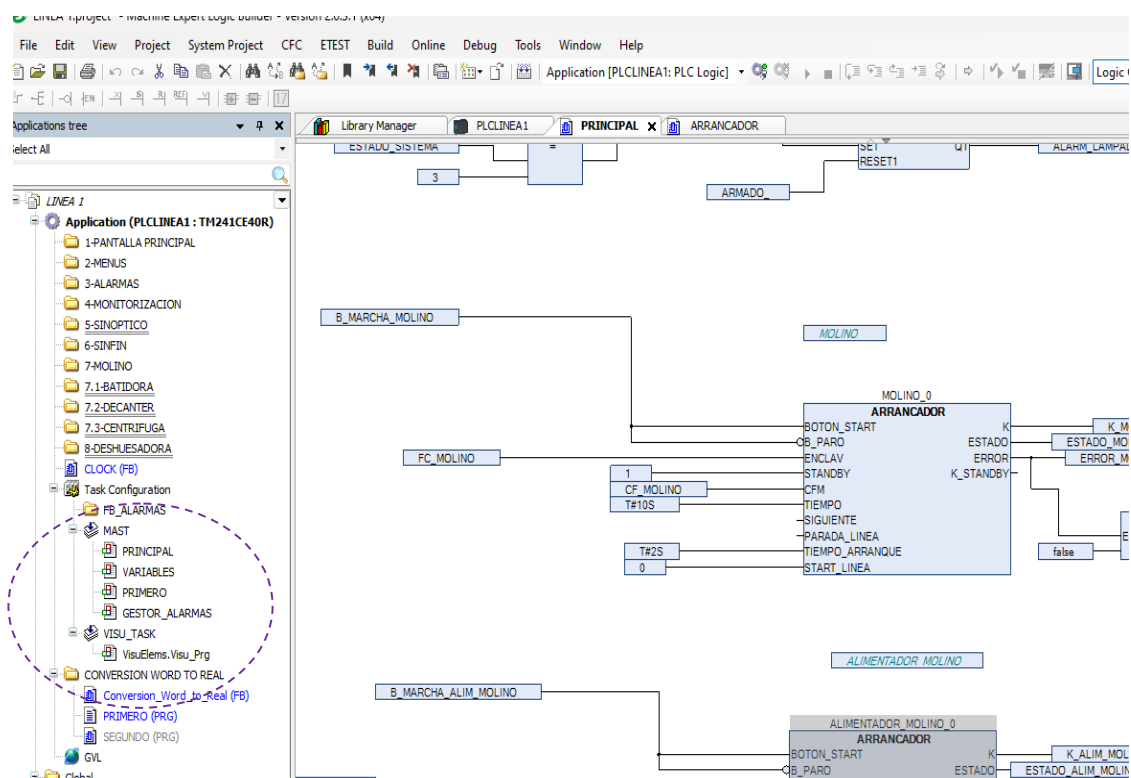
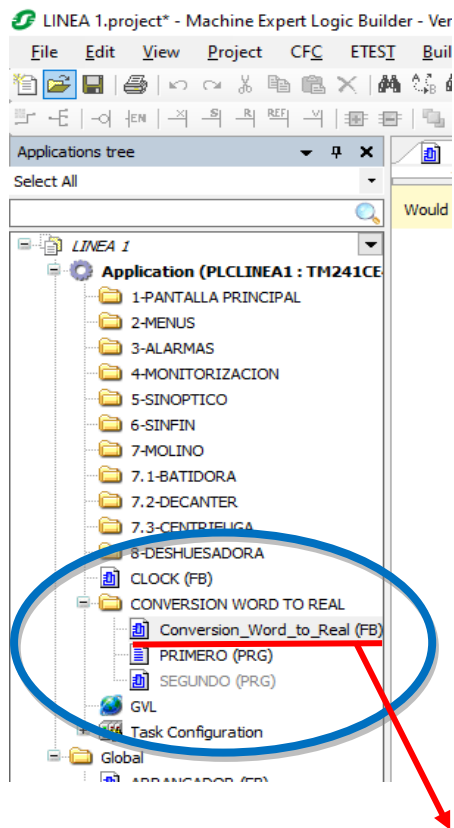


Figura 5.65. Bloque de programación situado.



Para esto, crearemos un sub-programa llamado conversión *Word to real*, que lo que hace es, coger una variable, leerla, y ver con cuantos Bits está formada, para así poder transformarla a otra variable que podamos utilizar.

Este es el bloque de funciones que hemos utilizado para leer las temperaturas de las batidoras, las tensiones e intensidades de las máquinas y la velocidad del Decanter.

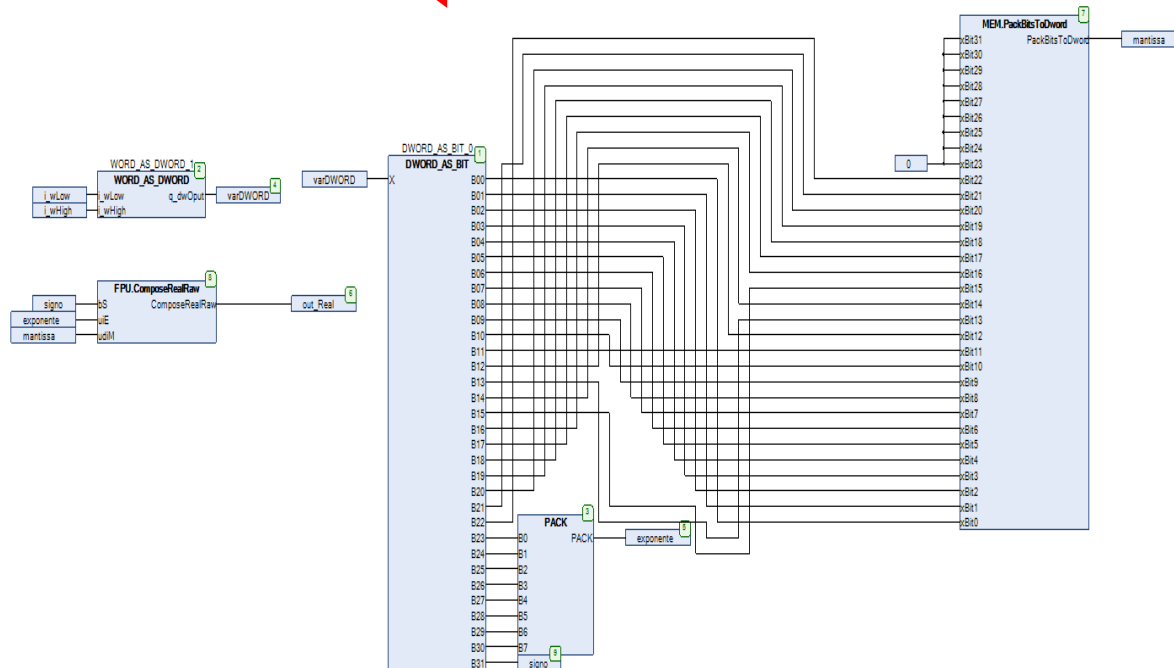


Figura 5.66. Sub-programa Word\_to\_real

El mecanismo interno del Bloque de programación será Conversion\_word\_to\_real.  
A hora lo único que nos queda es introducir la variable deseada y obtener el dato deseado:

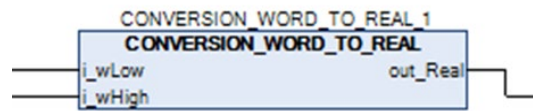


Figura 5.67. Mecanismo interno  
Conversion\_word\_to\_real.

Para poder leer la potencia, intensidad y tensión de las máquinas:

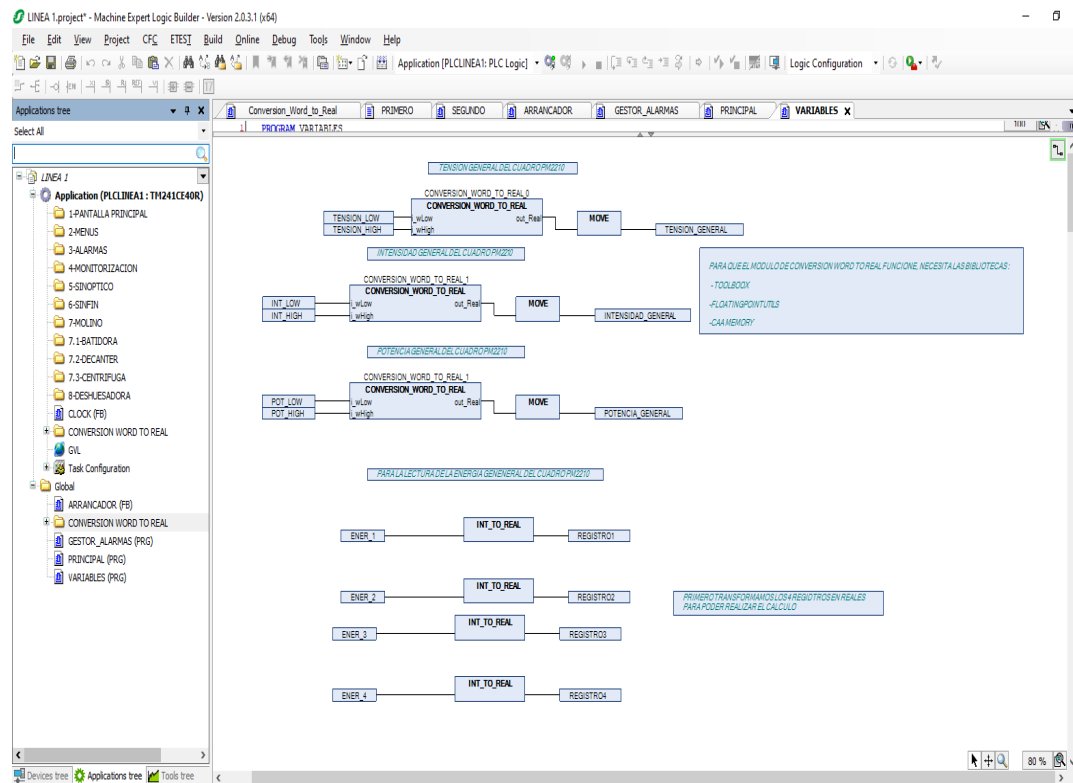


Figura 5.68. Código de lectura de potencia, intensidad  
y tensión de las máquinas.

Para poder leer la intensidad, frecuencia y velocidad de las batidoras:

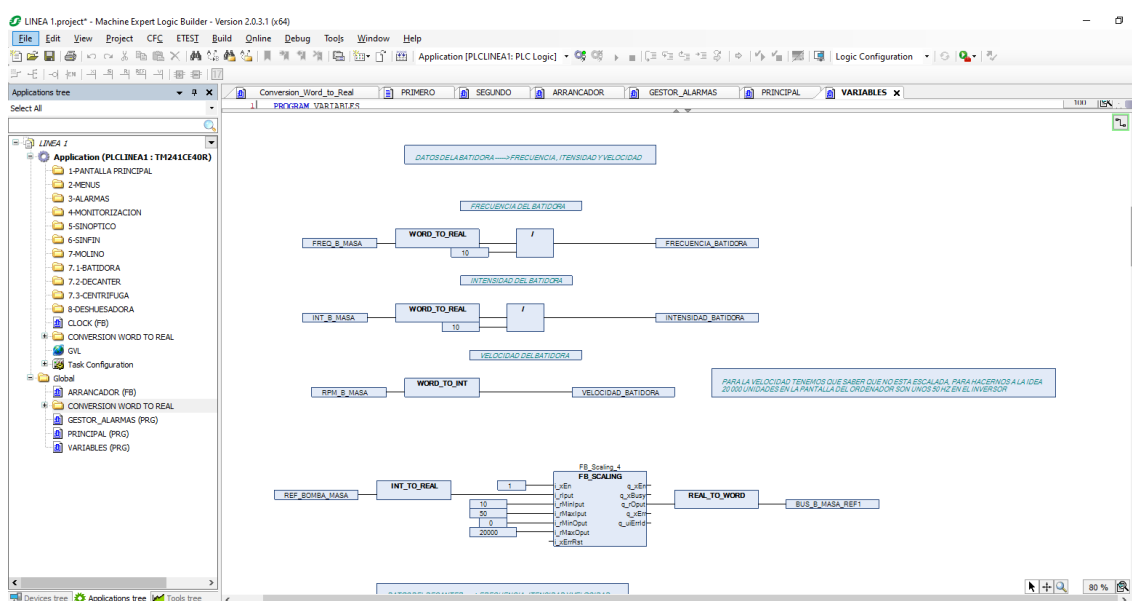


Figura 5.69. Código de lectura la intensidad, frecuencia y velocidad de las batidoras.

