



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE COSTEROS

Alumno: José Peiró Alcázar

Tutora: Marina Vallés Miquel

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

CUARTO CURSO

Contenido

I MEMORIA	3
Resumen.....	3
1. Introducción	5
1.1 Contexto	5
1.2 Motivación	5
1.3 objetivos	6
2. Descripción de la máquina	8
2.1 Descripción de la máquina	8
2.1.1 Zona nº1	9
2.1.2 Zona nº2	10
2.1.3 Zona nº3	13
2.1.4 Zona nº4	16
2.1.5 Zona nº5	17
3. Componentes de hardware.....	19
3.1 Seccionador y embarrado.	20
3.2 Fuente alimentación.	21
3.3 Protección 24v.....	22
3.4 PLC.....	23
3.5 HMI.....	24
3.6 Buses de campo.....	26
Ethernet	27
CANOpen	28
MODbus	29
3.7 Extensiones, módulos TM3 e islas.....	31
3.8 Servomotores	32
3.9 Variadores de frecuencia	39
3.10 Arrancadores.....	39
3.11 Contactores y Guardamotores	41
3.11.1 Guardamotores	41
3.11.2 Contactores	42
3.12 Entradas, actuadores, sensores, y transductores	43
3.12.1 Entradas.....	43
3.12.2 Sensores	44
3.12.3 Transductores.....	45

3.13 Salidas, Actuadores	46
3.14 Electroválvula hidráulica proporcional	47
3.15 Seguridad en la máquina.....	48
3.15.1 Dispositivos de seguridad.....	48
3.15.2 Supervisión de señales de seguridad – sistemas de control	49
3.16 Conexión remota.....	50
4. Funcionamiento de la máquina.....	53
Grafcet general.....	53
Grafcet referenciado de servos.....	54
Grafcet Marcha motor sierra 1	54
Grafcet Marcha motor sierra 2	55
Grafcet Grupo hidráulico.....	55
Grafcet Máquina B27	56
5. Programación	58
5.1 PLC.....	58
5.2 Entorno de programación	58
5.3 Programación HMI	59
5.4 Desarrollo del programa	60
5.3.1 General	62
5.3.2 Comprobación Can Open	63
5.3.3 Conversión OTB.....	65
5.3.4 Velocidades	65
5.3.5 Servomotores	67
5.3.6 Variables globales.....	71
5.3.7 Variables remanentes	71
6. Pruebas.....	74
7. Conclusiones.....	77
II PRESUPUESTO.....	78
III Bibliografía	80

I MEMORIA

Resumen

Este trabajo de fin de grado está realizado en el último año de mis estudios, en la Universitat Politècnica de València, Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica.

Este proyecto está realizado gracias a la oportunidad que me ha brindado la empresa INASEMA S.L en el cual llevo un año trabajando en el departamento electrónico y automatización.

Complementando la teoría adquirida en el grado y la práctica de la empresa estoy adquiriendo una gran experiencia en el sector de la automática, el cual me ayudara a realizar el presente proyecto. Dado que el presente proyecto se va a realizar para un cliente ningunas de las decisiones técnicas como de diseño se han realizado al azar.

El presente proyecto eléctrico/electrónico que se pretende diseñar en la automatización de una línea de aprovechamiento de costeros. La máquina que se pretende diseñar es una sección de la que podría ser una línea de serrado de troncos destinados a la fabricación de pallets, lo que pretende esta máquina es aprovechar una parte de desechos de la línea .

La parte que se utiliza del tronco para la realización de tablas se denomina núcleo, el núcleo es un gran tablón cuadrado que se obtiene al serrar las 4 caras del tronco.

De otra forma, las cuatro caras que se le suprimen al tronco se denominan costero, de normal estos costeros se suelen triturar para la realización de otros materiales

A menudo de estos costeros es posible la extracción de alguna tabla así el aprovechamiento de la materia prima es mayor. De la misma forma es posible que no sea posible la extracción de ninguna tabla por lo que el costero es desechado a la astilladora.

En el siguiente proyecto se me ha dado la oportunidad de seleccionar gran parte de los componentes que conforman la máquina ya sea el autómatas, arrancadores. Etc. Así como el diseño completo de los esquemas eléctricos y la programación necesaria que hará posible el correcto funcionamiento de la máquina que se pretende construir.

CAPITULO 1:

INTRODUCCION

1. Introducción

1.1 Contexto

Durante miles de años la madera ha sido la materia prima que el hombre ha utilizado para satisfacer sus necesidades, en la prehistoria ya se utilizaba para la creación de utensilios, fabricación de chozas, herramientas para la caza. Durante todo este tiempo el hombre ha ido adquiriendo habilidades artesanales para manipular esta materia prima, los procesos eran lentos y costosos, por ejemplo, para fabricar un simple cuenco se necesitaban días o incluso meses si se construía una casa. Hoy en día gracias a la tecnología se manipula madera con más rapidez fiabilidad y menos carga humana.

La producción ha aumentado exponencialmente con la llegada de la electricidad, la neumática, hidráulica y los conocimientos mecánicos. Gracias a las nuevas tecnologías se ha conseguido que estos procesos antiguamente largos, costosos y rudimentarios se reduzcan considerablemente hasta cierto punto que el esfuerzo físico sea muy bajo.

La madera es un producto bastante cotizado en la actualidad, en una línea de serrado se pretende conseguir el máximo beneficio y aprovechamiento del material, a ser posible desechando lo mínimo posible, con ello el presente proyecto pretende diseñar una máquina para aprovechar el desecho generado por una línea de serrado colocada agua debajo de la misma.

Esta máquina que se pretende construir, es una sección de una línea de serrado, en ella llega el desecho de haber cortado un tronco con el fin de dejarlo en una barra cuadrada o rectangular.

1.2 Motivación

El objetivo principal de la máquina es aprovechar el desecho para satisfacer las necesidades del cliente y así disminuir las pérdidas por desechos.

Bajo mi opinión el objetivo más importante a cumplir es realizar la automatización óptima para que el proceso sea lo más rápido, fiable y seguro.

Otro objetivo importante a cumplir que ya ha sido mencionado, es la seguridad. Hay que evitar la manipulación de la madera, eliminando el riesgo de que los operarios se acerquen a la máquina ya que posee elementos altamente cortantes u otros elementos peligrosos.

La mayor motivación en mi opinión es la de tener la oportunidad de realizar la automatización de la presente máquina, dado que tiene una gran capacidad de ampliación, la presente máquina será automatizada y en cooperación del operario que alimente la máquina se conseguirá un aprovechamiento óptimo de la materia prima.

1.3 objetivos

El siguiente proyecto describe el proceso de automatización de una línea de costeros, dicha línea es el final de otra línea dedicada a cortar el tronco en tablas, luego estas se partirán en 3 o 4 obteniendo listones (según necesidades del cliente), el corte de estos troncos tiene un desecho (el costero), la presente máquina procesara el costero pudiendo obtener así, si es posible, una dos o tres listones más. La máquina en su inicio tiene alimentación manual por lo que necesitaremos de un operario para preparar la madera en la entrada de la máquina.

Descripción grafica de la máquina.

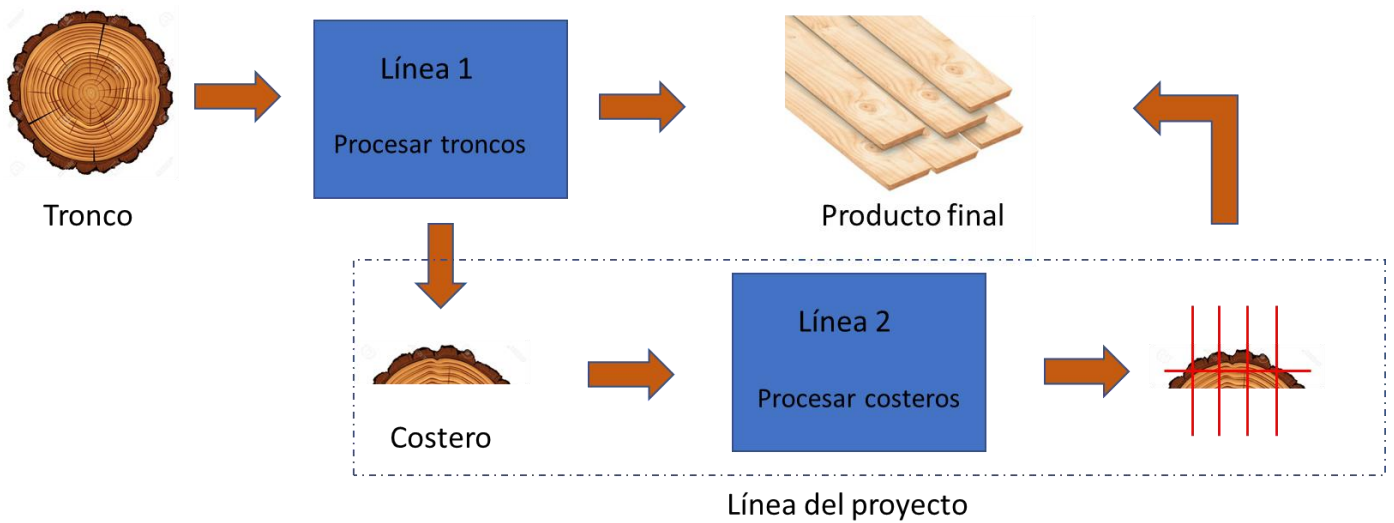


Fig. 1 Esquema producción

CAPITULO 2: DESCRIPCION DE LA MÁQUINA

2. Descripción de la máquina

2.1 Descripción de la máquina

La máquina del cual se realiza el proyecto formara parte de una línea de proceso productivo ya existente, la misma es la parte final de dicha línea, a ella llegará el subproducto generado por la línea predecesora y de ella saldrá el producto con las características que desee el cliente.

La máquina está diseñada por módulos facilitando así el montaje, instalación y el transporte de la misma, está pensada y diseñada con unas medidas específicas para que quepa en un tráiler de camión convencional para su fácil transporte hasta él cliente.

Como se observa en la **FIG.2** la máquina se va a descomponer por partes para un entendimiento más fácil además se puede ver que la máquina no está ubicada en el suelo sino en altura, en concreto a 1.5 o 2m, esto es para que el subproducto de la máquina caiga en unas cintas transportadoras para ser procesado y además de facilitar la limpieza y el paso de los trabajadores.

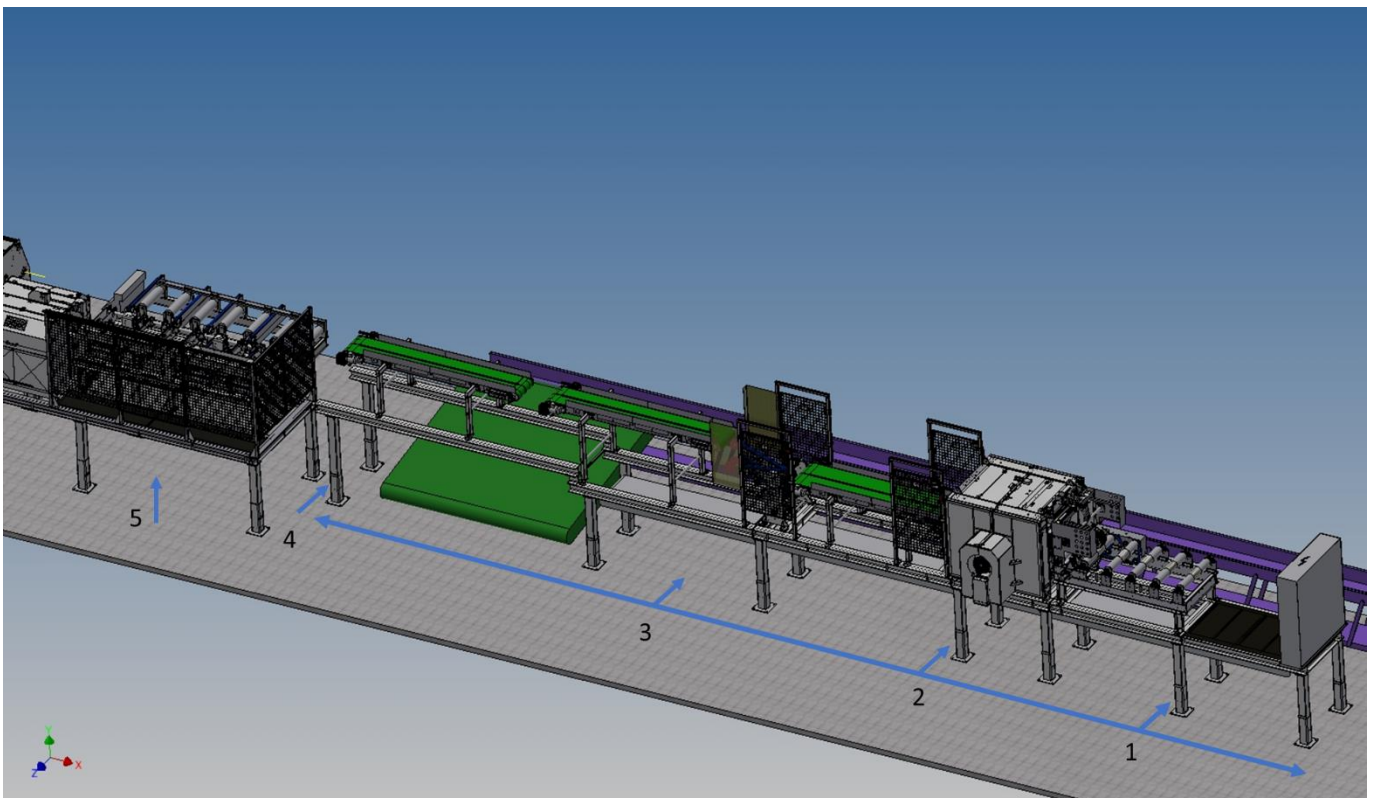


Fig. 2 Emplazamiento

Siguiendo las zonas indicadas en la **FIG.2** la máquina se compone de:

- En la zona nº1 se ubicará el cuadro eléctrico el pupitre del operario y el mismo operario, el cual dirigirá la máquina desde su puesto de trabajo.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE COSTEROS

- En la zona nº2 empieza con un tren de rodillos como entrada a la línea, además posee un centrador para posicionar la madera correctamente, a continuación, se ubica la máquina principal (B27).
- En la zona nº3 se encuentra una cinta transportadora donde llevara la madera ya cortada a un sistema de selección por cadenas.
- La madera seleccionada pasara por un trayecto de cintas transportadoras (zona nº4) hasta la siguiente zona de tratamiento.
- La madera llega a la múltiple de costeros que se encarga de laminar el producto cortado por la máquina B27, y finalmente el posterior paletizado del producto terminado.

2.1.1 Zona nº1

La zona el cual se va a describir es el principio de la línea del presente proyecto, dicha línea empieza con el final de otra línea de producción, aquí llegan los costeros que desecha la cantadora de núcleos. Un operario está al mando de dicha parte de la producción, el cuadro eléctrico general se ubica detrás de él, el cuadro eléctrico de la empresa Lotec con unas dimensiones de 1600*1800*400, mecanizado de tal manera para albergar la pantalla táctil HMI y los mecanismos para la puesta en marcha de la máquina.

De la misma manera en esta zona se ubica el pupitre donde el operario encontrará los selectores de marcha y paro de las cintas transportadoras, así como las tres modalidades de corte (simple doble o tripe) y un pedal que acciona el centrador.

El operario coloca el costero en la máquina, 4 láser **FIG.3** que posee la máquina, alinean el material con las sierras que alberga el interior de la siguiente zona, consiguiendo así el corte deseado.



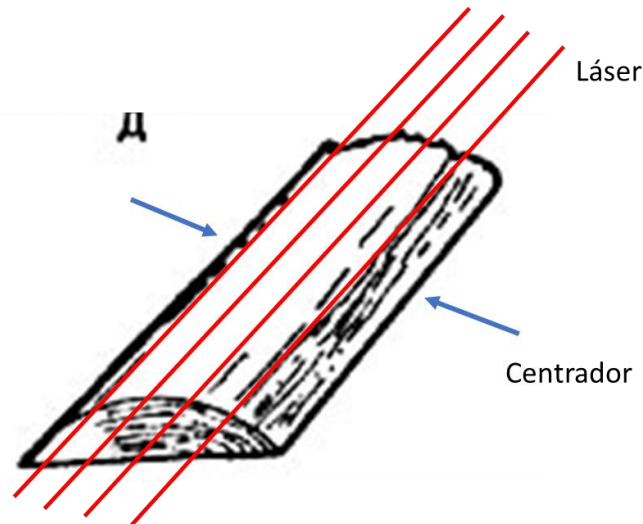


Fig. 3 visualizacion láser

El material se desplaza hacia dentro de la siguiente etapa mediante unos rodillos accionados por un motor hidráulico con el cual se puede cambiar su velocidad desde el HMI. El sistema hidráulico que compone el motor esta enseriado con el motor hidráulico que posee la siguiente etapa para que este proceso lleve la misma velocidad. Así mismo los rodillos de esta zona son accionados de forma directa mediante piñones y cadenas.

En la Zona nº3 existen unas cadenas móviles (se explicarán a fondo en su sección) que suben y bajan dependiendo la modalidad de corte.

2.1.2 Zona nº2

En la presente zona empieza el proceso de producción de la máquina, una vez el operario a colocado el material sobre los rodillos y bajo su criterio presionara uno de los tres botones del pupitre, ya sea simple doble o triple. En ese instante los láseres cambiaran de posición controlados por un servo driver de la serie LXM32 de la marca Schneider, de esta manera el operario puede comprobar por donde realizará el corte la máquina, esta separación de corte se puede modificar mediante la pantalla táctil HMI de Schneider que posee el cuadro eléctrico general (más adelante explicare las funciones de la pantalla táctil).

Una vez se ha decidido la modalidad de corte el operario presionara un pedal que acciona un centrador a modo de pinza. **Fig.4**

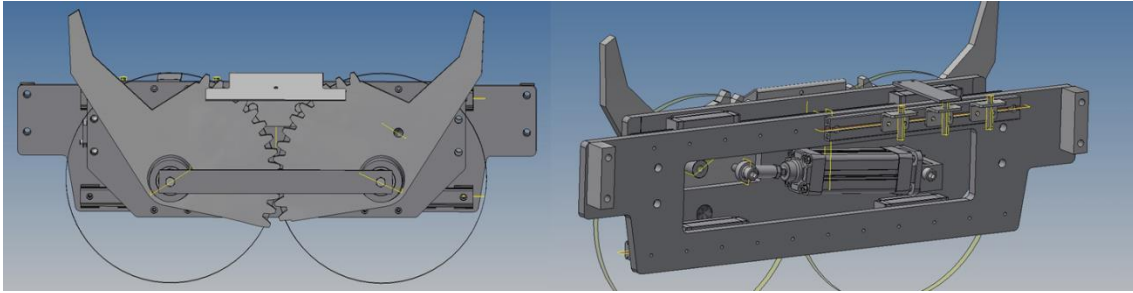


Fig. 4 Centrador

El centrador es una especie de pinza móvil de manera síncrona con los láser, es decir que dependiendo de la modalidad de corte estos se desplazan a un lado o a otro mediante un servo y un servo driver de la serie LXM32 de la marca Schneider. La pinza del centrador esta accionada mediante un pistón neumático que se acciona cuando se presiona el pedal, de manera instantánea también desciende un pisón que mantiene firme el material sobre la entrada para que cuando entre en contacto con las sierras no haya accidentes.

Una vez el material entra dentro de la máquina, se pueden encontrar dos ejes, cada uno conectado a un motor de 60 CV de la marca WEG, en ellos se encuentran dos circulares cuya separación vendrá dada por las especificaciones que desee el cliente, además estos motores están situados encima de unas plataformas móviles controlados por un servomotor de la serie LXM32 de la marca Schneider y un sistema de usillo de bolas con poleas y correa. Esto permite desplazar las circulares para que, dependiendo de la modalidad exigida por el cliente, el corte se realice correctamente. **Fig.5**

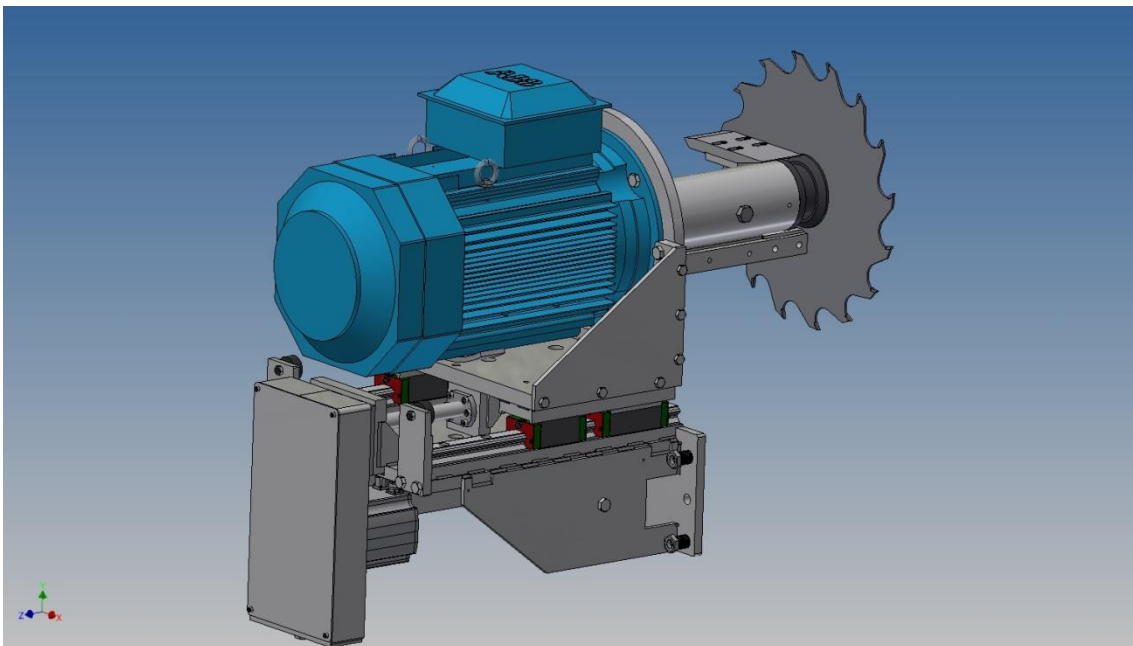


Fig.5 Conjunto sierra

En la plataforma móvil donde se ubica el motor se pueden encontrar 3 sensores de calibración de distancias, dos de ellos nos marcan los límites de recorrido (mínimo y máximo) y uno de ellos como punto cero o home.

Gracias a este sistema se puede conseguir una gran velocidad de corte además de una precisión muy grande.

También hay que comentar que dentro de la máquina existe un sistema que detecta mediante una leva y un sensor inductivo la presencia de material dentro de la máquina, además de ser una medida de protección para que no entre material dentro de la máquina, nos permite contar y almacenar en el HMI el registro de cortes llevado a cabo.

En la **Fig. 6** se puede observar todo lo explicado hasta el momento.

Cabe recordar que toda la línea de producción está situada entre 1.5 y 2m de altura, por debajo de la misma existen unas cintas transportadoras accionadas por motores y de tracción directa, cuya función es recoger los desechos como el serrín o los pedazos de madera que no nos útiles, para que luego pasen a una máquina que no son objeto de este proyecto, una astilladora.

Luego ese material se destinará para la producción de pellets, bolsas de serrín, etc.

