



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

TÍTULO: Automatización de una línea de trefilado de cobre

AUTOR: Miguel Méndez Comas

TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial: Especialidad Electrónica industrial

DIRECTOR: Antonio Méndez Blanco

PONENTE: Francisco Javier Ruiz Vegas

DEPARTAMENTO: Ingeniería de Sistemas, Automática y Informática industrial.

DATA: 01/2010

Este Proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: Sí No

PROYECTO FINAL DE CARRERA

RESUMEN (máximo 50 líneas)

En este proyecto final de carrera se describe el proceso para el diseño y ejecución de automatización de una línea de producción de trefilado de cobre. La realización de este proyecto viene motivado a consecuencia de las necesidades actuales del sector industrial y la necesidad de inversión en I+D+I, para desarrollar mejoras en las actuales líneas de producción.

La automatización tiene como objetivos prioritarios la mejora de la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma, al mismo tiempo que la mejora de las condiciones de trabajo del personal e incremento de la seguridad laboral.

Para la automatización y mejora de una línea de producción es necesario realizar un estudio pormenorizado del funcionamiento existente de la línea, al igual que de su entorno, para así encontrar los defectos y trabajar en la mejora de ellos, en nuestra línea, la revisión nos mostro las necesidades de optimización del espacio y la necesidad de una reestructuración total de la línea.

Para poder automatizar la línea y cumplir nuestro objetivo principal, la automatización de la línea con las tecnologías más avanzadas existentes en el mercado, ha sido necesario la utilización de diferentes sistemas de control, con sus respectivos entornos de programación, como un PLC (SIMATIC), nueve convertidores de frecuencia(L-force Engineer), una pantalla táctil (Wincc flexible) y todo ello comunicado mediante PROFIBUS (PROFIBUS), elemento que nos ha permitido dotar de una individualidad a cada máquina de la línea y así poder descentralizar el proceso productivo del trefilado de cobre.

De este modo intentaremos cumplir los objetivos generales del proyecto así como los objetivos específicos de la nueva línea, en el cual debemos mejorar el rendimiento de la línea y la seguridad de los operarios.

Palabras clave (máximo 10)

Automatización	Control	Equipos de frecuencia	Desarrollo
Producción	Programación	Entorno	Interface

INDICE

1. Introducción y justificación del proyecto.....	4
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.2 ESTRUCTURA.....	5

PARTE I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

2. Descripción de la actividad de la empresa peticionaria.....	8
3. Empresa que realiza el proyecto.....	9
4. Definición del problema y análisis de la situación.....	11
4.1 ANÁLISIS DETALLADO DE LA SITUACIÓN.....	11
4.2 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA LÍNEA.....	12
4.2.1 Desbobinadora.....	14
4.2.2 Trefiladora.....	15
4.2.3 Bobinador.....	15
4.2.4 Flejadora.....	16
4.3 OBJETIVOS CONCRETOS DE LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	17

PARTE II. MARCO TEÓRICO

5. Propuestas de automatización.....	18
5.1 MEJORAS EN LA REDUCCIÓN DE TRASLADOS.....	19
5.2 MEJORAS EN LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO.....	19
5.3 MEJORAS EN LA ERGONOMIA DE LOS OPERARIOS.....	20

PARTE III. DESARROLLO

6. Solución de automatización.....	22
7. Componentes físicos de la línea.....	25
7.1 MÁQUINA DESBOBINADORA.....	26
7.1.1 Características de la máquina.....	26
7.1.2 Memoria descriptiva.....	27
7.1.2.1 <i>Base estructura lateral</i>	27

7.1.2.2	<i>Estructura de rodillos móvil</i>	28
7.1.2.3	<i>Sistema de fijación de la bobina</i>	28
7.1.2.4	<i>Sistema de accionamiento y control</i>	29
7.2	MÁQUINA TREFILADORA.....	31
7.2.1	Características de la máquina.....	31
7.2.2	Memoria descriptiva	32
7.2.2.1	<i>Estructura soporte</i>	32
7.2.2.2	<i>Tambor</i>	33
7.2.2.2.1	<i>Polea tiro</i>	33
7.2.2.2.2	<i>Rodillo presor</i>	34
7.2.2.3	<i>Porta hilera</i>	34
7.3	MÁQUINA BOBINADORA - EMPAQUETADORA.....	36
7.3.1	Características de la máquina.....	36
7.3.2	Memoria descriptiva.....	37
7.3.2.1	<i>Estructura inferior- mesa de bobinado y flejado</i>	37
7.3.2.1.1	<i>Enhebrador</i>	38
7.3.2.1.2	<i>Repartidor de bobinado</i>	39
7.3.2.1.3	<i>Contrapunto de bobinado</i>	39
7.3.2.2	<i>Estructura superior</i>	40
7.3.2.2.1	<i>Bobinador</i>	40
7.3.2.2.2	<i>Regulador altura rollo de cobre</i>	41
7.3.2.2.3	<i>Manipulador bobinado - flejado</i>	42
7.3.2.2.4	<i>Mesa de flejado</i>	43
7.3.2.3	<i>Estructura lateral</i>	43
7.3.2.3.1	<i>Desplazador flejado - paletizado</i>	44
7.3.2.3.2	<i>Paletizador</i>	45
7.4	SENSORES.....	46
7.4.1	Ubicación de sensores.....	46
7.4.1.1	<i>Desbobinadora</i>	47
7.4.1.2	<i>Trefiladora</i>	47
7.4.1.3	<i>Bobinadora</i>	48
7.5	ACTUADORES.....	51
8.	Componentes de programación	52
8.1	CONVERTIDOR DE FRECUENCIA.....	52

8.1.1	L-force 9400 Servo Drives.....	55
8.1.2	L-force 8400 Inverter.....	56
8.1.2.1	8400 Stateline.....	56
8.1.2.2	8400 Highline.....	57
8.2	PLC.....	58
8.3	PANTALLA TÁCTIL SIEMENS EPM-H520.....	60
8.4	COMUNICACIÓN.....	62
9.	Programación.....	64
9.1	PROGRAMACIÓN CONVERTIDORES DE FRECUENCIA.....	65
9.2	PROGRAMACIÓN PLC.....	77
9.2.1	Diagrama de flujo.....	78
9.3	PROGRAMACIÓN PANTALLA.....	84
9.3.1	Entorno programación WinCC flexible.....	85
9.3.2	Programación de variables.....	90
9.3.3	Programación de recetas.....	91
9.4	PROGRAMACIÓN PROFIBUS.....	93
10.	Funcionamiento de la línea.....	99
11.	Conclusiones.....	114
12.	Líneas futuras de trabajo.....	115
13.	Bibliografía y recursos electrónicos web.....	116
14.	Anexo I: Características técnicas del material utilizado.....	118
15.	Anexo II: Esquema neumático de los actuadores.....	127
16.	Anexo III: Código PLC, funcionamiento lineal de la línea de producción.....	130

1. Introducción y justificación del proyecto

La realización de este Proyecto Final de Carrera (PFC), viene motivado por las consecuencias económicas actuales. Los grandes problemas financieros, han provocado la descentralización de empresas con los correspondientes despidos masivos, y es por ello que la mayor parte de las empresas se han visto forzadas a innovar y, a invertir parte de su presupuesto anual, en I+D+I, concretamente en el Plan Nacional de proyectos de investigación aplicada, el cual hace referencia a las actividades encaminadas a la adquisición de nuevo conocimiento, explorando la posible aplicación de nuevas tecnologías, en la generación de nuevos productos o procesos para obtener una mejora sustancial en productos, procesos o servicios existentes.

Una de las soluciones más plausibles y reales que están encontrando las empresas, es la automatización en las líneas de producción, motivo de este proyecto.

La automatización tiene como objetivos prioritarios la mejora de la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma, al mismo tiempo que la mejora de las condiciones de trabajo del personal e incremento de la seguridad laboral.

En este proyecto encontramos el procedimiento realizado para la automatización de una línea de producción, en nuestro caso de cobre trefilado, desde su estudio inicial hasta su puesta en marcha final.

El proyecto ha consistido en el análisis inicial de las necesidades del cliente, estudiando el comportamiento de las líneas de producción existentes, así como su entorno y posibilidades de mejora. La realización de una propuesta de automatización diversificada, en la que mediante la aplicación de las últimas tecnologías y la utilización de diferentes equipos de control, se intenta sacar el máximo rendimiento a cada uno de ellos para así satisfacer todas las exigencias

de la nueva línea y finalmente la programación y configuración de todos estos equipos para su puesta en marcha final.

Este proyecto representa la culminación de más de un año y medio de trabajo en la empresa donde realizo mi labor profesional AIGESA S.L., mediante este proyecto he tenido la oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de mi etapa universitaria, plasmándolos en un proyecto real.

1.1 Objetivos

El objetivo principal de proyecto es la realización de una nueva línea de producción de cobre trefilado, que mejore de forma sustancial la producción frente a las existentes y suponga un gran salto cualitativo en la seguridad de todo el proceso productivo.

Utilización de las tecnologías más avanzadas existentes en el mercado que conlleven una reducción sustancial del consumo energético, de cada una de las maquinas que componen este tipo de procesos productivos.

Para la realización de estos objetivos, se lleva a cabo un estudio pormenorizado del funcionamiento de las líneas de producción existentes, en el propio entorno industrial, en el que se contemplan todas las máquinas que las componen, así como los diferentes y variados métodos de accionamiento de cada una de ellas.

1.2 Estructura

El proyecto esta dividido en tres grandes bloques claramente diferenciados, además se adjuntan tres anexos que contienen información complementaria que facilitan la comprensión de éste trabajo.

En la primera parte, contextualización del proyecto, se realiza el estudio pormenorizado del estado inicial de la línea de producción, comprendiendo los

apartados de descripción de la actividad de la empresa peticionaria, empresa que realiza el proyecto, definición del problema y análisis de la situación.

En el apartado de descripción de la actividad de la empresa peticionaria se realiza un estudio del material a tratar en la línea de producción.

En el segundo apartado se realiza una contextualización de la empresa que realiza el proyecto, AIGESA S.L.

Y en el tercer apartado del primer bloque encontramos la definición del problema y análisis de la situación, en él se realiza un estudio detallado del entorno de la línea y del funcionamiento general de la línea y en particular de las máquinas que la componen. También encontramos un subapartado donde se concretan los objetivos específicos de la línea.

El segundo bloque, marco teórico, solo consta de un apartado que es el de propuesta de automatización de la línea, en el que se especifican las posibilidades de automatización, los componentes a utilizar para el desarrollo de esta y las mejoras que comportaría a automatización de la línea

El tercer y último bloque, desarrollo, se describe la ejecución de la nueva línea y está compuesto por los apartados, solución de automatización, componentes físicos de la línea, componentes de programación, programación y funcionamiento de la línea.

En el primer apartado del tercer bloque, solución de automatización, se describen las mejoras que está comporta, así como su implantación.

En el segundo apartado, componentes físicos de la línea, encontramos una descripción detallada de las estructuras de la nueva línea así como la ubicación de los actuadores y sensores.

El tercer apartado, componentes de programación, se describen los diferentes equipos de control utilizados para la posterior programación de la línea.

El cuarto apartado, programación, mediante un ejemplo utilizado en la nueva línea de producción, un seguidor de velocidad programado con los cuatro entornos diferentes de los que se compone la nueva línea, SIMATIC, Engineer, WinCC flexible y PROFIBUS.

El quinto apartado, funcionamiento de la línea, se describe detalladamente el actual funcionamiento de la nueva línea, desde la carga hasta su empaquetado final.

Finalmente, encontramos los apartados de conclusión y futuras líneas de trabajo donde analizamos, el cumplimiento de los objetivos iniciales y las posibles mejoras.

También adjuntamos tres anexos en los que encontraremos, las características técnicas de todos los componentes utilizados en la nueva línea, otro con la programación del PLC y finalmente un esquema neumático de los actuadores de la línea.

PARTE I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

2. Descripción de la actividad de la empresa peticionaria

En una línea de producción de cobre capilar, como es en nuestro caso, la revisión a tener en cuenta a nivel económico es muy importante pero el entorno físico también lo es. Para poder detectar las deficiencias ergonómicas, que prevemos, serán mejoras en la ergonomía de software, es necesario realizar un estudio con más profundidad.

La empresa peticionaria se dedica a la producción del cobre capilar, industria afectada de forma directa por la desaceleración de la producción en el sector de la fabricación de materiales metálicos. El cobre capilar se utiliza como acondicionador de aire y refrigerador, servicio y distribución del tubo del agua, como protección contra incendios y para el uso del intercambio de calor, entre otras muchas utilidades pero todas ellas aplicadas a productos finales que también han visto reducida su salida en el mercado.

El tubo capilar se utiliza como dispositivo de expansión aplicado a la tecnología de la refrigeración, para ello mediante un dispositivo de expansión hacemos disminuir la presión de un fluido pasando de un estado de más alta presión y temperatura a uno de menor presión y temperatura.



Fig. 1 Sección tubo capilar

Al producirse la expansión del líquido en un ambiente de menor presión, se evapora parcialmente reduciéndose la temperatura al absorber calor latente de él mismo. A su salida se pretende tener un aerosol, pequeñas gotas de refrigerante en suspensión, que facilite la posterior evaporación, para ello se utilizan tubos de pequeño diámetro, que actúan reteniendo el flujo del líquido refrigerante para que realice la expansión a la salida, tal y como veníamos explicando.

El tubo capilar produce un estrechamiento que añade una pérdida de carga en el circuito frigorífico; que antes de él, la descarga del compresor crea una alta presión y a su salida la aspiración determina la presión baja.

Este concepto físico lo podemos entender mediante la Ley de Poiseuille donde la diferencia de presión p_1-p_2 entre los extremos del capilar es igual a la presión que ejerce la longitud (L) de la columna por el fluido de densidad (η).

$$G = \frac{\pi (p_1 - p_2) R^4}{8 \eta L}$$

Las ventajas del tubo capilar son muchas, como la sencillez de producción, la fiabilidad al no disponer de piezas móviles, la facilidad de reparación y la no necesidad de disponer de un depósito líquido. Pero su principal desventaja, la rigidez, que no permite adaptar el caudal de refrigerante a las variaciones de carga y de temperatura del medio, es un dato a tener en cuenta a la hora de su fabricación y en consecuencia de la nueva línea que hemos diseñado.

3. Empresa que realiza el proyecto

AIGESA S.L es la empresa a la que se le ha encargado la revisión y la automatización de la línea, en la que desempeño mi dedicación profesional y que ha contribuido en la tutorización de este trabajo, desde donde se ha diseñado una solución real y plausible que da respuesta a las necesidades demandadas por la empresa peticionaria como son la automatización de la línea y una revisión parcial de la empresa para así optimizar más los recursos.

AIGESA S.L. es una empresa que se dedica a las instalaciones eléctricas, desde el montaje convencional hasta el de tecnología más avanzada, y el mantenimiento industrial en sus conceptos más modernos.

La empresa tiene diversos departamentos, el de ingeniería en el cual trabajo, prioriza las soluciones eficientes para nuestros clientes, en técnicas de

accionamientos industriales automatización de procesos y diseño de las instalaciones eléctricas, desde el proyecto hasta su implantación.

Para dar soluciones adecuadas a nuestros tiempos en la empresa se utilizan las más modernas tecnologías en el campo de accionamientos industriales, programación de automatismos basados en PLC's y utilización de interfaces de comunicación hombre-máquina (HMI).

Así mismo AIGESA S.L. ha realizado todo tipo de diseños de accionamientos eléctricos para modificar, mejorar, incrementar velocidad y prestaciones de máquinas muy diversas, por ejemplo, maquinaria de fabricación de adoquines, pulidoras de mármol, trefiladoras de alambón, líneas de corte y enderezado de chapa, líneas de trefilado de tubo y alambre de cobre, tijeras de corte de fleje, laminadores de chapa, bombas de pasta en papeleros, teleféricos, bobinadores y desbobinadores, encarretadoras, control de temperatura en extrusoras, etc.

Así desde AIGESA S.L. se realizó el primero de los estudios y descubrimos que aunque no hay ningún problema en el entorno físico donde se desarrolla el trabajo si observamos que la situación y la distribución de las máquinas en el entorno físico no es la más óptima y, por tanto, es necesario realizar una revisión en profundidad de la optimización de los recursos físicos y materiales.

Debido a esta mala distribución los operarios se ven obligados a realizar operaciones físicas repetitivas e innecesarias, por ello la optimización del tiempo y los recursos es una de las prioridades a resolver mediante la automatización de la línea, reducir el tiempo de la realización de las bobinas de cobre, eliminar los traslados de material y eliminar las acciones físicas repetitivas por parte de los operarios.

Así pues mediante la automatización de la línea de producción, tenemos que dar respuesta a los problemas ergonómicos y de optimización de la empresa peticionaria y tenerlos muy presentes a la hora del diseño de la nueva

línea. De este modo en la nueva línea la presencia de los operarios tienen que ser la estrictamente necesaria, así como el espacio de la línea.

4. Definición del problema y análisis de la situación

Una vez realizado el estudio inicial sobre la empresa peticionaria pudimos observar que la mala distribución de la maquinaria actual es la responsable de los mayores desajustes en la optimización del espacio y del tiempo. Es por ello que la redistribución de la planta pasa a ser uno de los objetivos prioritarios del proyecto juntamente con la automatización de la línea.

Para ello se realizará un nuevo diseño donde se tendrán en cuenta la ergonomía de los operarios, la ergonomía de software y la optimización del espacio y tiempo, en definitiva un diseño que facilite y simplifique el funcionamiento donde el operario solo tenga que realizar un control de la producción y no formar parte de ella como en la actualidad.

4.1 Análisis detallado de la situación

La actual planta de producción de cobre en sus diversos estilos y gamas cuenta con una superficie de 5.324m² con una utilidad real solo del 45% de esta, debido a la incorrecta distribución que la maquinaria provoca. Todo ello es consecuencia de que por culpa del traslado de palés de bobinas las zonas de paso tienen que ser muy anchas para el paso de toros, carretillas etc.

En el caso que nos concierne en la actualidad la confección del cobre capilar con su trefilado previo está dividido en cuatro fases, en cada una de las cuales se utiliza una única máquina. Las que ocupan una superficie real es de 350m² de la cual las máquinas solo ocupan el 50% el resto del espacio son zonas de recogida y traslado de material. Este espacio no utilizado por las máquinas es espacio inutilizable para cualquier otra aplicación o utilización debido a que las medidas son exactas para el recogido de material, obligando a

la empresa a utilizar maquinaria específica y exclusiva para la línea, cosa que encarece aún más el proceso de producción del bobinado de cobre capilar.



Fig. 2 Vista general de la planta industrial, dividida por secciones.

4.2 Funcionamiento actual de la línea

Para facilitar la comprensión de la situación y producción actual, a continuación me dispongo a explicar y representar el actual funcionamiento de la línea de cobre-capilar.

La línea de producción se compone de 4 máquinas independientes la una de la otra y entre las cuales existe tal distancia que en situaciones concretas como entre la desbobinadora y la trefiladora es necesario la presencia de maquinaria pesada para hacer el traslado de esta.

El paso de la materia sigue el orden del esquema, que podemos observar más abajo y tiene un tiempo de realización es de 15min desde que introducimos la bobina no trabajada en la desbobinadora hasta que la máquina de flejado deja el producto, tal y como lo necesitamos.

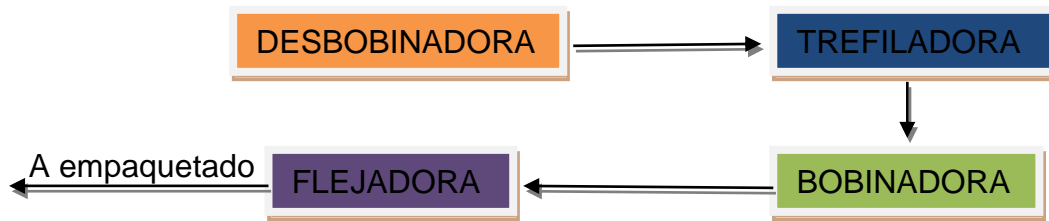


Fig. 3 Grafica del funcionamiento de la línea actual

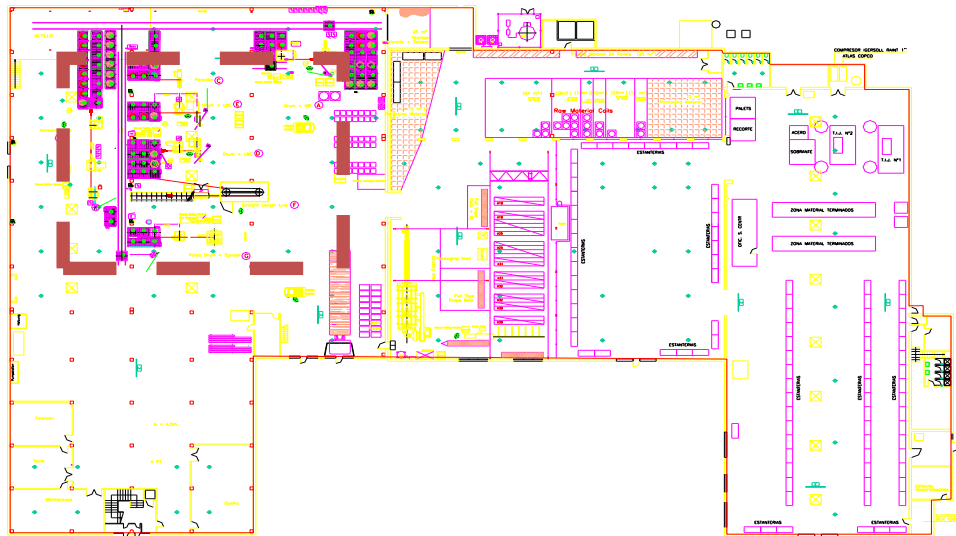


Fig. 4 Máquinas actuales de la línea

La zona enmarcada dentro del cuadrado rojo es donde se encuentran ubicadas las cuatro máquinas actuales de producción. En la siguiente imagen observaremos un plano más concreto de la ubicación de las máquinas al igual que el recorrido que realizan.

Una vez que ya podemos visualizar la distribución de la línea actual explicaremos el funcionamiento de una forma más detallada para poder hallar de este modo soluciones prácticas a posibles problemas que surjan durante la realización del nuevo diseño.

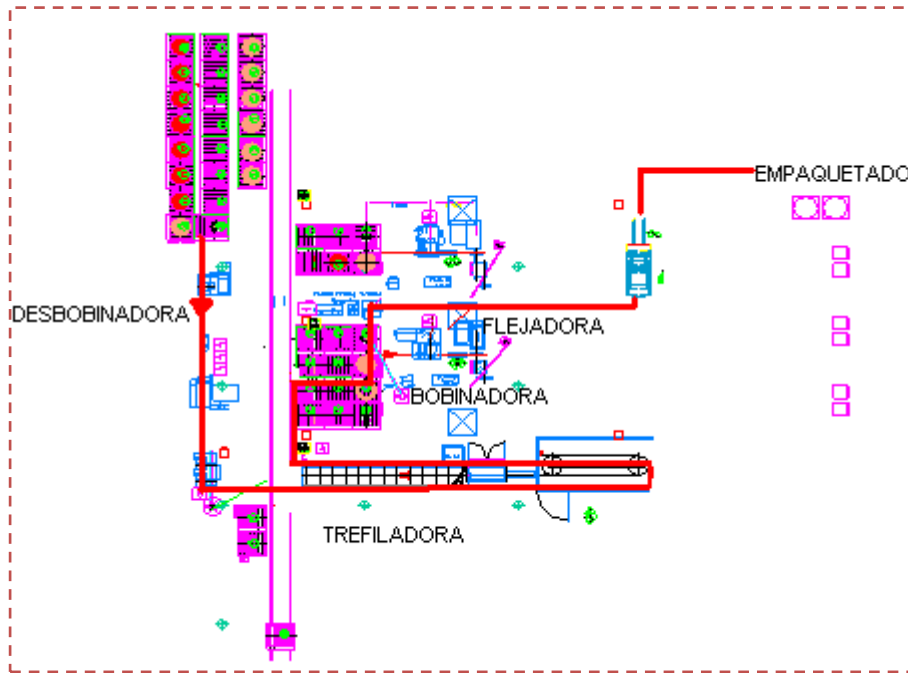


Fig. 5 Recorrido y maquinaria actual de producción

Inicialmente un operario mediante un toro mecánico introduce la bobina de cobre en las cintas de la desbobinadora y de forma manual introduce la punta de cobre en el motor de arrastre.

4.2.1 Desbobinadora

Una vez en la desbobinadora e introducido uno de los dos extremos en el motor de arrastre, esta máquina, como su nombre indica, nos desbobina el eje macizo de cobre. El cobre que se va desbobinando se bobina en un eje conectado a un motoreductor que bobina de nuevo el tubo de cobre pero de forma holgada, ya que de otra manera el trefilado del cobre capilar no es posible, debido a la extrema rigidez de este. Una vez bobinado este espera su traslado a la trefiladora, de la cual le separan 20m, cosa que hace inviable la conexión entre las dos máquinas y se requiere del traslado de este nuevo eje con un carro lime, que son toros mecánicos que circulan en raíles.

El tubo de cobre se vuelve a bobinar en una simple eje metálico soportado en todo momento por un toro mecánico con un operario en él. Cuando se termina de desbobinar la bobina inicial el operario acerca este eje con el cobre

desbobinado, lo posiciona en la trefiladora y vuelve a la desbobinadora a sujetar otro eje metálico que carga de nuevo al reductor del motor.

Posibles soluciones

En el nuevo diseño de la máquina desbobinadora tenemos que tener en cuenta sobre todo dos cosas, la primera, acercarla al resto de la línea de producción para evitar así el traslado de la materia y la presencia de un operario totalmente innecesaria, y la segunda tener presente la necesidad de la no tensión para poder trefilar el cobre sin roturas de tubo.

4.2.2 Trefiladora

Una vez colocado en su sitio el eje destensado, de nuevo un operario de forma manual introduce uno de los extremos en la bobinadora, este proceso sí que está medianamente automatizado, ya que una vez introducimos el extremo en la bobinadora el resultado final es una nueva bobina con eje hueco.

En el proceso de trefilado la operación que realizamos es la de estirar y retorcer el cobre para que de esta forma consiga la densidad y el diámetro deseado.

Posibles soluciones

De nuevo una de las mejoras de diseño que tenemos que tener presente es la de la viabilidad de acercamiento entre la trefiladora y la desbobinadora y el hecho de trabajar entre las dos máquinas con el tubo de cobre holgado para así no sufrir roturas de este.

4.2.3 Bobinadora

En esta máquina, tal como comentábamos con anterioridad, la introducción del cobre viene directamente de la trefiladora para así poder tener un punto de fijación y arrastre.

El funcionamiento de esta parte de la línea es quizá la más compleja, debido a que tenemos que bobinar el cobre ya trefilado alrededor de un eje macizo que posteriormente se retirara para así dejar la nueva bobina de cobre

con el eje hueco. La extracción de este eje la realizaremos de forma mecánica, una vez tengamos la longitud necesaria, un operario apretará un pulsador para que este eje mediante aire comprimido haga levantar los pistones que soportan el eje macizo, de esta forma conseguiremos sacar el eje macizo y posteriormente poder empujar la nueva bobina por una pasarela de rodillos hasta llegar a la zona de flejado.

Posibles soluciones

Las posibles mejoras que podemos realizar en esta parte de la nueva línea es el de facilitar el traslado de la nueva bobina con el eje hueco a la zona de flejado, para ello podemos utilizar arrastradores para que de esta forma la bobina no sufra ninguna sacudida y no se destense.

4.2.4 Flejadora

La flejadora o zona de flejado, es una zona donde mediante un operario que lleva encima la máquina flejadora se fleja la nueva bobina con el eje hueco. Esta llega a través de una pasarela de rodillos, con cierta inclinación proveniente de la bobinadora.

Hay que remarcar que cada bobina se fleja 4 veces de forma manual así que un operario puede llegar a repetir el mismo gesto más de 100 veces al día cosa que acaba por tener consecuencias físicas graves para el operario.

Posteriormente se acumulan en una carretilla de altura regulable y una vez cargada con un máximo de 4 bobinas se llevan a la zona de empaquetado donde mediante toros mecánicos se introducen en palés para su distribución.

Posibles soluciones

Evidentemente la mejora a realizar en la zona de flejado y empaquetado es el de la automatización de estas para así poder evitar el trabajo del operario y asegurarnos de un fleje mucho más exacto y un empaquetado al lado de la línea sin necesidad de un transporte previo con lo que ello acarrea.

4.3 Objetivos concretos de la nueva línea de producción

Con esta situación los objetivos que nos planteamos son los siguientes:

1. El objetivo general de este trabajo es aplicar los principios de optimización de recursos y tiempo, que acompañan mejoras en el ámbito de la sostenibilidad y de la ergonomía.
2. Facilitar el trabajo de los operadores en el mejoramiento y mantenimiento de la línea de producción.
3. Automatizar toda la línea de producción, para que los operarios no tengan que realizar esfuerzos en las extremidades ni zonas lumbares a la vez que reducimos posibles accidentes.
4. Reducir al máximo la utilización de maquinaria que requiera el consumo de gasoil o derivados.
5. Reducir al máximo las zonas de paso para aumentar de esta manera la zona útil.
6. Automatizar la línea de producción para mejorar el tiempo de producción.

PARTE II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se incluyen las bases teóricas más importantes consideradas para esta propuesta como la automatización de la línea, reducción de traslados, ampliación espacio útil.

5. Propuesta de automatización de la línea

El ámbito de la automatización es una mejora en la ergonomía de software y la más importante del trabajo debido a que si es factible, también lo serán el resto de objetivos planteados. Ya que si conseguimos una automatización total de la línea solo será necesario un operario en la entrada y otro en la salida de la línea de producción evitando así posibles accidentes y lógicamente eliminando el transporte del material durante su producción.

Después de investigar y sondear las soluciones más plausibles nos decantamos por una solución dividida donde mediante una pantalla táctil podremos controlar toda la línea de producción. Para ello necesitaremos de servo-posicionadores, variadores de frecuencia, de un PLC de control y lógicamente de una pantalla táctil.



Fig. 6 Muestra de los equipos que se utilizaran para la automatización de la línea.

El funcionamiento de la nueva línea lógicamente es más complejo que el anterior, debido a que automatizaremos toda la producción sin la necesidad de

control humano, solo de supervisión, ya que mediante detectores de presencia, sonar y detectores fotoeléctricos seguiremos por la pantalla la producción en serie de las bobinas.

5.1 Mejoras en la reducción de traslados

Comprobado que la automatización de la línea es una solución factible, la reducción de traslados es otro de los objetivos planteados que podemos llevar a buen puerto. En la aplicación anterior se requería por 4 veces la utilización de toros y carretillas (carga, traslado a trefilado, carga en empaquetado y descarga final en zona de almacenaje) con el consecuente consumo extra, con la nueva aplicación reducimos a 2 la necesidad de utilización de toros mecánicos, el traslado inicial de carga y la descarga final a la zona de almacenado.

Con esta nueva aplicación reducimos un 75% la utilización de maquinaria pesada, debido a que reducimos a la mitad la utilización de elementos de traslado y la zona de empaquetado tiene una capacidad de 8 bobinas con lo que reducimos también un viaje. La reducción parcial del consumo de los elementos de traslado es un factor muy importante porque a la vez que nos reduce el consumo de gasoil también nos mejora el entorno físico del lugar de trabajo ya que reducimos la contaminación acústica i la calidad del ambiente.

De esta manera aunque la empresa, tenía soluciones para los problemas acústicos y de calidad del ambiente la reducción de estos, hace entrar la contaminación acústica aún presente, en ámbitos más soportables para el desarrollo de las actividades físicas.

5.2 Mejoras en la utilización del espacio

La ampliación del espacio útil dentro de la nave industrial es un elemento que podemos llevar a cabo gracias a la automatización de la línea, ya que esta ha sido pensada y planteada para dar respuesta a los objetivos planteados en el proyecto.

Consecuencia de ello es la reducción de 4 a 3 las máquinas que utilizamos en el proceso de fabricación y con una distancia entre ellas de tan solo 2 metros la una de la otra. En el proyecto reubicamos el espacio de la zona de flejado y lo acoplamos dentro de la misma estructura que la bobinadora y zona de empaquetado haciendo así una estructura más robusta y aunque más compleja que la original, más práctica y adecuada a los tiempos en los que vivimos.

5.3 Mejoras en la ergonomía de los operarios

Con las mejoras en la automatización de la línea, mejoramos el puesto de trabajo del operario ya que eliminamos cualquier tipo de esfuerzo físico para el traslado de bobinas. Otro aspecto de mejora para los operarios es el de la zona de flejado, ya que como anteriormente comentábamos este queda acoplado dentro de la estructura del bobinador y se automatiza, con lo que el operario dejará de hacer los movimientos repetitivos de flejado y solo se encargara de su recarga.

En el ámbito de la automatización de la línea la introducción de la pantalla táctil produce una mejora en la comunicación HMI, mediante la instalación de la misma, con unos parámetros de visibilidad, legibilidad y de compatibilidad óptimos, y regulados por normativas de la U.E. como lo es la directiva específica 90/270/CEE donde en el artículo 4 y 5 se especifica las características mínimas a cumplir por el equipo, *“Observación general. La utilización en sí misma del equipo no debe ser una fuente de riesgo para los trabajadores.”* por el entorno, *“El puesto de trabajo deberá tener una dimensión suficiente y estar acondicionado de tal manera que haya espacio suficiente para permitir cambiar de postura y de movimientos de trabajo.”* y sobre todo en el apartado que más nos influye en el de la interconexión máquina/hombre, *“Para la elaboración, la elección, la compra y la modificación de programas, así como para la definición de las tareas que entrañen de pantallas de visualización, el empresario tendrá en cuenta los siguientes factores:*

- a) *el programa habrá de estar adaptado a la tarea que deba realizarse;*

- b) el programa habrá de ser fácil de utilizar y deberá, en su caso, poder adaptarse al nivel de conocimientos y de experiencia del usuario; no deberá utilizarse ningún dispositivo cuantitativo o cualitativo de control sin que los trabajadores hayan sido informados;*

- c) los sistemas deberán proporcionar a los trabajadores indicaciones sobre su desarrollo;*

- d) los sistemas deberán mostrar la información en un formato y a un ritmo adaptados a los operadores;*

- e) los principios de ergonomía deberán aplicarse en particular al tratamiento de la información por parte del hombre.”*

Al igual que esta directiva de la CEE encontramos el RD 488/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, donde se expone el reglamento más concreto, también encontramos la Nota Técnica de Prevención 252 Pantallas de Visualización de Datos: condiciones de iluminación, que nos habla sobre su desarrollo en las condiciones de iluminación.

PARTE III. DESARROLLO

6. Solución de automatización

La solución de automatización que ofrecemos pasa por la reducción de una de las 4 máquinas actuales y una optimización del tiempo en la producción del tubo de cobre capilar.

Con la nueva aplicación hemos podido reducir una de las máquinas como anteriormente explicábamos ya que la zona de flejado ha sido introducida en la estructura del bobinado, en consecuencia hemos reducido el espacio que ocupaba la máquina y los traslados también han sido reducidos.

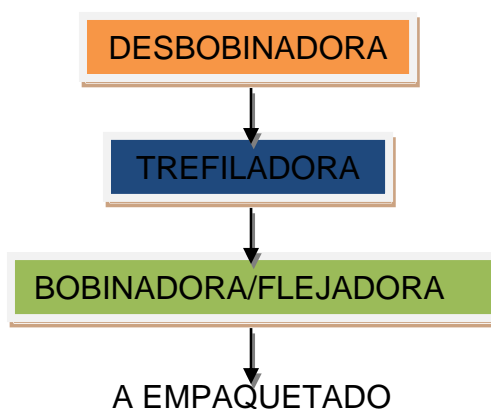


Fig. 7 Grafica funcionamiento, nueva aplicación.

Con la construcción de la nueva maquinaria realizaremos un nuevo sistema de encarretado eléctrico con control de tracción, reinicio automático y sistema de extracción de los rollos de la zona de flejado y posterior transporte a paletización y empaquetado.

La optimización de la nueva línea de producción está diseñada para que el encarretador sea capaz de encarretar el material entregado por una trefiladora con un par máximo de 326 Nm. y con la posibilidad de limitarlo al par que necesitemos para cada diámetro de tubo.

La nueva línea de producción está dividida en tres máquinas: desbobinadora, bombo (trefilador) y encarretador. La primera de la tres máquinas es la desbobinadora en la que tendremos que introducir el carrete de cobre a trefilar, de forma manual, será necesario enhebrarlo con el bombo que realiza las funciones de maestro tanto para la desbobinadora como para el encarretador.