Para poder leer los datos del Decanter:

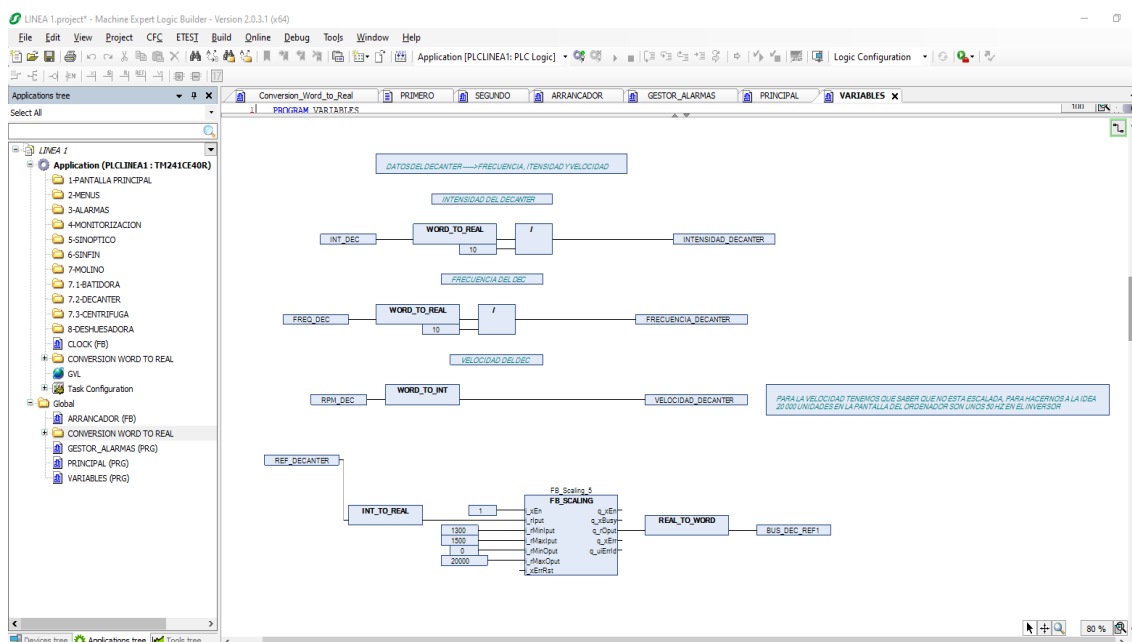


Figura 5.70. Código de lectura para leer los datos del Decanter.

Con todos estos bloques, nos aseguramos de que, a la hora de mostrar las variables en el Scada, se muestren datos que podamos leer, como velocidades, intensidades o algunas tensiones, cosa que sin estas conversiones sería imposible de leer y mostrar.

## 5.8 ESTADOS DE LA PLANTA.

Es fundamental tener un conocimiento detallado y actualizado del estado de una planta industrial en todo momento para garantizar un control y funcionamiento adecuados. En ocasiones, pueden ocurrir errores o fallas sin que seamos conscientes de ellos, lo que puede tener consecuencias negativas tanto en términos de seguridad como de eficiencia. Por lo tanto, se ha implementado un sistema de monitoreo que asigna diferentes estados a la planta con el fin de brindar una visión clara de su situación. Estos estados son cruciales para evaluar el estado operativo de la planta. En primer lugar, se debe determinar si la planta está en marcha o no. Esto implica verificar si todos los componentes necesarios están funcionando correctamente y si se cumplen las condiciones óptimas para el proceso industrial. Si la planta no está en funcionamiento cuando debería estarlo, es necesario identificar las posibles causas y tomar medidas correctivas de inmediato.

Además, es esencial detectar cualquier tipo de error o fallo que pueda ocurrir en la planta. Esto puede incluir desde problemas en los equipos o sistemas hasta desviaciones en los parámetros de funcionamiento. Un error no atendido a tiempo puede llevar a un deterioro en la calidad de los productos, interrupciones en la producción e incluso situaciones peligrosas para los trabajadores y el entorno. Por lo tanto, se debe tener una supervisión constante y una respuesta rápida para corregir cualquier error identificado.

Por último, es importante contar con un sistema que pueda identificar y comunicar de manera inmediata cualquier emergencia que ocurra en la planta. Las emergencias pueden variar desde fugas de sustancias peligrosas hasta incendios o situaciones de riesgo inminente. En estos casos, se requiere una acción inmediata para salvaguardar la seguridad de todos los involucrados y minimizar los posibles daños. Solo a través de un monitoreo constante y una respuesta adecuada se puede garantizar la operación segura y eficiente de una planta industrial.

Para empezar, empezaremos comentando como se gestionaron los diferentes estados de la planta, pudiendo diferenciarlo en:

- ✚ Estado de run y parada: Este estado indica que todo funciona con normalidad, y que la planta se encuentra funcionando a plena carga. El bloque de funciones que se encarga de gestionar este estado es el siguiente:

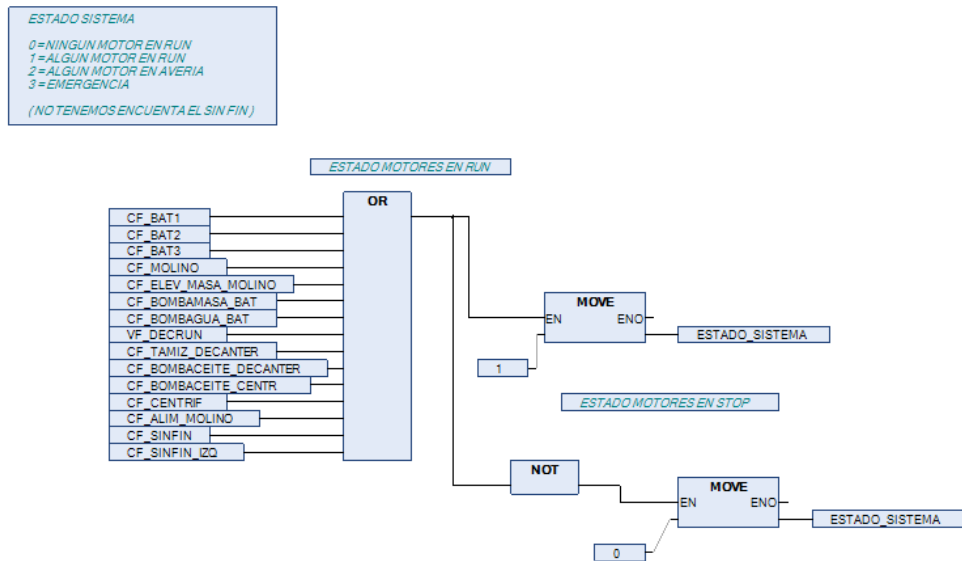


Figura 5.71. Bloque de funciones que gestionan el estado de run y parada

Este Bloque funciona de tal manera que, si cualquier confirmación de marcha (variables de entrada) se cumple, indicara que el estado de la planta está en run, asignando ese estado a un numero que seria el 1. En el caso contrario de que ninguna confirmación de marchar este activada, se indica que la planta está parada, asignándose ese estado al número cero.

✚ Estado de Error: Estado que indica que existe un error en alguna máquina de la almazara, como por ejemplo que el nivel de la batidora no sea el correcto o la temperatura no haya llegado a la deseada. Este estado viene dado por el siguiente bloque de funciones:

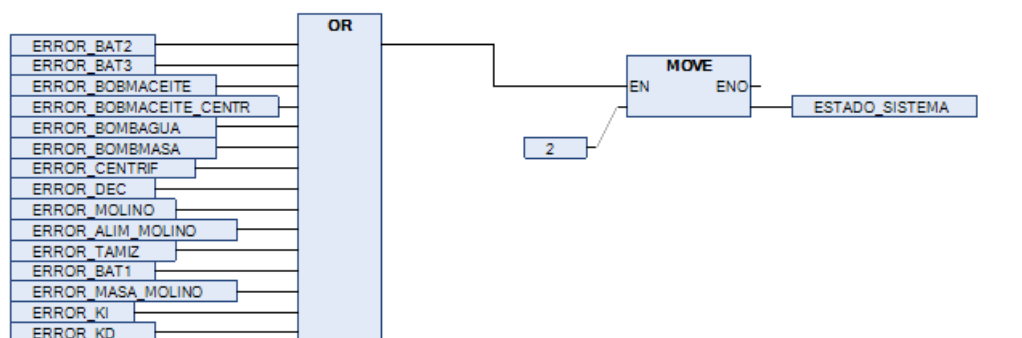


Figura 5.72. Bloque de programación para el guardado de las variables de error.

El estado de error se mostrará con el numero 2.

🚨 Estado de emergencia: Estado que indica que se ha pulsado el botón físico de parada, por lo que se parara la línea de producción de golpe, ya que este botón hace referencia a que alguna emergencia ha ocurrido:

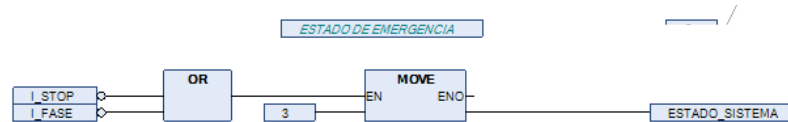


Figura 5.73. Bloque de programación para el estado de emergencia.

Este estado se guardará y se mostrará con el número 3.

Ahora bien, para el estado de alarmas, existe una consigna, y es que dependiendo cual sea el estado, se tendrá que activar una lampara luminosa u otra, paralelamente de un aviso sonoro. Esto lo gestiona el siguiente Bloque de funciones:

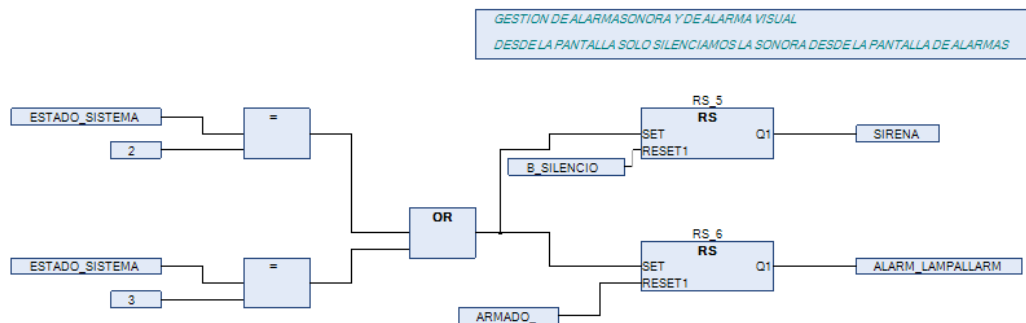


Figura 5.74. Bloque de programación para la gestión de alarma visual y sonora.

La alarma sonora se incorporo a la planta para poder captar la intención de los operarios y que se redujese el tiempo de reacción para socorrerla.

Por último, la planta cuenta con una selección de modos de arranque, ya sea manual o automático enclavado, el cual se podrá elegir en la parte principal del Scada y viene gestionado por el siguiente Bloque de Programación:

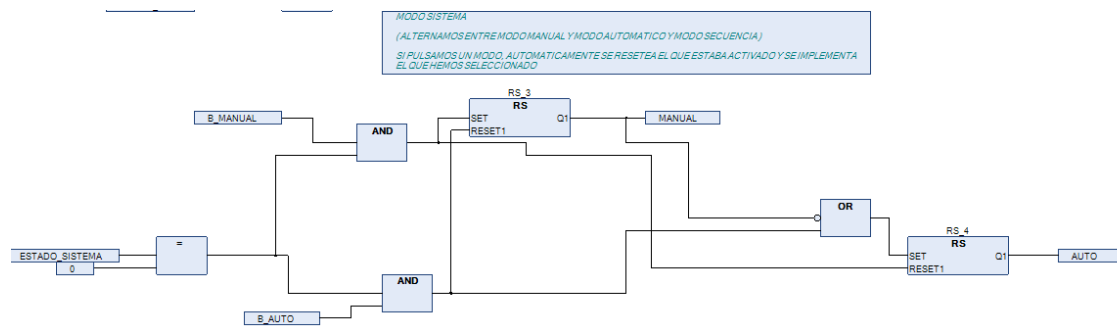


Figura 5.75. Bloque de programación para el modo de sistema.

## 5.9. ANEXO A LA PROGRAMACIÓN.

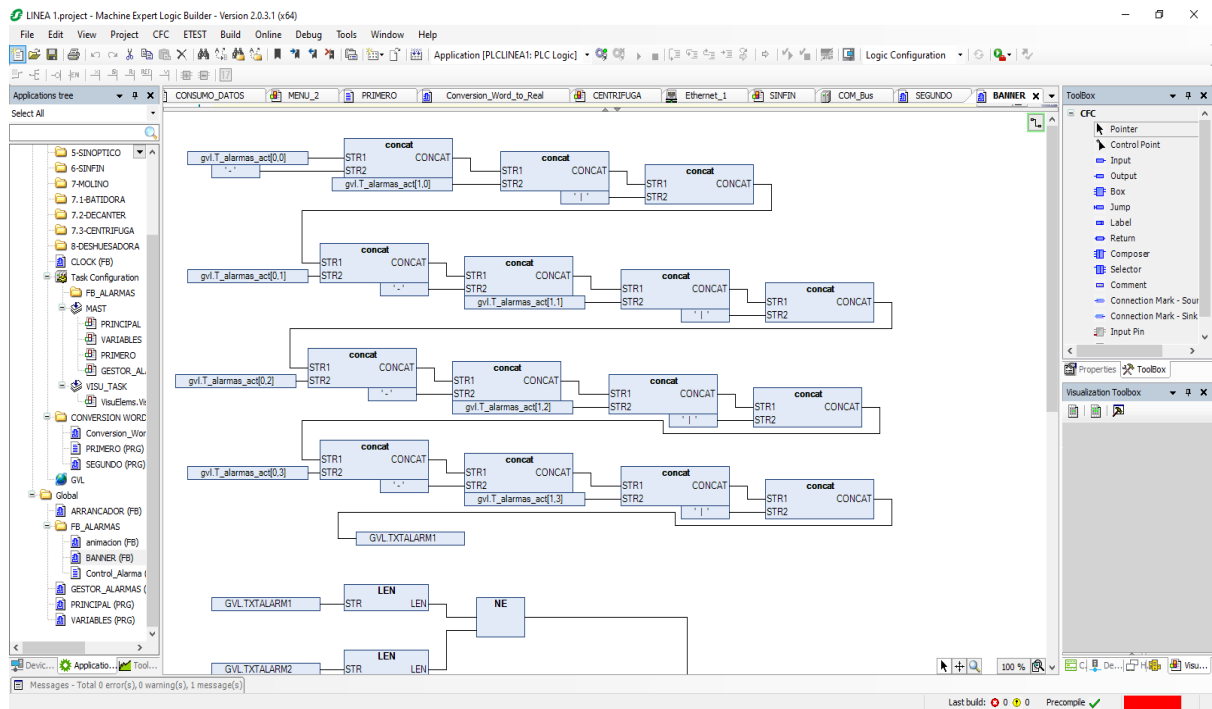


Figura 5.76. Programación del banner 1.