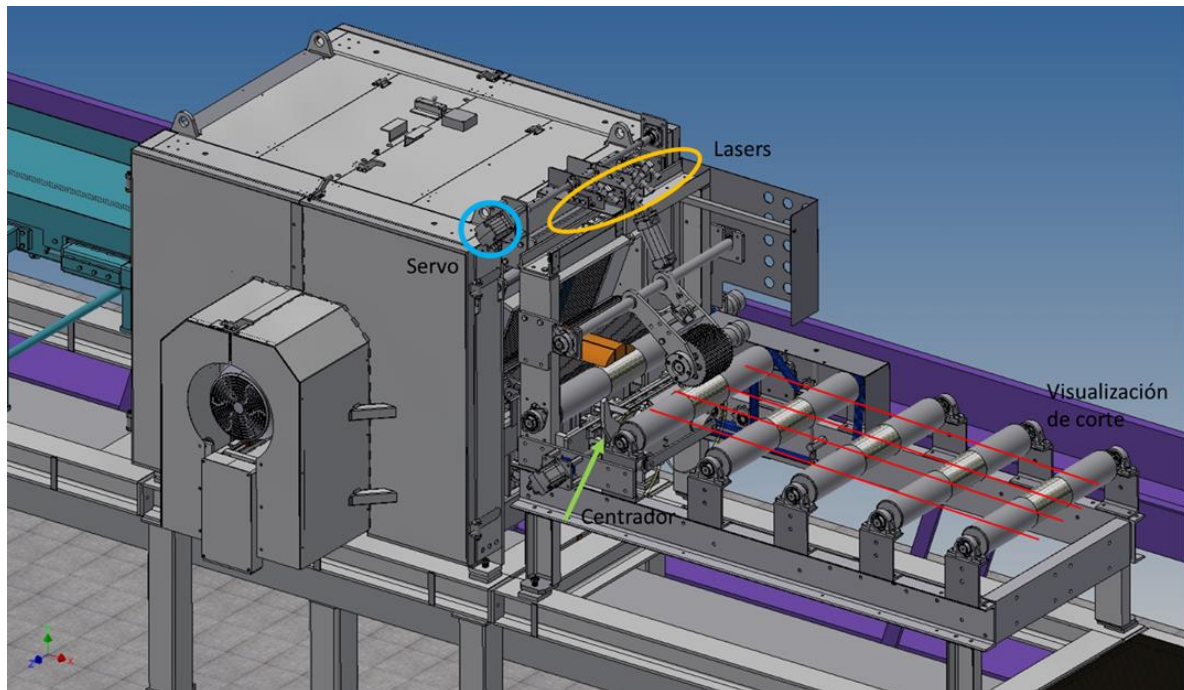


Fig 6: Conjunto máquina B27

Esta zona en si al ser la más peligrosa para el operario por albergar las circulares, posee varios sistemas de seguridad muy potentes y fiables. En la parte superior de la máquina (ver **Fig.6**) se ubica el acceso al interior de la máquina ya sea para realizar reparaciones o bien cambiar las circulares por rotura o desgaste, las puertas de acceso están equipadas con unos pestillos de seguridad de la serie XPS de la marca Schneider, estos están conectados a un módulo de velocidad nula, que impide que el pestillo se pueda abrir si las circulares están girando. De esta manera cuando las circulares están paradas se puede accionar el pestillo mediante el selector "abrir puertas" de esta manera el operario es consciente de que se van a abrir las puertas de la máquina, de la misma manera si el sistema percibe que la puerta ha sido cerrada no se puede poner la máquina en marcha de nuevo.

Una vez se ha realizado el corte de la máquina saldrá el material ya sean 1.2 o 3 tablones aprovechables dependiendo de la modalidad de corte, los extremos del material se desecharán.

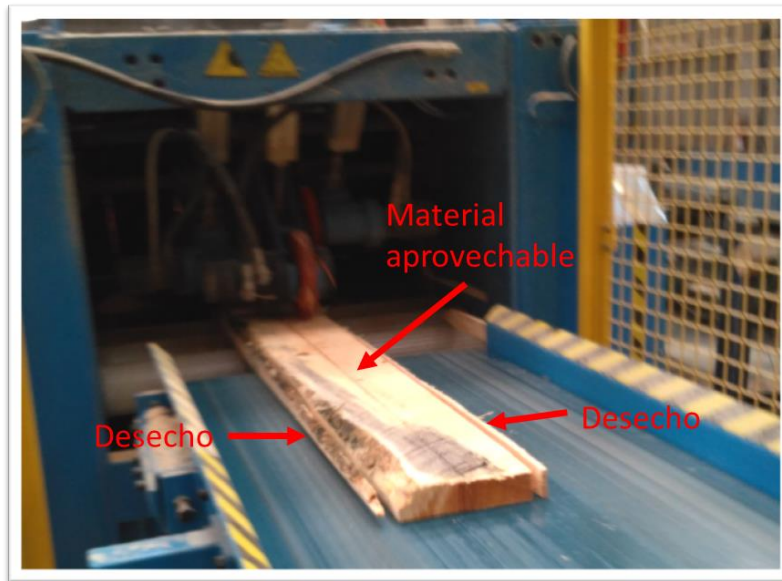


Fig. 7 Salida corte

El material cortado sale de la máquina a través de una cinta transportadora

2.1.3 Zona nº3

En esta zona se describirá la salida del material una vez cotado hasta las cadenas de selección del material aprovechable, describiendo, así como sus componentes y sus medidas de protección hacia el operario.

Una vez el material es cortado, este sale de la máquina a través de una cinta transportadora accionada por un motor de 1.5 HP que es controlado por un variador de velocidad de 1.5KW de la serie ATV32 de la marca Schneider. Esta cinta posee una fotocélula de la marca Leuce que informa al autómatas de la presencia de material sobre la cinta, una vez ha pasado el material, la fotocélula informa de que el material ha pasado siendo posible un nuevo corte.

A continuación, a esta cinta transportadora, existe un mecanismo de cadenas giratorias, 3 en concreto accionadas las 3 por un motor de 1Hp que es controlado por un variador de velocidad de 1KW de la serie ATV32 de la marca Schneider, estas cadenas a su vez realizan un movimiento de subida o bajada dependiendo de la

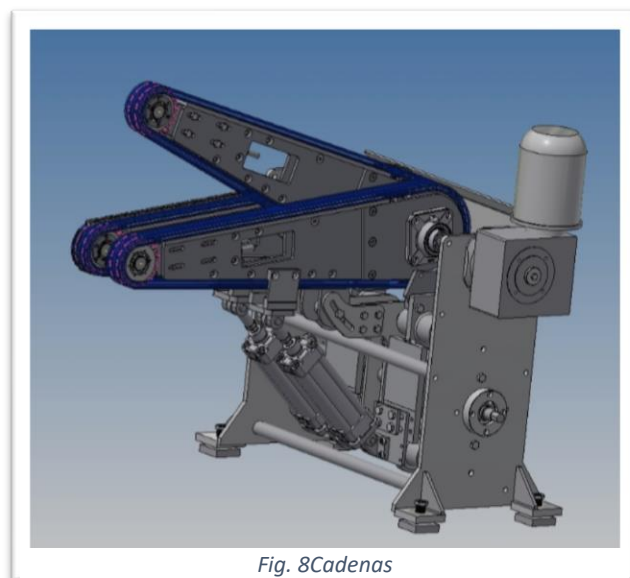


Fig. 8 Cadenas

modalidad de corte accionada por el operario, el movimiento de estas cadenas se realiza neumáticamente, mediante pistones.

A continuación, se describen las modalidades de corte que ofrece esta máquina.

Modalidades de corte:

- **Simple:** esta modalidad se emplea cuando el costero que llega al operario no tiene mucho provecho, tan solo da para cortar una tabla, entonces el operario presiona el botón "simple" y debe fijarse y colocar el costero guiándose por las dos líneas centrales del láser, entonces el operario oprime el pedal del centrador para cerciorarse el costero está centrado. Entonces el operario presiona el botón de inicio ya empieza el proceso de cortado. Primeramente, baja un pisón que presiona el costero para que no se mueva mientras está siendo introducido dentro de la máquina. Una vez se realiza el corte sube la cadena central y las laterales se mantienen bajo, haciendo continuar el corte central por la cadena de producción y los laterales desechándose a la cinta transportadora inferior. **FIG.10**

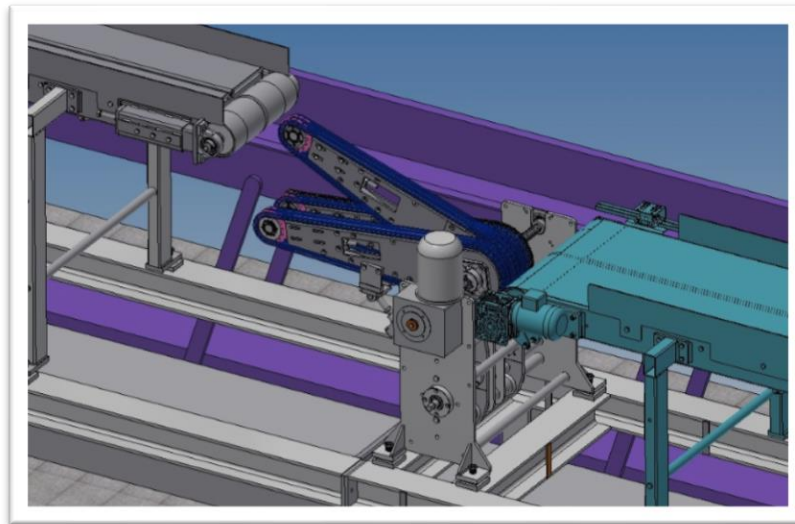


Fig .9 Corte simple

- **Doble:** esta modalidad es cuando el costero que llega es lo suficiente amplio como para producir dos tablas de las medidas requeridas, entonces el operario presiona el botón de doble, en este instante el centrador se mueven hacia la parte derecha mediante servos, en este momento el operario debe ubicar el costero a la derecha de modo que los láseres de la derecha marquen el trazo de corte. En este momento el operario presiona el pedal para centrar y seguidamente el botón de marcha para cortar. Una vez llega a la entrada de la máquina baja el pisón para aguantar el material. Una vez realizado el corte suben la cadena central y la derecha, se mantendrá bajada la izquierda. De esta manera el material de provecho subirá a la siguiente cinta transportadora y el desecho caerá a la cinta de reciclar. **FIG.10**

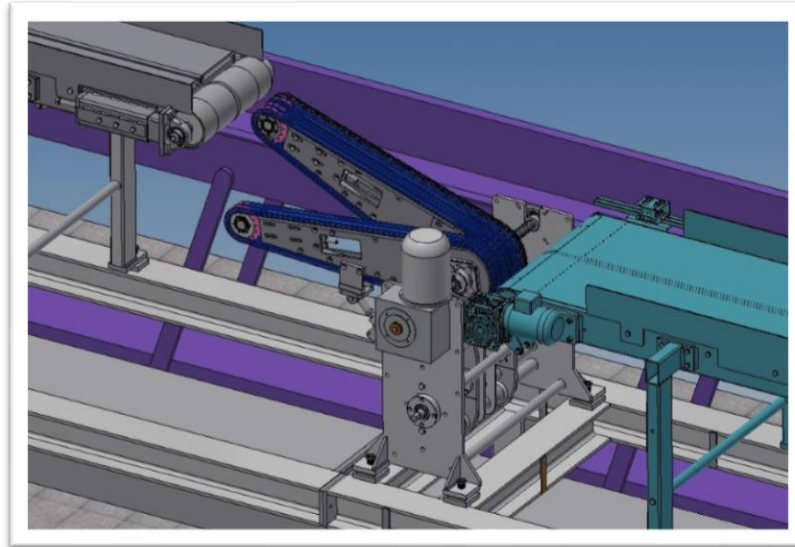


Fig .10 Corte doble

- **Triple:** esta modalidad es cuando el costero que llega es lo suficiente amplio como para producir tres tablas de las medidas requeridas, entonces el operario presiona el botón de triple, en este instante el centrador se mueven hacia la parte central mediante servos, en este momento el operario debe ubicar el costero en la parte central de modo que los láser marquen el trazo de corte. En este momento el operario presiona el pedal para centrar y seguidamente el botón de marcha para cortar. Una vez llega a la entrada de la máquina baja el pisón para aguantar el material. Una vez realizado el corte suben las 3 cadenas. De esta manera el material de provecho subirá a la siguiente cinta.**FIG.11**

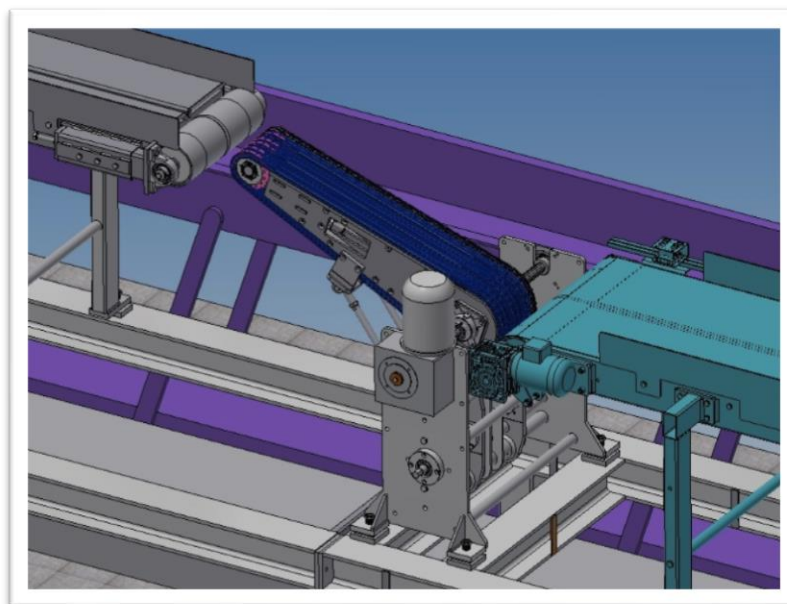


Fig.11 Corte triple

En las siguientes zonas se hablará de las cintas transportadoras que llevarán el material hacia una pequeña máquina que cortará el material en altura, dependiendo de las necesidades del cliente.

Se compone de dos cintas transportadoras similares, están constituidas un motor de 1.5 HP que es controlado por un variador de velocidad de 1.5KW de la serie ATV32 de la marca Schneider.

Cada una de ellas está equipada con una fotocélula de la marca LEUZE que avisa de que en la cinta hay material impidiendo a la cinta anterior alimentar la cinta delantera, una vez el material ha pasado a la siguiente zona estas se ponen de nuevo en marcha.

2.1.4 Zona nº4

La siguiente zona la forman el conjunto de cadenas y rodillos que se encargan de ubicar el material en la entrada de la siguiente máquina, el movimiento del material se realiza de la siguiente forma. **Fig.12**

El material llega desde la zona anterior, un tren de rodillos compuesto por motor eléctrico de 1.5 HP. Este motor es accionado de forma directa a través de un guarda motor GV2 de Schneider Electric y un contactor de la gama LC1D de la marca Schneider Electric. Al final de este tren de rodillos existe un tope mecánico compuesto por leva y un sensor inductivo de M12 y 3mm de campo de detección.

Cuando la madera llega a este tope, la misma acciona la leva y el sensor detecta la presencia de la leva accionando las cadenas con el tope, de esta forma la madera se desplazará transversalmente hasta la entrada de la máquina

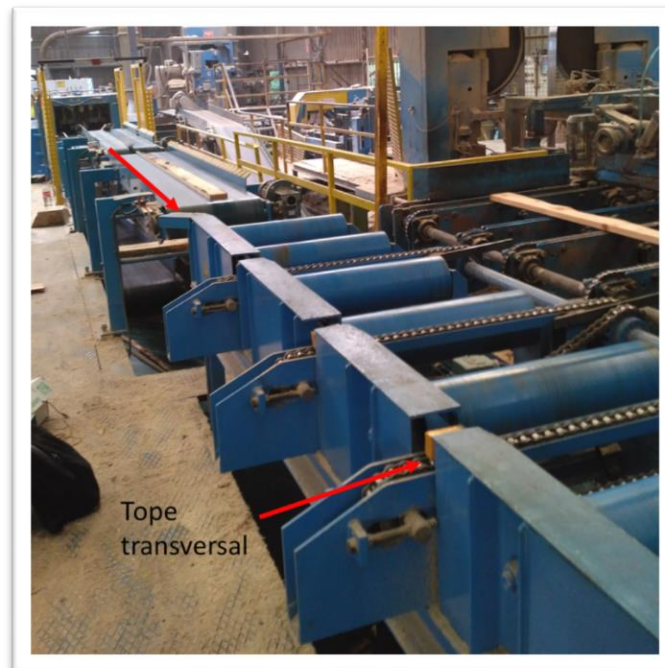


Fig.12 Rodillos y cadenas transversales

2.1.5 Zona nº5

Esta es la última zona por la cual pasara la madera antes de ser paletizada y enviada al cliente, consiste en una pequeña máquina que posee en su interior una circular en horizontal, esto nos permite cortar la madera en la altura requerida por el cliente.

Cabe destacar que las zonas 4 y 5 no son objeto del proyecto ya que estas zonas son aprovechadas, es decir ya estaban en la fábrica, una vez montada la máquina se han acoplado al final de esta para que realicen la función dada.

CAPITULO 3: COMPONENTES DE HARWARE

3. Componentes de hardware

Todo lo descrito anteriormente de la máquina no es nada si no es por los componentes lógicos, sensores, actuadores y elementos de protección. Este capítulo tratara de enumerar y describir los componentes más importantes de la máquina. La máquina se divide en dos partes, la parte de control que realiza las funciones automáticas y de protección además de la parte de potencia encargada de suministrar la alimentación a los potentes motores y servomotores. Los más importantes son los siguientes.

- ✓ Seccionador y embarrado.
- ✓ Fuente de alimentación.
- ✓ Protección 24Vdc.
- ✓ PLC . Gestión.
- ✓ HMI. Dialogo hombre- máquina.
- ✓ Buses de campo.
- ✓ Extensiones, módulos TM3 e islas.
- ✓ Servomotores y servodrivers.
- ✓ Variadores de frecuencia.
- ✓ Arrancadores electrónicos.
- ✓ Contactores / guardamotres.
- ✓ Entradas /sensores.
- ✓ Salidas /actuadores.
- ✓ Seguridades.

La máquina al no ser de grandes dimensiones, se pueden ubicar todos los componentes en un solo armario, menos los variadores que alimentan a los rodillos de salida que por comodidad y no cargar tanto el armario se ubicará en un subcuadro cerca de los mismos trenes, la comunicación entre ambos cuadros se realizará a través de un bus de comunicación muy simple que más adelante hablaremos de él. Las dimensiones del mismo y su mecanizado para albergar los mecanismos están detallados en la **FIG.13**

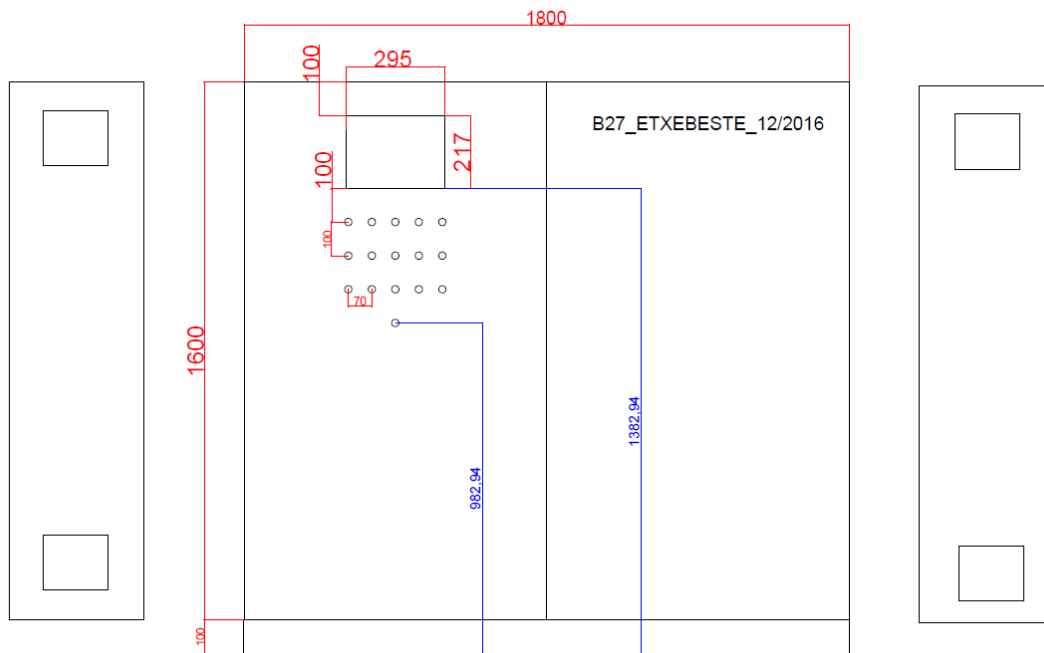


Fig. 13 plano armario

3.1 Seccionador y embarrado.

Bajo mi punto de vista la protección y la seguridad de una máquina es el punto más importante ya que una mala protección puede causar daños e incluso la muerte del operario o técnico que esté trabajando con ella, por eso empezamos a describir los componentes que darán paso a la corriente y nos protegerán en caso de fallo de la máquina. Para ello vamos a usar un conjunto de interruptor seccionador y fusibles, existe otra opción que es un interruptor automático de potencia, pero es muchísimo más caro que el conjunto seleccionado. El conjunto se compone de:

Seccionador, este mecanismo es un interruptor de potencia de dos posiciones provisto de unos muelles capaces de cortar manualmente la corriente en caso de falla de la máquina, también es el elemento que desconecta la máquina de la red cuando esta no se usa. En concreto utilizaremos un seccionador de la marca Wohner de 400A con el kit de montaje de palanca sobre la puerta, se ha escogido el siguiente superior a la corriente estimada de consumo (350A)

Embarrado, el embarrado es el elemento encargado de repartir la corriente a los diferentes sectores del armario (maniobra y potencia), están compuestos por 3 barras de cobre macizas capaces de soportar las grandes corrientes, en este caso unos 350 A, en él se ubicarán 2 cajas de fusibles de hasta 160A para proteger los motores, una para cada motor y un interruptor automático de 63A para la maniobra y pequeños motores como la bomba hidráulica o alguna reductora

Los fusibles utilizados en la máquina son del tipo de alto poder de corte NH en concreto del tamaño 1 que protege desde 35 hasta 250A FIG.14

Tamaño del fusible	Corriente inicial a máxima [A]
Tamaño 0	6 A a 160 A
Tamaño 1	35 A a 250 A
Tamaño 2	315 A a 400 A
Tamaño 3	425 A a 630 A
Tamaño 4	800 A a 1250 A



Fig.14 Tipo fusible

3.2 Fuente alimentación.

Hoy en día con el uso de tantos componentes industriales electrónicos hace que se necesite de una alimentación eléctrica para el funcionamiento de estos dispositivos. En la actualidad casi el 100% de los componentes electrónicos industriales tales como PLC's, sensores, actuadores, transductores funcionan a una tensión de 24 VDC. Esta tensión se considera segura, estable y eficaz para la electrónica, por tanto, tendremos que "mimar" este suministro de tensión continua. Por tanto, y desde mi punto de vista, será esencial conseguir una buena fuente de alimentación que disponga de un buen rendimiento y unas buenas prestaciones.

En nuestro caso utilizaremos dos fuentes de alimentación de 24VDC. Una de las fuentes tendrá capacidad de carga de 10A, que se ubicará en el armario general y se encargará de alimentar los elementos electrónicos de protección, así como el autómatas. La segunda fuente se ubicará en el su cuadro ubicado en la máquina y tendrá una capacidad de carga de 5^a, esta fuente se encargará de alimentar el OTB así como las electroválvulas correspondientes. En el proyecto utilizaremos de la marca Schneider Electric de la gama Phaseo ABL.