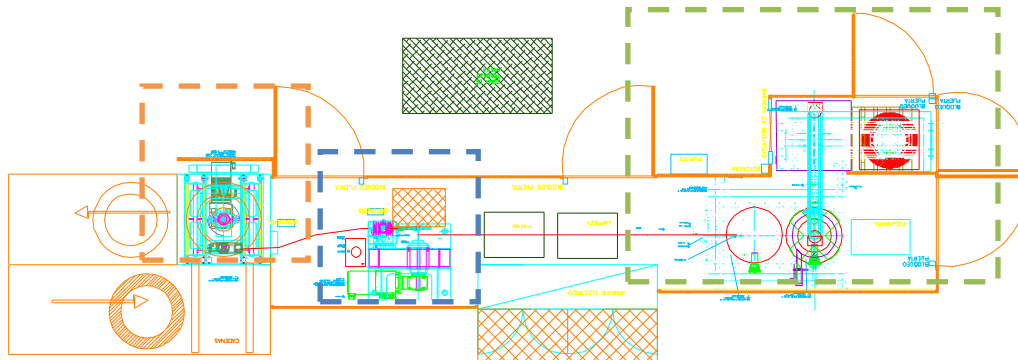


Fig. 8 Nueva distribución de la línea de producción de cobre capilar.

En la imagen podemos observar la nueva distribución de la línea de producción, en naranja encontramos la desbobinadora, en azul la trefiladora y en verde la bobinadora y la flejadora, tal como comentábamos anteriormente la máquina se divide en tres, pero a diferencia de la anterior estas están en línea y realizan todo el proceso sin la necesidad de movimiento de carga.

Como se puede observar en comparación con la línea inicial el espacio ha sido reducido ampliamente, se ha rentabilizado el espacio a la vez que se podrá dar un nuevo servicio a la maquinaria sobrante

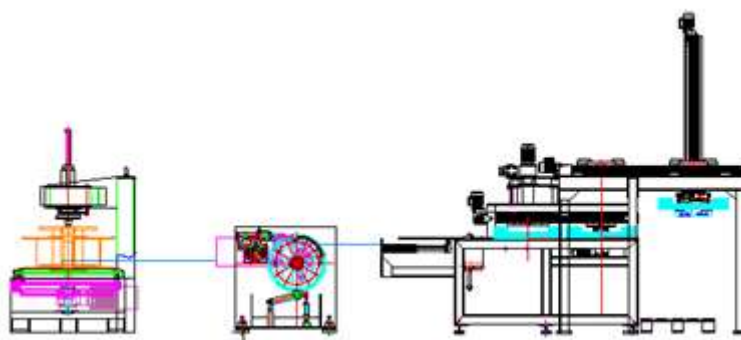


Fig. 9 Alzado de la nueva línea de producción.

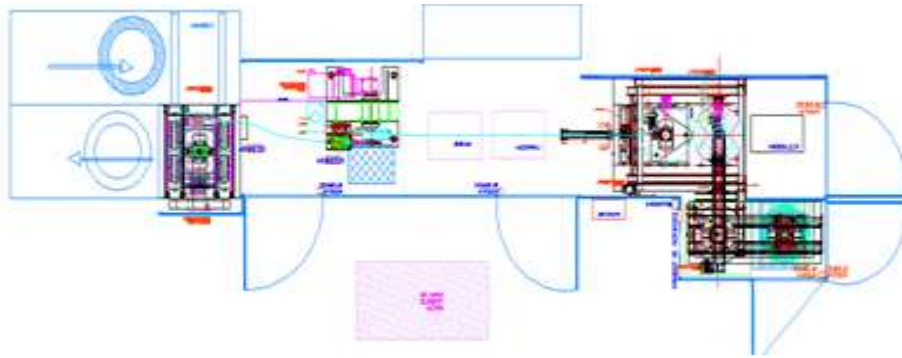


Fig.10 Vista de la nueva línea de producción.

En estas dos imágenes podemos ver una vista en planta y en alzado de la línea de producción, en primer término observamos la máquina encarretadora que consta de la bobinadora en eje hueco, la zona de flejado y la zona de empaquetado, en segundo término tenemos la máquina trefiladora que se limita a torcer y estirar el cobre para darle el diámetro requerido y finalmente la desbobinadora, que como su nombre indica desbobina a la par que realiza el control de metros.

El encarretador merece una mención aparte, aunque a posteriori entraremos al estudio con más detalle de las tres máquinas, porque una vez puesto en marcha el bombo, inicialmente será necesario moverlo a pulsos, el cobre ya trefilado será de nuevo bobinado pero esta vez con el eje hueco. Una vez bobinado el sistema de evacuación de rollos lo cogerá y tras salir del núcleo, sacará el carrete a la zona de flejado, este se mantendrá sujeto a la zona de flejado hasta que se haya flejado una vez; a continuación se liberará y se podrá flejar el resto de lados, mediante giros de 90° de la mesa giratoria.

Una vez terminado el proceso de flejado se dará orden de paletizar y el sistema cogerá el carrete y lo depositará en la caja o palet debidamente colocado en la zona de paletizado.

El funcionamiento y control de la línea ha sido diseñado para poder introducir los metros, la altura del carrete, la velocidad de línea o el número de carretes producir, todos estos datos se iniciarán por pantalla al sistema. Este,

una vez introducidos los parámetros y efectuado el enhebrado en primera instancia, cortará el resto de rollos automáticamente a la distancia prefijada.

Así pues con esta nueva distribución y programación damos solución a buena parte de las problemáticas planteadas en el marco teórico, automatización de la línea, apartado en el que entraremos más adelante mucho más al detalle, reducción de espacios, reducción de traslados y si tenemos en cuenta los artículos de la directiva 90/270 a la hora de automatizar la línea todos los objetivos plantados en el proyecto se verán satisfactoriamente cubiertos.

7. Componentes físicos de la línea

La nueva línea de producción es un proyecto realizado íntegramente en los talleres de AIGESA S.L., desde la programación hasta la realización de las nuevas estructuras metálicas de la línea de producción.

El encargo de la nueva línea no lo comprendimos sin la necesidad de una reestructuración total de la línea y de los antiguos componentes que realizaban las funciones de desbobinado, trefilado, bobinado y flejado no nos servían ni parcialmente, es por ello que desde el departamento de mecánica de AIGESA iniciaron el proceso de creación de la nueva línea, en este punto del proyecto fue muy importante la comunicación entre los programadores, diseñadores y ingenieros eléctricos que conjuntamente diseñaron las nuevas estructuras donde todas sus necesidades se resolvían con facilidad.

Por ejemplo los ingenieros eléctricos tuvieron muy presente las necesidades de cableado de los motores, la fuerza que estos ejercían, de este modo a la estructura se le dio un volumen y un peso concreto los ingenieros de diseño y programación, como es mi caso, solicitamos amplios espacios para ubicar los detectores y actuadores, a la vez que nuestra faena de comunicación y control descentralizado también les facilitó la elección de ciertos materiales y dimensión de ellos.

Es por ello que en el siguiente apartado describiremos con exactitud los componentes físicos de la línea y sus porqués de diseño.

7.1 Máquina desbobinadora

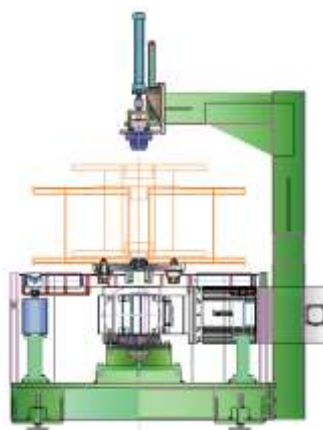


Fig. 11 imagen 3D desbobinadora

7.1.1 Características de la máquina

Eléctricas

Potencia :	7,5 kw.
Par máximo:	49, 50 Nm.
Reductor:	Cónico-Helicoidal
Velocidad máxima:	500 m/min
Tipo de tensión:	400 V. AC
Tensión de maniobra	
Tensión de alumbrado	230 V. AC
Intensidad Máxima	17 A
Variador tipo:	Serie 9400
Control tipo:	Autómata programable. SIMATIC

Neumáticas

Presión de trabajo	6 bar.
Presión de entrada al regulador	0 ÷ 12 bar
Caudal mínimo:	
Consumo medio:	

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
(mm.)	1120	1120	1568
Peso:	1500 kg.		

Rango de bobinas

Dimensiones	Alto	Diámetro
	360 ÷ 480	600 ÷ 1000
Peso máximo admisible		

Protección

Funcionamiento:	Modo confinado
-----------------	----------------

7.1.2 Memoria descriptiva

La máquina está formada por cuatro partes bien diferenciadas, las cuales correctamente ensambladas dan como resultado una máquina desbobinadora de bobinas de cobre, estable, con capacidad para soportar una elevada carga, con velocidad estable y plenamente regulable.

Las partes que componen la máquina se definen como:

1. Base y estructura lateral.
2. Estructura de rodillos móvil.
3. Sistema de fijación de la bobina.
4. Sistema de accionamiento y control

7.1.2.1 Base y estructura lateral

La base de la máquina, de 875 x 1078 mm. de superficie útil y cuatro soportes para la colocación de las respectivas patas. Toda esta estructura, se confecciona con chapa de 20 mm. y con una base para fijación de el motor de accionamiento macizo de 400 x 400 mm, lo que le confiere un peso de 160 kg. al conjunto; esta masa correctamente centrada y equilibrada le proporciona la estabilidad necesaria para el correcto funcionamiento de la máquina.

La estructura lateral, que tiene por objetivo principal, la fijación del contrapunto superior, que es el conjunto que permite la fijación de la bobina por la parte superior, se construye con chapas de 20 mm. como las de la base, y tubo estructural de 150 x 150 x 6 mm. (base x altura x grosor) y tiene una altura de 1568 mm.

El tubo escogido con la fijación a la base mediante una chapa de 20 mm. proporcionan la rigidez necesaria para soportar cualquier excentricidad de la masa colocada en la máquina y girando a la máxima velocidad prevista para la máquina; al mismo tiempo, los 135 kg de masa que aporta a la base, hacen que el conjunto de la base más la estructura lateral tengan una masa total de 295 kg.

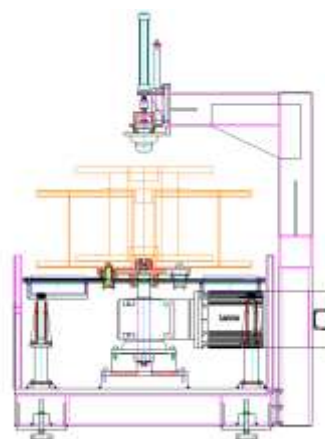


Fig.12 Estructura maquina desbobinadora.

7.1.2.2 Estructura de rodillos móvil

La estructura de rodillos móvil está diseñada para que pueda ser instalada en un entorno de carga mediante cadenas motorizadas de arrastre o bien mediante mesas de rodillos de giro libre para que pueda ser cargada la máquina mediante los dos sistemas de accionamiento. La estructura construida, está prevista para que la carga se realice mediante cadenas de arrastre y la descarga de las bobinas, mediante rodillos de giro libre.

La estructura móvil está constituida por una estructura de chapas soportadas sobre cuatro pistones de 100 mm. de recorrido y con capacidad para levantar la carga máxima prevista sobre la máquina, con dos entradas para las cadenas de carga de las bobinas de cobre y provista de 6 rodillos de giro libre que permiten la descarga de la bobina de forma manual.

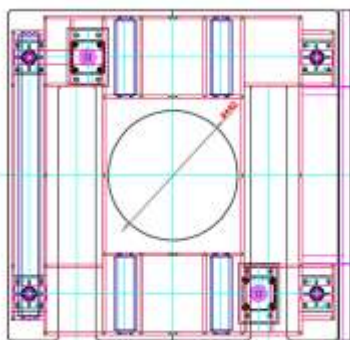


Fig. 13 Vista de planta, estructura rodillos.

7.1.2.3 Sistema de fijación de la bobina.

El sistema de fijación de la bobina está constituido por dos contrapuntos, contrapunto inferior y contrapunto superior.

El Contrapunto inferior, remarcado de color rojo, está constituido por un conjunto de piezas, que cogidas al eje del reductores el que le imprime el giro a la bobina y la sujeta por dos punto laterales y la centra con el eje de giro con la pieza específica de centrado.

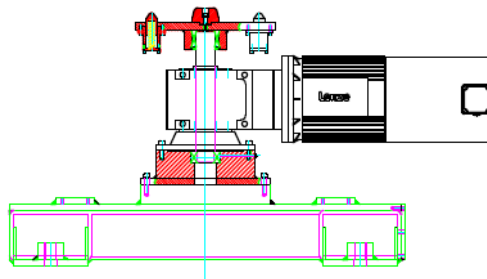


Fig.14 Contrapunto inferior, remarcado de color rojo.

El contrapunto superior, está fijado en el cabezal de la columna lateral y equipada con un centrador adaptado para diversos diámetros de los ejes de las bobinas, accionado por un cilindro neumático de 250 mm. de recorrido y guiado por dos columnas de 30 mm. de diámetro, que le confieren la solidez requerida para la fijación de todas la bobinas con las que puede trabajar la máquina.

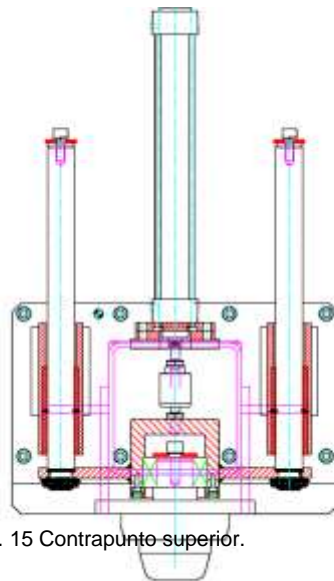


Fig. 15 Contrapunto superior.

7.1.2.4 Sistema de accionamiento y control.

El sistema de accionamiento de la máquina, está constituido por un motor-reductor de 7,5 kw, 49,5 Nm. de par máximo y 1455 r/min de velocidad máxima. El motor va fijado a la base mediante el reductor acoplado al mismo y provisto de un eje de 55 mm. de diámetro al que se acoplan los dispositivos de centrado y accionamiento del contrapunto inferior.

El control es centralizado en un cuadro de potencia en el que se instala la electrónica y circuitería precisa para el correcto control y funcionamiento. El dispositivo principal de funcionamiento lo constituye un servo driver de la serie 9400 del Lenze que incluye un variador de frecuencia de 15 kw de potencia, 8 khz de rango de frecuencia de trabajo u 400 V. De tensión nominal. Este dispositivo está controlado mediante sistema de profibus por un autómata programables de la serie Simatic S7-300.

La máquina se completa con una botonera reglamentaria que permite el accionamiento y carga de la máquina con un paro de emergencia, un regulador de presión de aire comprimido y las válvulas adecuadas para el accionamiento de los cilindros de accionamiento de la plataforma móvil y el contrapunto superior.

7.2 Máquina trefiladora

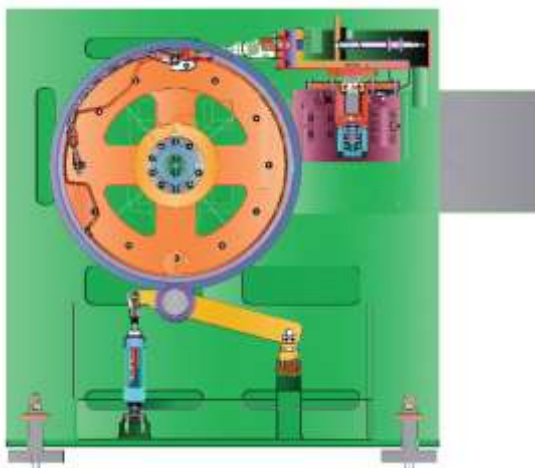


Fig. 16 Imagen 3D trefiladora

7.2.1 Características de la máquina

Eléctricas

Potencia :	15,00 kw.
Par máximo:	98,10 Nm.
Reductor:	Cónico-Helicoidal
Velocidad máxima:	500 m/min
Tipo de tensión:	400 V. AC
Tensión de maniobra	
Tensión de alumbrado	230 V. AC
Intensidad Máxima	27.8 A
Variador tipo:	Serie 9400
Control tipo:	Autómata programable. SIMATIC

Neumáticas

Presión de trabajo	7 bar.
Presión de entrada al regulador	0 ÷ 12 bar.
Caudal mínimo:	
Consumo medio:	

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
(mm.)	1100	1020	1100
Peso:	1850 kg.		

Protección

Funcionamiento:	Modo confinado
-----------------	----------------

7.2.2 Memoria descriptiva

La máquina está formada por cuatro partes bien diferenciadas, las cuales correctamente ensambladas dan como resultado una máquina desbobinadora de bobinas de cobre, estable, con capacidad para soportar una elevada carga, con velocidad estable y plenamente regulable.

Las partes que componen la máquina se definen como:

1. Estructura soporte.
2. Tambor.
 - Polea de tiro.
 - Rodillo presor.
3. Porta hilera.
4. Sistema de accionamiento y control

7.2.2.1 Estructura soporte.

La estructura de la máquina está diseñada para ofrecer la estabilidad necesaria que necesita la máquina, con las mínimas dimensiones posibles y la masa suficiente para que pueda absorber el par máximo de la máquina, así como la posible rotura del hilo en cualquier momento del proceso.

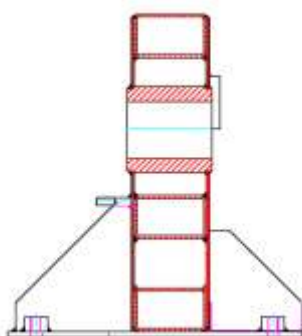


Fig. 17 Estructura, máquina trefiladora.

La estructura está formada por tubo estructural de 250 x 150 x 10 y chapas de 10 y 20 mm de espesor, con un macizo mecanizado colocado en el centro que permite alojar, mediante dos rodamientos de rodillos, el eje de la máquina, al cual, irá cogido el bombo por un lado y el motor de accionamiento

por el otro. Todo el conjunto, una vez soldado supone una masa de 960 kg., masa que correctamente centrada y equilibrada le proporciona la estabilidad necesaria para el correcto funcionamiento de la máquina.

Las patas de la máquina van cogidas e la propia base de la estructura, mediante espárragos de 20 mm. de diámetro y montadas de forma que permiten una fácil regulación y nivelado de la máquina.

7.2.2.2 *Tambor*

7.2.2.2.1 *Polea de Tiro*

El cilindro de tiro está formado por dos piezas, la primera, denominada núcleo del tambor, está constituida por dos cilindros, de los cuales el primero está realizado sobre un macizo en el que se le ha hecho el alojamiento para el eje de la máquina y el rodamiento especial que permitirá girar el bombo sin ningún tipo de vibración.

El segundo, está construido con un tubo de 600 mm. de diámetro y rectificado hasta dejarlo a la medida adecuada para la colocación de la llanta exterior, los cuales, están unidos mediante dos chapas mecanizadas y de 15 mm. Para formar la base de la polea de tiro. Esta pieza, una vez construida y mecanizada se somete a un tratamiento de equilibrado que garantice el giro a la velocidad máxima sin ningún tipo de vibración.

La segunda parte, denominada llanta exterior, está construida sobre un tubo de 650 mm de diámetro exterior, 100 mm. de espesor y 100 mm. de ancho, el cual se mecaniza hasta dejarlo en 570 mm. de diámetro interior, con un espesor de 30 mm. en la zona de enrollado y 70 mm en la parte posterior, en la cual se realizan los agujeros para su fijación el núcleo a 54 mm. de ancho, exceptuando un sector circular de 30°, sobre el cual se realiza la embocadura de entrada a la llanta de la polea de tiro. Esta pieza se construye en acero especial y se somete a un proceso de templado que le de la dureza necesaria para impedir el desgaste con el rozamiento con el cobre.

7.2.2.2 Rodillo presor

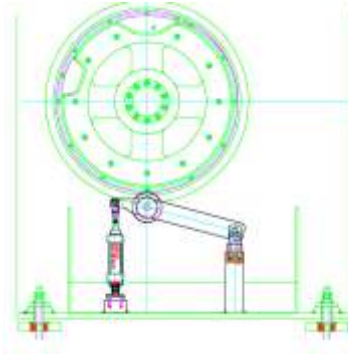


Fig. 18 Imagen polea de tiro y rodillo presor.

El rodillo presor es un mecanismo destinado a mantener las espiras de cobre enrolladas sobre la llanta de la polea de tiro correctamente sujetas encima de la polea, tanto en el proceso normal de trabajo como en el momento que se corta el hilo a trefilar o se rompe durante el proceso.

El conjunto está formado por un rodillo de acero de 100 mm. de diámetro, 45 mm. de ancho 68 de espesor, montado sobre una horquilla que tiene un extremo sujeto en la propia base de la estructura y el otro a un cilindro neumático que permite separar y aproximar el rodillo sobre la polea de tiro.

7.2.2.3 Porta hilera.

El porta hilera está formado por una caja metálica de 375 x 190 x 100 mm. en la van colocadas las piezas que sirven para configurar el diámetro del tubo que se desea de salida.

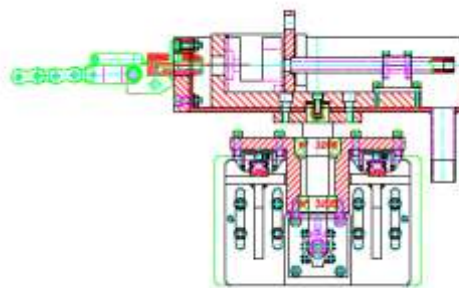


Fig. 19 Sección lateral porta hilera.

El porta hilera está provisto de dos conexiones de liquido refrigerante, el primero que es el que lanza el refrigerante en la zona de la hilera y el segundo,

en la parte inferior de la caja, al que se conecta la salida del refrigerante hacia la bomba de reciclado.

Esta caja va montada sobre un carro de bolas que le confieren gran movilidad a todo el conjunto para que pueda seguir los desplazamientos del hilo sobre el bombo sin presentar ningún tipo de interferencia.

El porta hilera se ha previsto controlado con un cilindro neumático de 125 mm. de carrera, que mantiene la entrega del hilo al bombo siempre en la línea de tiro del bombo.

7.3 Máquina bobinadora - empaquetadora

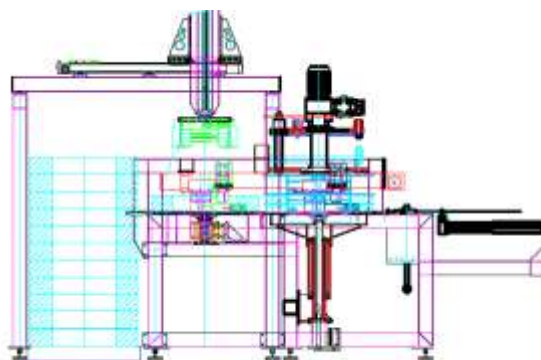


Fig. 20 Imagen 3D máquina bobinadora empaquetadora

7.3.1 Características de la máquina

Potencia :	15 kw.
Par máximo:	49, 50 Nm.
Reductor:	Cónico-Helicoidal
Velocidad máxima:	500 m/min
Tipo de tensión:	400 V. AC
Tensión de maniobra	
Tensión de alumbrado	230 V. AC
Intensidad Máxima	17 A
Variador tipo:	Serie 9400
Control tipo:	Autómata programable. SIMATIC

Neumáticas

Presión de trabajo	6 bar
Presión de entrada al regulador	0÷12 bar
Caudal mínimo:	
Consumo medio:	

Dimensiones	Largo	Ancho	Alto
(mm.)	3775	2425	3385
Peso:	4000 kg.		

Rango de bobinas

Dimensiones	Alto	Diámetro
	60 ÷ 120	450÷ 750
Peso máximo admisible		

Protección

Funcionamiento:	Modo confinado
-----------------	----------------

7.3.2 Memoria descriptiva

La máquina está formada por tres estructuras separadas y ensambladas en la instalación, de forma que permita su traslado y transporte de forma segura. Cada una de las partes contiene una parte de los elementos que conforman el conjunto de la máquina.

Las estructuras son:

7.3.2.1 Estructura Inferior -mesa de bobinado y flejado

7.3.2.1.1 Enhebrador

7.3.2.1.2 Repartidor de bobinado.

7.3.2.1.3 Contrapunto de bobinado.

7.3.2.2 Estructura Superior.

7.3.2.2.1 Bobinador.

7.3.2.2.2 Regulador altura del rollo de cobre.

7.3.2.2.3 Manipulador bobinado – flejado

7.3.2.2.4 Mesa de flejado

7.3.2.3 Estructura Lateral.

7.3.2.3.1 Desplazador flejado - paletizado

7.3.2.3.2 Paletizador.

7.3.2.1 Estructura Inferior -mesa de bobinado y flejado

La estructura está construida con tubo estructural de 100 x 100 x 4 mm. con unas dimensiones de 2800 mm. de largo, 1450 mm. de ancho y 955 mm. de alto, que proporciona la solidez y rigidez necesaria para soportar la carga de la estructura superior con todo el equipamiento y la fuerza de tiro del motor de bobinado. Los esfuerzos del resto de elementos que componen la máquina son despreciables frente a los del conjunto de bobinador, tanto en masa como en par que provocan en su funcionamiento.

La chapa que conforma la mesa se construye en chapa de 15 mm de espesor, planeada y tratada para garantizar el correcto acabado de la superficie, sin que pueda sufrir alteraciones o deformaciones con el uso o el paso del tiempo.

Todas las superficies por las que se va a desplazar el material de cobre bobinado, en el proceso de traslado desde el bobinador hasta el flejado y paletizado, se cubre con Deslidur (plástico endurecido y deslizante), que garantiza que el cobre deslice por encima de este material sin resistencia de fricción, con lo que se garantiza que el cobre en contacto con la mesa no va a tener ningún tipo de afectación ni alteración.

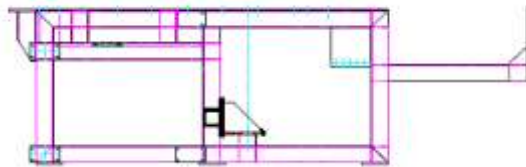


Fig.21 Vista lateral, estructura, mesa de bobinado y flejado

7.3.2.1.1 Enhebrador

Se le denomina enhebrador al dispositivo que permite realizar la operación de cargar del bobinador de forma automática, mejorando de forma sustancial el tiempo de esta operación, ya que no se necesita parar la línea ni entrar en el recinto de protección de la máquina.

Está formado por un cilindro neumático, montado sobre un soporte que le permite seguir el desplazamiento del hilo de cobre en el bobinado, y una pinza hidráulica que sujeta el tubo en el momento de cortarlo cuando se ha llegado a la longitud predeterminada y cuando el bobinador se ha descargado, con un desplazamiento horizontal introduce la punta del hilo en la ranura prevista en el bobinador.

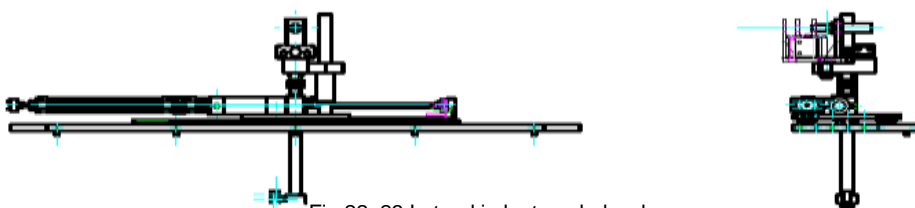


Fig.22, 23 Lateral i planta enhebrador

7.3.2.1.2 Repartidor de bobinado.

El repartidor de bobinado es el dispositivo que provoca el desplazamiento constante del hilo de cobre en la entrada del bobinador para que este se vaya depositando en capas uniformes y constantes sobre la bobina.

El repartidor está constituido por dos cilindros que permiten el desplazamiento del hilo en todo el ancho de la bobina y un servomotor conectado con un husillo sin fin, el cual, mediante el programa de funcionamiento de la máquina, provoca los desplazamientos en sentido vertical del hilo de cobre entre los dos extremos del rollo, siendo esta altura programable en función de las dimensiones que se le hayan programado al rollo de cobre que se está realizando.

El repartidor está equipado con la cuchilla de corte del tubo de cobre. El tubo se hace pasar por dos tubos guía con protección cerámica, que impide que el hilo se pueda ver afectado por cualquier fricción del tubo con la guía; en medio de los cuales se ha instalado un dispositivo formado por dos cuchillas y un cilindro, que una vez alcanzada la longitud del hilo prevista para el rollo y con el bobinador parado, recibe la orden de corte del tubo.

7.3.2.1.3 Contrapunto de bobinado.

El contrapunto inferior es un conjunto formado por dos subconjuntos que permiten que la bobina gire sin rozamiento.

El primer conjunto es una placa móvil del mismo diámetro que el cilindro del bobinador, montado sobre un rodamiento que le permite girar sin oponer resistencia al bobinado y un muelle a compresión, que le permite introducirse dentro del propio contrapunto cuando se regula la altura del rollo a bobinar y ponerse a nivel de la mesa cuando el cilindro del bobinador sube para dejar el rollo realizado libre. Este subconjunto tiene la función de mantener fijo el cilindro del bobinador, para que este último, se mantenga estable en el proceso de bobinado y dejar libre el rollo realizado en su desplazamiento vertical. Para realizar esta función, en la parte inferior se ha provisto de un cilindro neumático

que impide que la placa móvil no suba hasta que el rollo ha quedado suelto del cilindro del bobinador.

La segunda parte, está formado por una estructura realizada con tubo cilíndrico y chapa de 15 mm. con sendos refuerzos inferiores que le proporcionan la rigidez y estabilidad necesaria para girar a la misma velocidad que el cilindro del bobinador. El cilindro está montado sobre dos rodillos axiales de gran precisión para asegurar que no provoca vibraciones ni desequilibrios en la formación de las bobinas o rollos de hilo de cobre.

7.3.2.2 Estructura superior.



Fig. 24 Vista lateral estructura superior.

La estructura superior está constituida por tubo de 100 x 100 x 4 mm., de 1450 mm. de largo, 1250 mm. de ancho y 380 mm. de alto, con una chapa de 20 mm de espesor y seis soportes para la fijación de las guías lineales. La estructura superior va fijada a la inferior mediante tornillos de M-12 mediante cuatro patas que le dan la altura necesaria para que opere el bobinador.

En esta estructura va montado el motor-reductor del bobinador, el motor-reductor que permite ajustar la altura de los rollos de cobre a realizar y el conjunto formado por las guías lineales y todos los dispositivos que permiten el desplazamiento del rollo a la mesa de Flejado.

7.3.2.2.1 Bobinador.

El bobinador es un conjunto formado por un cilindro por tres piezas móviles de 10 mm de espesor, con los refuerzos interiores que le proporcionan la estabilidad y rigidez necesarias para las operaciones de bobinado y una chapa superior de 10 mm de espesor que hace de tope superior del rollo, con dos

entradas para que puedan entrar los dos pisadores en el momento de sacar el rollo del cilindro.

Las piezas que conforman el cilindro están mecanizadas y ajustadas para que permita la fijación de las mismas al diámetro interior de cada rollo (450 mm.), y que permita su aflojamiento cuando el rollo se ha completado, para que el cilindro pueda salir sin deformar el rollo realizado.

El conjunto está montado sobre una estructura móvil que permite el movimiento vertical de todo el conjunto para ajustar la altura del rollo a realizar y la salida del cilindro una vez terminado el rollo.

Está accionado por un motor-reductor de 7,5 kw y 49,50Nm., con velocidad controlada por variador de frecuencia y capaz de alcanzar y mantener una velocidad de 8,3 m/s.

Las bobinas o rollos de hilo de cobre que puede realizar están comprendidos entre 60 y 120 mm. de altura del rollo y entre 50 y 150 mm. de espesor del mismo con un diámetro interior permanente de 450 mm.

7.3.2.2.2 Regulador altura del rollo de cobre.

El dispositivo de regulación de altura del rollo a bobinar está constituido por un motor-reductor al que está cogido un tornillo sinfín, fijado en la placa de la estructura superior y pasado por una tuerca de bronce montada sobre la placa móvil.

La placa móvil tiene montados tres casquillos que se mueven por sus respectivas columnas verticales mediante, las cuales garantizan que el movimiento vertical se realice de forma segura y estable.

7.3.2.2.3 Manipulador bobinado – flejado

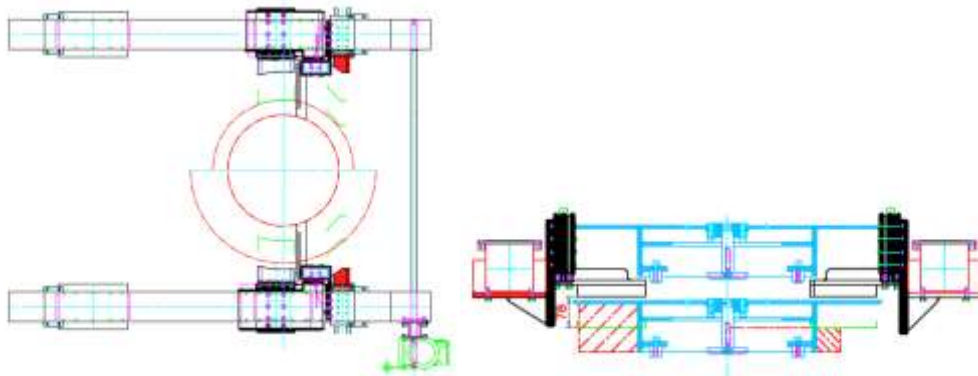


Fig. 25 26 Vista lateral i planta del manipulador, de traslado de bobinado a flejado

El manipulador de bobinado a flejado es el dispositivo que tiene la función de sacar el rollo de cobre realizado por el bobinador y desplazarlo de una forma segura hasta la mesa de flejado donde se procederá a colocarle cuatro flejes.

El dispositivo está montado sobre dos guías lineales, cuyos carros son movidos por un motorreductor de velocidad controlada y programable.

Para conseguir la manipulación del rollo de cobre por este dispositivo se han previsto tres juegos de cilindros colocados de forma simétrica y que puedan abrazar el rollo generado y desplazarlo hasta la mesa de flejado.

El primer juego de cilindros que actúa es el que forma los dedos de pisado del rollo. Mediante la parada controlada del bobinador, este se sitúa en la posición que permite sujetar el rollo cuando el bobinador se desplaza hacia arriba para dejar el rollo libre, presionándolo sobre la mesa e impidiendo que el rollo se deforme.

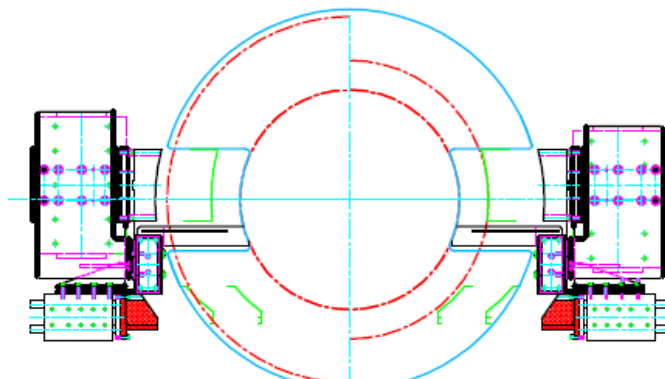


Fig. 27 Vista en detalle del arastrador de traslado de bobinado a flejado

Los otros dos juegos de cilindros actúan de forma simultánea para sujetar el rollo de cobre realizado, con una presión controlada que permite fijar diferentes diámetros de rollos de cobre sin que se le provoquen deformaciones al mismo.

Entre los tres juegos de cilindros y el suelo deslizante de la mesa permiten desplazar el rollo de cobre hasta la mesa de flejado sin que se deforme o deshaga.

7.3.2.2.4 Mesa de flejado

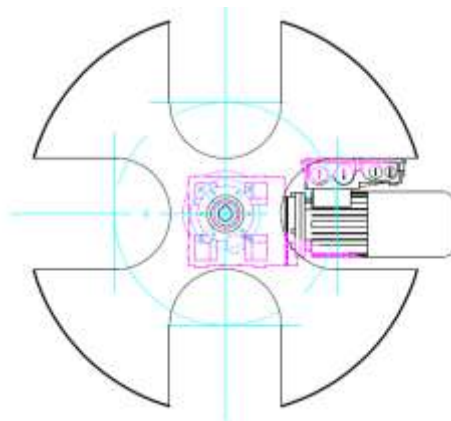


Fig. 28 Mesa de giro, para flejado

La mesa de flejado está constituida por una plancha de 15 mm tratada a la que se le ha montado un casquillo de anclaje al eje del reductor con cuatro refuerzos que le proporcionen la rigidez suficiente para soportar cualquier rollo realizado sin ningún tipo de deformación. La chapa se ha mecanizado con cuatro entrantes para que permita que a cada rollo de cobre se le puedan colocar cuatro o dos flejes, en función de las necesidades. Esta plancha está protegida con el mismo plástico deslizante que el resto de la mesa de la máquina.

7.3.2.3 Estructura Lateral.

La estructura lateral, está construida con tubo de 100 x 100 x 4 mm. y chapa de 10 mm. como el resto de la estructura de la máquina. Las dimensiones de esta estructura son de 1875 mm. de largo, 960 mm. de ancho y 1920 mm. de alto.

Esta estructura está diseñada para realizar el proceso de paletizado. La estructura contiene la mesa de Paletizado, en la que está montado el Desplazador entre la mesa de Flejado y la de Paletizado, y las guías lineales que permiten el desplazamiento del cabezal de paletizado desde la mesa a la ubicación de la caja de almacenamiento.