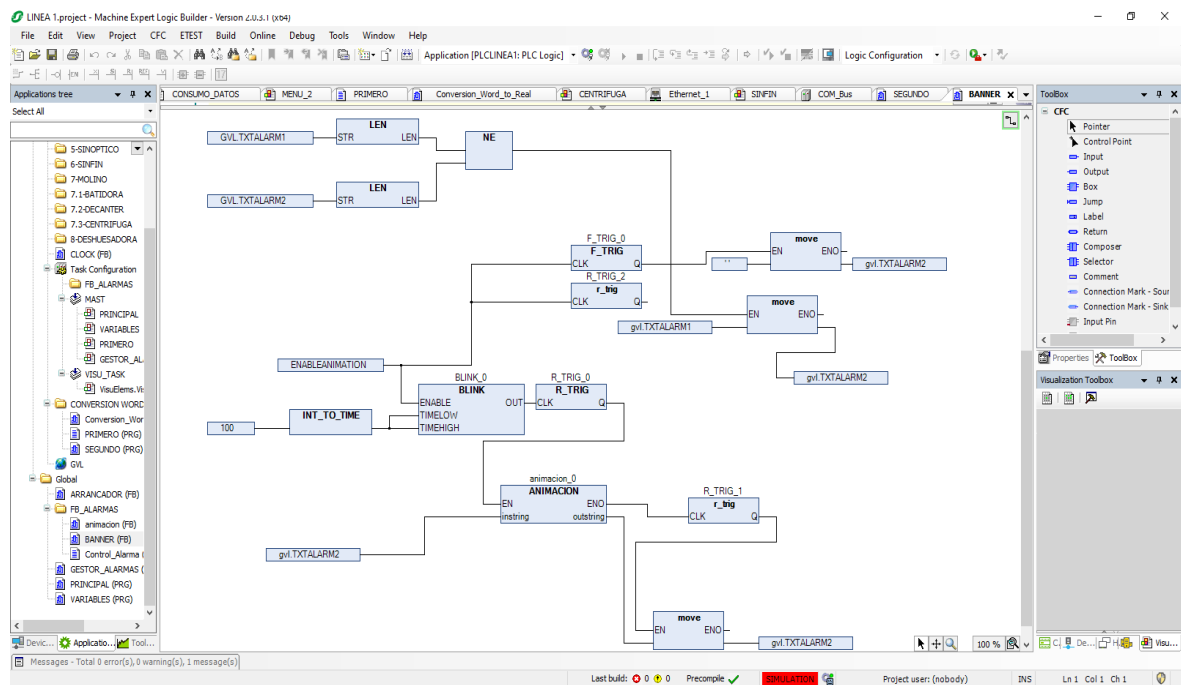


Figura 5.77. Programación del banner 2.

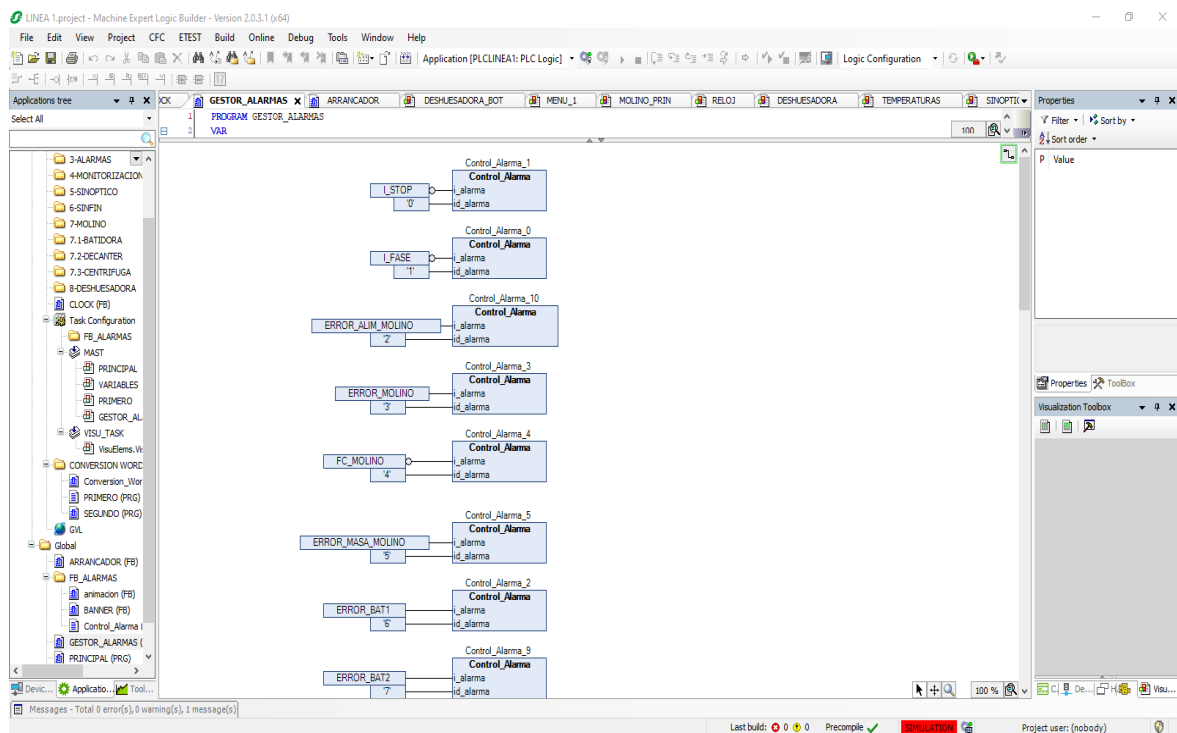


Figura 5.78. Programación control alarmas banner 1.

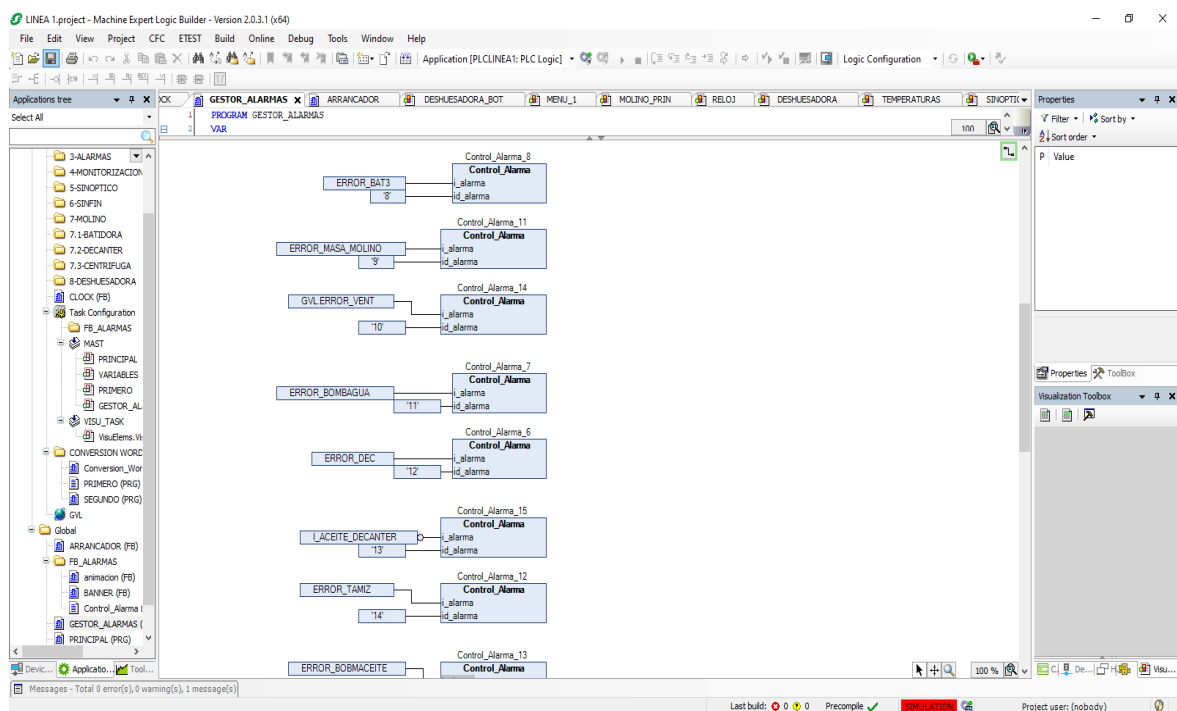


Figura 5.79. Programación del banner 2.

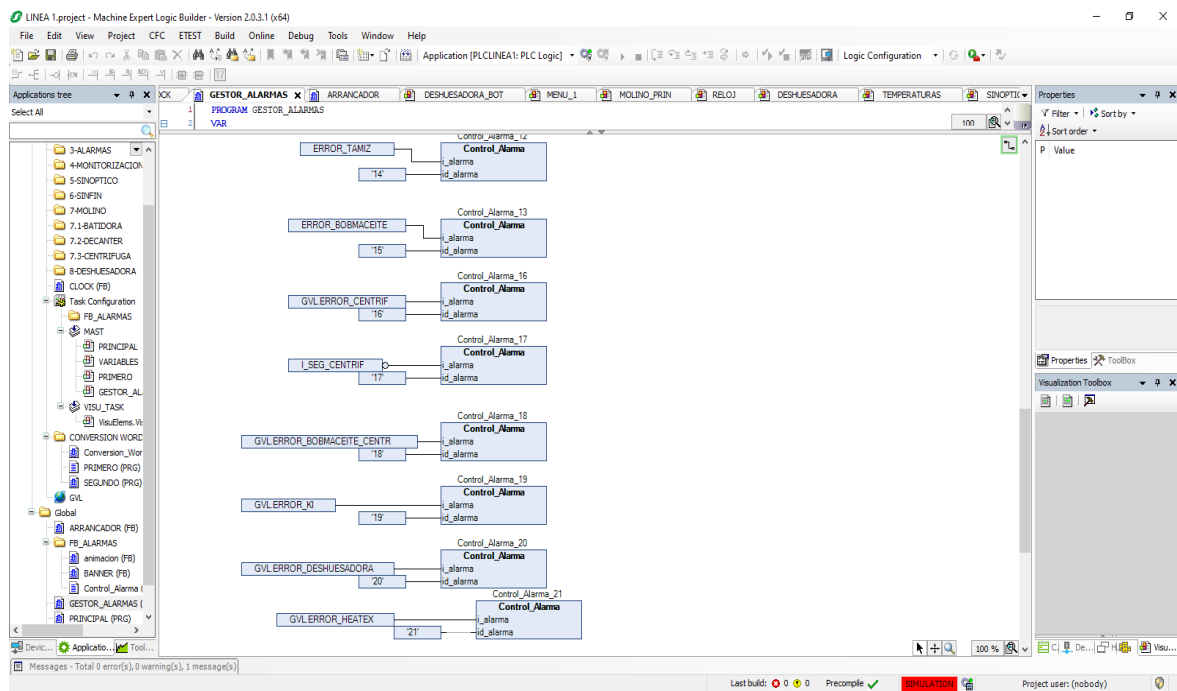


Figura 5.80. Programación del banner 3.