Principal

Gama de producto	Phaseo
Tipo de producto o componente	Alimentación
Tipo fuente de alimentación	Modo de encendido regulado
Tensión de entrada	100...120 V AC monofásica, terminal(es): N-L1 200...500 V AC fase a fase, terminal(es): L1-L2
Tensión de salida	24 V CC
Potencia nominal en W	240 W
Equipo suministrado	Filtro de corrección del factor de energía de acuerdo con IEC 61000-3-2
Corriente de salida de alimentación	10 A
Tipo de protección de salida	Contra sobrecarga, tecnología de protección: rearme manual o automático Contra sobretensión, tecnología de protección: 30...32 V, rearme manual Contra cortocircuitos, tecnología de protección: rearme manual o automático Contra tensión baja, tecnología de protección: desconex si U < 21,6 V Térmico, tecnología de protección: rearme automático



Fig .15 Fuente alimentación

Se ha escogido este modelo de fuente de alimentación por su fiabilidad, a la vez de su funcionamiento ya que se puede conectar en monofásico (fase + neutro) o en bifásico (dos fases), la versatilidad a la hora de conexión es un punto a favor para su elección. Además, posee 2 leds de señalización para alertar de alguna anomalía. Posee un sistema de seguridad contra sobrecargas con rearme automático o manual.

Line Supply Wiring Diagram

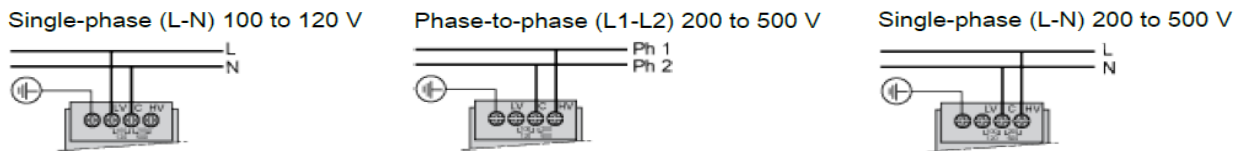


Fig .16 diagrama conexión

3.3 Protección 24v.

Como ya e ha dicho anteriormente las nuevas generaciones de automatización de máquinas poseen gran variedad de aparatos electrónicos que se encargan de controlar la mismas máquinas, en general su tensión de funcionamiento son 24v o 48v en corriente continua, pero también las hay en 110v, aunque internamente poseen una pequeña fuente, estas suelen ser más caras. En nuestro caso todos los dispositivos electrónicos funcionan a 24 v, dichos aparatos pueden sufrir anomalías o alguna sobre carga o incluso se puede cometer el error de realizar un cortocircuito involuntario, para ello se necesita de un dispositivo capaz de supervisar la corriente suministrada por la fuente, para ello utilizamos las protecciones de 24 v, las nuevas generaciones son también electrónicas, anteriormente se utilizaban dispositivos magnetotérmicos.



Fig. 17 Protección electrónica

En el presente proyecto utilizaremos el dispositivo de protección de la marca MURR Electronic la gama MICO **FIG.17**, este dispositivo tiene la peculiaridad de tener varios canales de protección, con lo cual se puede tener un cableado selectivo y a la hora de encontrar fallos nos

será de gran ayuda. El dispositivo está compuesto como ya he dicho de 4 canales con un botón de rearme u un led de señalización y una rueda con la que se puede seleccionar la intensidad máxima (este modelo va de 1 a 4 A), en caso de anomalía es rojo y en caso de funcionamiento correcto es verde. Dos dispositivos irán ubicados en el armario principal y otro en el subcuadro ubicado en la máquina.

Los diferentes circuitos irán de la siguiente manera:

1. Alimentación de dispositivos.
2. Entradas.
3. Salidas.
4. E/S analógicas.
5. Electroválvulas.
6. PLC.
7. HMI

3.4 PLC.

El autómata programable escogido para la gestión de la máquina es de la serie M241 de la marca Schneider, en concreto el PLC **M241CEC24T**, es un autómata compacto económico y de grandes prestaciones además de ser económico. El mismo este compuesto por 14 entradas y 10 salidas a transistor, un puerto Can open, dos puertos serie además de un puerto ethernet rj45. el autómata también dispone de un puerto USB para la programación y una ranura SD para almacenar datos, programas etc.

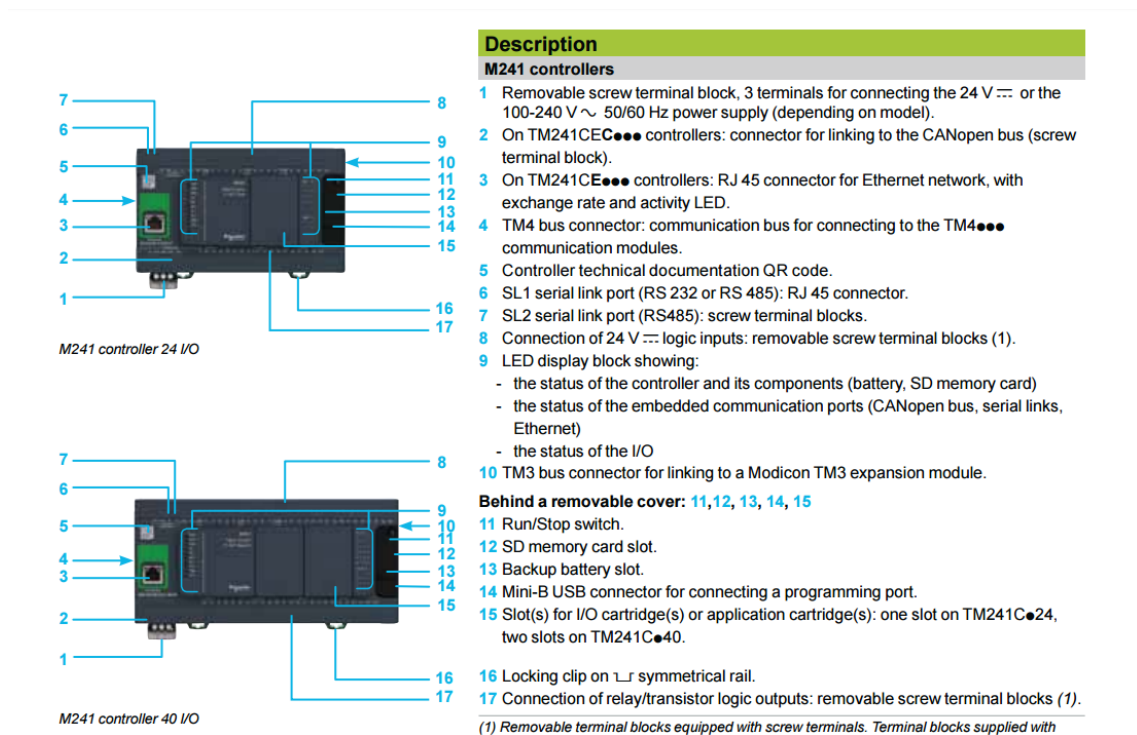


Fig. 18 Autómata

El controlador lógico Modicon M241 es un autómatas compacto de alto rendimiento y totalmente ampliable que forma parte del concepto de “control flexible de máquinas” de Schneider Electric. El M241 monta un potente procesador de doble núcleo con una velocidad de ejecución de 22 ns (para una instrucción booleana), memoria RAM de 64 MB capaz de almacenar datos y programas, así como una memoria flash de 128 MB para copias de seguridad de aplicaciones y datos. Los PLCs Modicon M241 pertenecen a la plataforma Machine Struxure, y se programan y configuran mediante el software SoMachine que integra el programa de PLC y HMI. El cable de programación es Standard USB (USB-PC y miniUSB-PLC). Incluye puertos de comunicación Modbus y Ethernet. Existe la variante modular del autómatas.

El autómatas se programa a través de un software proporcionado por Schneider llamado SoMachine (basado en Codesys). que proporciona todas las herramientas necesarias para poder realizar una programación óptima.

Además, el software SoMachine te permite diseñar las pantallas HMI y programarlas, esto es una gran ventaja pues se reduce el tiempo invertido en softwares de terceros.

IEC 61131-3

Más de 250 fabricantes de dispositivos de diferentes sectores industriales ofrecen sus dispositivos de automatización inteligente programable con la interfaz de programación CODESYS. En consecuencia, miles de usuarios finales en todo el mundo emplean CODESYS para su trabajo diario en todo tipo de tareas de automatización. Hoy en día, CODESYS es la herramienta de desarrollo basada en IEC 61131-3 más extendida en Europa.

Una red mundial de asociados del sistema de CODESYS ofrece tanto una amplia variedad de servicios para los usuarios CODESYS como el apoyo a los usuarios finales, soporte, consultoría, formación, programación de aplicaciones o la integración de sistemas.

CodeSys es un software que utiliza el estándar de programación de PLC IEC 61131-3 con los 5 lenguajes de programación lo que te asegura que tu programación cumple la norma

- Lenguaje escalera (LD - Ladder Diagram)
- Diagrama de bloque de funciones (FBD - Function Block Diagram)
- Texto estructurado (ST - Structured Text)
- Lista de instrucciones (IL - Instruction List)
- Bloques de función secuenciales (SFC - Sequential Function Chart)

3.5 HMI.

Bajo mi punto de vista el HMI o pantalla de visualización táctil es la parte más importante después de los sistemas de seguridad de la máquina, gracias al HMI es posible entablar un dialogo Hombre-Máquina. A través de esta se pueden configurar los parámetros de la máquina obtener información de los sensores, detectar cualquier avería y tener un control sobre la producción.

Para la máquina hemos optado por un HMI también de la marca Schneider de la gama **HMIDT651**. Además de tener unas características más que buenas se ha elegido para poder englobar toda la máquina ser posible de la misma marca comercial.

La pantalla se compone de dos partes; una de las partes es la pantalla en nuestro caso es un panel táctil resistivo monopunto con una resolución de 1280 x 800 de 12" a color. La segunda parte está compuesta por la CPU, gracias a estar dividida en dos partes se puede escoger la CPU que más se adapte a nuestras necesidades, con puertos de comunicación y conexiones a red diferentes. Esta combinación me parece de gran utilidad dirigido a averías, ya que en caso de rotura solamente se tiene que reemplazar cualquiera de las dos partes averiadas.

La CPU del HMI se programa también con el entorno SOmachine que también utilizamos para programar el autómatas, pero con una aplicación llamada **Vijeo Designer**.

A continuación, se muestran algunas capturas de pantalla:

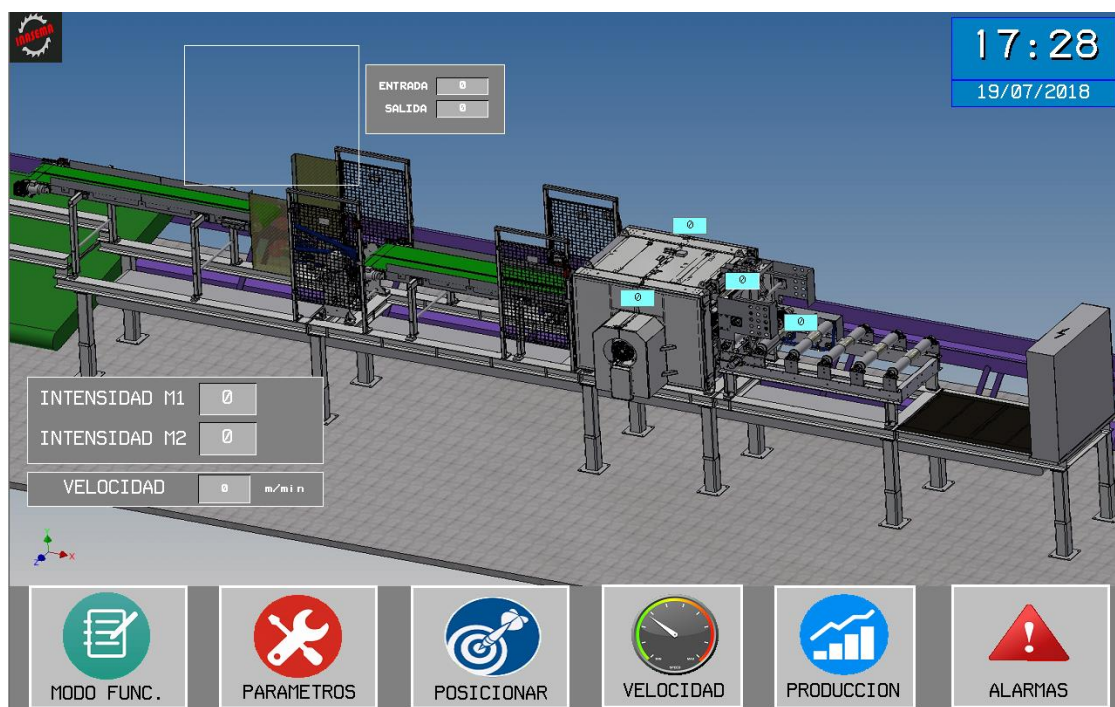


Fig. 19 Pantalla principal.



Fig. 20 Pantalla posición ejes

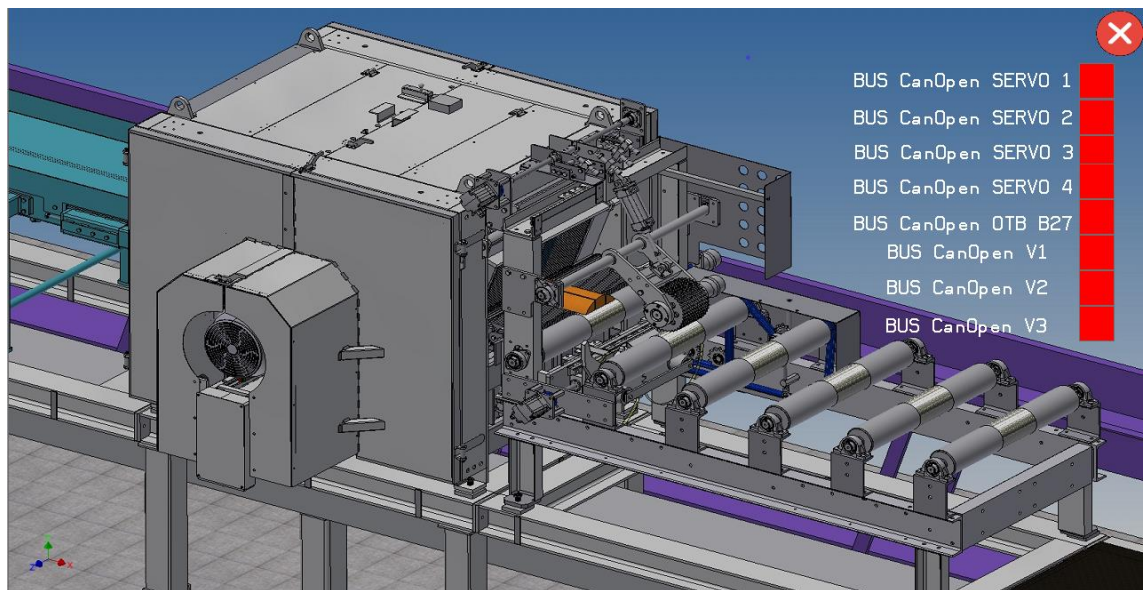


Fig. 21 Pantalla Alarma buses

3.6 Buses de campo

Los Buses de Campo son líneas de comunicación que nos permiten enviar y recibir información de transductores, sensores y otros aparatos. Los buses son realmente importantes en nuestro sector ya que nos ahorran cableado y tiempo a la hora de ejecutar el trabajo de montaje del automatismo, además una característica importante son las grandes velocidades de transmisión de datos.

Nuestra máquina utiliza los tres Buses de Campo siguientes:

- Ethernet
- Canopen
- Modbus

El autómeta seleccionado para gobernar nuestra máquina es capaz de manejar tres Buses de Campo diferentes e independientemente. Cada Bus de Campo se utilizará de forma diferente, a continuación, se explica la función de cada uno.

Ethernet

Este es el bus más utilizado a nivel mundial, nos permite conectarnos a la red mas grande del mundo Internet. Afirmitivamente el autómeta es capaz de conectarse a internet, en nuestro caso utilizaremos esta conexión para conectarnos remotamente a través de un cliente de acceso remoto (explicado más adelante). Además, se puede crear una red local entre autómetas, en nuestro caso no es necesario puesto que solo disponemos de un solo PLC. También conectamos la pantalla HMI al PLC mediante este bus, además, también se puede cargar el programa y monitorizar el proceso.

El Autómeta solamente dispone de un puerto. Para poder acceder a todas las características descritas anteriores es necesario añadir una expansión, que no es nada más que un swich de 4 puertos.

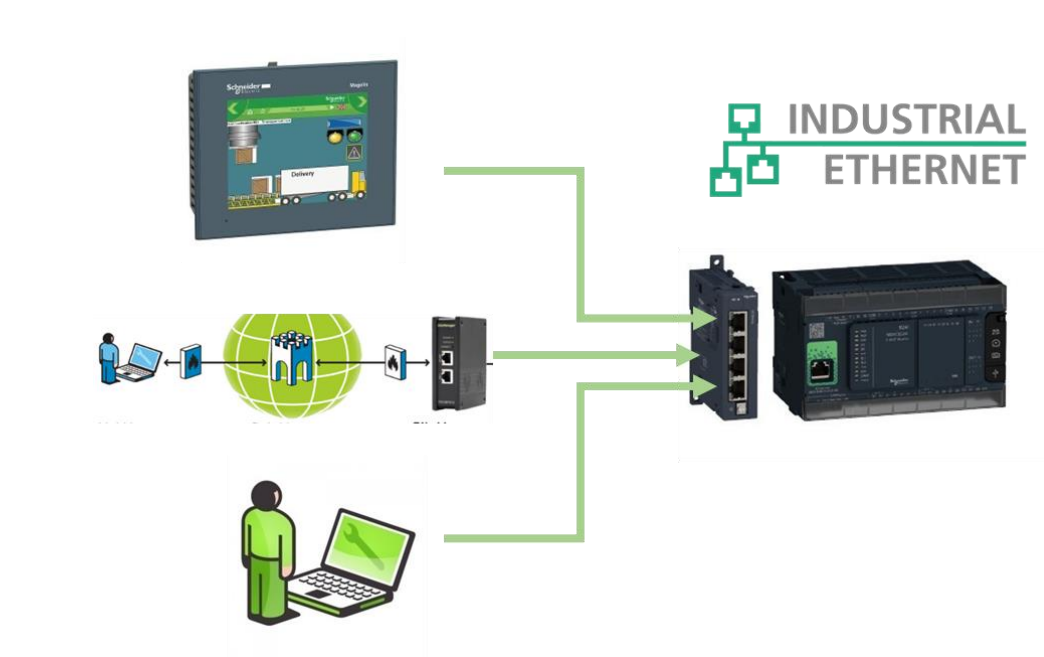


Fig.22 Topología Ethernet

El método de conexión de los diferentes elementos es un cable UTP con 4 pares de cables trenzados con clavijas RJ45.

CANOpen

Este tipo de bus de campo utiliza un protocolo de alto nivel para uso industrial, basado en el bus CAN (ISO 11898) y recogido en la norma EN 50325-4. Schneider Electric utiliza este bus de forma cotidiana en la comunicación entre sus dispositivos, es por ello que se ha escogido este bus para comunicar los diferentes dispositivos ya sean variadores, expansiones OTB, servos.... este tipo de bus este compuesto de un único cable que va punteándose entre los diferentes dispositivos, de esta manera el tiempo empleado en el cableado disminuye.

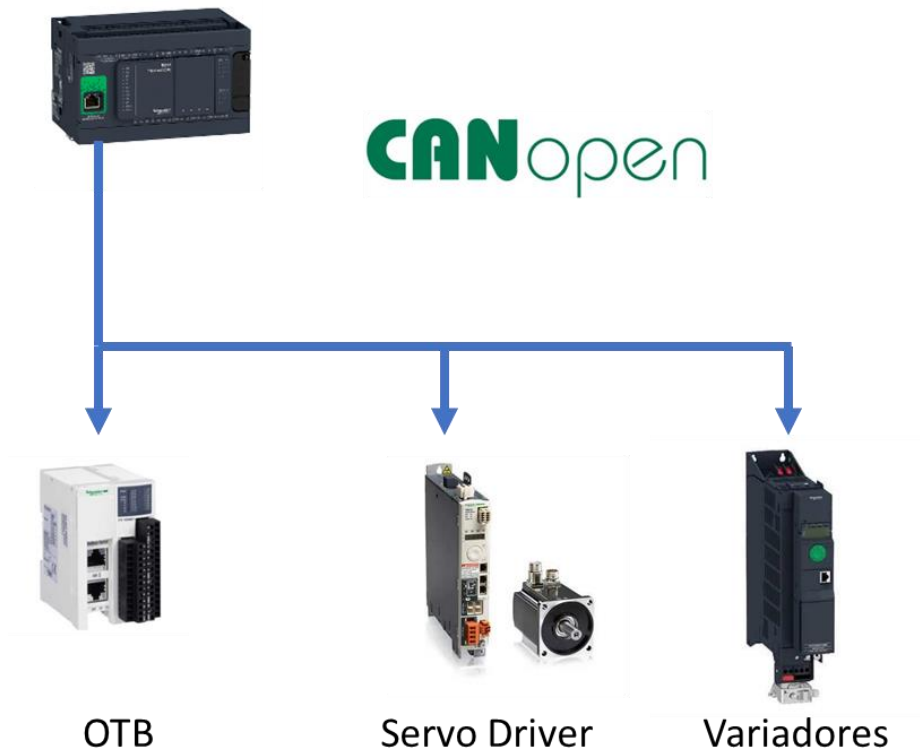


Fig. 23 Topología CanOpen

Este tipo de bus no permite una topología en estrella demasiado larga, un par de metros a lo sumo. Otras opciones utilizamos es la topología cascada o serie, los dispositivos que incorporaban Canopen disponen de dos puertos, esto nos permite enseriar los dispositivos, pasando de un dispositivo a otro, una vez se llega al último hay que instalar una resistencia de 120Ω para cerrar el circuito. Cabe destacar que tanto el autómata como los conectores Can open poseen un interruptor que activa o desactiva dicha resistencia. De esta forma tendremos el

circuito cerrado una parte en el autómatas y el último tramo, el OTB, que se ubica en el subcuadro ubicado en la máquina. Para la programación solamente tenemos que asignarle una dirección de nodo y una velocidad de comunicación a cada uno de los dispositivos para poder interactuar con ellos.

El cable utilizado para ello es una manguera especial compuesta por dos pares de cables y una malla para evitar interferencias. la constitución de la manguera es la siguiente FIG24.

Wire	Characteristic	Signal	Color
Pair A	conductor gauge: 0.34 mm ² (AWG 22)	CAN_V+	red
Pair A	linear resistance: 55 Ω/km	CAN_GND	black
Pair B	conductor gauge: 0.2 mm ² (AWG 24)	CAN_H	white
Pair B	linear resistance: 90 Ω/km	CAN_L	blue
Pair B	characteristic impedance: 120 Ω	–	–

Fig. 24 Característica Manguera Canopen

MODbus

Este bus de campo es uno de los más conocidos que existe fue creado en 1979 por Modicon y está presente en la gran mayoría de sistemas automáticos, su protocolo consiste en maestro/esclavo. En nuestro caso será utilizado para conectar los arrancadores (se explicarán en apartados posteriores) al autómatas para realizar su control. Dichos arrancadores se encargarán de poner en marcha los motores de gran potencia que harán girar las sierras. Gracias a este bus de campo es posible leer todos los parámetros preprogramados en el arrancador y así el autómatas poder realizar un control sobre ellos. unos de los datos más importantes que nos proporcionarían es la intensidad de corriente consumida por cada motor.