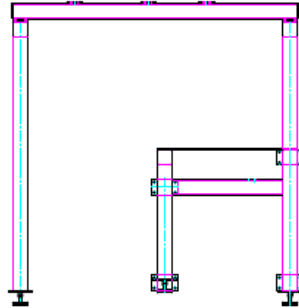


Fig. 29 Vista lateral estructura lateral

7.3.2.3.1 Desplazador flejado - paletizado

El desplazador de la mesa de flejado a la mesa de paletizado está constituido por un motor-reductor controlado por variador de frecuencia que acciona un modulo lineal.

El modulo lineal está montado sobre un soporte que une las dos mesar y por la parte inferior para que no interfiera en toda la operativa que se desarrolla en la parte superior de la mesa.

El elemento que realizar al función de enganchado de los rollos de hilo de cobre está constituido por una pieza semicircular y un cilindro neumático que realiza un movimiento vertical para que la pieza que engancha el rollo circule por la parte superior cuando desplaza el rollo y por la parte inferior de la mesa cuando se desplaza a buscar el rollo.

7.3.2.3.2 Paletizador.

El paletizador está costituido por dos subconjuntos, constituido por dos guías lineales un motor-reductor de accionamiento y la estructura de fijación del subconjunto vertical fig.30.

El desplazador vertical está constituido por un modulo lineal un motor-reductor controlado por variación de frecuencia y el cabezal de recogida del rollo de cobre de la mesa de paletizado.

La fijación del modulo lineal a la estructura se realiza mediante dos columnas fijadas a la base y reforzadas con dos escuadras que le dan la rigidez necesaria e impida cualquier cabeceo en el movimiento de desplazamiento con el rollo hacia la caja de almacenado.

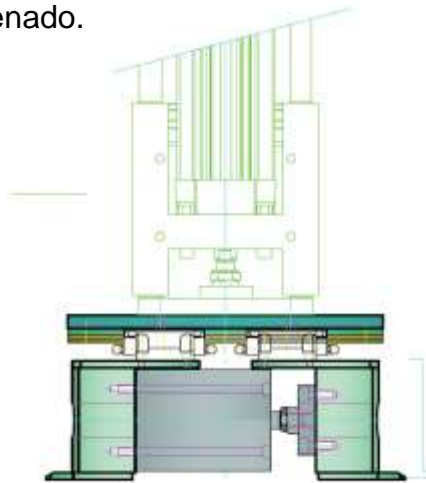


Fig. 30 Imagen detalle brazos paletizador.

El cabezal está constituido por dos piezas que conforman las uñas de agarre, montadas sobre un cilindro neumático que realiza la apertura y cierre para coger y soltar el rollo de hilo de cobre.

El conjunto está montado sobre una guía y carros de bolas para que el movimiento se realice sin rozamiento y cogido a la estructura del desplazador vertical.

7.4 Sensores

Además de la estructura de la máquina también forman parte primordial en el funcionamiento de la línea y de cada máquina los sensores (sensores inductivos, capacitivos y de infrarrojos) porque son estos los que informan en todo momento al PLC y a los convertidores de frecuencia el estado y posición de los elementos físicos de la línea.

Los sensores, en nuestro caso todos de proximidad, son transductores que detectan objetos o señales que se encuentren cerca del elemento sensor. Tal y como explicábamos anteriormente existen de varios tipos y los siguientes son los que hemos utilizado en la automatización de la línea de producción:

Detectores capacitivos → La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico.

Detectores inductivos → Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos.

Detector infrarrojo, sensor auto réflex → La luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone el haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento sea censado. Un objeto de color negro no es detectado ya que este color absorbe la luz y el sensor no experimenta cambios.

Los sensores introducidos en cada máquina se utilizan mayoritariamente como finales de carrera (FC), actúan como límite superior o inferior en el posicionamiento de los elementos físicos móviles de la línea de producción.

7.4.1 Ubicación de sensores

Los sensores utilizados en las diferentes máquinas, su función y su colocación es la siguiente:

7.4.1.1 Desbobinadora

Sensor bobina cargada (1) – Sensor de infrarrojos que informa de la presencia o no de la bobina, el mismo sensor es el responsable de enviar la información al equipo de frecuencia, para que pueda calcular según el tiempo de rebote de la señal, el par necesario del motor.

FC. Rodillos arriba (2) – Detector capacitivo, detecta presencia o no en ese momento de los rodillos, en la parte superior.

FC. Rodillos abajo (3) - Detector capacitivo, detecta presencia o no en ese momento de los rodillos, en la parte inferior.

FC. Pinola arriba (4) - Detector capacitivo, detecta presencia o no en ese momento de los rodillos.

FC. cadena Lime arriba (5)- Detector inductivo, detecta presencia o no en ese momento del accionado de las cadenas Lime, en la parte superior.

FC. cadena Lime abajo (6) - Detector inductivo, detecta presencia o no en ese momento del accionado de las cadenas Lime, en la parte inferior.

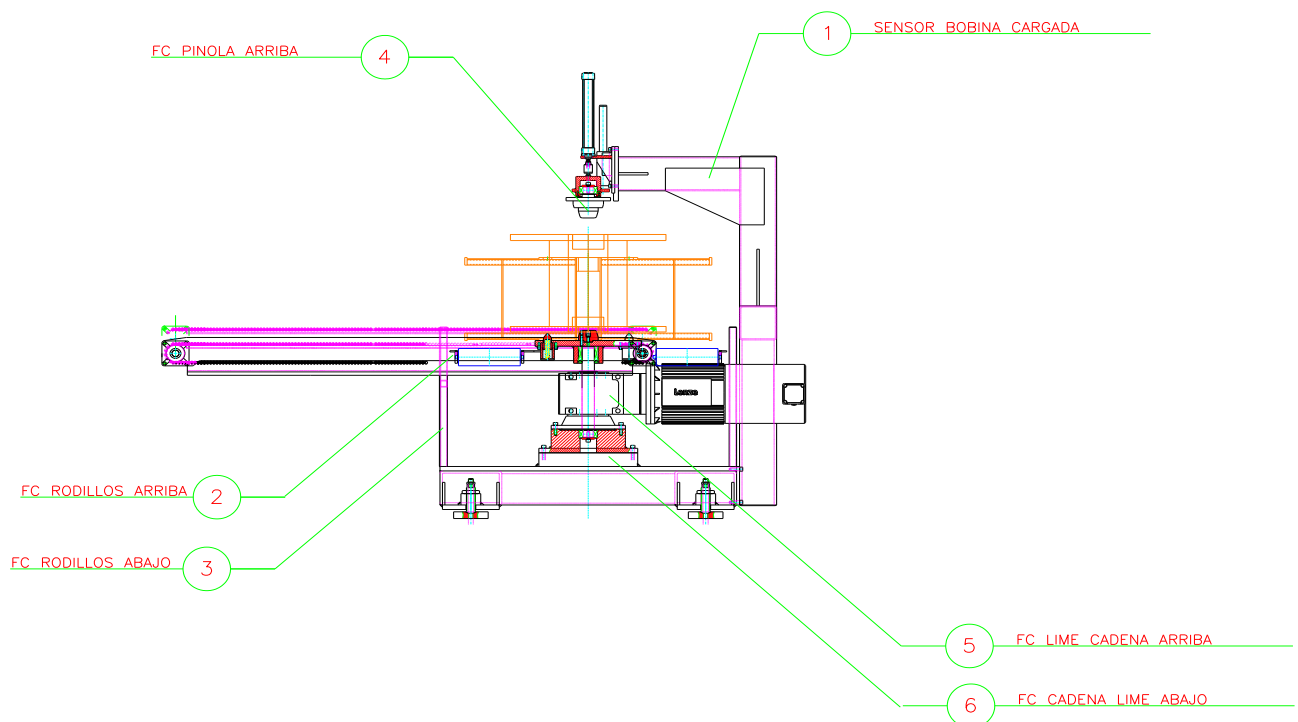


Fig. 31 Sección de la desbobinadora, con la ubicación de los sensores.

7.4.1.2 Trefiladora

FC portahilera trabajo (1) - Detector inductivo, detecta el estado de funcionamiento del portahilera.

FC portahilera enhebrado (2) - Detector inductivo, detecta el estado de funcionamiento del portahilera.

FC rotura tubo (3) - Detector capacitivo, detecta la presencia del tubo.

FC mordaza fuera (4) – Detector capacitivo, detecta la presencia de la mordaza en su posición de reposo.

FC pisador (5) – Detector capacitivo, detecta la utilización del pisador.

FC posición inicial bombo (6) – Detector capacitivo, fija el bombo de la trefiladora en una posición inicial mediante una pestaña.

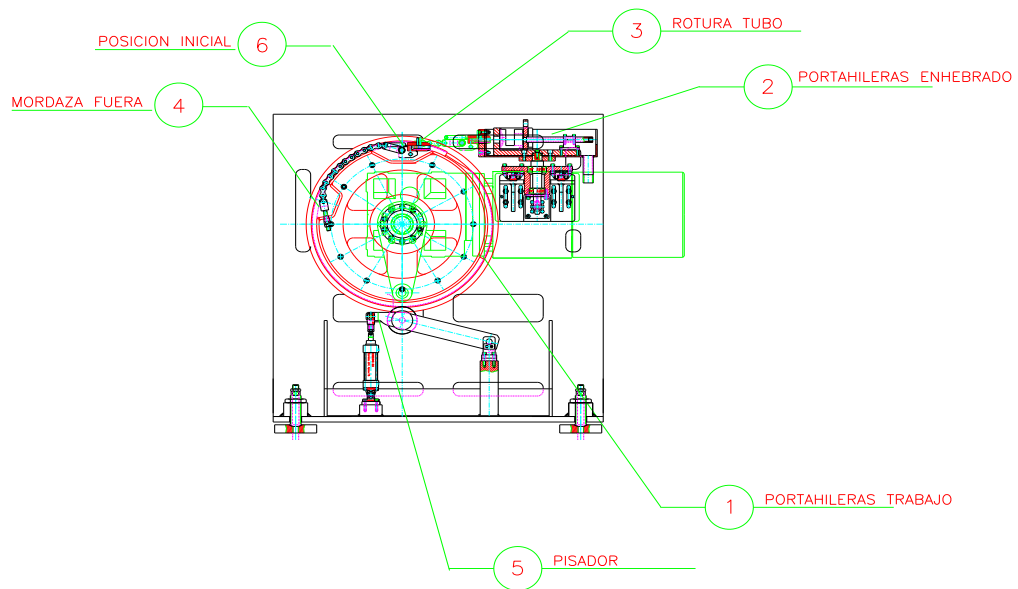


Fig. 32 Sección de la trefiladora, con la ubicación de los sensores.

7.4.1.3 Bobinadora

FC repartidor izquierdo enhebrado (1) – Detector inductivo, detecta posición del enhebrado, sección izquierda.

FC repartidor derecho enhebrado (2) – Detector inductivo, detecta posición del enhebrado, sección derecha.

FC pinza enhebrador abierta (3) - Detector inductivo, estado pinza.

FC centrador enhebrado atrás (4) – Detector inductivo, detecta posición del centrador de enhebrado.

FC cizalla abierta (5) - Detector inductivo, estado cizalla.

FC cizalla cerrada (6) - Detector inductivo, estado cizalla.

FC enhebrado adelante (7) – Detector inductivo, detecta posición del enhebrado, en posición avanzada.

FC enhebrado atrás (8) – Detector inductivo, detecta posición del enhebrado, en posición retrasada.

FC posición inicial bombo (9) - Detector capacitivo, fija el bombo de la bobinadora en una posición inicial mediante una pestaña.

FC expulsor abajo (10) – Detector inductivo, detecta posición del pisador de la bobina, en posición inferior.

FC desplazamiento de bobinadora (11) – Detector inductivo, detecta posición en el traslado de la bobinadora.

Det. intermedio altura rollo (12) - Detector inductivo, detecta posición en el traslado de la bobinadora.

FC desplazamiento a flejadora (13) - Detector inductivo, habilita el inicio del traslado.

FC traslado bobina a flejado 504 izquierda (14) – Detector inductivo, habilita la salida de las pestañas del traslado de la bobina a flejado.

FC traslado bobina a flejado 504 derecha (15) – Detector inductivo, habilita la salida de las pestañas del traslado de la bobina a flejado.

FC traslado bobina a flejado 505 izquierda (16) – Detector inductivo, habilita la salida de las pestañas del traslado de la bobina a flejado.

FC traslado bobina a flejado 505 derecha (17) – Detector inductivo, habilita la salida de las pestañas del traslado de la bobina a flejado.

FC traslado bobina a flejado 506 izquierda (18) – Detector inductivo, habilita la salida de las pestañas del traslado de la bobina a flejado.

FC traslado bobina a flejado 506 derecha (19) – Detector inductivo, habilita la salida de las pestañas del traslado de la bobina a flejado.

FC uñas abiertas (20) – Detector inductivo, indica estado de las uñas de agarre a las bobinas.

FC uñas cerradas (21) – Detector inductivo, indica estado de las uñas de agarre a las bobinas.

FC traslado a empaquetado (22) – Detector inductivo, habilita el traslado a la mesa auxiliar de empaquetado.

FC traslado a caja (23) – Detector inductivo, indica estado de traslado a empaquetado.

FC traslado a empaquetado arriba (24) – Detector inductivo, posicionador del brazo mecánico de empaquetado.

FC traslado a empaquetado abajo (25) – Detector inductivo, posicionador del brazo mecánico de empaquetado.

FC traslado a flejado en posición (26) - Detector inductivo, habilitación de flejado.

FC traslado a mesa auxiliar (27) – Detector inductivo, habilitación de empaquetado.

FC empaquetado (28) – Sensor infrarrojos, calcula distancia para soltar pinzas de agarre en empaquetado.

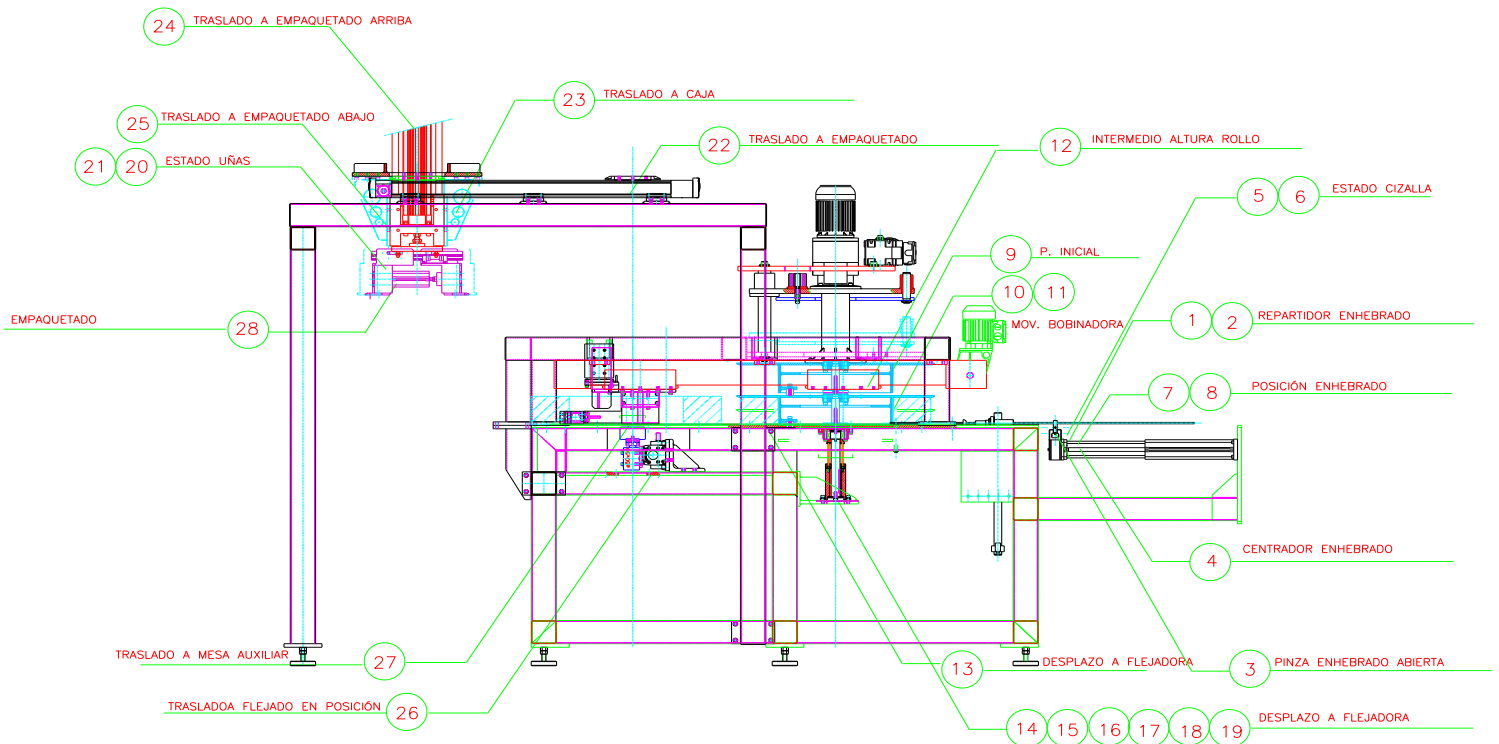


Fig. 33 Sección de la bobinadora, con la ubicación de los sensores.

7.5 Actuadores

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Existen tres tipos de actuadores:

- *Hidráulicos*
- *Neumáticos*
- *Eléctricos*

En nuestro caso todos los actuadores utilizados son neumáticos y mediante un circuito cerrado de aire a presión se van activando a la señal producida por los sensores y habilitados por el PLC del equipo.

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación y es cuando el vástago retorna por el efecto de un muelle el movimiento contrario.

También existen los actuadores de doble efecto que son actuadores que con la fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno

En nuestro proyecto la utilización de los actuadores ha servido para realizar el movimiento de: subir bajar rodillos, movimiento pinola, pisador, portahileras, enhebrado, pinza, centrador de enhebrado, posición repartidor, posición repartidos desbobinadora, expulsor de bobina, pinzas de traslado, pistón de arrastre, uñas paletizador y cizalla de corte.

En los anexos se pueden encontrar el esquema neumático utilizado.

8. Componentes de programación

Al igual que los componentes físicos los componentes de programación han sido programados desde la base y adecuados a las necesidades de la línea por ello hemos utilizado convertidores de frecuencia que nos descentraliza el trabajo en el PLC, lo que permite mayor velocidad de reacción gracias a los encoders, la elección del PLC también se hizo a consecuencia de ello y por la velocidad de respuesta que necesitábamos de este, la comunicación también fue un apartado importante a tener en cuenta y por ello se escogió un sistema de comunicación como Profibus y por último para solucionar la problemática de los operarios para la interacción con la máquina la pantalla fue uno de los elemento elegidos.

En este apartado en el cual he dedicado más tiempo que en el resto, con la programación intento dar respuesta a todas las problemáticas planteadas por la empresa solicitante y poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en la universidad y en los cuatro años de formación que he tenido paralelamente en la empresa.

8.1 Convertidores de frecuencia

A la hora de desarrollar la nueva línea de producción no solo tuvimos en cuenta la optimización del espacio físico como hemos demostrado con anterioridad, sino que toma aún más importancia la optimización de software tanto a nivel de programación como en el de comunicación parte muy importante en el proyecto.

Y para poder optimizar en el software y llegar a centralizar toda la información en un solo punto, la comunicación entre los equipos de control y el PLC era una de las problemáticas a resolver, al que hay que añadirle la decisión por parte de la empresa solicitante de dotar a todas las máquinas de independencia absoluta, en el caso que fuera necesario una reestructuración de la línea.

De tal manera, que nos encontramos con tres máquinas independientes, con diferentes y variados detectores de presencia y fotocélulas que tendrán que ser controladas desde un solo punto.

Estudiadas las necesidades de la línea, como su localización en un entorno industrial, la necesidad de control de velocidades y de pares magnéticos de los motores asíncronos, que son utilizados debido a sus prestaciones en el entorno industrial, como anteriormente comentábamos la utilización de convertidores de frecuencia para el control de estos es la opción más plausible para la línea de producción.

Y es que los convertidores de frecuencia son dispositivos que varían la velocidad de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables, para ello se encuentran divididos en cuatro partes:

Etapa Rectificadora. Convierte la tensión alterna en continua mediante un puente de diodos rectificadores.

Etapa intermedia. Es un filtro para suavizar la tensión rectificada. Para ello se utilizan condensadores y bobinas a la vez que conseguimos disminuir los armónicos y mejorar el factor de potencia.

Inversor o "Inverter". Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos.

Etapa de control. Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

En nuestro caso los convertidores de frecuencia para motores asíncronos suministran, a partir de una red de corriente alterna de frecuencia fija, una tensión alterna trifásica, de valor eficaz y frecuencia variable. La alimentación del variador puede ser monofásica para pequeñas potencias y trifásica para los mayores. Ciertos variadores de pequeña potencia aceptan indistintamente tensiones de alimentaciones mono y trifásicas. La tensión de salida del variador es siempre trifásica. De hecho, los motores asíncronos monofásicos no son adecuados para ser alimentados mediante convertidores de frecuencia.

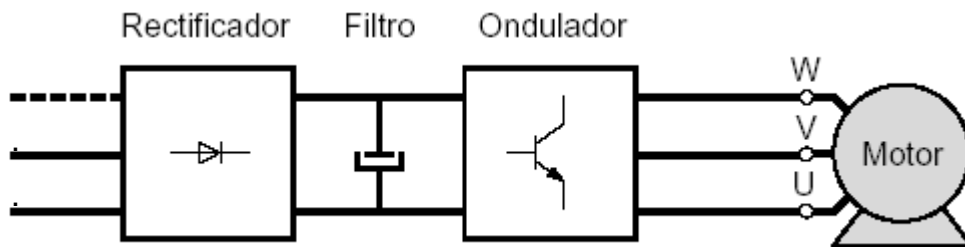


Fig. 34 Representación grafica de un convertidor de potencia

En este proyecto se han utilizado 3 servoposicionadores Servo Drives 9400 y 6 convertidores de frecuencia Servo Drives 8400, 3 de la versión Highline y 3 de la versión Stateline de la marca Lenze, especialistas en el campo de los convertidores de frecuencia.

El entorno de los convertidores de frecuencia Lenze, se caracterizan por la capacidad de modulación de los equipos que facilitan la creación de los equipos a las necesidades especificas de la línea, por ello hemos convenido oportuno la utilización de esta marca.

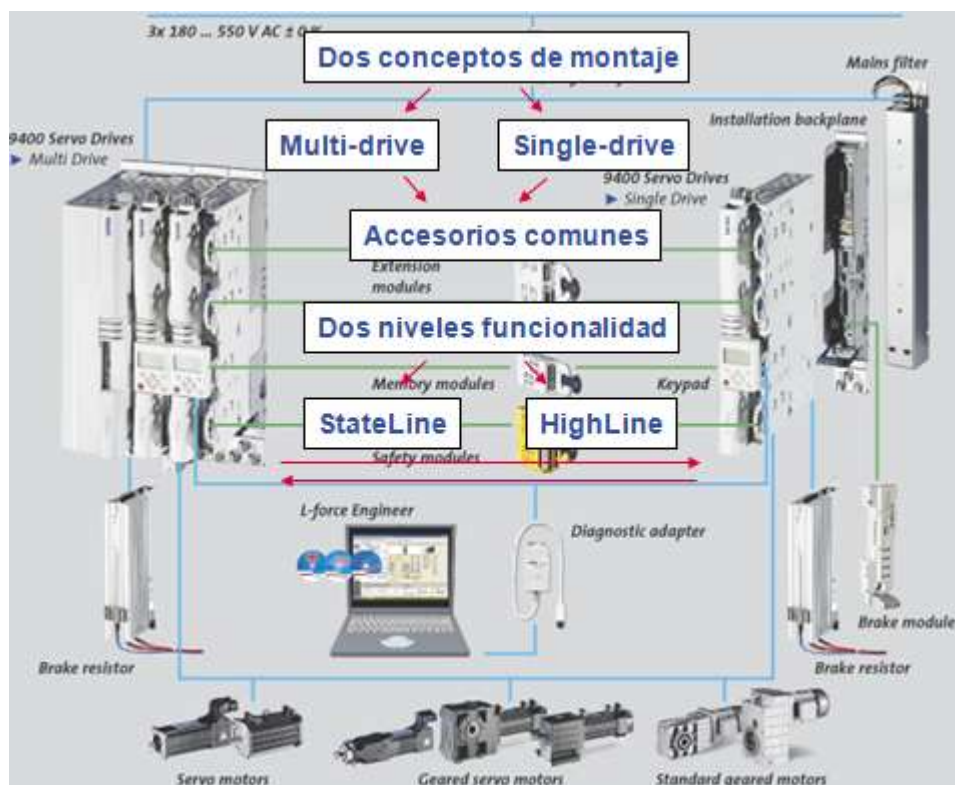


Fig. 35 Esquematización programación y dispositivos de convertidores de frecuencia

En nuestro caso la utilización de los equipos consta de modelo de comunicación PROFIBUS y módulo de seguridad SM-301, que controla toda la seguridad de la línea. El montaje de los equipos es Multi-drive con el que

podemos conectar todos los equipos en serie, tanto para la seguridad de la línea como para crear una programación sincronizada de la línea tal como podremos observar, más adelante en la programación del PLC.

A continuación describiremos de una forma más detallada los diferentes modelos de convertidores de frecuencia que hemos utilizado en la línea de producción.

8.1.1 L-force 9400 Servo Drives

Los servoposicionadores Servo Drives 9400, ofrecen una inteligencia en el accionamiento y han sido concebidos para aplicaciones de movimiento de control descentralizadas.

Además satisface buena parte de las condiciones previas para el buen funcionamiento de la línea, y ser unos de los pocos equipos con la potencia necesaria para mover sus respectivos motores, tiene un buen sistema de comunicación que nos da una amplia gama de posibilidades como son: CANopen, Ethernet o PROFIBUS... también tiene una arquitectura de software muy compacta a la par que flexible, con el Servo Drive 9400 podemos resolver fácilmente tareas de movimiento y procesos así como funciones de máquinas de forma sencilla y universal.

Systembus CANopen

De fábrica preparado para comunicar con el interface para Systembus CANopen integrado. Esto garantiza la inclusión de más elementos de sistema.

E/S convencionales

Una gran número de entradas y salidas analógicas y digitales abarcan una gran variedad de aplicaciones de forma que en muchos casos no es necesario ampliar el equipo.

LEDs de diagnóstico

Los seis LEDs de diagnóstico integrados hacen que el estado del accionamiento sea transparente a primera vista.

Diagnóstico local

El diagnóstico detallado con ayuda de un PC a través de un adaptador USB o de un keypad con display de texto es posible en cualquier momento a través del interface de diagnóstico local.

Sistema de realimentación

La entrada de resolver incorporada de forma estándar en Lenze, es complementado por un interface multi-encoder versátil. Esto crea espacio libre para el uso simultáneo de un encoder de posición directo o de una realimentación de motor alternativa.



Fig.36 Convertidor de frecuencia 9400

8.1.2 L-force 8400 Inverter

Los convertidores de frecuencia utilizados en la línea son de dos tipos debido a las características específicas de los motores que tienen que controlar tanto de potencia como la acción a desarrollar, los de menos potencia se controlan mediante los convertidores StateLine y los de mayor potencia con los HighLine.

8.1.2.1 8400 Stateline

Los convertidores de frecuencia 8400 Stateline están diseñados para un movimiento controlado, con o sin realimentación de velocidad y también se utilizan cuando es necesaria una interconexión a través de sistemas de buses. Además, la gestión de frenos integrada se encarga de reducir notablemente el desgaste de los frenos de operación. Por ello el StateLine es perfectamente adecuado para ser utilizado en aplicaciones como (paletizadoras, extrusoras, sistemas de llenado o accionamiento de avance o desplazamiento, como es nuestro caso).

También incluye otras características:

- 200 % sobre carga de corriente (3 s)
- Conector para módulo de comunicación
- CANopen on board (hasta 500 kBit/s)
- Alimentación de 24V independiente de la red para la electrónica de control y la comunicación
- Placa de mallas para el cable de motor
- Protección de conexión en conexiones a red cíclicas
- Control U/f con encoder
- Gestión de frenos
- Conexión de bloques de función para señales de entrada y salida
- Funciones lógicas, comparador, función aritmética



Fig. 37 Convertidor de frecuencia StateLine 8400

8.1.2.2 8400 Highline

Los convertidores de frecuencia 8400 HighLine están diseñados para tareas de posicionamiento, además de las posibilidades del 8400 StateLine, el 8400 HighLine dispone entre otros, de un posicionamiento punto a punto integrado. Con él se pueden guardar en el convertidor hasta 16 destinos de posicionamiento seleccionables, incluyendo el perfil de avance correspondiente. La selección de estas posiciones, así como la predeterminación de la secuencia, es realizado por el control superior. A través de dos entradas digitales, con la que se evalúa la señal realimentada del encoder incremental.

También incluye otras características:

- Velocidad de transmisión CANopen:
hasta 1.000 kBit/s
- Posicionamiento punto a punto
- Evaluación encoder incremental:
dos canales, 100 kHz
- Bornes adicionales para señales de
entrada y salida analógicas y digitales
- Entrada de frecuencia (dos canales, a
través de entradas digitales, 10 kHz)
- Salida digital de 2,5 A con circuito de
ayuda a la conmutación integrado, p.e.
para el control directo de un freno de
operación de 24V
- Libre conexión de bloques de función



Fig. 38 Convertidor de frecuencia HighLine 8400

8.2 PLC

La centralización de los 9 convertidores de frecuencia, tanto las entradas de los actuadores como las salidas, se controlan desde un Siemens S7-300, un componente con un amplio abanico de módulos que optimizan la automatización de la línea y muy útil para nuestra programación debido a las posibilidades de realización de estructuras descentralizadas.

El sistema de automatización S7 se compone de una fuente de alimentación, una CPU y varios módulos de entradas/salidas (módulos E/S). El autómatas programable (PLC) vigila y controla la máquina con ayuda del programa S7. A los módulos de entradas/salidas se accede mediante diferentes direcciones.

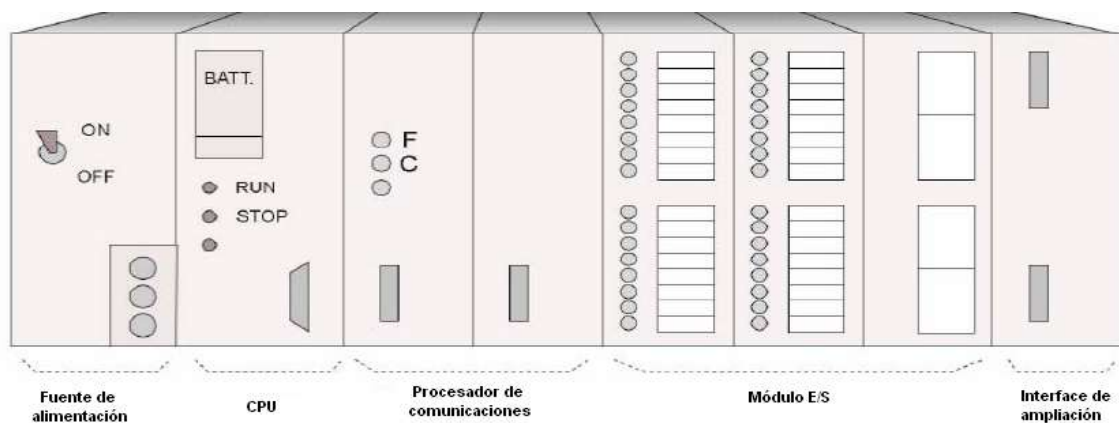


Fig. 39 Esquemización PLC S7-300

Este autómatas de SIEMENS ideado especialmente para aumentar la cadencia y disminuir sensiblemente los tiempos de ciclo y de respuesta, opera más allá de los límites de prestaciones anteriores, asegurando la adquisición y tratamiento de señales (analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten, de allí que es ideal para usarlo en maquinarias de embalaje y en máquinas herramientas, como nuestro caso.

Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (la más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más para el proceso de palabras), una memoria de programa de 16K instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas/salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (para tareas

especiales se ofrecen módulos específicos), alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI.

En los módulos de entrada pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos
- Interruptores
- Pulsadores
- Llaves
- Finales de carrera
- Detectores de proximidad

En los módulos de salida pueden ser conectados:

- Contactores
- Electroválvulas
- Variadores de velocidad
- Alarmas

Lo que lo convierte, en el cerebro de nuestra línea de producción, la entrada de los 9 convertidores de frecuencia mas las entradas de los diferentes actuadores juntamente con la entrada de la pantalla y la necesidad de trabajar con las tres máquinas a la vez, lo hace un elemento imprescindible en nuestra línea de producción.

8.3 Pantalla táctil Siemens EPM-H520

La entrada de datos, control de funcionamiento y el accionamiento de marcha i paro se efectúan desde la pantalla táctil por ello el rendimiento y la efectividad de las máquinas e instalaciones de la línea se ejecutan desde esta nueva interface, que cobra mayor importancia para que el operario pueda operar con facilidad y observar con seguridad las máquinas más complejas.

La pantalla táctil se programa en un entorno Simatic WinCC flexible, que resulta idóneo como interfaz hombre-máquina (HMI) para todas las aplicaciones a pie de máquina y a pie de proceso en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones.

Y este es el principal motivo por el que nos decantamos en la elección de la pantalla, su software de programación y su versatilidad en su uso flexible a pie de máquina y a pie del proceso en nuestro sector, también tuvimos en cuenta otros aspectos como su máxima eficiencia en la configuración y las innovadoras soluciones que se han creado en HMI y automatización.



Fig. 40 Pantalla táctil de la línea, instalada en pupitre de control.

La gran variedad de la que dispone Siemens en el sector de visualización nos da la posibilidad de escoger las funciones que nuestra pantalla puede realizar y es

por ello se pueden elegir un gran número de ellas, en nuestro caso la pantalla táctil dispone de las siguientes funciones:

Presentación de textos, imágenes, gráficos de barras, mapas de bits y gráficos animados

Gestión de recetas

Visualización de mensajes de sistema y de alarma

Operaciones automáticas



Fig.41 Interface de control de la pantalla táctil

Tal y como hemos podido observar en la anterior imagen, la pantalla realiza la función tanto de orden como de control, por la cual podemos introducir todo tipo de variables pero a la vez podemos realizar el seguimiento de producción.

Es por ello que también recae en la pantalla la importancia para que la optimización de espacio en la línea como la automatización de esta sea factible y funcional.

8.4 Comunicación

En el momento que nos planteamos la creación de la nueva línea de trefilado, teniendo en cuenta la necesidad de automatización de está, la reducción de traslados y las mejoras en los trabajadores uno de los campos más importantes y por el cual dependía la posibilidad o no de materialización de proyecto era la comunicación.

La comunicación entre los equipos de frecuencia, el PLC y la pantalla era uno de los problemas iniciales, por ello nos decantamos por la utilización de PROFIBUS. Porque este tipo de comunicación contenía unas claras ventajas con respecto al resto, porque dispone de una red abierta y estándar, que nos facilitaba el trabajo con todo tipo de componentes, porque es una comunicación flexible, dispone de una gran variedad de interfaces para una gama amplia de necesidades, porque supone un ahorro en comparación con otros sistemas de comunicación pero básicamente su total integración con los componentes de la automatización que íbamos a realizar, fue el motivo por el que nos decidimos a utilizar Profibus.

La comunicación Profibus es un estándar de comunicaciones para bus de campo. Profibus especifica las características técnicas y funcionales de un sistema basado en un bus de campo serie en el que controladores digitales descentralizados pueden ser conectados entre sí desde el nivel de campo al nivel de control.

Se distinguen dos tipos de dispositivos, dispositivos maestros, que determinan la comunicación de datos sobre el bus. Un maestro puede enviar mensajes sin una petición externa cuando posee el control de acceso al bus (el testigo). Los maestros también se denominan estaciones activas en el protocolo Profibus.

Como segundo tipo están los dispositivos esclavos, que son dispositivos periféricos. Los esclavos son normalmente dispositivos de E/S, válvulas, actuadores y transmisores de señal. No tienen el control de acceso al bus y sólo pueden recibir mensajes o enviar mensajes al maestro cuando son autorizados para ello. Los esclavos también son denominados estaciones pasivas, por lo que sólo necesitan una parte del protocolo del bus.

En nuestra programación, gracias al profibus hemos convertido a la trefiladora en maestro, pero no de un modo tan referencial como anteriormente he explicado sino porque es la trefiladora la que recibe la primera orden a ejecutar dado a que es la trefiladora la que ejerce toda la fuerza de tensión para cubrir las necesidades demandadas, es la trefiladora la que realiza la tensión necesaria para desbobinar X metros y posteriormente cederlos a la bobinadora.

Y aunque mediante el profibus hayamos creado la figura de maestro-esclavo, en nuestro proyecto ni el maestro tiene una función tan decisiva ni el resto de máquinas tan pasiva, debido a que como anteriormente habíamos expuesto cada máquina está pensada para funcionar individualmente.

Por ello y cómo podemos observar en la siguiente imagen todos los equipos están conectados directamente al PLC, aunque sea la trefiladora la que ejerza la figura de maestro.