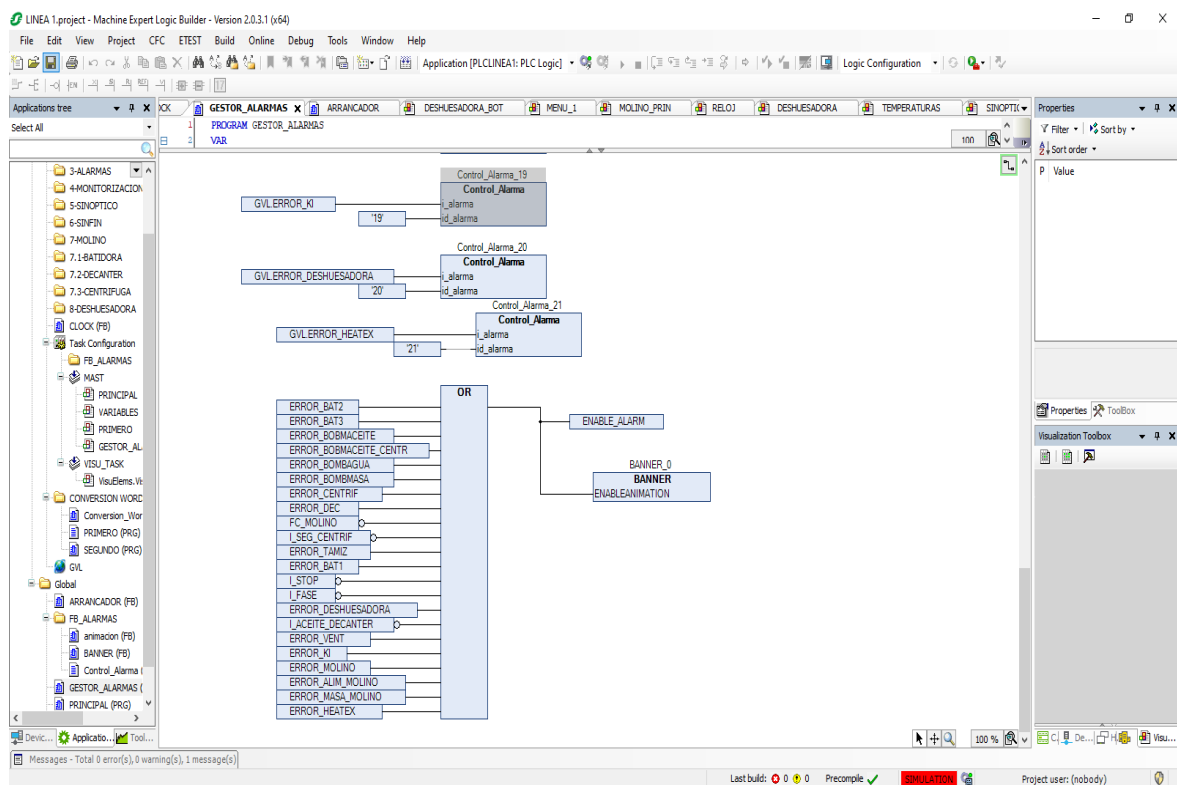


Figura 5.81. Programación del banner 4.

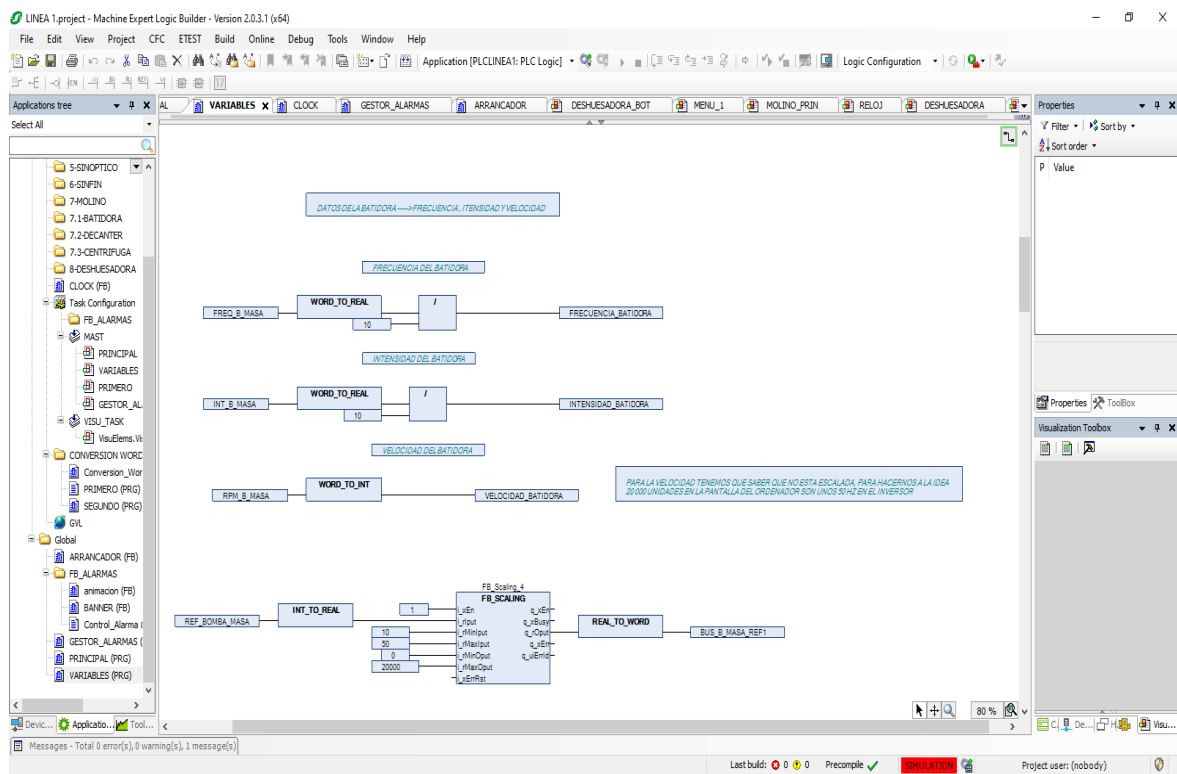


Figura 5.82. Programación cálculo datos de la batidora

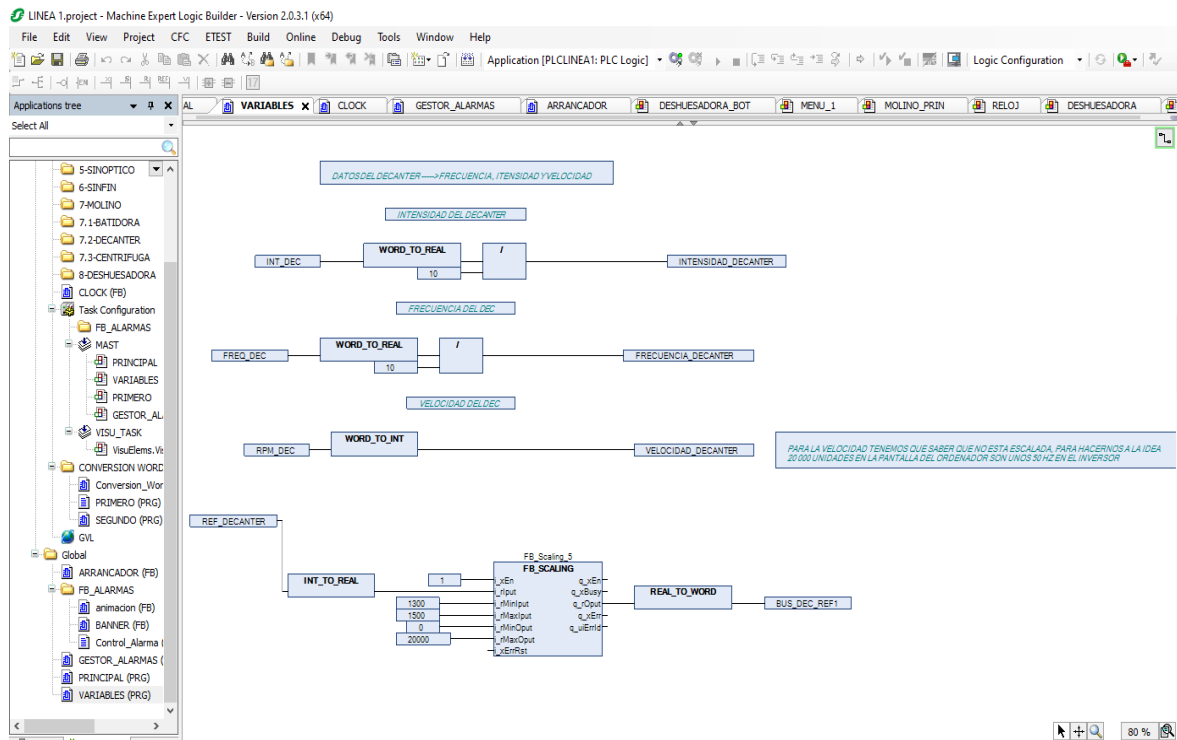


Figura 5.83. Programación datos del decanter.

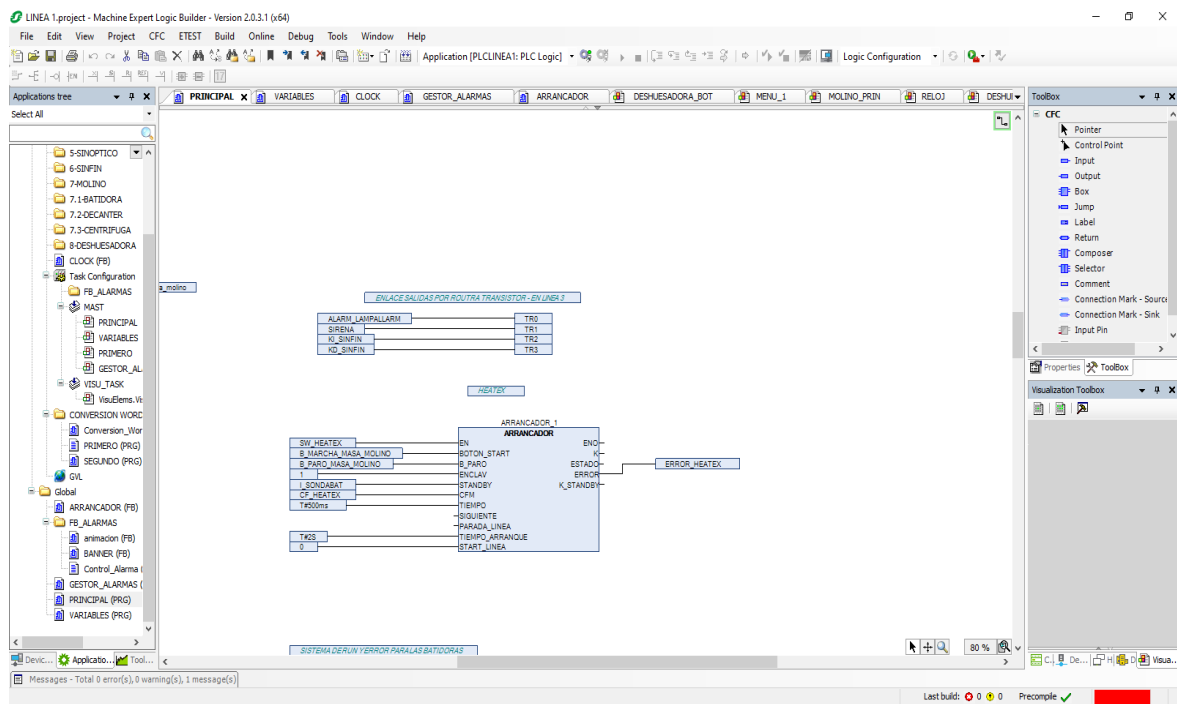


Figura 5.84. Programación enlace salida por rotura del transistor

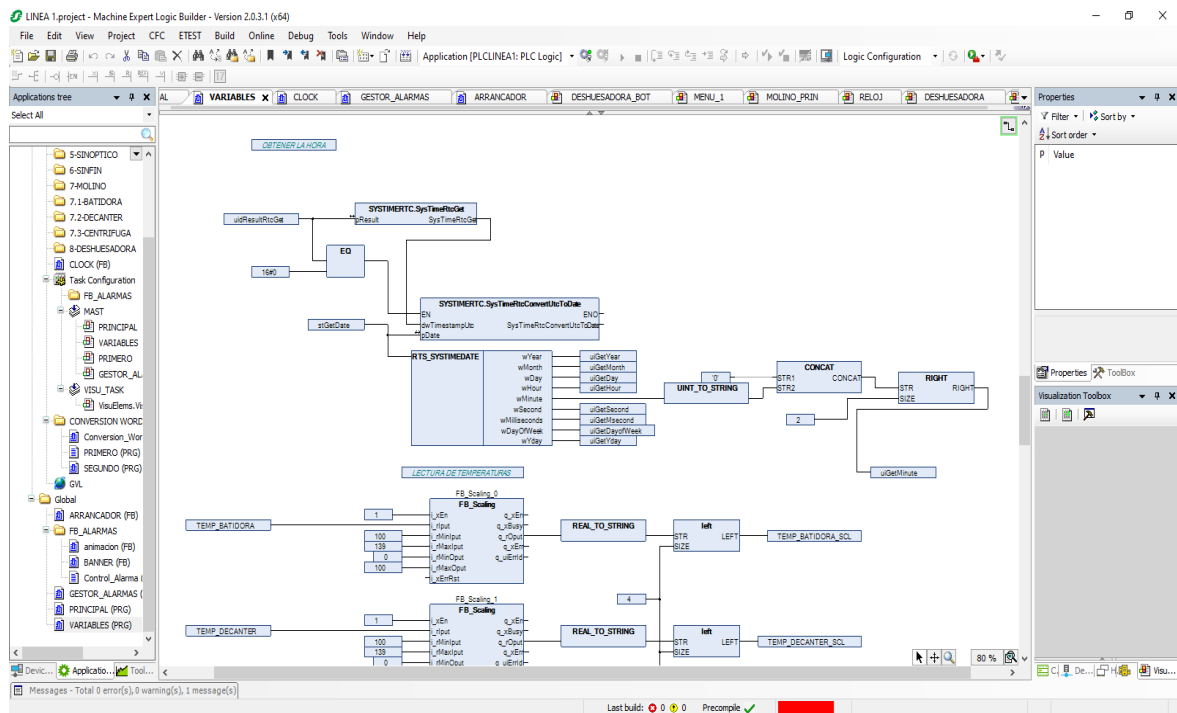


Figura 5.85. Programación de la obtención de la hora 1.