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única. Cualquier dispositivo puede enviar órdenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro, en este caso el PLC. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama, pero sólo el destinatario la ejecuta (salvo un modo especial denominado "Broadcast"). Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros.

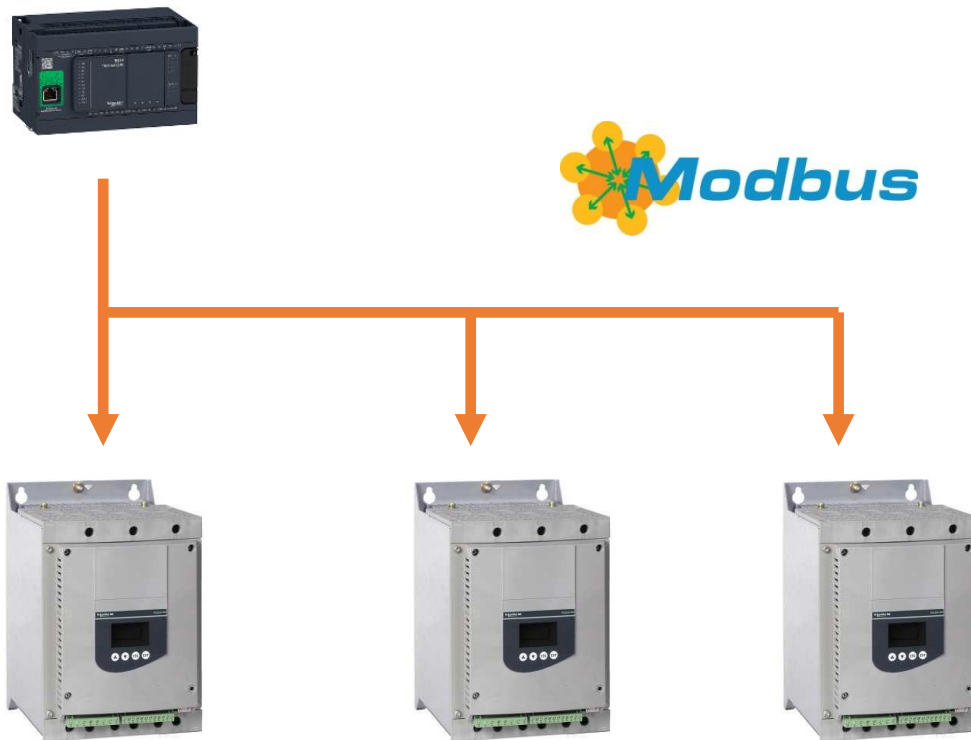


Fig. 25 Topología Modbus

La conexión de este bus se realiza en serie, es decir, entraremos con una conexión al dispositivo, de este mismo saldremos al siguiente dispositivo y así sucesivamente con todos, la conexión se realiza mediante un cable UTP con clavija RJ45. Cabe destacar que el arrancador solamente posee una conexión RJ45 por lo que por si no es posible realizar el enseriado, necesitamos de un dispositivo derivador que nos permita hacer el enseriado FIG26.



Fig. 26 Derivador Modbus

3.7 Extensiones, módulos TM3 e islas.

En ocasiones la capacidad que lleva de serie el autómatas no es suficiente para gestionar toda la información, ya que tenemos muchas señales de entrada además de tener muchas señales de salida o actuadores. Por eso es necesario ampliar la cantidad de entradas y salidas del PLC con sus respectivas extensiones, además necesitaremos un módulo descentralizado OTB (también llamado islas) ubicado en el subcuadro de la máquina.

De esta manera en el armario general donde se ubica el autómatas dispondremos de una serie de extensiones, tantas de ellas como para cubrir las necesidades de entradas y salidas además de dejar de reserva un porcentaje de las mismas para posibles ampliaciones.

MODULO TM3DI16 – TM3DQ16

Este módulo en concreto posee 16 entradas o salidas dependiendo si el módulo. Estos módulos se conectan en el lateral del autómatas y se fijan mediante carril din quedando perfectamente fijados.

El módulo de entradas está dividido en dos bloques de 8 entradas, tendremos que conectar 0V a cada uno de ellos.

El módulo de salidas está dividido en dos bloques de 8 salidas, tendremos que conectar la alimentación de 24v a cada uno de ellos.



Fig. 27 modulo entradas TM3DI16

MODULO TM3AQ4

Este módulo posee 4 salidas analógicas que pueden funcionar de diferente manera:

- 0-10V
- -10V – 10V
- 4 – 20mA
- 0 – 20mA

Este módulo se alimenta mediante 24v y posee un conexión a tierra. La señal que proporciona este módulo deberá conducirse mediante una manguera apantallada conectada a tierra para evitar interferencias provocadas por los diferentes aparatos electrónicos.



Fig. 28 Modulo analógico TM3AQ4

Este módulo acompañado con un dispositivo proporcional nos permitirá modificar el caudal de aceite de la bomba hidráulica para así variar la velocidad de los motores de arrastre de la máquina.

Los módulos TM3 anteriormente descritos junto con el autómata programable forman el sistema de control de la máquina, en él se recogerá la información proporcionadas por los mandos ubicados en la puerta del armario (pulsadores y selectores) y podremos controlar el grupo hidráulico encargado de mover los motores hidráulicos de la máquina.

Por comodidad y ahorrar tiempo no todos los sensores y actuadores se conectan directamente a los módulos de entradas y salidas del autómata para ello utilizamos las islas o OTB.

MODULOS OTB



Fig. 29 OTB

Estos módulos de extensión de entradas y salida van conectados al autómata mediante el bus de campo Canopen para transmitir las señales de entradas y salidas.

Este módulo, **OTB1CODM9LP**. Dispone de 12 entradas y 8 salidas. En caso de necesidad es totalmente ampliable. Funciona con una alimentación de 24 v .

En él se conectarán el presostato y, los sensores inductivos además de las bobinas de las cerraduras de las puertas.

3.8 Servomotores

Los servomotores nos permitirán mover con precisión todos los elementos conectados a ellos. Las herramientas de corte, el láser de visualización y el centrador se moverán con motores de este tipo. para ello utilizaremos un servo drive de la gama **LEXIUM 32** y un servomotor de la gama **BMH** de la marca Schneider Electric.

En el driver se necesitará conectar 3 dispositivos, en este caso sensores inductivos, para poder referenciar la posición, así como de darle un mínimo y un máximo. Esto pondrá unos límites al movimiento para que el motor que posee la herramienta no pueda salirse y provocar algún accidente.

Es importante que el contacto del sensor sea normalmente cerrado. Para que en caso de rotura la máquina lo detecte y así evitar accidentes

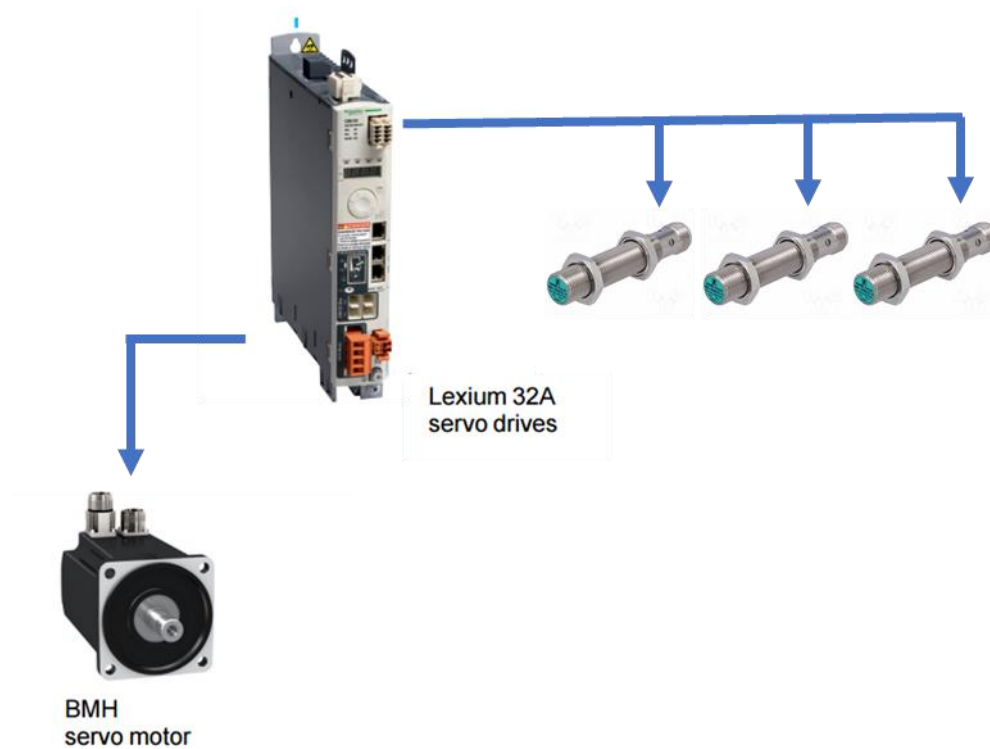


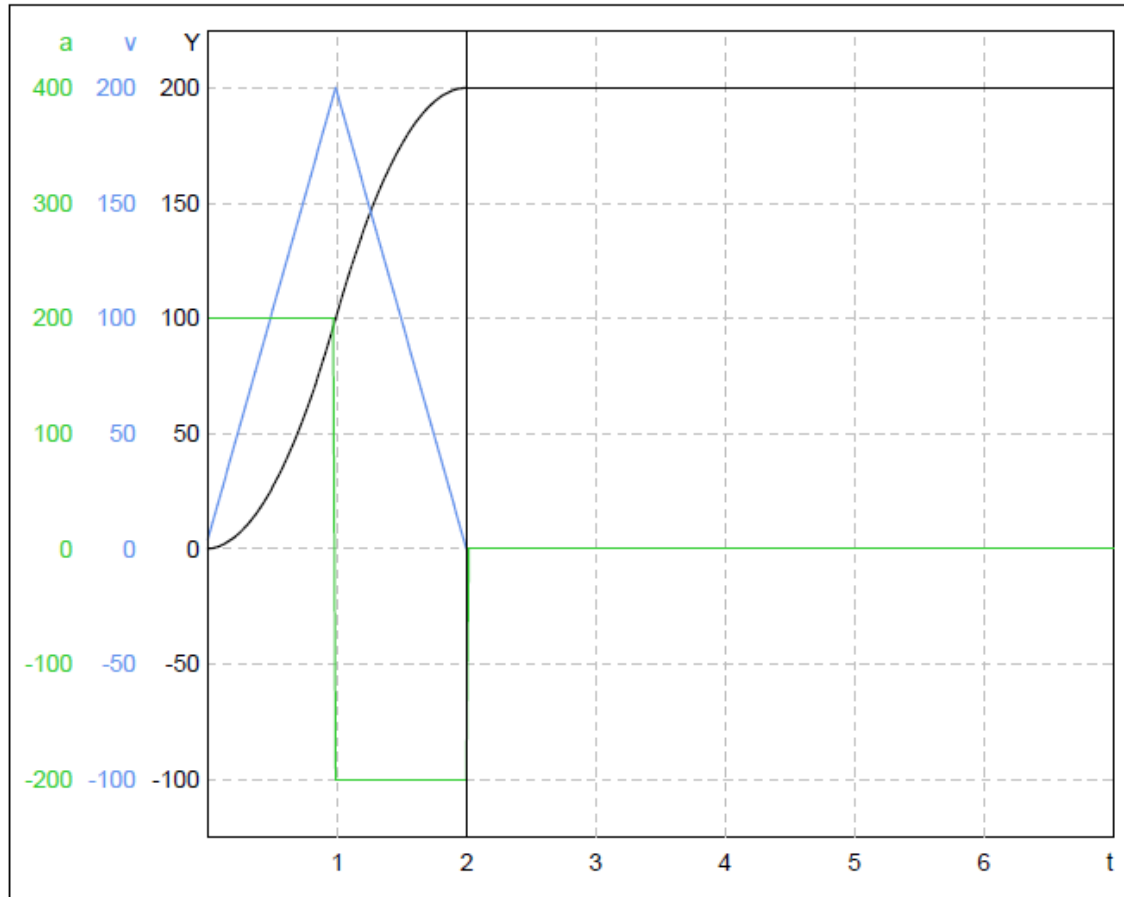
Fig. 30 Conexión servodriver

Para el cálculo de la potencia o Newtons necesarios a suministrar por el conjunto de posicionamiento hemos empleado un software de cálculo para este fin llamado **LXMsizer**. Este software nos va a permitir conocer la potencia necesaria y conjunto de elementos a emplear del servosistema según nuestros requerimientos y datos mecánicos de la máquina. Tendremos que introducir los datos mecánicos del sistema, engranajes, poleas, peso, etc. Y las características de tiempo y velocidad que queremos conseguir con la máquina a la hora de posicionar. Este software nos creará una gráfica de curvas y nos indicará la potencia necesaria y el conjunto de servodrive y servomotor que sería el más adecuado para nuestra aplicación.

MEMORIA TECNICA SERVOMOTORES

Definiciones

Movimientos



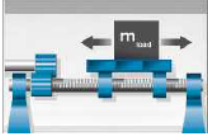
- Curva de posición, Y
- Pendiente, v (Velocidad)
- Curvatura, a (Aceleración)

Descripción de la sección

Nombre	
Tiempo de espera	
Aceleración máx.	
Retardo máx.	
Carga adicional	
Velocidad	200 mm/s
Tiempo acel.	1 s
Tiempo const.	0 s
Tiempo dec.	1 s
Velocidad final	0 mm/s
Sentido	Positivo
Perfil de velocidad	Lineal

Nombre	
Tiempo de espera	
Aceleración máx.	
Retardo máx.	
Carga adicional	
Velocidad	0 mm/s
Tiempo acel.	0.5 s
Tiempo const.	4 s
Tiempo dec.	0.5 s
Velocidad final	0 mm/s
Sentido	Positivo
Perfil de velocidad	Lineal

Mecánica

Mecánica	Parámetro	Valor
	Paso	20 mm
	m Carga	450 kg
	J general	10.505 kgcm ²
	F Fricción	0 N
	F Estática	0 N
	F Viscosidad	0 N/(m/s)
	Ángulo de inclinación	0 °

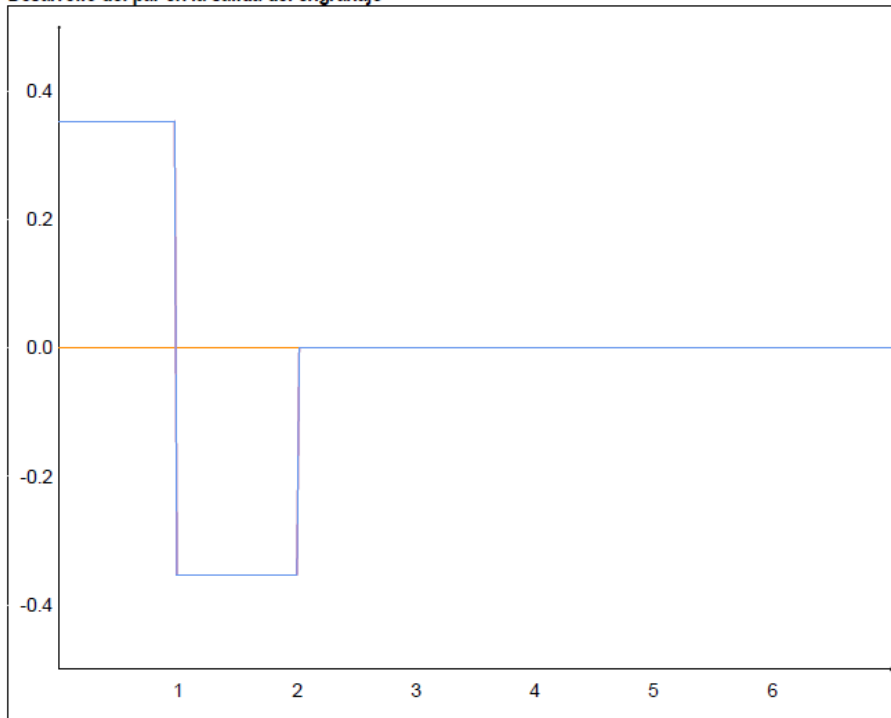
Engranaje

Parámetro	Valor
Tipo de engranaje	Ningún engranaje
i Engranaje principal	1
DEje engranaje	100 mm
Reserva n nom	0 %
Reserva n parada de emergencia	0 %
Transmisión adicional	Sí
Reserva n nom	0 %

Motor

Parámetro	Valor
Tipo de servomotor	BMH1402PxxAxx
Categoría	BMH
Controlador	LXM32AD30N4 (400V)
Reserva n máx	0 %
Reserva n nom	0 %
Reserva M máx	0 %
Freno	No
Tensión nominal (controlador)	400 V
Fases del circuito principal	3

Desarrollo del par en la salida del engranaje

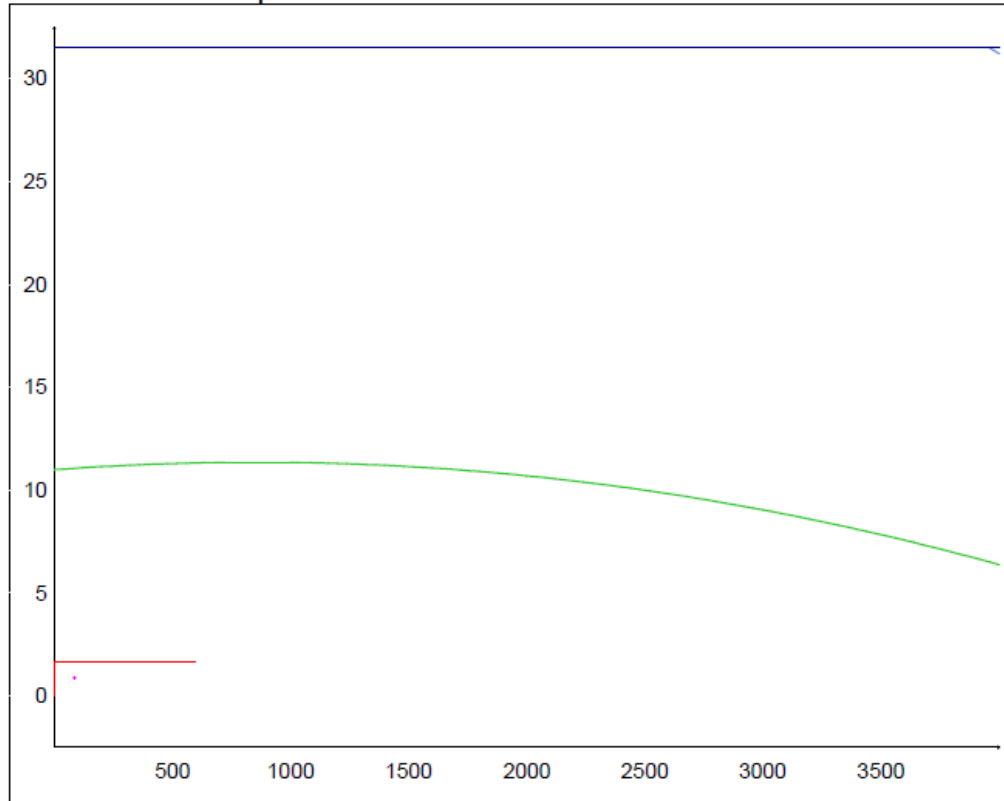


t / Nm

- MLoadStatic
- MLoadViscos
- Mdyn
- MLoadPhi
- MLoadFriction
- Carga adicional
- MLoadTot

Parámetro	Valores de la carga (salida del engranaje)	Valores entre engranajes principal y adicional	Valores en el eje motor (carga red. + engranaje + motor + freno)	Valores máximos de motor-controlador
vel max	200 mm/s			
acc max	200 mm/s ²			
alpha max	62.8319 rad/s ²	62.8319 rad/s ²	62.8319 rad/s ²	
Mmáx	0.352484 Nm	0.352484 Nm	1.63057 Nm	31.5 Nm
M ef	0.189454 Nm	0.189454 Nm	0.876406 Nm	11.0558 Nm
JLoad	56.0995 kgcm ²	227.514 kgcm ²	56.0995 kgcm ²	32 kgcm ²
JCarga/JMotor			7,1098	
n max	600 rpm	600 rpm	600 rpm	4000 rpm
N ef	86.6667 rpm	86.6667 rpm	86.6667 rpm	
MEngranaje parada de emergencia				

Curvas características de pares sobre velocidad



- rpm / Nm
- M(n)
 - M máx (tensión nominal)
 - M máx (-5 % de tensión nominal)
 - M máx (+20 % de tensión nominal)
 - M ef(n)
 - M ef (N ef)

Una vez realizada la simulación se puede observar en las gráficas las rampas de aceleración deceleración, así como el tiempo empleado para ello. Con la información proporcionada tras el ensayo se puede estudiar que comportamiento tendrán los motores en la máquina. Cabe destacar que los valores utilizados para realizar el ensayo son los más desfavorables posibles, haciendo así el sistema sobredimensionado consiguiendo que un sistema más duradero y obtener un buen rendimiento en condiciones extremas.

3.9 Variadores de frecuencia

La máquina requiere de un sistema de transporte para poder llevar el material de un punto a otro, en este caso se utilizarán trenes de rodillos. Estos rodillos son movidos gracias a un motor con reductora. El motor se podría conectar directamente a un contactor para la puesta en marcha, pero en nuestro caso no es posible porque la velocidad de los rodillos debe adaptarse a la velocidad de salida del material para que no patine y que el material salga despedido y pueda provocar un accidente, por eso haremos uso de variadores de frecuencia, con este dispositivo podremos variar la velocidad de los motores, cabe destacar que todos los trenes de rodillos deben de tener la misma velocidad.

Para la elección del variador de frecuencia hay que tener en cuenta la potencia del motor, como no es una aplicación con requerimientos especiales no necesitaremos tener nada más en cuenta. Se ha escogido el variador de frecuencia acorde a la alimentación de la máquina, trifásico, además posee una comunicación CanOpen ya explicada anteriormente, mediante el programa del PLC podremos acceder a todos sus parámetros ahorrando así tiempo de ejecución. La velocidad de los motores podremos modificarla desde la pantalla táctil.

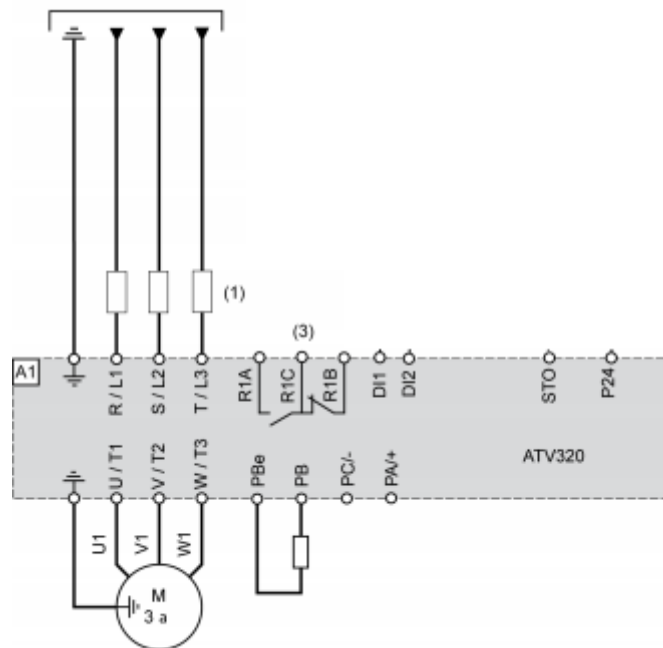


Fig. 31 Esquema Conexión Variador

3.10 Arrancadores

Para poner en marcha los motores de gran potencia que moverán las sierras no es posible conectarlos a un contactor de potencia, el motor al arrancar crearía un pico de intensidad que haría saltar los automáticos de la fábrica, para ello es necesario contar con un sistema de arranque para evitar que esto suceda.