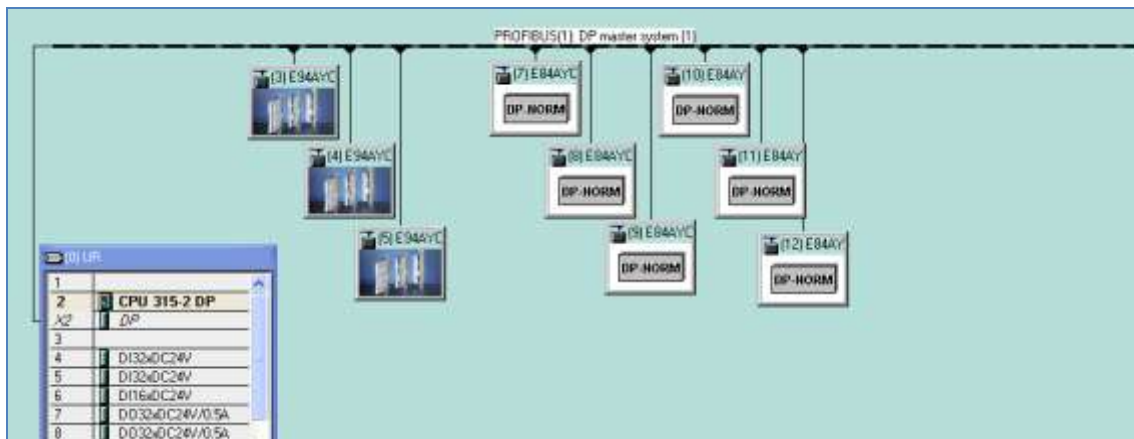


Fig. 42 Conexión de PROFIBUS de los equipos de frecuencia.

9. Programación

Antes de empezar a hablar sobre la programación es necesario conocer los elementos físicos que permiten la automatización de la línea

Para la programación de la línea, y para poder llevar a cabo su funcionamiento la línea ha sido programada desde cuatro interfaces diferentes:

- los equipos de frecuencia mediante su propio entorno L-FORCE ENGINEER, por el cual se realizan todas las acciones de movimiento y parametrización de los equipos.
- la programación y recetas de la pantalla táctil mediante también su propio entorno HMI.
- mediante el PLC STEP7-300 con el que se realiza el control de toda la línea de producción.
- Comunicación PROFIBUS mediante su entorno WinCC flexible.

Los cuatro lenguajes son muy distintos, y aunque mediante el PLC podríamos llegar a realizar toda la automatización de la línea, el entorno Engineer de los equipos de frecuencia es una nueva herramienta muy útil para la programación de acciones repetitivas, como puede ser un seguidor de velocidad o un posicionamiento.

Así pues, desde el Engineer podemos parametrizar todas las entradas y salidas del equipo, las características físicas de los motores y podemos programar la función que queremos que desarrolle, cosa que libera de una programación mediante diagramas de contactos en el SIMATIC.

El entorno Engineer tal y como antes explicábamos se utiliza para el control de movimientos repetitivos, ya sea de posición, velocidad o finales de carrera. El hecho de que controlen acciones concretas limita su control a un solo motor. Es por ello que en esta línea de trefilado de cobre cada motor lleva asignado un equipo de frecuencia.

La desbobinadora, la trefiladora y la bobinadora, por las características técnicas de sus motores, trabajan con un servoposicionador 9400 de Lenze, en cambio

los 6 accionamientos restantes: altura rollo, desplazamiento a flejado, desplazamiento a empaquetadora, empaquetadora, mesa flejadora y desplazamiento vertical empaquetadora utilizan convertidores de frecuencia 8400 de Lenze.

De tal modo que cada acción tiene una programación diferente, para podernos hacer una idea realizar´´e un escueto manual para la programación del entorno Engineer con un 8400.

9.1 Programación convertidores de frecuencia

Los convertidores de frecuencia tienen la función de variar la velocidad de un motor asíncrono modificando la frecuencia, tal y como su nombre indica, es decir, con los convertidores de frecuencia podemos variar la velocidad del motor, el sentido de giro o pararlo en un punto en concreto.

Ésta es una de las variables que tenemos que tener en cuenta a la hora de crear un nuevo proyecto.

Para la creación de una nueva aplicación en el Engineer, tenemos que saber de antemano la acción que queremos realizar, los datos del motor a accionar, la presencia o no de un reductor y el modo de comunicación.

Para empezar la aplicación apretaremos el botón del Engineer que nos abrirá directamente la primera pantalla.



Icono L-Force Engineer

La primera pantalla, fig. 43, que nos aparece una vez hemos clicado el icono del Engineer, es el de la recuperación de archivos o la creación de un proyecto nuevo.

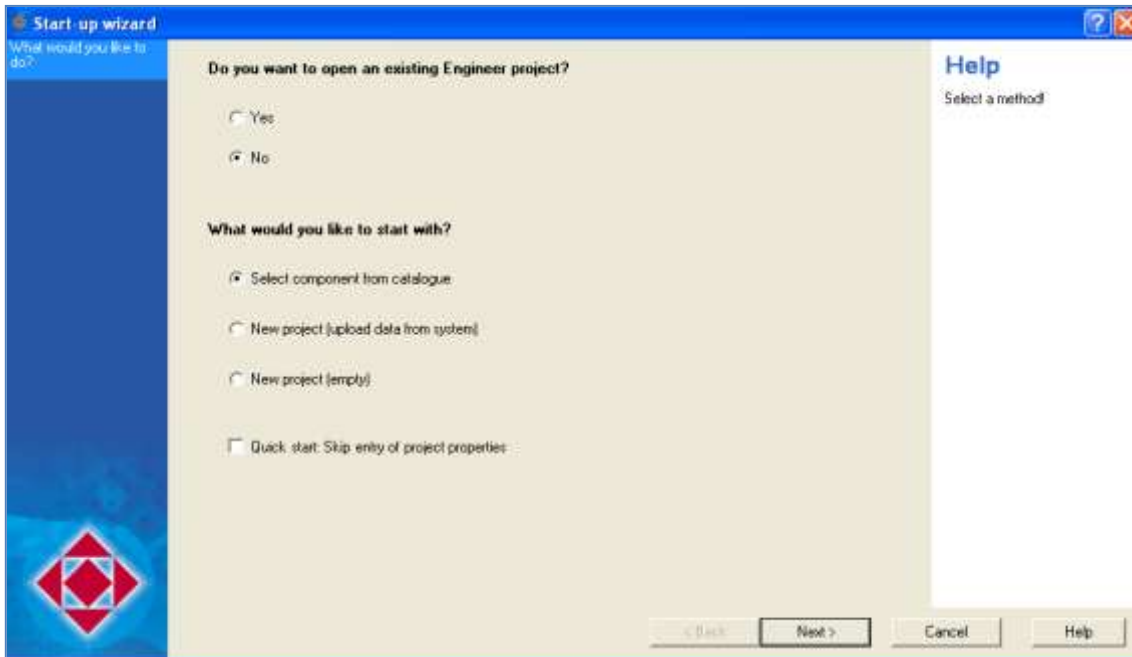


Fig. 43

En nuestro caso seleccionaremos la opción de crear un nuevo proyecto, seleccionando los componentes a programar directamente, también existe la opción de hacerlo más tarde, en el caso que no sepamos las necesidades a automatizar, el motor o la comunicación que utilizaremos.

Asignamos un nombre al proyecto, *EJEMPLO PROGRAMACIÓN*, juntamente con parámetros que servirán posteriormente para salvarlo.

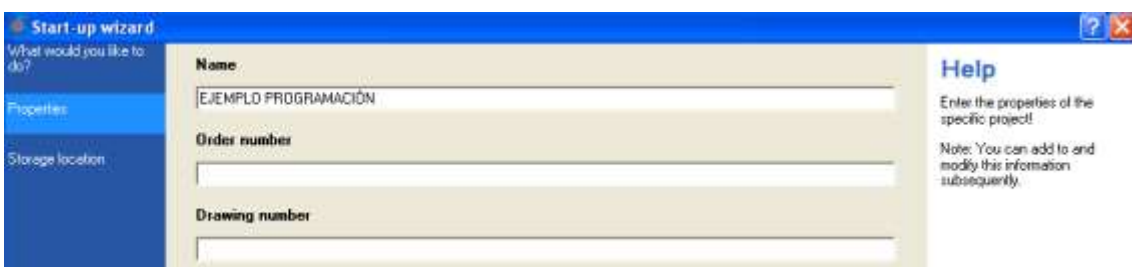


Fig.44

Acto seguido aparece en la pantalla, una nueva ventana donde nos da a escoger todos los variadores de frecuencia existentes, con las diferentes versiones, en nuestro ejemplo escogeremos un 8400 HighLine C V02.00.00-Safety 100. Este modelo a diferencia del resto, viene con el módulo de seguridad incorporado, elemento necesario cuando trabajamos con más de un convertidor de frecuencia en línea.

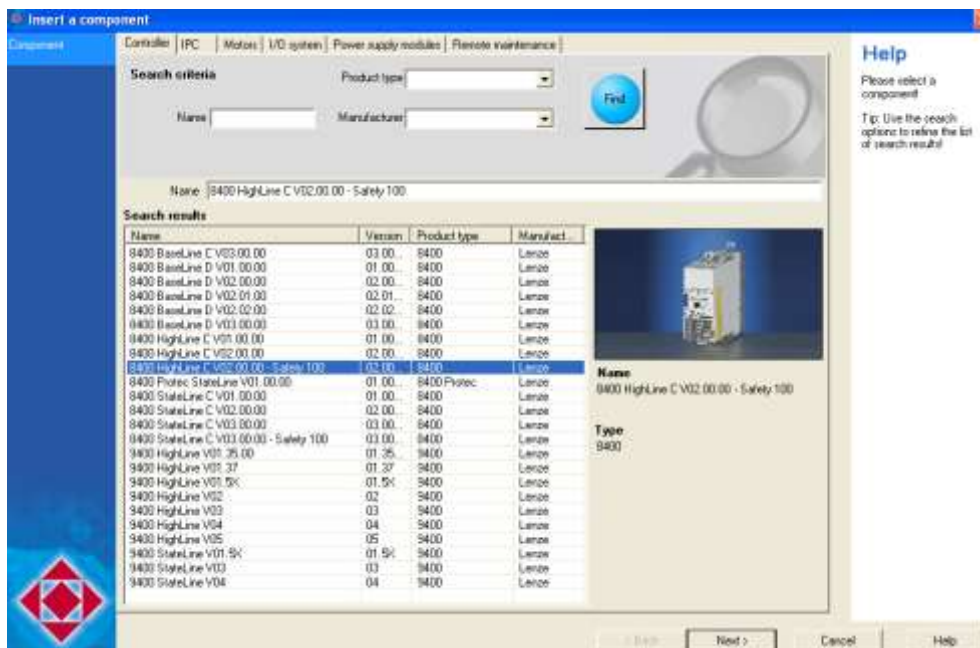


Fig.45

En la siguiente pantalla tenemos que escoger el modo de comunicación del equipo, este modelo nos permite la comunicación mediante ETHERCAT o PROFIBUS. Escogemos PROFIBUS para hacer que se asemeje más a nuestra línea de producción real.

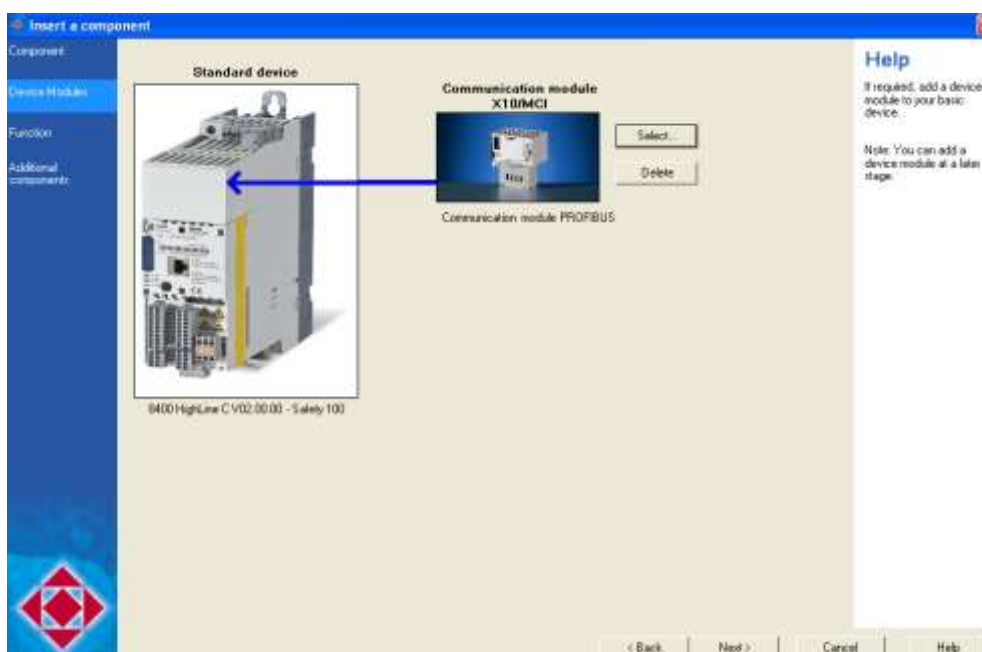


Fig.46

En este momento tenemos escogido el variador de frecuencia y el módulo de comunicación. En la siguiente pantalla, tendremos que escoger la función a

realizar. Este modelo nos ofrece dos opciones: o bien un seguidor de velocidad o un posicionado. Para nuestro ejemplo escogeremos un seguidor de velocidad.



Fig. 47

Ahora ya sólo nos falta asignar el motor que queremos controlar y lo haremos en la siguiente ventana donde podremos escoger si necesitamos motor y reductor o únicamente motor.



Fig. 48

En la siguiente ventana concretamos exactamente el motor que moveremos. Para nuestro ejemplo escogemos el motor que mejor se adapta a este variador de frecuencia que es el modelo MDXMA-080-32, es un motor asíncrono con 4 polos y con una potencia nominal de 0.75kW.

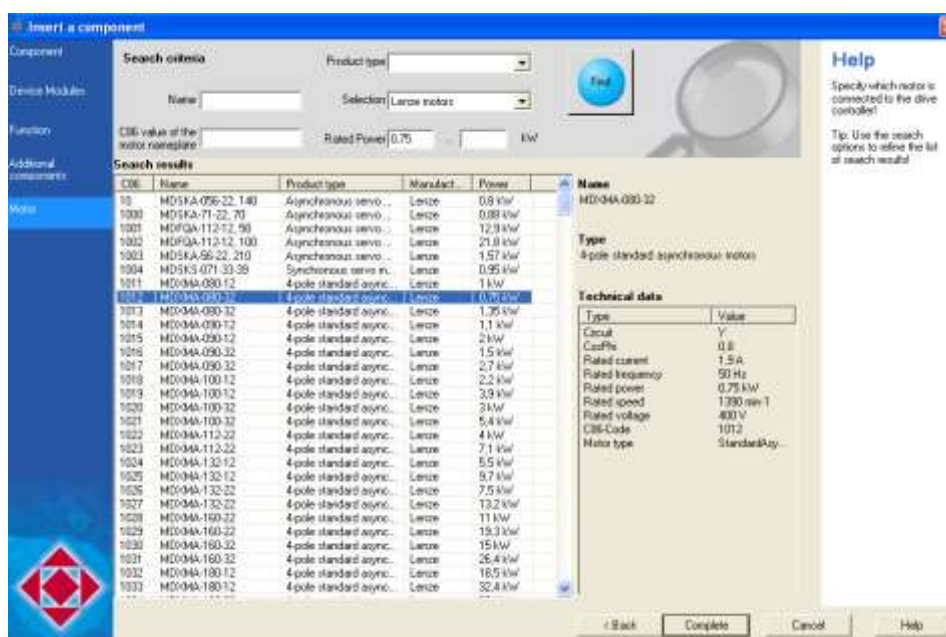


Fig. 49

En este momento ya tenemos asignadas todas las variables del equipo y es el momento de la programación real de este. Nada más asignar el motor nos sale la interface de trabajo del Engineer que se divide en tres apartados.

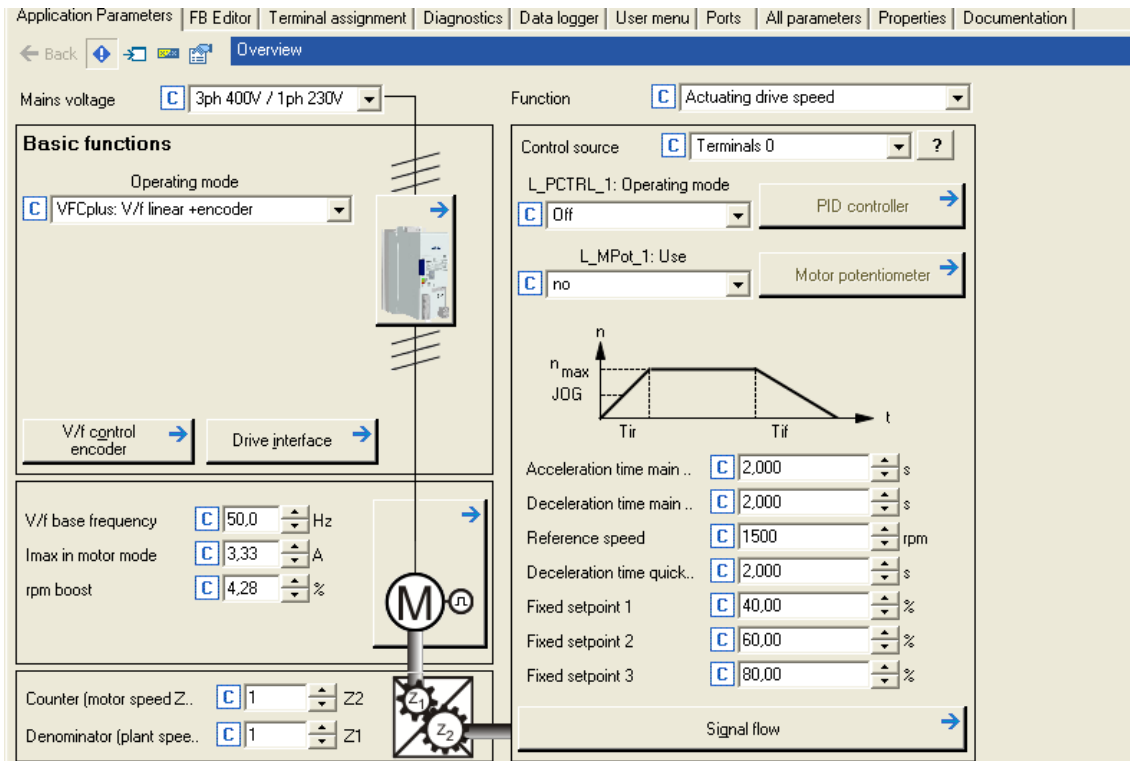


Fig. 50

La primera, superior a mano izquierda consta de las funciones básicas donde encontramos el modo de operación, en el cual asignamos la comunicación con el motor, en este caso mediante un encóder, para así tener una respuesta más rápida de lectura.

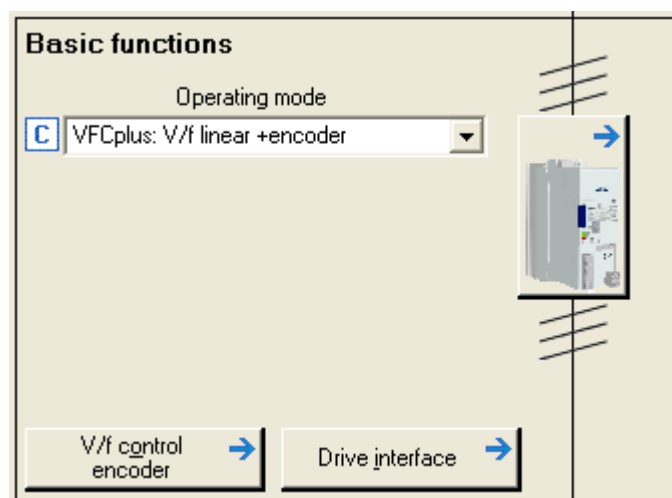


Fig. 51

En el icono V/F control encóder, encontramos los parámetros de lectura y de trabajo de este, como la Intensidad máxima a la que puede trabajar, el slip control o el tipo de señal de éste: lineal o cuadrática.

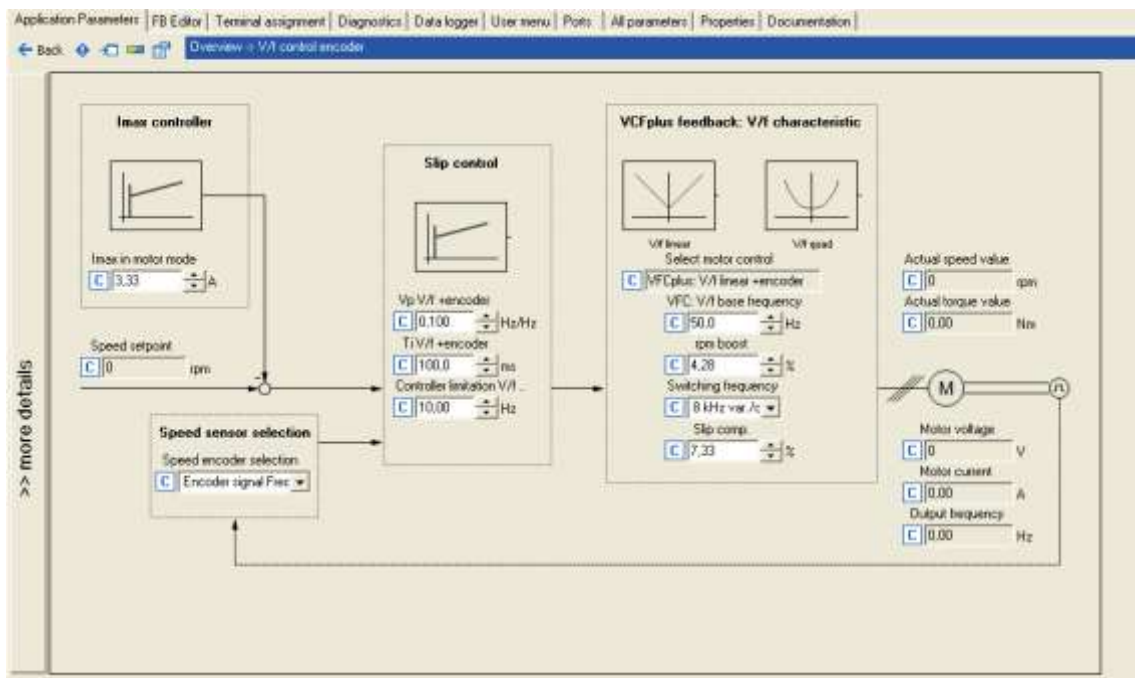


Fig. 52

También encontramos el icono de Drive Interface en el podemos encontrar un esquema de las conexiones del equipo con todas las entradas y salidas juntamente con las variables de estado del equipo. Esta pantalla no tiene la función de modificar parámetros, solo es de lectura en estado online de la máquina.

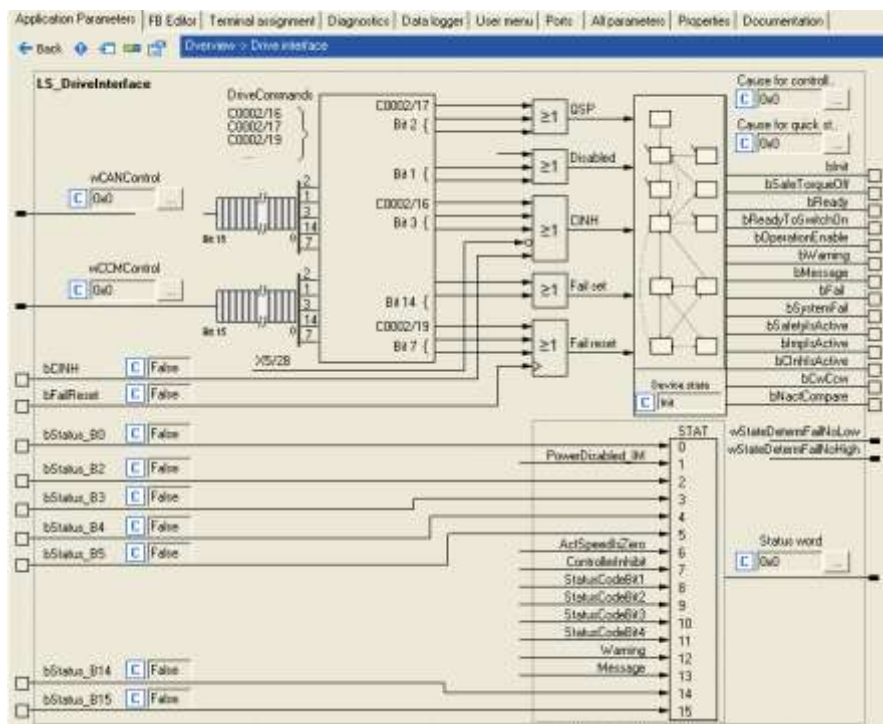


Fig.53

Al igual que el icono de Drive Interface, encontramos un icono con la representación del equipo en el podemos observar el estado del equipo de una forma más visual y comprensible.

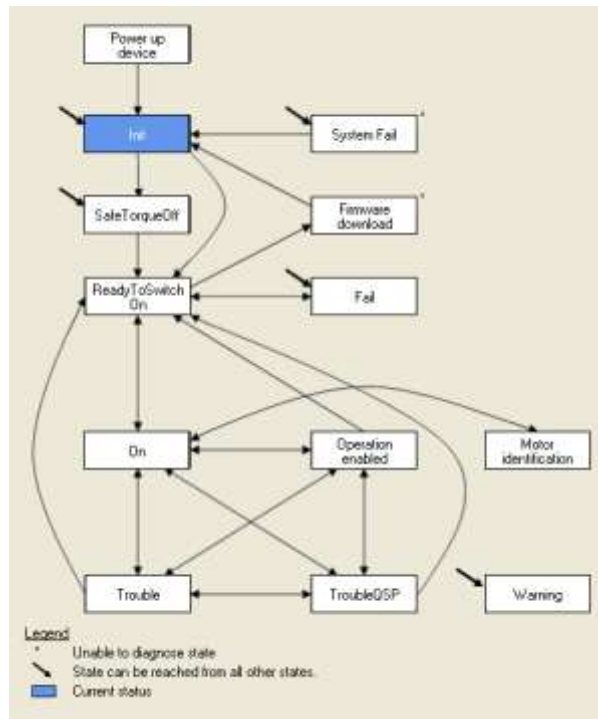


Fig. 54

El segundo apartado, justo debajo de las funciones básicas encontramos el de las especificaciones del motor, ya bien por una equivocación en la creación del proyecto o por la modificación de este, en éste apartado tenemos la opción de volver a escoger el motor o modificarlo.

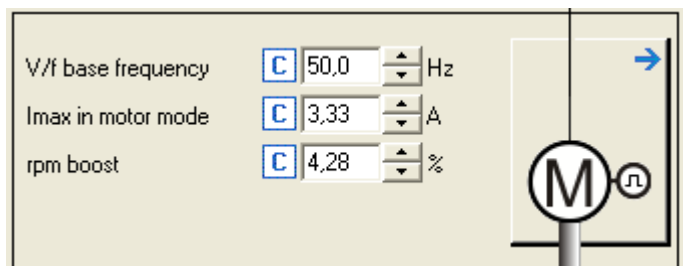


Fig. 55

En el caso de que hubiéramos introducido un reductor también cabe la posibilidad de modificarlo.

El tercer apartado, se encuentra a la derecha de la interface principal y en él podemos encontrar, dos apartados distintos: el primero, el tratamiento de la señal, que lo encontramos en el icono de Signal flow. En él también

encontramos las opciones de activar un PID de control y la de utilizar un potenciómetro en el motor.

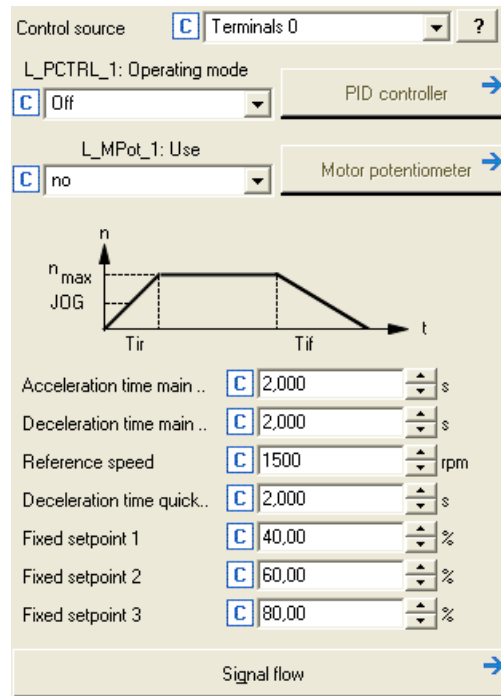


Fig.56

Si seleccionamos el icono de Signal flow, nos llevará a una nueva pantalla en la cual encontraremos un esquema de control de todas las variables que podemos introducir en el equipo.

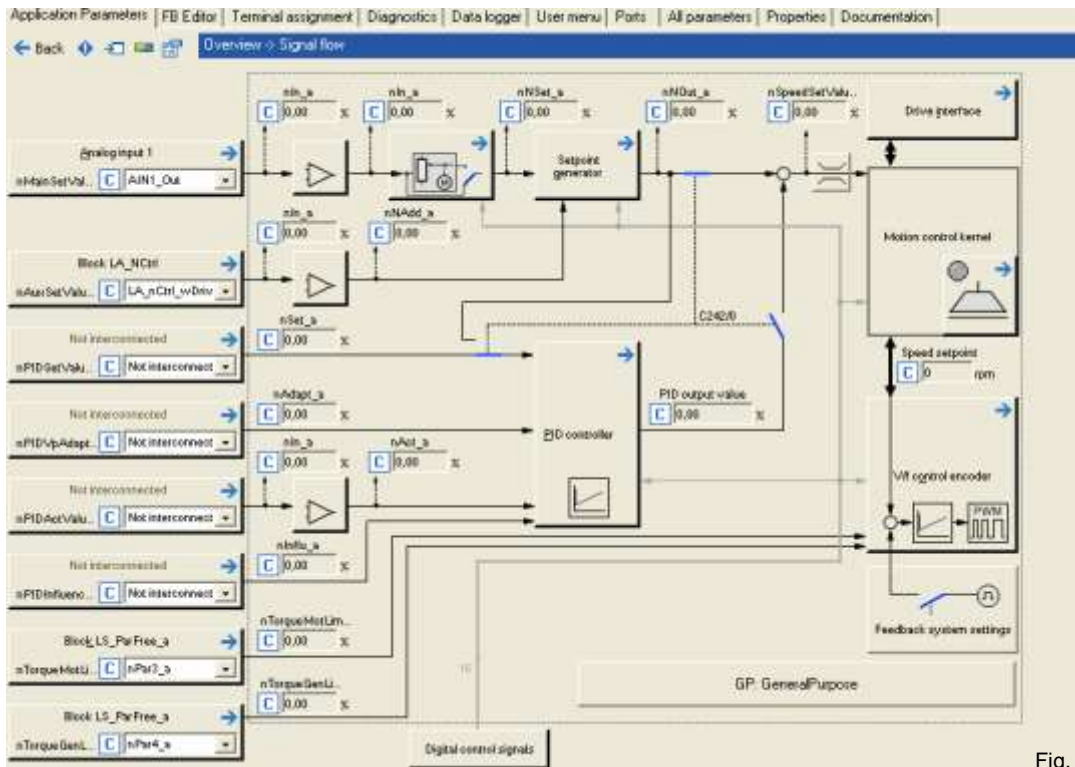


Fig. 57

En este apartado, a la izquierda de todo, encontramos los iconos por los cuales podemos introducir todo tipo de variables, por ejemplo, para realizar operaciones lógicas, como contador, y control de seguimiento, entre muchas otras.

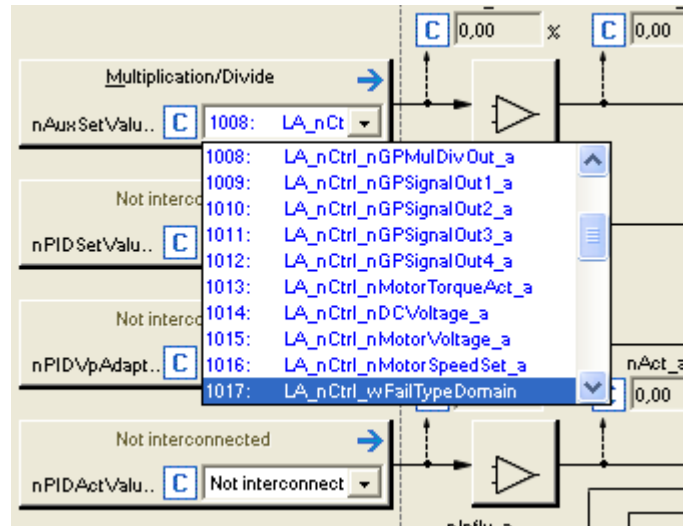


Fig. 58

Para nuestro objeto no seleccionaremos ninguna de ellas, como nuestra función es la de realizar una acción de velocidad, de movimiento, seleccionaremos la pestaña GP: General Purpose y seleccionaremos la pestaña Signal monitor digital. Con ello haremos un seguimiento mediante impulsos digitales.

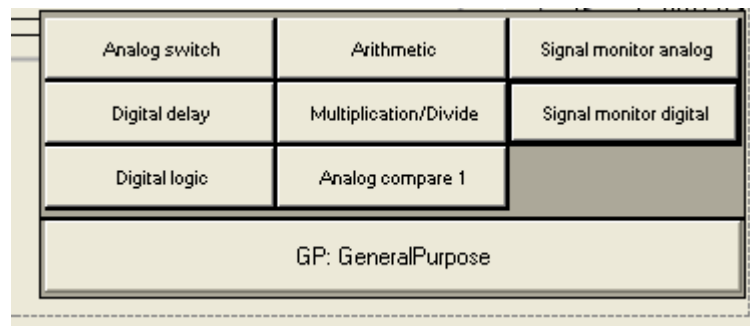


Fig. 59

Con esta acción, solo nos falta acceder a la pestaña de *Brake Control* para así seleccionar el modo de utilización del equipo, ya sea por impulsos, de manera manual o bien de forma automática.

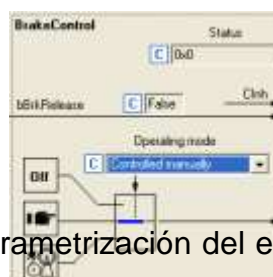


Fig. 60

Una vez finalizado toda la parametrización del equipo ya solo queda asignar las entradas y las salidas y posteriormente la programación del equipo mediante el programador de bloques.

Para la asignación de las entradas y las salidas, tenemos que apretar en la pestaña de *Terminal assignment*, en la cual mediante una interface muy gráfica iremos asignando cada entrada y salida con la acción a realizar.

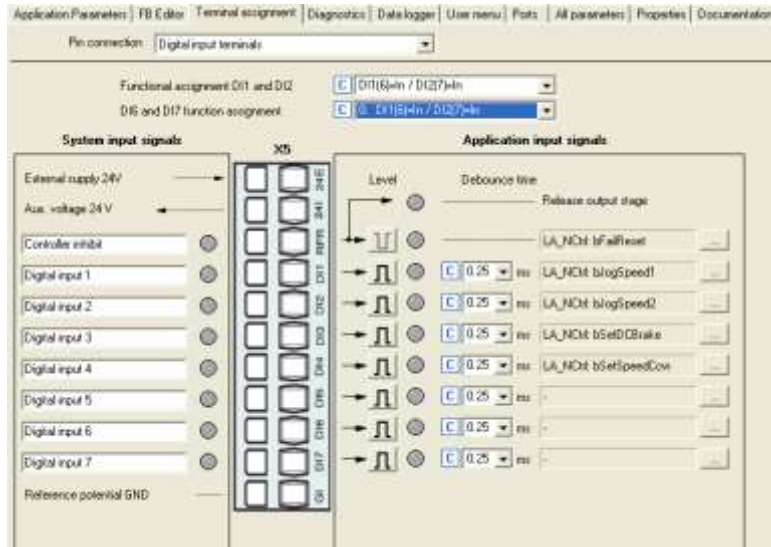


Fig. 61

Como anteriormente en el *Brake Control* hemos seleccionado la opción de funcionamiento en manual las entradas que asignaremos serán avance, retroceso del motor, activación y paro de emergencia.

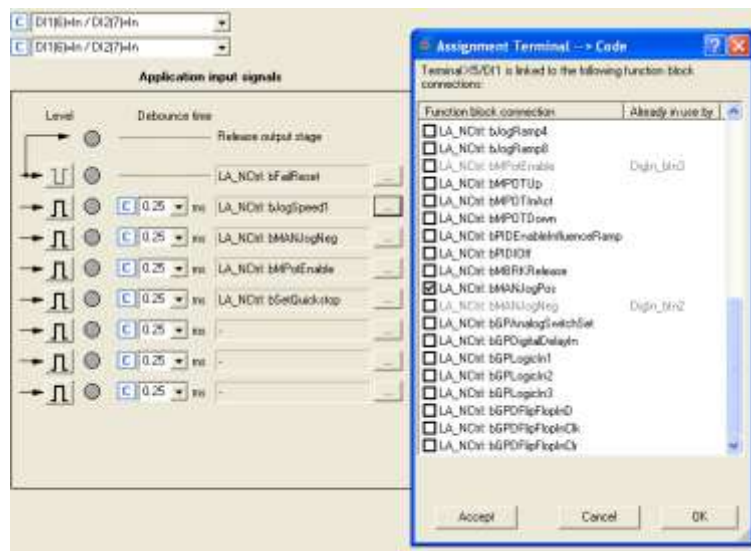


Fig. 62

Haremos lo mismo con las entradas analógicas en caso de que fueran necesarias y con las salidas del equipo.