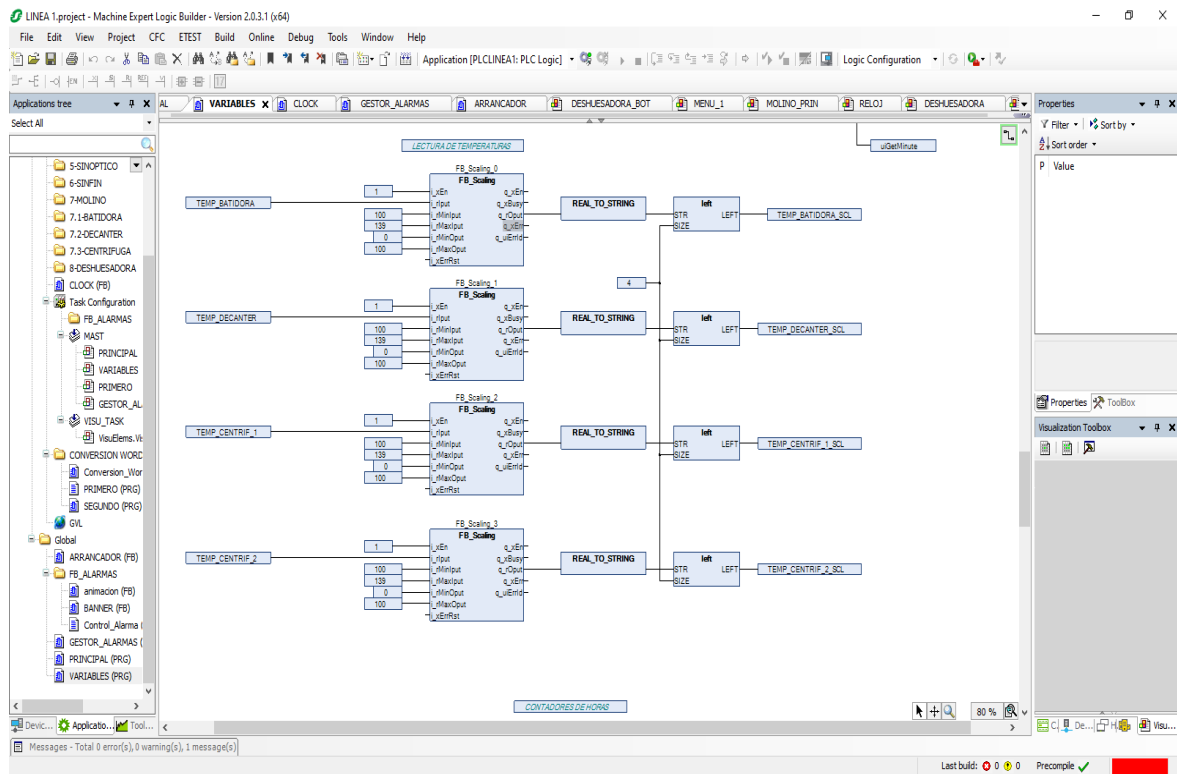


Figura 5.86. Programación de la obtención de la hora 2

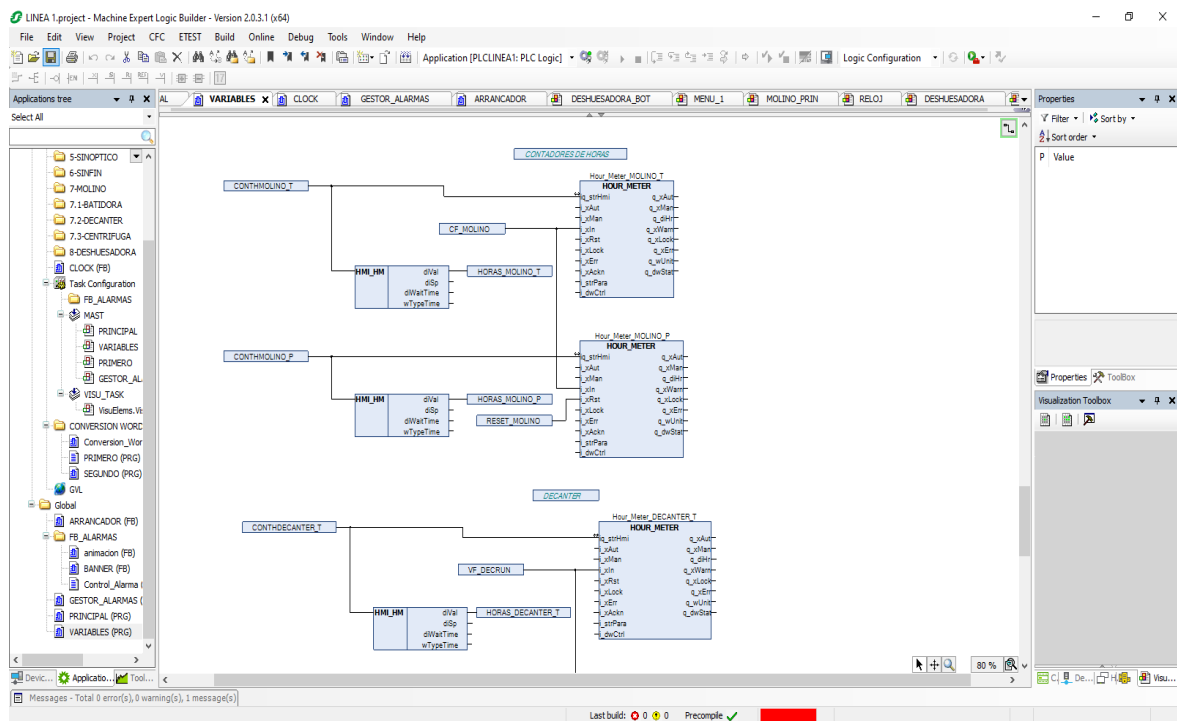


Figura 5.87. Programación de la obtención de la hora 3



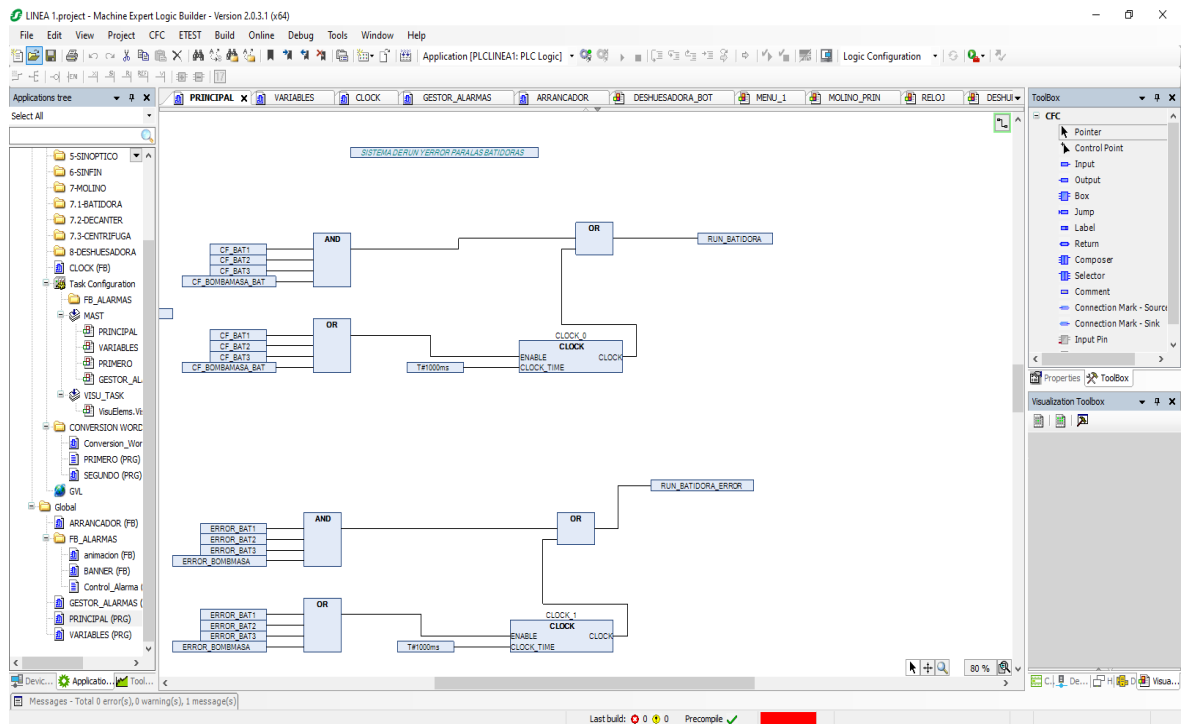


Figura 5.90. Programación del sistema de run y error de la batidora.

## **6. EL SCADA.**

La monitorización visual de un PLC es una herramienta crucial en el ámbito de la automatización industrial. Esta permite observar y supervisar en tiempo real el estado y el rendimiento de un sistema controlado por un PLC. La monitorización visual proporciona una interfaz gráfica intuitiva que muestra información relevante, como datos de entrada y salida, variables de proceso, alarmas y mensajes de diagnóstico. Estas pantallas pueden ser un panel de control local conectado directamente al PLC o interfaces gráficas remotas que se acceden a través de una red. A través de la monitorización visual, los operadores y técnicos pueden vigilar y controlar eficientemente los procesos industriales, identificar posibles problemas o fallos, ajustar parámetros de funcionamiento y realizar tareas de mantenimiento preventivo. Además, estas pantallas suelen ofrecer capacidades de configuración y programación, lo que permite modificar los programas de control del PLC en tiempo real, adaptándolos a las necesidades cambiantes de la producción.

La monitorización visual de un PLC ofrece numerosos beneficios, como la mejora de la eficiencia, la reducción de los tiempos de inactividad, la optimización de la producción y la detección temprana de problemas. Al proporcionar una visualización clara y detallada de los procesos automatizados, esta tecnología facilita la toma de decisiones informadas y contribuye a la mejora continua de las operaciones industriales, mostrando además en cómo se encuentra la planta en cualquier instante.

## 6.1 PARTES DEL SCADA.

El Scada se descompone en una pantalla principal, que abarca información de los diferentes arranques que disponemos, teniendo incorporada una sección para el arranque selectivo y las entradas a los menús. En dicha sección, podremos ejecutar el arranque selectivo de la máquina que quemamos, como supervisar el estado de las maquinas, pudiendo leer datos e interpretarlos.

La pantalla principal que veríamos cuando arrancamos el Scada es la siguiente:



Figura 6.91. Pantalla principal del Scada.

Podemos diferenciar los distintos tipos de arrancadores que tenemos, pudiendo elegir el manual y automático. Antes de arrancar tenemos que armar el sistema.

Para acceder los menús, pulsaríamos el botón que esta rodeado por el circulo morado discontinuo, mostrando la siguiente pantalla:



Figura 6.92. Menú principal del Scada.

Esta pantalla la catalogamos como Menú 1 y permite elegir que maquina queremos revisar, arrancar o consultar algún dato de importancia. Por otra parte, tenemos el Menú 2 o el estado de planta, situado debajo de la pantalla en el cual si seleccionamos esta opción se abrirá la siguiente ventana:



Figura 6.93. Menú 2 de la Scada.

En este Menú, podremos consultar todo tipo de datos, tanto de cualquier maquina como datos internos o un sinóptico de la planta. Resulta muy útil este apartado, ya que podemos ver si una maquina opera con los datos deseados y si se ajusta al rango de valores definidos también. También es la sección donde se ajustarán las configuraciones deseadas del cliente, pudiendo modificar cualquier

## 6.2 PANTALLAS DEL SCADA.

Pasamos a continuación, a mostrar por orden, todas las pantallas que se realizaron para el Scada:

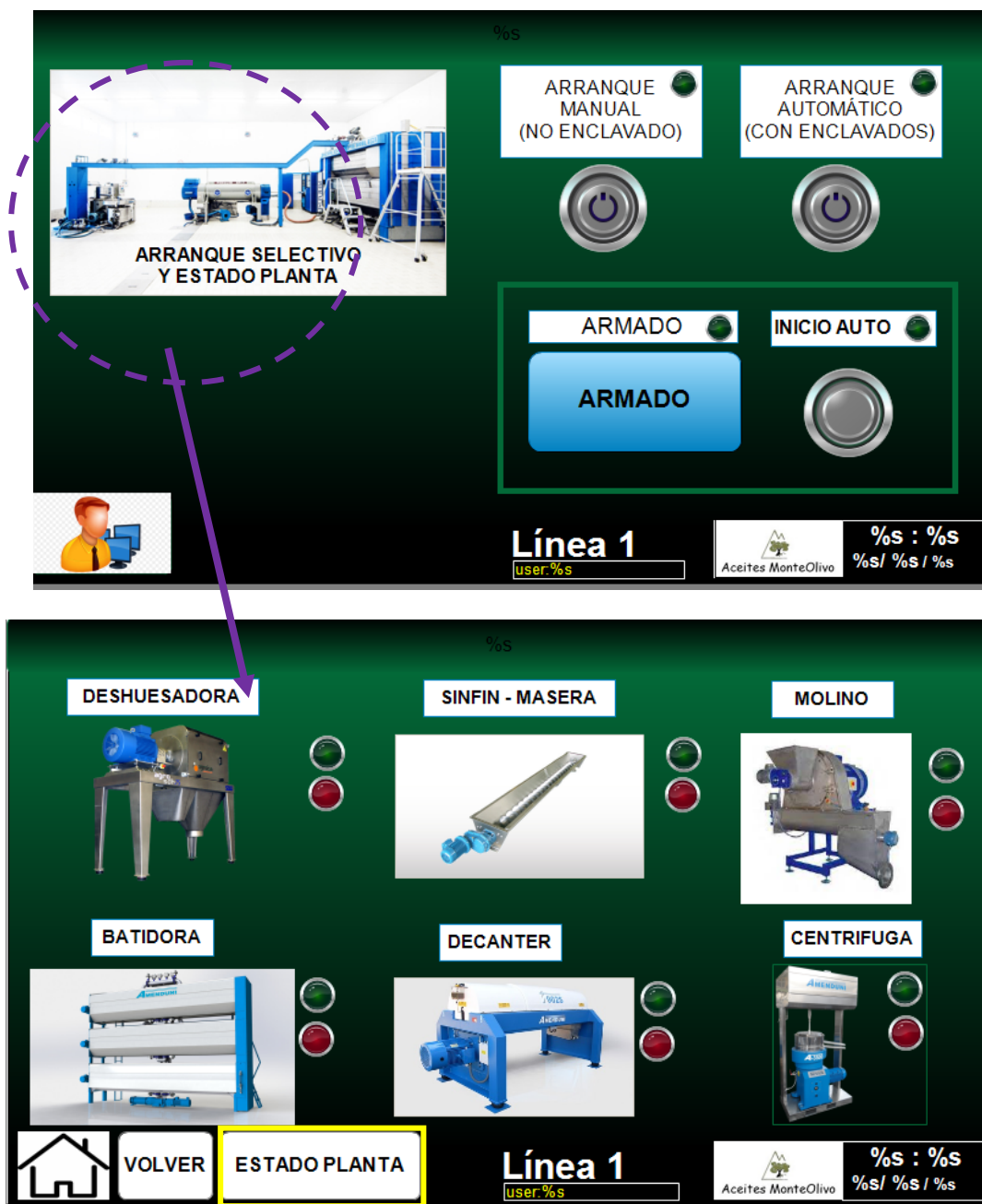


Figura 6.94. Orden de las pantallas.

Pulsando el botón de estado de planta acedemos a:



Figura 6.95. Menú 2 del Scada.

Para el apartado de alarmas:



Figura 6.96. Apartado de alarmas.

Esta pantalla registra todas las alarmas y errores ocurridos, mostrándolos en una tabla, con la fecha y hora, para saber exactamente cuándo ha ocurrido el error.

Para la lectura de datos de las maquinas:

Figura 6.97. Lectura de datos de las máquinas.

Para ajustar la hora en el PLC, y modificar la fecha:

Figura 6.98. Ajuste de hora PLC.

Para consultar los datos de las diversas temperaturas que hemos manejado:

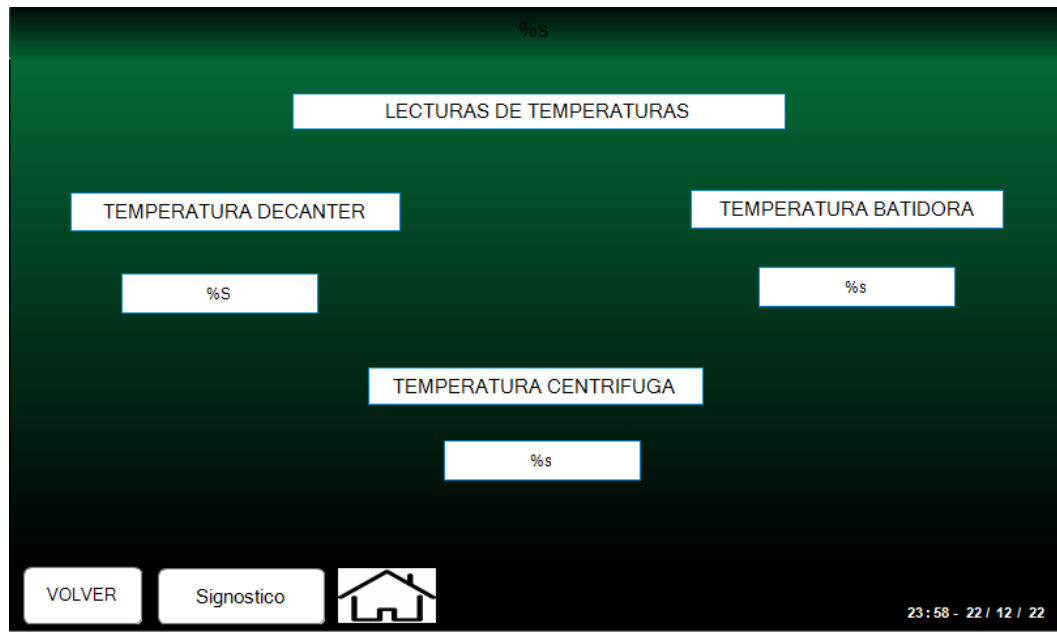


Figura 6.99. Lectura de datos de las temperaturas.

Volviendo al Menú 1, mostraré a continuación las diferentes pantallas que se hicieron para cada maquina:



Figura 6.100. Menú principal 1.

Para la **Deshuesadora:**



Figura 6.101. Deshuesadora.

Para el **Sinfin**:



Figura 6.102. Sinfin.

Para el **Molino**:



Figura 6.103. Molino

Para la **Batidora**:



Figura 6.104. Batidora.

Para el **Decanter**:



Figura 6.105. Decanter

Para la **Centrifugadora**:

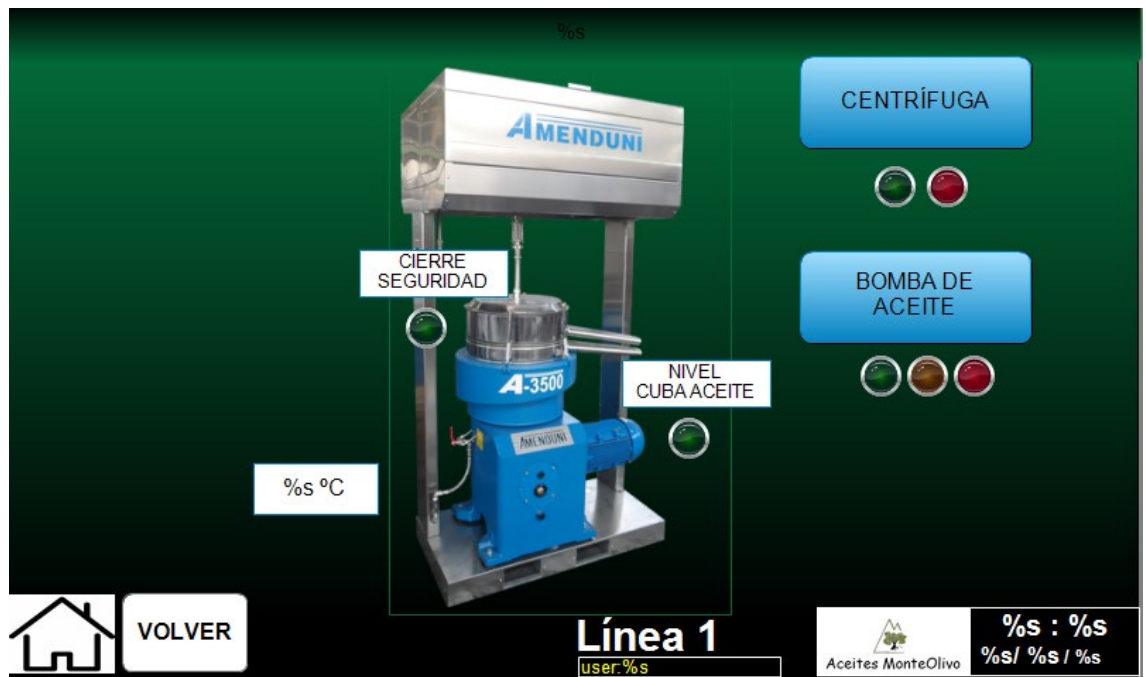


Figura 6.106. Centrifugadora

Aquí se presentan todas las diversas pantallas que fueron diseñadas para el Scada, lo cual demuestra la amplia variedad de opciones disponibles y ventanas que se diseñaron.

### 6.3 FUNCIONAMIENTO DEL SCADA.

Cuando nos referimos a asociar las ilustraciones con las variables programadas en el contexto del SCADA, hablamos de la capacidad de este sistema para representar gráficamente y visualizar el estado de los procesos monitoreados. Mediante una interfaz intuitiva, el sistema nos muestra de manera clara y comprensible la información relevante, lo cual facilita la toma de decisiones y el control eficiente de los sistemas. Estas variables pueden incluir la temperatura, la presión, el caudal, el nivel de fluidos y otras magnitudes clave para el funcionamiento de los procesos industriales.

Una vez establecida la conexión entre las variables y las ilustraciones, el SCADA proporciona resultados precisos y actualizados en tiempo real. Estos resultados pueden presentarse en forma de gráficos, tablas u otras representaciones visuales que facilitan la comprensión y el análisis de los datos obtenidos. Esto nos permite detectar rápidamente cualquier desviación o anomalía en los procesos y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Pásanos a explicar cómo asociamos las variables a las ilustraciones y que sucede cuando interactuamos con una figura, poniendo como ejemplo, el botón *arranque automático*.

Cuando pulsamos este botón, obtendremos el valor de *true* manualmente, porque la orden se la daríamos nosotros desde la pantalla, que, al recibirla, mostrará con una lámpara de color verde que se está ejecutando la orden de encendido que se le ha impuesto:



Figura 6.107. Orden de encendido.

Con esto lo que conseguimos es que cualquier acción que se realice, se pueda visualizar, tanto para ver si lo que se ha hecho es lo correcto, como para corregir dicha acción si se trata de un fallo.

Si estuviéramos en otro caso, por ejemplo, controlando las batidoras de la planta; obtendríamos resultados parecidos.

Este es el menú que se encarga de mostrar el funcionamiento de las batidoras:



Figura 6.108. Menú arranque batidora.

Para este caso, ya entramos en la zona del Scada en la que, para que una ilustración adquiera visualización de encendido o apagado, tendrá que comprobar como se encuentra la variable que se le a asignado a dicha ilustración, en otras palabras, para que se encienda la lampara verde del motor 1, tendremos que asociar la lampara de color verde a la variable que hemos programado que se encarga de controlar el motor 1.

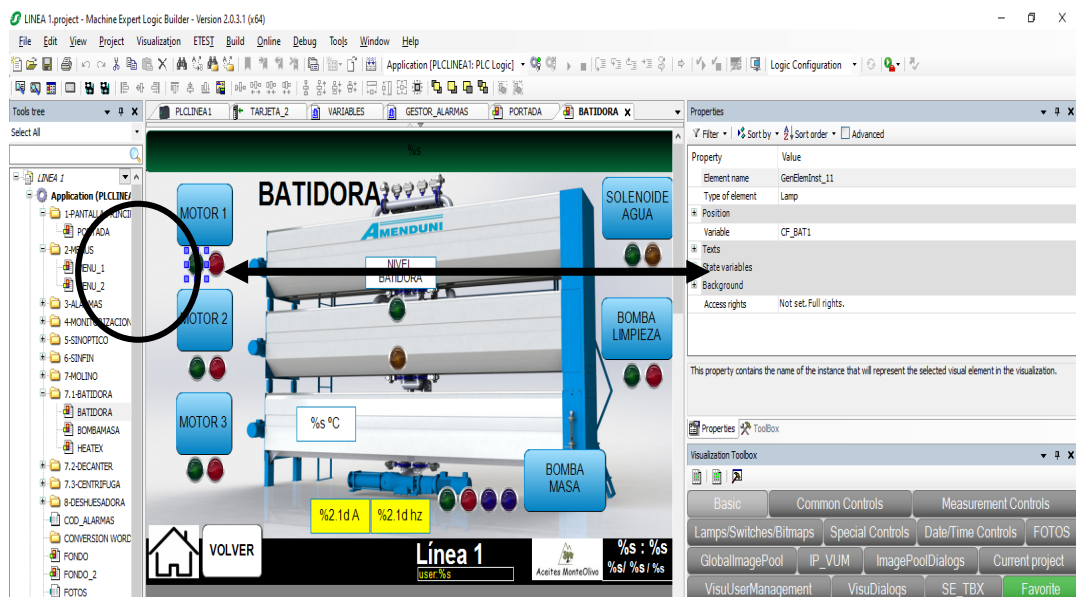


Figura 6.109. Menú arranque batidora.

Por lo tanto, en el momento que CF\_BAT1, que es la variable que se encarga de controlar el motor de la batidora 1(Confirmación de Marcha 1) obtenga el valor de true, la lámpara se pondrá de color verde indicando que el motor se ha encendido y que esta en marcha. Con este funcionamiento, podemos controlar tantas cosas como variables tengamos programadas, que, en el caso de las batidoras, tenemos monitorizadas los tres motores, 1, 2 y 3, la bomba de masa, la bomba de limpieza, temperaturas de las mismas y el nivel. Presentamos aquí algunos de los menús con sus respectivas variables asociadas:



Figura 6.110. Menú arranque decanter.