En el proyecto se a optado por utilizar arrancadores electrónicos por varios motivos:

- Se ha descartado la posibilidad de utilizar el arranque estrella triangulo porque serian necesario varios contactores ocupando así bastante espacio en el cuadro además del molesto cableado por la gran sección del cable y la maniobra.
- También se ha descartado la posibilidad de utilizar un variador de frecuencia porque es un dispositivo caro, además no necesitamos variar la velocidad del motor, solamente necesitamos controlar el arranque y la parada del motor, este deberá funcionar a la velocidad nominal.

Una de las ventajas al utilizar el arrancador es que al estar conectado al autómeta se puede monitorizar el estado del motor. Ya sea intensidad de arranque, intensidad nominal, temperatura, etc.

Los arrancadores seleccionados para la puesta en marcha de los motores son de la serie Altistart 48 de la marca Schneider (dos de una potencia de 37KW, ATS48D75Q.).



Fig. 31 Arrancador electrónico ATS

En la parte inferior pose unos bornes de conexión los cuales nos permitirán alimentar el dispositivo y realizar la maniobra de arranque y paro. Además, posee un par de contactos auxiliares libres de potencial, en este caso se utilizaran para encender un piloto que nos indique que el motor está en marcha. **FIG32**

Es posible cambiar cualquier parámetro desde el display y los botones que se ubican en la parte frontal del dispositivo. Por defecto en el display se muestra la intensidad real consumida por el motor. **FIG31**

Para controlar el arrancador, este se conectará mediante el bus de campo Modbus al autómeta.

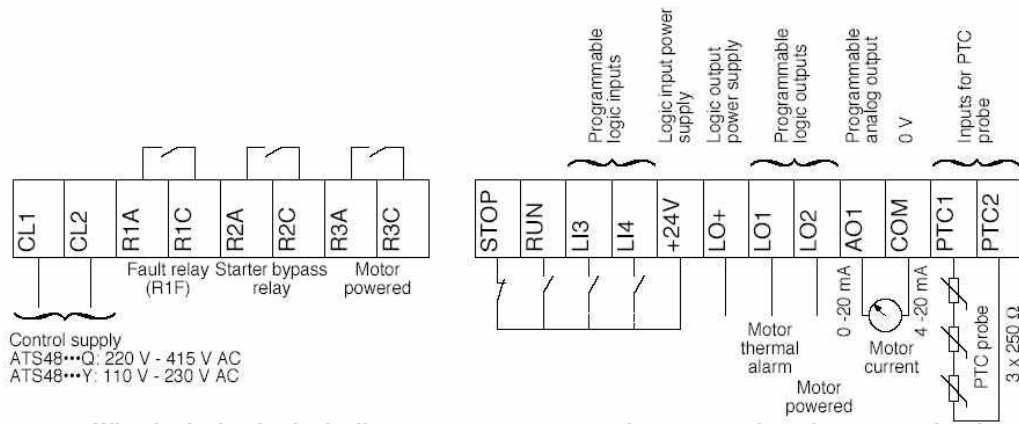


Fig. 32 Esquema maniobra ATS

3.11 Contactores y Guardamotores

3.11.1 Guardamotores

Todo motor debe llevar un dispositivo que corte su alimentación ante una anomalía, el guardamotor se encarga de proteger el motor ante cortocircuito o sobre carga. En nuestro caso se va a utilizar un guardamotor de la marca Schneider de la serie Tesys y la gama GV2. Hay que tener en cuenta la corriente nominal del motor a la hora de escogerlo, además es posible incorporarle un bloque de contactos auxiliares que conectaremos a las entradas del autómeta, de esta manera nos indica en caso de fallo que guardamotor ha “saltado”. En el mercado existen muchos modelos de guardamotor, pero todos realizan la misma función. A fin de tener un cuadro ordenado y profesional se ha escogido el de la marca que se ha estado usando hasta ahora.



Fig. 33 Guardamotor

3.11.2 Contactores

EL contactor es el dispositivo más antiguo utilizado para controlar grandes cargas elevadas con tensiones pequeñas desde 12v. en nuestro caso se utilizará para poner en marcha el grupo hidráulico y las citas transportadoras que llevaran el material de desecho a la trituradora. La velocidad de estas cintas no nos importa por eso que será de arranque directo. Se utilizarán los contactores de la marca Schneider de la serie LCD1.

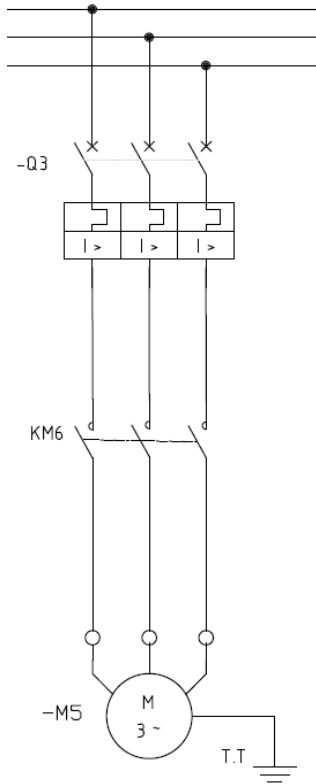


Fig. 34 esquema básico arranque directo



Fig. 35 contactor gama LCD1

Antes de adquirir cualquier dispositivo (guardamotor o contactor) hay que tener claro el consumo que realizará el motor para así elegir el calibre del dispositivo, así como los terminales de conexión para poder conectar correctamente los cables. Esta información vendrá suministrada por el departamento de oficina técnica de la empresa.

3.12 Entradas, actuadores, sensores, y transductores

3.12.1 Entradas

Como en cualquier máquina automatizada, se requieren una gran cantidad de señales (entrada/salida) al autómeta el cual nos indica el estado de la máquina en cualquier momento. Estas señales serán de dos tipos. Ya sea entrada o salida podremos encontrar señales digitales y analógicas. Las señales digitales de entrada serán proporcionadas por pulsadores, sensores inductivos o finales de carrera. Las señales analógicas vendrán proporcionadas por transductores. La señal de salidas digitales serán las utilizadas para activar las electroválvulas neumáticas o hidráulicas y las señales analógicas de salidas se encargarán de variar la posición de una válvula proporcional que variara las velocidades de los motores hidráulicos.

Dentro de las entradas encontramos dos tipos. Las que se encargan de indicarnos el estado de las máquinas y las dirigidas al dialogo hombre máquina. Este último tipo las ubicaremos en el armario principal en la puerta izquierda a una altura la cual sea cómodo su accionamiento asimismo se ubicará el HMI. Además de estar también ubicados en el pupitre

Al igual que las entradas tendremos entradas que controlaran el arranque y los procesos de la máquina también tenemos salidas que nos indican el estado de la máquina tales como pilotos de señalización.

Toda la platería cableada utilizada es de la marca Schneider de la serie Harmony. Estos mecanismos son directamente empotrables con un previo orificio de 22mm.



Fig. 36 Gama Mecanismos Harmony

3.12.2 Sensores

Sensores hay repartidos por toda la máquina, estos son los encargados de detectar el comportamiento de la máquina, cada sensor ira conectado a una entrada del autómata para que luego pueda ser gestionada por este. Encontraremos básicamente dos tipos: fotocélulas y sensores inductivos.

FOTOCELULAS

Las fotocélulas son dispositivos que funcionan mediante la interrupción de un haz de luz, existen de varios tipos, de barrera, de reflexión. En nuestro caso se utilizará una de barrera el cual tiene el emisor y receptor en el mismo dispositivo. Este dispositivo es el encargado de detectar en que ubicación de la máquina se encuentra el tronco. Estas fotocélulas las ubicamos a la entrada y la salida de la máquina y en la entrada de cada tren de rodillo a una altura de 10 o 20 cm de altura para cerciorarnos de que detecta el material. Estas fotocélulas son muy importantes pues evitamos conflictos entre palos.

LA fotocélula escogida para este proyecto es de la Marca Leuce, con supresión de profundidad de hasta 2m. incorpora de leds indicativo de tensión y de salida.

Estas fotocélulas se conectan mediante un conector de 4 pines (+24, 0v, NA, NC) roscado M12, esto nos permite una conexión rápida para así evitar retrasos de mantenimiento en caso de avería.

Ubicaremos las fotocélulas en lugares accesibles para su mantenimiento, este tipo de máquinas genera un gran volumen de polvo que pueden obstaculizar el campo de visión de la fotocélula impidiendo que esta realice su correcto funcionamiento, por eso se aconseja al operario limpiar la zona donde se ubica para evitar averías.



Fig.37 Fotocélula Leuce

SENSORES INDUCTIVOS

Este tipo de sensores, los sensores inductivos, funcionan gracias a la presencia de un metal dentro de su campo de detección, este tipo de sensor solo lo utilizaremos para detectar movimientos de la máquina y mecánicos.



Fig. 38 sensor inductivo

Hay que tener especial cuidado con este tipo de sensor pues su campo de detección es muy reducido, alrededor de 2 o 3 mm como mucho. Por eso hay que cerciorarnos de que el sensor se ha ubicado de forma correcta. disponen un led indicativo que nos avisa de la detección del metal. Se utilizarán del tipo NC (contacto normalmente cerrado), para los desplazamientos de los servomotores. De esta forma cualquier rotura de cable o sensor es detectada por el servo drive y bloquea el movimiento.

Para los demás lugares se utilizarán del tipo NA (contacto normalmente abierto) uno de ellos se ubicará en una leva (copiador) que nos indicará que existe presencia de tronco en el interior de la máquina.

CAJAS DE DERIVACIÓN

Para facilitar el cableado y el mantenimiento en caso de avería se colocarán una o varias cajas de derivación, estas cajas albergan hasta 8 puertos de conexión rápida M12, estas, irán conectadas al subcuadro que se ubica en la máquina.

Ubicaremos una de estas cajas de derivación el propio su cuadro ubicado en la máquina, este recogerá las señales internas de la máquina. Se ubicará otra en el tren de rodillos central, esta recogerá las señales década una de las fotocélulas que se ubican en cada tren de rodillos.

Cada caja incorpora leds de estado, los cuales indican la correcta alimentación del dispositivo y estado de la entrada o sensor. Estas cajas tienen numeradas sus entradas.

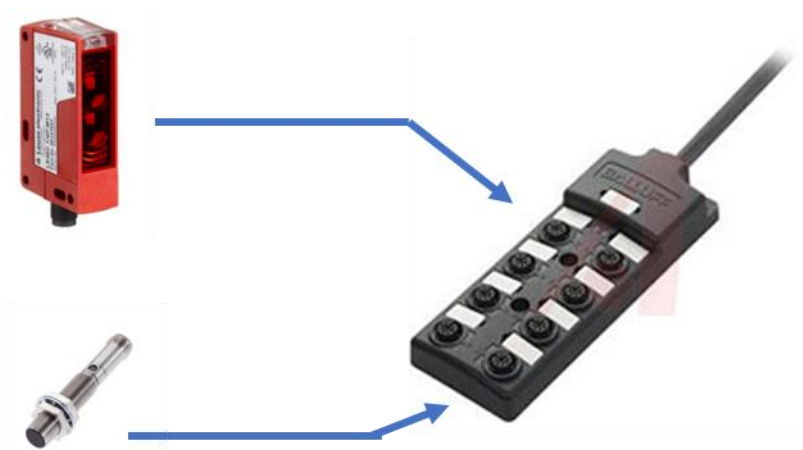


Fig. 39 Caja de derivación

3.12.3 Transductores

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada manifestación de energía de entrada, en otra diferente a la salida, pero de valores muy pequeños en términos relativos con respecto a un generador.

El tipo de transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza (por ejemplo, electromecánico, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa). Es un dispositivo usado principalmente en la industria, en la medicina, en la agricultura, en robótica, en aeronáutica, etc., para obtener la información de entornos físicos, químicos y conseguir (a partir

de esta información) señales o impulsos eléctricos o viceversa. Los transductores siempre consumen cierta cantidad de energía por lo que la señal medida resulta atenuada.

En la máquina solamente utilizamos un transductor ubicado en el pistón neumático del copiador. Este nos dirá cuanto se a desplazado el embolo del pistón neumático. El copiador es un sistema con un pistón regulable que mantiene el palo mientras este se está cortando. La señal que proporciona el transductor va de 0-10 voltios. Esta señal se llevará hasta el subcuadro para poder procesarla.

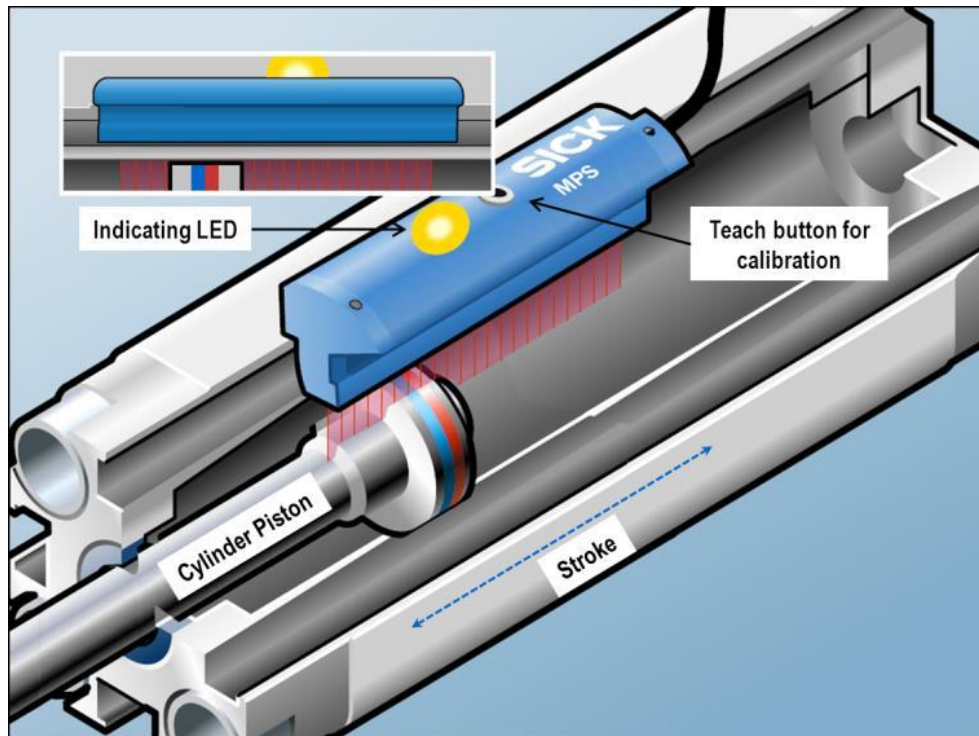


Fig. 40 Detalle transductor pistón

3.13 Salidas, Actuadores

Básicamente las salidas o actuadores que se van a ser controlados son electroválvulas, ya sean hidráulicas como neumáticas. El tipo de electroválvulas a utilizar son de simple efecto o todo o nada con una sola bobina para ser activada. Todas ellas funcionan a una tensión de 24 v. hay que tener en cuenta que las bobinas hidráulicas tienen que ser lo suficientemente potentes para poder dejar pasar la gran presión que proporciona la bomba, estas generan grandes picos de corrientes capaces de dañar aparatos electrónicos, por eso proveeremos cada bobina con un filtro para evitar esto. Para gobernar estas electroválvulas que consumen alrededor de 1.5A utilizaremos relés convencionales de la marca Schneider de un solo contacto que pueden soportar hasta 10A.

3.14 Electroválvula hidráulica proporcional

En capítulos anteriores se ha explicado que los arrastres de la máquina son hidráulicos, la velocidad de estos arrastres se debe de modificar dependiendo del material que se va a cortar y de las consignas que el operario crea oportunas. Por eso se necesita de algún sistema capaz de variar el caudal de aceite proporcionado por la bomba.

Para ello se va a utilizar una válvula proporcional ubicada en el tanque hidráulico. Esta electroválvula abrirá y cerrará el paso del aceite dependiendo de la tensión aplicada a la bobina (0-10v). El dispositivo que se encargara de controlar esta válvula nos la proporciona la empresa Brevini dedicada al sector hidráulico.

El funcionamiento de este dispositivo es bien sencillo. Se necesita alimentación de 24v para alimentarlo y una señal analógica proporcionada por el autómata, ya sea 0-10V o 4-20mA. En este caso se utilizará de 0-10V.

El dispositivo posee en la parte frontal una serie de potenciómetros donde se puede ajustar la rampa de arranque y parada, así como ajustar el 0 real (cuando mande el autómata 0v que esté cerrada la válvula). Además, posee leds de indicación de funcionamiento.

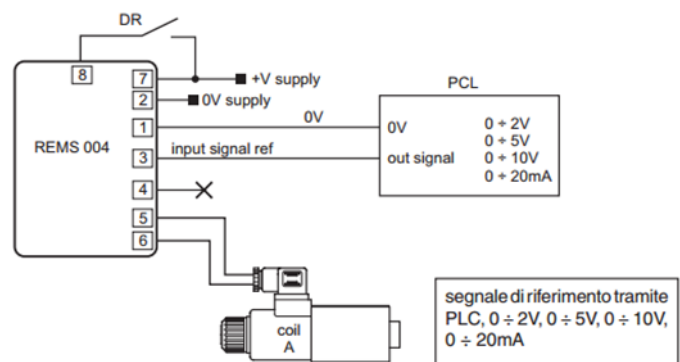
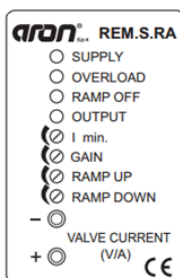


Fig. 41 Conexionado válvula proporcional



Supply	10VDC ÷ 30VDC (green led)
Overload	Protection against overload (red led)
Ramp off	Ramp off (red led)
Output	Output (current at solenoid, yellow led)
I. min.	Minimum current adjustment
Gain	Gain adjustment
Ramp up	Rump up adjustment time
Ramp down	Rump down adjustment time
Valve Current	Current test point at solenoid (1V =1A)

Fig. 42 Parámetros válvula proporcional

3.15 Seguridad en la máquina

Como fabricantes de máquinas tendremos que tener unas obligaciones y consideraciones respecto a la seguridad. Cumpliendo en todo momento los aspectos legales y de seguridad de obligado cumplimiento de las directivas de máquinas.

Nuevas máquinas - La Directiva de Máquinas:

- ✓ El objetivo principal de la Directiva de máquinas 2006/42/CE, que entró en vigor el 29 de diciembre de 2009, consisten obligar a los fabricantes a que garanticen un nivel mínimo de seguridad para las máquinas y los equipos vendidos en la unión europea.
- ✓ Las máquinas deberán cumplir con los requisitos esenciales de salud y seguridad enumerados en el Anexo I de la Directiva, con lo que establece un nivel mínimo común de protección en toda el área económica europea.
- ✓ Los fabricantes de máquinas o sus representantes autorizados dentro de la EU deberán asegurarse de que la máquina cumple con las directivas, de que se presente el Expediente técnico si así lo solicitan las autoridades pertinentes, de que la máquina presente el Mercado CE y que se firme una declaración de Conformidad antes de introducir la máquina al mercado dentro de la UE.

3.15.1 Dispositivos de seguridad

La máquina dispone en todo su perímetro verjas que imposibilitan el acceso a la misma a zonas peligrosas. Se pueden diferenciar dos niveles de peligrosidad en la máquina, cada una de estas 2 zonas llevarán un sistema de protección distinto:

Zona 1: son las partes de la máquina donde es peligrosa la presencia de persona, pero no existe riesgo de muerte. Esta zona se encuentra en las cadenas de selección de material y algún acceso a trenes de rodillos.

Zona 2: son las partes de la máquina donde el nivel de peligrosidad es extremo, existe peligro de muerte. Esta zona alberga los grandes motores de potencia, sierras circulares acompañadas de las grandes inercias que generan.

Para la zona 1 se utilizarán pestillos convencionales acompañados por un interruptor magnético que detecta la apertura de la puerta, en caso de apertura la máquina realizará un paro de emergencia. Para reanudar la marcha de la máquina el operario deberá cerrar dicha puerta y presionar el botón de roset ubicado en la puerta del armario general.



Fig.43 Interruptor magnético

En la zona 2 se utilizarán pestillos electrónicos que imposibilitarán la apertura de las puertas mientras los motores de potencia estén en marcha. Estos pestillos están provistos de una cerradura por electroimán y enclavamiento **FIG45**.

Además, el sistema de seguridad posee un dispositivo de velocidad nula que hasta que las sierras no estén totalmente paradas no es posible abrir las puertas. El dispositivo encargado de realizar esta función es de la marca Schneider de la serie XPS-VNE **FIG44**. Este dispositivo ira conectado a otro dispositivo encargado de gestionar las seguridades. Este módulo ira conectado a la salida del arrancador y detectara cuando los motores están totalmente parados.



Fig. 44 Modulo velocidad nula



Fig.45 Cerrojos seguridad

3.15.2 Supervisión de señales de seguridad – sistemas de control

Para el control de las puertas y las paradas de emergencia se necesitará un dispositivo capaz de gestionar estas señales. Para ello utilizaremos un control-lógico de la marca Schmersal, Asimismo este dispositivo es el encargado de activar los contactores de seguridad mediante el pulsador de reset los contactores de seguridad que darán alimentación a todos los dispositivos del armario.

Es importante destacar que todos los sistemas de seguridad tienen que ser redundantes, tendremos todo por duplicado. Por cada seta de emergencia tendremos dos contactos, y cada salida estará doblada. Esto se debe que ante cualquier sobre la máquina el operario será capaz de reaccionar y parar la máquina de forma segura. Ante una falla de un contacto tendremos otro que actuara. El sistema tras la detección detectara este fallo en el contacto y no volverá a rearmar hasta que se solucione el problema.

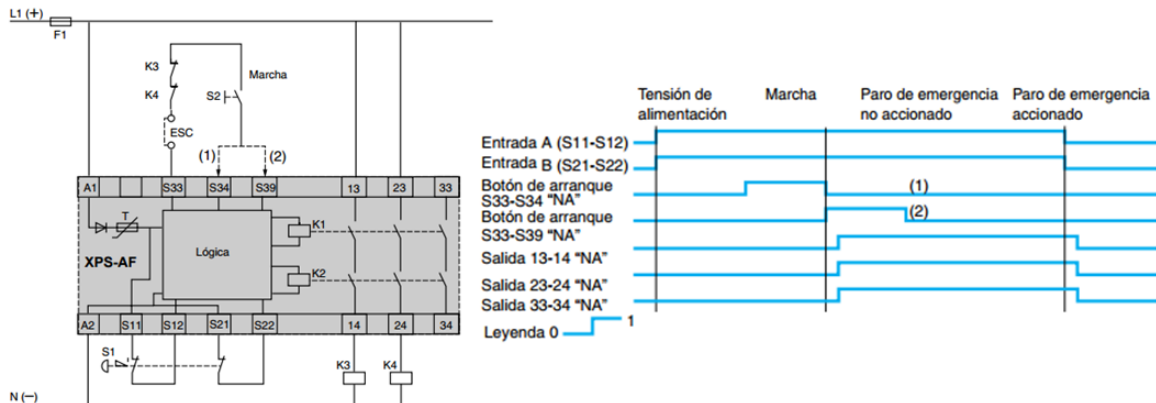


Fig. 46 Relé seguridad

3.16 Conexión remota

Una de las grandes actualizaciones instaladas en todas las máquinas fabricadas en la empresa es el telemantenimiento o el control remoto. Este sistema innovador nos permitirá conectarnos a la máquina desde nuestra oficina para realizar una rápida actuación. Este sistema evitara grandes desplazamientos por parte del servicio técnico elevando el coste de mantenimiento. Este sistema será gratuito durante el periodo de garantía, una vez terminado el plazo podrá seguir teniendo conexión remota pagando una cuota.

Para realizar este servicio será se utilizará un dispositivo capaz de crear un túnel VPN y conectar nuestro PC a la misma red donde está conectada la máquina. En el mercado existen una multitud de dispositivos capaces de realizar este servicio, en nuestro caso se ha escogido el de la marca Secomea, Site Manager. Se ha escogido este por ser el más económico y el que más funciones realiza.

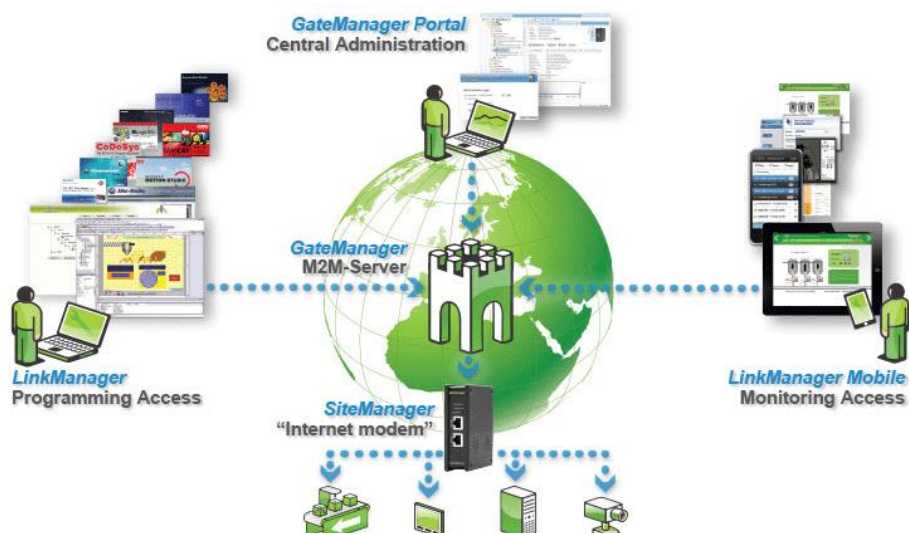


Fig. 47 Topología Conexión remota

Para poner en marcha este dispositivo tendremos que instalar el software en nuestro PC siguiendo el asistente de instalación. En la máquina se instalará el dispositivo y se conectará mediante un cable de red al autómata. Se conectará el servicio de internet en el puerto indicado para ello.

CAPITULO 4: FUNCIONAMIENTO GRAF CET

4. Funcionamiento de la máquina

Este capítulo pretende explicar más detalladamente el proceso de producción de la máquina mediante diferentes etapas de grafset.

Grafset general

El propósito de el siguiente grafset pretende dar una vista general del funcionamiento de la máquina para después ampliar cada punto.

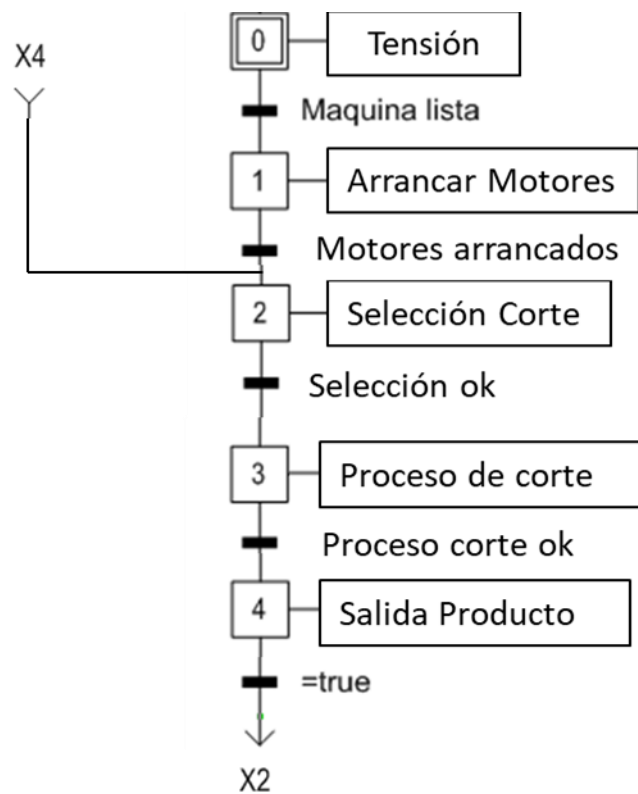


Fig.48 Grafset general

Grafcet referenciado de servos

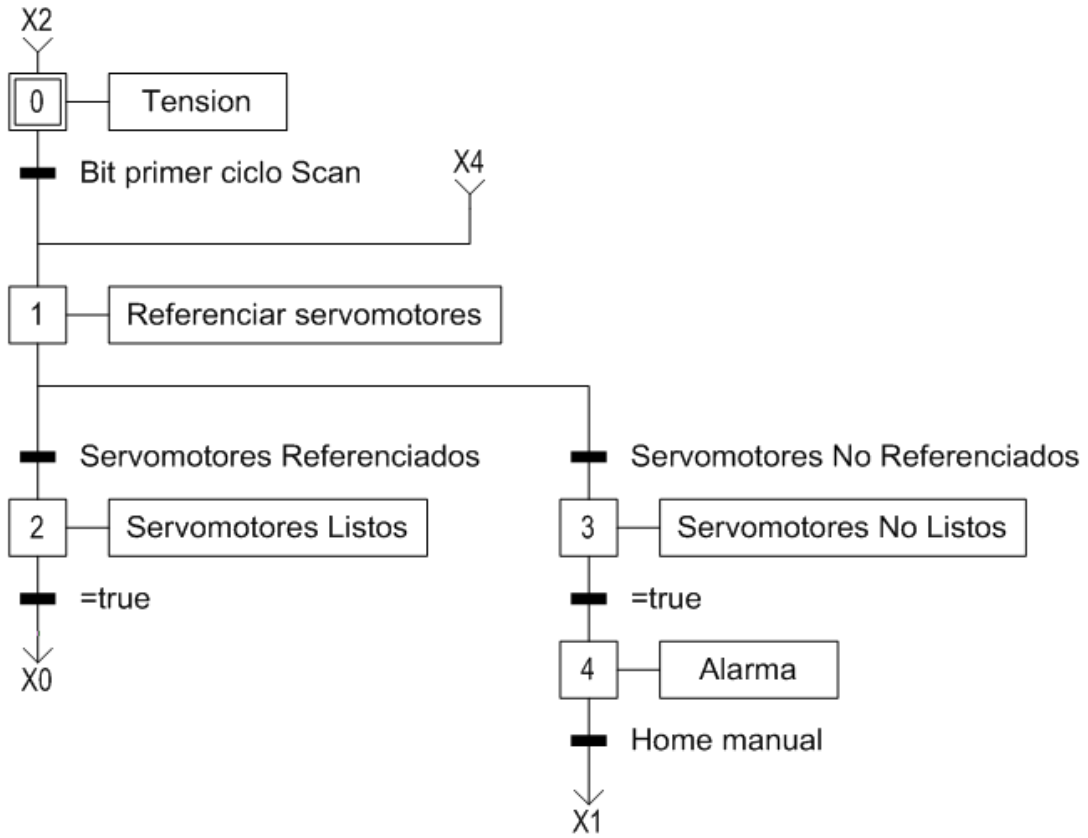


Fig.49 Grafcet referenciado de servos

Grafcet Marcha motor sierra 1

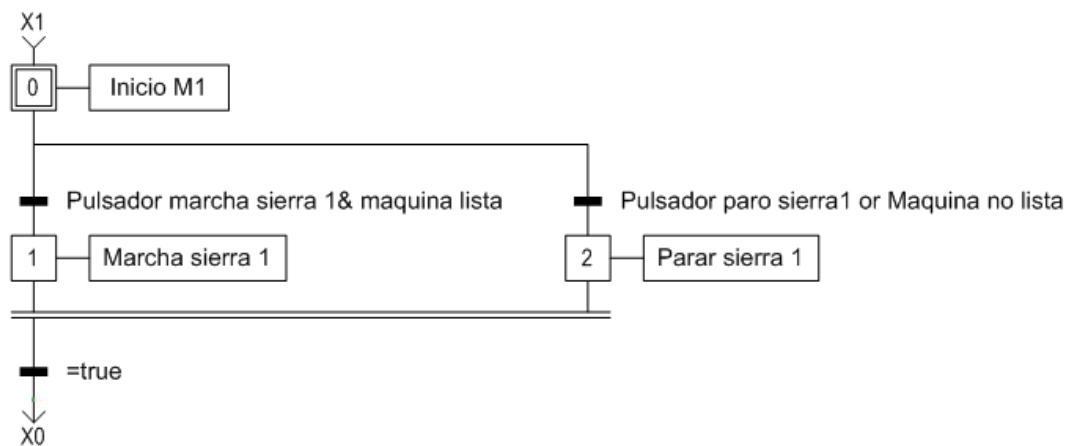


Fig. 50 Grafcet sierra 1

Grafcet Marcha motor sierra 2

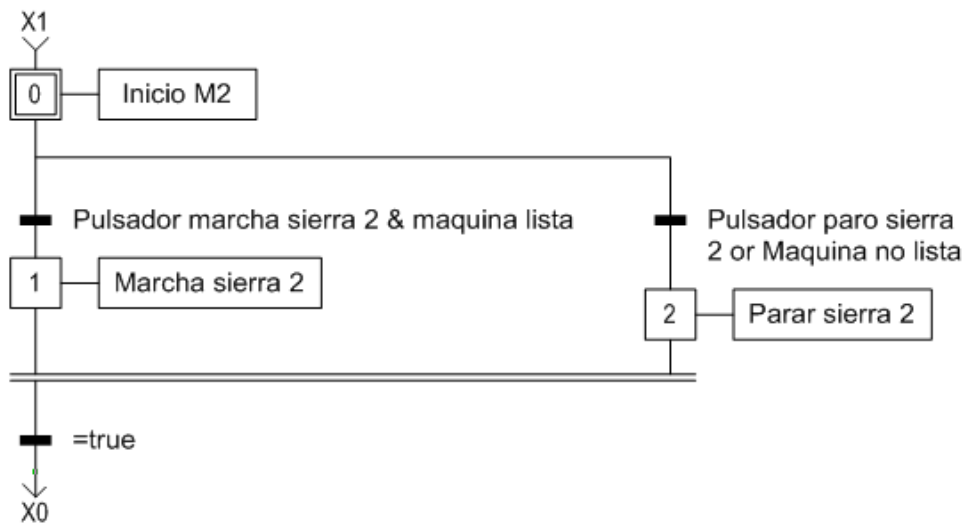


Fig. 51 Grafcet sierra 2

Grafcet Grupo hidráulico

El sistema hidráulico en todas las máquinas que se fabrican en la empresa son de vital importancia, ya que los arrastres de las mismas son hidráulicos, para ello se dispondrá de una bomba hidráulica lo suficientemente potente para realizar la función que se requiere. Se ha realizado el programa de tal manera que el sistema no permitirá el accionamiento de ninguna electroválvula hasta que no haya transcurrido 15 segundos desde el arranque de la bomba, de esta manera se cerciorará de que la bomba está en marcha para poder activar cualquier arrastre

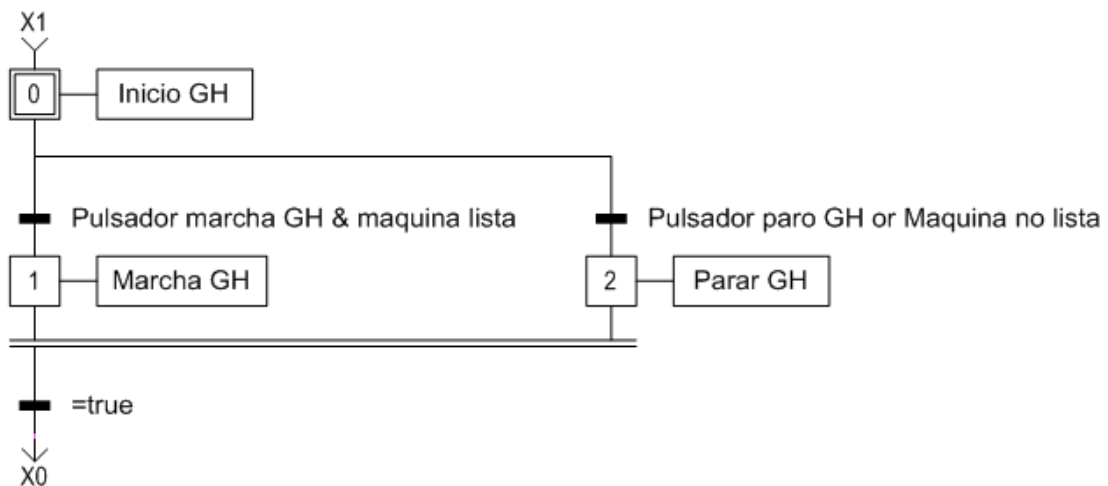


Fig.52 Grafcet Grupo hidráulico

Grafcet Máquina B27

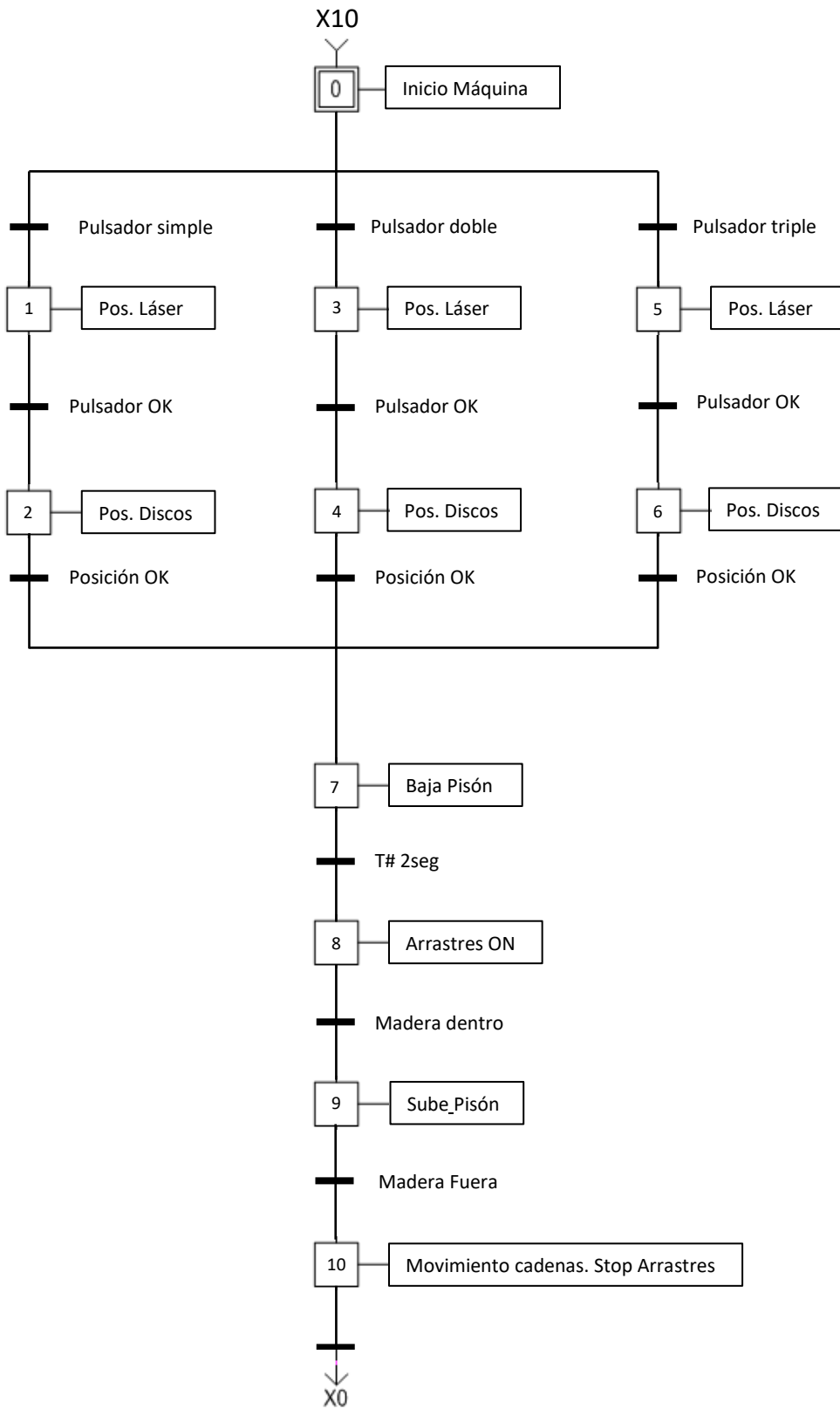


Fig.53 Grafcet B27

CAPITULO 5: PROGRAMACION PLC-HMI

5. Programación

Este capítulo se va a dedicar a la parte más compleja de la máquina, la tarea de “dar vida” a la máquina, esta fase es la que más tiempo va a conllevar del proyecto. La programación empieza cuando la máquina se está montando, generando un programa base, cuando la máquina está terminada se acaba de programar con todos los ajustes y detalles que le corresponden. Como cabe de esperar el programa cargará y funcionará a la primera, el periodo de prueba y ajuste conllevará un tiempo tanto en el taller como en la puesta en marcha.

5.1 PLC

La palabra PLC corresponde a las siglas en ingles de *Programmable logic control* o en español controlador lógico programable.

Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Dicho dispositivo tiene que ser programado por el usuario, el cual tendrá el diseño o proceso que tiene que realizar la máquina.

La llegada del PLC a la industria ha revolucionado la forma de realización de automatismos, antiguamente la automatización de procesos se realizaba mediante relevadores y contactores, el proceso de cableado era muy largo y costoso, se empleaban cientos de metros de cable, además equivocarse era muy fácil y encontrar una avería o falla conllevaba mucho tiempo. Con el PLC todo lo anterior es mucho más fácil, el cableado y el tiempo de ejecución disminuye considerablemente, además como el automatismo tiene que ser programado ante cualquier falla o avería tan solo llevara unos minutos hacer la modificación. Esto no quiere decir que programar un proceso se haga en cuestión de minutos, la programación de un PLC requiere unos conceptos básicos de programación.

Ventajas de la utilización del PLC

1. Ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, principalmente por su variedad de modelos existentes.
2. Menor tiempo empleado en su elaboración.
3. Podrás realizar modificaciones sin cambiar cableado.
4. La lista de materiales es muy reducida.
5. Mínimo espacio de aplicación.
6. Menor costo.
7. Mantenimiento económico por tiempos de paro reducidos.

5.2 Entorno de programación

Como se ha explicado en apartado 3.4 el software utilizado para realizar la automatización es el Somachine, este software basado en Codesys es muy versátil permitiendo la utilización de diferentes lenguajes de programación.

Los seis lenguajes de programación para aplicaciones vienen definidos en el IEC 61131-3 y están disponibles en el entorno de desarrollo CODESYS.

Lenguajes de texto

- **IL** (lista de instrucciones): Es un lenguaje de bajo nivel y se asemeja bastante al lenguaje ensamblador.
- **ST** (texto estructurado) es similar a la programación en PASCAL o C.

Lenguajes gráficos

- **LD** (Diagrama ladder) mas conocido como diagrama en escalera o diagrama de contactos, es el lenguaje mas utilizado por los técnicos de programación gracias a su facilidad de comprensión. Se basa en ir colocando contactos abiertos o cerrados para configurar un automatismo.
- **FBD** (Diagrama de bloques) Es la representación gráfica de los diferentes procesos de un sistema y el flujo de señales donde cada proceso tiene un bloque asignado y éstos se unen por flechas que representan el flujo de señales que interaccionan entre los diferentes procesos.
- **SFC** (Bloques de función secuenciales) es conveniente para los procesos de programación secuencial

Además, dispone de un lenguaje que no está introducido en la norma IEC:

- **CFC** (Continuous Function Chart) Se utiliza para crear la estructura de software completa de la CPU a partir de bloques prefabricados

Para la realización de la programación se ha utilizado más de un lenguaje de programación, ya que cada lenguaje tiene unas características que favorece y facilita la programación de la máquina.

Principalmente se ha utilizado lenguaje ST, texto estructurado, LD, diagrama Ladder y FBD, diagrama de bloques de función.

5.3 Programación HMI

Para la programación del HMI se ha utilizado el programa de diseño de pantallas de visualización **Vijeo Designer**. Con este software es bastante sencillo realizar una programación. Es posible añadir imágenes, botón, interruptores, etc. que a continuación se podrán asignar a entradas o salidas del autómatas, además como se podrá ver un poco mas adelante existen bloques de programación que proporcionan información del estado de cualquier dispositivo, ya sea variadores, buses de campo, etc. que luego podremos mostrar en la pantalla.

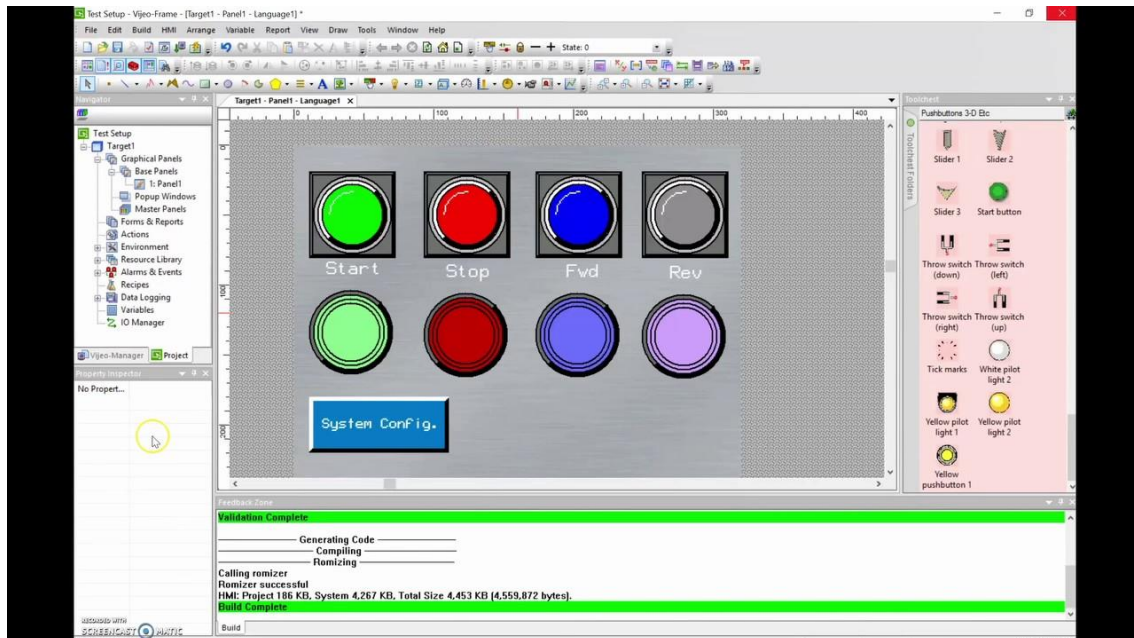


Fig. 54 captura pantalla vijeo designer

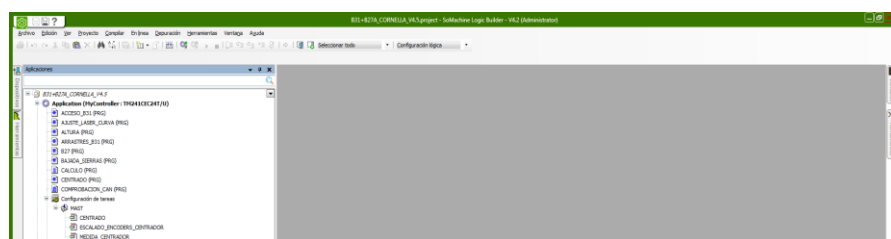
Como se puede observar en la **FIG54**, se crean iconos con la imagen que mas se adecue a las necesidades, continuación en las propiedades de la imagen se le asigna una entrada o salida según corresponda para que el autómatas lo pueda interpretar. En apartados posteriores se podrán visualizar capturas proporcionadas por el HMI

5.4 Desarrollo del programa

Por motivos de empresa no está permitido exponer la programación en su totalidad, de esta forma se explicará el procedimiento lo más generalizado posible.

LA programación se ha realizado de manera que futuros técnicos de la empresa o cualquier que entienda sea capaz de comprender el funcionamiento del programa. Esto se ha realizado mediante POU, los POU o subprogramas nos permiten generar apartados de manera que cada POU realizara una función.

Gracias a la versatilidad del software de estar dentro de Codesys es posible programar cada POU con el lenguaje de programación que más convenga en cada momento, esto disminuirá el tiempo de programación.



El software nos permite asignar nombres a las variables, de esta forma más adelante es posible vincular una entrada o salida a la variable. Por ejemplo, se ha creado la variable de tipo BOOL, "MARCHA_ARRASTRES_B27", una vez creada la variable tan solo hay que seleccionar la entrada en cuestión y asignarle el nombre de la variable. Esto hace que la programación sea más visual ya que antiguamente y en los autómatas de gama baja solamente disponemos del número que corresponde a la entrada o a la salida, además esto permite que cualquier técnico sea capaz de diferenciar cualquier variable y en que parte del programa se encuentra.

```
3 T_ARRANQUE_AUTO: TON;  
4 ARRANQUE_AUTO: BOOL;  
5 MARCHA_SIERRA1_B27_AUTO: BOOL;  
6 TIEMPO_ARRANQUES: TON;  
7 MARCHA_SIERRA2_B27_AUTO: BOOL;  
8 MARCHA_SIERRA1_B31_AUTO: BOOL;  
9 MARCHA_SIERRA2_B31_AUTO: BOOL;  
10 TIEMPO_EN_ARRANQUE_AUTO: LINT;  
11 MARCHA_BH_AUTO: BOOL;  
12 MARCHA_ARRASTRES_B27: BOOL;  
13 MARCHA_S1_B27: BOOL;  
14 FULS_MARCHA_S1_B27: BOOL;  
15 FULS_PARO_S1_B27: BOOL;  
16 FULS_PARO_S2_B27: BOOL;  
17 FULS_PARO_S1_B31: BOOL;  
18 FULS_PARO_S2_B31: BOOL;  
19 FULS_PARO_BH: BOOL;  
20 FARO_FOR_FULSADORES: BOOL;  
21 FULS_MARCHA_S2_B27: BOOL;  
22 MARCHA_S2_B27: BOOL;  
23 SELECTOR_AUTO_MAN: BOOL;  
24 FULS_MARCHA_S1_B31: BOOL;  
25 MARCHA_S1_B31: BOOL;  
26 MARCHA_S2_B31: BOOL;  
27 FULS_MARCHA_S2_B31: BOOL;  
28 MARCHA_BH: BOOL;  
29 FULS_MARCHA_BH: BOOL;  
30 T_ARRANQUES: TIME;  
31 PULSO_ARRANQUE: TP;  
32 TIME_DTNT: DTNT;
```

Fig. 56 variables

5.3.1 General

Como sección principal del programa, se ha creado un POU llamado general, esta sección se ha programado en el lenguaje ladder. En esta sección se ubicará la programación que tratara las señales de protección que a su vez darán permiso a los otros POU. Por ejemplo, el bit que da permiso de que la máquina esta lista o también el bit que nos indica que falta presión neumática. Además, también se podrá encontrar los bits de encendido de los pilotos y alarmas que nos permitirán el control de la máquina.

Cabe destacar que en esta sección o POU también se ubican los datos de producción ya sean los costeros que se han procesado o el tiempo.

En el fragmento de programa que se puede ver en la **FIG.56** corresponde al bit que nos indica que la máquina lista, esto es porque las seguridades no están activadas como: puertas cerradas y rearmadas, paros de emergencia desactivados ...Como el nombre de este bit indica dará información a las secciones pertinentes de que la máquina está en condiciones normales de ser puesta en marcha y comenzar así con el trabajo.

Dado que los motores de potencia generan un pico de corriente durante su puesta en marcha se han utilizado arrancadores progresivos, esta sección se encontrará el arranque de los motores de manera que hasta que uno de ellos no esté funcionando a su velocidad nominal y se haya estabilizado el consumo de corriente no nos permitirá poner en marcha el segundo motor.

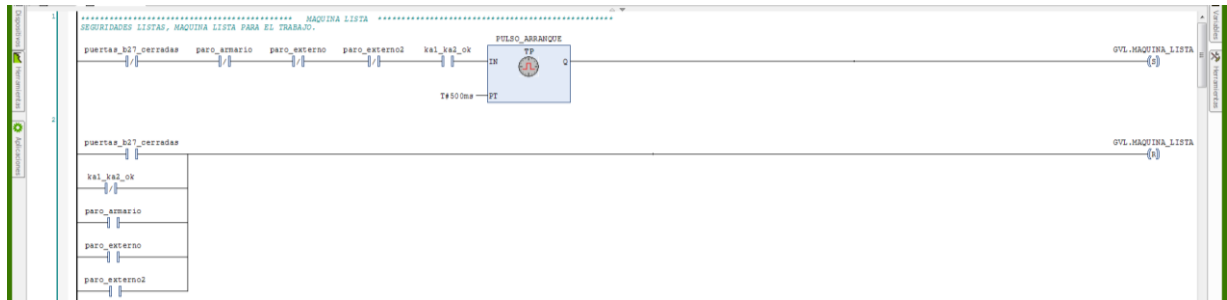


Fig. 57 Fragmento Máquina lista

Como ya se ha dicho en esta sección se ubican los contadores de producción, en el se contabilizarán los costeros que han pasado, así como el número de tablas que se han producido durante la jornada de trabajo. Todo esto es posible verlo desde la sección “producción” del HMI. De esta forma el cliente podrá llevar a cabo un seguimiento de forma rápida y clara de la producción que tiene su empresa.

El grupo hidráulico que gobierna la máquina dispone de un sensor de nivel y dos filtros de aceite, dichos filtros se encargan de filtrar cualquier partícula que se desprenda durante el proceso. Cada filtro posee un sensor que nos indica cuando hay que limpiarlos, esto se sabrá por un aumento de presión en los mismos filtros, esta sobre presión en la zona hará que cambie un contacto activando así una entrada del autómata, y así poder visualizar la alarma en la pantalla táctil.

5.3.2 Comprobación Can Open

Como ya se ha visto en capítulos anteriores, la mayoría de los dispositivos de control utilizados en la máquina se comunican a través de can open. Para comprobar que todo funcione correctamente se ha creado una sección o POU exclusivamente para esta tarea “comprobación can open”, además esta sección permita saber que dispositivo no funciona correctamente en caso de fallo. Esta comprobación se realiza en todo momento en tiempo real, para ellos se realiza un chequeo periódicamente de la red para saber si cada dispositivo está conectado correctamente, si la información recibida es diferente a la que se espera se puede decir que hay una anomalía en el bus, además la información recibida nos dirá de que dispositivo corresponde y que problema tiene.

Para esta sección se ha optado por utilizar el lenguaje de programación FBD por ser más apropiado.

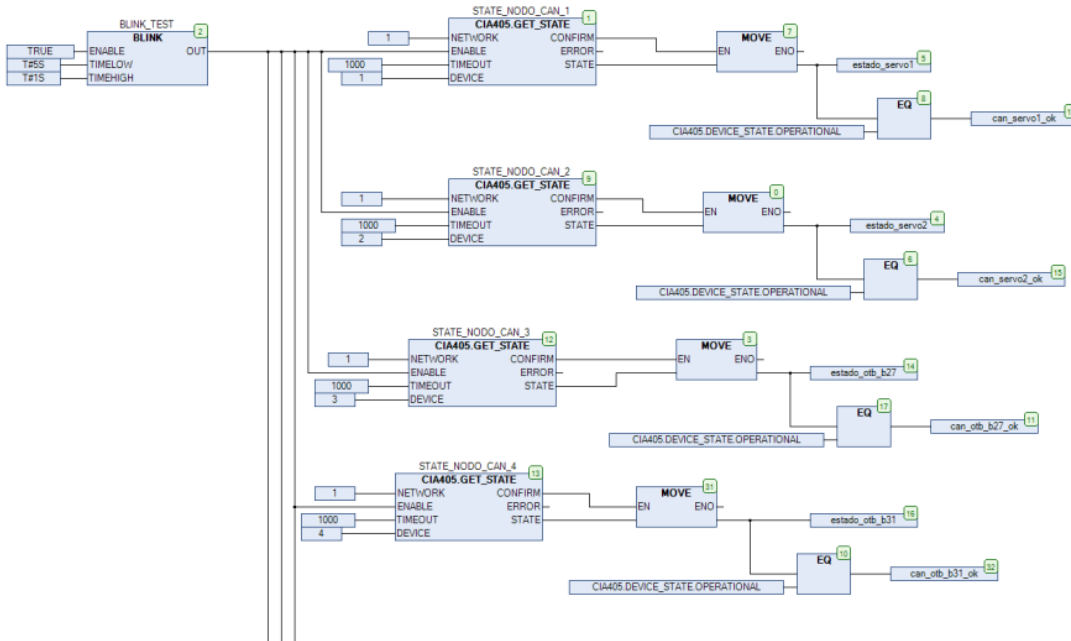


Fig. 58 Comprobación bus Canopen

En la FIG57 se puede observar como el usuario puede visualizar en caso de anomalía en el bus de comunicación Canopen como se visualizará en la pantalla, así como que dispositivo está fallando.

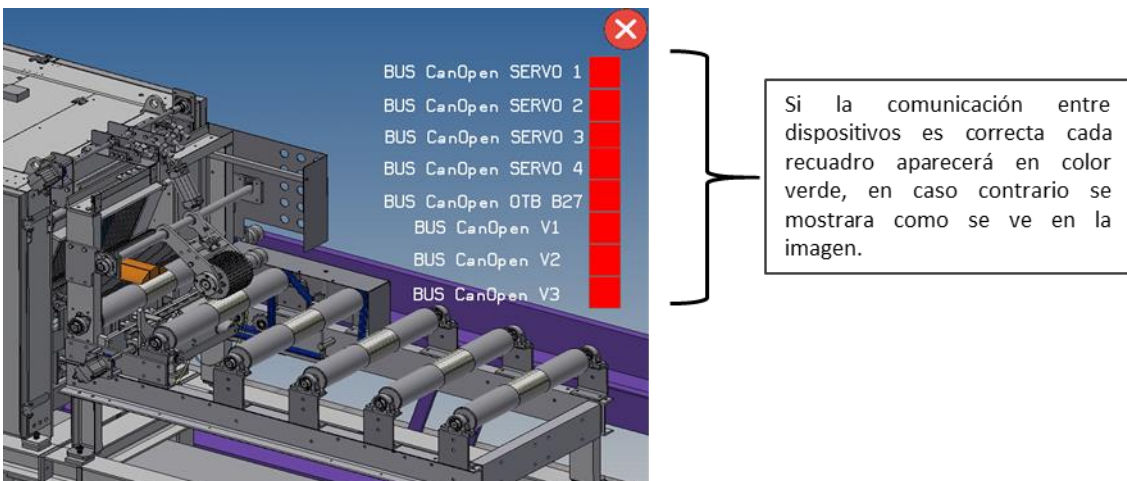


Fig. 57 comprobación Canopen en pantalla

5.3.3 Conversión OTB

Como se ha dicho en capítulos anteriores la máquina dispondrá de un subcuadro ubicado en la misma donde se alberga un dispositivo OTB. Dicho dispositivo no se comporta como las entradas y salidas convencionales, sino que serían entradas y salidas remotas. El modo de programación no es tan intuitivo como en el autómatas en sí ya que en el OTB disponemos una serie de bits de entrada y salida. Para esta sección se ha creado un POU exclusivo “Conversión OTB”.

El conjunto de bloques que se muestran en la FIG 58 nos permite descomponer en diferentes bits y así poner nombre para tener mayor comprensión.

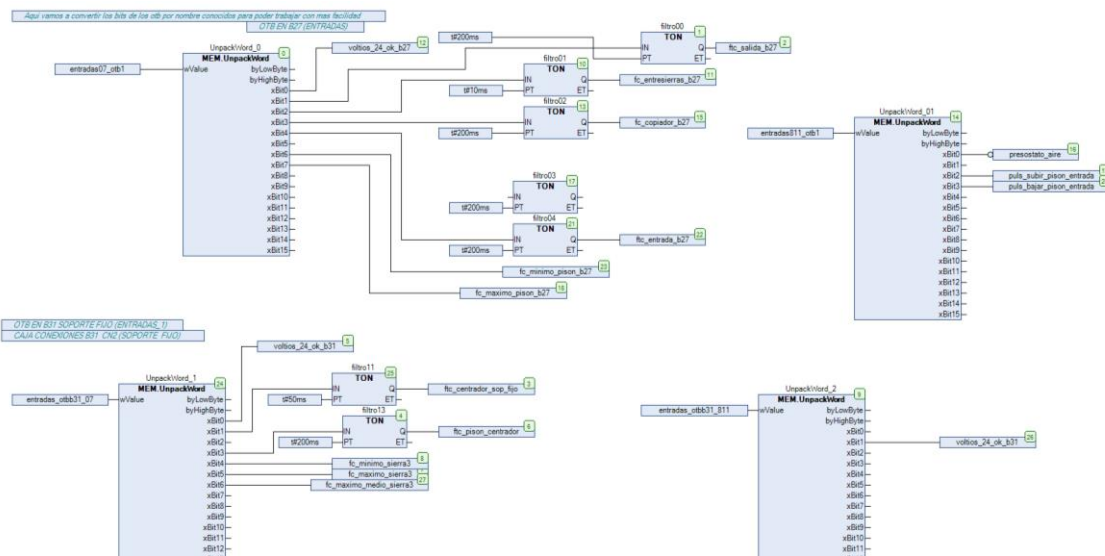


Fig. 58 Conversión OTB

5.3.4 Velocidades

Esta sección o POU se encargará de controlar la velocidad de los motores hidráulicos de la máquina. Para ello como ya se ha explicado la máquina posee una válvula proporcional que impide como indica su nombre impedir proporcionalmente el paso del flujo de aceite. En este caso se dispone de un dispositivo analógico al cual se le proporcionará una señal de entre 0 y 10 V. El cliente no puede ver en pantalla que tensión se le aplica a la válvula para cambiar la velocidad pues no sabría qué hacer para obtener una velocidad deseada, para ello se ha realizado una escala que el operario podrá ver la velocidad en mm/min (milímetro/minuto), con el bloque FB_Scaling.

En este caso se han preestablecido diferentes velocidades para que así el operario tan solo tenga que seleccionar la velocidad en la pantalla dependiendo el tipo de madera que se vaya a utilizar.



Fig. 59 HMI velocidades

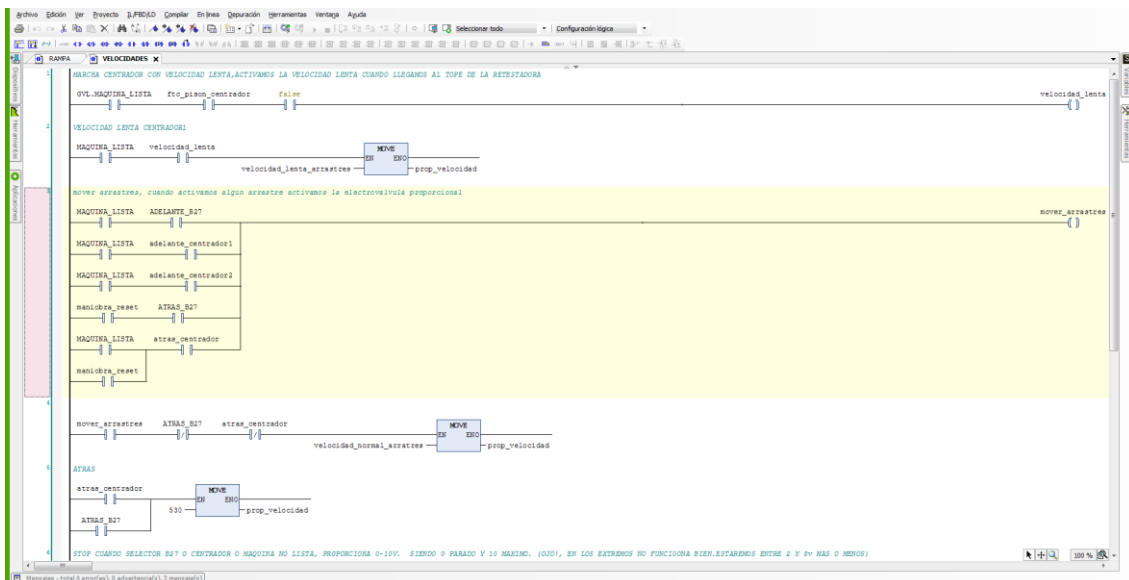


Fig. 60 POU velocidades

5.3.5 Servomotores

Al igual que los demás apartados los servomotores también tiene su POU exclusivo. En esta sección utilizaremos n lenguaje de programación por bloques, ya que el propio software ya tiene los bloques prediseñados para controlar servomotores, esto simplificará considerablemente la puesta en marcha de los servos. Se pueden encontrar diferentes bloques para la tarea ya sea: ir a Home, marcha, paro, test...

A continuación, se van a describir los bloques que se han utilizado para la automatización de la máquina.

MC_Power_LXM:



Fig.61 Bloque power

Este bloque simple mente permite activar la alimentación del servo, solamente admite dos parámetros: el eje que se quiere mover y el bit que permite habilitar el bloque.

MC_Reset_LXM

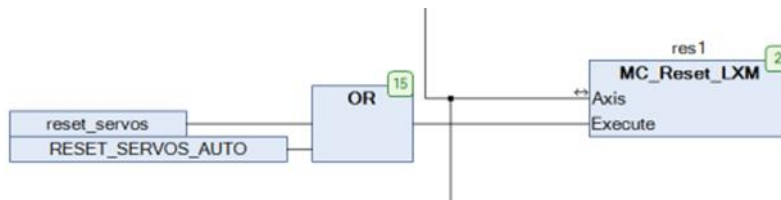


Fig. 62 Bloque Reset

La función de este bloque como su nombre indica es resetear el servo drive seleccionado ante cualquier anomalía o avería, tan solo admite dos parámetros: el servo drive que se desea resetear y el bit que hace efectivo el reset.

MC_Stop_LXM

Este bloque solo se utilizará bajo circunstancias de seguridad ya que el servo drive parará automáticamente el motor cuando llegue a la posición absoluta programada. Este bloque también admite dos parámetros: el eje que se desea parar y el bit que hace efectiva la parada.

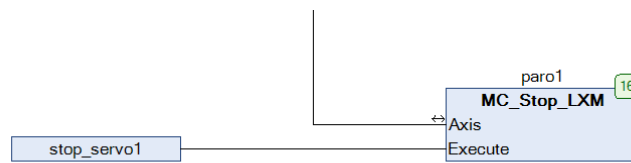


Fig.63 Bloque stop

MC_Home_LXM

El siguiente bloque un poco más complejo nos permite hacer un homing o recalibrar la posición del servomotor en caso de pérdida de posición o cuando arrancamos la máquina. También permite hacer un homing manual. El bloque dispone de varios tipos de homing **FIG63**. En el caso de esta máquina utilizaremos el valor 7 de la tabla. Dependiendo del servo seleccionado realizara un movimiento u otro ya que cada servo está ubicado en una posición y tiene un recorrido diferente.

Value range:
Initial value: 1
1: LIMN with index pulse
2: LIMP with index pulse
7: REF+ with index pulse, inverted, outside
8: REF+ with index pulse, inv., inside
9: REF+ with index pulse, not inv., inside
10: REF+ with index pulse, not inv., outside
11: REF- with index pulse, inv., outside
12: REF- with index pulse, inv., inside
13: REF- with index pulse, not inv., inside
14: REF- with index pulse, not inv., outside
17: LIMN
18: LIMP
23: REF+, inv., outside
24: REF+, inv., inside
25: REF+, not inv., inside
26: REF+, not inverted, outside
27: REF-, inv., outside
28: REF-, inv., inside
29: REF-, not inv., inside
30: REF-, not inverted, outside
33: Index pulse in negative direction
34: Index pulse in positive direction
35: Position setting

Fig. 64 Tipo home

A este bloque le introduciremos cuatro parámetros: como en los anteriores pasaremos el bit que permitirá el home, el eje al cual se quiere hacer home. Además, se introducirá el tipo de home requerido (en este caso el 7) y el bit que activa cuando detecta el sensor de posición home.

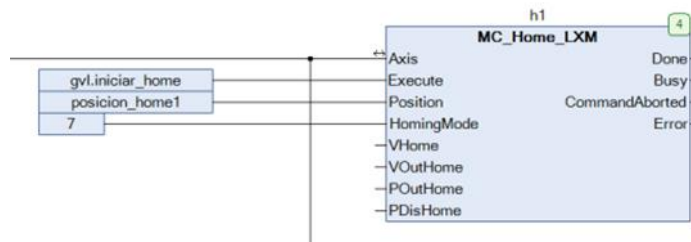


Fig.65 Bloque home

MC_MoveAbsolute_LXM

El siguiente bloque permite posicionar el eje del servo en una posición de forma absoluta. Este bloque requiere cuatro parámetros: la posición absoluta a la cual se quiere llegar, la velocidad de desplazamiento, el eje el cual se quiere posicionar y el bit que hará efectivo el desplazamiento. Además, el bloque proporciona en una salida la ubicación donde está posicionado.

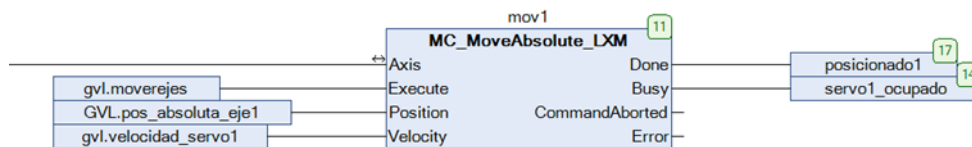


Fig. 66 Bloque posicionamiento

MC_ReadActualPosition_LXM

El siguiente bloque solamente leerá a través de un bucle cerrado la posición actual del eje del servomotor.

MC_ReadStatus_LXM

El siguiente bloque solamente es de información, como su nombre indica leerá el estado en el cual se encuentra el servomotor, ya este parado en marcha, si existe alguna anomalía, etc. Los valores proporcionados por este bloque se pueden visualizar por el HMI y así dar información al operario del estado de los servomotores.

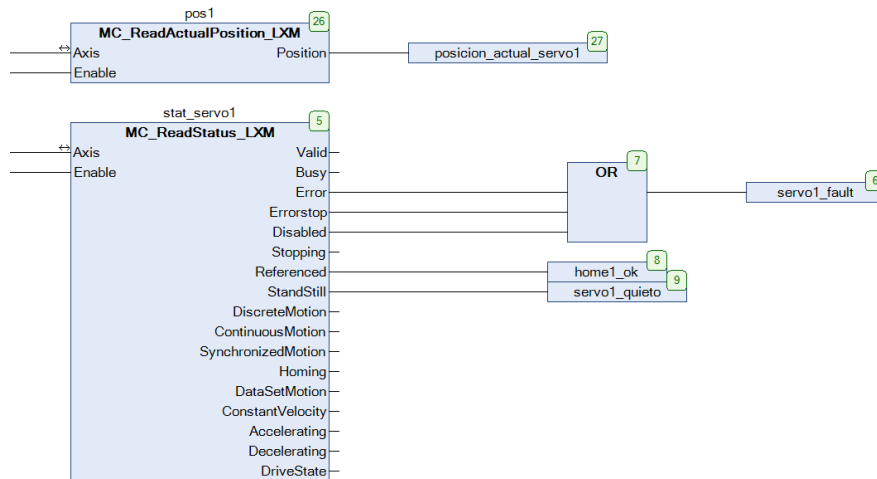


Fig. 67 Bloque lectura estado

Todos estos bloques por si solos no sirven para nada, para realizar la automatización de la máquina es necesario asociar todos los bloques anteriores para que los servomotores realicen su correcta función en el automatismo, en la FIG67 se puede observar un fragmento de esta asociación.

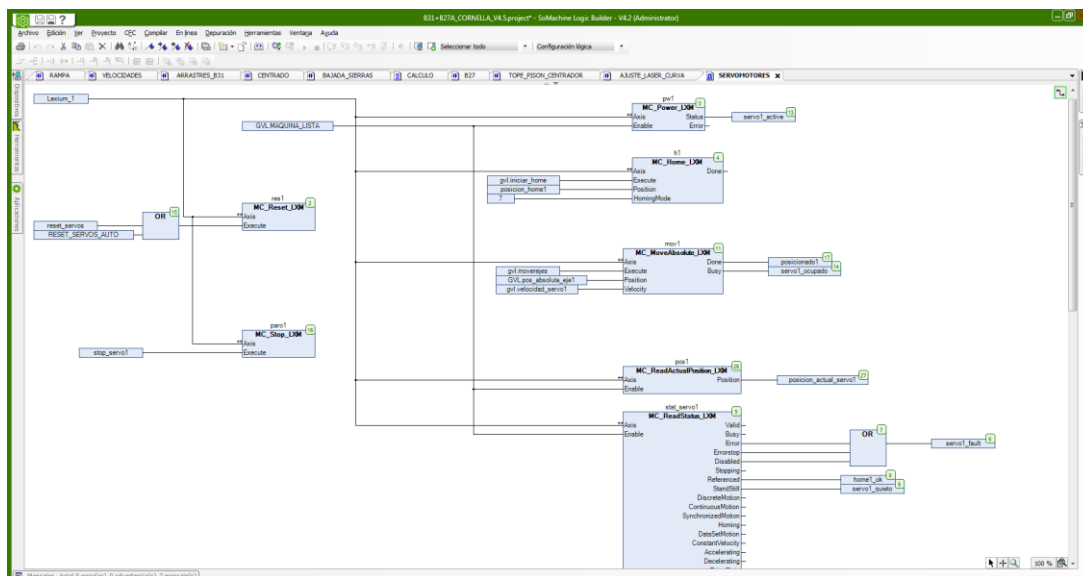
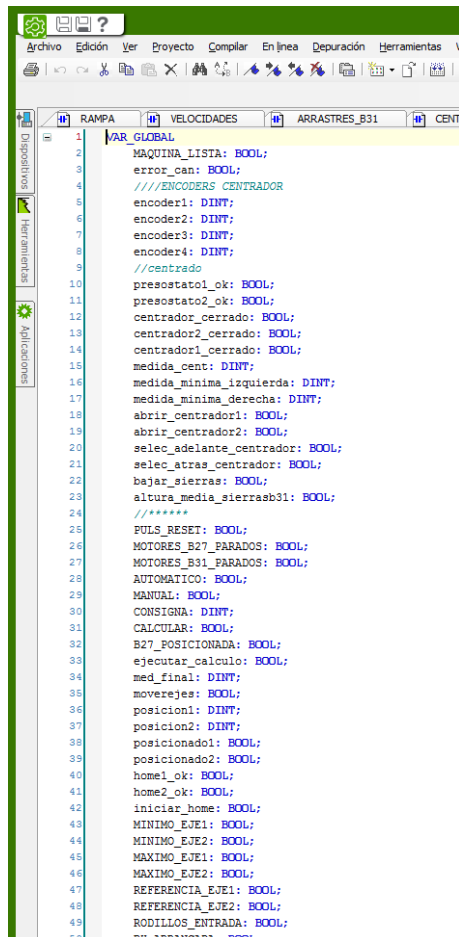


Fig.68 Asociación de bloques

5.3.6 Variables globales

Una de las peculiaridades de trabajar con diferentes secciones o POU's es poder trabajar con variables, estas variables son visibles en todas las secciones de la programación ya que se puede crear una variable y utilizarla en todas las secciones a la vez si corresponde.



```
1  VAR GLOBAL
2  MAQUINA_LISTA: BOOL;
3  error_om: BOOL;
4  ///ENCODERS CENTRADOR
5  encoder1: DINT;
6  encoder2: DINT;
7  encoder3: DINT;
8  encoder4: DINT;
9  //centrado
10 presostato1_ok: BOOL;
11 presostato2_ok: BOOL;
12 centrador_cerrado: BOOL;
13 centrador2_cerrado: BOOL;
14 centrador1_cerrado: BOOL;
15 medida_cent: DINT;
16 medida_minima_izquierda: DINT;
17 medida_minima_derecha: DINT;
18 abrir_centrador1: BOOL;
19 abrir_centrador2: BOOL;
20 selec_adelante_centrador: BOOL;
21 selec_atras_centrador: BOOL;
22 bajar_sierras: BOOL;
23 altura_media_sierrasb31: BOOL;
24 //*****
25 PULS_RESET: BOOL;
26 MOTORES_B27_PARADOS: BOOL;
27 MOTORES_B31_PARADOS: BOOL;
28 AUTOMATICO: BOOL;
29 MANUAL: BOOL;
30 CONSIGNA: DINT;
31 CALCULAR: BOOL;
32 B27_POSICIONADA: BOOL;
33 ejecutar_calculo: BOOL;
34 med_final: DINT;
35 moverejes: BOOL;
36 posicion1: DINT;
37 posicion2: DINT;
38 posicionado1: BOOL;
39 posicionado2: BOOL;
40 home1_ok: BOOL;
41 home2_ok: BOOL;
42 iniciar_home: BOOL;
43 MINIMO_EJE1: BOOL;
44 MINIMO_EJE2: BOOL;
45 MAXIMO_EJE1: BOOL;
46 MAXIMO_EJE2: BOOL;
47 REFERENCIA_EJE1: BOOL;
48 REFERENCIA_EJE2: BOOL;
49 RODILLOS_ENTRADA: BOOL;
50 EN ARRANQUE: BOOL;
```

Fig.69 Variables globales

5.3.7 Variables remanentes

Como indica su nombre dichas variables mantienen su valor en caso de corte de suministro por cualquier otra anomalía. Este tipo de variables las utilizaremos para almacenar parámetros clave de la máquina, que en caso de perderlos la máquina quedaría prácticamente inutilizada. De este modo tendremos que almacenar los parámetros más importantes de la máquina en variables remanentes.



```
130  
131 END_VAR  
132  
133 VAR GLOBAL RETAIN PERSISTENT  
134   offset: INT;  
135   velocidad_servo1: DINT;  
136   velocidad_servo2: DINT;  
137   medida1: DINT;  
138   medida2: DINT;  
139   medida3: DINT;  
140   medida4: DINT;  
141   medida5: DINT;  
142   medida6: DINT;  
143   medida7: DINT;  
144   medida8: DINT;  
145   medida9: DINT;  
146   medida10: DINT;  
147   medida11: DINT;  
148   medida12: DINT;  
149   medida13: DINT;  
150   medida14: DINT;  
151   medida15: DINT;  
152   medida16: DINT;  
153   medida17: DINT;  
154   medida18: DINT;  
155   medida19: DINT;  
156   medida20: DINT;  
157   circular1: DINT;  
158   circular2: DINT;  
159   circular3: DINT;  
160   circular4: DINT;  
161   circular5: DINT;  
162   circular6: DINT;  
163   circular7: DINT;  
164   circular8: DINT;  
165   circular9: DINT;  
166   circular10: DINT;  
167   circular11: DINT;  
168   circular12: DINT;  
169   circular13: DINT;  
170   circular14: DINT;  
171   circular15: DINT;  
172   circular16: DINT;  
173   circular17: DINT;  
174   circular18: DINT;  
175   circular19: DINT;  
176   circular20: DINT;  
177 END_VAR  
178
```

Fig.70

CAPITULO 6: PRUEBAS

6. Pruebas

Como en cualquier máquina o producto antes de ser entregado al cliente debe ser testado y comprado de que este realice las funciones para la cual ha sido fabricado. A parte de comprobar que todo está correcto luego cuando esta se monte en la fábrica del cliente disminuirémos los tiempos de ejecución y puesta en marcha. De esta manera el cliente estará satisfecho por una puesta en marcha rápida y eficiente, al fin y al cabo, la opinión el cliente es valiosísima para la empresa.

Se entiende que la máquina esta lista cuando todos los componentes mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos están listos. Una vez esto se realiza un pre montaje de todos los componentes para realizar una puesta en marcha de prueba, en esta puesta en marcha se corroborará el correcto funcionamiento de las partes mecánicas, de que los motores hidráulicos giren en sentido correcto y que las electroválvulas funcionen y no haga colisionar ninguna parte mecánica con otra.

A la parte que corresponde este proyecto, la parte eléctrica, no hay que conectar la máquina y dar tensión sin más, pues es la primera vez que se conecta el armario a la red y puede haber algún error de conexión o cortocircuito y averiar algún dispositivo electrónico.

Se tienen que seguir una serie de pasos para conectar la máquina por primera vez de forma segura.

El primer paso será conectar todos los sensores y motores al cuadro general y subcuadro tal y como estará en la fábrica de destino.

Seguidamente se conectará el armario general al suministro eléctrico de la nave. Con todos los térmicos del cuadro en posición “desactivados” se comprobará que llega la tensión adecuada al diseño. Una vez este comprobado iremos activando los magnetotérmicos uno a uno y se comprobarán las partes activas a las cuales alimentan. Una vez la fuente de alimentación de 24 Vdc esté conectada a la red, también se debe comprobar que en sus bornes de salida se obtengan los 24 V reales. Si no ocurre nada y todas las protecciones siguen activas el circuito eléctrico deberá estar correcto.

Una vez el circuito eléctrico este correcto se procederá a cargare programa al autómeta y al HMI, como es la primera carga se deberá utilizar el cable mini-USB. Además, se deberán asignar las direcciones de cada dispositivo de los buses.

Continuación se deberán de parametrizar los variadores de frecuencia, servo drivers y arrancadores, el más importante de parametrizar son los arrancadores que hay que introducir los parámetros del motor para su correcta puesta en marcha y no sucedan accidentes. Para parametrizar los servo driver y los variadores se ha tenido que utilizar un software llamado SoMove.

Seguidamente se comprobarán las señales que envían los pulsadores y selectores ubicados en la puerta del armario, y comprobar en el software del autómeta que cada mecanismo activa o desactiva el bit que le corresponde. Además, se comprobará en el mismo software que los sensores funcionan correctamente ya sean lo inductivos o fotocélulas.

Una vez todo lo anterior es correcto se comprobará que los motores giran en el sentido correcto, para ello se le dará un pequeño impulso sin llegar a arrancarlos del todo por si ocurriese un accidente. Si el motor gira en sentido contrario bastaría solamente con intercambiar dos de sus fases en el borne de conexión del mismo.

A continuación, se procederá a comprobar el funcionamiento del grupo hidráulico, una vez comprobado que el motor de la bomba gira en el sentido correcto, se comprobara una a una las electroválvulas manualmente, estas disponen de un resorte mecánico al cual aplicando presión se activa la válvula, de esta manera se comprueba que los elementos hidráulicos funcionen correctamente.

Una vez comprobado que todos los pasos anteriores funcionan correctamente se procede a introducir los parámetros de la máquina a través del HMI. Una vez todos los parámetros introducidos se procede a encender la máquina, prestando mucha atención en cualquier cosa que pueda ocurrir.

Una vez la máquina está en marcha se ira comprobando que tanto las maniobras como los dispositivos funcionen correctamente.

A partir de este paso empiezan los ajustes de la máquina, estos ajustes pueden llevar fácilmente un par de días hasta que se observe que la máquina funciona tal las especificaciones del cliente.

Seguidamente se comprueba realmente el funcionamiento de la máquina para ello se le pide al cliente que se envíen varias muestras del material que disponen ellos para la producción de tablas, ya que hasta ahora solo se habían hecho pruebas en vacío. De esta manera se podrá comprobar si la máquina en realidad cumple con las especificaciones. La tarea de ajuste puede conllevar semanas de ajuste fino dependiendo de máquina. Al probar la máquina con material real es posible ajustar con exactitud a que velocidad deberá trabajar la máquina para su óptimo funcionamiento.

Una vez esta todo probado y correcto se dispondrá a desmontar la máquina y prepararla para ser enviada al cliente. Solamente quedaran los ajustes finales in situ.

Una vez ha llegado la máquina al cliente, este se dispondrá a ubicar la máquina en el lugar correspondiente, en alrededor de una semana cundo la máquina ya está montada, el equipo eléctrico viaja al lugar donde se emplaza la fábrica del cliente para realizar el cableado y los ajustes finales de la máquina. Además, el cliente puede observar el funcionamiento de la máquina y puede rectificar algún comportamiento que crea inadecuado o si lo desea añadir funciones, siempre que se pueda.

Una vez dejada la máquina operativa un operario se dispondrá a viajar a la fábrica del cliente a chequear que todo funciona correctamente.

CAPITULO 7: CONCLUSIONES

7. Conclusiones

Una vez finalizado el montaje he quedado muy satisfecho con el trabajo realizado con esta máquina, pues la máquina realiza las funciones para la cual ha sido diseñada. Claramente hay factores que se pueden mejorar ya sea mecánicamente como eléctricamente, como en el diseño del programa del PLC. Las máquinas que se construyen en Inasema S.L son diseñadas y construidas para un uso concreto y específico. Por lo tanto, transcurriendo el tiempo se va mejorando y ajustando la máquina en algunos puntos.

Este proyecto complementado con las nociones aprendidas e a lo largo del grado he podido poner en práctica todo aquello que la empresa me ha solicitado, ya sean cálculos matemáticos o la ejecución de programación en lenguaje estructurado, C o C++. Los cuales tenía una base teórica y no se me había dado la oportunidad de ponerlos en práctica y desarrollar la creatividad en la programación.

Este proyecto me ha ayudado a familiarizarme con el autómat programable de la marca Schneider, ya que en la empresa seguimos su gama de productos, de esta forma tendré más agilidad en cuanto a la programación de este autómat.

Además, he podido observar y comprender el funcionamiento de los buses de comunicación, que han sido comentados y estudiados en clase, este proyecto me ha permitido estudiar tanto teóricamente como en la práctica los buses: Modbus, CanOpen y Ethernet. Son buses de comunicación muy empleados en la industria.

Además de autómat también he podido trabajar con pantallas táctiles, que en si son puros ordenadores con mucho potencial. Desde estudiar las conexiones y funcionamiento hasta crear mis propias pantallas de usuario que posteriormente se han implementado en la máquina.

Con este proyecto he podido comprobar que la tecnología está continuamente evolucionando, a lo largo de mis dos años de permanencia en la empresa he podido hablar con comerciales de multitud de empresas que me han mostrado productos con tecnologías nuevas y que revolucionan el campo de la automatización.

Este proyecto de final de grado me ha hecho reflexionar en cómo es el proceso de fabricación de una máquina o como funciona una empresa, gracias a las nociones adquiridas en todos los campos de la ciencia de la ingeniería, ya sea física, matemáticas, electrónica, informática, he podido desarrollar todas las funciones y tareas que la empresa me ha requerido. Ahora entiendo cuando el profesor demandaba una memoria de cada proyecto llevado a cabo en clase, pues en la vida real, en la industria, es tal cual nos lo contaban en clase.

La realización de este proyecto me ha motivado y espero poder estudiar y aprender todo lo que puede acerca de la industria tecnológica y automatización

II PRESUPUESTO

B27 linea costeros		PRESUPUESTO		
Ud.	CONCEPTO	REFERENCIA	PRECIO UNITARIO	PRECIO
1	EXPANSION M241 (ENTRADAS)	TM3D116	60,77 €	60,77 €
1	EXPANSION M241 (SALIDAS)	TM3DQ16	70,20 €	70,20 €
1	EXPANSION M241 (ENTRADA ANALOGICA)	TM3 AI2H	86,00 €	86,00 €
1	EXPANSION M241 (SALIDA ANALOGICA)	TM3 AQ2	85,00 €	85,00 €
1	SWITCH 4 PUERTOS	TM4ES4	36,25 €	36,25 €
1	PLC	TM241CEC24T	202,50 €	202,50 €
1	PROCESADOR HMI	HMIG3U	432,63 €	432,63 €
1	PANTALLA	HMIDT651	821,45 €	821,45 €
2	VARIADOR 2HP	ATV320U15N4B	230,02 €	460,04 €
1	VARIADOR 1HP	ATV320U07N4B	197,00 €	197,00 €
3	MODULO SEGURIDAD SCHMERSAL	PROTECT-PE-02	68,96 €	206,88 €
1	MODULO SEGURIDAD	XPSAF5130P	228,65 €	228,65 €
2	CAMARAS AUXILIARES MINICONTACTOR	LA1KNN22	20,20 €	40,40 €
2	MINICONTACTOR	LP1K09008BD	60,52 €	121,04 €
5	PESTILLO	XCSZ05	80,22 €	401,10 €
3	INTERRUPTOR SEGURIDAD	XCSE7312	111,60 €	334,80 €
2	MODULO VELOCIDAD NULA	XPSVNE1142	205,89 €	411,78 €
1	OTB	OTB1CODM9LP	165,30 €	165,30 €
1	FUENTE ALIMENTACION 24VDC 240W	ABL8RPS24100	78,20 €	78,20 €
3	PROTECCION SELECTIVA	ABL8PRP24100	86,15 €	258,45 €
1	FUENTE ALIMENTACION 24VDC 120W	ABL8RPS24050	70,44 €	70,44 €
2	SERVODRIVER (B27) 30A	LXM32AD30N4	550,00 €	1.100,00 €
2	SERVOMOTOR (B27) 18NM	BMH1402P06A1A	580,03 €	1.160,06 €
1	SERVODRIVER (LASERS) 12A	LXM32AD12N4	450,69 €	450,69 €
1	SERVOMOTOR (LASERS) 3,6NM	BMH1001P16A1A	330,00 €	330,00 €
1	SERVODRIVER (CENTRADOR) 30A	LXM32AD30N4	550,00 €	550,00 €
1	SERVOMOTOR (CENTRADOR) 3,6NM	BMH1003P16A1A	330,00 €	330,00 €
4	CABLE SERVO	VW3M5102R100	100,03 €	400,12 €
4	CABLE SERVO	VW3M8102R100	76,22 €	304,88 €
4	CONTACTOR	LC1D09F7	51,40 €	205,60 €
4	GUARAMOTOR	GV2-ME14	100,87 €	403,48 €
1	CONTACTOR	LC1D25F7	102,92 €	102,92 €
2	ARRANCADOR PROGRESIVO	ATS48D75Q	560,96 €	1.121,92 €
3	CABLE CANOPEN	TCSCCN4F3M1T	30,01 €	90,03 €
2	CABLE CANOPEN 0,5MTS SUBD09/RJ45	TCSCCN4F3M05T	16,52 €	33,04 €

José Peiró Alcázar
DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE COSTEROS

1	REPARTIDOR CAN OPEN	TSX CAN TDM4	46,87 €	46,87 €
1	MODBUS RJ45	VW3A8306TF03	15,00 €	15,00 €
1	CABLE MODBUS	VW3A8306R10	6,36 €	6,36 €
1	TERMICO 2P 2A	GB2DB07	25,96 €	25,96 €
3	TERMICO 2P 3A	GB2DB08	26,96 €	80,88 €
3	MARCHA-PARO PULSADOR	XB4 BW73731B5	70,25 €	210,75 €
1	PULSADOR LUMINOSO AMARILLO 24V	XB4 BW35B5	36,87 €	36,87 €
1	PILOTO VERDE 120V	XB4 BVG3	21,06 €	21,06 €
3	PILOTO ROJO 24V	XB4 BVB4	20,87 €	62,61 €
1	SELECTOR 3 POS	ZB4 BD8	18,60 €	18,60 €
4	SELECTOR 2 POS	XB4 BD21	20,00 €	80,00 €
1	SETA EMERGENCIA	XB4 BS9445	80,96 €	80,96 €
1	TRANSFORMADOR POLILUX 500VA		55,70 €	55,70 €
4	BARRAS GUIA DIN SIMETRICA PERFORADA		1,80 €	7,20 €
20	BASE RELE	RGZE1S35M	1,78 €	35,60 €
20	RELE 10A 24V	RXG13BD	3,12 €	62,40 €
1	REPARTIDOR LEGRAND 125A	048 88	60,12 €	60,12 €
6	TERMICO UNIPOLAR 1P 10A		30,14 €	180,84 €
100	BORNES PHOENIX CONTACT	ST4	0,96 €	96,00 €
2	CONTACTOR	LC1D80F7	415,99	831,98
2	MOTOR 60 HP	WEG	2.360,00 €	4720
168	MANO OBRA		28,00 €	4704
			TOTAL	22.791,38 €
			IVA 21%	4.786,19 €
			TOTAL + IVA	27.577,57 €

III Bibliografía

Datos oficina técnica Inasema S.L

Seguridad en máquinas:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_235.pdf

http://www.osalan.euskadi.eus/libro/comprobaciones-basicas-de-seguridad-en-máquinas-para-su-puesta-a-disposicion-de-los-trabajadores/s94-osa0017/es/adjuntos/seguridad_máquinas_2016.pdf

Schneider Electric : <http://www.schneider-electric.es/es/>

Whoner : <http://www.woehner.de/es/>

Balluff : <http://www.balluff.com/en/de/home/>

Sick : <https://www.sick.com/es/es/>

Leuze : <http://www.leuze.es/es/espana/>

Manual PLC 241 :

<http://www.technical.cat/PDF/Schneider/PLC/M241/EIO000000143503M241.pdf>

Manual Lexium 32:

http://www2.schneiderelectric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/240000/FA240794/pl_PL/lxm32a_manual_v100_en.pdf

Manual OTB:

http://msavtomatika.com.ua/sites/default/files/doc/schneider_electric/2_promyshlennye_kontrollery_i_paneli_operatora/promyshlennye_kontrollery/moduli_udalennogo_vvoda-vyvoda_advantys/otb/rukovodstvo_po_modulju_modbus.pdf

Manual variador ATV320:

http://www.technical.cat/PDF/Schneider/VARIADORS/ATV320_Manual_de_Instalacion_SP_NVE_41292_01.pdf

Manual Proporcional Brevini:

<http://www.brevini.com/>

Schmersal : <http://www.schmersal.es/inicio/>

- Secomea** : <https://secomea.com/>
- Quadritalia** : <http://www.quadritalia.com/it/1-HomePage.html>
- Jucomatic** : <http://www.asconumatics.eu/es>
- Di-soric** : <https://www.di-soric.com/>