La única salida digital que necesitamos activar es la de ready del equipo, la del correcto funcionamiento de este.

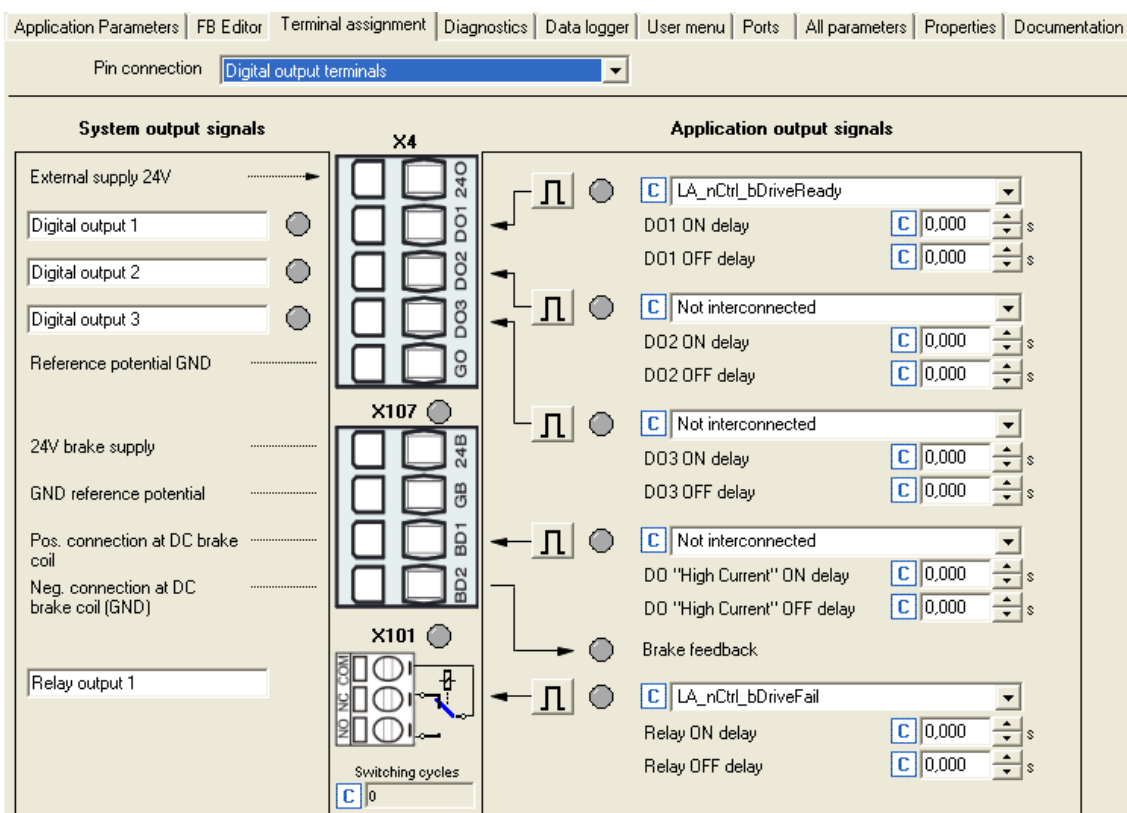


Fig.63

Una vez llegados a este punto es el momento de la programación del equipo, para ello tendremos que seleccionar la pestaña *FB Editor* en la cual nos encontraremos un documento en blanco en el cual tenemos que ir introduciendo todos los bloques que necesitamos para el control del motor.

En nuestro ejemplo solo necesitaremos la presencia del *MotionControl*, bloque que representa al *DriveInterface*, las entradas y salidas tanto analógicas como digitales, el par fijo del motor que hemos introducido en el momento que hemos seleccionado y finalmente el par variable de lectura del encóder.

Una vez introducidos en el editor es necesario interconectarlos mediante el icono de soldadura, referenciar las entradas y las salidas al *MotionControl* y ya tendremos programado nuestro equipo, que se desplazará hacia delante y hacia atrás mediante una botonera.

El resultado de la programación es el siguiente:

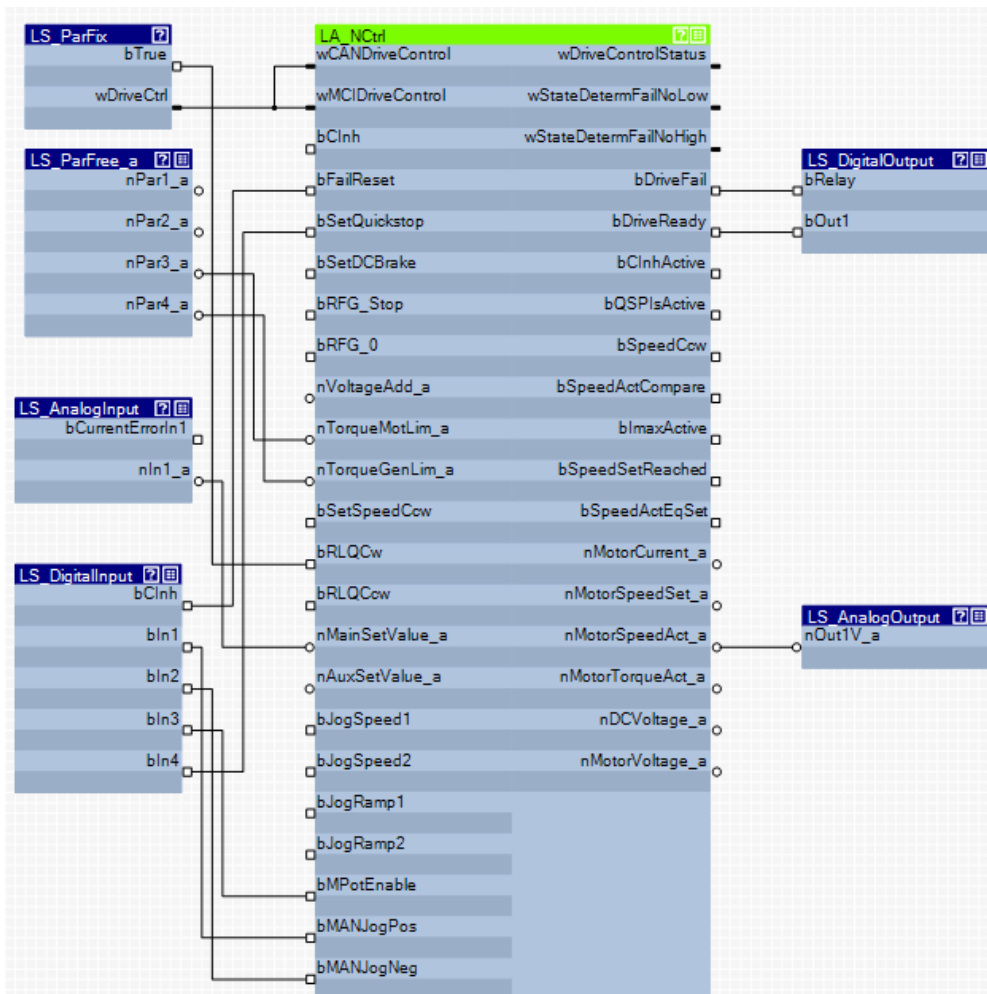


Fig.64

Evidentemente la programación se complica cuanto más necesidades le pongamos al equipo.

Una vez hemos programado el equipo es el momento de ponerlo en comunicación con el resto de la línea, previamente habíamos escogido la opción de comunicación mediante PROFIBUS, previamente accedemos a la rama del equipo y entramos en la opción PROFIBUS. En esa pestaña le asignamos una dirección.

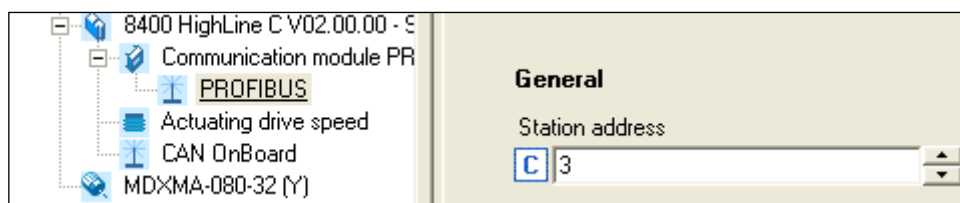


Fig. 65

Ahora que ya tenemos direccionado el equipo, volvemos a la interface del 8400 y seleccionamos la pestaña *Ports*, en ella observaremos una ventana con las posibilidades de comunicación CAN y MCI, activamos la comunicación mediante MCI y ya tenemos al equipo en línea con el PLC.

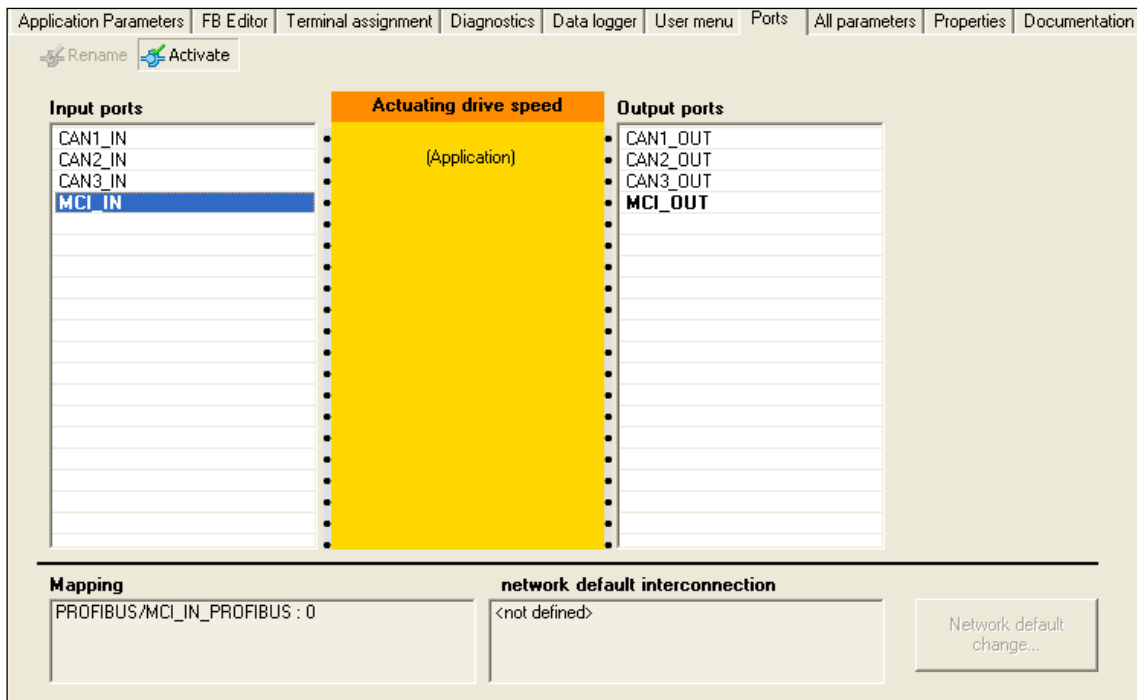


Fig. 66

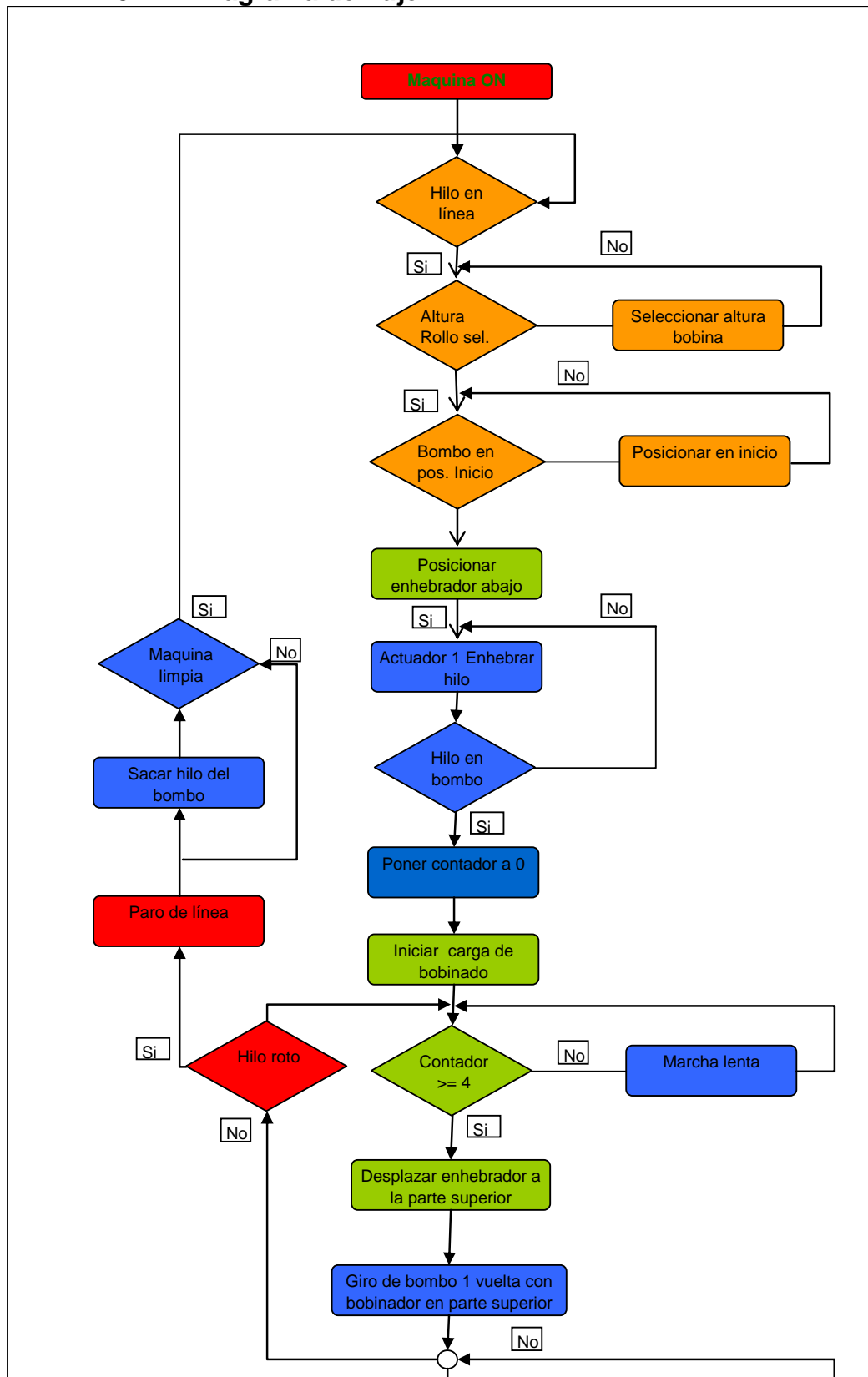
De esta manera es cómo podemos programar los 9 equipos de frecuencia de los que consta nuestra línea de producción, con pequeñas diferencias en la programación dependiendo de la acción a realizar y diferenciando los equipos de mayor o menor potencia como es en nuestro caso entre los 8400 y los 9400.

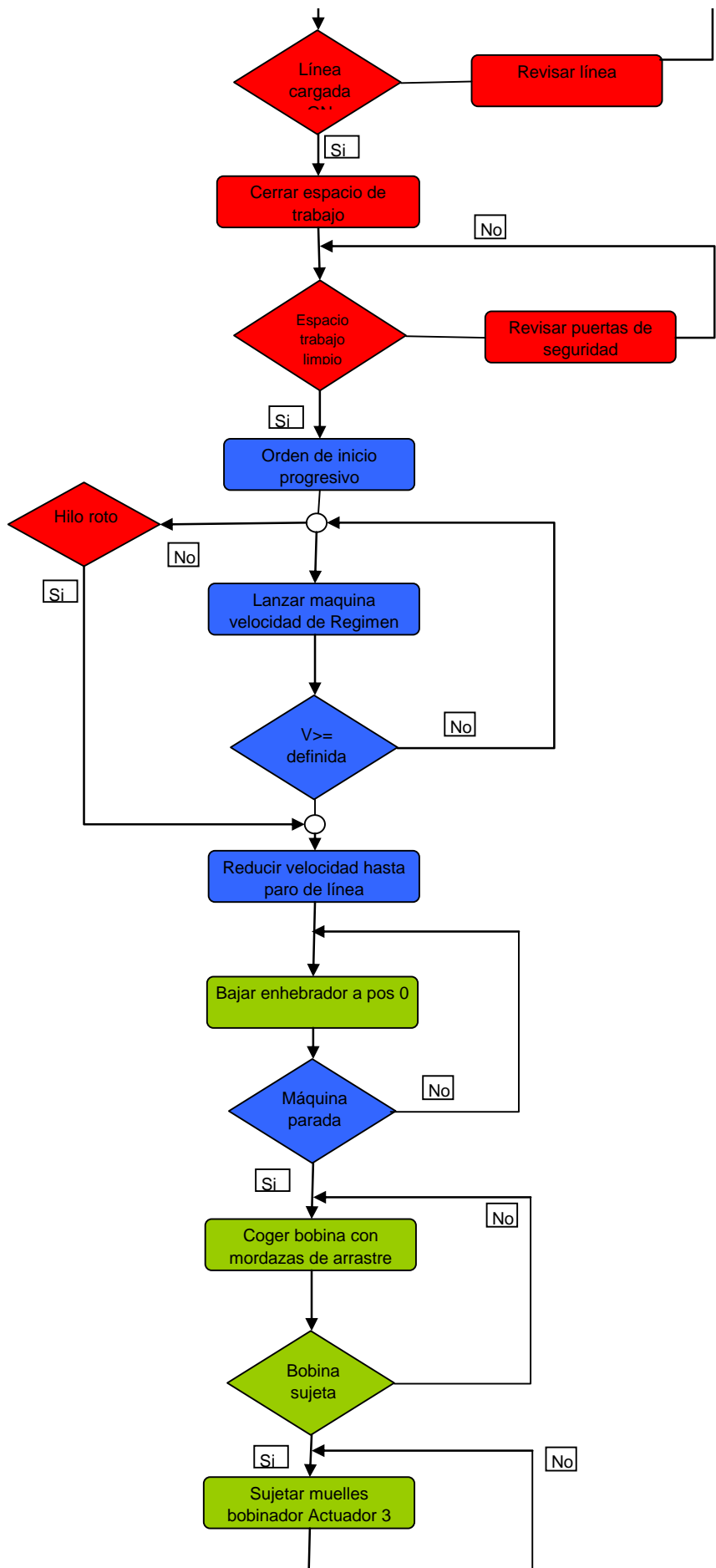
9.2 Programación PLC

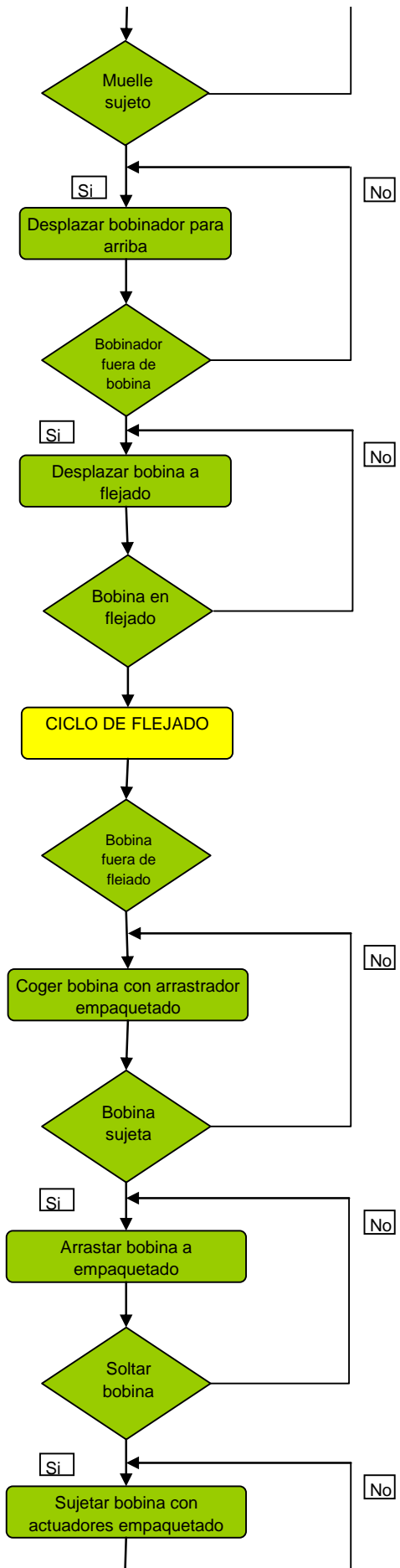
Una vez tenemos los equipos programados y tienen asignadas las funciones a realizar es momento de hacer que interactúen el PLC y los equipos. En nuestro caso el PLC tal y como explicábamos anteriormente tiene la función de gobernar toda la línea de producción, así que es mediante el PLC que hacemos el seguimiento de todos los actuadores de la línea para ir activando las diferentes puertas y asegurarnos del correcto funcionamiento de la línea.

El primer paso pues es la realización de un diagrama de flujo de toda la línea de producción.

9.2.1 Diagrama de flujo







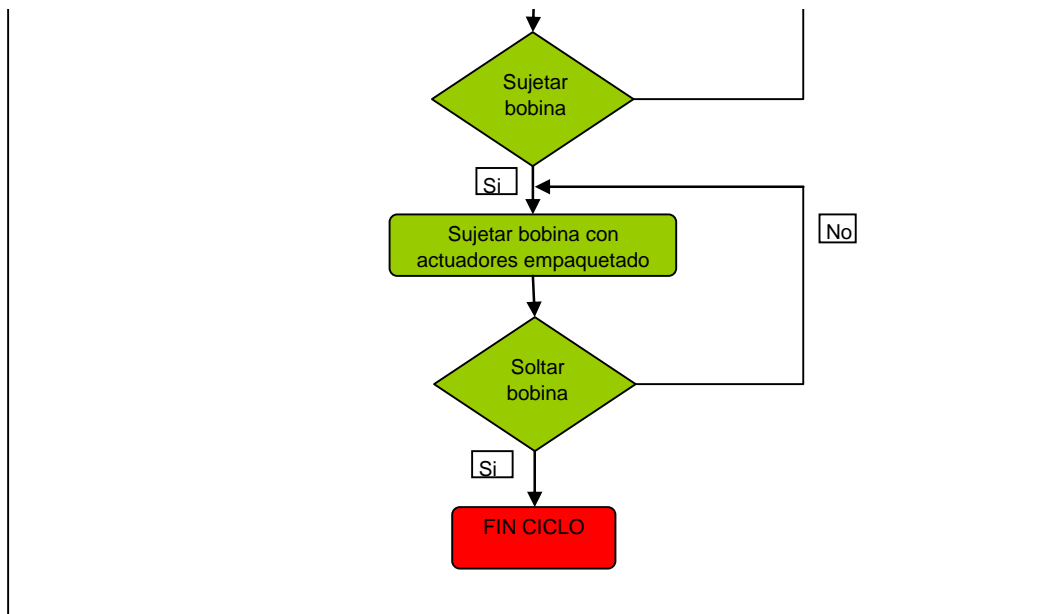


Fig. 67

Tal y como podemos observar en el diagrama de contacto la función del PLC se ha visto reducida a un seguimiento de los diferentes equipos, exceptuando una posible rotura de tubo, todo ello gracias a la programación previa en el Engineer.

De esta manera la programación ahora del PLC queda ceñida a una activación de bloques de funciones donde iremos realizando un control de las diferentes variables del programa.

Dadas las características de nuestra línea el lenguaje utilizado en la programación del PLC es del modelo FUP, mediante bloques de funciones y antes de empezar con la programación es necesario rellenar la tabla de direcciones de variables asignándoles el tipo de variable que es y el valor inicial de esta tal como se muestra en la siguiente imagen.

Dirección	Declaración	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0	in	On	BOOL	FALSE	Motor Activado
0.1	in	Off	BOOL	FALSE	Motor Desactivado
2.0	out	Motor	BOOL	FALSE	Cinta
4.0	in_out	Ciclo	DINT	L#0	Contador de Ciclos
8.0	stat	Contador	WORD	W#16#0	Numero de Ciclos
0.0	temp	Error	BOOL		Error de Contaje

Columna de Declaración-Determina el tipo de parámetro

Valor Inicial en formato compatible con el tipo de datos

Comentario de la documental.

La dirección absoluta es generada por STEP 7 automáticamente. El formato de la dirección es BYTE.BIT

Nombre simbólico asociado a la dirección absoluta. A través de esta dirección se puede acceder al parámetro

Tipo de datos seleccionado (ver tabla de tipos abajo).

Fig. 68

Una vez introducidas las variables de la línea es necesario la separación del programa en diversos bloques, la programación estructurada como es en nuestro caso, consta de la división del programa en diversos bloques. Cada uno de estos, constituye al mismo tiempo un subprograma, aplicación útil para la repetición de acciones concretas y simplifica un programa largo como el nuestro.

La programación estructurada permite la utilización de diferentes tipos de módulos, útiles para la sub-programación y el almacenamiento de datos.

Los módulos de organización (OBs) constituyen los módulos ejecutables del sistema.

Módulo de función FB Un módulo de función (FB) es un bloque que contiene una parte del programa y que controla una determinada área de la memoria. Este módulo ofrece la posibilidad de utilizar parámetros. Estos módulos se emplean para tareas repetitivas o funciones complejas.

Módulo de función FC. Una función (FC) es, de acuerdo a la norma IEC 1131-3 un módulo de datos estáticos. Te ofrece la posibilidad de transferir datos al programa de usuario.

Módulos de DB. Los módulos de datos (DB) constituyen áreas de datos en el programa de usuario. Sólo contiene datos.

Una vez que ya tenemos el diagrama de contacto, las variables del programa introducidas es el momento de iniciar la programación, en nuestro caso tal y como habíamos comentado con anterioridad en los apartados de componentes de programación toda la estructura está diseñada para que la línea funcione de una forma sincronizada.

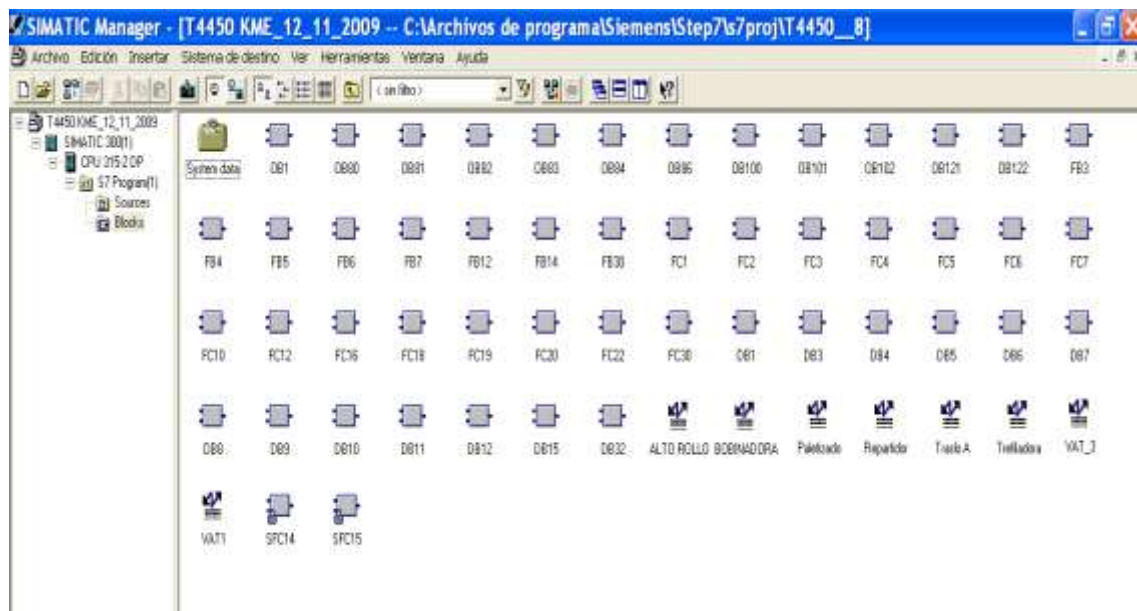


Fig. 69 Módulos creados para la programación de la línea

La programación del PLC de la línea donde interactúan todos los elementos cuando el PLC mediante los actuadores permite el accionamiento de los diferentes equipos de frecuencia, la podremos encontrar en el apartado de anexos, a continuación una pequeña muestra de posicionamiento a 0 de los actuadores y las condiciones iniciales de los equipos.

9.3 Programación pantalla

Para la programación de la pantalla táctil hemos programado con el entorno Siemens, concretamente con el programa WinCC Flexible que mediante la integración en la interface de configuración de SIMATIC STEP 7, es posible gestionar proyectos y utilizar conjuntamente los ajustes de comunicación, variables y avisos, esto permite reducir en gran medida la aparición de errores. El software contiene una serie de editores y herramientas para diversas tareas de configuración. Por ejemplo, es posible configurar con técnica de niveles en 32 niveles de pantalla. Para la configuración de imágenes pueden usarse una serie de cómodas funciones, como por ejemplo, ampliar/reducir, rotar y alinear. WinCC flexible permite adaptar el entorno de trabajo a las necesidades del usuario.

En el proceso de ingeniería, aparece en la pantalla del PC de configuración un entorno de trabajo orientado a la tarea concreta de configuración que se desea llevar a cabo. En ella podemos encontrar todo lo que necesitamos para trabajar con comodidad:

- la ventana del proyecto, que muestra la estructura del proyecto
- la caja de herramientas, que contiene diversos objetos y permite acceder a la librería de objetos
- la ventana de objetos, en la que pueden seleccionarse objetos ya creados
- el área de trabajo, en la que pueden crearse las imágenes
- la ventana de propiedades, para la parametrización de los objetos del área de trabajo.

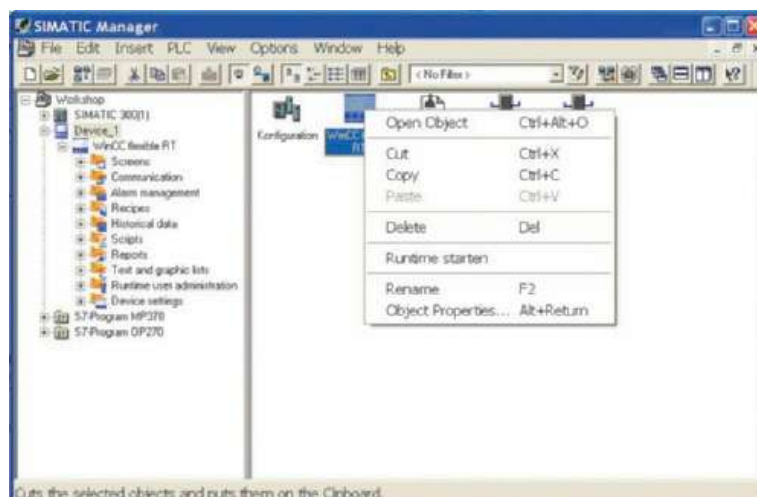


Fig.70

9.3.1 Entorno programación WinCC Flexible

Para la programación de la pantalla táctil es necesario familiarizarse con el entorno de la pagina en la que trabajaremos y es que al crear un proyecto en WinCC flexible, aparece la estación de trabajo de WinCC flexible en la pantalla del equipo de configuración.

En la ventana de proyecto se representa la estructura del proyecto y se visualiza su estructura. Realmente la programación de una pantalla táctil mediante el entorno del WinCC se asemeja bastante al entorno Windows al que estamos acostumbrados y eso permite trabajar con comodidad y sin necesidad de ser un gran conocedor del entorno.

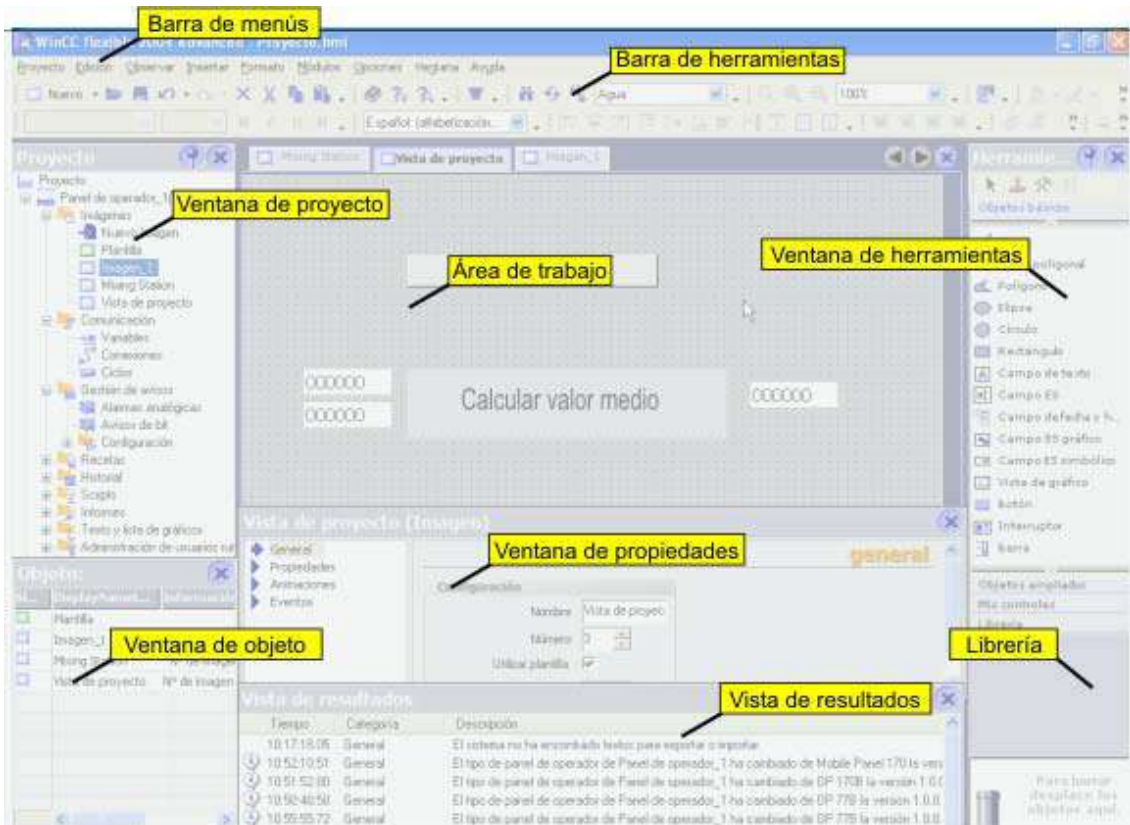


Fig.71

Menús y barras de herramientas

Mediante los menús y las barras de herramientas se accede a todas las funciones disponibles en WinCC.

Área de trabajo

En el área de trabajo se editan los datos del proyecto, ya sea en forma de tabla (por ejemplo, variables) o gráficamente (por ejemplo, una imagen de proceso).

Ventana de proyecto

La ventana de proyecto es el punto central para la edición de proyectos. Todos los componentes y editores disponibles de un proyecto se visualizan en la ventana de proyecto en forma de árbol y se pueden abrir desde ella. Cada editor tiene asignado un símbolo que permite identificar el objeto correspondiente. En la ventana de proyecto se visualizan solamente los elementos soportados por el panel de operador seleccionado. Desde la ventana de proyecto se puede acceder a los ajustes del panel de operador, al soporte de idiomas y a la administración de versiones.