En este caso, la lámpara azul se encarga de decirnos si el decanter se encuentra en estado de fallo. También podemos observar que se puede leer la velocidad a la que funciona el decanter (círculo amarillo)

## 7. PUESTA EN MARCHA.

Una vez tenemos todo listo, nos queda el paso más importante de todos, que es volcar todo lo que hemos realizado a la realidad, es decir, fusionar nuestro trabajo con la almazara. A este proceso se le denomina “Puesta en Marcha”, y viene predeterminado por los siguientes pasos:

- I. **Conexión física:** En primer lugar, se lleva a cabo la conexión física del PLC con todas las máquinas y equipos relevantes en la planta. Esto implica el uso de cables y otros dispositivos de conexión para establecer una comunicación directa entre el PLC y los componentes involucrados en el proceso, como prensas de extracción, bombas, motores, válvulas, entre otros.
- II. **Programación:** Una vez completada la conexión física del PLC, se procede a programarlo para que pueda ejecutar las acciones requeridas en el momento adecuado. Esta etapa implica utilizar un lenguaje de programación específico para PLC. Aquí se definen las instrucciones y la lógica necesaria para controlar el proceso de extracción de aceite de oliva. Por ejemplo, se establecen los tiempos de encendido y apagado de las máquinas, los niveles de temperatura y flujo deseados, así como otros parámetros relevantes.
- III. **Pruebas y ajustes:** Una vez programado el PLC, se realizan pruebas exhaustivas para garantizar su correcto funcionamiento. Durante esta fase, se verifica que las máquinas se enciendan y apaguen en el momento adecuado, que los niveles de temperatura y flujo sean los adecuados, y que todo el proceso se lleve a cabo de manera segura y eficiente. Si es necesario, se realizan ajustes en la programación para corregir cualquier problema o mejorar el rendimiento.
- IV. **Integración con otros sistemas:** Además de controlar las máquinas y equipos de la almazara, el PLC también se integra con otros sistemas de control presentes en la planta. Por ejemplo, puede conectarse a un sistema de supervisión y adquisición de datos (SCADA), que permite monitorizar y gestionar toda la planta desde un punto centralizado. Esta integración asegura una operación más eficiente y centralizada.
- V. **Puesta en marcha:** Una vez finalizadas las pruebas y ajustes necesarios, se procede a la puesta en marcha del PLC. En esta etapa, el PLC asume automáticamente el control del proceso de extracción de aceite de oliva. Supervisa de forma constante el funcionamiento de las máquinas, realiza ajustes en los parámetros cuando es necesario y garantiza que todo el proceso se desarrolle correctamente.

Este proceso es muy aleatorio, en cuanto a tiempo se refiere. Para poder poner en marcha la planta, puede darse el caso de que no ocurra ningún contratiempo y se tarde relativamente poco tiempo en arrancar la almazara, como puede darse el caso de que existan problemas de conexión entre la maquina y el PLC, pudiéndose retrasar días la puesta en marcha.

## 8. PUESTA EN MARCHA Y RESULTADO FINAL.

Después de todo lo expuesto, se presenta el resultado final del proyecto a través de algunas fotografías que se realizaron cuando el proyecto se puso en marcha.

A continuación, se muestran diferentes fotografías de como quedo la instalación con todo terminado:

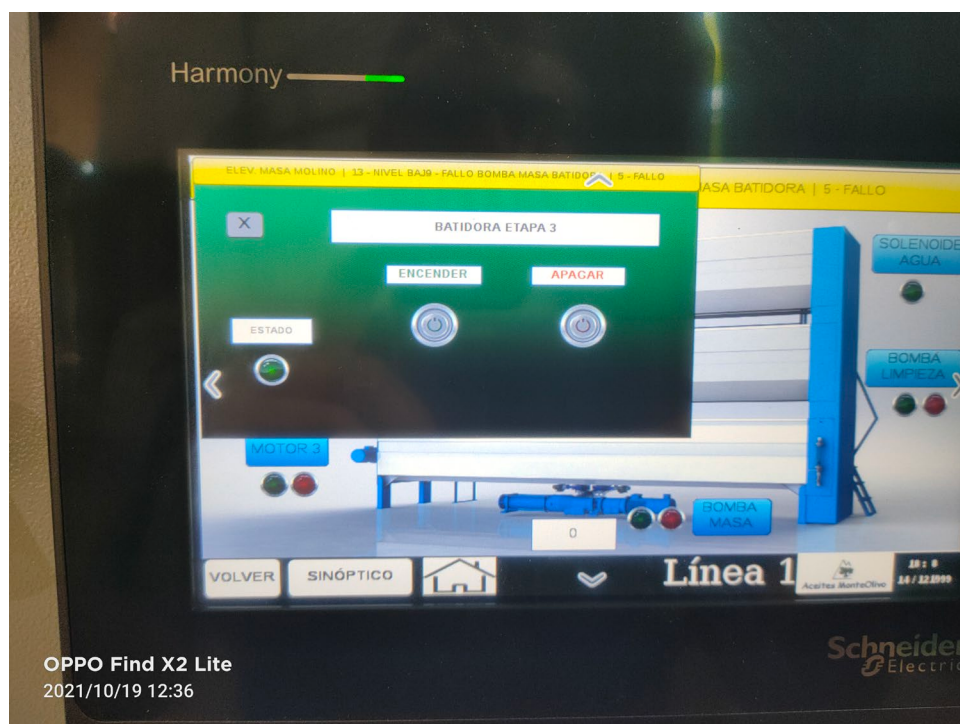


Figura 6.111. Resultado final 1.



Figura 6.112. Resultado final 2.

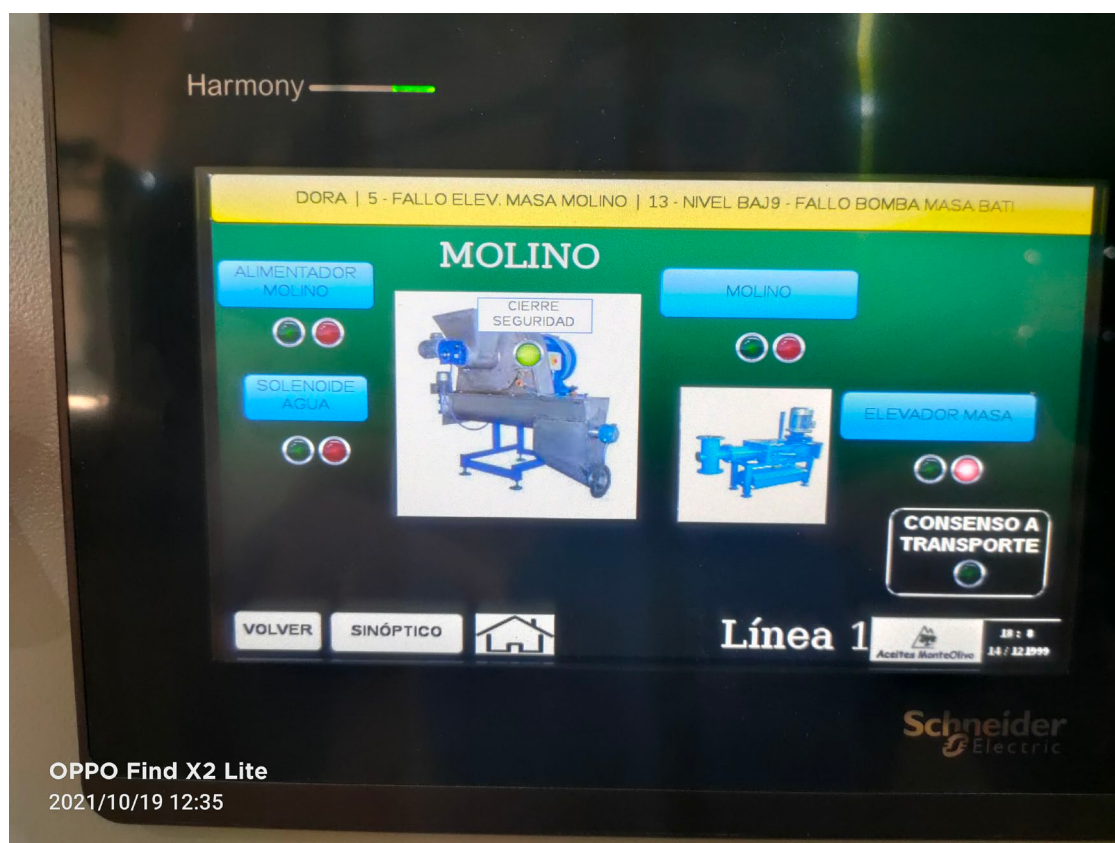


Figura 6.113. Resultado final 3.

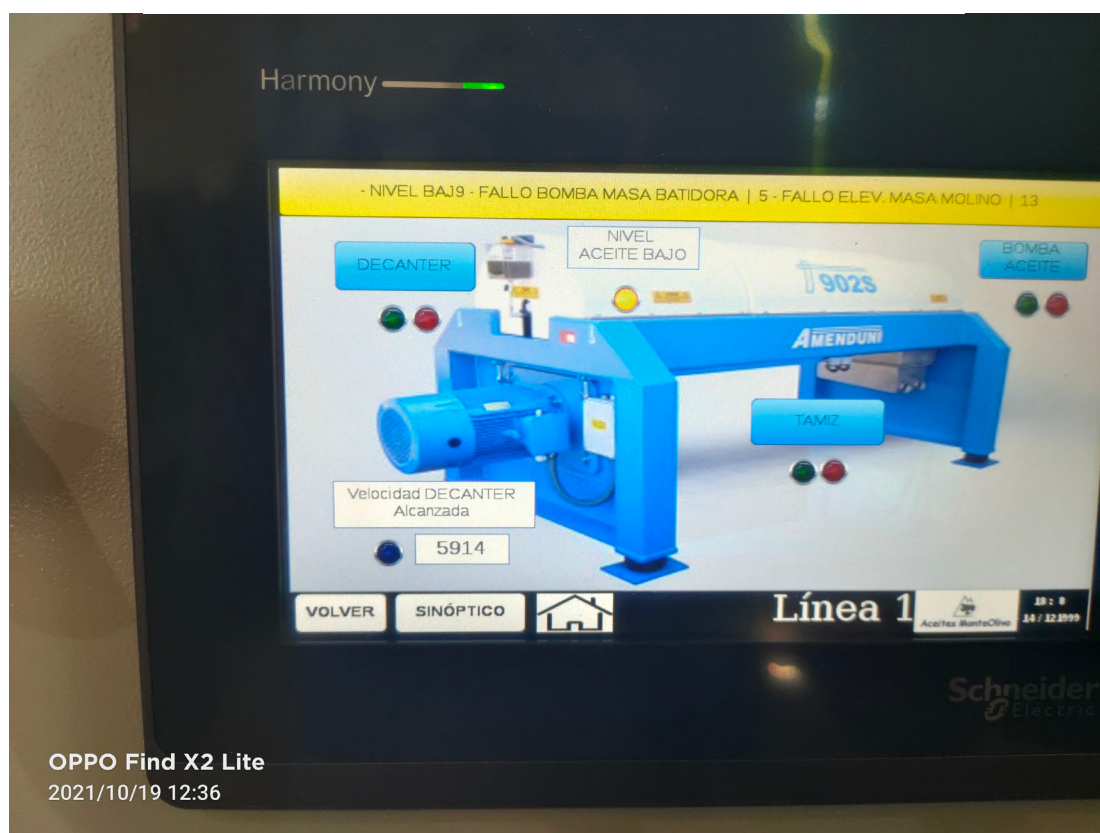


Figura 6.114. Resultado final 4.

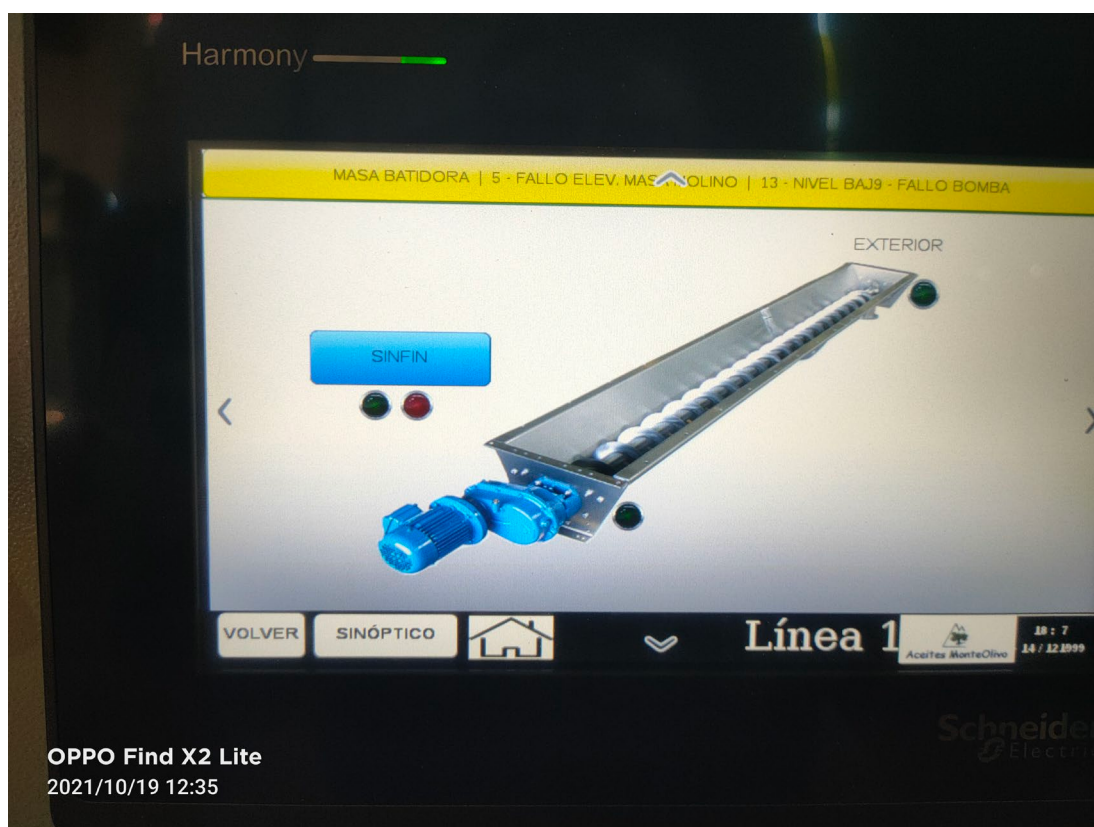


Figura 6.115. Resultado final 5.