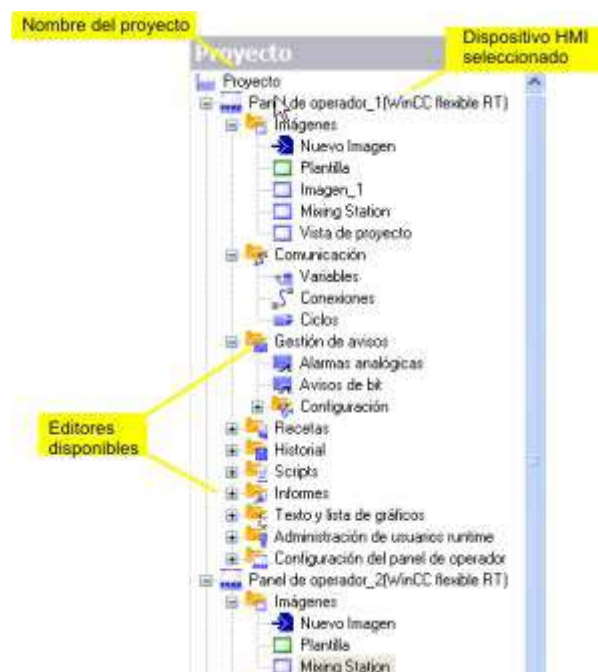
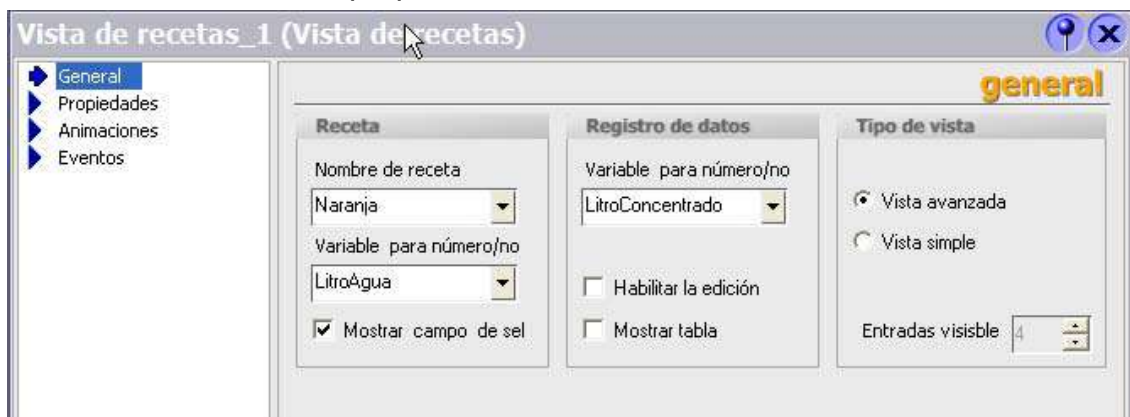


Fig. 72

Ventana de propiedades

Las propiedades de los objetos, p. ej. el color de los objetos de imagen, se editan en la ventana de propiedades.



Ventana de herramientas

La ventana de herramientas contiene una selección de objetos que se pueden insertar en las imágenes, como por ejemplo, los objetos gráficos o los elementos de mando. Asimismo, la ventana de herramientas dispone de librerías con objetos ya preparados, así como de colecciones de bloques de imagen.

Librería

La librería forma parte de la ventana de herramientas. En la librería se accede a los objetos de imagen configurados con anterioridad. Los objetos de librería amplían la cantidad de objetos de imagen disponibles y aumentan la efectividad de la configuración gracias a la posibilidad de reutilizar objetos ya disponibles. En una librería se almacenan de forma centralizada los objetos que se necesitan con frecuencia, por ejemplo los objetos de imagen y las variables.

Ventana de resultados

La ventana de resultados muestra avisos del sistema generados, por ejemplo, al comprobar un proyecto.

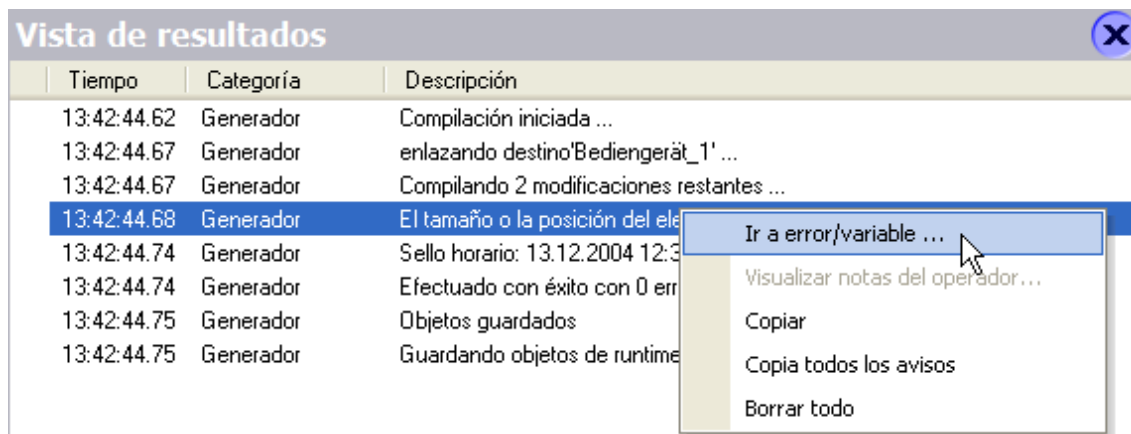


Fig. 74

Ventana de objetos

La ventana de objetos muestra los elementos del área, carpetas, editores, que se han seleccionado en la ventana de proyecto.

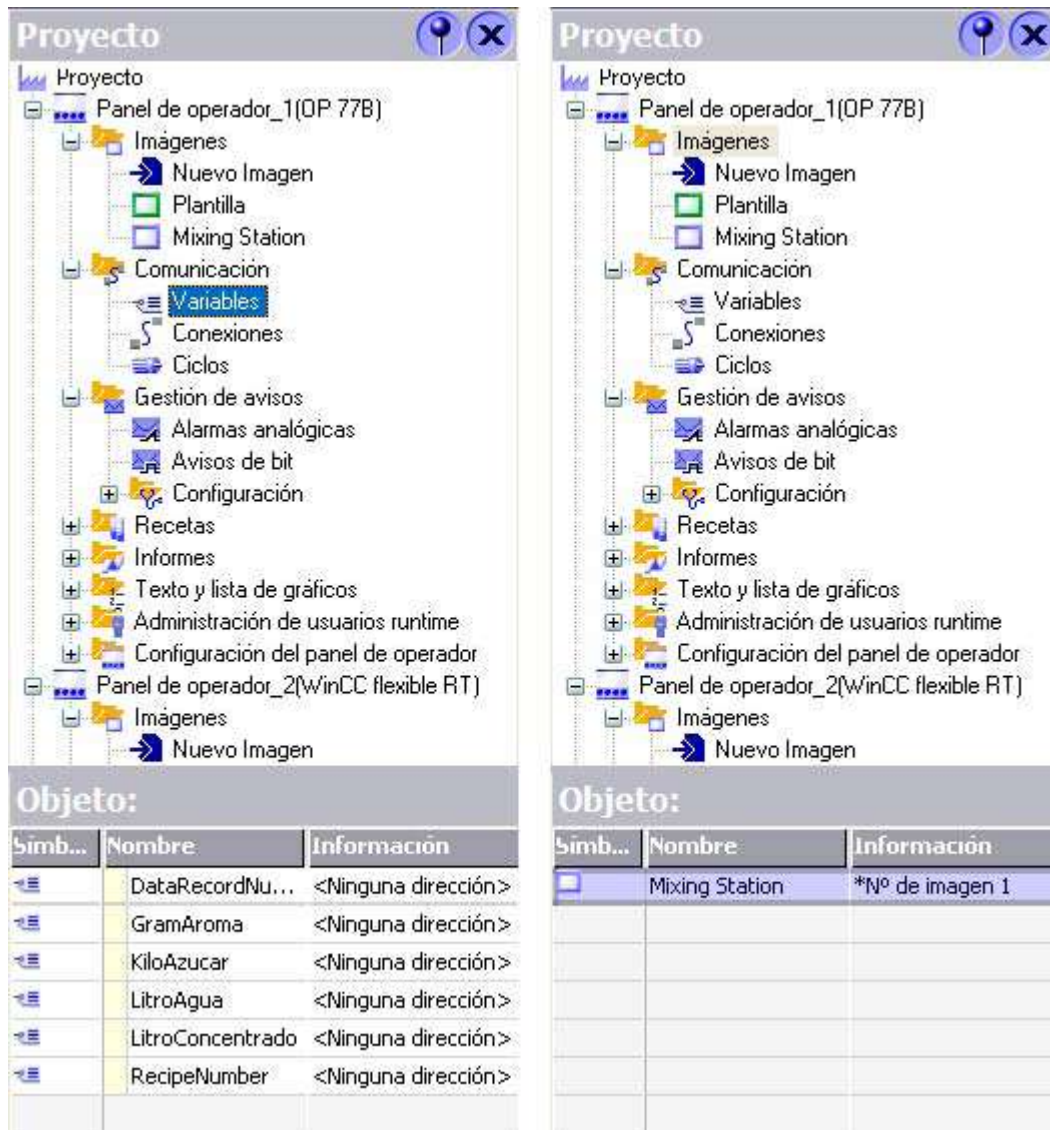


Fig.75

Una vez que conocemos el entorno del WinCC, es el momento de crear un nuevo proyecto, que primeramente definiremos en nuestro caso como Proyecto monopuesto ya que solo trabajamos con un panel.

Cuando el proyecto ya este creado, solo tendremos que trabajar en el área de trabajo e ir introduciendo diferentes editores que realizaran las funciones que nosotros les asignemos.

- Imágenes→Crear y editar imágenes en el editor Imágenes. Definir en el editor Navegación la navegación por imágenes.
- Bloques de imagen→Los bloques de imagen son grupos de objetos que se pueden utilizar a discreción en un proyecto. Dichos bloques se almacenan en librerías.
- Lista de gráficos→En una lista de gráficos se asignan distintos gráficos a los valores de una variable. Las listas de gráficos se crean en el editor "Listas de gráficos" y se visualizan con el objeto "Campo gráfico de E/S"
- Lista de textos→En una lista de textos se asignan distintos textos a los valores de una variable. Las listas de textos se crean en el editor "Listas de textos" y se visualizan con el objeto "Campo simbólico de E/S"
- Variables→En el editor Imágenes se crean y editan variables.
- Ciclos→En WinCC flexible se pueden configurar eventos que se repiten en intervalos de tiempo regulares. En el editor Ciclos se definen los intervalos de tiempo.
- Avisos→En los editores Avisos analógicos y Avisos binarios se crean y editan avisos.
- Ficheros→En el editor Fichero de avisos se pueden almacenar avisos para documentar los estados operativos y las averías de una instalación. En el editor Ficheros de variables se pueden registrar, procesar y archivar variables
- Protocolos→En el editor Informes se crean informes, con los cuales el usuario imprimirá en runtime
- Scripts→WinCC flexible ofrece la posibilidad de dinamizar el proyecto mediante scripts propios.


















Símbolo	Descripción breve	Símbolo	Descripción breve
	Imagen		Ficheros de valores de proceso
	Variable		Fichero de avisos
	Aviso analógico		Protocolo
	Aviso de bit		Conexión
	Aviso del sistema		Ciclo
	Clase de aviso		Lista de textos y lista de gráficos
	Grupo de avisos		Usuarios
	Receta		Grupo de usuarios
	Objetivo		

Fig.76

De este modo solo tenemos que introducir en cada pagina de la pantalla, las acciones a realizar y direccionarlas mediante la ventana de propiedades, de este modo podremos definir, forma y función a realizar.

Pero no todo es tan sencillo, las variables y las recetas necesitan una configuración posterior para definir tanto la comunicación que recibe de E/S, como su propio direccionamiento dentro de la pantalla.

9.3.2 Programación de variables

Las variables externas permiten la comunicación, es decir, el intercambio de datos entre los componentes de un proceso de automatización, por ejemplo, entre el panel de operador y el autómeta.

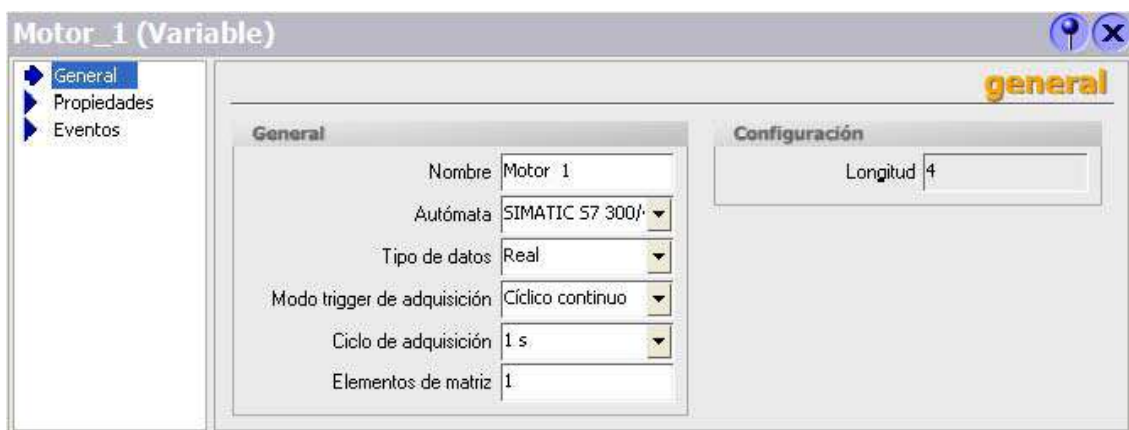


Fig. 77

Es posible definir las propiedades siguientes para variables:

- "Nombre"
- "Conexión" con el control y "Ciclo de adquisición" de las variables
- "Tipo de datos" y "Longitud"
- "Elementos de matriz"
- "Comentario"
- "Límites"
- "Valor inicial"
- "Grabación" y "Límites de grabación"

9.3.3 Programación de recetas

En las recetas se recogen los datos afines, tales como los datos de parametrización de máquinas, o bien los datos de producción. Dichos datos se pueden transferir en un solo paso de trabajo desde el panel de operador al autómatas, de manera que la producción cambie a una gama de productos diferente. Por ejemplo, si ha cambiado parámetros directamente en la máquina, podrá transferir los datos al panel de operador y guardarlos en la receta.



Fig.78

Nombre de receta

El nombre de receta identifica de forma unívoca cada receta del proyecto.

Número de receta

El número de receta identifica de forma unívoca cada receta del proyecto.

Nombre del elemento

El nombre de elemento identifica de forma unívoca un elemento de receta dentro de una receta.

Variable asignada

A cada elemento se le asigna una variable de receta en la que se guardará el valor de registro de la receta en runtime.

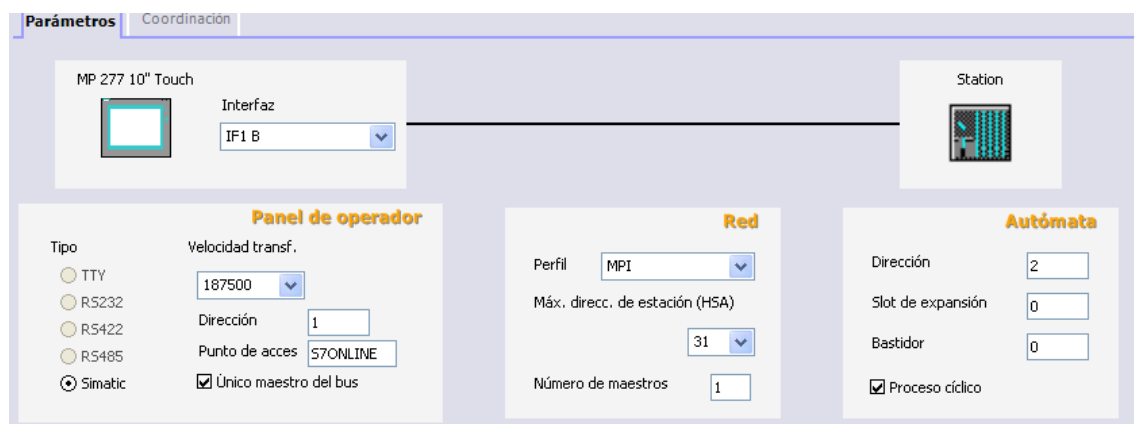


Elemento	Nombre a visualizar	Variable	Ciclo de trabajo	Valor estándar	Decimales	U
Alura Rollo	Alura Rollo	alura Rollo	<definido>	80	0	AL
Matras Rollo	Matras Rollo	Matras	<definido>	1000	0	Me
Diametro Exterior Tubo desb.	Diametro Ext Tubo Desbobinadora	Diametro Tu...	<definido>	400	2	Di
Diametro Exterior Tubo Desbobinadora	Diametro Inter Tubo Desbobinador	Interior_Tu...	<definido>	150	2	Di
Diametro Exterior Tubo Bobina	Diametro Ext Tubo bobina	Diametro Tu...	<definido>	300	2	Di
Diametro Interior Tubo Bobinadora	Diametro Interior Tubo Bobinadora	Diametro_I...	<definido>	100	2	Di
Nº Rollos Caja	Nº Rollos Caja	Nº Rollos Caja	<definido>	10	0	Nº
Sentido de Giro	Sentido de Giro	BP5eGiroAn...	<definido>	1	0	Se
Tiro Bobinadora	Tiro Bobinadora	TiroBobinad...	<definido>	10	0	Ta

Fig.79

Una vez configurada la pantalla, introducir las variables y las recetas necesarias y conseguir una funcionalidad optima para el operario que trabajara en la pantalla es el momento de transferir toda la información hacia el PLC para ello nada mas sencillo que comprobar la coherencia del proyecto con el comando de menú "Proyecto > Generador > Comprobar coherencia".

Si la comprobación de coherencia finaliza sin errores, el sistema creará un archivo de proyecto compilado. Este archivo tendrá el mismo nombre que el proyecto pero con la extensión "*.fwx". Transfiera el archivo de proyecto compilado a los paneles de operador configurados.



Parámetros Coordinación

MP 277 10" Touch

Interfaz: IF1 B

Station

Panel de operador

Tipo: TTY R5232 R5422 R5485 Simatic

Velocidad transf.: 187500

Dirección: 1

Punto de acces: S7ONLINE

Único maestro del bus

Red

Perfil: MPI

Máx. direcc. de estación (HSA): 31

Número de maestros: 1

Autómata

Dirección: 2

Slot de expansión: 0

Bastidor: 0

Proceso cíclico

Fig.80

9.4 Programación de PROFIBUS

La programación del Profibus es una parte esencial del proyecto ya que tiene que comunicar los equipos de frecuencia, los responsables de las acciones y el PLC el equipo que permitirá la ejecución de ellas. Es por ello que a continuación me dispongo a describir la programación de Profibus para un seguidor de velocidad, igual que hemos hecho anteriormente con el Engineer.

Para que el convertidor de frecuencia '8400' disponga de comunicación Profibus-DP será necesario disponer del modulo MCI (Modular Communication Interface) 'E84AYCPM'. En cambio los serviposicionadores '9400' ya vienen con la opción de comunicación por Profibus, en el propio equipo, aun así la programación no varía entre ellos.



Fig.81 MCI 8400

Lo primero que tenemos que realizar tal y como hicimos en el Engineer es asignarle un nodo de comunicación al Profibus.

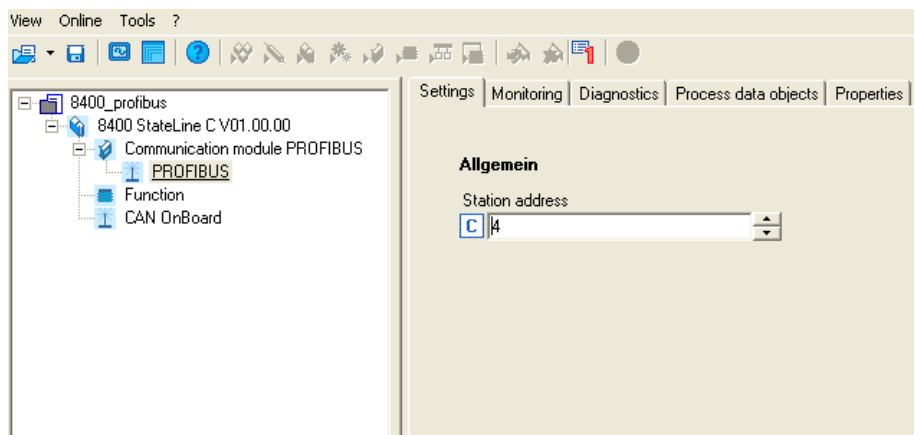


Fig.82

Una vez asignado un nodo de comunicación tendremos que activar el modo de comunicación en la interface principal, de este modo seleccionaremos el modo MCI, del apartado de comunicación.

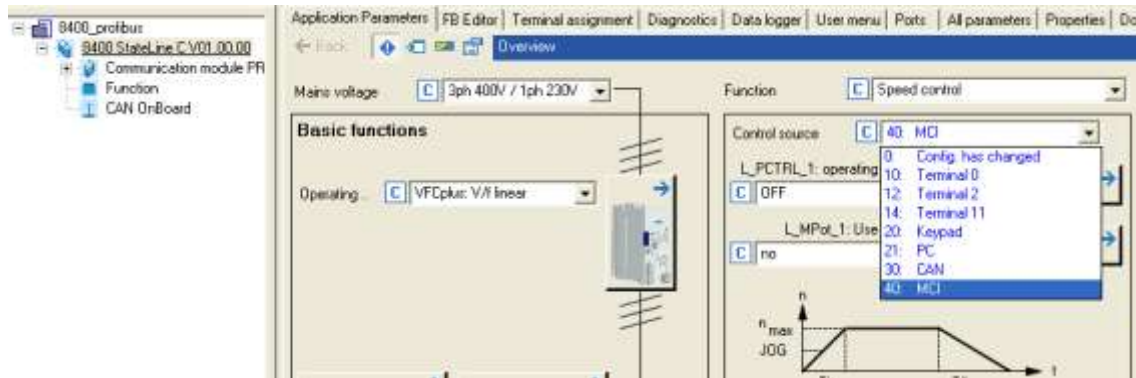


Fig.83

Una vez hayamos seleccionado el modo de comunicación, es el momento de configurar las entradas es por ello que entraremos en el *FB Editor* y crearemos el bloque 'LP_McIn', por el cual recibiremos todos los bits de control y las diferentes palabras.

Hay una serie de bits y palabras que se asignan según la aplicación, el resto son fijas.

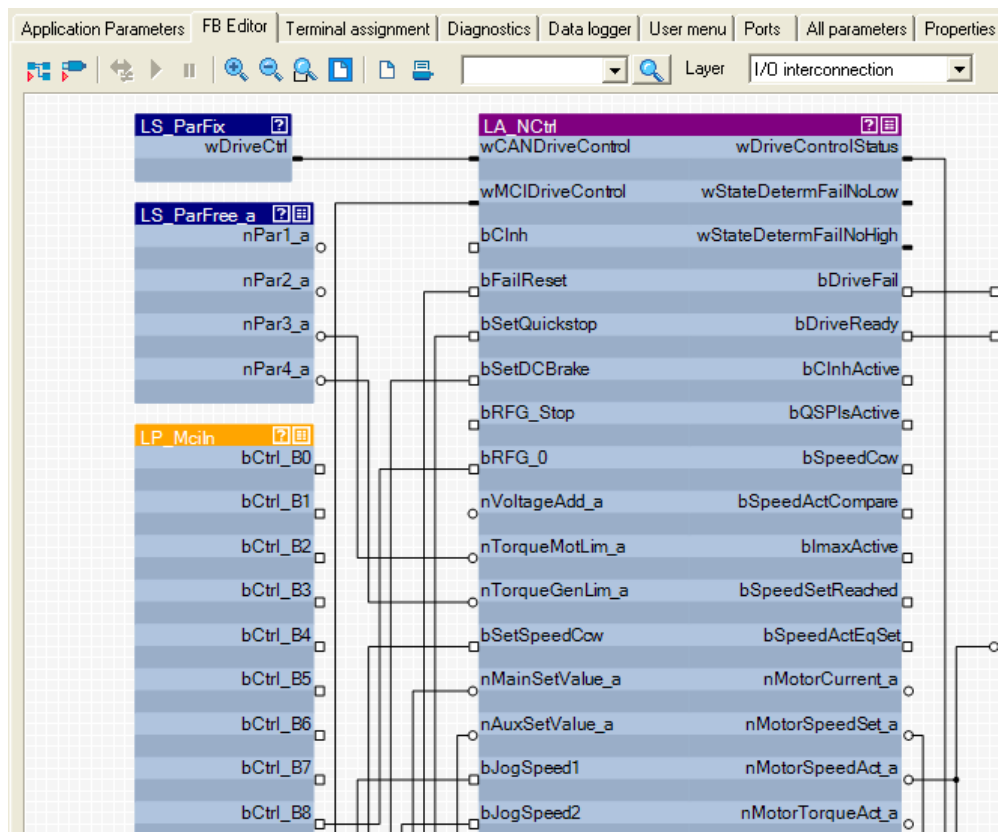


Fig.84

Bits/palabra asignadas al seguidor de velocidad:

- bit 11→bSetDCBrake
- bit 12→bJogSpeed1
- bit 13→bJogSpeed2
- bit 15→bSetSpeedCcw
- word In2→mMainSetValue_a (Consigna)
100%→16384

La configuración del resto de bits de la palabra de control es fija, se puede observar en la siguiente tabla:

Control word	Name	Lenze function
Bit 0	SwitchON	OR operation of wCANDriveControl_bit0 and wMCIDriveControl_bit0
Bit 1	Disable Voltage	TRUE: IMP pulse inhibit (in preparation, at present, without function)
Bit 2	SetQuickStop	TRUE:QSP quick stop
Bit 3	Enable Operation	TRUE: controller enable
Bit 4	ModeSpecific_1	Reserved, currently not assigned
Bit 5	ModeSpecific_2	Reserved, currently not assigned
Bit 6	ModeSpecific_3	Reserved, currently not assigned
Bit 7	Reset Fault	TRUE: TRIP reset
Bit 8	SetHalt	TRUE: activate stop function
Bit 9	reserved_1	-
Bit 10	reserved_2	-
Bit 11	LenzeSpecific_1	Depends on the application selected (for speed actuating drive: <i>bSetDCBreak</i>)
Bit 12	LenzeSpecific_2	Depends on the application selected (for speed actuating drive: <i>bJogSpeed1</i>)
Bit 13	LenzeSpecific_3	Depends on the application selected (for speed actuating drive: <i>bJogSpeed2</i>)
Bit 14	SetFail	TRUE: Error (Trip Set)
Bit 15	LenzeSpecific_4	Depends on the application selected (for speed actuating drive: <i>bSetSpeedCcw</i>)

Fig.85

Una vez configurada la salida es el turno de configurar la salida, pero esta vez Enviaremos los bits de status y las diferentes palabras de estado a través del bloque 'LP_MciOut'.

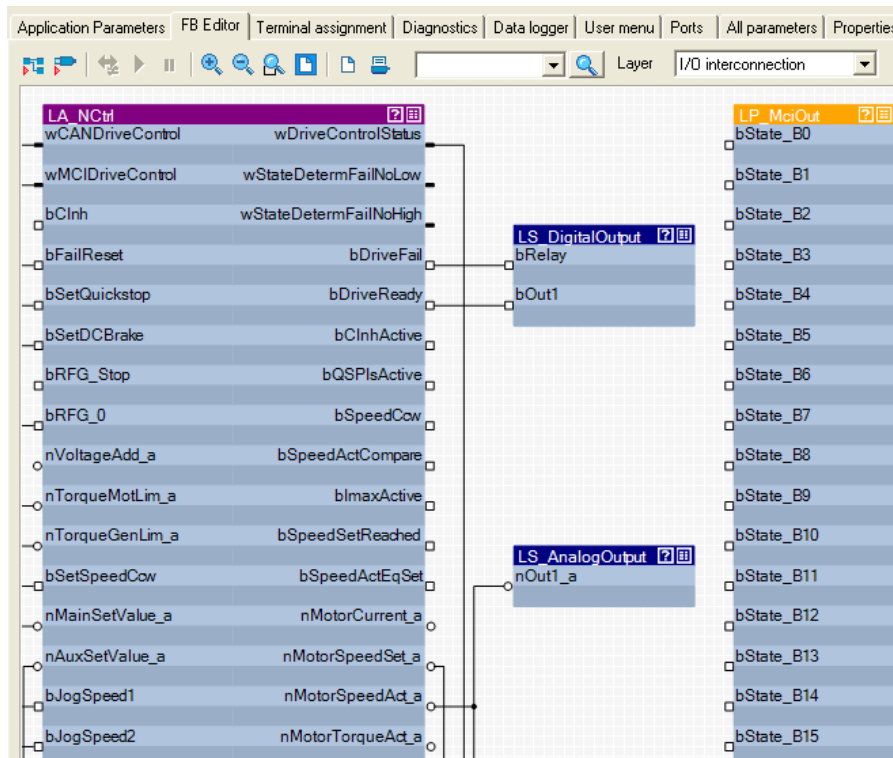


Fig.86

Al igual que para a entrada solo hay una serie de bits y palabras que utilizaremos para nuestra aplicación, el resto son fijias.

- word Out2 → nMotorSpeedAct_a
100% → 16384
- word Out3 → nMotorSpeedSet_a
100% → 16384

La configuración del resto de bits de la palabra de control es fija, se puede observar en la siguiente tabla:

Status word	Name	Lenze function
Bit 0	FreeStatusBit0	Not assigned, can be freely used
Bit 1	PowerDisabled_IMP	Inverter control is inhibited (IMP)
Bit 2	FreeStatusBit2	Not assigned, can be freely used
Bit 3	FreeStatusBit3	Not assigned, can be freely used
Bit 4	FreeStatusBit4	Not assigned, can be freely used
Bit 5	FreeStatusBit5	Not assigned, can be freely used
Bit 6	ActSpeedIsZero	Current speed < threshold of C00024
Bit 7	ControllerInhibit	Controller inhibit active
Bit 8	StatusCodeBit0	Device status: see below
Bit 9	StatusCodeBit1	
Bit 10	StatusCodeBit2	
Bit 11	StatusCodeBit3	
Bit 12	Warning	Drive indicates "Warning"
Bit 13	Trouble	Drive indicates "Trouble", e.g. if an overvoltage occurs
Bit 14	FreeStatusBit14	Not assigned, can be freely used
Bit 15	FreeStatusBit15	Not assigned, can be freely used

Fig.87

En este momento hemos acabado la programación del Profibus mediante el Engineer, ahora es el turno de seguir programando la comunicación en el entorno Siemens con el STEP7, mediante la aplicación GSD.

Tal y como comentábamos anteriormente la integración total de componentes de automatización, fue uno de los motivos por los que nos decantamos por la comunicación Profibus, ahora el entorno GSD del STEP7 nos facilita la selección de estos componentes.

Para ello tendremos que realizar la siguiente secuencia:

Profibus DP → Otros aparatos de campo → Accionamientos → Lenze

De esta manera ya no tenemos que entrar los parámetros de los equipos porque ya están introducidos gracias al programa del Profibus. Una vez seleccionada la lista de componentes de accionamiento de Lenze, podemos escoger el equipo o equipos, con los que estemos trabajando.

Una vez seleccionado lo arrastramos hasta la pantalla principal y lo enganchamos a la línea de comunicación con el PLC, que previamente habremos escogido, o bien si trabajamos de manera online se seleccionara él automáticamente.

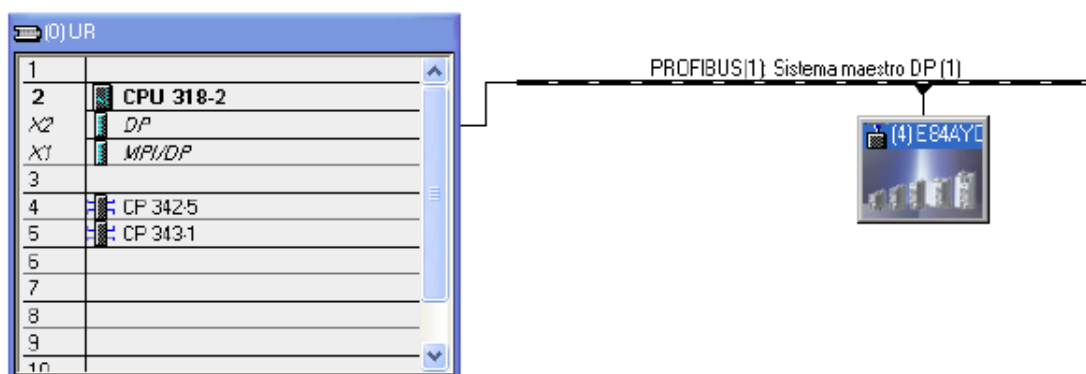


Fig.88

Una vez seleccionado el equipo tenemos que volver a comunicar los equipos pero esta vez a la inversa del PLC al equipo, por ello seleccionaremos los bits y palabras que utilizaremos para el traspaso de la comunicación.

Slot	Ident. DP	Referencia / Denominación	Dirección E	Dirección S	Comentario
1	198	PZD (3W/Kons)	288...293	288...293	
2					
3					
4					

Fig.89

En nuestro caso solo configuraremos tres palabras que son las que necesitamos para el ejemplo de seguidor de velocidad:

Palabras de entrada: PEW 288, PEW 290, PEW293

Palabras de salida: PAW 288, PAW 290, PAW293

Una vez tenemos predefinidas las palabras a utilizar entramos en el entorno del STEP7 y le creamos 4 bloques, para nuestro ejemplo:

SFC14 (DPRD_DAT)→Modulo de función que permite leer datos coherentes de un esclavo DP normalizado.

SFC15 (DPWR_DAT)→Modulo de función que permite transferir los datos de forma coherente con respecto al esclavo DP normalizado.

OB1→Bloque de organización que se ejecuta cada ciclo.

FC30→Función que gestiona el control del programa.

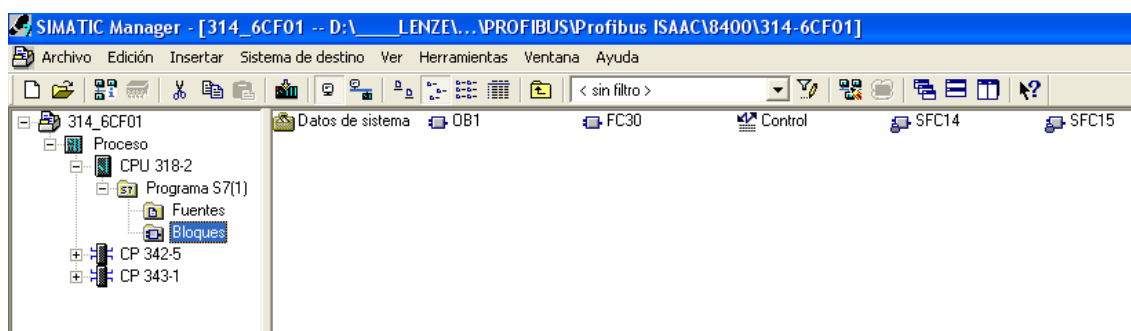


Fig.90

Para finalizar entramos en el bloque de funciones FC que hemos creado y definimos la función a realizar una vez finalizada esta definición, la programación del Profibus ya estará terminada y tendremos a nuestros equipos en comunicación.

10. Funcionamiento de la línea

Para la automatización de la línea necesitamos los actuadores que se sitúan en los finales de carrera correspondientes de cada acción, los servoposicionadores y convertidores de frecuencia tanto los 9400 de control como los 8400 para las acciones más concretas. También necesitamos de la presencia de un PLC, en nuestro caso de un S7-300, para poder gobernar las máquinas de la línea y finalmente una pantalla de visualización en nuestro caso será una pantalla táctil donde podremos interactuar con la línea y establecer los parámetros que necesitemos para la producción.

Todo ello se comunicará mediante un sistema de PROFIBUS tanto entre el PLC y la pantalla; como entre los equipos de frecuencia y el PLC, pero para poder confirmar la velocidad y sentido de giro de los motores, estos están conectados mediante un encoder a los equipos de frecuencia, lo que nos facilita y agiliza la comunicación entre ellos.

Todos estos elementos están conectados entre ellos para el correcto funcionamiento de la línea.

La línea de trefilado de cobre capilar recibe las órdenes directas desde la pantalla táctil, que se encuentra fuera de la zona de protección. En ella mediante la receta inicial se introducen los valores de la nueva serie de bobinas a realizar. En esta receta encontramos los siguientes indicadores de control.

- **Metros de Rollo:** Indica los metros de hilo de cobre que van acumulados en el rollo que se está ejecutando.
- **Rollos en Caja:** Indica el número de rollos que se llevan empaquetados en la caja.
- **Tiro de la bobinadora:** Indica el par al que está trabajando el motor de la bobinadora.
- **Consigna de Velocidad:** Esta ventana indica la velocidad seleccionada de trabajo de la máquina. Para el cambio de velocidad de la máquina se pulsa sobre esta ventana con lo que se despliega un teclado alfanumérico en el que se selecciona la velocidad deseada.

- **Lectura de Velocidad:** Visualización de la velocidad real a la que está trabajando la máquina.

Se denomina Receta al conjunto de parámetros que se guardan como parámetros de funcionamiento de la máquina para el operador las pueda seleccionar de forma rápida.

En esta pantalla se puede programar todo el abanico de posibilidades de funcionamiento de la máquina, dentro del rango de parámetros máximos y mínimos de la misma.



Fig. 91 Imagen de la pantalla con las recetas iniciales.

Una vez introducidos los datos en la pantalla éstos son enviados mediante PROFIBUS al PLC, que da paso a los actuadores iniciales de la desbobinadora.