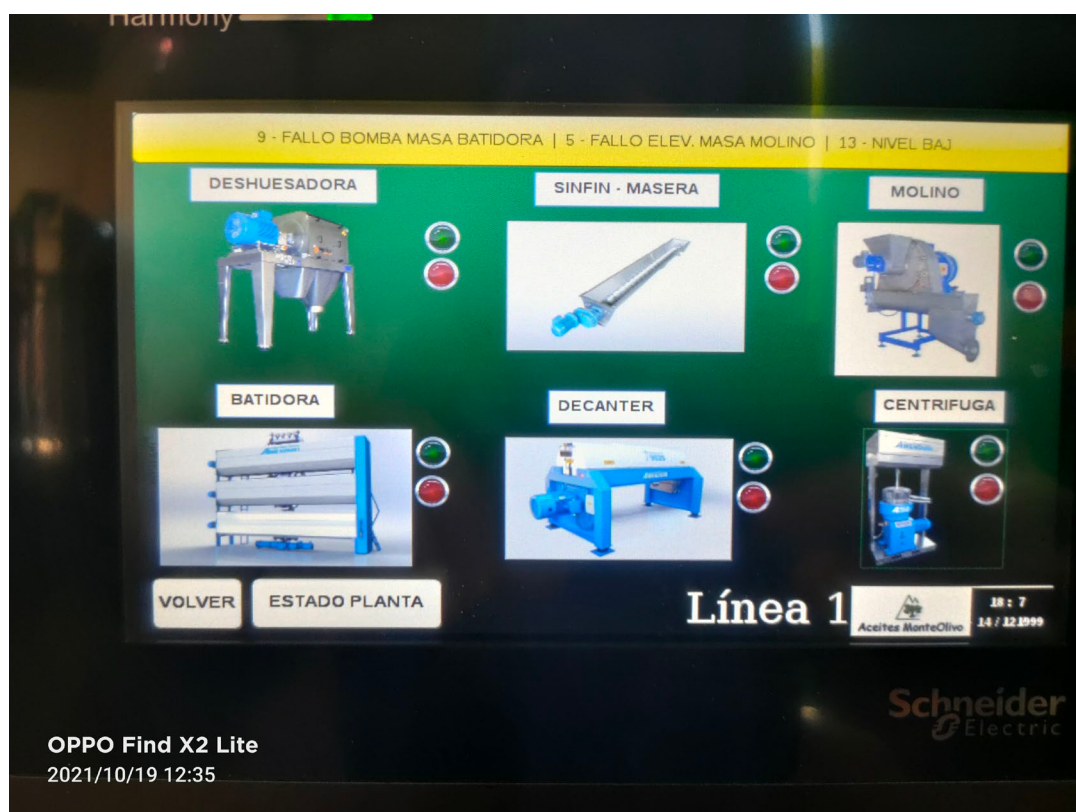


Figura 6.116. Resultado final 6.

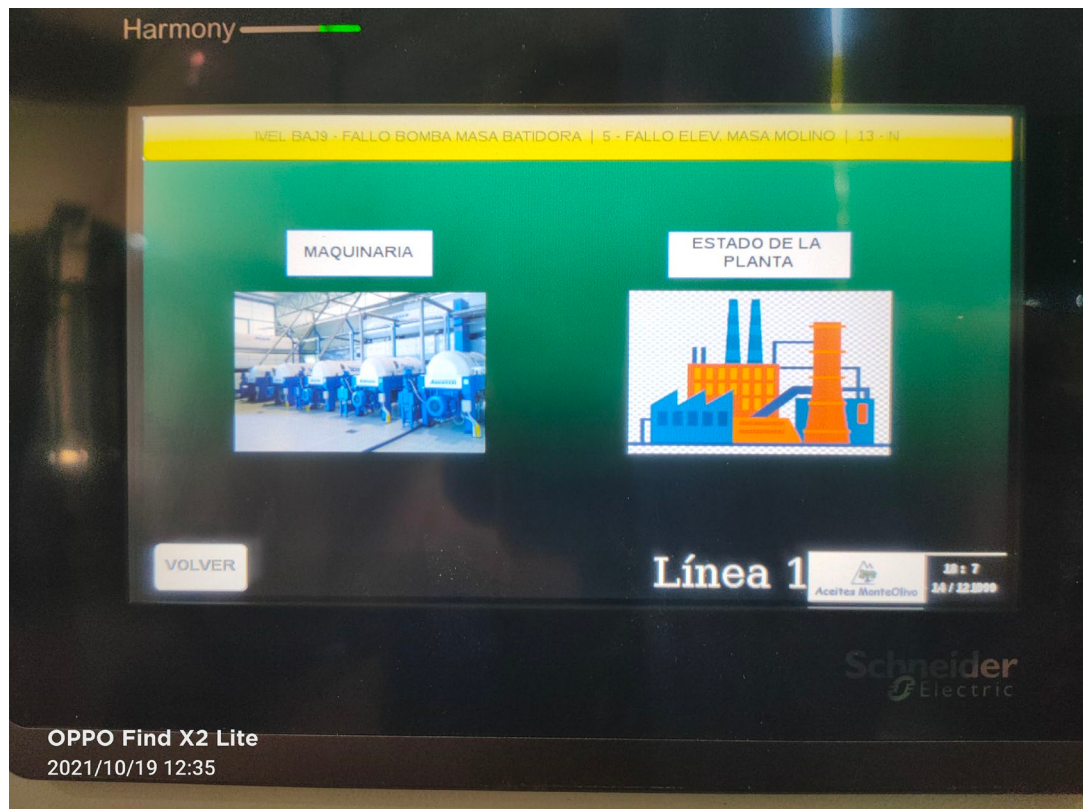


Figura 6.117. Resultado final 7.

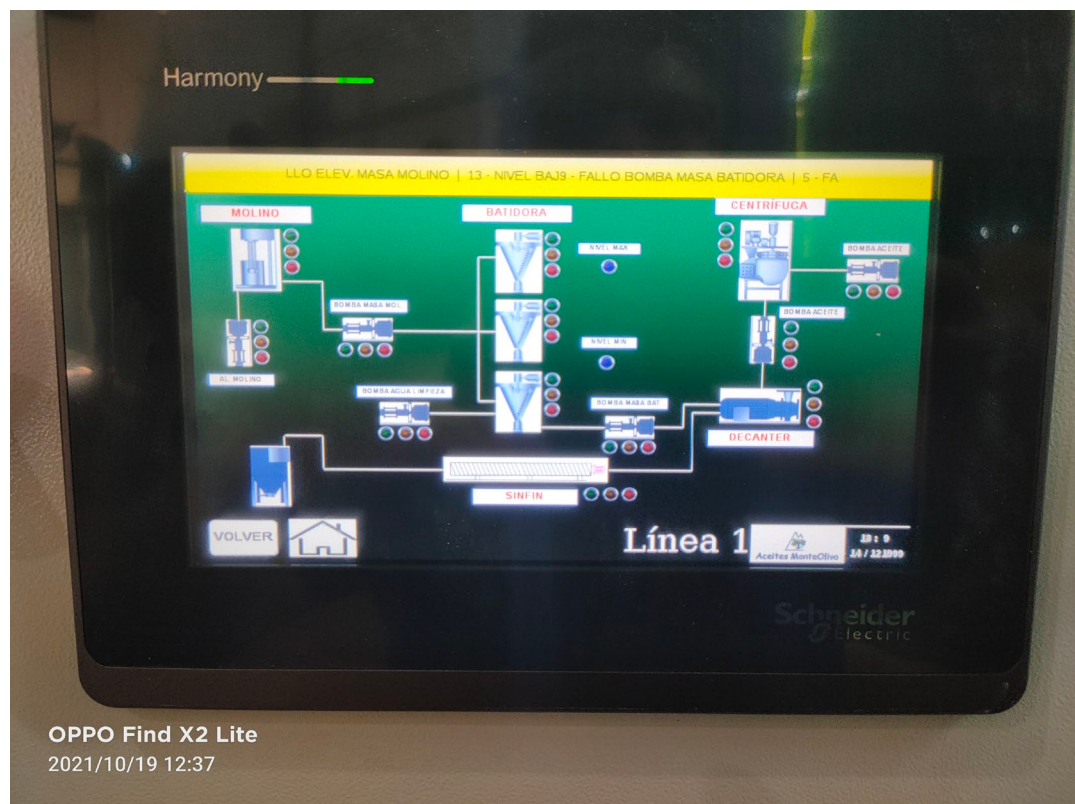


Figura 6.118. Resultado final 8.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

<http://www.econatura.org>

<https://sabor-artesano.com/es/>

<https://acecasa.com/almazara/> (4)

<https://www.agrinaco.es/productos/tolvas-de-aceituna/> (5)

[https://es.123rf.com/photo\\_49166948\\_el-proceso-de-limpieza-de-oliva-y-la-defoliación-en-un-moderno-molino-de-aceite.html](https://es.123rf.com/photo_49166948_el-proceso-de-limpieza-de-oliva-y-la-defoliación-en-un-moderno-molino-de-aceite.html) (6)

<https://www.cincolivas.com/blog/que-es-una-almazara/> (7)

<https://www.tiendainvia.com/es/depositos-para-decantacion-de-aceite/2789-sistema-de-decantacion-para-aceite-de-oliva.html> (9)

<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/noticias/el-momento-de-filtracion-del-aceite-de-oliva-virgen-extra-determina-la-duracion-de-su-vida> (10)

<https://sevilla.abc.es/agronoma/noticias/cultivos/aceites-de-oliva/precios-estables-aceite-oliva/> (11)

<https://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/FeriaVirtual/Producto-Molinos-trituradores-Amenduni-A40-A50-y-A60-155447.html> (12)

<https://www.amenduni.it/es/portfolio/gramolazione/> (13)

[https://www.amenduni.it/es/portfolio/estrazione/decanter\\_rex902s/](https://www.amenduni.it/es/portfolio/estrazione/decanter_rex902s/) (14)

[https://www.amenduni.it/en/portfolio/separazione-finale/separatore\\_a-3500\\_nuovo/](https://www.amenduni.it/en/portfolio/separazione-finale/separatore_a-3500_nuovo/) (15)

<https://www.directindustry.es/prod/wamgroup-spa/product-29492-1684845.html> (16)

[https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/7839/CATALOGO-AMENDUNI--1-.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/7839/CATALOGO-AMENDUNI--1-.pdf) (17)

[https://es.made-in-china.com/co\\_mobilescreen/product\\_New-Original-Schnei-Der-TM3ai8-Module-8-Analog-Inputs-0-to-20mA-10-to-10V-Modicon-TM3-PLC-Good-Price\\_uoguyessog.html](https://es.made-in-china.com/co_mobilescreen/product_New-Original-Schnei-Der-TM3ai8-Module-8-Analog-Inputs-0-to-20mA-10-to-10V-Modicon-TM3-PLC-Good-Price_uoguyessog.html) (18)

<https://www.interempresas.net/Robotica/FeriaVirtual/Producto-Terminales-HMI-Schneider-Electric-Harmony-ST6-STW6-211352.html> (19)

<https://www.interempresas.net/Robotica/FeriaVirtual/Producto-Terminales-HMI-Schneider-Electric-Harmony-ST6-STW6-211352.html> (20)

<https://www.automation24.es/luz-de-senalizacion-compacta-patlite-skx-m2t-r?previewPriceListId=1> (21)

<https://www.amazon.com/-/es/advertencia-perfil-señal-federal-verde/dp/B003YK2Q0K> (22)

<https://www.amazon.es/CABLEPELADO-Interruptor-Presión-Emergencia-Pulsador/dp/B07WNB66B5> (23)

[https://www.mouser.es/ProductDetail/Schneider-](https://www.mouser.es/ProductDetail/Schneider-Electric/TM241CE40T?qs=qu071zG02iQqLLvtWdRREQ%3D%3D&mgh=1&vip=1)

[Electric/TM241CE40T?qs=qu071zG02iQqLLvtWdRREQ%3D%3D&mgh=1&vip=1](https://www.mouser.es/ProductDetail/Schneider-Electric/TM241CE40T?qs=qu071zG02iQqLLvtWdRREQ%3D%3D&mgh=1&vip=1) (27)