Previamente tendremos que cargar de forma manual, también desde la pantalla táctil, la nueva bobina. Para ello realizaremos el siguiente proceso:

Proceso de carga.		
1	Bobina con material a tratar disponible.	Verificar que hay bobina disponible y con material a tratar en la mesa de rodillos que precede a la desbobinadora.
2	Subir las cadenas. (Botonera de cadenas)	Pulsar el botón de subida de las cadenas y verificar que estas levantan correctamente la bobina y sube hasta su posición final.
3	Dar orden de avance a las cadenas. (Botonera de cadenas)	Pulsar el botón de avance de las cadenas y verificar que la bobina se desplace hasta colocarse totalmente sobre la plataforma móvil de la máquina y que las cadenas se paran en ese punto.
4	Bajar las cadenas. (Botonera de cadenas)	Pulsar el botón de bajada de las cadenas y verificar que éstas bajan a su punto de reposo y que no interfiere con el movimiento de la bobina sobre la máquina.
5	Verificar el correcto apoyo de la bobina.	Verificar que la bobina ha quedado correctamente apoyada en el contra punto inferior y que ha sido centrada por este.
6	Hacer girar la bobina sobre la máquina.	Actuar sobre el pulsador de marcha de la máquina y verificar que gira sin ningún tipo de dificultad ni ruidos anormales.
7	Sacar hilo de la bobina para enhebrarlo en la máquina siguiente.	Actuar sobre el pulsador de marcha sujetando la punta del hilo hasta que haya suficiente hilo para alcanzar a la máquina siguiente en el proceso.
8	Enhebrado de la máquina siguiente del proceso.	Pasar el hilo por el detector de hilo roto “bailarín” y engancharlo en la máquina siguiente del proceso.
9	Fijación de la bobina con el contrapunto superior.	Verificar que en cuanto se ponga la máquina en modo automático el cilindro de fijación actúa y fija correctamente la bobina.

Una vez tengamos la bobina cargada, el funcionamiento en modo automático está controlado por el sistema centralizado del conjunto de la máquina que desarrolla el proceso de elaboración del material.

La primera condición que ha de cumplir para que la máquina pueda trabajar de forma automática es que el operario esté fuera de la valla de protección en la que se confina la máquina, por este motivo, la máquina en modo automático solamente funcionará cuando el sistema de control no detecte ningún tipo de anomalía, que la puerta de acceso esté correctamente cerrada y la serie de seguridad de la puerta cerrada (actuadores I0.0 y I7.1)

La desbobinadora, actuará en la mayoría de los casos como máquina esclava de alguna de las máquinas que compongan la línea de producción, por lo que la velocidad de giro le vendrá determinada por el control central del sistema productivo de tratamiento del material y siguiendo los parámetros que vaya estableciendo la máquina que haga de máster.

Para permitir la correcta regulación de la velocidad, la máquina lleva intercalado un dispositivo de resistencia variable “bailarín” que con un recorrido de 20 cm. permite que el ajuste de la velocidad de entrega del material de la desbobinadora a la máquina siguiente de la línea de producción sea constante.

Si la desbobinadora se programa como máster, será ésta la que haga el control de velocidad del hilo en tratamiento.

En nuestro caso la desbobinadora trabaja como esclavo de la trefiladora ya para poder ponerla en modo automático previamente tenemos que enhebrar el cable de cobre a la trefiladora.

Se entiende por enhebrado de la máquina al proceso de poner la máquina en condiciones de poder empezar el trefilado del hilo de cobre.



Fig.92

El proceso de enhebrado de la máquina empieza por poner el tubo a trefilar en la hilera, fig.92, para poderlo enganchar con la mordaza y enrollarlo en la llanta de tiro de la trefiladora.

Antes de empezar con el proceso de enhebrado el operador ha de realizar las operaciones necesarias para poder enhebrar la máquina.

- **Preparar la hilera:**

- Elegir la hilera adecuada y colocarla en el porta hilera.
- Meter en el tubo el dispositivo de fijación de sección del tubo en el trefilado (oliva).
- Hacerle la punta al tubo para que pase por la hilera en el dispositivo previsto para hacer la punta.

Una vez realizados estos pasos previos se pasa a colocar el tubo en la hilera, tal como se indica en la figura 92.

En la botonera de la máquina debe accionarse el pulsador de **Posición Inicial** para que el bombo se sitúe en la posición en la que se puede colocar la mordaza sobre la llanta de tiro fig. 93



Fig.93

A continuación debe cogerse la mordaza de la posición de seguridad de la forma que aparece en la figura 94 para que salga del anclaje con facilidad.



Fig. 94

Una vez realizada la acción anterior, se coloca la mordaza en la llanta, cogiéndola con las dos manos, tal como se indica en la figura 95 y se engancha en la punta del tubo a trefilar, figura 96.



fig.95



fig.96

Una vez verificado que el tubo está bien cogido a la llanta, se ha de actuar sobre el pulsador de **Marcha Bomba** para que se ponga en funcionamiento la bomba de refrigeración del tubo en la hilera.

Verificado el funcionamiento del sistema de refrigeración, debe actuarse sobre el pulsador de **Adelante** de la botonera de la máquina hasta que el bombo de una vuelta completa.



Fig. 97

Cuando haya completado una vuelta, se deja de actuar sobre el pulsador de **Adelante** para que se pare el bombo y se ha de colocar sobre el hilo el dispositivo de control de hilo roto en la entrada de la llanta de trefilado, tal como se puede ver en la figura 97.

A continuación se debe actuar sobre el pulsador del **Pisador** para que suba el pisador y sujete las espiras de hilo que se van acumulando en la llanta.

De nuevo debe pulsarse el pulsador de **Adelante** hasta que se hayan enrollado sobre la llanta un mínimo de 12 vueltas, para intentar evitar la rotura de tubo y que el cable vaya mas holgado.

Se para el giro del bombo de forma que la mordaza quede en la parte superior donde se pueda sacar ésta de la llanta una vez cortado el tubo a la que está enganchada.

Se corta el tubo con la herramienta prevista para esta operación y se saca la mordaza para colocarla en su punto de fijación.

Se sacan las espiras necesarias para que el hilo llegue a enhebrar la bobinadora o máquina siguiente en el proceso y también las necesarias para la muestra de control de calidad.

En este punto la máquina está lista para operar en modo automático, el funcionamiento en modo automático lo realiza el operador desde la pantalla digital de control y gestión del sistema.

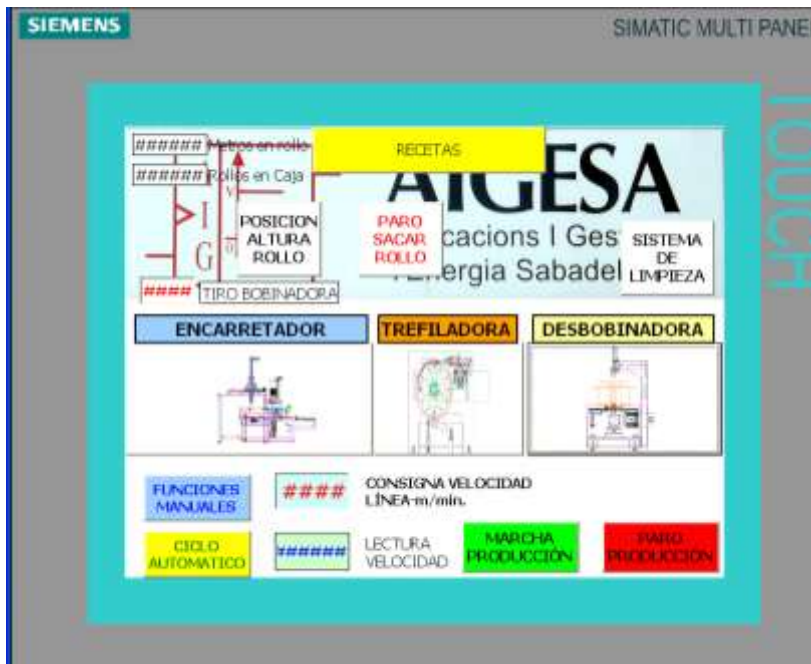


Fig.98 Interficie principal de la pantalla, indicador del estado de funcionamiento.

En el modo de funcionamiento automático, la máquina queda en disposición de seguir el programa de trabajo que se establezca desde la pantalla digital de gestión de la máquina. En caso de existir cualquier tipo de incidencia en el funcionamiento de la línea la máquina para sola y de forma controlada.

Una vez preparada la máquina trefiladora sólo falta por enhebrar al bombo parte del tubo de cobre para poder poner en funcionamiento la línea.

Cuando se empieza una bobina nueva en la trefiladora, como es en nuestro caso, el operador ha de realizar de forma manual la introducción del hilo en el dispositivo encarretador fig. 99, hasta que este llegue a pasar la cuchilla de corte del tubo. A partir de este instante la máquina ha de funcionar de forma automática.



Fig. 99 Carga manual del tubo de cobre en la bobinadora.

También existe la opción de la carga automática que se utilizara para realizar una nueva bobina sin necesidad de que el operario entre en la zona de seguridad. El dispositivo enhebrador realiza dos funciones, la primera es coger con la pinza el hilo antes de ser cortado por la cuchilla cuando se ha completado el rollo programado y el segundo es realizar un desplazamiento horizontal con el hilo cogido con la pinza para desplazar ésta hacia adelante hasta introducirlo en la ranura de enhebrado del cilindro desbobinador.

El desplazamiento del dispositivo encarretador hacia adelante hace que funcione la máquina trefiladora y bobinadora para permitir el desplazamiento del hilo de cobre.

Una vez que la máquina está cargada de forma manual, el operador ya ha de salir de la zona confinada y dar las órdenes de funcionamiento desde la pantalla de control del pupitre.

En este punto ya tenemos la línea preparada para la producción en serie de bobina de cobre capilar. Así pues en el momento en que el operario una vez haya introducido las características de las nuevas bobinas en la receta correspondiente tal y como se hizo al principio, sólo tiene que pulsar el botón de **Marcha de producción**. Previamente se deberá verificar que la línea está en la posición inicial, y en caso de que no lo esté actuar sobre el pulsador de **Rearme** (pulsador azul) para que todos los componentes se sitúen en la posición inicial.

En ese momento la trefiladora empezara a estirar de la desbobinadora que mediante un sonar ira calculando la cantidad de tubo de cobre que se le va quitando para poner el motor a la par que el de la trefiladora. Esta acción se realiza mediante un cálculo de variables en el PLC.

+36.0	PASA_M_A_mm	DINT	L#0	mm del carrete
+40.0	Diametro_Interior_Desbob	DINT	L#0	Diametro Interior del tubo en la desbobinadora
+44.0	Diametro_Interior_Bobin	DINT	L#0	Diametro Interior del tubo en la bobinadora
+48.0	Pi	DINT	L#31416	
+52.0	Diferencia_Diametros_Ent	DINT	L#0	Diferencia de diametros en la entrada
+56.0	Diferencia_Diametros_Sal	DINT	L#0	Diferencia de diametros en la salida
+60.0	Seccion_entrada	DINT	L#0	
+64.0	Seccion_salida	DINT	L#0	
+68.0	Seccion_entrada_MM	DINT	L#0	
+72.0	Seccion_Salida_MM	DINT	L#0	
+76.0	Tiro_Bobinadora	DINT	L#0	
+80.0	RadioExteriorPrimitivo	DINT	L#1	
+84.0	CuadradoRadioExteriorPri	DINT	L#1	
+88.0	RadioInteriorPrimitivo	DINT	L#1	
+92.0	CuadradoRadioInteriorPri	DINT	L#1	
+96.0	RadioExteriorFinal	DINT	L#1	
+100.0	CuadradoRadioExteriorFin	DINT	L#1	

Fig.100 Hoja de variables DB del PLC.

De esta manera aunque exista la posibilidad de la rotura de tubo por un exceso de tensión reducimos las opciones de rotura del tubo, con el correspondiente paro de la línea.

Así tenemos funcionando a los dos motores como seguidores de velocidad entre ellos, teniendo en cuenta las variaciones de peso y fuerza.

También, la desbobinadora va desbobinando, tal y como su nombre indica, y la trefiladora empieza a tensar y retorcer el cable para modificar su diámetro. Ello lo conseguirá incrementando la tensión con la bobinadora y haciendo que el tubo de cobre entre la salida de la trefiladora y el enhebrador de la bobinadora se vaya retorciendo según las necesidades.

Una vez el tubo se encuentra en la bobinadora, el operario desempeña una función más activa ya que tiene que ir comprobando y habilitando los pasos de bobinado, flejado y empaquetado.

Una vez introducidos los parámetros, se actúa sobre el pulsador de Posicionado del pupitre, con lo que se ejecutan los parámetros de la receta que se ha introducido y el desplazador del rollo bobinado se pone en la mesa de flejado, si aún no lo está.

En la pantalla principal, debe actuarse sobre el botón de **Posición Altura Rollo**. Esta actuación supone que actúe el cilindro de fijación del cilindro del bobinador para permitir que éste baje sin resistencia, figura 101, y el dispositivo que

controla la altura del rollo a realizar se posiciona a la altura fijada en la receta y pone la ranura de enhebrado enfrente del dispositivo enhebrador, figura 102.



fig. 101

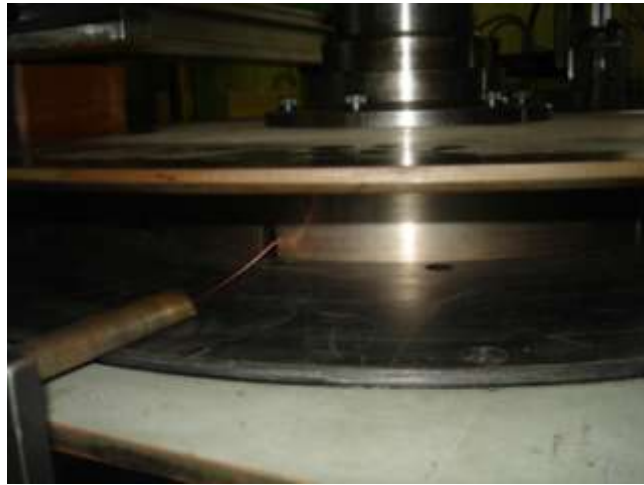


fig. 102

Finalizado el recorrido del dispositivo de altura del rollo, el actuador de fijado del cilindro bobinador sube para fijar las placas que componen el cilindro bobinador y mantenerlo estable en el proceso de bobinado.

El dispositivo de encarretado se posiciona en la posición más baja para empezar el bobinado en la parte inferior y permitir el enhebrado del cilindro.

En la puesta en marcha, la velocidad de la máquina se posiciona de forma automática en una velocidad de 5 m/s. y se mantiene hasta que el operador fije la velocidad de funcionamiento deseada o permitida según el hilo que se esté tratando.

El operador observará que el hilo no se suelta del cilindro bobinador y una vez ha dado las primeras vueltas, en la pantalla principal, apretar el botón de consigna de velocidad, pulsar para que se despliegue el teclado alfanumérico y elegir la velocidad deseada de trabajo. Elegida la velocidad y pulsado el botón de *enter*, la máquina va incrementando la velocidad de forma progresiva.

El dispositivo de encarretado se va desplazando en sentido vertical, controlado por los parámetros de las dimensiones del rollo a bobinar, haciendo que las capas del bobinado del rollo se realicen de forma uniforme.

En estas condiciones, el encarretador funciona hasta que el rollo llegue a tener los metros de hilo prefijados en la receta.

Una vez llega el rollo a los metros programados, la máquina se detiene de forma automática y se realizan las operaciones siguientes:

- El cilindro se para en posición de enhebrado del cilindro.
- El dispositivo desplazador de la bobina se desplaza hasta el rollo y activa los pisadores para sujetar la bobina, presionándola sobre el suelo de la mesa.
- El dispositivo de enhebrado activa la pinza y sujeta el hilo de cobre.
- El dispositivo de corte realiza el corte del tubo de cobre.
- El dispositivo de fijación del cilindro se activa, bajando el plato para que las placas del cilindro se aflojen y permitan la salida del cilindro del rollo realizado.
- El dispositivo de altura de rollo se activa y saca el cilindro del rollo realizado.
- Cuando el cilindro ha salido del todo, el dispositivo de traslado del rollo activa los cilindros laterales para permitir el arrastre del rollo hasta la mesa de flejado.
- El dispositivo de arrastre desplaza el rollo hasta la mesa de flejado.

En este punto se inicia el proceso de flejado del rollo de forma automática y una vez el dispositivo desplazador ha regresado a la posición de reposo el ciclo en la bobinadora comienza de nuevo de forma automática.

En el momento de flejado el operario de forma manual, fleja la boina por 4 puntos distintos mediante una flejadora manual fija. La línea está programada para que en el punto de flejado, el plato donde se encuentra en reposo en ese momento la bobina ya hueca, gire 90° siempre que el operario se lo indique mediante un pisador, hasta dejarlo tal como observamos en la imagen 103.



Fig.103 Estado final de una bobina recién flejada por un operario.

Una vez realizado el ciclo de flejado, se activa el desplazador del rollo de la mesa de flejado a la de empaquetado, figura 104, hasta dejarlo en la mesa de recogida del dispositivo empaquetador.



Fig. 104

El dispositivo de desplazamiento se sitúa debajo del rollo flejado una vez terminado el ciclo de flejado y actuando sobre el cilindro que eleva la pieza de arrastre, permite coger el rollo por la parte interior de éste.

Una vez actuado el cilindro, el dispositivo pone en marcha el motor que arrastra el rollo hasta la mesa de recogida, del dispositivo empaquetador, tal como se aprecia en la figura 105.

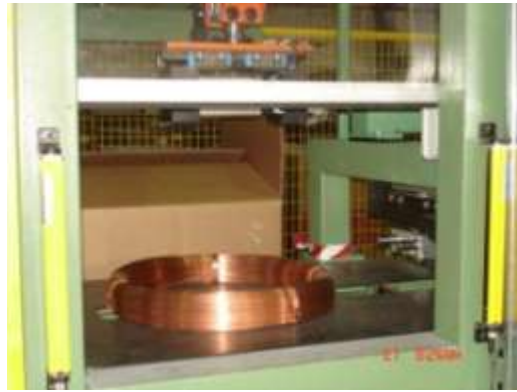


fig. 105

El dispositivo de desplazamiento cuando deposita el rollo en la mesa, desactiva el dispositivo elevador de la pieza de arrastre y se sitúa en la posición de reposo, para permitir la actuación del dispositivo de empaquetado.

La mesa de paletizado está prevista para que el operador pueda realizar diferentes operaciones sobre el rollo de tubo bobinado, como la colocación de etiquetas y la colocación de tapones en los dos extremos del tubo.

El funcionamiento de la máquina puede seleccionarse para que se realice de forma automática o de forma manual.

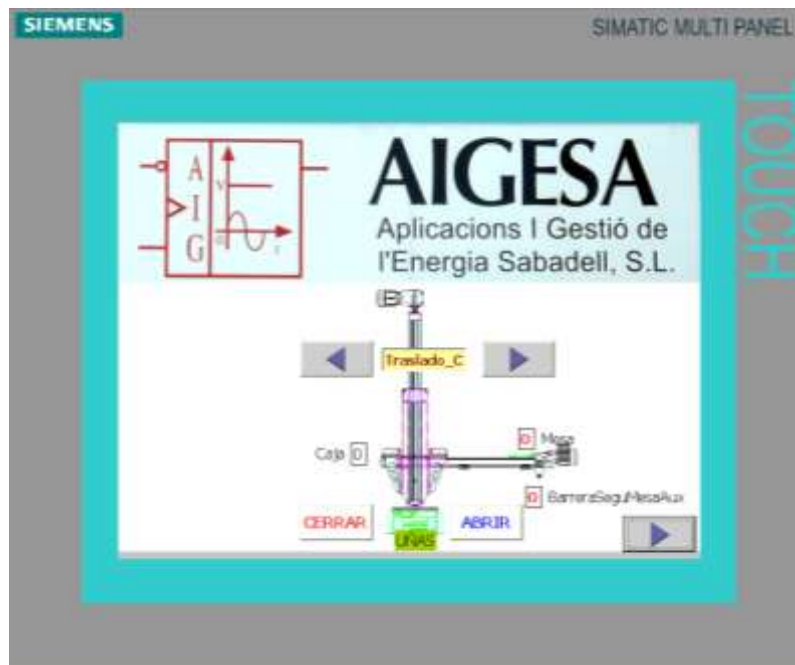


Fig. 106

Si se elige el funcionamiento manual, la máquina es controlada mediante la pantalla táctil de control de la máquina. En ella pueden realizar las operaciones de desplazamiento horizontal y vertical.

Si por el contrario escogemos el empaquetado de manera automática observaremos que cuando un rollo es depositado en la mesa de paletizado, el desplazador horizontal baja hasta que las uñas del cabezal entran debajo de la mesa, con lo que se asegura que pueda coger el rollo sin afectar al hilo del rollo.

Detectado que el cabezal está en la posición de recogida, se activa el cilindro del cabezal, abriéndose éste y sujetando el rollo por la parte interior.

En esta posición, el dispositivo se queda a la espera de que el operador dé la orden de paletizar mediante el pulsador de paletizado del pupitre. Esta opción está concebida para garantizar que se ha introducido el separador entre cada uno de los rollos que se van depositando en la caja.

Cuando el operador pulsa el botón de paletizado, el desplazador vertical sube hasta la posición superior. Una vez alcanzado el punto superior el desplazador horizontal se desplaza hasta colocarse en la vertical de la caja e inicia el desplazamiento descendente hasta que detecte el punto de depositar el rollo en la caja.



Fig. 107

El operador de la máquina debe realizar la operación de colocación del cartón separador antes de actuar sobre el pulsador de paletizado.

El cabezal de paletizado está equipado con un dispositivo que detecta la presencia del último rollo paletizado. Este dispositivo hace que el cabezal suelte el rollo actuando sobre el cilindro, a una altura de 5 cm. Por encima del rollo anterior o separador entre rollos.

La caja que va puesta sobre un palé para poderla sacar con medios de transporte mecanizados va protegida mediante una barrera magnética que paraliza todo movimiento del paletizador cuando se introduce algún objeto u órgano del operador de la máquina u otra persona que pueda pasar por delante de la máquina. La barrera tiene como función principal proteger al operador de la máquina cuando éste introduce el separador previsto entre cada rollo depositado en la caja.

El número de rollos a colocar en cada caja se programa y controla desde la pantalla táctil de control de la máquina.

Este control hace que el dispositivo se pare cuando se ha llegado al número previsto y no se pone de nuevo activo mientras no se cambie la caja y se indique esta situación mediante la pantalla digital.

De esta manera tenemos funcionando la línea con una sola bobina de carga, que hemos introducido en la desbobinadora inicialmente y sacamos una media de entre 9 o 10 bobinas con diámetros diferentes, según las necesidades, en prácticamente 1 hora, optimizando, tal y como era nuestro objetivo inicial, el tiempo y el espacio.

11. Conclusiones

Al principio del proyecto teníamos un claro objetivo que era de la realización de una nueva línea de producción de cobre trefilado, podemos decir sin lugar a duda que este objetivo lo hemos cubierto con creces mejorando tanto el anterior sistema de producción a la vez que creando una línea puntera en el sector de la industria.

Con la nueva línea de cobre trefilado, hemos incrementado la velocidad en un 35%, sobre las líneas existentes, cumpliendo uno de los objetivos particulares de la línea.

Se ha utilizado la última generación de convertidores de frecuencia los cuales ofrecen, fiabilidad, velocidad de respuesta y motores específicos para trabajar con estos variadores que disminuyen el consumo energético de forma sustancial, objetivo prioritario del cliente.

Hemos conseguido la eliminación de diversas operaciones manuales y de traslado, con lo que se ha incrementado la seguridad en todo el proceso productivo.

De este modo hemos cumplido los objetivos generales del proyecto cumpliendo las especificaciones de los objetivos específicos de la nueva línea, en el cual debíamos mejorar el rendimiento de la línea y la seguridad de los operarios.

12. Líneas futuras de trabajo

Una vez concluida la implantación de las máquinas que conforman la línea queda constatado que cada una de ellas puede trabajar por separado en aplicaciones similares o en diferentes líneas de producción. En este proyecto la solicitud a partido de las necesidades de la empresa peticionaria, motivo por el que el sistema de control de todas las máquinas está centralizado en un solo equipo de control.

Las posibilidades que ofrecen las máquinas para diferentes clientes nos lleva a trabajar en la línea de individualizarlas, de forma que puedan ser instaladas en cualquier línea de producción mediante un sistema de control distribuido.

Otra de las posibles mejoras para una nueva línea de trefilado de cobre es la de automatización del proceso de flejado, mediante el cual eliminaríamos una nueva acción manual que nos permitirá disminuir el tiempo de proceso total de producción de la línea a la vez que podríamos centralizar la función del operador en un seguimiento y control del proceso productivo.

13. Bibliografía y recursos electrónicos web

- 1.- “ *L-force Servo Drives 9400, manual de software*”, Lenze Drive Systems GmbH, 2007.
- 2.- “ *L-force Inverter Drives 8400 HighlineC, manual de software*”, Lenze Drive Systems GmbH, 2008.
- 3.- “ *L-force Inverter Drives 8400 StatelineC, manual de software*”, Lenze Drive Systems GmbH, 2008.
- 4.- “ *L-force communication, PROFIBUS*”, Lenze Drive Systems GmbH, 11/2008.
- 5.- “*Manual de formación para soluciones generales en automatización, Totally Integrated Automation (TIA), Módulo B5 programación estructurada con bloques de función*”, Siemens, 02/2002.
- 6.- “*Simatic, lista de instrucciones (AWL) para S7-300 y S7-400*”, Siemens, 08/2002.
- 7.- “*Simatic WinCC flexible 2005, Compact*”, Siemens, 06/2005.
- 8.- **Boix. O**, “*Automatització industrial amb grafcet*”, Edicions UPC, 2001.
- 9.- **R.Modesti. Mario**, “*Principios control y automatización*” [en línea], disponible en: <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes.html>, consultado <23/11/09>.
- 10.- “ *RD 488/97*”, [en línea], disponible en: <http://noticias.juridicas.com>, consultado <23/11/09>.
- 11.- “ *NTP 252: Pantallas de visualización de datas: condiciones de iluminación*”, [en línea], disponible en: <http://www.insht.es>, consultado <23/11/09>.

12.- “ *Directiva 90/270 CEE*”, [en línea], disponible en:
<http://www.bet.es/legislacion/vigente.html> , consultado <23/11/09>.

13.- www.siemens.es
Pagina del equipo de control utilizado.

14.- www.lenze.es
Pagina de los diferentes equipos de frecuencia utilizados.

15.- www.profibus.org
Pagina del sistema de comunicación utilizado.

16.- www.ua.es
Pagina de la universidad de alicante, con acceso a todas las enciclopedias online gratuitas.

14. Anexo I: Características técnicas del material utilizado

DATOS TÉCNICOS DE LOS COMPONENTES DE LA DESBOBINADORA

- **Variador de Frecuencia.**

Servo Drives 9400

Tipo: E94ASHE0324B22NNPM

Versión: HighLine

Intensidad: 32 A.

Frecuencia de corte: 8 khz.

Tensión: 400 V. AC.

Potencia máxima: 15,00 kw.

Tipo de seguridad módulos: E94AYAB

Modulo de memoria: E94AYM22

Tipo expansión módulo: E94AYCPM

Expansión modulo 1: PROFIBUS.

- **Motor-reductor Lenze**

Tipo de motor: GKS07-3M HAK 132C22

Datos técnicos:

- Potencia nominal: 7,5 kW
- Velocidad nominal: 1455 rpm
- Corriente nominal: 17 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Tensión nominal: 400 V +-10%
- Factor de potencia: 0,76
- Par nominal: 49.50 Nm
- Índice de Protección: IP54
- Clase de temperatura: F
- Eje de Motor dxi: 38x80 con chaveta
- Protección de motor: TKO (Contacto térmico NC)
- Eje de salida: H- eje hueco 55.
- Brida de salida: K-300 agujeros pasantes

- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estándar
- Lubricante: CLP 460
- Color: RAL 7012 = Gris basalto
- Unidad de ventilación: Montado
- Versión de Freno: B1 – Freno de muelles
- Talla de freno: 14
- Tensión de freno: 230 V. AC.
- Par de freno: 60 Nm.
- Transductor: Resolver

- **Cilindro contrapunto superior.**

Fabricante: Rexroth

Serie: PARA-DA

Tipo: 040-0250

Juego de montaje: CM2-PM5-M012-M2-A

Brida de unión: CM1-MF1-040-M2-A.

- **Cilindros de elevación.**

Fabricante: SMC

Serie: MGP

Tipo: MGP63TF-100

DATOS TÉCNICOS DE LOS COMPONENTES DE LA TREFILADORA

- **Variador de Frecuencia.**

Servo Drives 9400

Tipo: E94ASHE0024B22PMNN-S0034N

Versión: HighLine

Intensidad: 32 A.

Frecuencia de corte: 8 khz.

Tensión: 400 V. AC.

Potencia máxima: 15,00 kw.

Tipo de seguridad módulos: E94AYAB

Modulo de memoria: E94AYM22

Tipo expansión módulo: E94AYCPM

Expansión modulo 1: PROFIBUS.

• **Motor-reductor Lenze:**

Tipo de motor: GKS07-3M HAR 160-32

Datos técnicos:

- Potencia nominal: 15 kW
- Velocidad nominal: 1460 rpm
- Corriente nominal: 27,8 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Tensión nominal: 400 V +-10%
- Factor de potencia: 0,87
- Par nominal: 98,10 Nm
- Índice de Protección: IP54
- Clase de temperatura: F
- Protección de motor: TKO (Contacto térmico NC)
- Eje de salida: H- eje hueco 55.
- Brida de salida: K-300 agujeros pasantes
- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estándar
- Lubricante: CLP 460
- Color: RAL 7012 = Gris basalto
- Unidad de ventilación: Montado
- Versión de Freno: B1 – Freno de muelles
- Talla de freno: 14
- Tensión de freno: 230 V. AC.
- Par de freno: 80 Nm.
- Transductor: Resolver

• **Cilindro Porta hilera.**

Fabricante: SMC

Serie: C95

Tipo: ECDQ2A-32-125-D

Junta flotante: JA30-10-125

• **Cilindros de elevación.**

Fabricante: SMC

Serie: C95

Tipo: cp95sb40-30 de 150 mm. de carrera

- **Regulador de presión de entrada.**

Fabricante: Rexroth.

Presión máxima. 7 Bars

DATOS TÉCNICOS DE LOS COMPONENTES DE LA BOBINADORA

- **Variador de Frecuencia.**

Servo Drives 9400

Tipo: E94ASHE0324B22NNPM

Versión: HighLine

Intensidad: 32 A.

Frecuencia de corte: 8 khz.

Tensión:400 V. AC.

Potencia máxima: 15,00 kw.

Tipo de seguridad módulos: E94AYAB

Modulo de memoria: E94AYM22

Tipo expansión módulo: E94AYCPM

Expansión modulo 1: PROFIBUS.

- **Variador de Frecuencia.**

Servo Drives 9400

Tipo: E94ASHE024B22PMNN-S0034N

Versión: HighLine

Intensidad: 1,5 A.

Frecuencia de corte: 8 khz.

Tensión:400 V. AC.

Potencia máxima: 0,37 kw.

Tipo de seguridad módulos: E94AYM22

Modulo de memoria: E94AYM22

Tipo expansión módulo: E94AYCPM

Expansión modulo 1: PROFIBUS.

- **Variador de Frecuencia.**

- 3 Servo Drives 8400**

- Tipo: E84AVHCE114SX0-PMXXX

- Versión: StateLine C

- Intensidad: 3,2/ 2,6 A.

- Tensión:400 V. AC.

- Potencia máxima: 1,10 kw.

- Índice de protección: IP20

- Módulo comunicación: PROFIBUS.

- **Variador de Frecuencia.**

- 3 Servo Drives 8400**

- Tipo: E84AVHCE1124SX0

- Versión: HighLine

- Intensidad: 3,2/ 2,6 A.

- Tensión:400 V. AC.

- Potencia máxima: 1,10 kw.

- Índice de protección: IP20

- Módulo comunicación: PROFIBUS.

- **Motor-reductor Lenze:**

- Tipo de motor:** GKS07-3M VCK 132C22

- Datos técnicos:**

- Potencia nominal: 7,5 kW

- Velocidad nominal: 1455 rpm

- Corriente nominal: 17 A

- Frecuencia nominal: 50 Hz

- Tensión nominal: 400 V +-10%

- Factor de potencia: 0,76

- Par nominal: 49.50 Nm

- Índice de Protección: IP54

- Clase de temperatura: F

- Eje de Motor dxi: 38x80 con chaveta

- Protección de motor: TKO (Contacto térmico NC)

- Eje de salida: H- eje hueco 55.
- Brida de salida: K-300 agujeros pasantes
- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estándar
- Lubricante: CLP 460
- Color: RAL 7012 = Gris basalto
- Unidad de ventilación: Montado
- Versión de Freno: B1 – Freno de muelles
- Talla de freno: 14
- Tensión de freno: 230 V. AC.
- Par de freno: 60 Nm.
- Transductor: Resolver

● **Motor-reductor Lenze:**

Tipo de motor: GKR04-2M HAK 063C32

Datos técnicos:

- Potencia nominal: 0.18 kW
- Velocidad nominal: 1365 rpm
- Corriente nominal: 0.58 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Tensión nominal: 400 V +-10%
- Factor de potencia: 0,70
- Par nominal: 73 Nm
- Índice de Protección: IP54
- Clase de temperatura: F
- Protección de motor: TKO (Contacto térmico NC)
- Eje de salida: H- eje hueco 20.
- Brida de salida: K-300 agujeros pasantes
- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estándar
- Lubricante: CLP 460
- Color: RAL 7012 = Gris basalto

3 motor: GKR04-2M HAR 080C32

Datos técnicos:

- Potencia nominal: 0.75 kW
- Velocidad nominal: 1410 rpm
- Corriente nominal: 1,9 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Tensión nominal: 400 V +-10%
- Factor de potencia: 0,80
- Par nominal: 5,10 Nm
- Índice de Protección: IP55
- Clase de temperatura: F
- Protección de motor: TKO (Contacto térmico NC)
- Eje de salida: H- eje hueco 20.
- Brida de salida: K-300 agujeros pasantes
- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estándar
- Lubricante: CLP 460
- Color: RAL 7012 = Gris basalto

Tipo de motor: GKS04-3M HAK 063C42**Datos técnicos:**

- Potencia nominal: 0.25 kW
- Velocidad nominal: 1370 rpm
- Corriente nominal: 10,82 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Tensión nominal: 400 V +-10%
- Factor de potencia: 0,80
- Par nominal: 1.70 Nm
- Índice de Protección: IP54
- Clase de temperatura: F
- Protección de motor: TKO (Contacto térmico NC)
- Eje de salida: H- eje hueco 20.
- Brida de salida: K-300 agujeros pasantes
- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estándar

- Lubricante: CLP 460
- Color: RAL 7012 = Gris basalto

● **Motor AC asíncrono con resolver Lenze:**

Tipo de motor: MDFMARS132-12.

Datos técnicos:

- Potencia nominal: 9.7 kW
- Velocidad nominal: 2555 rpm
- Corriente nominal: 19.1 A
- Frecuencia nominal: 87 Hz
- Tensión nominal: 400 V +-10%
- Factor de potencia: 0,70
- Par nominal: 36.20 Nm
- Indice de Proteccion: IP54
- Clase de temperatura: F
- Eje de Motor dxi: 38x80 con chaveta
- Proteccion de motor: KTY y contacto termico abierto
- Caja de bornes: En posición 2
- Tipo de conexión: Estandar
- Forma Constructiva motor: B3
- Transductor: Resolver
- Refrigeracion: Ventilación 1-220-240VCA
- Color: Imprimacion

● **Pantalla Tactil Siemens EPM-H520:**

Tipo: EPM-H520

Datos técnicos:

- Pantalla tactil
- Tensión de alimentación: 24 V DC.
- Display: Graficos, LCD 256 colores
- Resolucion (píxel): 640x480
- Programa de aplicación: 2MB

- Indice de proteccion: IP 65 cara frontal

-Sistema de bus (CAN): 1

- **Cilindro contrapunto superior.**

Fabricante: Rexroth

Serie: PARA-DA

Tipo: 040-0250

Juego de montaje: CM2-PM5-M012-M2-A

Brida de unión: CM1-MF1-040-M2-A.

- **Cilindros de elevación.**

Fabricante: SMC

Serie: MGP

Tipo: MGP63TF-100

15. Anexo II: Esquema neumático de los actuadores

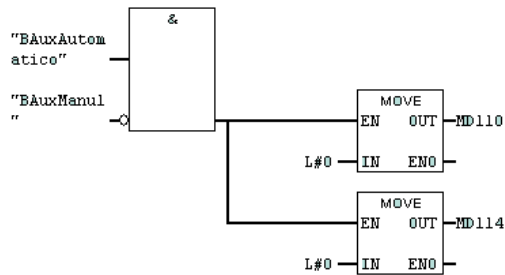
16. Anexo III: Código PLC, funcionamiento lineal de la línea de producción

FC18 : FUNCIONAMIENTO SICRONIZADO DE LA LINEA

Comentario:

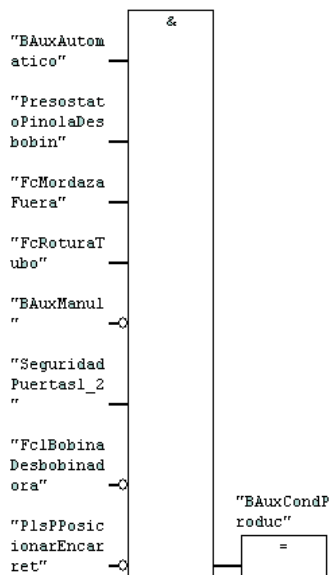
Segm. 1: Poner a "0" los bits AUXILIARES de manual

Comentario:



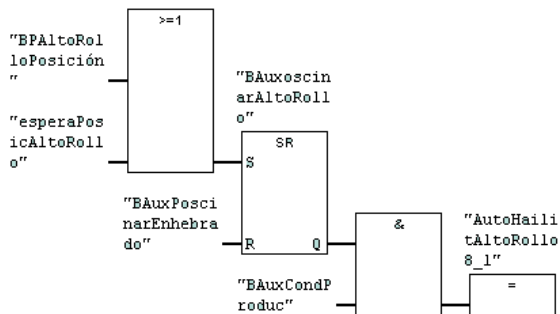
Segm. 2 : Condiciones Iniciales arranque en Producción

Comentario:



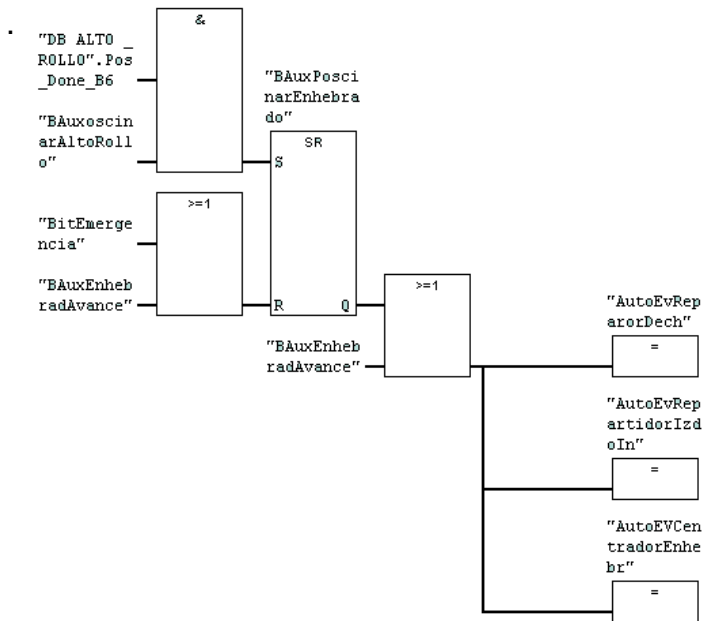
Segm. 3 : POSICIONAR ALTO ROLLO

Comentario:



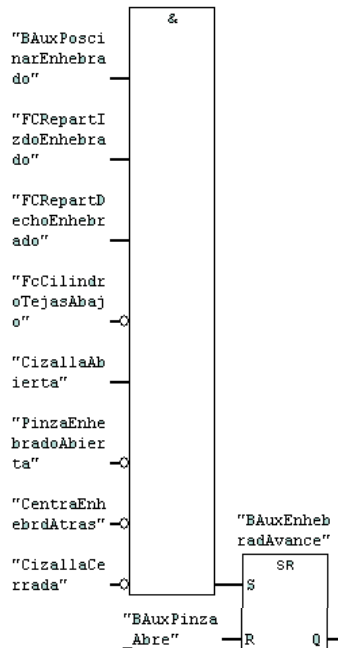
Segm. 4 : POSICIONAR ENHEBRADO

Comentario:



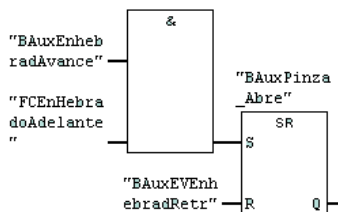
Segm. 5 : CILINDRO DE ENHEBRADO AVANCE

Comentario:



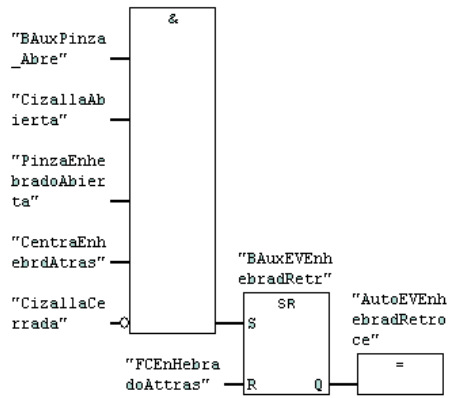
Segm. 6 : ABRE PINZA

Comentario:



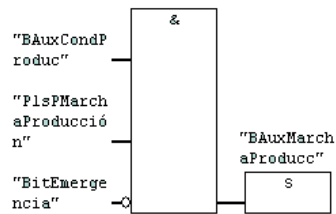
Segn. 7 : ENHEBRADO RETROCEDE

Comentario:



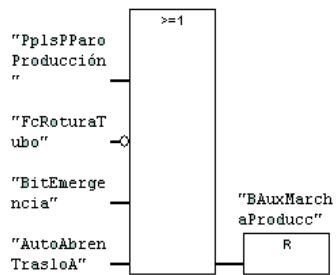
Segn. 8 : Bit de Marcha en Producción

Comentario:



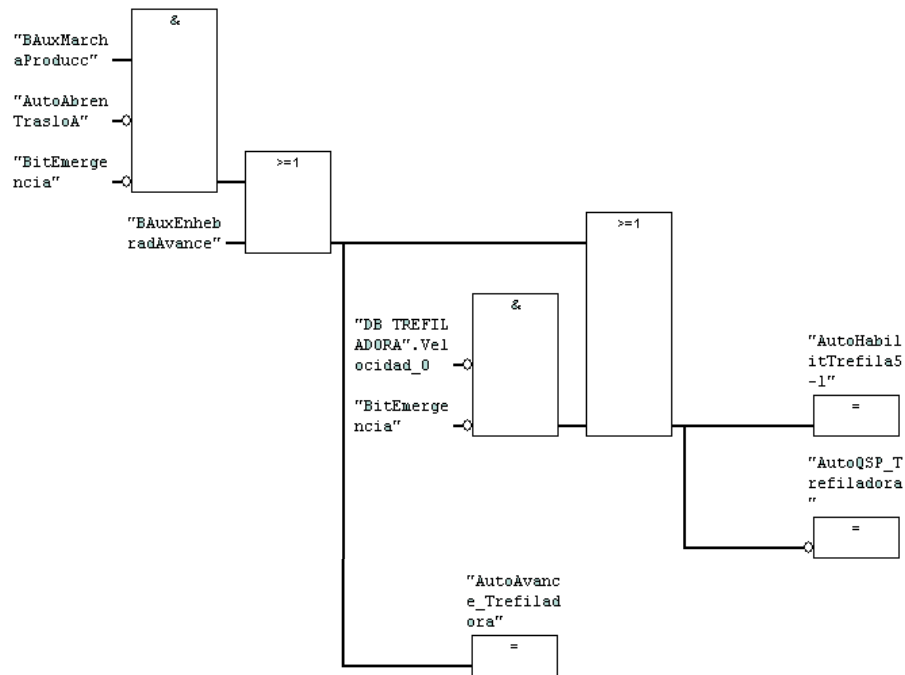
Segn. 9 : Bit de Marcha en Producción

Comentario:



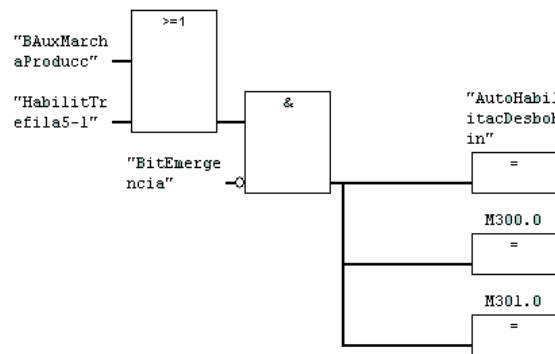
Segm. 10 : Trefiladora

Comentario:



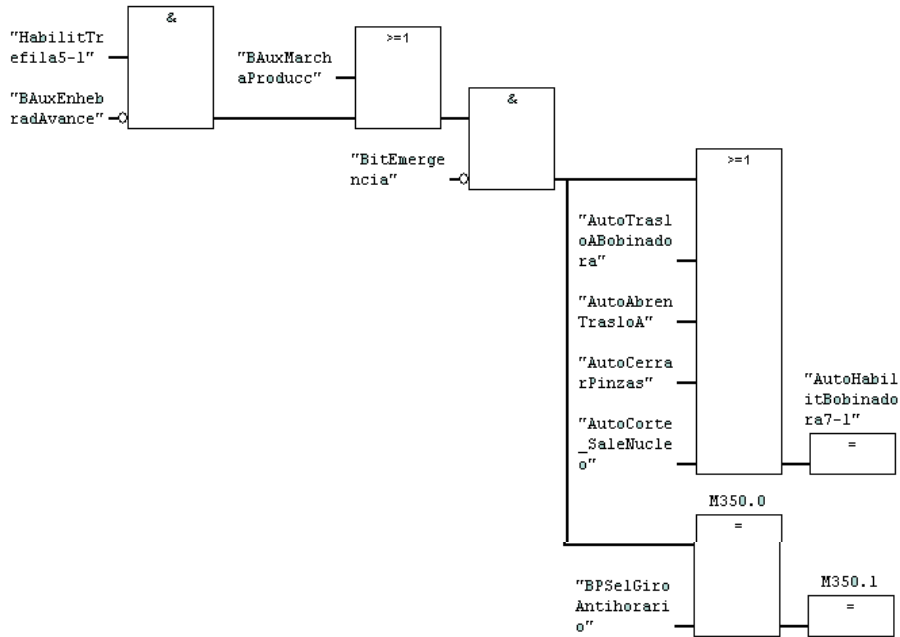
Segm. 11 : Desbobinadora

Comentario:



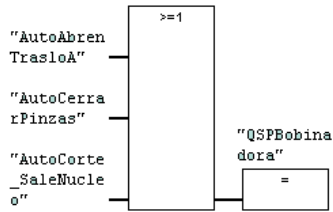
Segm. 12 : Bobinadora

Comentario:



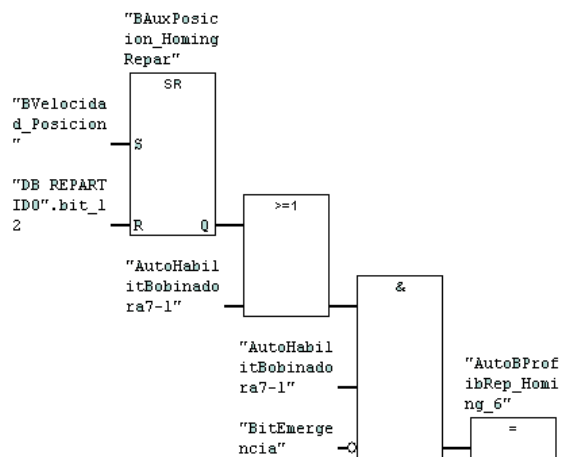
Segm. 13 : QSP Bobinadora

Comentario:



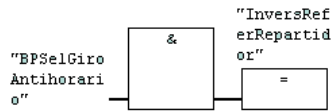
Segm. 14 : Repartidor

Comentario:



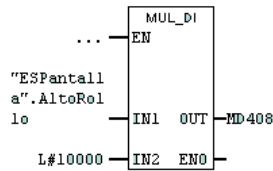
Segm. 15: Inversión del sentido de referencia del repartidor

Comentario:



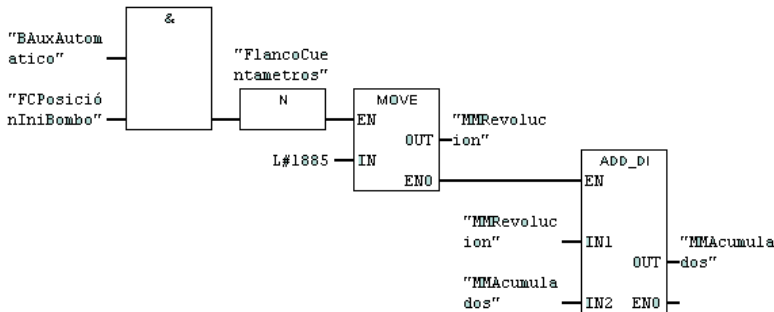
Segm. 16: Altura de rollo

DATO DE ALTURA DE ROLLO MD408



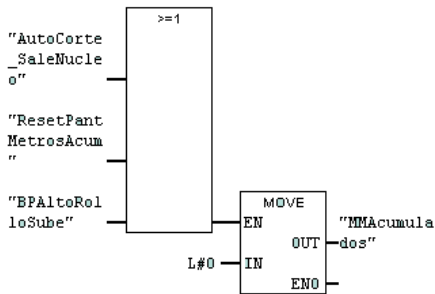
Segm. 17: SUMA 1885 mm POR PULSO DE E3.1

Comentario:



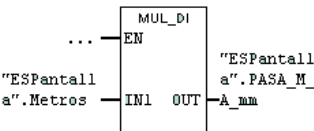
Segm. 18: Reinicia el conteo de metros _ROLLO NUEVO_

Comentario:



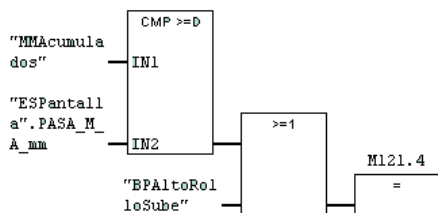
Segm. 19: Título:

Comentario:



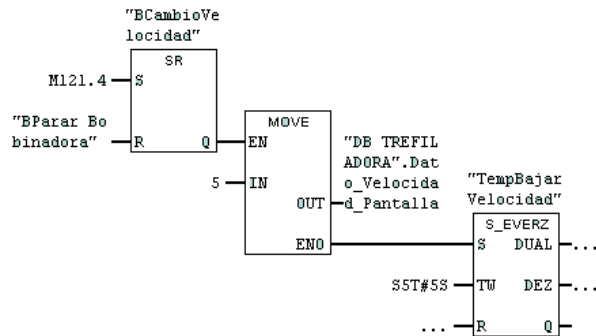
Segm. 20: Título:

proceso de parada por metros alcanzados o parada por pulsador de fin de rollo



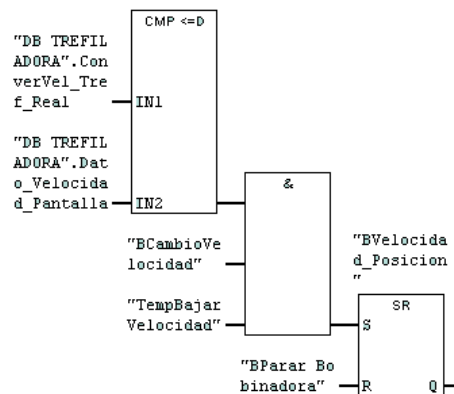
Segn. 21: REDUCIR VELOCIDAD PARA CAMBIO DE ROLLO

Comentario:



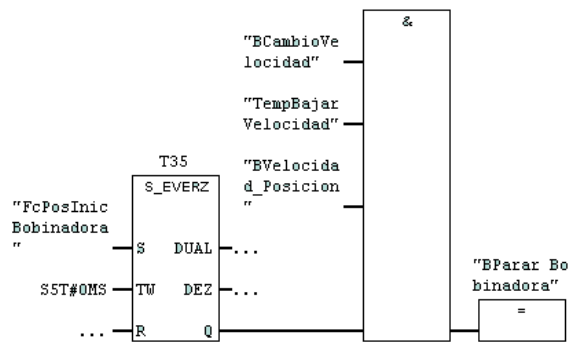
Segn. 22: Bit de Velocidad de Posicionado

Comentario:



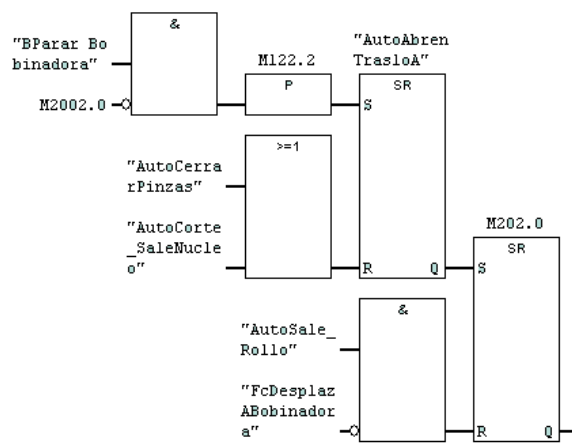
Segn. 23: Bit de parada de Bobinadora por fin de rollo

Comentario:



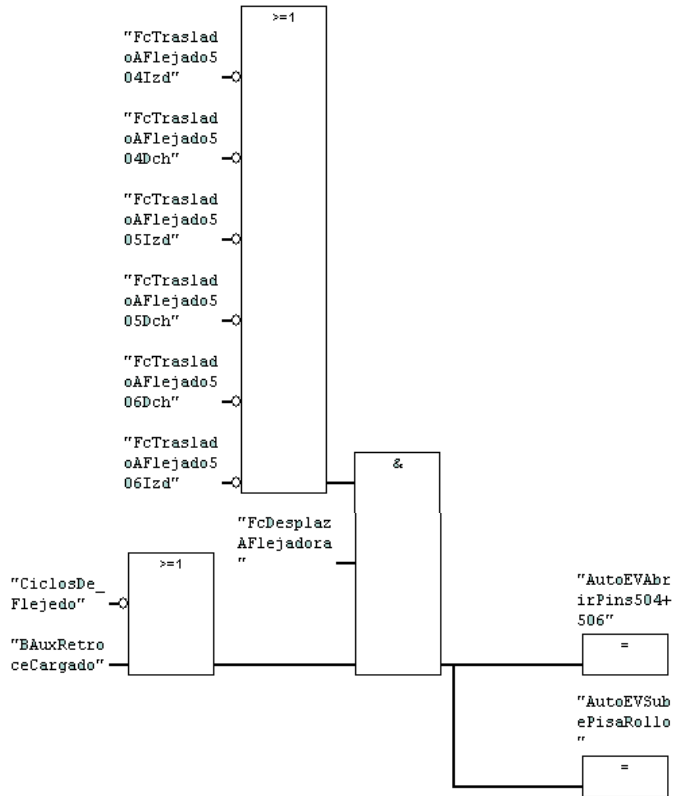
Segn. 24: Rollo en Bobinadora

Comentario:



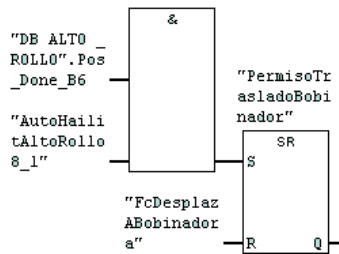
Segn. 25 : Abren las pinzas 504, 506 y 505

Comentario:



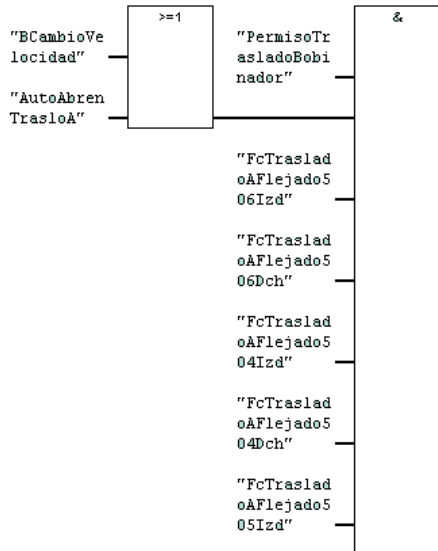
Segn. 26 : Titulo:

Comentario:



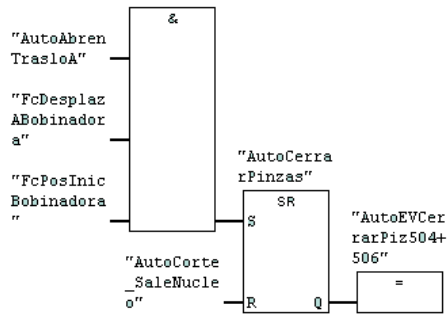
Segn. 27 : TRASLO "A" BOBINADORA

Comentario:



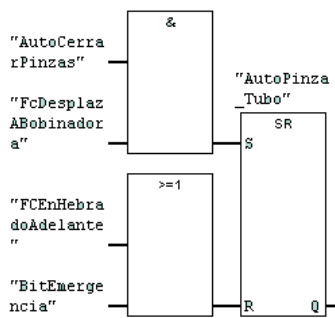
Segm. 28 : Cierran las pinzas 504, 506 y 505

Comentario:



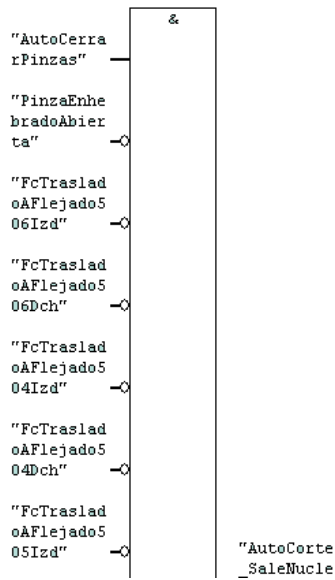
Segm. 30 : Pinza de enhebrado Cierra

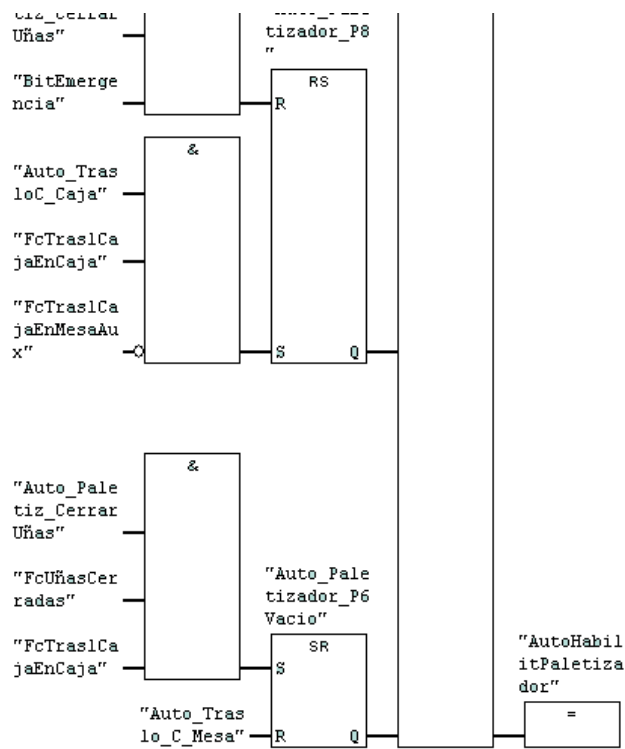
Comentario:



Segm. 31 : Titulo:

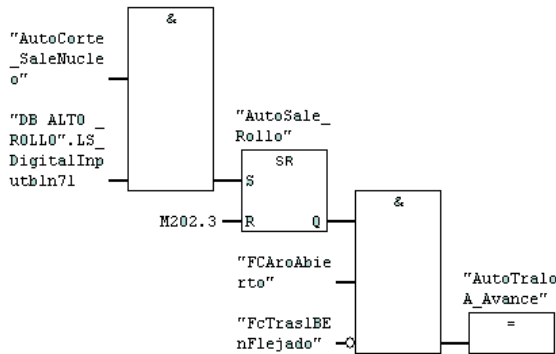
Comentario:





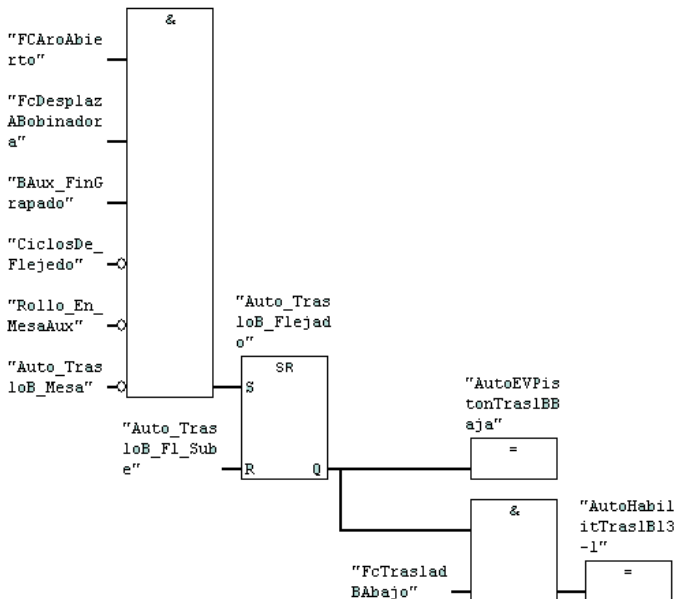
Segm. 32: TRASLO "A" A FLEJADORA

Comentario:



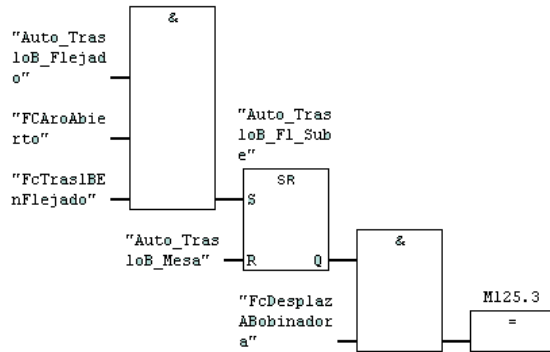
Segm. 33: HABILITA TRASLADO B

Comentario:



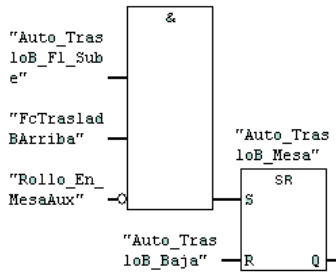
Segm. 34 : Titulo:

Comentario:



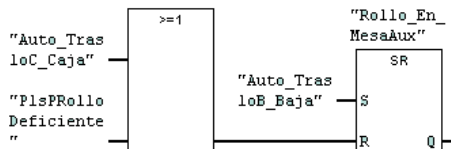
Segm. 35 : TARSLO B A MESA

Comentario:



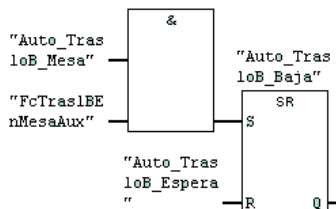
Segm. 36 : rolo en Mesa Auxiliar

Comentario:



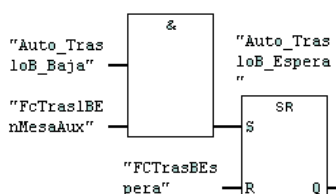
Segm. 37 : Piston Traslo A Baja

Comentario:



Segm. 38 : Traslo A a posicion de espera

Comentario:

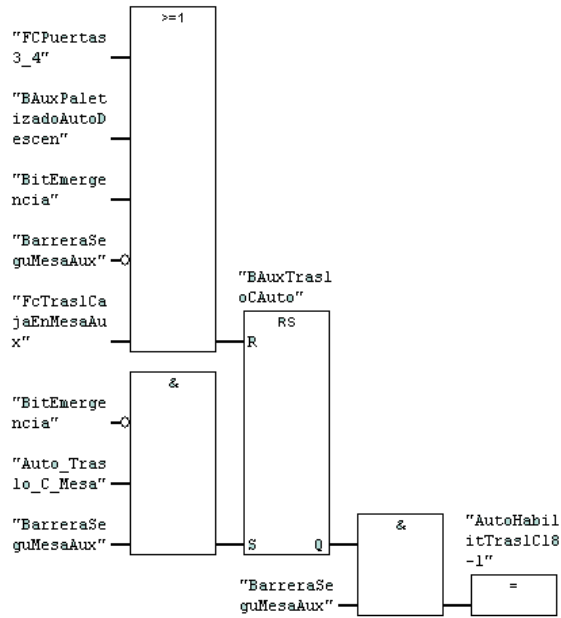


FC19 : Título:

Comentario:

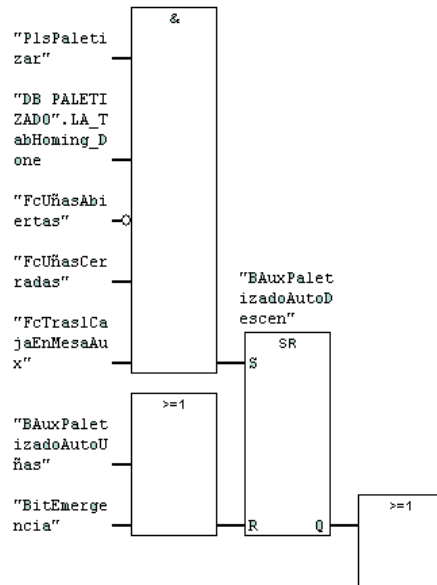
Segm. 1: Bit Auxiliar de Traslado C en Automatico -A MESA AUXILIAR-

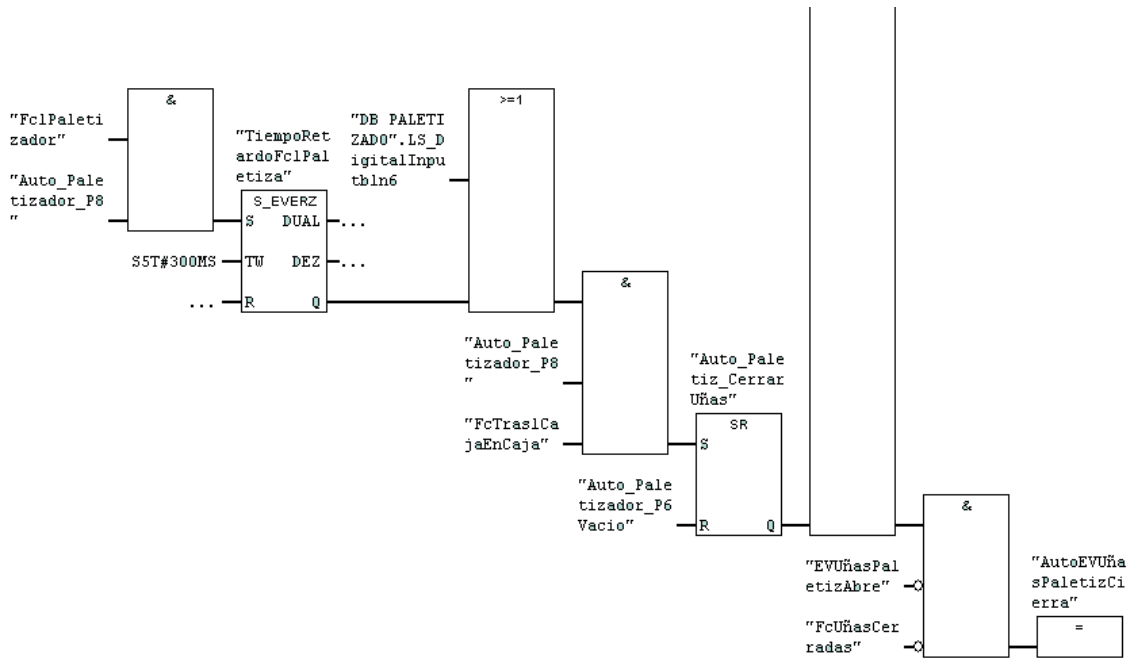
Comentario:



Segm. 2 : Cerrar Uñas

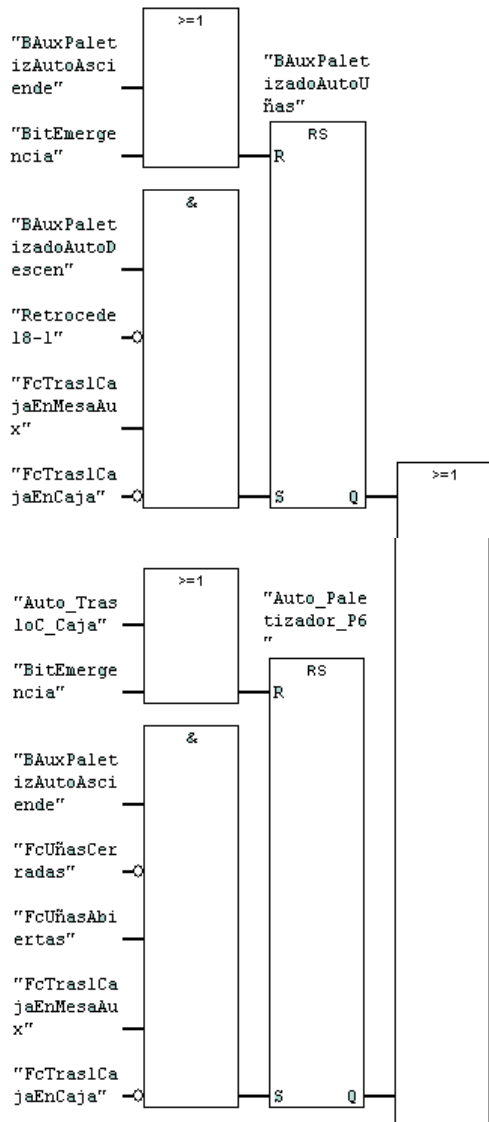
Comentario:



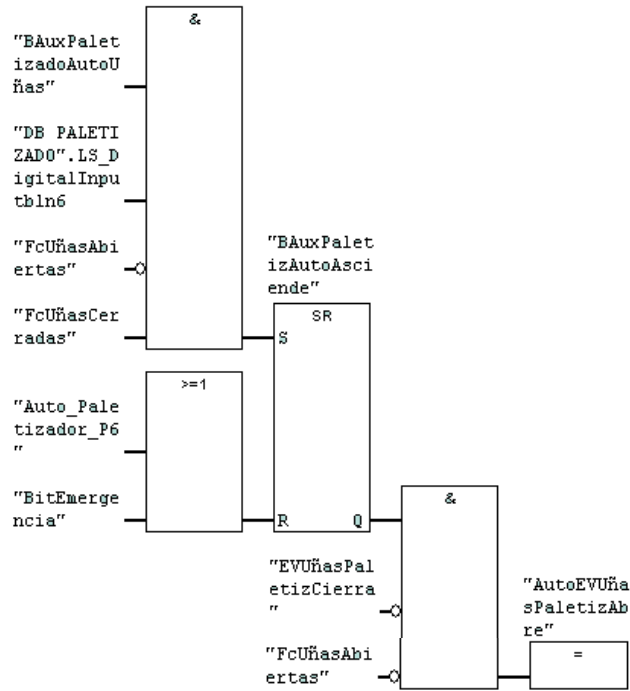


Segm. 3 : Posicionado PALETIZADOR

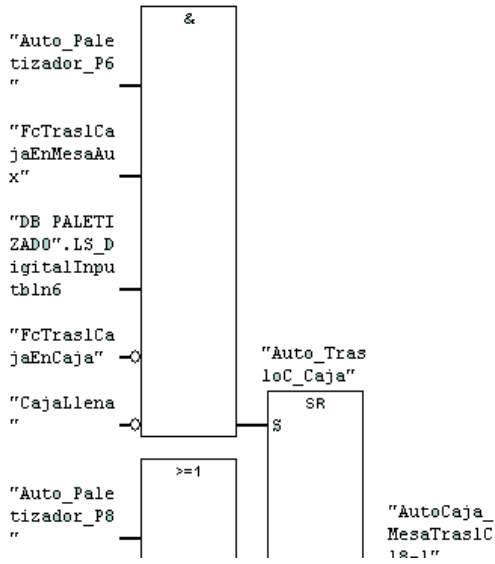
Comentario:

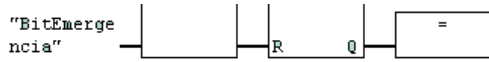


Segm. 4 : Abrir Uñas



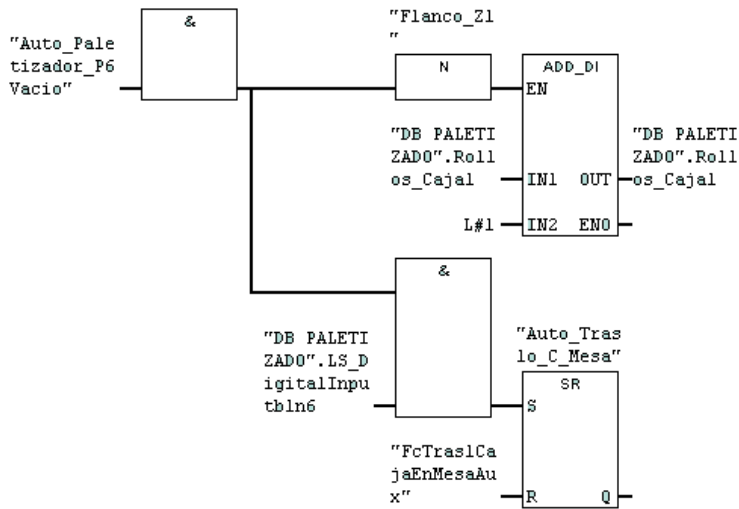
Segm. 5 : Traslado C de Mesa Auxiliar a Caja





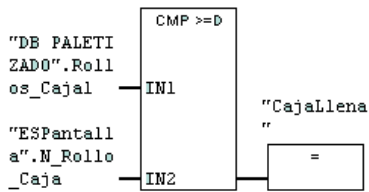
Segm. 6 : Contador de rollos en caja

Comentario:



Segm. 7 : Rollos en caja

Comentario:



Segm. 8 : Titulo:

Comentario:

