

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

MÁSTER EN INGENIERÍA MECATRÓNICA



Mejora de eficiencia en cuellos de botella de una línea de mecanizado

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER PRESENTADO POR:

Manuel Francisco Pérez García

Bajo la dirección de:

Tutor universidad: Ricardo Pizá Fernández

Cotutor empresa: Pablo Guerra Martínez

Valencia, Septiembre de 2018

CONTENIDO DEL PROYECTO

- 1.MEMORIA
- 2.PLANOS
- 3.PLIEGO DE CONDICIONES
- 4.PRESUPUESTO

1. MEMORIA

Resumen

En el presente proyecto se focaliza la atención en los procesos/máquinas que provocan un proceso productivo más lento dentro de la línea. Como se dice en industria, 'una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil', el eslabón más débil hace referencia a los procesos que ralentizan el proceso o lo que es lo mismo, que provocan 'cuellos de botella'. La existencia de 'cuellos de botella' provoca una restricción de la capacidad de la línea que produce un descenso considerable de la eficiencia. A lo largo del proyecto, se expondrán diferentes máquinas que son críticas en la línea y se desarrollaran las mejorar para mejorar la eficiencia en los procesos que son 'cuellos de botella', mediante la aplicación de soluciones técnicas de ingeniería, como son PLC's de última generación, nuevas técnicas de programación de autómatas, servoaccionamientos y gráficas de control de procesos. Gracias a estas herramientas se mejorará los tiempos de dichos procesos para adecuarlos al resto de la línea, para así, aumentar la capacidad de producción a lo largo de dicha línea de procesos.

Se desarrollara el proceso de diseño de las aplicaciones seleccionadas, exponiendo el contenido del diseño del sistema mecánico, eléctrico y control de la aplicación o actuador. Las aplicaciones forman parte de la línea de mecanizado y por consiguiente se han encontrado dificultados a la hora de toma de datos o información de la máquina debido a los tiempos de producción de la factoría. Se debe puntualizar que en el presente trabajo no se desarrolla el estado actual de la aplicación ya que dispone de numerosos sistemas de los cuales el presente proyecto no entra, por lo que se ha decidido explicar las diferentes partes de la máquina para poder comprender el global de los sistemas. En el presente proyecto se focaliza el desarrollo y explicación de los sistemas que intervienen en las modificaciones.

Contenido

TABLA DE ILUSTRACIONES.....	I
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Timing del proyecto	4
CAPÍTULO 2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	5
2.1. Problema planteado	5
2.2. Análisis de cuellos de botella de la línea	7
2.3. Solución adoptada	9
CAPÍTULO 3. CONTENIDO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	10
3.1. Descripción inicial	10
3.1.1. Calibre automático	10
3.1.2. Lavadora transfer	11
3.2. Diseño sistema mecánico	12
3.2.1. Dimensionado	12
3.2.2. Selección de componentes.....	13
3.2.3. Rediseño mecánico.....	13
3.3. Diseño sistema eléctrico	14
3.3.1. Componentes de seguridad.....	15
3.4. Diseño del sistema control	17
3.4.1. Autómata programable o PLC	17
3.4.2. Lenguaje de programación	18
3.4.3. Tipo de comunicación.....	19
CAPÍTULO 4. CALIBRE AUTOMÁTICO	21
4.1. Descripción	21
4.1.1. Sistema de movimiento actual	21
4.1.2. Sistema de movimiento futuro.....	23
4.2. Diseño mecánico	24
4.2.1. Dimensionado	24
4.2.2. Selección de componentes.....	26
4.2.3. Rediseño elementos mecánicos	32
4.2.4. Instalación de los componentes	37
5.1. Diseño sistema eléctrico	39
4.3. Diseño sistema autómata/control	41
4.3.1. Programacion del PLC.....	41

4.3.2.	Configuración de la controladora mediante el software Festo Configuration Tool	44
CAPÍTULO 5. LAVADORA TRANSFER		45
5.1.	Descripción de la tecnología	45
5.1.1.	Sistema transfer	46
5.1.2.	Sistema de movimiento actual	46
5.1.3.	Sistema de movimiento futuro	48
5.2.	Diseño sistema mecánico.....	49
5.2.1.	Dimensionado	49
5.2.2.	Selección de componentes.....	53
5.2.3.	Rediseño piezas mecánicas	55
5.2.4.	Instalación de los componentes en máquina	58
5.3.	Diseño sistema eléctrico	59
5.4.	Diseño sistema autómatas/control	61
5.4.1.	Configuración/programación del PLC.....	61
5.4.2.	Configuración de la controladora mediante el software IndraWorks DS de Rexroth	63
CAPÍTULO 6. LOGROS OBTENIDOS		65
6.1.	Tiempo de ciclo.....	65
6.2.	Ahorro de energía.....	66
6.3.	Reducción del mantenimiento	67
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y MEJORAS FUTURAS.....		68
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA		70

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Sistema de movimiento de 3 ejes mediante servos.....	1
Ilustración 2. Sistema de movimiento del calibre de medición y lavadora transfer, izquierda y derecha respectivamente.	2
Ilustración 3. Esquema de los objetivos del proyecto.	3
Ilustración 4. Ejemplo de un layout de una línea de montaje.	5
Ilustración 5. Determinación de cuello de botella.	6
Ilustración 6. Gráfica de toma de tiempos de las operaciones de la línea de mecanizado.	7
Ilustración 7. Sistema automático de producción, mediante motor, controlador y PLC.....	9
Ilustración 8. Plano mecánico de los sistemas de movimiento del calibre de medición (OP130), a la izquierda el sistema de elevación del cigüeñal y la derecha el sistema de horquillas.	10
Ilustración 9. Plano mecánico del mecanismo de avance y retroceso de la lavadora transfer (OP140).....	11
Ilustración 10. Perfil de movimiento.....	13
Ilustración 11. Diferentes modelos de actuadores lineales.....	13
Ilustración 12. Diagrama de conexión de un servo accionamiento.....	14
Ilustración 13. Modelo de interruptor magnototérmico utilizado en las instalaciones industriales.....	15
Ilustración 14. Modelo de contactor utilizado en las instalaciones industriales.....	16
Ilustración 15. Modelo de relé de seguridad utilizado en las instalaciones industriales.....	16
Ilustración 16. Esquema/secuencia de un sistema de autómatas programables.....	17
Ilustración 17. Diferentes modelos de PLC del mercado.	18
Ilustración 18. Sistema de comunicación de un servo accionamiento junto con el PLC, switch y PC.....	19
Ilustración 19. Calibre automático de medición.	21
Ilustración 20. Sistema de movimiento del calibre de medición.	22
Ilustración 21. Gráfica de la distribución normal de tiempos de ciclo del calibre durante un tiempo determinado.....	22
Ilustración 22. Esquema dibujo de las diferentes partes de un sistema de actuación lineal.....	23
Ilustración 23. Cunas de apoyo cigüeñal.....	24
Ilustración 24. Sistema motorreductor.....	25
Ilustración 25. Cilindro eléctrico de la marca Festo.....	27
Ilustración 26. Servomotor de la marca Festo seleccionado para el movimiento de subida/bajada.....	27
Ilustración 27. Kit axial seleccionado para la conversión del movimiento giratorio.	28
Ilustración 28. Brida de sujeción de la marca Festo seleccionado para el cilindro ESBF	28
Ilustración 29. Acoplamiento final seleccionado para acoplar el cilindro al bastidor del calibre.	29
Ilustración 30. Reductor de la marca Neugart seleccionado para el motor Festo.	29
Ilustración 31. Servomotor de la marca Festo seleccionado para el movimiento de giro de los sistemas de horquillas.....	30
Ilustración 32. Controladora seleccionada para el servomotor EMMS de la marca Festo...	31
Ilustración 33. Esquema de las diferentes partes del sistema de subida/bajada anterior a la modificación.....	32

Ilustración 34. A la izquierda, soporte del actuador hidráulico existente anteriormente a la modificación. A la derecha, soporte diseñado para el nuevo actuador electromecánico.....	33
Ilustración 35. Arriba a la izquierda, el diseño 3D del espaciador. Abajo a la izquierda, el diseño 3D de la placa base. A la derecha, diseño 3D del ensamblaje del electrocilindro con la pieza de sujeción.....	33
Ilustración 36. Esquemas de las diferentes partes del sistema de giro.....	34
Ilustración 37. A la izquierda, soporte del cilindro hidráulico anterior. A la derecha, nuevo diseño del soporte del servo accionador del movimiento de giro.....	35
Ilustración 38. Ensamblaje en 3D del conjunto de servo, reductor, acople, eje y la pieza de sujeción diseñada.....	35
Ilustración 39. Propiedades de los diferentes tipos de acero mas comunes, con las tensiones de rotura, elástica y temperatura del ensayo de Charpy.....	36
Ilustración 40. A la izquierda, instalación del electrocilindro en máquina donde se puede apreciar el acople con el soporte, los espaciadores y bridas de sujeción. A la derecha, acople del vástago del electrocilindro al bastidor del calibre.....	37
Ilustración 41. Vista general de la instalación del nuevo sistema actuador en máquina.....	37
Ilustración 42. Instalación del nuevo sistema compuesto por el servo motor y el reductor al sistemas de giro de las horquillas del calibre.....	38
Ilustración 43. Vista interior del nuevo sistema actuador.....	38
Ilustración 44. Esquema eléctrico de la conexión trifásica a la alimentación y al motor.....	39
Ilustración 45. Cuadro eléctrico y componentes.....	40
Ilustración 46. Instalación de las controladoras de motor, tanto del movimiento subida/bajada como giro en el armario eléctrico.....	40
Ilustración 47. Pruebas y configuración de la controladora en el laboratorio electrónico.....	41
Ilustración 48. Diagrama de conexiones: interfaz I/O necesaria.....	42
Ilustración 49. Bloques de comunicación de la controladora con el PLC.....	42
Ilustración 50. Diagrama de la activación de movimiento del servo.....	43
Ilustración 51. Configuración del hardware mediante el software de Festo, Festo Configuration Tool. Arriba la configuración de los dispositivos y abajo la introducción de los límites de movimiento.....	44
Ilustración 52. Vista exterior de la lavadora transfer.....	45
Ilustración 53. Plano del sistema transfer con las distintas posiciones de los cigüeñales.....	46
Ilustración 54. Sistema piñón - cremallera.....	46
Ilustración 55. Perfil de movimiento de la transfer antes de la modificación.....	47
Ilustración 56. Componentes mecánicos de la transfer.....	48
Ilustración 57. Componentes hidráulicos, motor y freno.....	48
Ilustración 58. Conjunto de servo y reductor.....	49
Ilustración 59. Detalle del sistema piñón-cremallera.....	49
Ilustración 60. Gráfica del perfil de movimiento previsto para el sistema actuador en condiciones máximas.....	52
Ilustración 61. Servo motor de la marca Bosch Rexroth.....	53
Ilustración 62. Reductor planetario de la marca Bosch Rexroth.....	54
Ilustración 63. Controladora de motor de la marca Bosch Rexroth.....	54
Ilustración 64. Diseño 3D del espaciador.....	55
Ilustración 65. Diseño 3D de la placa de soporte del motor y caja de rodamientos.....	56
Ilustración 66. Diseño 3D del eje de transmisión de la caja de rodamientos.....	56

Ilustración 67. Sección parcial del conjunto del sistema actuador electromecánico, compuesto por el servo, reductor, caja de rodamientos, espaciador, placa sujeccion y estructura.	57
Ilustración 68. Instalación del servo en máquina.	58
Ilustración 69. Diagrama de conexión eléctrica correspondiente a la controladora de motor de la marca Bosch Rexroth.....	59
Ilustración 70. Componentes del cuadro eléctrico de la modificación de la lavadora transfer.	60
Ilustración 71. Máquina de estados de la controladora.	62
Ilustración 72. Bloque de movimiento programado en el PLC.	63
Ilustración 73. Captura de la configuración de la controladora, en este caso, el uso de datos en la comunicación.....	63
Ilustración 74. Captura de la configuración de la controladora, en este caso, los parámetros de comunicación entre el PLC y la controladora.....	64
Ilustración 75. Resultados obtenidos tras la modificación del calibre de medición.....	66
Ilustración 76. Resultados obtenidos tras la modificación de la transfer.....	66
Ilustración 77. Coste anual del mantenimiento de un sistema hidráulico.	67
Ilustración 78. Sistema de subida/bajada de la lavadora	68

Capítulo 1. Introducción

1.1. Descripción

El presente proyecto aborda la mejora de eficiencia mediante el uso de sistemas mecatrónicos, los cuales engloban sistemas como neumática, hidráulica, actuadores, sensores y electrónica e informática. Durante el desarrollo del proyecto se expondrán las mejoras implementadas gracias al uso de estas tecnologías para conseguir el objetivo principal de mejorar el nivel de eficiencia dentro de una línea de mecanizado.

Actualmente un sistema mecatrónico/automático se define como la integración de componentes mecánicos, electrónicos y programación que definen un sistema de control automático y administración de proyectos con el fin de realizar un método automático de procesos minimizando los costos y obteniendo una calidad a través de flexibilidad de producción.

El presente proyecto aborda sistemas automáticos implementados en la industria automovilística para el mecanizado de componentes. Sistemas automáticos que trabajan de forma cíclica, siendo programados mediante el uso de autómatas programables y ejecutando información extraída de actuadores y sensores. Con el fin de reducir los cuellos de botella de una línea de mecanizado se estudian los focos más críticos y se realiza un estudio de mejora introduciendo sistemas electromecánicos como servo accionamientos.

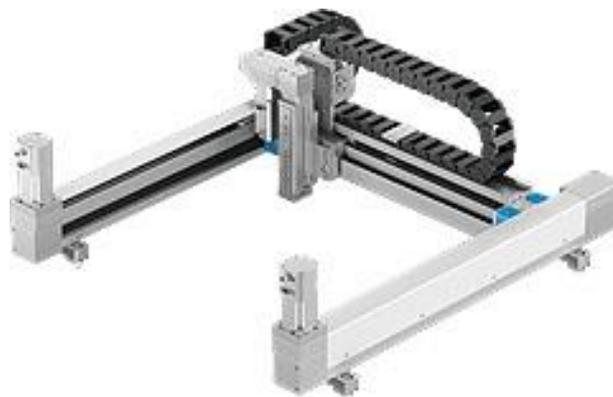


Ilustración 1. Sistema de movimiento de 3 ejes mediante servos

El desarrollo del proyecto se basa en la modificación de aplicaciones actuales, que trabajan en la línea de producción mediante sistemas hidráulicos, sustituyéndolos con sistemas electromecánicos modernos, con los que obtener mejores prestaciones de movimiento. Se comienza por realizar el planteamiento del problema en cuestión y estudio de la línea para obtener los cuellos de botella, obteniendo así una solución al problema y finalizar plasmando el desarrollo de las modificadoras de las dos aplicaciones, dividiendo el desarrollo en tres partes: mecánica, eléctrica y control o software.

Tras el análisis de la línea para obtener los cuellos de botella se obtienen las aplicaciones las cuales, se modificarán para obtener la mejora de eficiencia. Las aplicaciones elegidas han sido dos operaciones de la línea de acabado, procesos posteriores al mecanizado de las piezas. Por un lado, se expondrá la modificación de un calibre automático, que tiene como tarea controlar el dimensionado y tolerancias de diversos puntos de la pieza y por otro lado, un sistema de lavado a presión, la cual, elimina cualquier suciedad o impureza generada por el proceso de desbaste y mecanizado.



Ilustración 2. Sistema de movimiento del calibre de medición y lavadora transfer, izquierda y derecha respectivamente.

El proyecto es realizado en el periodo de prácticas de empresa durante la finalización del máster de mecatrónica, desarrollando así no solo el contenido de las prácticas, sino que también el desarrollo del proyecto final de máster. Las prácticas de empresa dan la oportunidad de dar los primeros pasos hacia la vida laboral y te inicia en los procedimientos y conocimientos usados en la vida laboral, en este caso en el ámbito ingenieril.

La empresa donde se han realizado las prácticas y por consiguiente el proyecto ha sido en la empresa de fabricación de automóviles FORD ESPAÑA S.L., situada en la localidad de Almussafes en la provincia de Valencia.

Los proyectos se dividen en varias partes en concordancia a las diferentes líneas de mecanizado existentes en la planta de motores, como son, cigüeñales, árbol de levas, bloques motor y culatas, centrandolo el contenido del proyecto en el área de cigüeñales.

1.2. Objetivos

La modificación de estas operaciones tiene como objetivo principal la reducción de tiempo de ciclo, eliminando así, el problema de cuello de botella que sufren estas operaciones dentro de la línea. Aunque se fija la atención en el objetivo principal también se exponen otros objetivos de importancia, no solo para la eliminación del cuello de botella, sino para la mejora de eficiencia de la máquina, reducción de costes en energía y mantenimiento y mejoras mecánicas de la máquina.

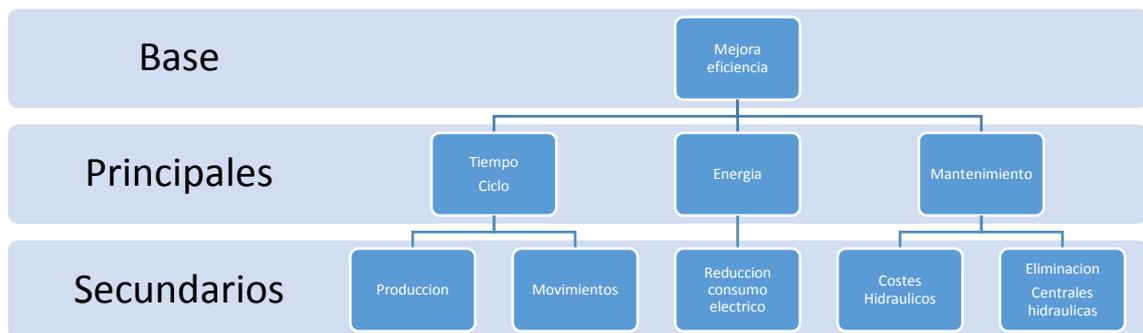


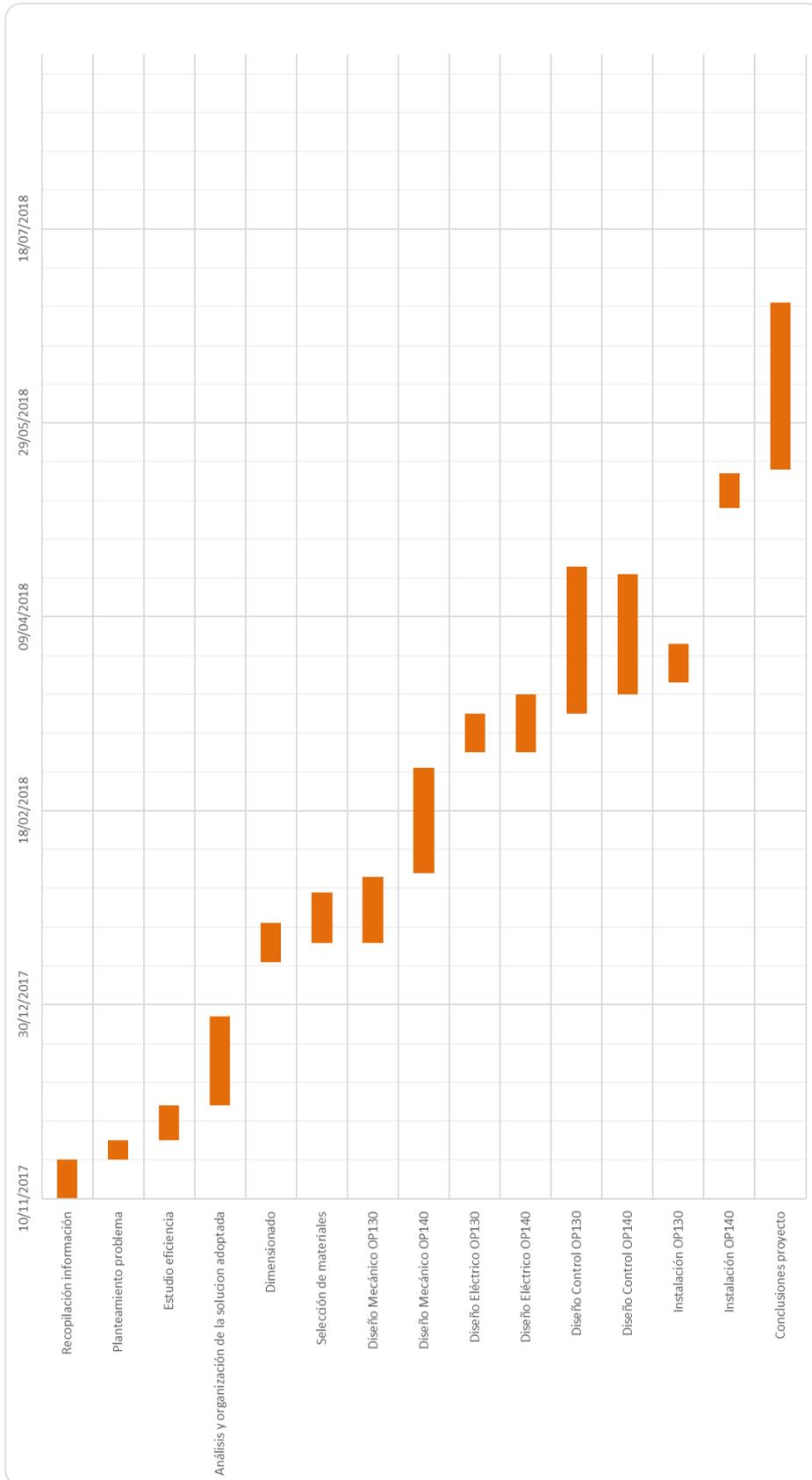
Ilustración 3. Esquema de los objetivos del proyecto.

El tiempo de ciclo o del inglés, 'cycle time' es el tiempo en el que la máquina realiza la tarea, medido desde el inicio hasta el final de la tarea. Es importante conocer los tiempos de ciclo de las diferentes máquinas dentro de una línea para poder determinar los cuellos de botella que afectan a la misma. El 'cycle time' debe ser adecuado en relación con el resto de las máquinas que componen la línea para conseguir un flujo de producción o trabajo equitativo entre todas, por lo que, todas las empresas marcan un tiempo de ciclo objetivo, al cual todas las máquinas deberán trabajar. Este tiempo objetivo se calcula mediante el cálculo de la relación entre la producción total demandada para un año y el total de horas de producción. Con esta relación se establece un tiempo promedio objetivo con el cual asegurar la producción anual.

Por otro lado, la mejora de la máquina debido a la modernización de los actuadores conlleva un rendimiento mayor de la máquina, en cuanto a pérdidas y calidad de movimiento. Se quiere obtener movimientos suaves durante el ciclo, obteniendo un desgaste menor de las partes mecánicas de la máquina.

Otro objetivo importante es la posibilidad de la eliminación o reducción del mantenimiento, ya sea mecánico, neumático, hidráulico, etc. que reemplazando los actuadores hidráulicos por electromecánicos se deshecha el uso de estos componentes. Se reduce el ruido del ambiente ya que no hay bomba hidráulica, no hay contaminación del ambiente como produce el fluido hidráulico y lo más significativo, es la eliminación del mantenimiento de estas centrales que conllevan inspecciones periódicas para asegurar el buen funcionamiento.

1.3. Timing del proyecto



Capítulo 2. Desarrollo del proyecto

2.1. Problema planteado

El problema que se plantea se ha descrito anteriormente en la descripción del proyecto, en este apartado se expondrán los diferentes puntos a tratar o mejorar con el fin de alcanzar los objetivos descritos. Los problemas son analizados dentro de la línea de mecanizado localizando así, los puntos negros o zonas en los que no se cumplen los tiempos de ciclos marcados. Mediante la ayuda de datos recogidos de las diferentes operaciones se establecen estos puntos negros, ya que generan cuellos de botellas, que es el principal objetivo del proyecto.

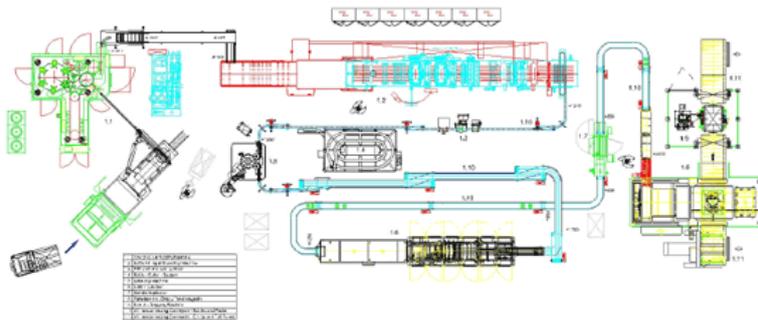


Ilustración 4. Ejemplo de un layout de una línea de montaje.

Una vez analizados estos cuellos de botellas se determinan las operaciones causantes de la merma en el ciclo de tiempo dentro de la línea de mecanizado. Como resultado se obtienen tres operaciones en las que el ciclo de trabajo está por debajo del objetivo marcado lo que supone la generación de cuellos de botella en situaciones de máxima producción o en situaciones esporádicas donde a causa de diferentes contratiempos como mantenimientos, paro de una máquina por fallo, ya sea mecánico o eléctrico, supone un aumento de volumen de piezas a la entrada de las operaciones. Este aumento de piezas requiere de un tiempo de ciclo inferior al marcado para poder descongestionar lo antes posibles estos puntos, consiguiendo un flujo de producción más homogéneo a lo largo de toda la línea.

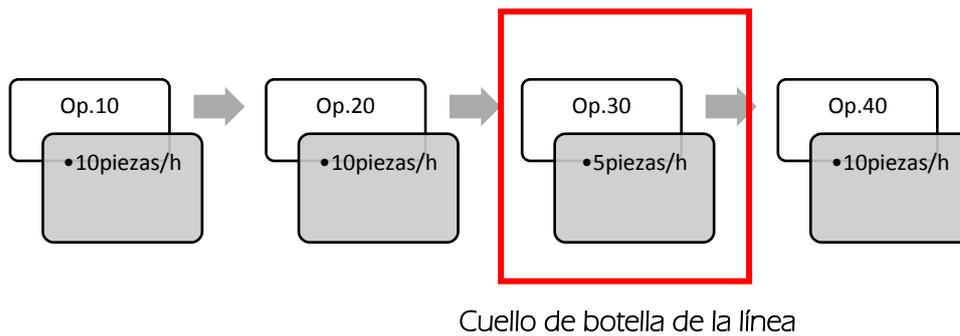


Ilustración 5. Determinación de cuello de botella.

En los últimos años la industria automovilística ha notado un aumento en el nivel de automatización de sus procesos, tales como la introducción de máquinas automatizadas, robots, brazos articulados, visión artificial, etc. Estos procesos han permitido mejorar la calidad de los procesos, pero también los tiempos de ejecución, que son cada vez más estrechos debido a la demanda de la sociedad. Las empresas han tenido que reaccionar y evolucionar para poder hacer frente a la demanda que sufren, han tenido que recurrir a automatismos, métodos de análisis, y así mejorar la eficiencia de trabajo.

Otro punto importante al margen de la demanda de producción son los tiempos de ejecución y producción. Un derivado de la demanda de productos es la necesidad de la reducción de tiempos de trabajo, ya que se necesita mayor producción en el mismo intervalo de tiempo. El tiempo objetivo depende de la producción anual. Se relaciona la producción con el tiempo para obtener una relación de producción/tiempo. En base a esa relación se tiene que diseñar el proceso para cumplir con el objetivo marcado.

La eficiencia también actúa a nivel energético, ya que, debido a los procesos automáticos, cada año aumenta el consumo energético, conllevando un aumento considerable en el gasto monetario. La eficiencia busca mejorar también el consumo energético eliminando o sustituyendo procesos que dependan de un gran consumo. La competencia entre empresas implica una constante realimentación para poder ofrecer una oferta igual que el competidor, pero a un precio más bajo, para ello, las empresas del sector industrial, tanto automotriz como muchas otras, reducen sus consumos para ser más competitivos.

En el presente proyecto se focaliza la atención en los procesos que provocan un proceso productivo más lento dentro de la línea. Como se dice en industria, 'una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil', el eslabón más débil hace referencia a los procesos que ralentizan el proceso o lo que es lo mismo, que provocan 'cuellos de botella'. La existencia de 'cuellos de botella' provoca una restricción de la capacidad de la línea que produce un descenso considerable de la eficiencia. A lo largo del proyecto, se expondrán diferentes máquinas que son críticas en la línea y se desarrollaran las mejorar para mejorar la eficiencia en los procesos que son 'cuellos de botella', mediante la aplicación de soluciones técnicas de ingeniería, como son PLC's de última generación, nuevas técnicas de programación de autómatas, servoaccionamientos y gráficas de control de procesos. Gracias a estas herramientas se mejorará los tiempos de dichos procesos para adecuarlos al resto de la línea, para así, aumentar la capacidad de producción a lo largo de dicha línea de procesos.

2.2. Análisis de cuellos de botella de la línea

En este apartado se ha realizado un estudio de la línea final de mecanizado para conocer el estado actual de las diferentes operaciones y así obtener los tiempos de ciclo de las mismas. Dichos estudios se han determinado mediante el uso de las herramientas de datos almacenadas en servidores por ingeniería de producción, la cual, dispone de todos los datos diarios de producción y conoce que maquinas trabajan por encima de tiempo de ciclo o en que maquina se producen mayores retenciones de piezas.

Tras el análisis de la línea de mecanizado para obtener las operaciones, las cuales, generan o son cuellos de botella, se establecen unas prioridades debido a la disposición de las operaciones a lo largo de la línea. Las prioridades más importantes son aquellas en las cuales el tiempo de ciclo de trabajo está por encima del tiempo de ciclo objetivo, como también los son las maquinas únicas, que son estas, en las que toda la producción pasa por ellas. En ocasiones, se requiere duplicar en paralelo una operación por distintos motivos:

- Un tiempo de ciclo de trabajo elevado respecto al tiempo objetivo
- Un aumento de demanda que conlleva un aumento de producción en ese mismo tiempo de ciclo

Sin embargo, existen operaciones las cuales no pueden ser duplicadas por motivos de tolerancia o simplemente por espacio en la línea para albergar otra operación de iguales características, por lo que, se requiere que estas máquinas 'únicas' trabajen con un tiempo de ciclo objetivo o incluso por debajo de este tiempo para asegurar no tener cuello de botellas en esas operaciones.

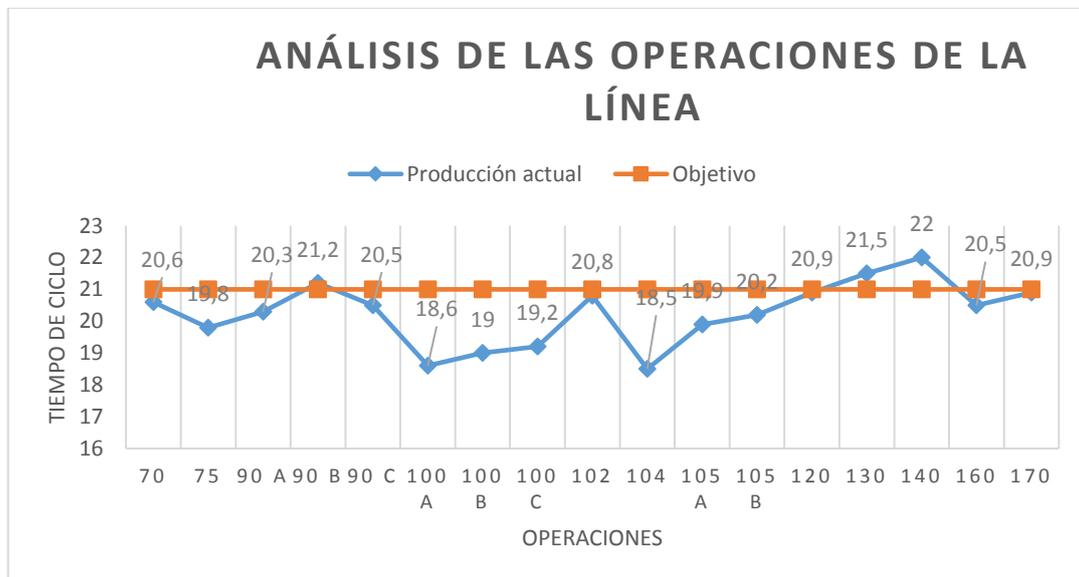


Ilustración 6. Gráfica de toma de tiempos de las operaciones de la línea de mecanizado.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, las operaciones 90B, 130 y 140 están trabajando con un tiempo de ciclo objetivo o ligeramente por encima de este. Las tres suponen cuellos de botella para la línea, lo cual es un inconveniente, pero como se ha comentado anteriormente, se han seleccionado dos operaciones con mayor prioridad debido a tratarse de máquinas únicas dentro de la línea. La operación 90 se divide en tres máquinas trabajando en paralelo lo que no supone un riesgo tan grande como las operaciones 130 y 140.

La primera máquina seleccionada es una operación de calibrado (Op130), la cual, mide diferentes medidas adaptándose a unos límites de tolerancia previamente fijados por el departamento de metrología. Esta operación trabaja con un tiempo de ciclo de trabajo ligeramente por encima del objetivo, también éste realiza mediciones repetidas para comprobar medidas erróneas, las cuales deben ser analizadas o retiradas de la línea. La segunda máquina a mejorar es una lavadora automática (Op140), la cual, elimina residuos y partículas que se han quedado en los orificios de la pieza (cigüeñal). Este tipo de máquinas es importante dentro de una línea de mecanizado ya que, durante las operaciones de mecanizado, se generan rebabas o partículas que pueden provocar medidas erróneas o problemas de acabado superficial. Más adelante se desarrollará con mayor detalle las características y funciones de ambas máquinas para conocer a fondo el modo en el que trabajan.

2.3.Solución adoptada

Tras conocer el funcionamiento completo de las tecnologías y sistemas presentes en las maquinas se tiene que llegar a una lista de posibles soluciones con las que eliminar el problema planteado y la consecuente mejora de eficiencia buscada. Se plantea la mejora de los movimientos de la máquina para así, reducir el tiempo de movimiento y trabajo. Los movimientos son realizados por medio de los sistemas hidráulicos como se ha descrito anteriormente.

La implementación de este sistema exige una mayor dificultad, ya que es necesario programación para realizar la configuración y puesta en marcha, mientras que con el sistema hidráulico se configuraría de igual forma que en la actualidad, con pequeñas divergencias con motivo del fabricante o el tipo de actuador hidráulico utilizado. Con el uso de sistemas electromecánicos o servoaccionamientos se puede reducir el mantenimiento, ya que, no se usan líquidos ni componentes que trabaja con este. Los servos únicamente disponen de cables de conexiones y de transmisiones de datos para realizar los movimientos.

Junto a la reducción de mantenimiento, se obtiene la eliminación de las centrales hidráulicas presentes actualmente en la máquina, lo que supone también reducción de costes ya que tienen que ser revisados periódicamente para asegurar su correcto funcionamiento. Los servoaccionamientos disponen de señales de alerta que muestran el estado tanto de los componentes mecánicos como electrónicos, así como posibles roturas por sobretensiones o sobre corrientes.

Otro logro obtenido del uso de servoaccionamientos es la reducción del ruido ambiente, ya que en industria es muy importante intentar obtener un ambiente lo menos dañino, que repercute en calidad de trabajo y a la larga en salud. Las centrales hidráulicas se componen de motores o bombas que tiene un nivel sonoro elevado, mientras que los servoaccionamientos disponen de drives con un nivel sonoro prácticamente nulo.

Por último, el objetivo principal del proyecto es la reducción de cuellos de botella mejorando los tiempos de ciclo, por lo que poder regular la velocidad con mayor precisión y aceleración son

los servoaccionamientos que permiten configurar aceleraciones con mayor velocidad para así, obtener un movimiento más eficiente y con menor tiempo de ejecución. La hidráulica también permite aumentar la velocidad con las válvulas proporcionales y la presión, pero al contrario que os servos, estos tienen movimientos más bruscos y dañinos para el conjunto mecánico.

Tras exponer las conclusiones acerca de la elección del sistema de actuación, en los puntos siguientes se expondrá el desarrollo y adaptación de la mejora de las aplicaciones seleccionadas, exponiendo las diferentes partes realizadas como, el diseño mecánico, eléctrico, electrónico, etc., para poder adaptar la maquina al nuevo sistema o actuadores.

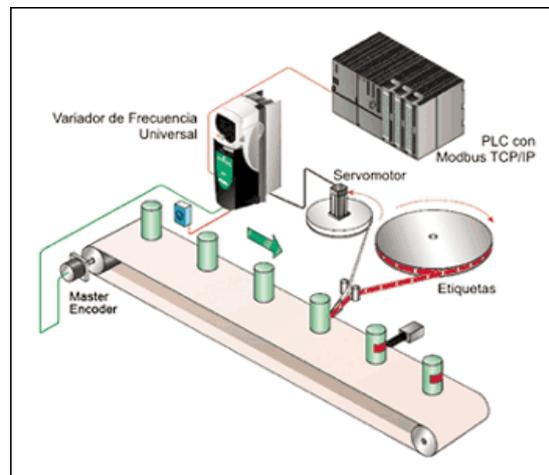


Ilustración 7. Sistema automático de producción, mediante motor, controlador y PLC.

Capítulo 3. Contenido de la solución adoptada

Se realiza una descripción breve de los dos proyectos para introducir así las tareas y trabajos a realizar y dar una visión global del proyecto previamente al desarrollo de estos. El desarrollo se centrará en la parte técnica e ingeniería del proyecto una vez establecidos el motivo y objetivos de las modificaciones descritas.

3.1.Descripción inicial

3.1.1.Calibre automático

Este proyecto abarca la sustitución del sistema hidráulico del movimiento de subida y bajada y sistema de rotación de horquillas por sistemas actuales electromecánicos en la Operación 130 de la línea de cigüeñales.

Se realizará el diseño, materiales y programación del equipamiento mecánico, eléctrico y control requeridos.

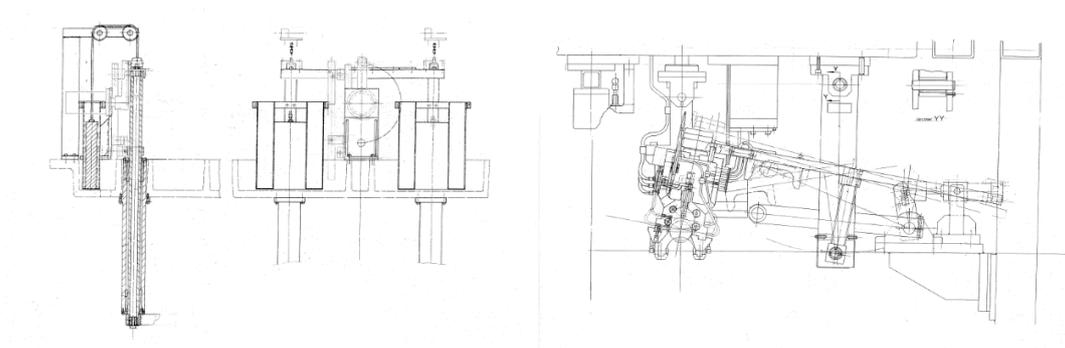


Ilustración 8. Plano mecanico de los sistemas de movimiento del calibre de medicion (OP130), a la izquierda el sistema de elevación del cigüeñal y la derecha el sistema de horquillas.

3.1.2. Lavadora transfer

La misión de este proyecto es reemplazar el sistema transfer actual de avance y retroceso formado por sistema hidráulicos por sistemas electromecánicos actuales en la Operación 140 de la línea de cigüeñales.

Se realizará el diseño, material, instalación y puesta en marcha del equipamiento mecánico, eléctrico y control requeridos.

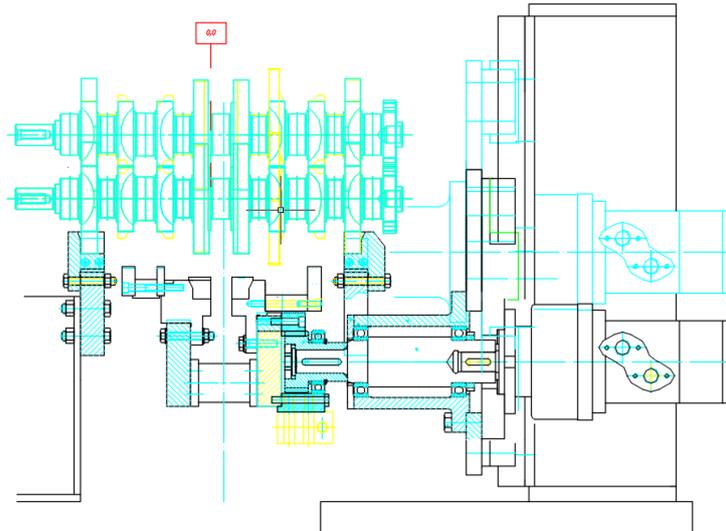


Ilustración 9. Plano mecánico del mecanismo de avance y retroceso de la lavadora transfer (OP140).

Una vez conocido como se desarrolla la modificación de las aplicaciones se comienza el desarrollo de los dos proyectos llevados a cabo, tal como se ha comentado en los primeros puntos, tratándose de un calibre automático y una lavadora industrial. Se ha expuesto la solución adoptada al problema planteado inicialmente, el cual abarca la mejora de eficiencia en máquina que suponen cuellos de botellas dentro de la línea de mecanizado, la cual ha sido determinar el uso de sistemas electromecánicos, también conocidos como servoaccionamientos, para sustituir los sistemas hidráulicos actuales, con el fin de obtener, no solo la reducción de los cuellos de botella, sino también, diversas mejoras significativas, como, velocidad de movimiento, reducción de mantenimiento industrial, reducción del nivel de ruido ambiental, suavidad en los movimientos, etc. Estos son los principales objetivos buscados con las mejoras en las máquinas, los cuales, serán analizados tras las diferentes modificaciones para valorar el uso e instalación de estos servoaccionamientos en ambientes industriales.

Para llevar a cabo las modificaciones se realiza una división del proyecto en diferentes partes para así poder cuantificar el trabajo y organizar de mejor forma las diversas etapas del desarrollo de las modificaciones. Las modificaciones se dividen en varias partes las cuales coinciden con los principales sistemas presentes en cualquier máquina industrial; sistema mecánico, sistema eléctrico y sistema automático. Estos tres sistemas forman el sistema completo de cualquier máquina automatizada en la industria, por lo que, en los siguientes puntos se expondrá el proceso y como se ha desarrollado cada sistema.

3.2. Diseño sistema mecánico

Tras la elección del accionamiento determinado con el dimensionado previo de las condiciones de trabajo, se comienza con el diseño mecánico para adaptar el nuevo accionamiento a la estructura actual de la máquina. La estructura de la máquina está diseñada para el sistema de movimiento hidráulico, ya que este sistema es el original de la máquina. Para el presente proyecto, el cual abarca la sustitución del sistema hidráulico por un sistema de servoaccionamiento, la estructura y diferentes partes de la máquina deben ser modificados para adaptar el nuevo sistema dentro de las limitaciones que la máquina tiene. Limitaciones de espacio, ya que, el nuevo sistema tiene diferentes dimensiones al actual hidráulico. Otra limitación, es el rango de movimiento que dispone este nuevo accionamiento, el sistema hidráulico tiene un movimiento de giro del motor hidráulico accionando una leva permitiendo un movimiento de subida y bajada, como se puede apreciar en la imagen () anteriormente mostrada.

Tal modificación exige crear nuevas piezas adaptando la máquina y en menor medida, el sistema transfer. El nuevo actuador dispone de dimensiones geométricas diferentes al sistema hidráulico actual, lo que conlleva una modificación del diseño mecánico con la necesidad de diseñar piezas nuevas y rediseñar otras.

En el punto anterior se han seleccionado los componentes necesarios para los que se rediseñarán las piezas actuales como, por ejemplo, placas de acople del motor, caja reductora, etc. Como punto de partida, se comienza por conocer los elementos que deberán ser eliminados por el cambio de actuador, lo que conlleva analizar una posible modificación o en cambio se retirarán por completo del sistema. En el punto () se han enumerado las partes del sistema y las funciones que realizan dentro del sistema mecánico, y a continuación, se analizan los nuevos componentes y la geometría y dimensionado que se tiene que hacer para adaptarlos y asegurar su correcto funcionamiento.

3.2.1. Dimensionado

A la hora de la selección de materiales y componentes adecuados para realizar la modificación, es necesario conocer la fuerza y par que está realizando la máquina, para ello, se calcula estos parámetros con una serie de fórmulas en la que intervienen variables como, posición, velocidad y demás parámetros. Antes de realizar los cálculos de fuerza necesaria y par. Es imprescindible conocer los parámetros con los que trabaja la máquina actualmente debido a que la elección de materiales se tiene que basar en estos. Para determinar estos parámetros se hace un estudio de movimiento realizar gráficas de posición, velocidad y poder calcular la potencia y par en cada instante del movimiento. En este caso, la máquina dispone de dos movimientos por lo que se determinarían los parámetros para cada caso, mostrando las gráficas de movimiento al realizar los ciclos de trabajo.

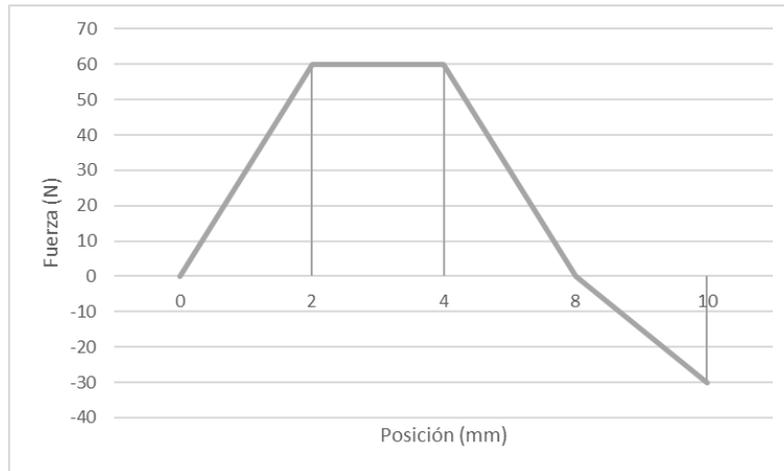


Ilustración 10. Perfil de movimiento.

3.2.2. Selección de componentes

En este apartado se seleccionan los materiales necesarios para la implementación del sistema de accionamiento elegido para la modificación. Una vez calculado el dimensionado del sistema actual, con lo que sabemos los datos de velocidad, aceleración, fuerza y par necesarios.

Como se describió en el apartado 6.3.2, se tiene una primera idea de los materiales necesarios para la instalación y funcionamiento del servo accionamiento. Se han barajado diferentes marcas de servoaccionamientos, en el catálogo de marcas establecidas por la fábrica, ya que por convenios y repuestos se tienen que usar componentes de marcas como Festo o Rexroth.

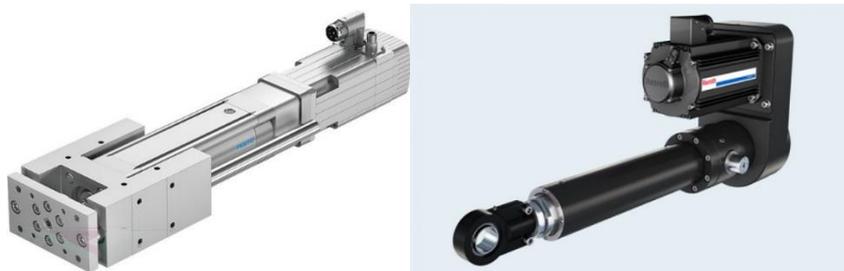


Ilustración 11. Diferentes modelos de actuadores lineales.

3.2.3. Rediseño mecánico

Para el nuevo diseño se analizan las especificaciones geométricas de los actuadores seleccionados y la geometría de la máquina disponible para las modificaciones, se han diseñado los elementos de sujeción de los actuadores. Para el diseño de las piezas se ha utilizado programas de diseño CAD como SolidWorks. Con este software nos permite el diseño y creación de piezas en 3D, facilitando la modificación en vista real y teniendo una idea mucho más exacta de la pieza que se está creando, con esto se diferencia de los programas de CAD como AutoCad que ofrecen una vista mucho más limitada al ser en 2D, aunque ya dispone de software para 3D, SolidWorks cuenta con mayores funciones y su interfaz lo hace más intuitivo y rápido.

3.3. Diseño sistema eléctrico

Al igual que el sistema mecánico, el cambio de actuador requiere un sistema eléctrico capaz de suministrar la energía necesaria y también proporcionar la seguridad requerida, tanto la protección del equipo como la protección humana frente a posibles riesgos eléctricos como descargas directas e indirectas, fugas, etc. Para la selección de los componentes eléctricos se observa las características eléctricas dadas por el fabricante en su respectiva hoja de características del sistema de la drive y el servo, donde aparecen parámetros como potencia de entrada, conexiones trifásicas, etc. Todos estos parámetros se tienen en cuenta a la hora de la selección de los componentes de protección, que serán instalados en los armarios eléctricos, también llamados cuadros de mando.

El diseño eléctrico se centra en los componentes de seguridad, cableado y auxiliares necesarios para dar potencia y control a la máquina. Hay que tener en cuenta que existen dos circuitos eléctricos diferentes, uno es el circuito de potencia, el cual da energía a la máquina y otro es el circuito de control, el cual controla las activaciones y señales de los diferentes sensores, actuadores y por supuesto, del servo.

Antes de seleccionar los componentes eléctricos y seguridad, se expone un diagrama de conexión de todos los dispositivos usados en esta modificación, como son el servo, controladora, plc, etc., para así obtener una vista general de las conexiones eléctricas y realizar posteriormente los planos eléctricos. Ambos proyectos disponen de similares diagramas ya que se tratan de servo accionamientos en ambos casos y trabajan de igual forma, diferenciándose en parámetros mostrados en las hojas de características de cada dispositivo.

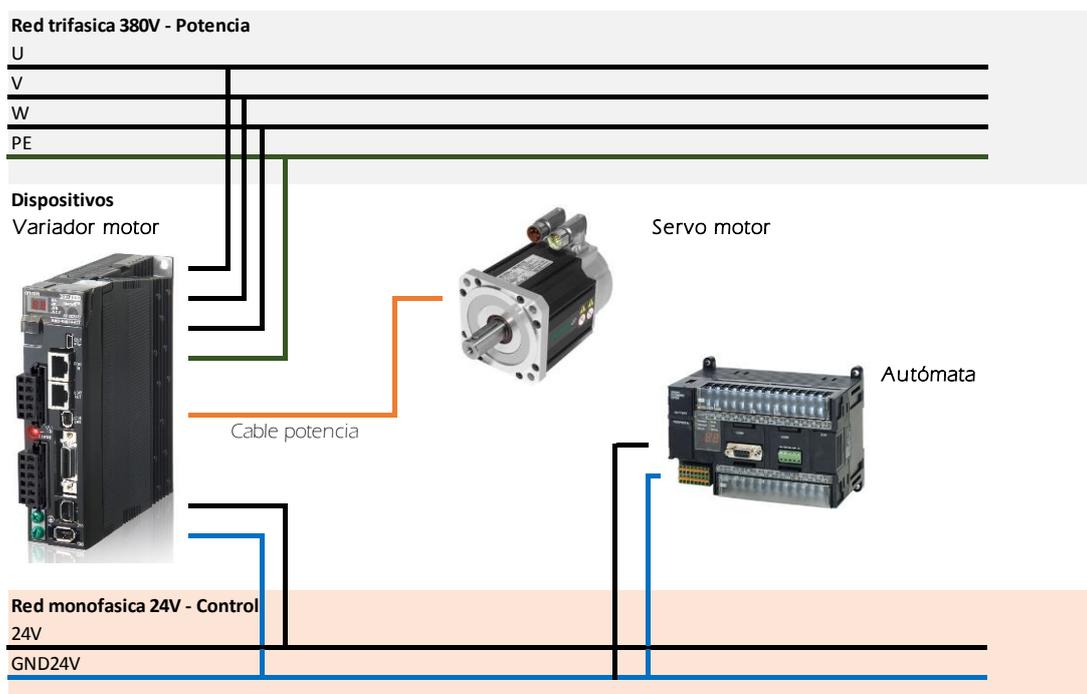


Ilustración 12. Diagrama de conexión de un servo accionamiento.

En el diagrama se puede observar los componentes utilizados con sus conexiones eléctricas al embarrado del cuadro eléctrico. En el caso de las instalaciones industriales que tienen automatización implementada, aparece no solo la red trifásica para dar tensión a los diferentes dispositivos sino también la red monofásica para el control de las señales de los diferentes dispositivos, existente también en el cuadro. Debido a esto, en este tipo de instalaciones se normaliza el uso de componentes de seguridad para ambos circuitos protegiendo así tanto los dispositivos que funcionan a alta tensión como los que trabajan a baja tensión. Algunos dispositivos como en el caso del variador requieren ambos circuitos ya que, con la alta tensión alimentan y dan potencia al servo motor y con la baja tensión alimenta las señales de control que son procesadas posteriormente por el autómatas programable. Este es conectado a baja tensión ya que trabaja con las señales de control. El motor no es conectado a la red sino este es alimentado y controlado por el variador (cable de potencia). En el diagrama solo aparecen las conexiones referentes a la parte de potencia, ya que la parte de control se explicará en el apartado siguiente de diseño de control.

3.3.1. Componentes de seguridad

Aquí se muestran los componentes usados en una instalación eléctrica, elegidos dependiendo del grado de protección, intensidad nominal, como se ha descrito anteriormente. En cada proyecto se expondrán los dispositivos eléctricos con relación a los parámetros de los sistemas electromecánicos.

Interruptor magnetotérmico

Este dispositivo es de actuación rápida frente a corrientes instantáneas de gran calibre (cortocircuitos) y también una protección más lenta frente a sobrecargas basado en un bimetálico que desconecta el circuito. Estos dispositivos protegen cada circuito de la instalación, siendo su principal misión la protección de los conductores eléctricos ante corrientes que puedan provocar elevadas temperaturas siendo un riesgo para la instalación. Es el dispositivo siguiente al embarrado por lo que es el primer elemento que protege a la instalación. Este dispositivo es instalado tanto en la línea de alta tensión para el circuito de potencia como a la línea de baja tensión para el circuito de control.

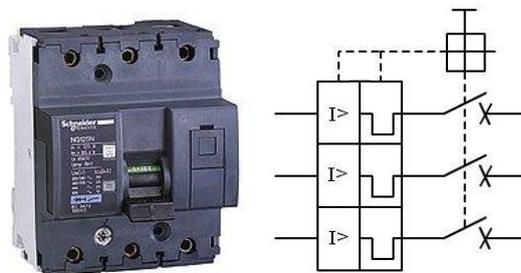


Ilustración 13. Modelo de interruptor magnetotérmico utilizado en las instalaciones industriales.

Contactor km

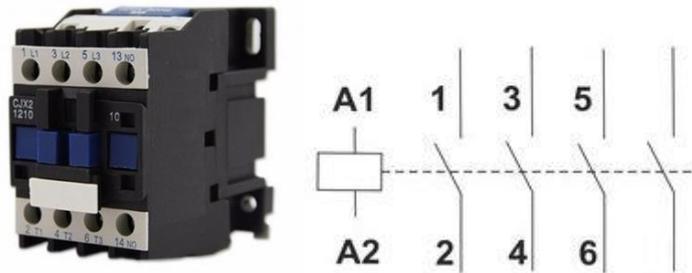


Ilustración 14. Modelo de contactor utilizado en las instalaciones industriales.

El contactor es el encargado de abrir y cerrar el circuito eléctrico, por lo que será el encargado de energizar los actuadores. En este caso se diferencian de los relés, es que estos pueden trabajar con tensiones mayores (trifásica), los relés en cambio trabajan con baja tensión. Al ser capaces de trabajar con tensiones trifásicas es capaz de alimentar los actuadores trifásicos como es en este caso que se hay servos de conexión trifásica. Estos dispositivos son usados en las instalaciones donde se automatiza un motor o servo, ya que este permite ser activado mediante una señal auxiliar proveniente de un autómatas, como es en este caso. El autómatas envía una señal de baja tensión al contactor, el cual cierra sus contactos mediante la excitación de la bobina interna, para permitir el paso de la corriente eléctrica alimentando en este caso a la controladora del servomotor como se puede apreciar en el diagrama.

Pilz

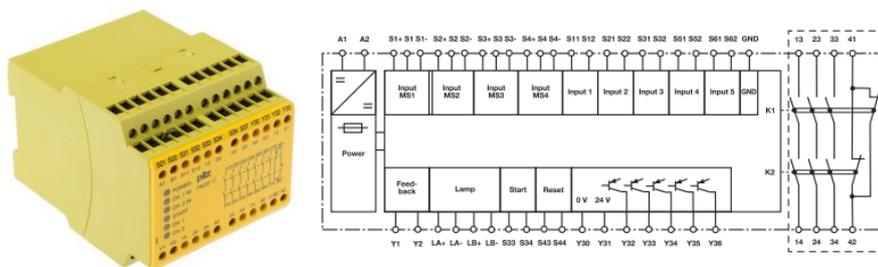


Ilustración 15. Modelo de relé de seguridad utilizado en las instalaciones industriales.

Es un dispositivo de seguridad característica de las instalaciones automatizadas, comprobando numerosas señales eléctricas de seguridad como, sensores de seguridad como barreras, alfombras de seguridad, cierre de puertas. etc. Su función es sencilla; comprueba las señales que se requieran para el correcto funcionamiento y seguridad de la instalación y permite o no la activación de los contactores del circuito. Si todas las señales de seguridad de la instalación no están correctas, la señal de activación no será enviada al contactor por lo que la tensión no llegará a los componentes, aumentando así la seguridad en la instalación y reduciendo los posibles daños humanos y materiales.

El diseño eléctrico es plasmado en los planos eléctricos en el apartado de planos, solamente se introducen los planos para un proyecto ya que en ambos proyectos la controladora se conecta de igual forma, utilizando los mismos componentes, el cableado y las señales de potencia.

3.4. Diseño del sistema control

En este apartado se describirá el proceso de control de la instalación por medio de autómatas programables, los cuales son los encargados de controlar el sistema, mediante el tratamiento de las señales que llegan de los diferentes sensores y actuadores, que en este caso es el servo motor, aunque también de diferentes fotocélulas de comprobación de posición. Todo proceso automático sigue unas pautas marcadas por el ingeniero de control o software, el cual programa las secuencias que seguirá la máquina y repetirá cíclicamente durante el periodo de trabajo de la máquina, como, por ejemplo, secuencias de activación, chequeo de seguridad y estado del motor, señales de realimentación dadas por el motor, etc. Todo este proceso es comandado por un autómata programable, también llamado PLC.

Para ello se expondrá a continuación el tipo de autómata usados en los proyectos, el lenguaje de programación y el tipo de comunicación usada para comunicar el autómata con el controlador del motor, ya que estos dispondrán de una comunicación cíclica o feedback continuo con el que conocer el estado y controlar el trabajo del motor.

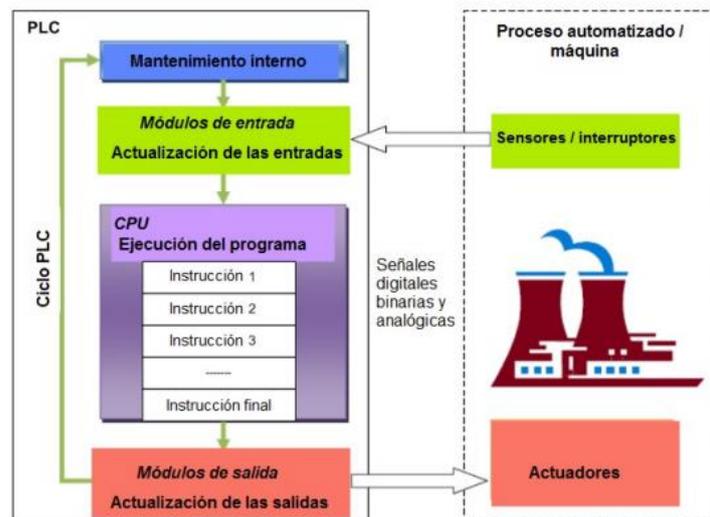


Ilustración 16. Esquema/secuencia de un sistema de autómata programable.

3.4.1. Autómata programable o PLC

La elección del autómata se rige por requerimientos o capacidad del sistema a controlar, ya que, dependiendo de la cantidad de señales, secuencias o velocidad de transmisión, se seleccionan unos u otros. Los PLC disponen de memoria limitada, marcada por los módulos de almacenamiento de señales, también llamados racks de entradas/salidas, por el procesador que dispone el autómata que será capaz de controlar sistemas de envergadura diferente, también por la velocidad de procesamiento la cual se quiera obtener o por último, por motivos de compatibilidad entre los actuadores seleccionados y el autómata.

En este caso el autómata, como se trata de una modificación el autómata utilizado es el presente en la máquina el cual controla el resto de los actuadores y sensores presentes en las

maquinas. No es necesario el cambio de este, porque no se amplían las señales utilizadas, sino que se modifican y actualizan las señales actuales utilizadas por el sistema hidráulico, como se detallara en el apartado del diseño o programación del autómatas todas las señales actuales que serán sustituidas o en algún caso eliminadas por el cambio del actuador.

El autómatas o PLC utilizado en ambos proyectos es del fabricante Allen Bradley, aunque se diferenciaron en el modelo, ya que los proyectos o maquinas cuentan con especificaciones específicas y tienen modelos seleccionados para las señales utilizadas o nivel de procesamiento necesario.



Ilustración 17. Diferentes modelos de PLC del mercado.

3.4.2. Lenguaje de programación

El lenguaje de programación es el método en el que se plasma la secuencia y los procesos que se quieren llevar a cabo en la máquina. Dentro del apartado de los autómatas industriales existen diferentes tipos de lenguaje cada uno con diferentes características, las cuales, se tendrán en cuenta cuando se elija un tipo u otro. Determinado por el estándar IEC 61131, el cual considero los diferentes lenguajes de programación para PLCs. El estándar de lenguaje se ha nombrado como IEC 61131-3. De acuerdo con él, los lenguajes estándar son cinco:

- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD). Lenguaje de diagramas de bloques secuenciales
- Diagrama de funciones Secuenciales (SFC). Lenguaje de bloques de funciones secuenciales
- Texto estructurado (ST). Lenguaje de alto nivel como el del tipo estructurado (similar a C y Pascal)
- Lista de instrucciones (IL o STL). Lenguaje de tipo ensamblador con uso de acumuladores
- Diagramas de Tipo Escalera (LAD). Lenguaje de diagramas de relés

El lenguaje usado en ambos proyectos es el lenguaje de programación LAD, el cual simula el control de las maquinas antiguas controladas únicamente por relés. Este lenguaje basa su principio en los diagramas de contactos y relés, programando así el autómatas por señales de entradas y señales de salida. Como se puede apreciar en la imagen el lenguaje LADER se compone de líneas horizontales donde se programan las secuencias de la máquina y ofrecen una clara visión de las señales utilizadas, siendo fácilmente identificadas como si de relés o

contactores se tratara. Es el más utilizado en la industria por su simplicidad, disponibilidad y soportado.

En la presente tesis se establece el lenguaje LAD como principal en los dos proyectos ya que, por requerimientos de la factoría, el uso de este lenguaje esta estandarizado. También es debido al tipo de autómatas usado, como se verá en cada proyecto, se usan autómatas de la marca Allen Brandley, la cual trabaja con este tipo de lenguaje.

3.4.3. Tipo de comunicación

Otro punto importante en el desarrollo o programación del autómatas es el tipo de comunicación entre el autómatas y el accionamiento. Actualmente existen numerosos tipos de comunicación industrial que han ido evolucionando con el paso de los años y la tecnología, permitiendo así cada vez mejores comunicaciones, más fiables, con mayor velocidad y reduciendo la cantidad de cables usados para las señales de la máquina.

Una vez establecido, como se configura y programa la comunicación y control de las señales de la máquina. En ambos proyectos se trata de similares diagramas cambiando en los dispositivos seleccionados ya que tanto el lenguaje como el tipo de comunicación es el mismo. A continuación, se puede observar un ejemplo de la comunicación de un sistema de accionamiento compuesto por el servo motor, la controladora y el PLC, donde se aprecia los enlaces de comunicación y las diferentes interconexiones entre los dispositivos.

MicroLogix1400 to CMMS-AS via IO (Inputs/Outputs) Control

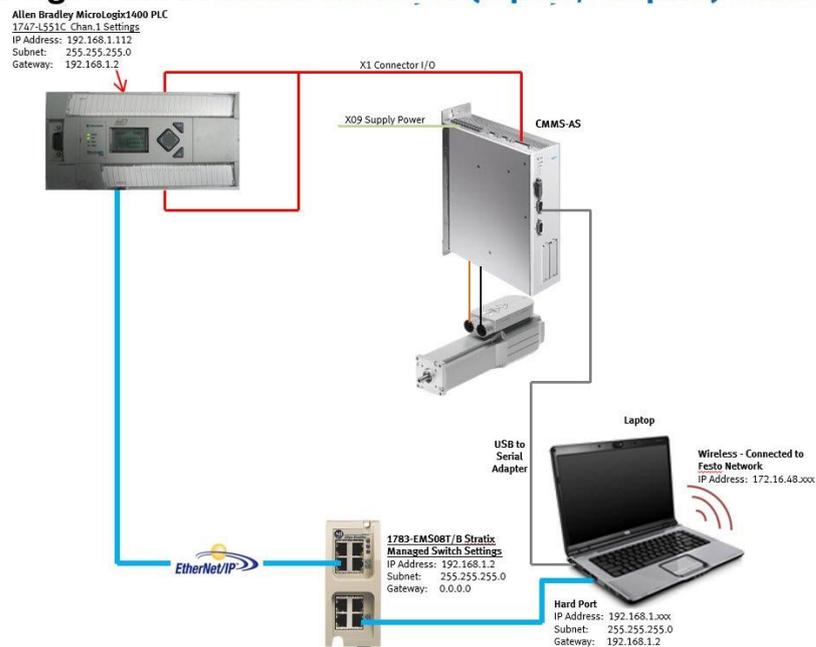


Ilustración 18. Sistema de comunicación de un servo accionamiento junto con el PLC, switch y PC.

En el diagrama aparece arriba a la izquierda el autómata programable que controlara las señales y el estado del sistema. arriba a la derecha se encuentra la drive que esta comunicada con el plc por medio de comunicación IO (entradas/salidas). El motor dispone de dos conexiones, una para el control que en este caso es el encoder del servo y otr apara la potencia. Abajo a la derecha se encuentra la estación de trabajo o pc, con el cual se configurara la drive y se podrá visualizar el estado, modificar la configuración de la drive y demás funciones. En la baja central se puede apreciar un switch de internet con el cual se aumenta los puertos de ethernet disponibles en el cuadro de la maquina. Es muy usual ver estos dispositivos en los en las instalaciones automaticas ya que serequieren de numerosos puertos debido a los diferentes destinos a los que llega la información.

En los siguientes capítulos se expondrá la configuración y cómo se ha realizado la programación de la comunicación de la controladora con el PLC. El código no es posible mostrarlo por confidencialidad hacia la factoría, por lo que no se mostrarán los planos de programación, en ninguna de las dos modificaciones, aunque si que se expondrá la configuración del hardware y diagramas de flujo/máquina de estado para describir el proceso de funcionamiento del servo.

Capítulo 4. Calibre automático

4.1.Descripción

Como se ha comentado en el punto anterior la primera máquina u operación seleccionada tras el análisis de eficiencia es un calibre de medida, el cual realiza medidas de distintas zonas de la pieza chequeando que están dentro de las tolerancias marcadas.

Está formada por diferentes partes componiéndose de varias tecnologías, con las cuales, realiza diferentes acciones y tareas. Como se describió en el punto () las tecnologías utilizadas engloban la hidráulica, eléctrica, electrónica, mecánica y automática. Todas ellas componen un sistema capaz de realizar la tarea de medición mediante la conexión y comunicación de todas ellas.

A continuación, se describe el sistema de movimiento con el tipo de accionamientos utilizados:



Ilustración 19. Calibre automático de medición.

4.1.1.Sistema de movimiento actual

- *Hidráulica*

En este caso, el sistema hidráulico se encarga de realizar los desplazamientos de la pieza, en este caso dispone de dos sistemas diferentes para cada movimiento. El sistema está alimentado por una fuente hidráulica compuesta por una bomba, junto con un calderín, depósito y demás componentes, que ejercer la presión en el fluido (aceite) para llevar a cabo la transformación de movimiento por parte del motor y cilindro.

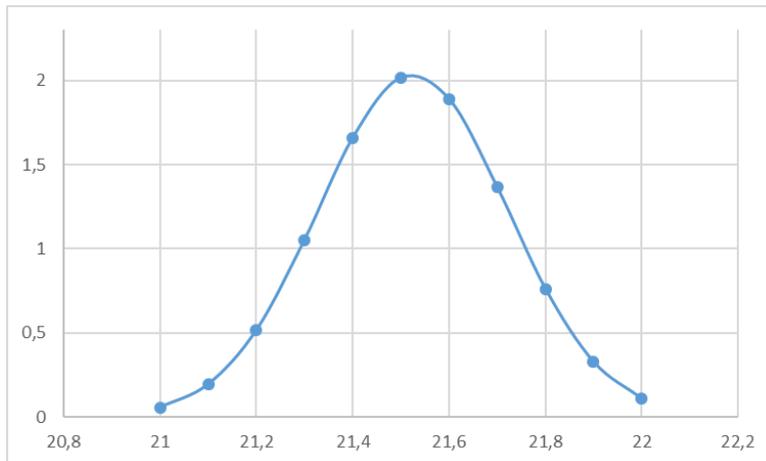
El primer sistema que consta de un motor hidráulico se encarga de subir y bajar la pieza a la posición de calibrado y reposo. Para realizar el movimiento, el motor hidráulico acciona una leva que empuja al bastidor compuesto de cilindros que facilitan el movimiento y un bastidor donde acopla el sistema de cunas que apoya la pieza. La máquina dispone de contrapesos para reducir los esfuerzos realizados por el sistema de subida/bajada.



Ilustración 20. Sistema de movimiento del calibre de medición.

El segundo sistema trata de un sistema de elevación de horquillas que permiten el calibrado del cigüeñal. Este movimiento es realizado mediante un pistón hidráulico que acciona un eje de giro, introduciendo y retrayendo el sistema de calibrado una vez la pieza está en la posición.

Actualmente la maquina esta trabajando con un tiempo de ciclo por encima del tiempo objetivo, de los cuales solo parte corresponde al estado de movimiento, ya que la mitad del tiempo de ciclo el calibre esta realizando la tarea de medición. En la siguiente grafica se puede observar la distribución normal de una muestra de tiempo de ciclo tomada, observándose el promedio y la desviación.



Promedio = 21,525
Desviación = 0,19621

Ilustración 21. Gráfica de la distribución normal de tiempos de ciclo del calibre durante un tiempo determinado..

Subida Calibración	Entrada Hoquillas	Calibracion	Retirada Horquillas	Bajada Reposo	Total Ciclo
3s	1,5s	12,5s	1,5s	3s	21,5s

Tabla 1. Toma de tiempos de los diferentes etapas del ciclo del calibre de medición.

4.1.2. Sistema de movimiento futuro

Una vez conocido el sistema actual, con el cual funciona la máquina y el tipo de movimiento realizado en ambos movimientos estudiados, se determina el tipo de accionamiento necesario para la modificación. Como se ha indicado en el capítulo (solución accionamiento) se instalará un sistema de servoaccionamiento basado en un servomotor con su respectiva drive. El servomotor requiere de un sistema de eje para adaptar el movimiento de giro al requerido por la aplicación, siendo un movimiento lineal para el primer movimiento y un movimiento rotatorio para el segundo.

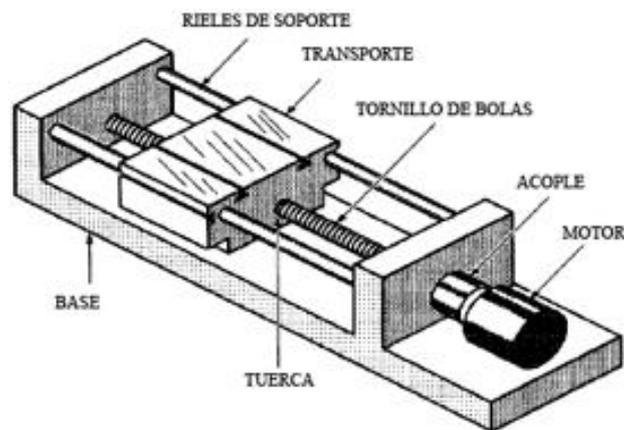


Ilustración 22. Esquema dibujo de las diferentes partes de un sistema de actuación lineal.

En la figura anterior se puede ver un ejemplo de actuador lineal, transformando con un acople, el movimiento de giro de un motor a un movimiento lineal. En el presente proyecto se dispondrá de un actuador de iguales características para adaptar el movimiento de subida y bajada de las piezas. Con el uso de este sistema se prescinde de elementos de la máquina, lo cual reduce considerablemente las piezas mecánicas y aumenta el rendimiento/calidad del movimiento al no necesitar de esas piezas intermedias para la transformación del movimiento del actuador.

En el movimiento de giro se dispondrá de un servo con la posibilidad de usar un reductor con el fin de reducir esfuerzos en el motor y/o necesidad de cambiar el eje de giro final por las dimensiones de la zona de trabajo de la máquina.

4.2. Diseño mecánico

4.2.1. Dimensionado

Para la obtención de los parámetros de diseño y elección se determinan los valores condicionantes del movimiento como son fuerza ejercida por el actuador, velocidad máxima capaz de alcanzar, etc.

4.2.1.1. Movimiento elevación

Para el dimensionado del cilindro solamente se precisa de la masa total de movimiento, ya que el fabricante se muestra la máxima masa a mover, por lo que sabiendo el peso que realizan los componentes, se podrá seleccionar el modelo de electrocilindro en base también a la carrera efectiva del movimiento de subida y bajada.

Las condiciones iniciales del movimiento se han determinado en base al perfil de movimiento actual de la maquina con el sistema hidráulico:

En el caso del movimiento de subida y bajada los parámetros a tener en cuenta son velocidad, aceleración y fuerza, los cuales son los que condicionan la configuración y trabajo del actuador, en este caso un electrocilindro. El fabricante muestra la fuerza máxima que puede ejercer el dispositivo. Para saber si el actuador mejora el tiempo del sistema actual se realiza un pequeño calculo cinemático teniendo en cuenta la carrera del movimiento de subida y el tiempo que tarda en realizarlo.



Ilustración 23. Cunas de apoyo cigüeñal.

Cinemática	Espacio recorrido mm		Tiempo s	Velocidad mm/s m/s	
		360		3	120
Dinámica	Masa Sistema Kg		Gravedad	Fuerza ejercida	
	Cigüeñal	Cunas y soportes	Contrapesos	m/s ²	N
	20	10	52	9,81	804,42

Tabla 2. Parámetros cinemáticos y dinámicos previos a la modificación.

La tabla anterior muestra los valores dimensionados de velocidad y fuerza, por lo que el actuador seleccionado debe cumplir con estos parámetros de funcionamiento. Con estos valores se habría elegido un actuador de la marca festo mas restrictivo pero debido a exigencias de la planta por motivos de repuesto, se obliga a elegir un actuador con la mismas dimensiones que disponen en repuestos. En el caso de fallo o rotura se tendría un actuador de iguales dimensiones para poder suplir el dañado rápidamente.

Datos Electrocilindro ESBF-BS-63-500-25P	Carrera mm	Velocidad lineal máxima m/s	Fuerza ejercida kN
	360	1,35	6

Tabla 3. Datos cinemáticos y dinámicos del actuador seleccionado.

4.2.1.2. Movimiento horquillas

En el caso del movimiento de las horquillas se comienza con el tipo de motor determinado por el proyecto inicial debido a que como se ha comentado anteriormente, por repuestos se debe utilizar un servo instalado en una operación adyacente. Por lo que en base al servo que se tiene se va a realizar la selección del reductor apropiado a la aplicación.

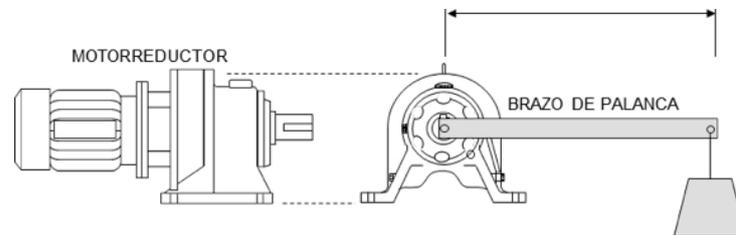


Ilustración 24. Sistema motorreductor.

Se simulara el sistema de actuación de un motorreductor calculando así el ratio de reducción necesario en base a la velocidad del motor, la velocidad requerida para el sistema y el par ejercido por el sistema de barras y horquillas.

Para el cálculo del ratio necesario supondremos una inercia nula debido a la poca velocidad y al poco peso del sistema a mover, por lo que únicamente tendremos en cuenta el par ejercido por las masas del sistema.

Cálculo Par	Masa Sistema Kg		Longitud m	Par necesario Kg.m
	Hoquillas	Soportes		
	12	10	1	17

Tabla 4. Cálculos de par realizados.

Cálculo Reducción	Velocidad Motor rpm	Velocidad sistema rpm	Reduccion i
		4600	150

Tabla 5. Cálculo de la reducción necesaria para la etapa reductora.

La reducción necesaria es 30,7 pero no existe ese ratio dentro del catalogo de la marca Neugart por lo que se seleccionara el siguiente ratio. A continuacion se muestra el modelo de reductor seleccionado ne base al par necesario y a la reducción calculada

Datos Reductor	Ratio i	Par Nominal Nm	Eficiencia %	Vida Servicio h
WPLE060-32	32	44	94	20000,0

Tabla 6. Parámetros de funcionamiento del reductor seleccionado.

4.2.2. Selección de componentes

Una vez expuestos los parámetros necesarios para el dimensionado y la posterior elección del actuador que se pueden ver en la tabla (anterior punto), se han analizado el abanico de accionamientos dentro del catálogo de la marca Festo. Para el movimiento de subida y bajada, se tiene que seleccionar un accionamiento lineal o electro cilindro y, por otro lado, para el movimiento de giro se selecciona un reductor acodado para transmitir el movimiento de giro del motor a un eje transversal. Hay que puntualizar que con la marca Festo se requiere el uso de un convertidor de movimiento como puede ser un electro cilindro lineal o un reductor acodado o lineal según la disposición del accionamiento dentro de la máquina, ya que el servomotor no puede disponerse en solitario.

Se realiza una distinción de varios componentes debido a los dos sistemas de movimiento: subida/bajada y rotación. Parte de la selección es igual para ambos casos difiriendo de sistema de transmisión de movimiento. Con cada sistema de conversión de movimiento vienen seleccionado auxiliares necesarios para completar el conjunto.

Movimiento de subida/bajada	Cilindro eléctrico
Movimiento de rotación	Reductor acodado

A continuación, se realiza la elección de los accionamientos en relación con los parámetros calculados en el punto anterior, comenzando por la elección del cilindro eléctrico (movimiento subida y bajada) y seguido del reductor. El servo y los accesorios como cables y perifericos son iguales para ambos casos.

4.2.2.1. Movimiento subida/bajada

Cilindro eléctrico ESBF

ESBF-BS-63-500-25P

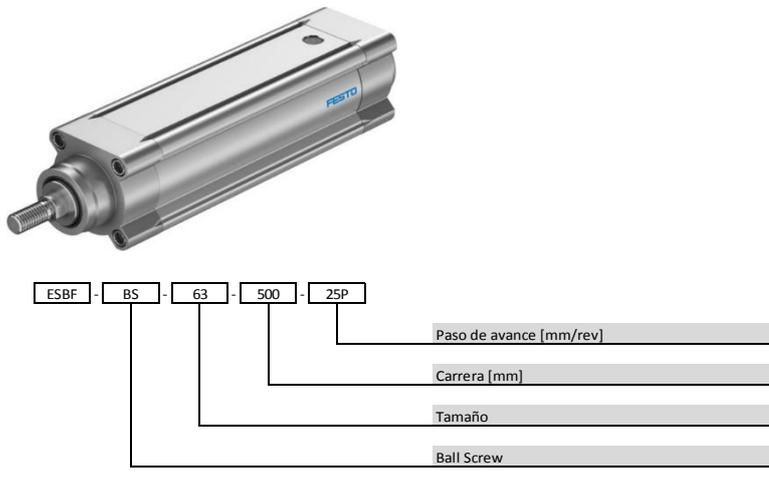


Ilustración 25. Cilindro eléctrico de la marca Festo.

El cilindro es el encargado de transformar el movimiento rotacional del servo en un movimiento lineal, desplazando así el vástago a lo largo del cilindro. Es el encargado de soportar la carga y realizar los movimientos encomendado por el servo.

Servo Motor

EMMS-AS-100-M-HS-RMB



Ilustración 26. Servo motor de la marca Festo seleccionado para el movimiento de subida/bajada.

El servo es el encargado de generar el movimiento del sistema actuador mediante el giro del eje acoplado que será convertido a lineal gracias al mecanismo de husillo que dispone el cilindro eléctrico. El acople entre el servo y el cilindro lo realiza el kit axial anteriormente mostrado.

Kit Axial

EAMM-A-D60-100A

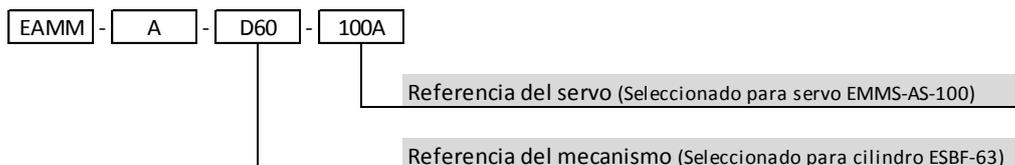


Ilustración 27. Kit axial seleccionado para la conversión del movimiento giratorio.

Este acople axial es el encargado de fijar la transmisión de movimiento del servo al cilindro mediante la fijación del eje del servo con respecto al cilindro. Dependiendo del servo y cilindro seleccionado se tiene que adaptar según hoja de especificaciones de Festo.

Brida Sujeción

EAHF-V2-50/63-P



La brida de sujeción permite instalar el conjunto de cilindro y servo de manera vertical posicionándolo en el soporte requerido. estas se atornillas a la superficie del elemento de sujeción y por medio de presión entre las dos placas que dispone, aprisionan el cuerpo del cilindro para trabajar en una posición, en este caso vertical.

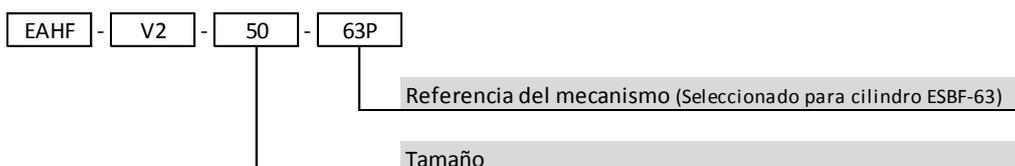


Ilustración 28. Brida de sujeción de la marca Festo seleccionado para el cilindro ESBF

Acoplamiento

KSZ-M16x1,5

Esta pieza permite acoplar el vástago del electrocilindro a cualquier bastidor o superficie, la cual va a realizar el movimiento. Este accesorio proporciona total rigidez y robustez en la unión entre el electrocilindro y cualquier superficie, aunque solo es efectiva para movimientos exclusivos en el eje vertical ya que no dispone de un bulón para absorber movimiento en cualquier otro eje.



Ilustración 29. Acoplamiento final seleccionado para acoplar el cilindro al bastidor del calibre.

4.2.2.2. Sistema horquillas

Reductor acodado

WPLE120-060- WPLE60-032

Este elemento transforma el eje de rotación inicial del servo para poder obtener una disposición alternativa. Hay dos razones por las que se ha introducido una etapa reductora o reductor acodado, por un lado, por el espacio dentro de la maquina se necesita que el servo este en vertical y no colineal con el eje de rotación. Por otro lado, reducir el esfuerzo del servo es necesario para aumentar la vida útil del mismo, para ello, el reductor dispone de un ratio $i=60$ que aumenta en i veces el par nominal y máximo a la salida del reductor. Con esto el servo girara a mayor velocidad reduciendo los esfuerzos de par que pueden aparecer en el sistema.



Ilustración 30. Reductor de la marca Neugart seleccionado para el motor Festo.

Servo Motor

EMMS-AS-100-S-HS-RMB

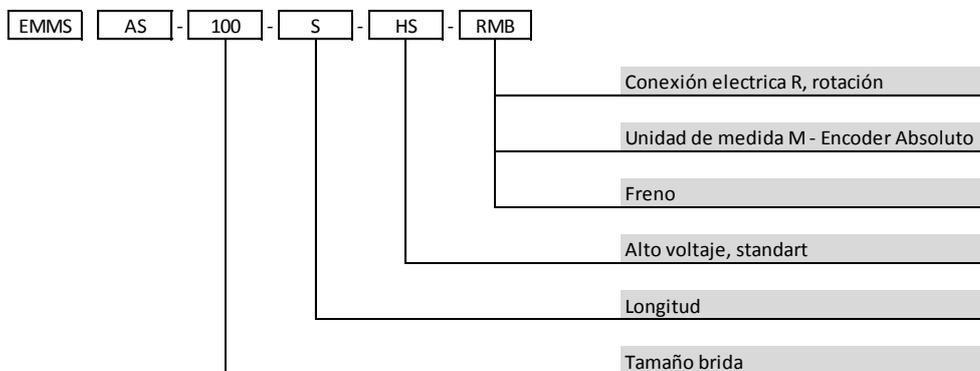


Ilustración 31. Servo motor de la marca Festo seleccionado para el movimiento de giro del sistemas de horquillas.

Los accesorios y auxiliares que forman el conjunto del actuador son seleccionados en base a las características del servo elegido, por lo que se tienen que tener en cuenta parámetros como tamaño de brida, longitud o encoder. Mas adelante también se tendrán en cuenta estos parámetros para el diseño mecánicos de las piezas de acople o selección de etapas reductoras.

Una vez mostrados el sistema servo-reductor, se muestra a continuación la controladora que es la misma para ambos movimientos:

Controladora Motor CMMP-AS-C5-11A-P3-M3



Ilustración 32. Controladora seleccionada para el servo motor EMMS de la marca Festo.

La controladora es la encargada de realizar la gestión del movimiento del motor/servo. Tiene una parte de potencia y una parte de control. En la parte de potencia se alimenta al servo con la tensión apropiada y en la parte de control se analizan los datos del servo para controlar los movimientos del servo.

La controladora dispone de 3 slots para diferentes tarjetas auxiliares:

- Ext1 → I/O (unnused)
- Ext2 → Ethernet Ip (CAMC-F-EP)
- Ext3 → STO seguridad (CAMC-G-S1)

En este caso se ha utilizado el Ext2 y Ext3 para el presente proyecto.

Este periférico trata de un módulo de seguridad para obtener la desconexión segura del par (STO) según EN 61800-5-2 para controlador del motor seleccionado.

4.2.3.Rediseño elementos mecánicos

El nuevo sistema se compone de un electro cilindro que supone tener un espacio libre dentro de la máquina para permitir el movimiento del vástago sin partes que interfieran.

La última limitación encontrada es la estructura base de la máquina, la cual, puede modificarse dentro de unos límites, ya que, algunas partes se ve en la obligación de no modificarlas para que el resto de los sistemas de la maquina no se vean comprometidas. En el presente proyecto solo se modifica el sistema de movimiento lo que conlleva dejar intactas otros sistemas como pueden ser el sistema de calibrado.

Una vez seleccionados los materiales tanto para el movimiento de bajada/subida como para el de rotación y las limitaciones tanto geométricas como estructurales, se comienza a realizar un rediseño de la máquina para adaptar los nuevos actuadores a la estructura actual de la maquina como se ha comentado anteriormente. Se analizan los planos actuales para conocer a fondo el sistema de sujeción del sistema hidráulico, determinando las partes que deben ser eliminadas o rediseñadas para adaptar el nuevo sistema. A continuación, se muestran los detalles de los planos actuales donde se pueden ver los sistemas hidráulicos de ambos movimientos.

A continuación, se expondrán los diseños de ambos movimientos, tanto el movimiento de subida/bajada como el de giro. También se mostrará el diseño actual de las piezas de sujeción de los sistemas hidráulicos para observar el rediseño realizado o el nuevo diseño de los elementos.

Sistema de elevación cigüeñal

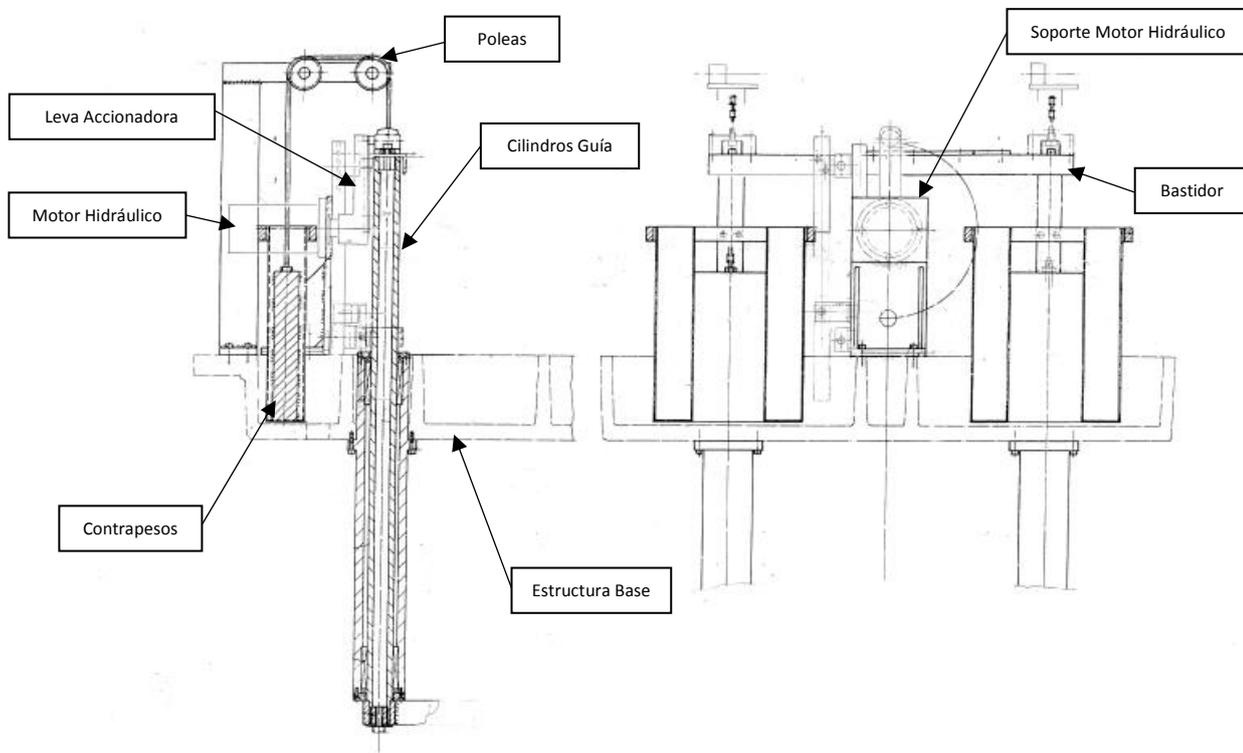


Ilustración 33. Esquema de las diferentes partes del sistema de subida/bajada anterior a la modificación.

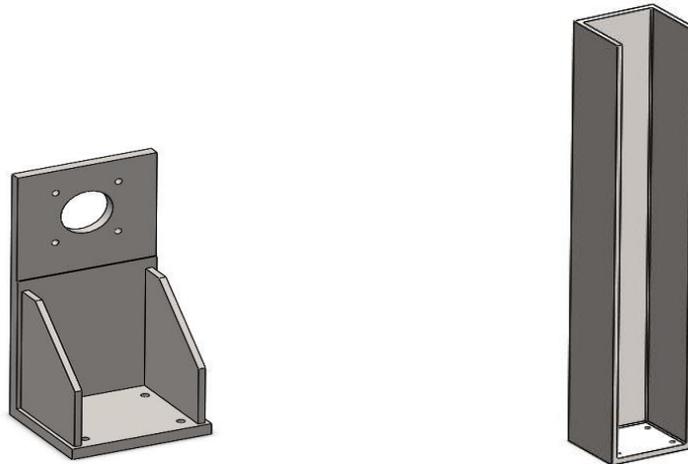


Ilustración 34. A la izquierda, soporte del actuador hidráulico existente anteriormente a la modificación. A la derecha, soporte diseñado para el nuevo actuador electromecánico.

La pieza se ha rediseñado para albergar el nuevo actuador respetando así las dimensiones de la base para ajustarse al espacio en máquina y así no tener problemas de interferencia con demás objetos de la máquina. Se acopla de igual forma que la pieza antigua mediante tornillos a una cartela de la estructura de la máquina. El actuador se acopla a esta mediante las bridas de sujeción seleccionadas anteriormente. Debido a un problema de centraje de ejes, entre el eje del cilindro y el eje del bastidor se debe diseñar un espaciador para adaptar esta diferencia. También se diseña una placa soporte para aportar rigidez al anclaje de la nueva pieza. En la imagen final se puede apreciar como quedaría el montaje de la pieza de sujeción junto con el sistema actuador.

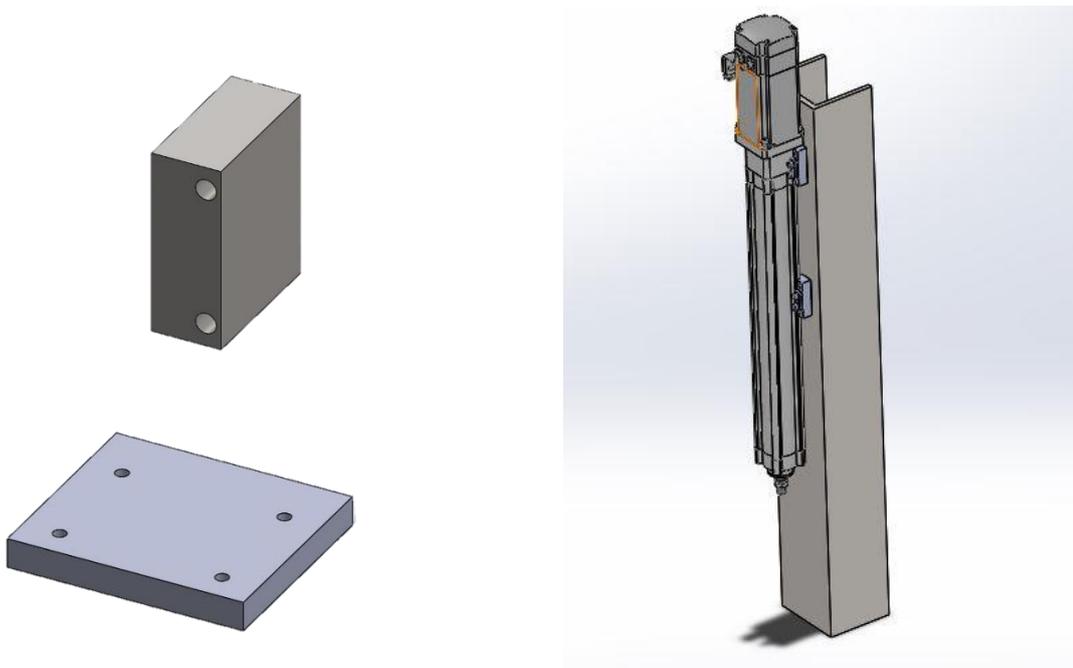


Ilustración 35. Arriba a la izquierda, el diseño 3D del espaciador. Abajo a la izquierda, el diseño 3D de la placa base. A la derecha, diseño 3D del ensamblaje del electrocilindro con la pieza de sujeción.

Sistema de giro horquillas

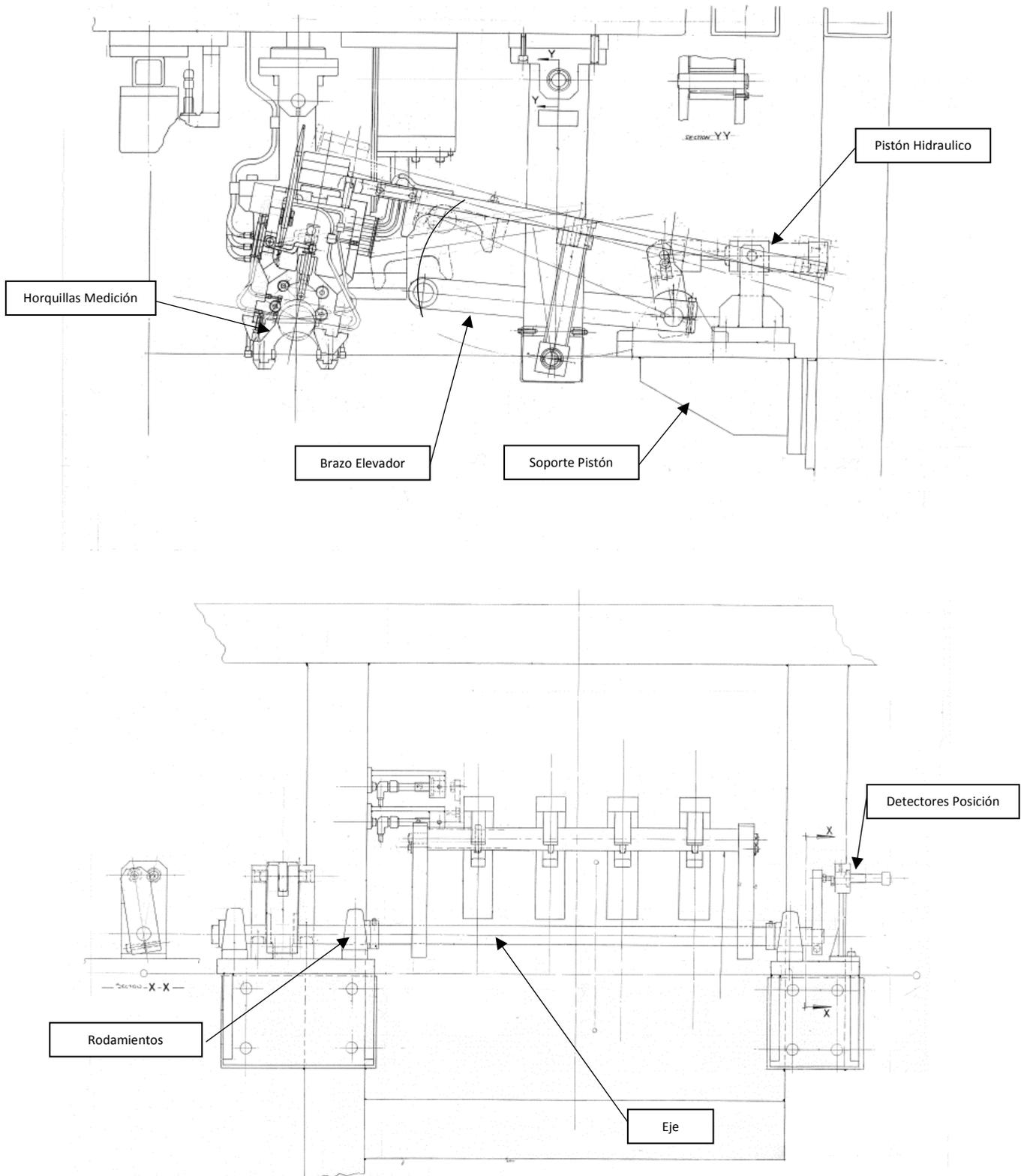


Ilustración 36. Esquemas de las diferentes partes del sistema de giro.

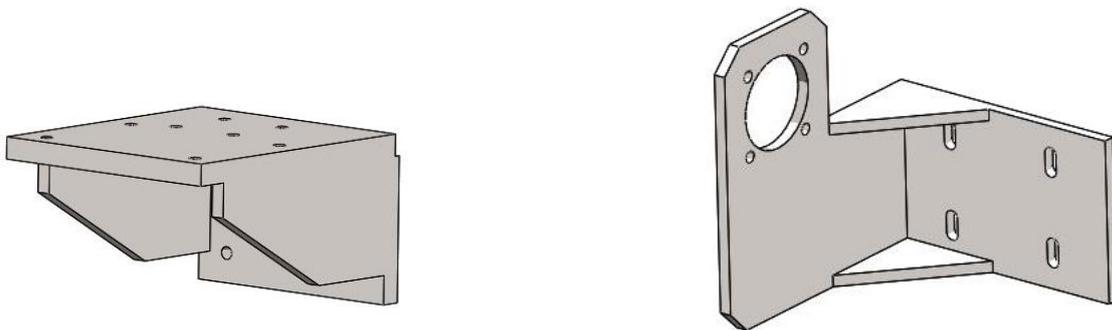


Ilustración 37. A la izquierda, soporte del cilindro hidráulico anterior. A la derecha, nuevo diseño del soporte del servo accionador del movimiento de giro.

En el caso del sistema de giro de las horquillas, la antigua pieza sostenía un cilindro hidráulico que realizaba el movimiento. Este estaba acoplado por medio de un chavetero al eje principal de movimiento, el cual accionaba el sistema de horquillas. Se ha cambiado la pieza realizando un nuevo diseño pensado para albergar el actuador y a su vez poder reaprovechar el eje antiguo. Mediante un acople elástico se acopla el eje de salida del reductor con el eje principal para así transmitir el movimiento al sistema.

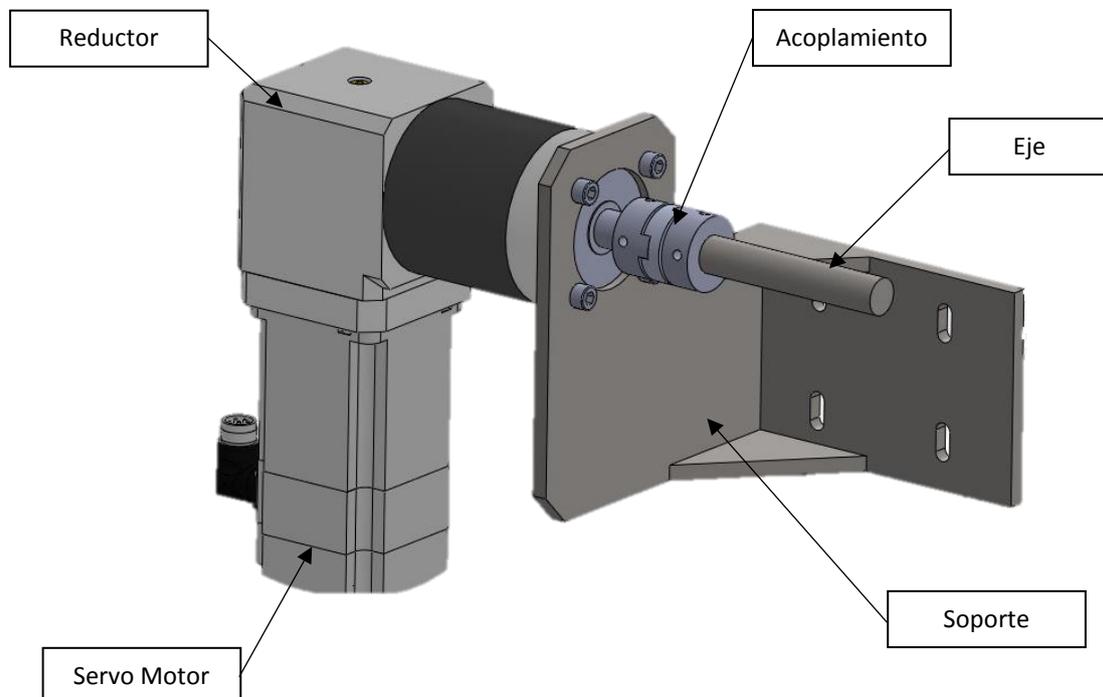


Ilustración 38. Ensamblaje en 3D del conjunto de servo, reductor, acople, eje y la pieza de sujeción diseñada.

4.2.3.1. Material empleado

Una vez cumplido con el diseño de las piezas de acuerdo a las condiciones de dimensión de la maquina y al actuador requerido se procede a seleccionar el material con el que fabricar las piezas. El material debe cumplir con características estructurales resistentes ya que se esta trabajando durante muchos ciclos de producción y no tiene que desgastarse ni producir daños al sistema de la maquina.

El material seleccionado ha sido acero estructural S275JR debido a su resitencia mecánica y a debido a que puede ser atornillado, remachado y soldado en un rango completo de fabricación. Al ser un material laminado es ideal en el este caso debido a tratarse de chapas soldadas. Este cumple con el estándar Europeo de EN 10025:2004, por lo que esta designado como material de la norma dentro de la planta. El acero S235JR también dispone de resitencia notable pero se desecho su uso debido al poco uso que se le da en la industria en espesores grandes y a que para se se usa en aplicaciones donde no se requiere especificaciones estructurales de mucho aguante de peso.

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de limite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Ilustración 39. Propiedades de los diferentes tipos de acero mas comunes, con las tensiones de rotura, elástica y temperatura del ensayo de Charpy.

4.2.4. Instalación de los componentes

El último paso en la parte mecánica fue la instalación de los componentes en máquina comprobando la correcta inserción de los nuevas piezas y dispositivos adaptarse a las dimensiones que tiene la máquina.

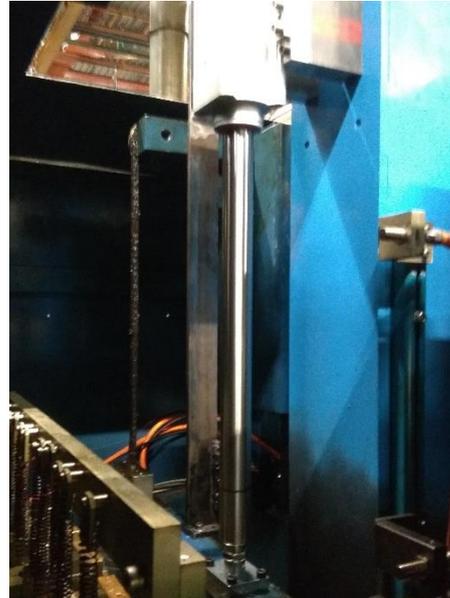


Ilustración 40. A la izquierda, instalación del electrocilindro en máquina donde se puede apreciar el acople con el soporte, los espaciadores y bridas de sujeción. A la derecha, acople del vástago del electrocilindro al bastidor del calibre.



Ilustración 41. Vista general de la instalación del nuevo sistema actuador en máquina.

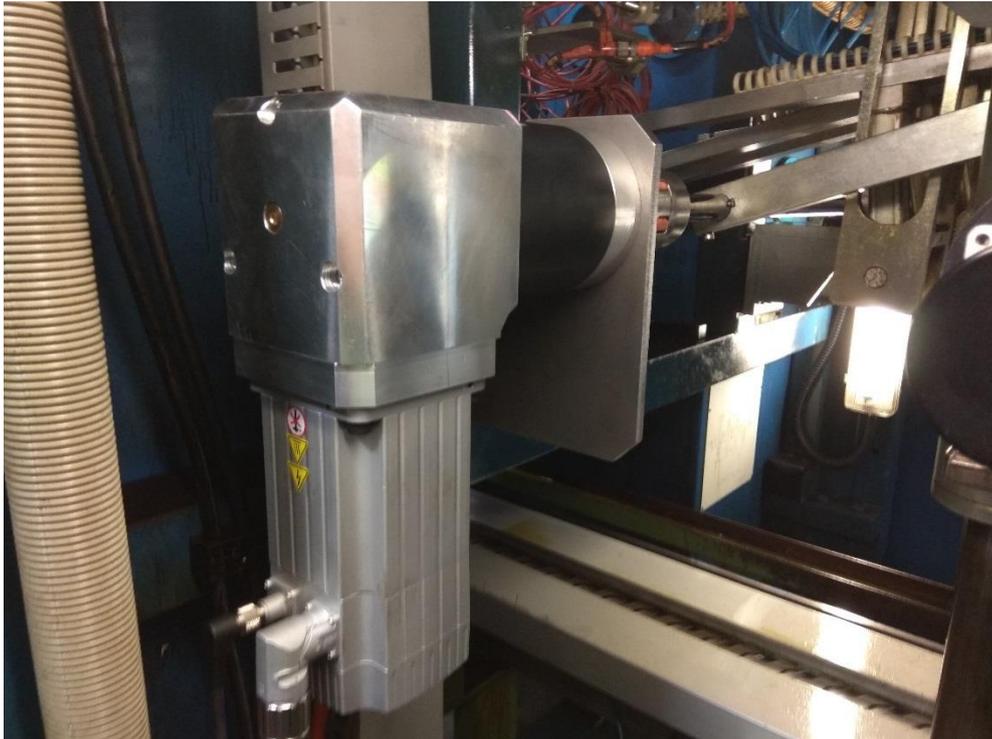


Ilustración 42. Instalación del nuevo sistema compuesto por el servo motor y el reductor al sistemas de giro de las horquillas del calibre.

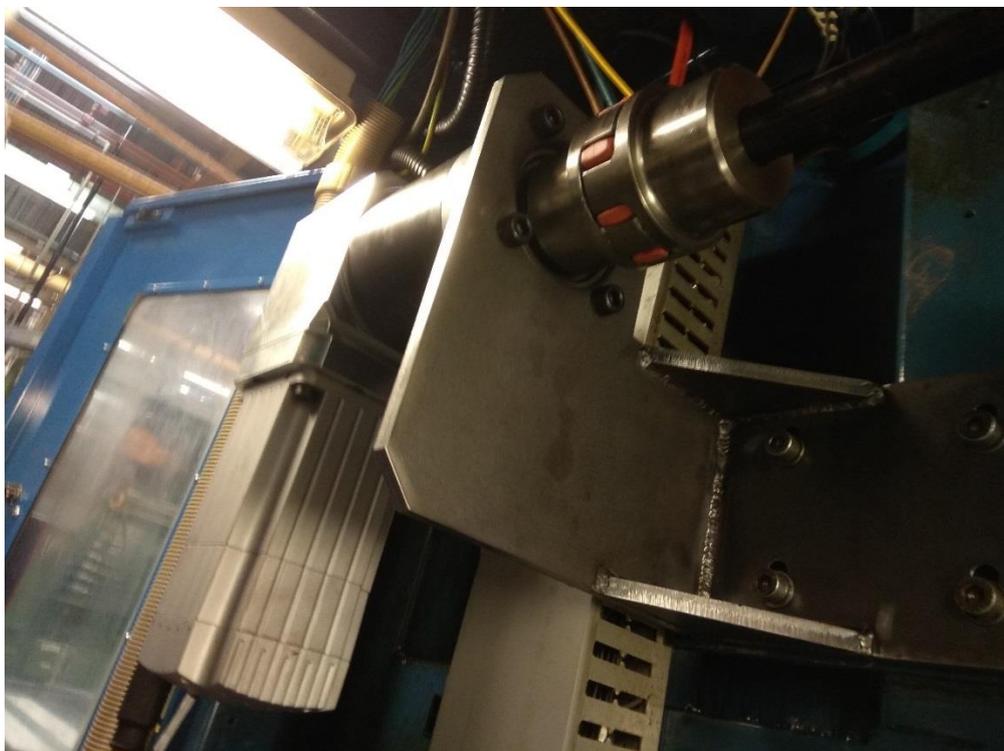


Ilustración 43. Vista interior del nuevo sistema actuador.

5.1. Diseño sistema eléctrico

En el capítulo 4.3 se ha explicado el proceso del diseño eléctrico característicos de estos dispositivos y la seguridad requerida para la instalación y que exige el departamento de seguridad de la planta. Para determinar los dispositivos que se requieren teniendo en cuenta las especificaciones de los dispositivos se tiene que analizar la ficha técnica de cada uno para determinar los parámetros de funcionamiento como tensión nominal, corriente, tensión de pico, etc. En ambos accionamientos la controladora es la misma por lo que el conexionado es idéntico en los dos casos.

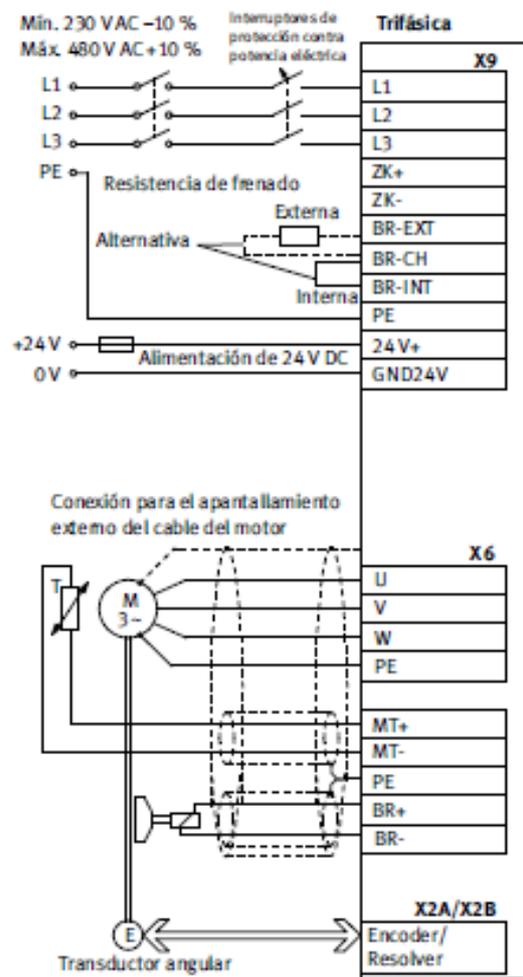


Ilustración 44. Esquema eléctrico de la conexión trifásica a la alimentación y al motor.

En el esquema anterior se muestra el conexionado eléctrico de la controladora del motor a la red trifásica pudiéndose observar la conexión al servo, la red trifásica y la alimentación de 24 V DC.

Una vez conocidas las conexiones y seleccionados los componentes eléctricos y de seguridad se realiza la instalación en el cuadro eléctrico, adaptando el espacio existente a las dos controladoras.

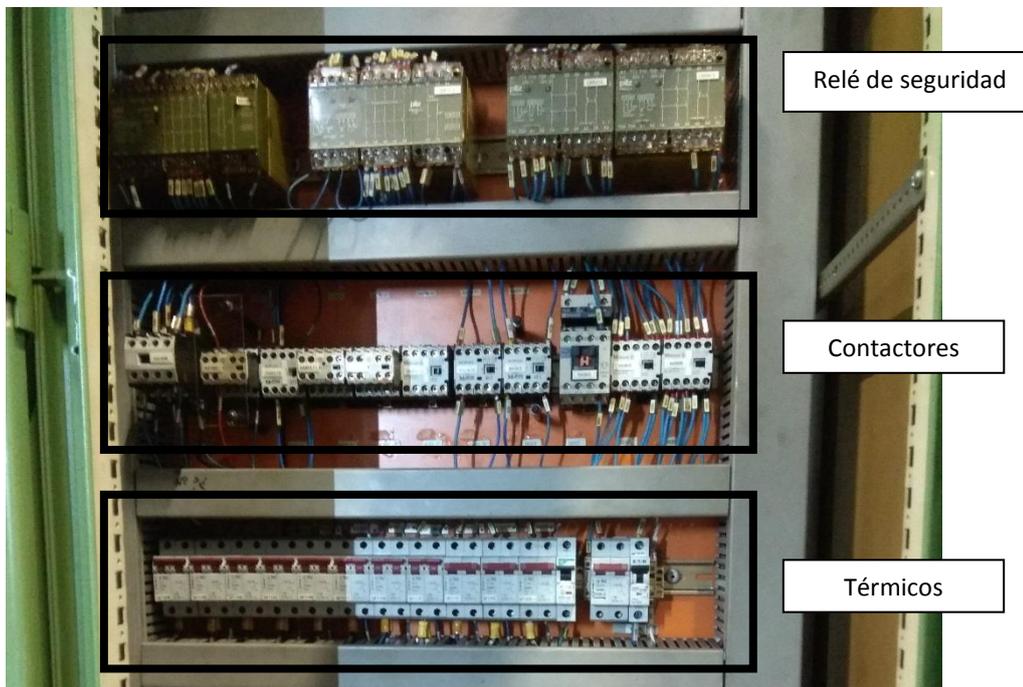


Ilustración 45. Cuadro eléctrico y componentes.



Ilustración 46. Instalación de las controladoras de motor, tanto del movimiento subida/bajada como giro en el armario eléctrico.

4.3. Diseño sistema autómeta/control

Una vez finalizado el diseño mecánico y el diseño eléctrico donde se desarrolla los componentes mecánicos y eléctricos para conectar y darle tensión al sistema. En este apartado se realiza el desarrollo de la parte de control del servo. Como se ha explicado anteriormente el servo dispone de una controladora, la cual le envía los parámetros de funcionamiento. Tanto estos parámetros como las señales de activación le llega por medio de la controladora, la cual ejecuta a su vez las señales provenientes del sistema automática o PLC.

El PLC es el encargado de dirigir o controlar el sistema global de la máquina, actuando sobre la controladora en el momento de realizar los movimientos. El PLC gobierna el sistema analizando las señales que llegan de los diferentes sensores y actuadores y por medio del código de programación realiza las tareas determinadas por el programador.

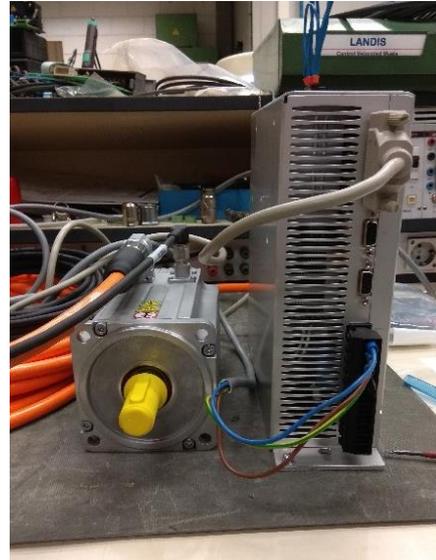


Ilustración 47. Pruebas y configuración de la controladora en el laboratorio electrónico.

4.3.1. Programación del PLC

La controladora se comunica con el PLC por medio del bus de campo que en este caso es Ethernet/IP y con el cual se envían las señales de movimiento y estado. Al usar el bus de campo las señales de entradas/salidas no se usarían, pero en este caso la controladora obliga a utilizar las señales mostradas en el siguiente esquema para asegurarse el funcionamiento y seguridad. Estas señales irán conectadas al PLC al módulo de entradas/salidas y el bus de campo irán conectado al módulo de Ethernet, también del PLC.

Por lo que con lo anterior se pueden establecer dos “canales” de comunicación con el PLC:

- Parámetros de movimiento: posición - velocidad - aceleración
- Señales : activación – habilitación – Finales de carrera

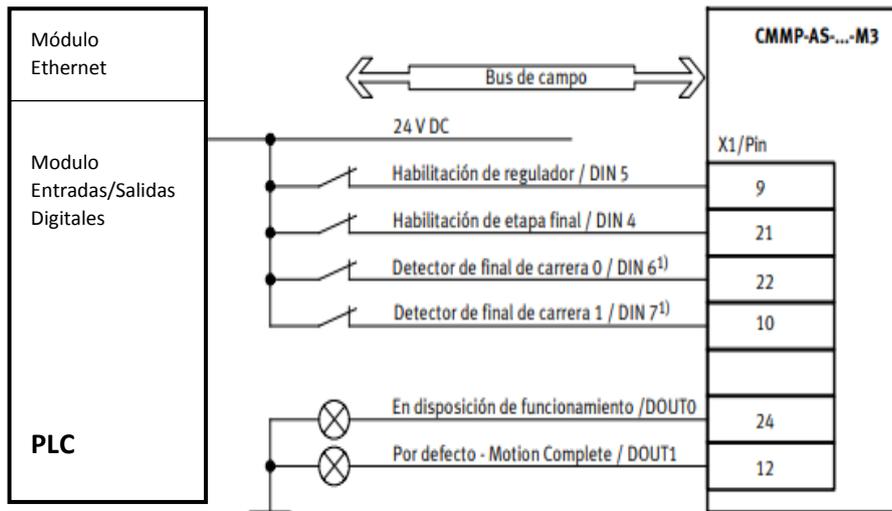


Ilustración 48. Diagrama de conexiones: interfaz I/O necesaria.

La comunicación con el PLC se realiza por medio de bloques de datos, en los cuales se incluye los datos de escritura, lectura y control de la drive.

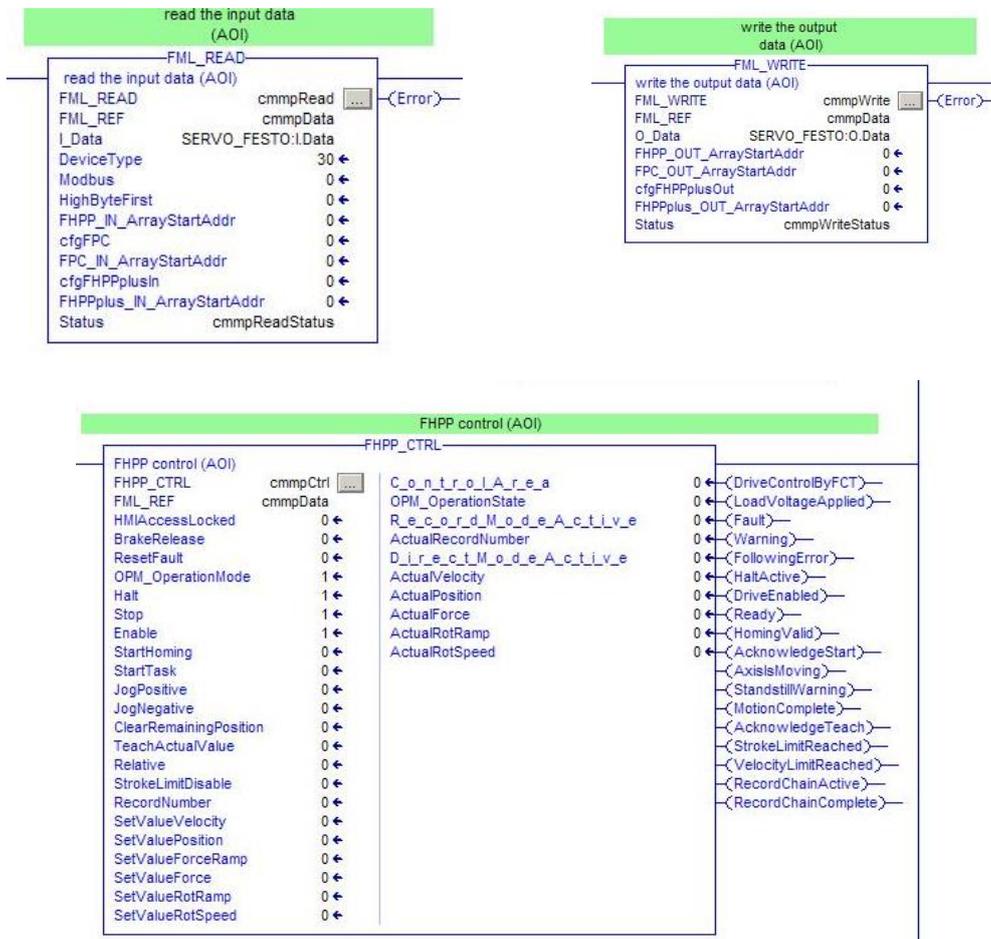


Ilustración 49. Bloques de comunicación de la controladora con el PLC.

A continuación se muestra un flujograma simplificado del progreso seguido para realizar el movimiento por parte del PLC:

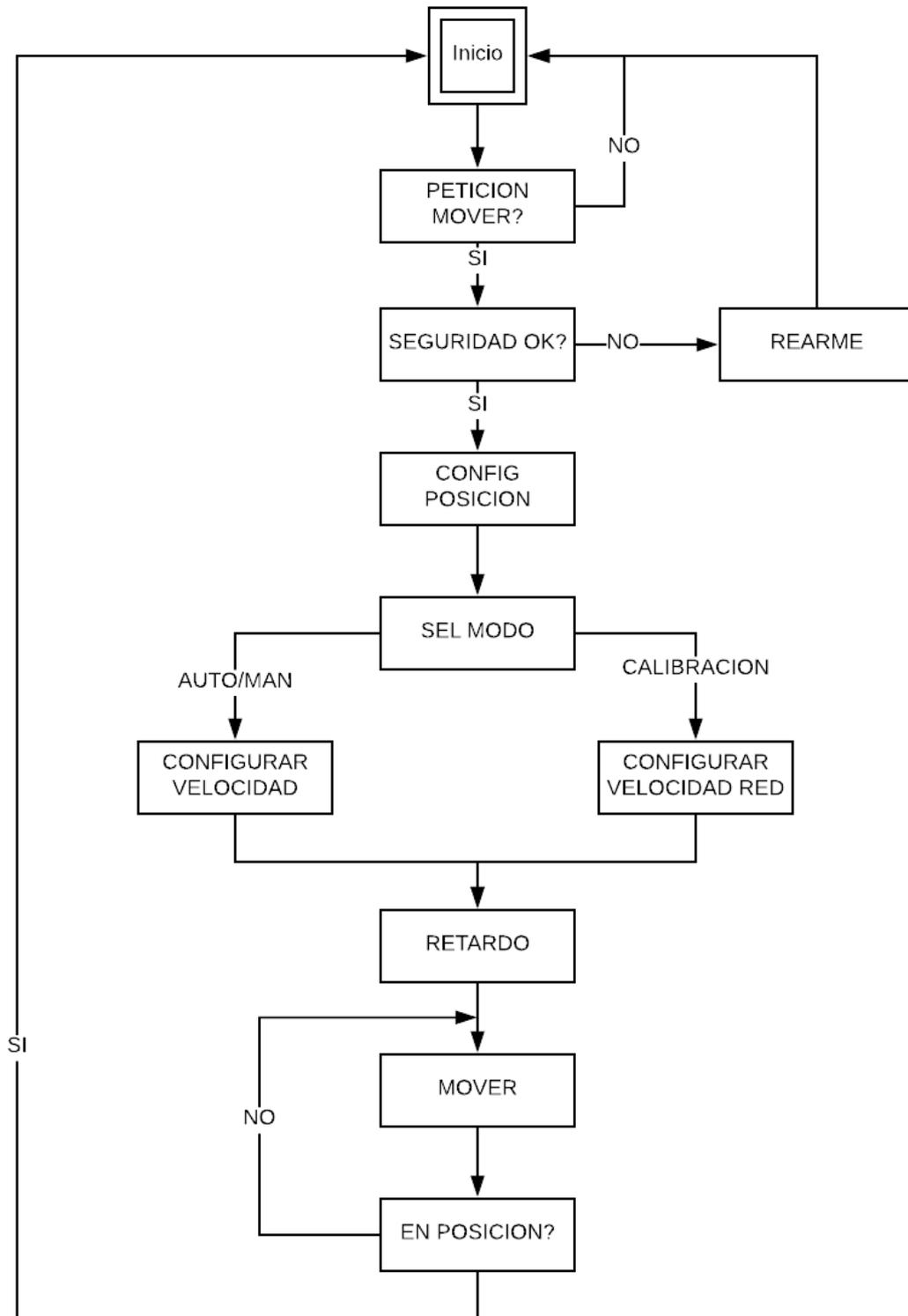


Ilustración 50. Diagrama de la activación de movimiento del servo.

4.3.2. Configuración de la controladora mediante el software Festo Configuration Tool

La controladora dispone de un software para poder configurar el modo de funcionamiento que va a realizar como el tipo de movimiento, parámetros de velocidad, aceleración, señales del encoder, etc, gracias a este se puede configurar también las señales que se quieren comunicar con el PLC.

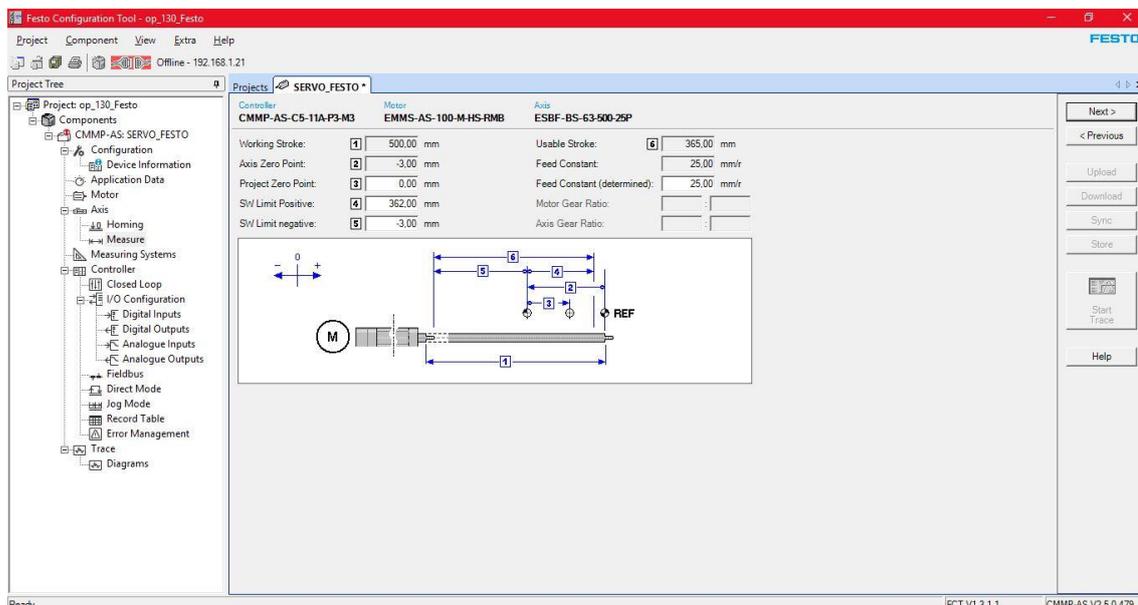
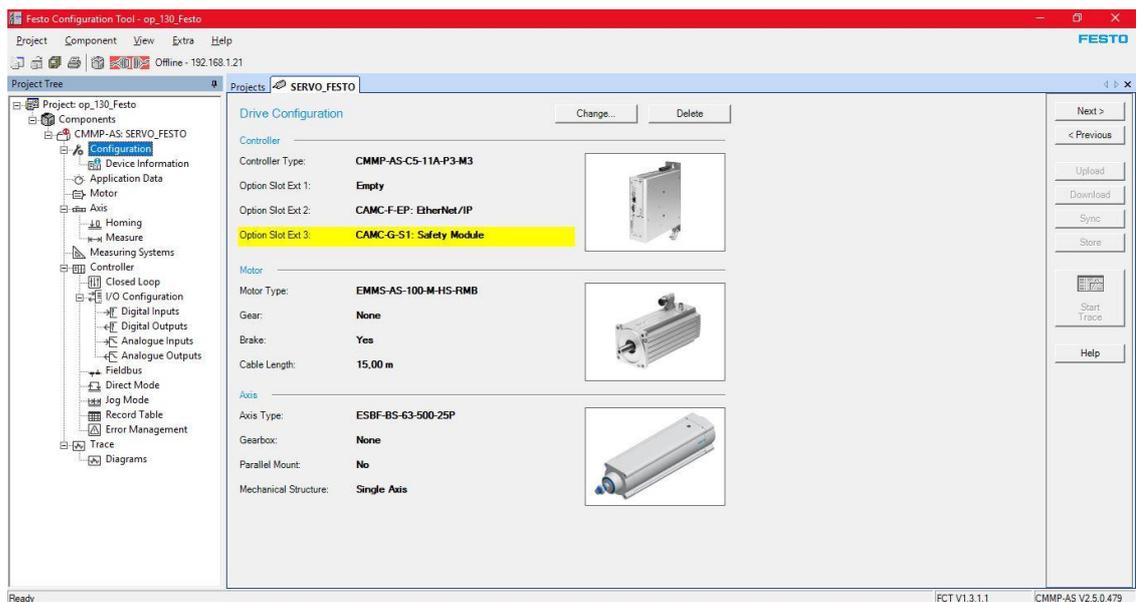


Ilustración 51. Configuración del hardware mediante el software de Festo, Festo Configuration Tool. Arriba la configuración de los dispositivos y abajo la introducción de los límites de movimiento.

Capítulo 5. Lavadora transfer

5.1. Descripción de la tecnología

Tras finalizar la modificación del calibre automático, se procede con el proyecto para la siguiente máquina. Dentro de una línea de mecanizado se generan rebabas y suciedad que puede afectar al proceso mismo de mecanizado o en mayor medida al nivel de calidad de las piezas. En este caso como se ha mencionado en el desarrollo de la modificación del calibre, las piezas son fabricadas con precisiones de micras, por lo que es importante que durante el proceso completo de mecanizado se encuentren máquinas que limpien con profundidad las piezas, eliminando así las partículas generadas durante el proceso. Estas máquinas tienen la función de lavadoras generando altas presiones para asegurar el proceso de eliminación de las virutas, polvo o suciedad incrustada. La siguiente máquina se trata de una lavadora industrial la cual realiza este proceso en la mitad del proceso de mecanizado.



Ilustración 52. Vista exterior de la lavadora transfer.

La máquina como todo el proceso de mecanizado es automática, contando con sistemas autómatas igual que en el caso anterior del calibre automático. Desde que las piezas entran a la máquina hasta que salen, el proceso es automático contando con diversos sensores y actuadores que realizan múltiples funciones. La máquina dispone de diferentes tecnologías las cuales realizan tareas diferentes dentro del proceso de lavado de las piezas, tal como el sistema neumático proporcionando el aire a presión componiéndose de bombas de alta presión, el sistema eléctrico, el cual se compone de los sensores, cableado y seguridades de la máquinas, tales como relés, magnetotérmicos, etc., sistemas mecánico, el cual se encarga de la transformación tanto de la energía eléctrica, neumática y hidráulica para realizar los movimientos de la máquina. En este caso el sistema hidráulico que se encarga de realizar el movimiento de las piezas dentro de la lavadora será el modificado para así obtener una mejora del rendimiento y por consiguiente una mejora de eficiencia y reducción de tiempo de ciclo. Con la reducción del tiempo de ciclo del proceso de lavado se consigue eliminar el cuello de botella que esta máquina supone para la línea de mecanizado.

Como en el caso anterior la modificación se centra en el sistema de movimiento, lo cual es en el que se puede reducir con mayor eficacia el tiempo de ciclo de la máquina, ya que es en estos movimientos en los que se invierte la mayor parte del ciclo total. La máquina transfer dispone de dos ejes de movimiento, horizontal y vertical, siendo el primero el encargado de mover linealmente las piezas y el segundo encargado de elevar y bajar el sistema transfer para permitir el continuo traspaso de las piezas de una estación a otra. Por limitaciones de tiempo

provocadas por la demanda de producción y tiempos de parada, la modificación se ha centrado en un solo movimiento o eje, siendo este el movimiento horizontal o lineal, el cual se describirá en los siguientes puntos realizando una descripción del sistema de movimiento y el estado actual de dicho sistema.

5.1.1.Sistema transfer

El sistema de movimiento está formado por un sistema hidráulico el cual actúa moviendo el sistema mecánico, llamado transfer, desplazando las piezas por un tren de estaciones con diferentes tratamientos en cada una de ellas. El movimiento de las piezas es cíclico, por lo que las piezas son transportadas desde la carga hasta la descarga por este sistema de movimiento.

Imagen del ciclo de transfer

Como se puede apreciar en la imagen la transfer retrocede hasta la posición de carga, asciende para levantar las piezas, posteriormente avanza con las piezas y por último, desciende para descargar las piezas en una posición adelante. Este ciclo se repite durante todo el proceso de lavado pasando las piezas así por todas las estaciones de lavado y también de secado de las piezas.

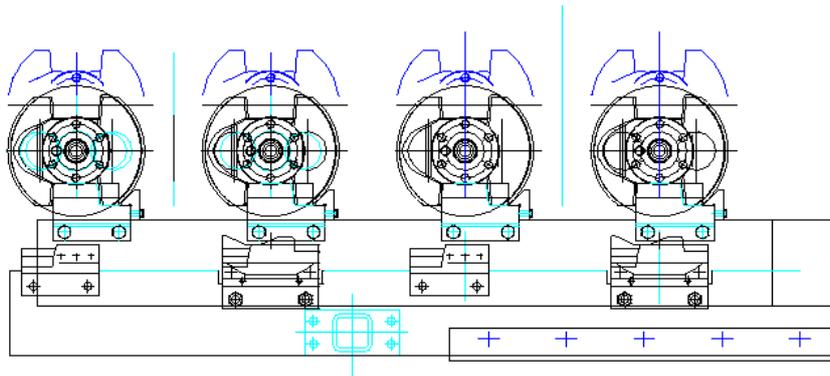


Ilustración 53. Plano del sistema transfer con las distintas posiciones de los cigüeñales.

5.1.2.Sistema de movimiento actual

En el punto anterior se ha comentado como funciona un sistema transfer para el transporte de piezas en el interior de la lavadora. En el presente punto se va a explicar los componentes presentes en la máquina para realizar el movimiento lineal.

El sistema encargado de producir el movimiento de todo el sistema transfer es el sistema hidráulico, formado por un motor hidráulico, éste es el encargado de mover la transfer mediante una transmisión de movimiento piñón-cremallera. El piñón es accionado por el giro del motor hidráulico el cual transmite el movimiento a la cremallera, que se encarga de convertir ese movimiento rotativo proveniente del motor a un movimiento lineal.



Ilustración 54. Sistema piñón - cremallera.

Una de las características más significantes del sistema hidráulico es la fuerza que puede generar para mover el sistema, aunque la hidráulica tiene el inconveniente de no ser tan preciso y generar posibles golpes a la mecánica del sistema. Estos golpes son producidos por el movimiento del aceite hidráulico el cual genera límites de posición contra un tope mecánico, por lo que puede provocar problemas en la máquina como pequeños desplazamientos de los límites, que afectan la posición efectiva.

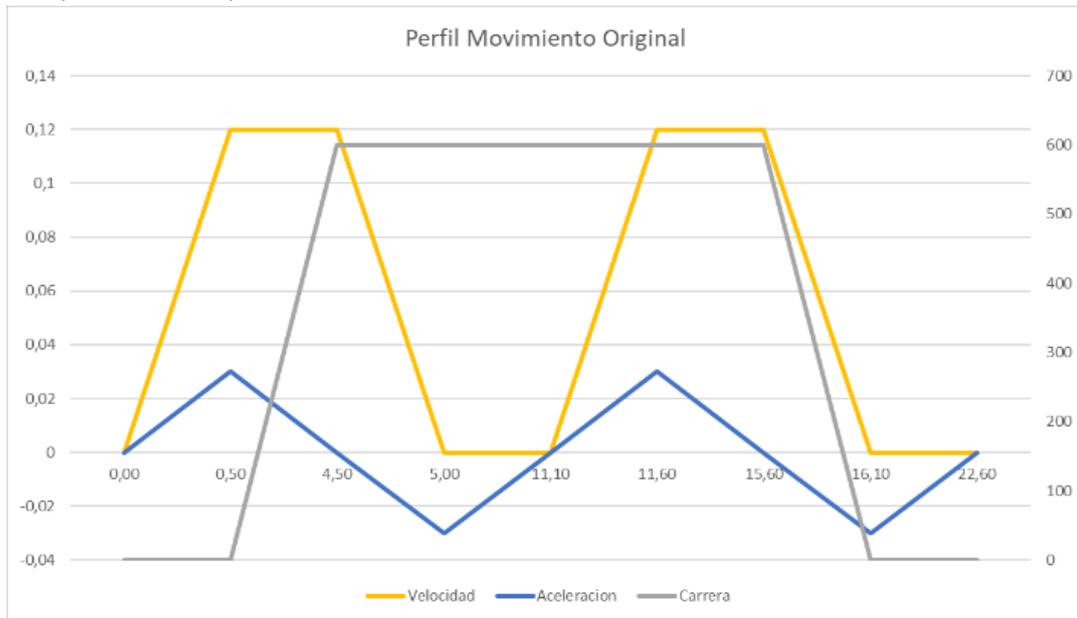


Ilustración 55. Perfil de movimiento de la transfer antes de la modificación.

En la gráfica anterior se puede analizar el comportamiento anterior a la modificación del proyecto, observando el perfil de velocidad y aceleración realizado por el sistema transfer para el transporte de las piezas. Como se puede apreciar, las aceleraciones tienen una pendiente poco pronunciada debido al sistema hidráulico, ya que no permite una aceleración alta. La velocidad del sistema es 0,12 m/s o 120 mm/s, lo que provoca que el tiempo de ciclo de la máquina esté en unos 22,6 s.

Como se ha indicado en los objetivos, mejorar el tiempo de ciclo es primordial para la reducción del cuello de botella, por lo que gracias con la instalación de los nuevos sistemas de movimiento, el tiempo se podrá reducir.



Ilustración 56. Componentes mecánicos de la transfer.



Ilustración 57. Componentes hidráulicos, motor y freno.

5.1.3. Sistema de movimiento futuro

tras analizar el tipo de movimiento y los componentes con lo que se realiza el movimiento se plantea la modificación para adaptar a la maquina al nuevo sistema electromecánico tal como se concluyó en el capítulo (). En este caso solo se va a sustituir el motor hidráulico ya que el sistema de transmisión de movimiento de piñón-cremallera se va a conservar ya que, si no, supondría sustituir todo el bastidor de movimiento lineal.

Se instalará un servomotor que realizara la misma tarea, pero con mayor eficiencia que el motor hidráulico actual, es decir, se obtendrán mejores movimientos con mayor suavidad y se reducirá el tiempo de movimiento, que es el objetivo de la mejora de esta máquina. Debido a los pares nominales y de pico que genera el movimiento lineal del sistema transfer se añadirá al servomotor una etapa reductora para evitar sobreesfuerzos al motor y poder obtener un par de salida mayor, con el que podremos obtener movimientos con mayor celeridad. A continuación, se muestra un gráfico donde se puede observar los diferentes componentes que realizan el trabajo y sustituirán al sistema hidráulico actual.



Ilustración 58. Conjunto de servo y reductor.

5.2. Diseño sistema mecánico

5.2.1. Dimensionado

De igual forma que la modificación del calibre automático se seleccionan los componentes en base a unos parámetros iniciales con los que realiza el movimiento actual, como son; velocidad máxima, aceleración máxima, par máximo, etc., para ello se realiza un dimensionado del movimiento con el que así seleccionar un sistema electromecánico que mejore el trabajo de la máquina. Debido al uso de una etapa reductora acoplada al servo se tienen que tener en cuenta para el dimensionado y obtener un conjunto capaz de mejorar el tiempo de ejecución y la eficiencia del sistema lineal.

Como en el caso anterior se realizan los cálculos de velocidad, aceleración, par, posición con los que determinan los perfiles de movimiento durante el ciclo de trabajo, para ellos se determinan estos parámetros en cada instante de tiempo conociendo así los valores límites que afectan al dimensionado. Una vez obtenidos estos parámetros se parte de estos para seleccionar el conjunto de servomotor-reductor apropiado, obteniendo una reducción del tiempo de ciclo y por consiguiente una mejora de la eficiencia en cada ciclo de trabajo.



Ilustración 59. Detalle del sistema piñón-cremallera.

Para el dimensionado se tienen que obtener los datos de la carga a mover, para ello, mediante los datos de masa, inercia, etc se calcula el par que tiene que realizar el servo para obtener el movimiento requerido.

Para la obtención de los parámetros estimamos el caso más desfavorable posible en el movimiento de avance y retroceso, que en este caso, es un movimiento constantemente acelerado, es decir, que el movimiento solo tenga aceleración y desaceleración

llegando a la máxima velocidad lineal. La máxima velocidad lineal se obtiene con la mayor velocidad angular del motor, por lo que con esta estimación se puede obtener un valor de par

máximo para ser comparado con el valor dado por el fabricante y comprobar que la combinación de servo.reductor es apropiado para la aplicación.

Los cálculos se han preparado seleccionando previamente una lista de motores y pudiendo seleccionar la reducción de la etapa reductora, por lo que se fueron introduciendo motores con sus respectivas características para obtener el conjunto motor-reductor que cumpliera con las condiciones de movimiento de la carga y evidentemente, que el tiempo de ciclo de trabajo estuviera por debajo del tiempo objetivo, para así mejorar el movimiento y por consiguiente la eficiencia de la máquina.

A continuación se exponen los datos y parámetros obtenidos, junto con los parámetros iniciales del motor, reductor y carga:

Parámetros iniciales

Geometricos piñón-cremallera				Etapa reductora	nº etapas	1
Diametro piñón	∅ piñón	mm	72	Reductor 1	r1	- 10
Dientes piñón	Z		24	Reductor 2	r2	- 1
Paso cremallera	p	mm	9,42	Ratio salida	r	- 10
				Eficiencia	ef	% 97
Motor1	Seleccionar motor Los parametros aparecen con Selección			Carga		
Velocidad maxima	n	rpm	4900	masa	m	kg 1000
Inercia	Jm	kgcm2	3,75	Inercia	Jc	kgcm2 129,46863
Par motor	Tm	Nm	17,5			
Par max	Tmax	Nm	52			
Ratio inercia	rat		0			

Tabla 7. Parámetros iniciales.

Cálculos cinemáticos

Avance del piñon	kte_feed	mm/rev	226,08
Constante de avance	Kte_avance	mm	22,608
Velocidad lineal max	Vmax	mm/s	1846,32
		m/min	110,7792
Aceleracion requerida	Acc	m/s ²	2,902 <i>Introducir</i>
Tiempo aceleracion	tacc	s	0,636223
Espacio aceleracion	Xacc	mm	587,3359
Carrera efectiva	Xtot	mm	600 <i>Introducir</i>
Espacio velocidad cte	Xuni	mm	12,6641
Tiempo velocidad cte	tuni	s	0,006859
Tiempo movimiento	tm	s	1,279306
Aceleracion angular	α	rad/s ²	806,52

Tabla 8. Cálculos cinemáticos.

Cálculos de fuerza

Fuerza gravedad	Fg	N	0
Fuerza aceleracion	Fa	N	2902
Fuerza salida/total	Ft	N	2902

Cálculos de par

Inercia carga	Jc	kgcm2	129,4686
Inercia total	Jt	kgcm2	133,2186
Par gravedad	Tg	Nm	0
Par reductor	Tr	Nm	104,472
Par accion	Tacc	Nm	10,74435
Par maximo	Tmax	Nm	14,71829

Resultados

	Tm	Tresul
Par	17,5	10,74434871
Par max	52	14,7182859
Motor válido		

Tabla 9. Cálculos dinámicos.

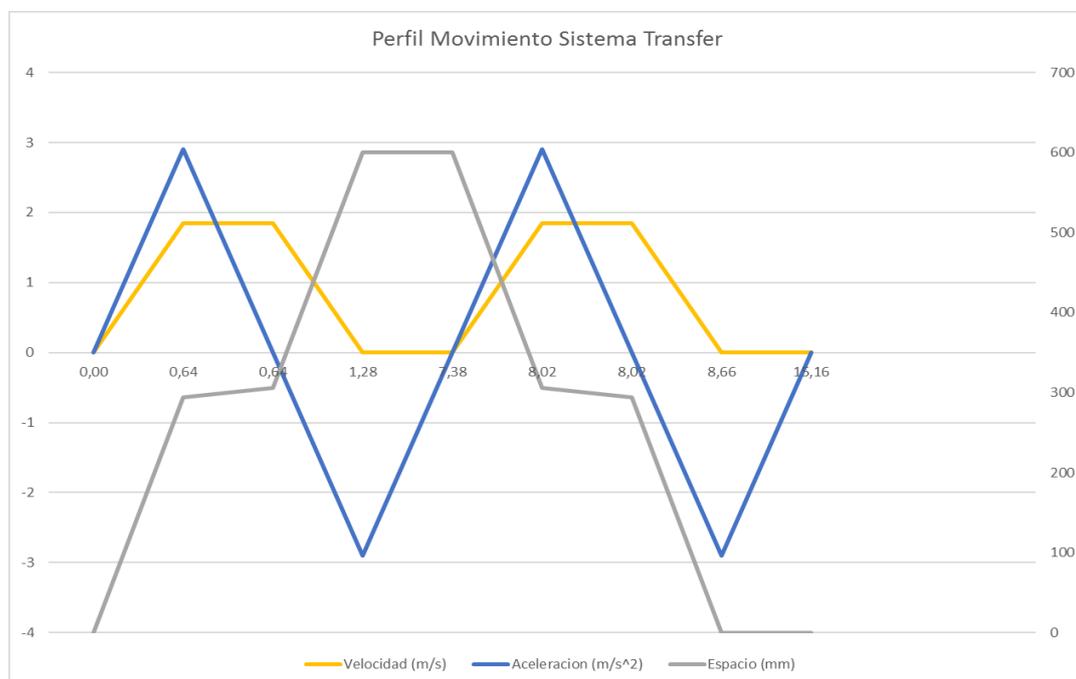


Ilustración 60. Gráfica del perfil de movimiento previsto para el sistema actuador en condiciones máximas.

Analizando los resultados obtenidos se puede decir que el motor seleccionado cumple con los requerimientos del movimiento de la maquina y obteniendo un tiempo de ciclo de 15 s, por debajo del tiempo objetivo marcado por la planta de 21s. hay que puntualizar que el

dimensionado se ha realizado para el caso mas desfavorable, es decir, con el motor a máxima velocidad para así comprobar si el motor cumpliría con las expectativas. Una vez comprobada la validez del motor, los perfiles de velocidad se ajustan en la puesta en marcha. Finalmente el tiempo de ciclo de la maquina no será el mostrado por los cálculos ya que el motor trabajara en un régimen mas favorable favoreciendo así su vida útil. También se matiza que en este caso, el sistema transfer transporta cigüeñales sin estar enbridados en ningún momento por lo que la regulación de la velocidad es clave para evitar caídas de las piezas o daños en los numerosos ciclos.

En el siguiente punto se mostrara el motor y reductor obtenido del dimensionado y el resto de material necesario para la instalación, como son acoples, controladora motor y cables.

5.2.2. Selección de componentes

A continuación del dimensionado se realiza la selección de componentes en base a los resultados del dimensionado. a diferencia de la aplicación anterior, la marca seleccionada para el actuador es Rexroth que cuenta con un abanico de sistema electromecanico muy amplio y que en diferencia a Festo cuenta con mayores prestaciones y par motor. Como se ha observado en el dimensionado, la masa del sistema es mayor que en la aplicación del calibre por lo que se necesita un servo y componentes mas robustos. Por estas condiciones es por lo que se selecciona Rexroth para la instalación del actuador.

Servo Motor

MSK070D-0300-NN-M1-UG1-NNNN



Ilustración 61. Servo motor de la marca Bosch Rexroth.

El servo es el encargado de generar el movimiento del sistema actuador mediante el giro del eje acoplado que será transmitido a la etapa reductora. El acople entre el servo y el reductor es realizado por medio de una brida del reductor por medio de un acople de apriete radial.

Reductor Planetario

GTM140-NN1-010A-NN16



Ilustración 62. Reductor planetario de la marca Bosch Rexroth.

El reductor es el encargado de transmitir el movimiento del servo a la carga, siendo la etapa intermedia entre ambos, reduciendo así el esfuerzo realizado en el servo. Con esto se obtiene un menor trabajo en el servo por lo que se aumentará su vida útil.

Controladora Motor

HCS03.1E-W0070-A-05-NNBV

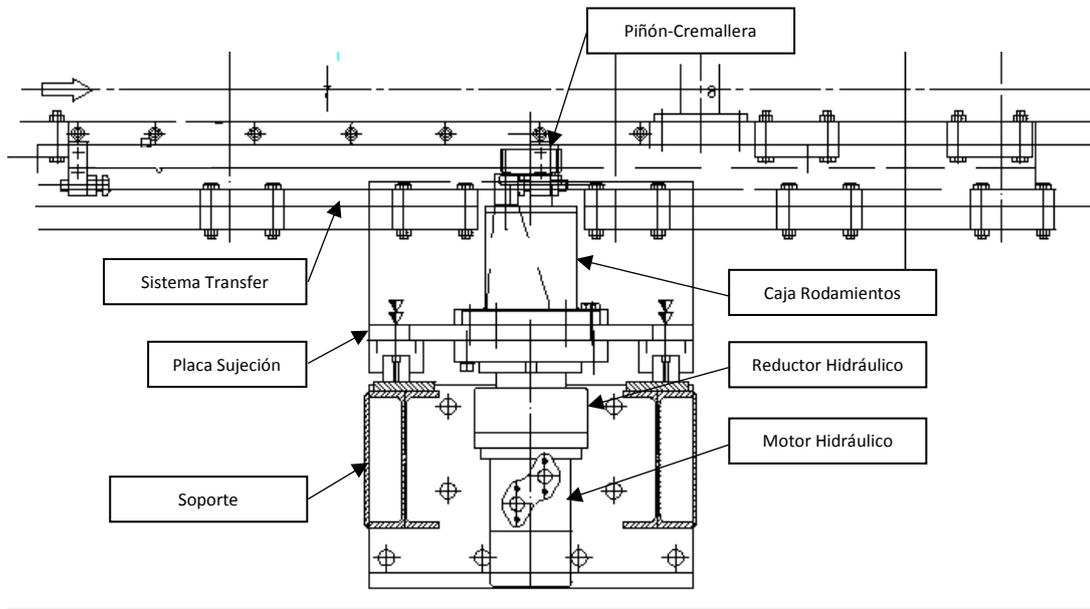


Ilustración 63. Controladora de motor de la marca Bosch Rexroth.

Este dispositivo se encarga de controlar el servo por medio de señales de tensión y también de recibir la realimentación del encoder del servo para conocer así los parámetros de posición, velocidad, aceleración, etc y poder actuar sobre él dependiendo de las consignas que se le programen. Este dispositivo dispone de software con el que se puede programar el tipo de aplicación en la que va a trabajar el servo, pudiendo también programar las señales de comunicación del encoder que se quieran transmitir. Estas señales serán tratadas también en el PLC para conocer los estados del servo por parte del software general de la máquina. La controladora es activada por las señales que llegan del PLC que es el encargado de controlar el proceso, una vez la controladora recibe las señales de activación, esta habilita el servo para realizar el trabajo.

5.2.3.Rediseño piezas mecánicas

A continuación se muestra un esquema del estado del sistema de movimiento previo a la modificación donde se resalta los elementos más importantes del sistema, así como aquellos en los que se modifican para introducir el nuevo sistema electromecánico.



5.2.3.1. Espaciador

Esta pieza se ha diseñado nueva debido a la necesidad de espaciar el eje del reductor con la plaza de sujeción. A diferencia con el caso anterior el motor hidráulico disponía de otra dimensión más holgada, pero al instalar el reductor de mayores dimensiones se tiene la necesidad de espaciar el acople para poder realizar correctamente la transmisión de movimiento.

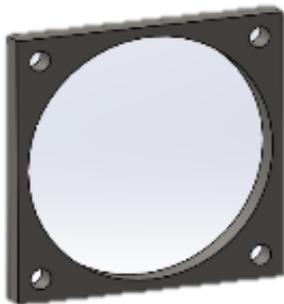


Ilustración 64. Diseño 3D del espaciador.

5.2.3.2. Placa sujeccion

Por un lado se ha tenido la necesidad de rediseñar la placa de sujeccion del actuador por motivos de disposición del servo en la maquina. En diferencia al antiguo, este dispone de medidas de acople diferentes porlo que se adapto a la geometría del conjunto servo-reductor.

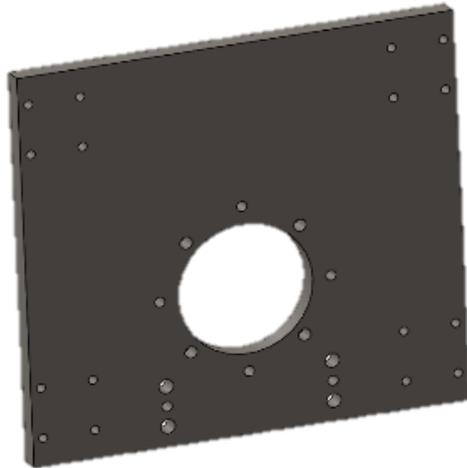


Ilustración 65. Diseño 3D de la placa de soporte del motor y caja de rodamientos.

5.2.3.3. Eje

Este elemento es rediseñado del sistema anterior debido a la instalación del reductor del servo ya que en comparación al eje de salida del motor hidraulico, éste tiene mayor diámetro y el eje antiguo no disponía de un orificio de tal diámetro. Por esto, se rediseño el eje adaptándolo a la instalación del reductor y a su vez que cupiese en la caja de rodamientos antigua y transmitir el movimiento de igual forma al piñon-cremallera.



Ilustración 66. Diseño 3D del eje de transmisión de la caja de rodamientos.

Una vez rediseñadas las piezas necesarias para la instalación previa del servo se realizó un ensamblaje para comprobar que todas las piezas funcionasen correctamente. A continuación se

puede observar una figura del ensamblaje final del servo junto a la estructura donde iría colocado en máquina.

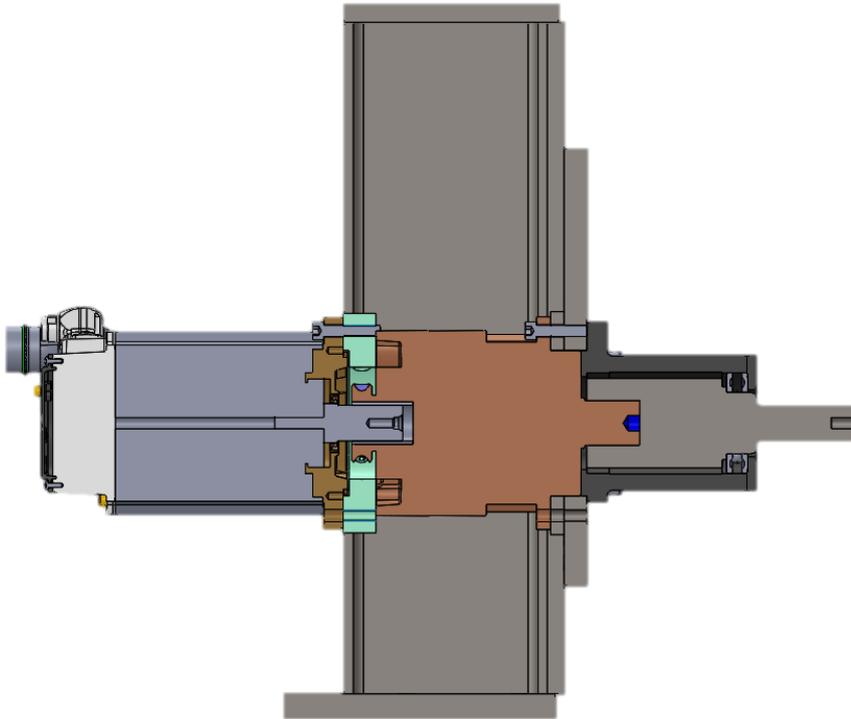


Ilustración 67. Sección parcial del conjunto del sistema actuador electromecánico, compuesto por el servo, reductor, caja de rodamientos, espaciador, placa sujeción y estructura.

5.2.3.4. Material empleado

Una vez cumplido con el diseño de las piezas de acuerdo a las condiciones de dimensión de la máquina y al actuador requerido se procede a seleccionar el material con el que fabricar las piezas. El material debe cumplir con características estructurales resistentes ya que se está trabajando durante muchos ciclos de producción y no tiene que desgastarse ni producir daños al sistema de la máquina.

Igual que en el anterior caso se ha realizado la selección del material de las piezas rediseñadas en relación a los esfuerzos sometidos. En la aplicación anterior se utilizaba acero estructural S275JR que tiene muy buenas propiedades de resistencia a grandes masas. Para esta aplicación se requiere el mismo acero pero debido a las condiciones de trabajo al tratarse de una lavadora a presión, lo cual implica ambiente húmedo y corrosivo debido a los productos de eliminación de suciedad y partículas, se necesita un tratamiento que proteja las piezas frente a estos agentes oxidantes. Se decidió aplicar un tratamiento de zincado electrolítico a la superficie externa de las piezas en contacto con la humedad como son la placa soporte y el espaciador.

En el caso del eje de transmisión el material de fabricación ha sido acero f-123 especial para elementos sometidos a esfuerzos de torsión y flexión como palieres, ejes, cigüeñales, bulones, bielas y tornillería resistente.

El material seleccionado ha sido acero estructural S275JR debido a su resistencia mecánica y a debido a que puede ser atornillado, remachado y soldado en un rango completo de fabricación. Al ser un material laminado es ideal en el este caso debido a tratarse de chapas soldadas. Este cumple con el estándar Europeo de EN 10025:2004, por lo que esta designado como material de la norma dentro de la planta. El acero S235JR también dispone de resistencia notable pero se desecho su uso debido al poco uso que se le da en la industria en espesores grandes y a que para se se usa en aplicaciones donde no se requiere especificaciones estructurales de mucho aguante de peso.

5.2.4. Instalación de los componentes en máquina

El último paso en la parte mecánica fue la instalación de los componentes en máquina comprobando la correcta inserción de los nuevas piezas y dispositivos adaptarse a las dimensiones que tiene la máquina. Se puede apreciar en las imágenes la instalación oblicua del servo por que coincidía el acople de la caja de rodamientos con la brida del redcutor, por lo que al girarlo 45º el servo, este ya no coincidía con la caja de rodamientos y podía realizarse el acople sin problemas.



Ilustración 68. Instalación del servo en máquina.

5.3. Diseño sistema eléctrico

La conexión de los dispositivos se ha explicado en el apartado del diseño eléctrico siendo idéntico para ambas modificaciones ya que se trata del uso de servoaccionamientos. En este caso los componentes seleccionados exigen unas características mostrada en la ficha técnica, con las cuales se seleccionarán los componentes eléctricos utilizados y los parámetros mas importantes del servo y la controladora con los cuales se han seleccionado los compoentes eléctricos y de seguridad. El fabricante también proporciona el conexionado general con las diferentes tensiones utilizadas.

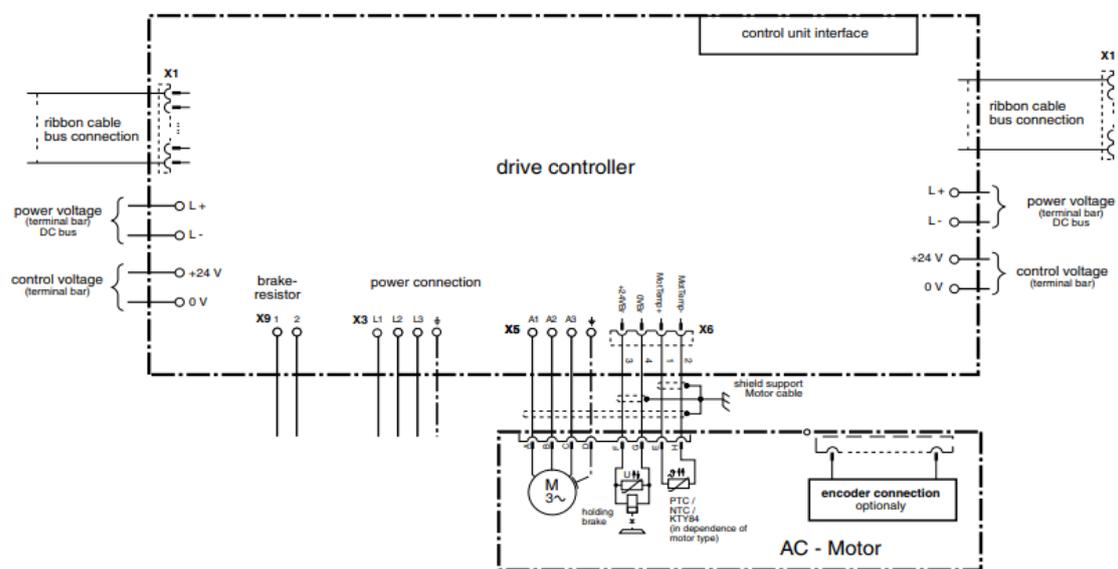


Ilustración 69. Diagrama de conexión eléctrica correspondiente a la controladora de motor de la marca Bosch Rexroth.

Como se puede apreciar en el diagrama, igual que en el proyecto anterior la controladora se alimenta de dos tensiones, la de alimentación que es trifásica y la tensión de control que utiliza la tensión de 24 V DC. También muestra el conexionado con el servo el cual se realiza por medio de los cables de potencia y encoder. Con este diagrama y junto a los componentes eléctricos seleccionados se puede realizar el montaje de la controladora en el cuadro eléctrico junto a los demás componentes.

La instalación en cuadro la realizo el equipo eléctrico de la línea de cigüeñales de la planta instalando los componentes de seguridad y el cableado de la controladora.

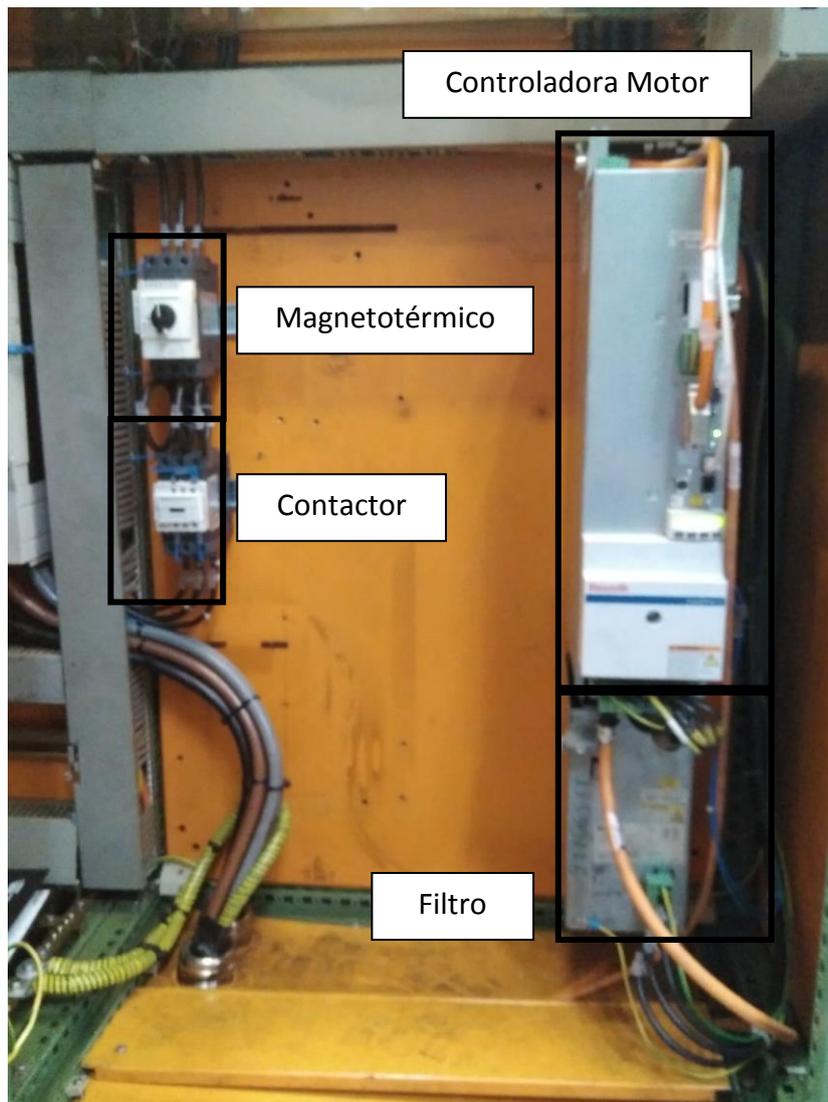


Ilustración 70. Componentes del cuadro eléctrico de la modificación de la lavadora transfer.

5.4.Diseño sistema autómatas/control

En este apartado se explica el proceso seguido para realizar la programación y configuración del funcionamiento de la controladora del motor, comunicando a su vez las señales con el PLC.

5.4.1.Configuración/programación del PLC

El manejo del servo se realiza por medio de la controladora como se ha explicado anteriormente, pero el PLC es el encargado ejercer de maestro controlando los estados de la controladora. Para poder controlar estos estados se mantiene una comunicación constante entre la drive y el PLC enviando y recibiendo señales.

Por un lado están las señales de los elementos de seguridad como son los contactores, magnetotérmico, etc y por otro lado las señales propias de la controladora como activación, permitir movimiento, stop, etc.

Para realizar el movimiento se tiene que realizar una secuencia o pasos para asegurar el correcto funcionamiento y estado de la controladora y motor:

- **BB** – en este estado la controladora se mantiene habilitada ya que el control ha sido conectado. El control se conecta por medio de la entrada de tensión de 24V DC que llega desde el contactor que habilita esta tensión.

- **AB** – en este estado la controladora tiene control y además habilitación de potencia. La potencia es referida a la tensión elevada que llega desde el contactor trifásico.

- **AF** – en este estado la controladora dispone de control, potencia y también se ha seleccionado el modo de funcionamiento. en este estado esta preparada para realizar los movimiento una vez se active la señal de mover.

- **AH** – en este estado la controladora esta preparada para mover y no tiene el freno activado.

- **EN MOVIMIENTO** – la controladora ha activado la señal de movimiento y el motor se encuentra con tensión realizando el movimiento requerido.

- **EN POSICIÓN** – en este estado la controladora ha detectado que el servo ha llegado a la posición requerida gracias a las levas virtuales que incorpora.
- **STOP** – en este estado la drive esta desactivada debido a un fallo, es decir, no tiene potencia pero si tiene control para poder rearmar

En el siguiente diagrama se muestra una maquina de estados del proceso de movimiento del servo para entender el proceso que sigue la controladora para activar y desactivar el movimiento.

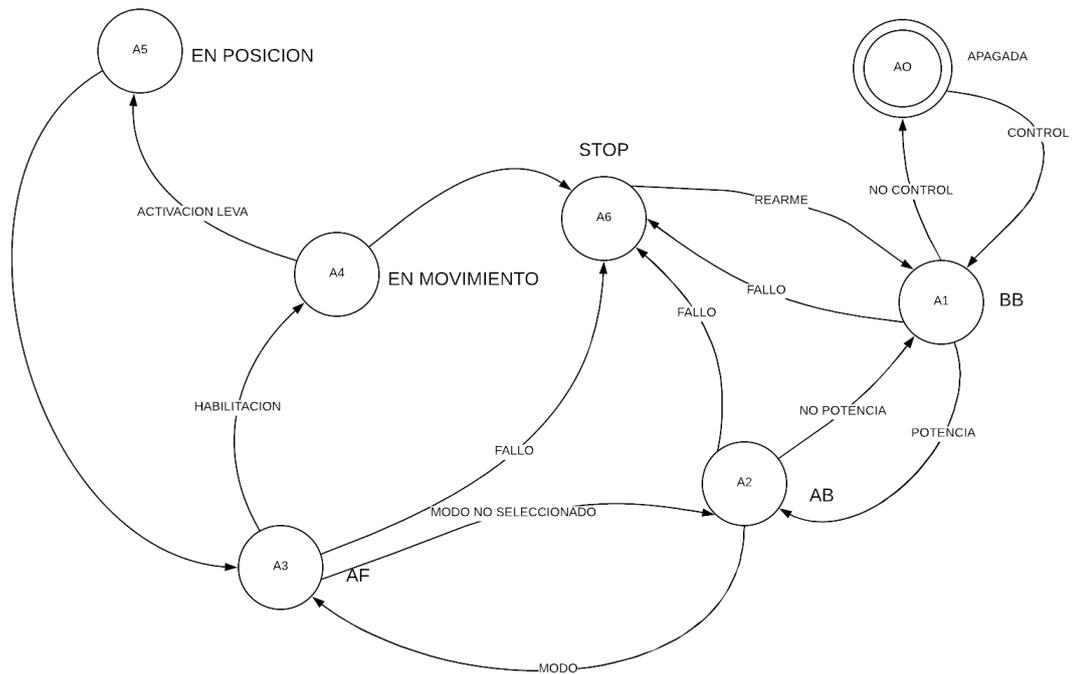


Ilustración 71. Máquina de estados de la controladora.

Para realizar el movimiento se requiere una serie de bloques con diversas variables con las que la controladora comunica con el PLC para informarle de su estado. En estos bloques también se configura el porcentaje de velocidad máxima a la que se quiere que mueva el servo, posición destino y diversas otras variables. En la siguiente imagen se muestra también el bloque con las señales y también los estados de la controladora.

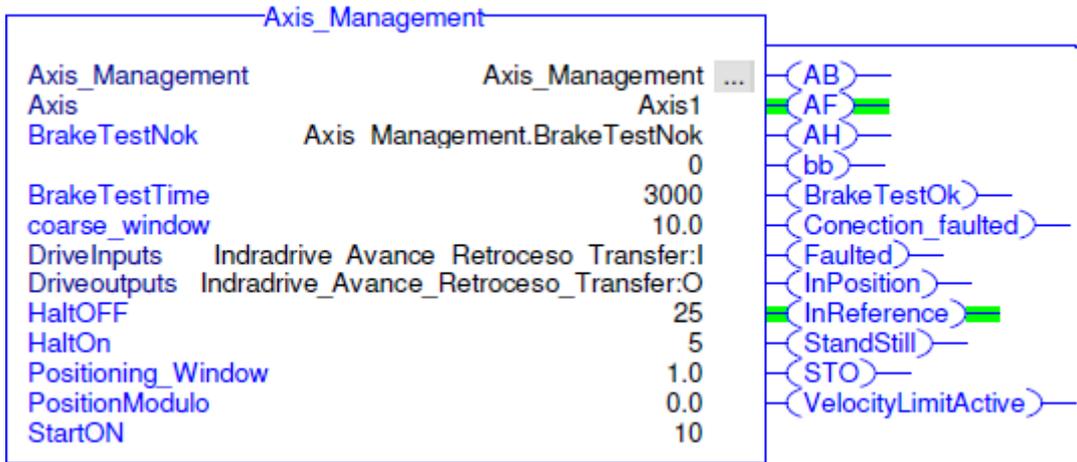


Ilustración 72. Bloque de movimiento programado en el PLC.

5.4.2. Configuración de la controladora mediante el software IndraWorks DS de Rexroth

Igual que en el proyecto del calibre se tiene que configurar previamente la controladora para seleccionar los diferentes parámetros con lo que determinar el tipo de movimiento, velocidades, aceleración, ect.. que se requieran. Igual que en el caso de Festo, Bosch Rexroth dispone de un software con el que realizar la configuración.

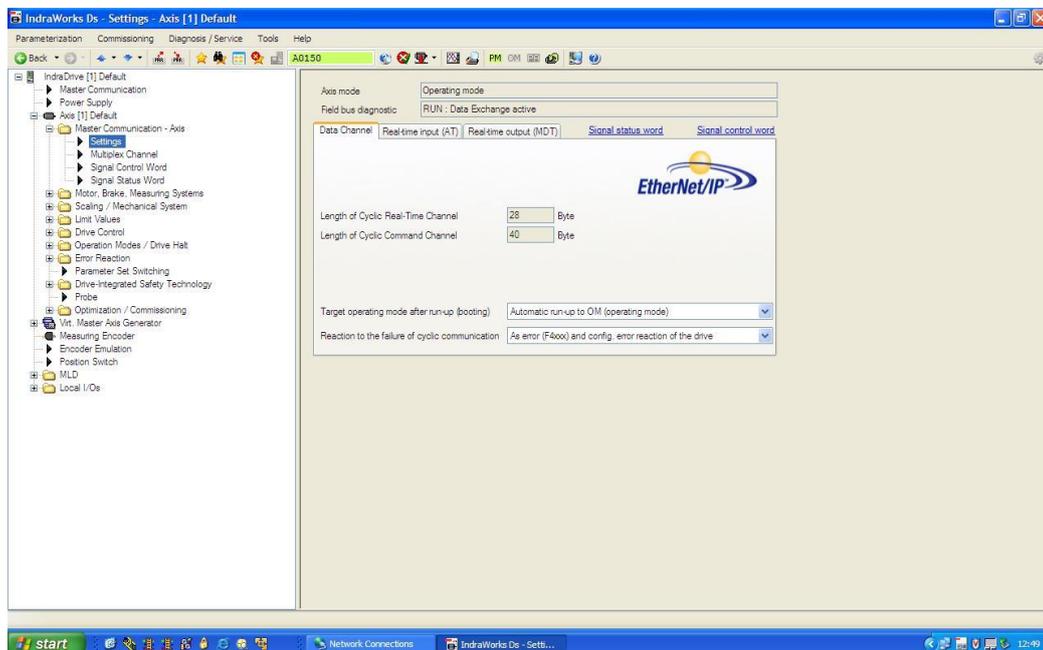


Ilustración 73. Captura de la configuración de la controladora, en este caso, el uso de datos en la comunicación.

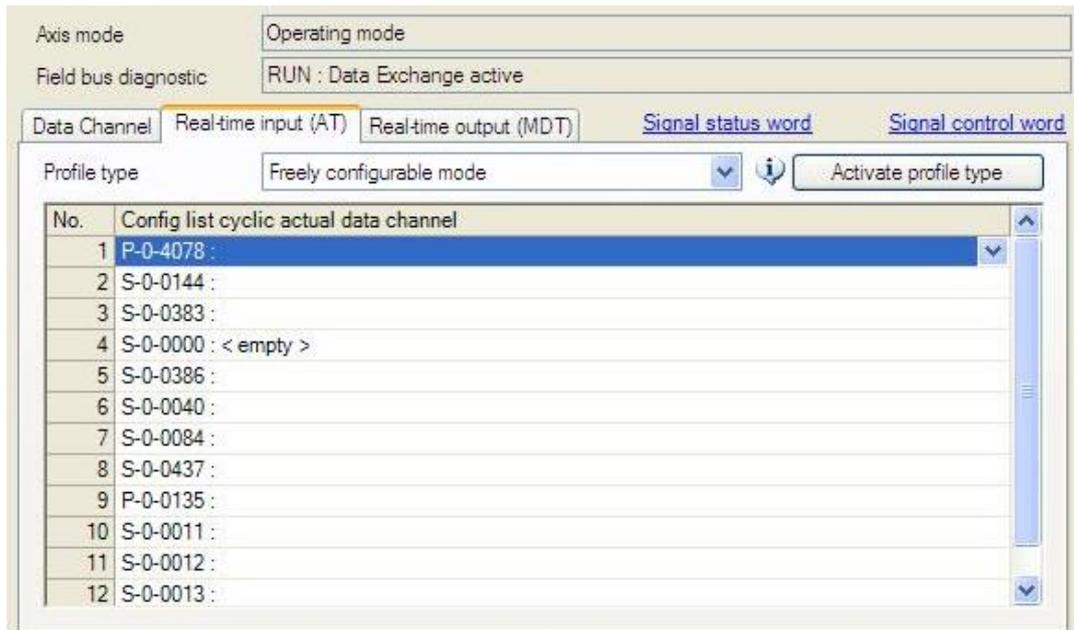


Ilustración 74. Captura de la configuración de la controladora, en este caso, los parámetros de comunicación entre el PLC y la controladora.

Capítulo 6. Logros obtenidos

En este apartado se exponen los resultados obtenidos tras la realización de los diferentes proyectos y el nivel de repercusión dentro de la línea de mecanizado. Hay que puntualizar que el principal objetivo era mejorar la eficiencia reduciendo los cuellos de botella que se generan en una línea de producción, pero este objetivo engloba diferentes partes por lo que se desmembró en objetivos secundarios para poder alcanzarlo.

Por otro lado, la mejora de cuellos de botella viene de la mano de la reducción de los tiempos de ciclo de las máquinas, por lo cual, el proyecto se centró en la mejora de los sistemas de movimientos y trabajo, ya que, durante la producción, la máquina pasa el mayor tiempo en el estado de movimiento. Este hecho fue el que determinó la solución al problema planteado de mejorar el movimiento de las máquinas.



6.1. Tiempo de ciclo

Reducción del tiempo de ciclos el objetivo principal era la reducción de tiempo de ciclo para así alcanzar una operatividad de la máquina con mayor porcentaje, lo que provoca que en casos de saturación de la línea, mantenimiento o reparación, esta pueda trabajar con mayor rapidez y no generar retardos o cuellos de botella.

La obtención de este objetivo es la causa principal de la instalación de los nuevos sistemas de servo accionamiento reemplazando a los accionamientos hidráulicos. Como se ha comentado anteriormente los servoaccionamientos son capaces de ser configurados gracias a las controladoras que disponen, que permiten configurar y/o programarlos para diferentes configuraciones como variar la velocidad, par, rampas de aceleración. En ambos casos se han configurado para obtener un rendimiento mayor que con el sistema hidráulico, alcanzando así mayores prestaciones y movimientos, con los cuales se ha reducido el tiempo de ciclo de la máquina. Como se puede apreciar en las gráficas de movimiento, anterior a las modificaciones las aplicaciones trabajan con un tiempo de ciclo superior al objetivo de la planta, lo que suponía

un riesgo para la producción debido a los cuellos de botella que podrían generar. Después de las modificaciones las aplicaciones están trabajando con un tiempo de ciclo por debajo del objetivo obteniendo así el principal objetivo que se tenía en el proyecto.

A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados en cuanto a reducción de tiempo de ciclo en ambas aplicaciones:

Calibre de medición

Tiempo de ciclo anterior	Tiempo de ciclo posterior	Reduccion	Velocidad configurada	Aceleracion configurada
21,5	19	2,50	600 mm/s	0,65 m/s ²

Ilustración 75. Resultados obtenidos tras la modificación del calibre de medición.

Lavadora transfer

Tiempo de ciclo anterior	Tiempo de ciclo posterior	Reduccion	Velocidad configurada	Aceleracion configurada
22,6	20,92	1,68	300 mm/s	0,5m/s ²

Ilustración 76. Resultados obtenidos tras la modificación de la transfer.

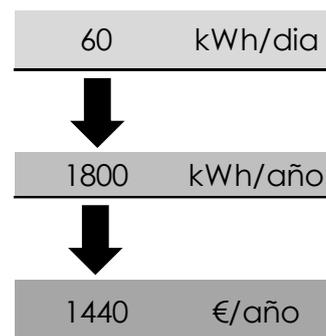
6.2.Ahorro de energía

en el aparatado de la energía también se ha visto repercutido por las modificaciones realizadas en ambas aplicaciones, ya que al reemplazar los sistemas hidráulico se ha conseguido reducir el consumo eléctrico. Aunque esto pueda generar dudas debido a que se han instalado sistemas eléctricos que consumen electricidad y se ha retirado los sistemas hidráulicos que a primera vista no se relaciona con consumo eléctrico. pues existen varias causas por las que al reemplazar los sistemas hidráulicos se reduce el consumo energético:

- Los sistemas hidráulicos disponen de centrales hidráulicas.
- Los servoaccionamientos no tienen habilitación constante sino que se activan cuando van a realizar el trabajo.

Por un lado, las centrales hidráulicas tienen un gran consumo energético debido a su constante funcionamiento, es decir, las bombas están activas en todo momento aunque la aplicación no está trabajando. Esto quiere decir que, si hay intervalos de tiempo en los que la máquina por alguna causa no está ciclando o produciendo, la central sigue activa con el gasto energético que conlleva. También las bombas instaladas en las centrales hidráulicas son de mayor envergadura que los servos, ya que necesitan llevar la presión del aceite hidráulico por toda la máquina, lo que se traduce también en un consumo mayor que los servos.

Por otro lado, los sistemas electromecánicos o servo accionamientos consumen energía solamente el tiempo en los que esta realizando trabajo, o mejor dicho, solamente, en este caso cuando la maquina realiza movimiento durante intervalos de tiempo. Otra características de estos sistemas es la controladora que dispone que gracias a ella se puede adaptar el sistema a la carga requerida lo que se traduce en adaptar el trabajo del servo a la aplicación requerida. Con esto el sistema consumirá lo necesario para realizar el trabajo necesario, si por algún caso, se necesita modificar el esfuerzo o trabajo del motor, este aumentara su consumo debido a la mayor demanda de par o velocidad



6.3.Reducción del mantenimiento

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de técnicas que pretenden conservar los equipos industriales el mayor tiempo posible, buscando las disponibilidad mas alta y con el máximo rendimiento. El presente proyecto se ha realizado en una línea de mecanizado, incorporando así un exhaustivo control de mantenimiento para asegurar el buen funcionamiento de las maquinas durante los periodos de producción. Este buen funcionamiento pasa por el uso de sistemas de engrase o sistemas de prevención de fallos.

Las empresas incorporaran planes de prevención y corrección para asegurar el buen funcionamiento de sus equipos, empleando tareas de mantenimiento y cambios de componentes.

Un objetivo importante del proyecto también era reducir este mantenimiento generado por el uso de las centrales hidraulicas de los componentes de actuación de movimiento. Estas centrales provocan un coste de mantenimiento sumado al coste de energía de la bomba como se ha explicado en el punto anterior.

En la siguiente tabla se resumen el ahorro anual provocado por la eliminación de la central hidráulica en el caso del proyecto del calibre, ya que en la lavadora automática la central seguía dando servicio a otros dispositivos que funcionan a alta presión.

Se trata del ahorro debido a la sustitución del sistema hidraulico ya que el nuevo actuador no dispone de esta tecnología. En el caso del presente proyecto se ha obtenido en la modificación del calibre automatico debido a la sustritucion completa del los actuadores. En el caso de la modificaciopn de la lavadora automática no hay ahorro hidraulico en este caso, debido a la permanencia de la central hidráulica.

Causa	Coste €/Año
Fugas	1500
Limpieza	850
Desechado	150
	2500

Ilustración 77. Coste anual del mantenimiento de un sistema hidráulico.

Capítulo 7. Conclusiones y mejoras

Como conclusiones finales del proyecto se puede decir que se han cumplido los objetivos globales marcados al inicio del proyecto obteniendo así unos resultados tangibles para la planta, ya que estos sistemas están trabajando eficientemente dentro de la línea. La reducción de cuellos de botella es un punto importante en las factorías del sector de la producción y en ocasiones, difícil de implementar mejoras debido a casusas de tiempo, por demandas de producción, por falta de espacio en las instalaciones y otros motivos que impiden una mejora continua de este problema.

Se ha mejorado el flujo de producción en estas dos aplicaciones siendo visible por las herramientas que tiene la factoría para datos de producción que por motivos de confidencialidad no se pueden mostrar. Como se comentó anteriormente, esto no significa que la línea pueda producir más piezas por hora sino que estas máquinas ya no suponen cuellos de botella en momento de máxima producción.

Al mejorar el flujo de producción, estas operaciones tienen la capacidad de producir mayor número de piezas por turno, lo que puede suponer un pulmón de capacidad en ocasiones de retraso, fallos o mantenimiento en demás operaciones.

En lo que a las presentes modificaciones acontece a la hora de futuras mejoras de realiza una serie de proyectos como reemplazar el sistema de subida y bajada de la lavadora transfer. En el presente proyecto se ha realizado el sistema de avance/retroceso y como se describió en el capítulo 6, la transfer cuenta con dos movimientos. El movimiento de subida y bajada cuenta con un cilindro hidráulico de grandes características debido a la necesidad de elevar y bajar el sistema transfer de unos 1000kg de peso. El futuro proyecto abarcaría la mejora de este movimiento con la instalación de un cilindro, pero igual que en el caso de avance, un cilindro electromecánico. La mejora de este supondría un añadido a la modificación del presente proyecto mejorando así el tiempo de ciclo y eliminando el sistema hidráulico de movimiento completamente.

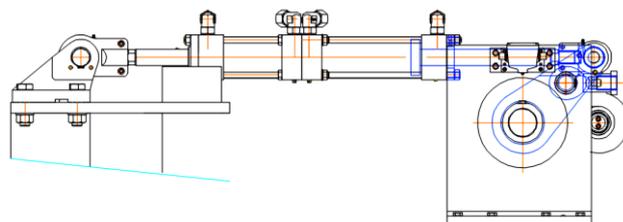


Ilustración 78. Sistema de subida/bajada de la lavadora

En el apartado de mejoras se puede comentar que el presente proyecto abarca la mejora continua de eficiencia dentro de una línea de mecanizado, lo que supone mejora continua es una sucesión de búsqueda de soluciones a problemas de cuellos de botella. Estas mejoras deben ser continuamente actualizadas para obtener siempre la mayor eficiencia posible. En el caso de mejorar las modificaciones se pueden establecer revisiones periódicas acerca de la tecnología utilizada para obtener nuevos procesos de mejora o actualización. Con esto se mantiene un flujo constante de retroalimentación de los proyectos establecidos. Por lo que por un lado como mejoras futuras se establece continuar evaluando los procesos críticos de la línea con el fin de aumentar la eficiencia.

Otro punto importante en el apartado de mejoras futuras tiene enlace con el alzamiento de la tecnología de Industria 4.0., en la que la tecnología, comunicación y datos tienen un papel importante. Cada vez la industria está más globalizada y por supuesto conectada entre sí, por lo que con la introducción de los sistemas tratados en el presente proyecto se pueden acercar estas máquinas a esta tecnología. La industria 4.0. pretende conocer el estado de cada máquina para poder analizar procesos y adelantarse a posibles fallos causados por motivos de mantenimiento, roturas, etc. Gracias a los electromecanismos, se puede conocer el estado en línea del accionamiento y también extraer estos datos de la controladora para almacenarlo en bases de datos.

Capítulo 8. Bibliografía

Arrizabalaga, N. L. (2010). *Máquinas prontuario*. Madrid: Parainfo.

Info PLC. (s.f.). *Programación en lenguaje sfc-grafcet*. Obtenido de Info PLC:
<http://www.infopl.net/descargas/148-omron/software/643-programacion-en-lenguaje-sfc-grafcet>

Reyes Cortés, F., Cid Monjarraz, J., & Vargas Soto, E. (2014). *Mecatrónica. Control y automatización*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Schneider Electric. (Febrero de 2007). *Servo Accionamientos*. Obtenido de Instituto Formacion Schneider Electric: www.schneiderelectric.com/formacion

Schneider Electric. (s.f.). *Automatizacion y comunicaciones industriales*. Obtenido de Schneider Electric: www.schneiderelectric.es/formacion

Seguridad en instalaciones electricas. (s.f.). Obtenido de Electroma:
<http://comofunciona.co.com/contactor-trifasico/>

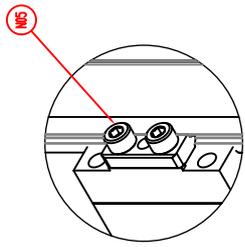
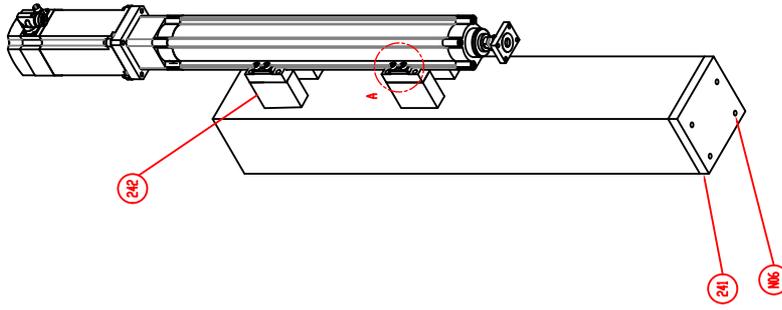
Siemens. (s.f.). *Comunicaciones industriales*. Obtenido de Siemens:
https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/com_industriales/pages/comunicaciones_industriales.aspx

Sistema de control de velocidad de motores. (s.f.). Obtenido de Sapiensman:
http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/velocidad_de_motores_electrico_s1.php

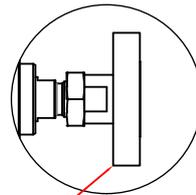
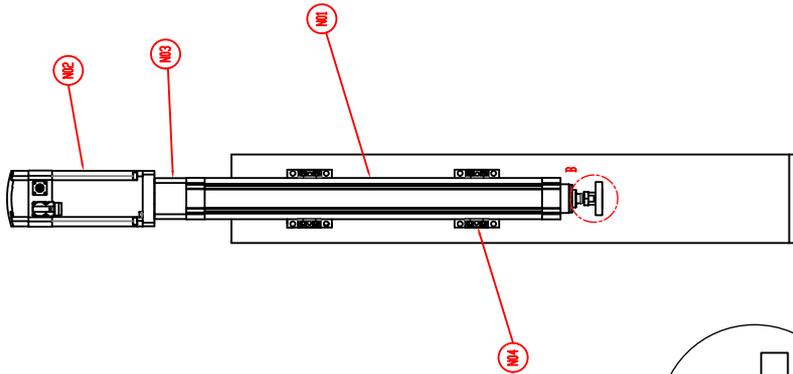
Universidad de Vigo. (s.f.). *Accionamientos*. Obtenido de Universidad de vigo:
<https://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/626/ACCIONAMIENTOS.pdf>

Wikipedia. (s.f.). *Programacion de controladores lógicos*. Obtenido de Wikipedia:
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Programacion_de_controladores_logicos_\(PLC\).pdf](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Programacion_de_controladores_logicos_(PLC).pdf)

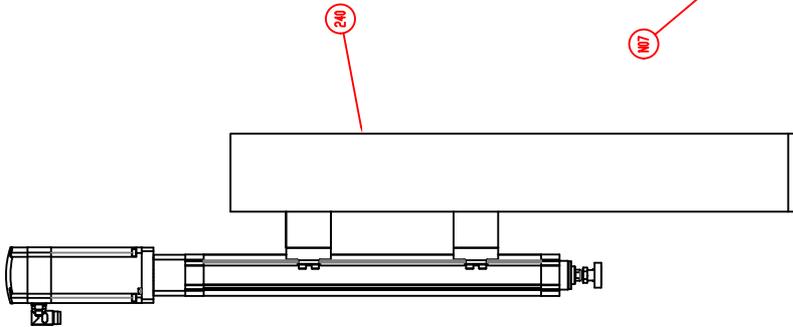
2.PLANOS



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



DETALLE B
ESCALA 1 : 2



NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
240	VER. 1	VER. 1	VER. 1
241	VER. 1	VER. 1	VER. 1
242	VER. 1	VER. 1	VER. 1
243	VER. 1	VER. 1	VER. 1
244	VER. 1	VER. 1	VER. 1
245	VER. 1	VER. 1	VER. 1
246	VER. 1	VER. 1	VER. 1
247	VER. 1	VER. 1	VER. 1

STA. NO.	OPER. NO.	UNIT	DESCRIPTION
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
1	VER. 1	VER. 1	VER. 1
2	VER. 1	VER. 1	VER. 1
3	VER. 1	VER. 1	VER. 1
4	VER. 1	VER. 1	VER. 1
5	VER. 1	VER. 1	VER. 1
6	VER. 1	VER. 1	VER. 1
7	VER. 1	VER. 1	VER. 1
8	VER. 1	VER. 1	VER. 1
9	VER. 1	VER. 1	VER. 1
10	VER. 1	VER. 1	VER. 1

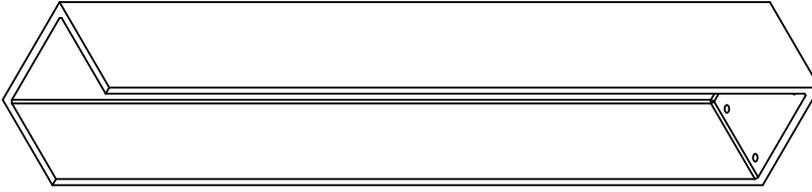
NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
1	VER. 1	VER. 1	VER. 1
2	VER. 1	VER. 1	VER. 1
3	VER. 1	VER. 1	VER. 1
4	VER. 1	VER. 1	VER. 1
5	VER. 1	VER. 1	VER. 1
6	VER. 1	VER. 1	VER. 1
7	VER. 1	VER. 1	VER. 1
8	VER. 1	VER. 1	VER. 1
9	VER. 1	VER. 1	VER. 1
10	VER. 1	VER. 1	VER. 1

NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
1	VER. 1	VER. 1	VER. 1
2	VER. 1	VER. 1	VER. 1
3	VER. 1	VER. 1	VER. 1
4	VER. 1	VER. 1	VER. 1
5	VER. 1	VER. 1	VER. 1
6	VER. 1	VER. 1	VER. 1
7	VER. 1	VER. 1	VER. 1
8	VER. 1	VER. 1	VER. 1
9	VER. 1	VER. 1	VER. 1
10	VER. 1	VER. 1	VER. 1

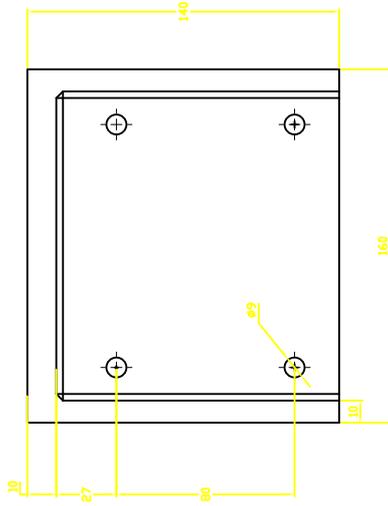
NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
1	VER. 1	VER. 1	VER. 1
2	VER. 1	VER. 1	VER. 1
3	VER. 1	VER. 1	VER. 1
4	VER. 1	VER. 1	VER. 1
5	VER. 1	VER. 1	VER. 1
6	VER. 1	VER. 1	VER. 1
7	VER. 1	VER. 1	VER. 1
8	VER. 1	VER. 1	VER. 1
9	VER. 1	VER. 1	VER. 1
10	VER. 1	VER. 1	VER. 1

NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
1	VER. 1	VER. 1	VER. 1
2	VER. 1	VER. 1	VER. 1
3	VER. 1	VER. 1	VER. 1
4	VER. 1	VER. 1	VER. 1
5	VER. 1	VER. 1	VER. 1
6	VER. 1	VER. 1	VER. 1
7	VER. 1	VER. 1	VER. 1
8	VER. 1	VER. 1	VER. 1
9	VER. 1	VER. 1	VER. 1
10	VER. 1	VER. 1	VER. 1

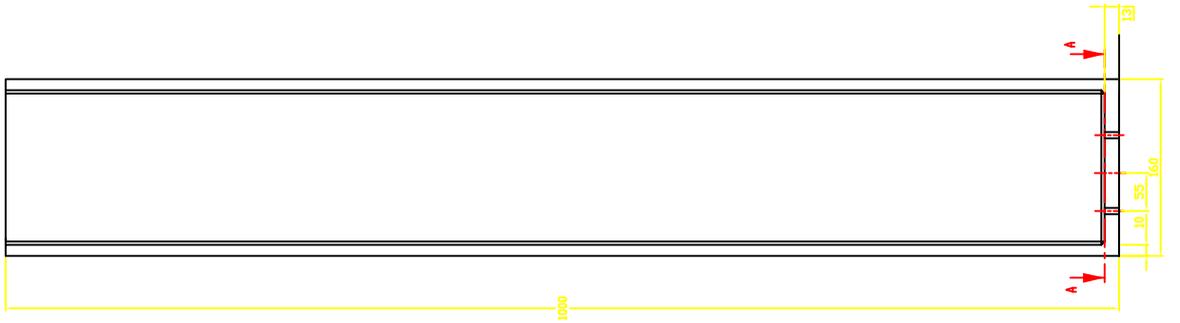
NO	ASSEMBLY	UNIT	NAME
1	VER. 1	VER. 1	VER. 1
2	VER. 1	VER. 1	VER. 1
3	VER. 1	VER. 1	VER. 1
4	VER. 1	VER. 1	VER. 1
5	VER. 1	VER. 1	VER. 1
6	VER. 1	VER. 1	VER. 1
7	VER. 1	VER. 1	VER. 1
8	VER. 1	VER. 1	VER. 1
9	VER. 1	VER. 1	VER. 1
10	VER. 1	VER. 1	VER. 1



ESCALE 1:1



SECCION H-H



NO	ASSEMBLY	MATERIAL
1	VER. 01.01.1	
2	VER. 01.01.1	
3	VER. 01.01.1	
4	VER. 01.01.1	
5	VER. 01.01.1	
6	VER. 01.01.1	
7	VER. 01.01.1	
8	VER. 01.01.1	
9	VER. 01.01.1	
10	VER. 01.01.1	
11	VER. 01.01.1	
12	VER. 01.01.1	
13	VER. 01.01.1	
14	VER. 01.01.1	
15	VER. 01.01.1	
16	VER. 01.01.1	
17	VER. 01.01.1	
18	VER. 01.01.1	
19	VER. 01.01.1	
20	VER. 01.01.1	
21	VER. 01.01.1	
22	VER. 01.01.1	
23	VER. 01.01.1	
24	VER. 01.01.1	
25	VER. 01.01.1	
26	VER. 01.01.1	
27	VER. 01.01.1	
28	VER. 01.01.1	
29	VER. 01.01.1	
30	VER. 01.01.1	
31	VER. 01.01.1	
32	VER. 01.01.1	
33	VER. 01.01.1	
34	VER. 01.01.1	
35	VER. 01.01.1	
36	VER. 01.01.1	
37	VER. 01.01.1	
38	VER. 01.01.1	
39	VER. 01.01.1	
40	VER. 01.01.1	
41	VER. 01.01.1	
42	VER. 01.01.1	
43	VER. 01.01.1	
44	VER. 01.01.1	
45	VER. 01.01.1	
46	VER. 01.01.1	
47	VER. 01.01.1	
48	VER. 01.01.1	
49	VER. 01.01.1	
50	VER. 01.01.1	
51	VER. 01.01.1	
52	VER. 01.01.1	
53	VER. 01.01.1	
54	VER. 01.01.1	
55	VER. 01.01.1	
56	VER. 01.01.1	
57	VER. 01.01.1	
58	VER. 01.01.1	
59	VER. 01.01.1	
60	VER. 01.01.1	
61	VER. 01.01.1	
62	VER. 01.01.1	
63	VER. 01.01.1	
64	VER. 01.01.1	
65	VER. 01.01.1	
66	VER. 01.01.1	
67	VER. 01.01.1	
68	VER. 01.01.1	
69	VER. 01.01.1	
70	VER. 01.01.1	
71	VER. 01.01.1	
72	VER. 01.01.1	
73	VER. 01.01.1	
74	VER. 01.01.1	
75	VER. 01.01.1	
76	VER. 01.01.1	
77	VER. 01.01.1	
78	VER. 01.01.1	
79	VER. 01.01.1	
80	VER. 01.01.1	
81	VER. 01.01.1	
82	VER. 01.01.1	
83	VER. 01.01.1	
84	VER. 01.01.1	
85	VER. 01.01.1	
86	VER. 01.01.1	
87	VER. 01.01.1	
88	VER. 01.01.1	
89	VER. 01.01.1	
90	VER. 01.01.1	
91	VER. 01.01.1	
92	VER. 01.01.1	
93	VER. 01.01.1	
94	VER. 01.01.1	
95	VER. 01.01.1	
96	VER. 01.01.1	
97	VER. 01.01.1	
98	VER. 01.01.1	
99	VER. 01.01.1	
100	VER. 01.01.1	

1st ANGLE PROJ
 DIMENSIONS IN
 MILLIMETERS
 UNIT
 IS
 MILLIMETER
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

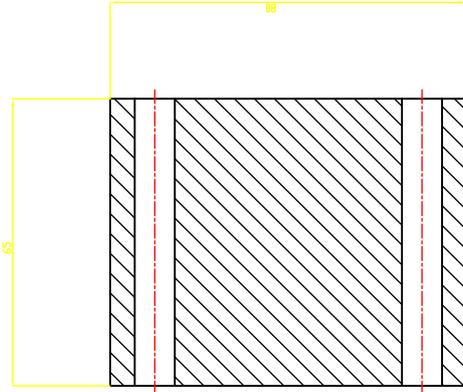
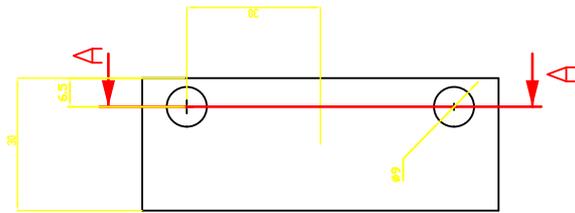
SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

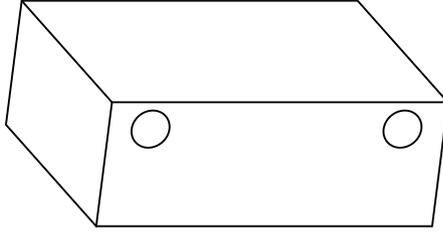
SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1

SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1
 SCALE
 1:1
 DRAWING
 SHEET NO
 20
 SHEET
 1/1



DETALLE A

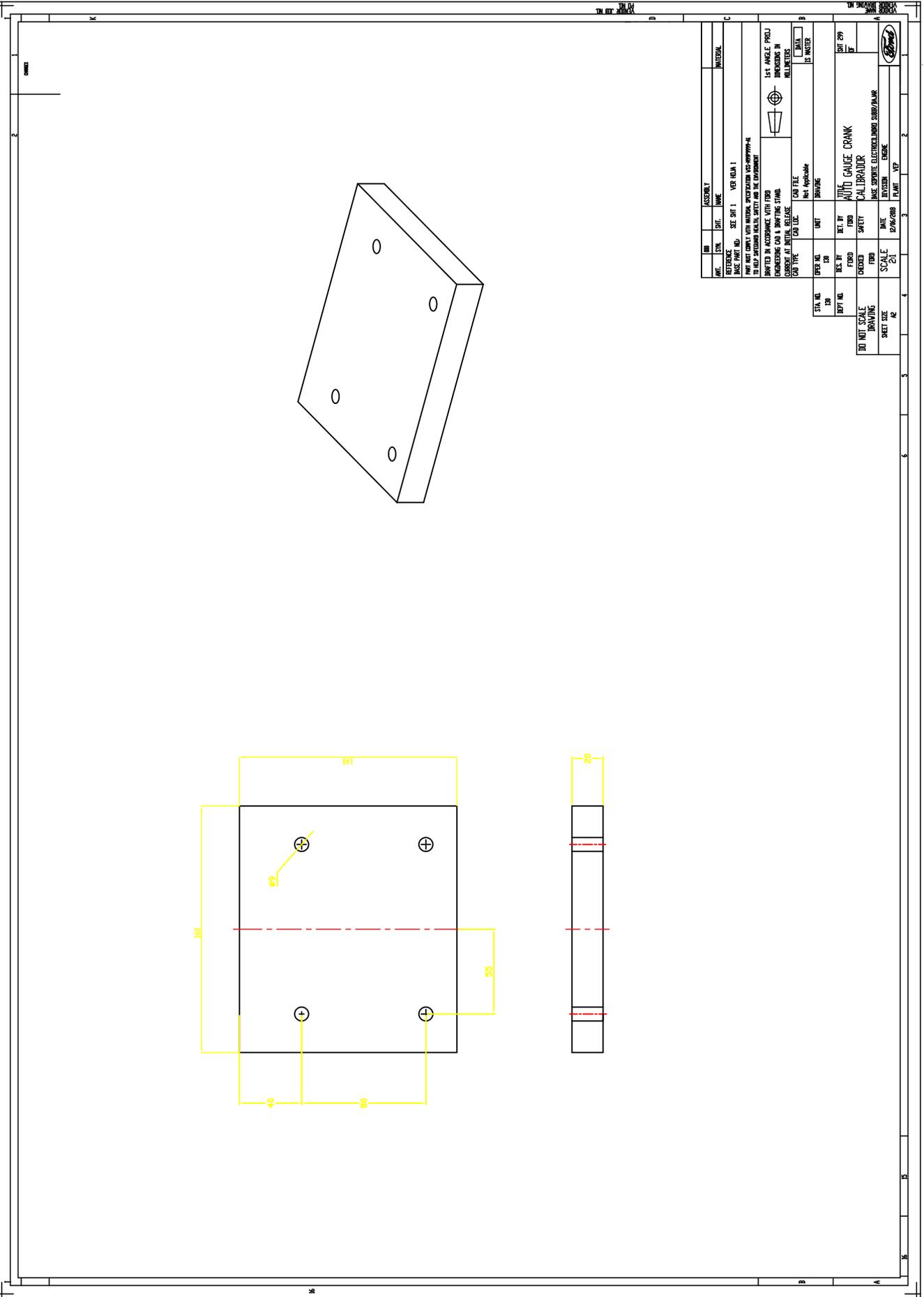


NO	ASSEMBLY	MATERIAL
1	VER. 01/04/11	
2	VER. 01/04/11	
3	VER. 01/04/11	
4	VER. 01/04/11	
5	VER. 01/04/11	
6	VER. 01/04/11	
7	VER. 01/04/11	
8	VER. 01/04/11	
9	VER. 01/04/11	
10	VER. 01/04/11	
11	VER. 01/04/11	
12	VER. 01/04/11	
13	VER. 01/04/11	
14	VER. 01/04/11	
15	VER. 01/04/11	
16	VER. 01/04/11	
17	VER. 01/04/11	
18	VER. 01/04/11	
19	VER. 01/04/11	
20	VER. 01/04/11	
21	VER. 01/04/11	
22	VER. 01/04/11	
23	VER. 01/04/11	
24	VER. 01/04/11	
25	VER. 01/04/11	
26	VER. 01/04/11	
27	VER. 01/04/11	
28	VER. 01/04/11	
29	VER. 01/04/11	
30	VER. 01/04/11	
31	VER. 01/04/11	
32	VER. 01/04/11	
33	VER. 01/04/11	
34	VER. 01/04/11	
35	VER. 01/04/11	
36	VER. 01/04/11	
37	VER. 01/04/11	
38	VER. 01/04/11	
39	VER. 01/04/11	
40	VER. 01/04/11	
41	VER. 01/04/11	
42	VER. 01/04/11	
43	VER. 01/04/11	
44	VER. 01/04/11	
45	VER. 01/04/11	
46	VER. 01/04/11	
47	VER. 01/04/11	
48	VER. 01/04/11	
49	VER. 01/04/11	
50	VER. 01/04/11	
51	VER. 01/04/11	
52	VER. 01/04/11	
53	VER. 01/04/11	
54	VER. 01/04/11	
55	VER. 01/04/11	
56	VER. 01/04/11	
57	VER. 01/04/11	
58	VER. 01/04/11	
59	VER. 01/04/11	
60	VER. 01/04/11	
61	VER. 01/04/11	
62	VER. 01/04/11	
63	VER. 01/04/11	
64	VER. 01/04/11	
65	VER. 01/04/11	
66	VER. 01/04/11	
67	VER. 01/04/11	
68	VER. 01/04/11	
69	VER. 01/04/11	
70	VER. 01/04/11	
71	VER. 01/04/11	
72	VER. 01/04/11	
73	VER. 01/04/11	
74	VER. 01/04/11	
75	VER. 01/04/11	
76	VER. 01/04/11	
77	VER. 01/04/11	
78	VER. 01/04/11	
79	VER. 01/04/11	
80	VER. 01/04/11	
81	VER. 01/04/11	
82	VER. 01/04/11	
83	VER. 01/04/11	
84	VER. 01/04/11	
85	VER. 01/04/11	
86	VER. 01/04/11	
87	VER. 01/04/11	
88	VER. 01/04/11	
89	VER. 01/04/11	
90	VER. 01/04/11	
91	VER. 01/04/11	
92	VER. 01/04/11	
93	VER. 01/04/11	
94	VER. 01/04/11	
95	VER. 01/04/11	
96	VER. 01/04/11	
97	VER. 01/04/11	
98	VER. 01/04/11	
99	VER. 01/04/11	
100	VER. 01/04/11	

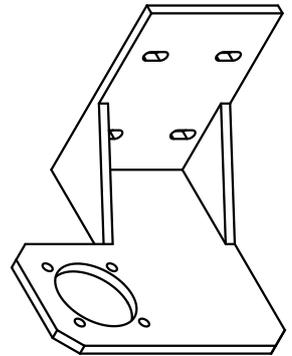
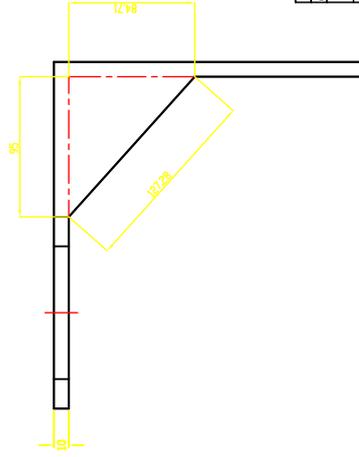
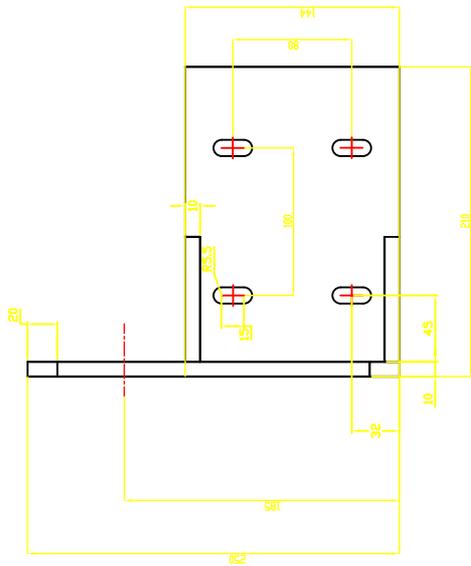
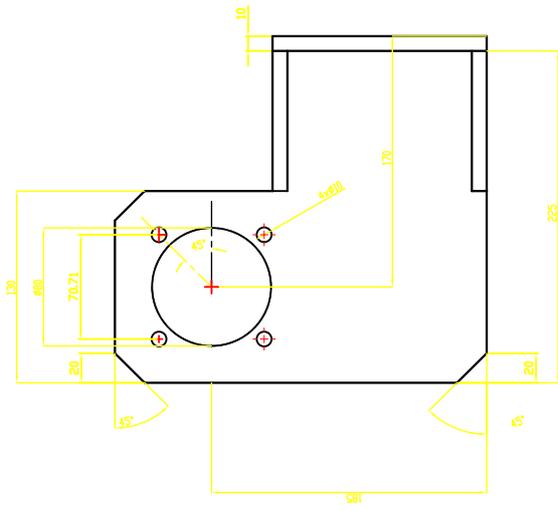
1ST ANGLE PROJ
 DIMENSIONS IN MILLIMETERS
 UNITS: mm
 IS: mm

CHECKED BY: [Signature]
 DRAWN BY: [Signature]
 SCALE: 1:1
 SHEET NO: 1/1
 SHEET TOTAL: 1/1

PROJECT: [Project Name]
 CLIENT: [Client Name]
 DATE: [Date]



NO	QTY	ASSEMBLY NAME	MATERIAL
1	1	SEE SHIT 1	SEE SHIT 1
<p>PLEASE PART NO. SEE SHIT 1</p> <p>PRINT THIS COPY WITH MATERIAL SPECIFICATION AND PART NUMBER</p> <p>TO HELP SAFEGUARD HEALTH, SAFETY AND THE ENVIRONMENT</p> <p>PRINTED IN ACCORDANCE WITH FOOD ENGINEERING AND DRIFTING STANDARDS AT INITIAL RELEASE.</p> <p>FOR TYPE: <input type="checkbox"/> FOR FILE: <input type="checkbox"/></p> <p>IS APPLICABLE: <input type="checkbox"/></p>			
STA. NO.	120	UNIT	INCHES
DES. BY	FROM	DATE	12/26/2018
CHECKED	SAFETY	SCALE	1:1
<p>TITLE AUTO GAUGE CRANK</p> <p>DRAWING CALIBRATOR</p> <p>SCALE AS SHOWN</p> <p>SHEET SIZE 11x17</p>			



REV	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1					INITIAL

PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1	1					INITIAL

PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1	1					INITIAL

PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1	1					INITIAL

PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1	1					INITIAL

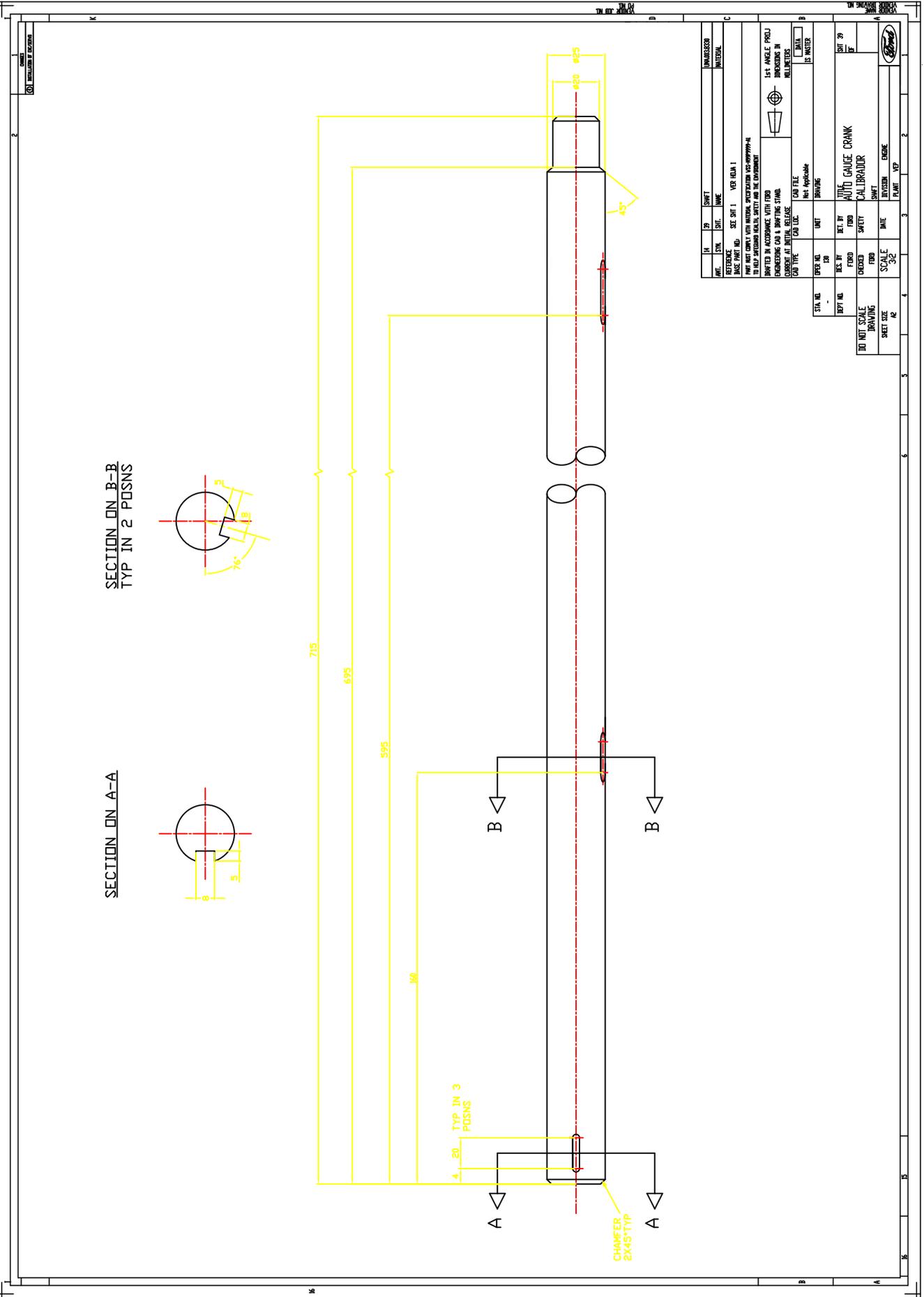
PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1	1					INITIAL

PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**

NO.	REV.	DATE	BY	CHKD	APP'D	DESCRIPTION
1	1					INITIAL

PART NAME: **ASSSEMBLY**
 DRAWING NO.: **SEE SHIT 1**
 PART NO.: **VER. 1**
 DATE: **10/11/11**
 DRAWN BY: **VER. 1**
 CHECKED BY: **VER. 1**
 ENGINEER: **VER. 1**
 UNIT: **MM**
 SCALE: **1:1**
 SHEET NO.: **11**
 TOTAL SHEETS: **11**



SECTION ON B-B
TYP IN 2 POSNS

SECTION ON A-A

REV	BY	DATE	DESCRIPTION
1	SP		CHAMF
2			UNIT
3			FRAMING
4			BY
5			FRD
6			SAFETY
7			FRD
8			SCALE
9			3:2
10			DATE
11			PROJECT
12			ENGINEER
13			SCALE
14			DATE
15			PROJECT
16			UNIT
17			FRAMING
18			BY
19			FRD
20			SAFETY
21			FRD
22			SCALE
23			3:2
24			DATE
25			PROJECT
26			ENGINEER
27			SCALE
28			DATE
29			PROJECT
30			UNIT
31			FRAMING
32			BY
33			FRD
34			SAFETY
35			FRD
36			SCALE
37			3:2
38			DATE
39			PROJECT
40			ENGINEER
41			SCALE
42			DATE
43			PROJECT
44			UNIT
45			FRAMING
46			BY
47			FRD
48			SAFETY
49			FRD
50			SCALE
51			3:2
52			DATE
53			PROJECT
54			ENGINEER
55			SCALE
56			DATE
57			PROJECT
58			UNIT
59			FRAMING
60			BY
61			FRD
62			SAFETY
63			FRD
64			SCALE
65			3:2
66			DATE
67			PROJECT
68			ENGINEER
69			SCALE
70			DATE
71			PROJECT
72			UNIT
73			FRAMING
74			BY
75			FRD
76			SAFETY
77			FRD
78			SCALE
79			3:2
80			DATE
81			PROJECT
82			ENGINEER
83			SCALE
84			DATE
85			PROJECT
86			UNIT
87			FRAMING
88			BY
89			FRD
90			SAFETY
91			FRD
92			SCALE
93			3:2
94			DATE
95			PROJECT
96			ENGINEER
97			SCALE
98			DATE
99			PROJECT
100			UNIT

NAME: _____ DATE: _____
 TITLE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

DATE: _____
 PROJECT: _____

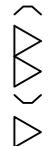
SCALE: _____
 UNIT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

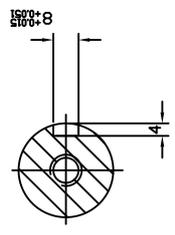
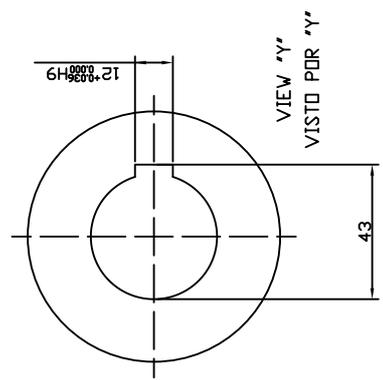
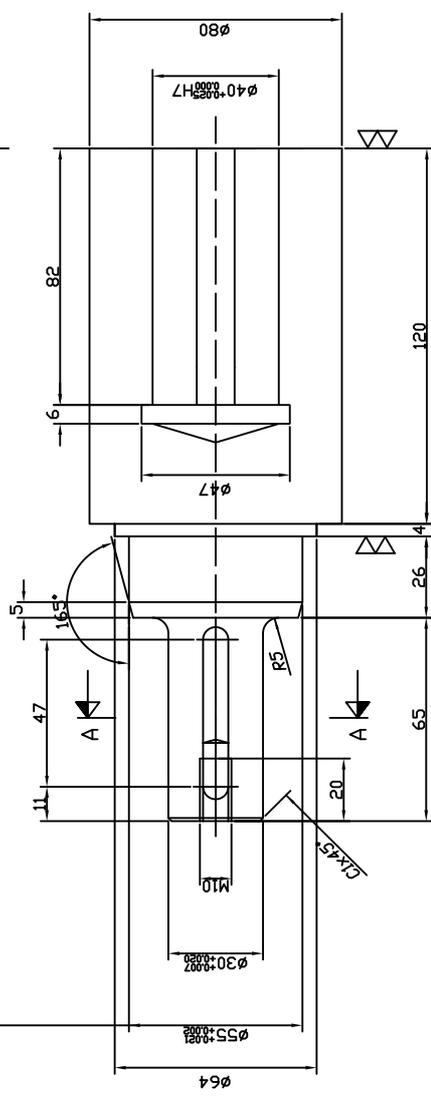
DATE: _____
 PROJECT: _____

SCALE: _____
 UNIT: _____

LTRS REVISIONS		ENGR APP	MATL APP
ORIGINATOR	CHECKER	ENGR APP	MATL APP



CONCENTRICITY 0,05
CONCENTRICIDAD 0,05

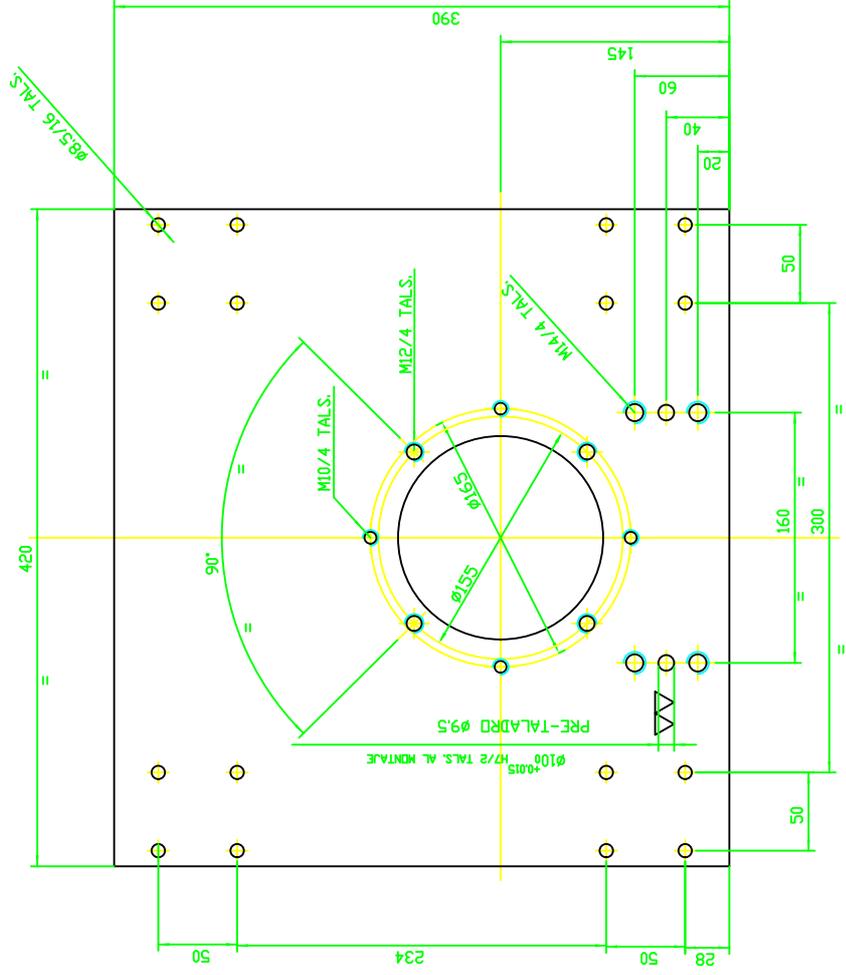


1	069	4	SHAFT	F-123	REMARKS
REF. SYM.		SH. NO.	NAME	MAT/DRWG NO.	
BASE PART NO.					
REFERENCE PART MUST COMPLY WITH MATERIAL SPECIFICATION MSS-M9999999-01 TO HELP SAFEGUARD HEALTH, SAFETY AND THE ENVIRONMENT.					
DRAFTED IN ACCORDANCE WITH FAD ENGINEERING DRAFTING STANDARD CURRENT AT INITIAL RELEASE					
1st ANGLE PROJ DIMENSIONS IN MILLIMETERS					
CAD TYPE	CAD LDC	CAD FILE	[DATA]		
Autocad	N/A	Not Applicable	IS MASTER		
STA. NO.	DEPT NO.	DRAWING	SHT 65		
OPER. NO.	UNIT	TITLE	SHAFT		
DES. BY	DET. BY	SAFETY	I4 CRANKSHAFT		
CHECKED	DATE	DIVISION	ENGINE		
SCALE	31/05/18	PLANT	VALENCIA		
SHEET SIZE	A2				

DIMENSIONAL TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 1 PLACE ± 0.3 mm 2 PLACE ± 0.03mm 3 PLACE ± 0.015mm
 MARK IDENTIFICATION AND MATERIAL NUMBER ON TOOL DETAILS.
 PAINT IDENTIFICATION NUMBERS ON STRUCTURAL WORK



LTRS REVISIONS			
ORIGINATOR	CHECKER	ENGR APP	MATL APP

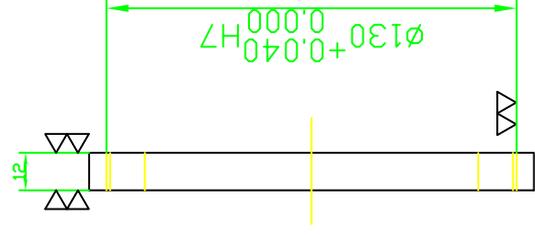
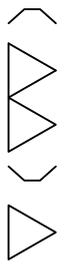


1	076	5	PLATE	F-III	REMARKS
AUT. SYM.		SHT.	NAME	MAT/DRWG NO.	
REFERENCE					
BASE PART NO.					
PART MUST COMPLY WITH MATERIAL SPECIFICATION WSS-M99P9999-11 TO HELP SAFEGUARD HEALTH, SAFETY AND THE ENVIRONMENT.					
DRAFTED IN ACCORDANCE WITH F40 ENGINEERING DRAFTING STANDARD CURRENT AT INITIAL RELEASE					
1st ANGLE PROJ DIMENSIONS IN MILLIMETERS					
CAD TYPE	CAD LOC	CAD FILE	[DATA]		
Autocad	N/A	Not Applicable	JIS MASTER		
STA. NO.	DEPT NO.	DRAWING	SHT 71		
OPER. NO.	UNIT	TITLE	PLATE		
DES. BY	DET. BY	CHECKED	SAFETY		
140					
SCALE	DATE	DIVISION	PLANT		
1:2			VALENCIA		

DO NOT SCALE DRAWING	DIMENSIONAL TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
SHEET SIZE A2	1 PLACE ± 0.3 mm
	2 PLACE ± 0.03mm
	3 PLACE ± 0.015mm
	MARK IDENTIFICATION AND MATERIAL NUMBER ON TOOL DETAILS.
	PAIN IDENTIFICATION NUMBERS ON STRUCTURAL WORK



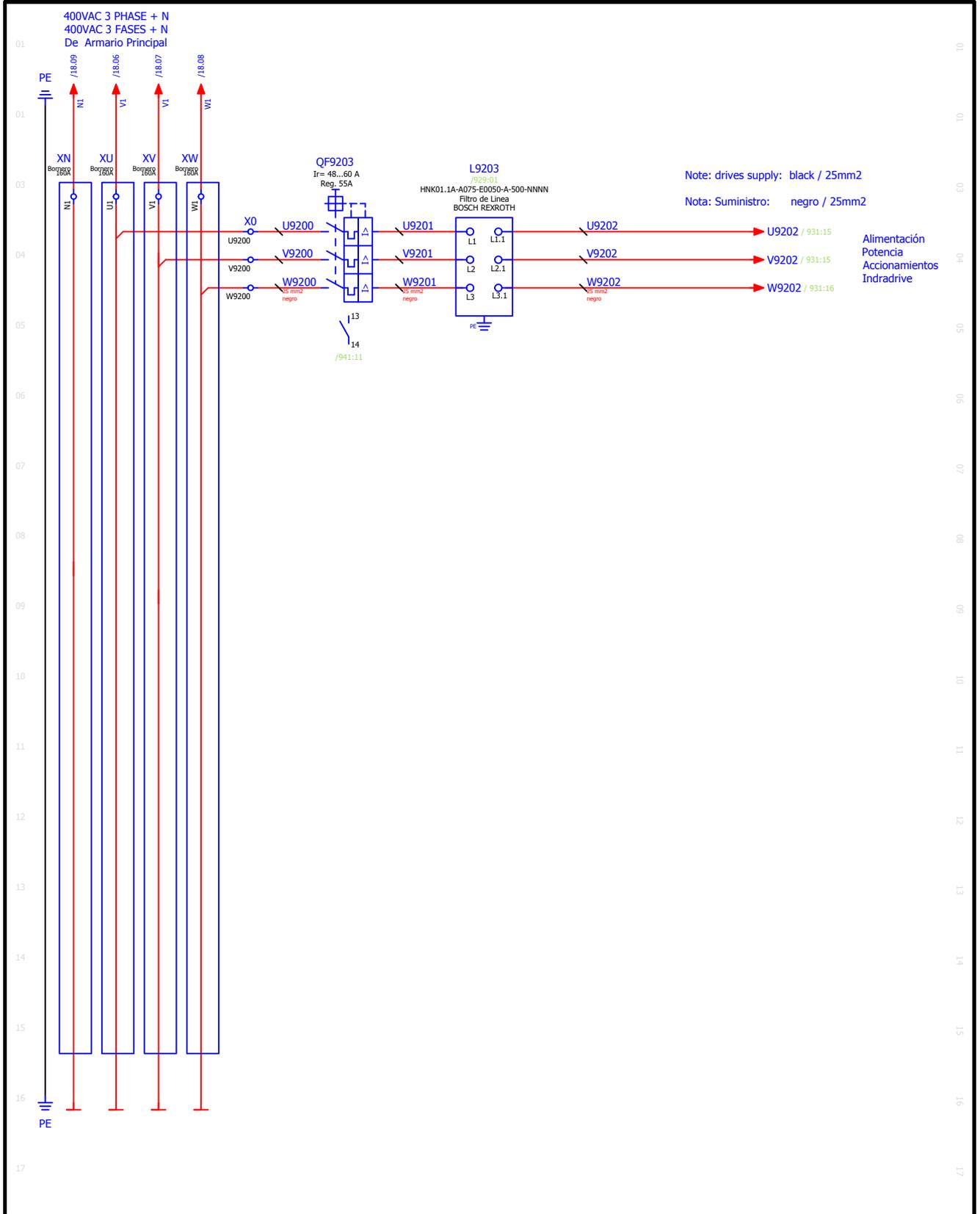
LTRS REVISIONS			
ORIGINATOR	CHECKER	ENGR APP	MATL APP
INSTALACION DE SERVOS EN TRANSFER			
08/06/18			



1	076	5	PLATE	F-III	REMARKS
AUT. SYM.		NAME		MAT/DRWG NO.	
REFERENCE					
BASE PART NO.					
PART MUST COMPLY WITH MATERIAL SPECIFICATION WSS-M99P9999-A1 TO HELP SAFEGUARD HEALTH, SAFETY AND THE ENVIRONMENT.					
DRAFTED IN ACCORDANCE WITH FAD ENGINEERING DRAFTING STANDARD CURRENT AT INITIAL RELEASE					
1st ANGLE PROJ DIMENSIONS IN MILLIMETERS					
CAD TYPE	CAD LOC	CAD FILE	IS MASTER		
Autocad	N/A	Not Applicable	SHT 85		
STA. NO.	DEPT NO.	DRIVING	SHT		
OPER. NO.	UNIT	TITLE	PLATE SPACER		
DES. BY	DET. BY	SAFETY	PLATE SPACER		
CHECKED	DATE	SCALE	PLANT		
11		A2	VALENCIA		

DIMENSIONAL TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		
1	PLACE ± 0.3 mm	2 PLACE ± 0.03mm
3	PLACE ± 0.015mm	MARK IDENTIFICATION AND MATERIAL NUMBER ON TOOL DETAILS.
PAINT IDENTIFICATION NUMBERS ON STRUCTURAL WORK		



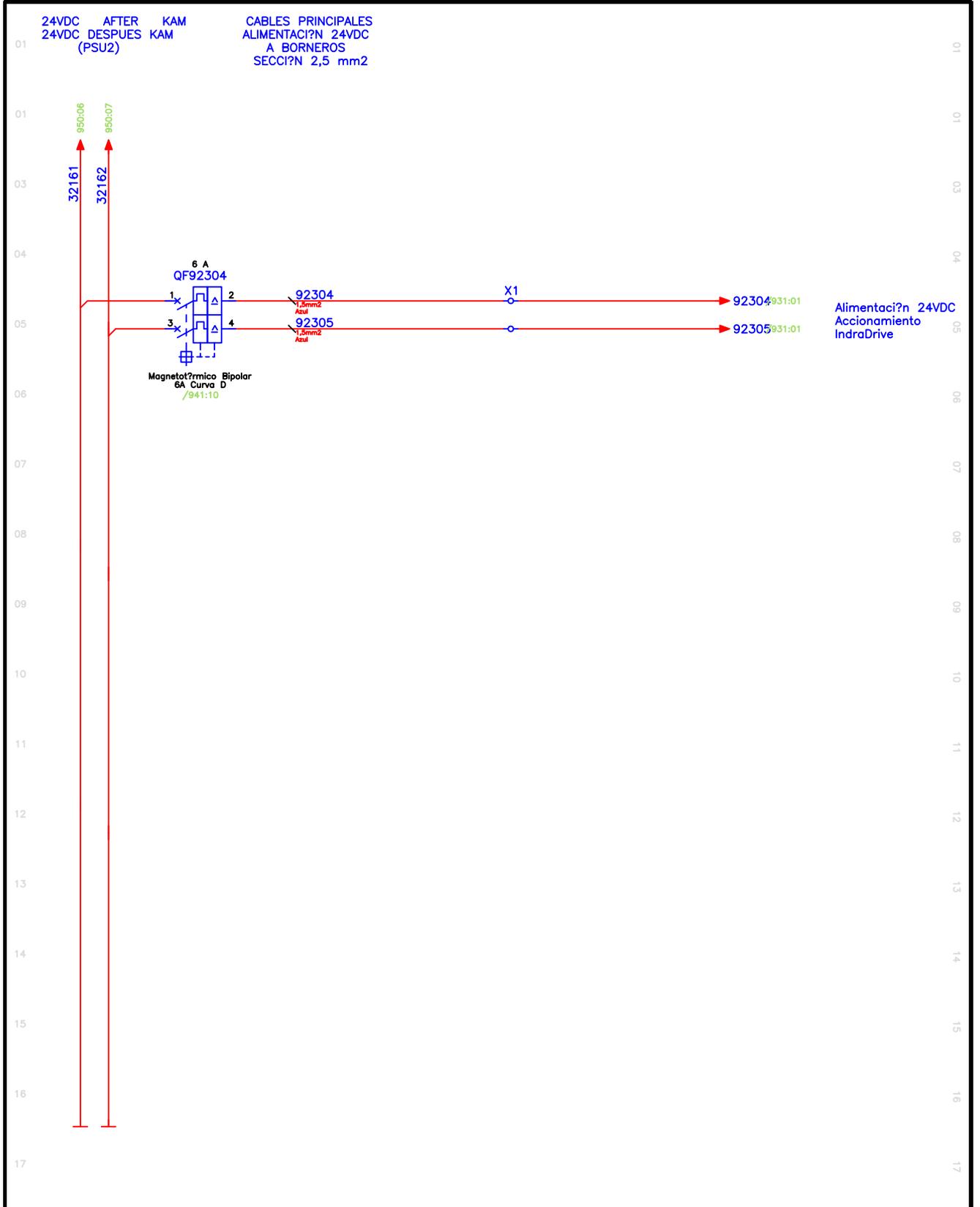


Electrical/Electrico <input checked="" type="radio"/>	Date/Fecha			Sheet Title/Denominación Página	Drawing No./Plano No.
Hydraulic/Hidraulico <input type="radio"/>	Designed/Proyectado			Transfer horizontal	
Pneum./Neumatico <input type="radio"/>	Drawn/Dibujado			Alimentaciones AC	
Lubric./Lubricacion <input type="radio"/>	Approved/Aprobado Ford	Division	Retention period Periodo de retencion	Project Title/Denominacion Proyecto	Serial No./Inventario-No.
Coolant/Refrigerante <input type="radio"/>		MOTORES VALENCIA DURATEC-HE	GIS1 Item No.	ELECTRICAL NETWORKS RED ELECTRICA	OP140 CIGUENALES
					Sheet/Hoja
					Sheets/Hojas

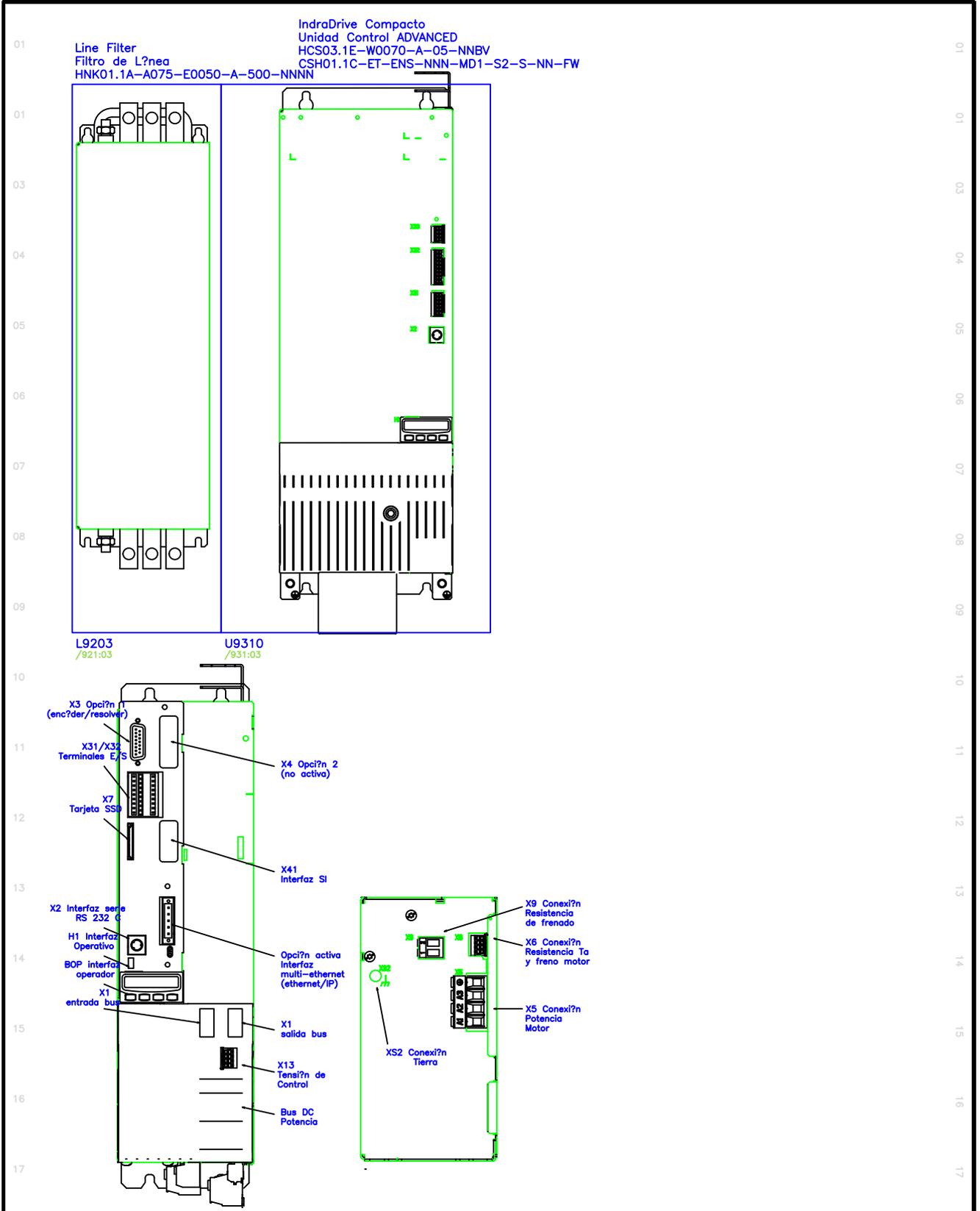


Control Systems Diagram

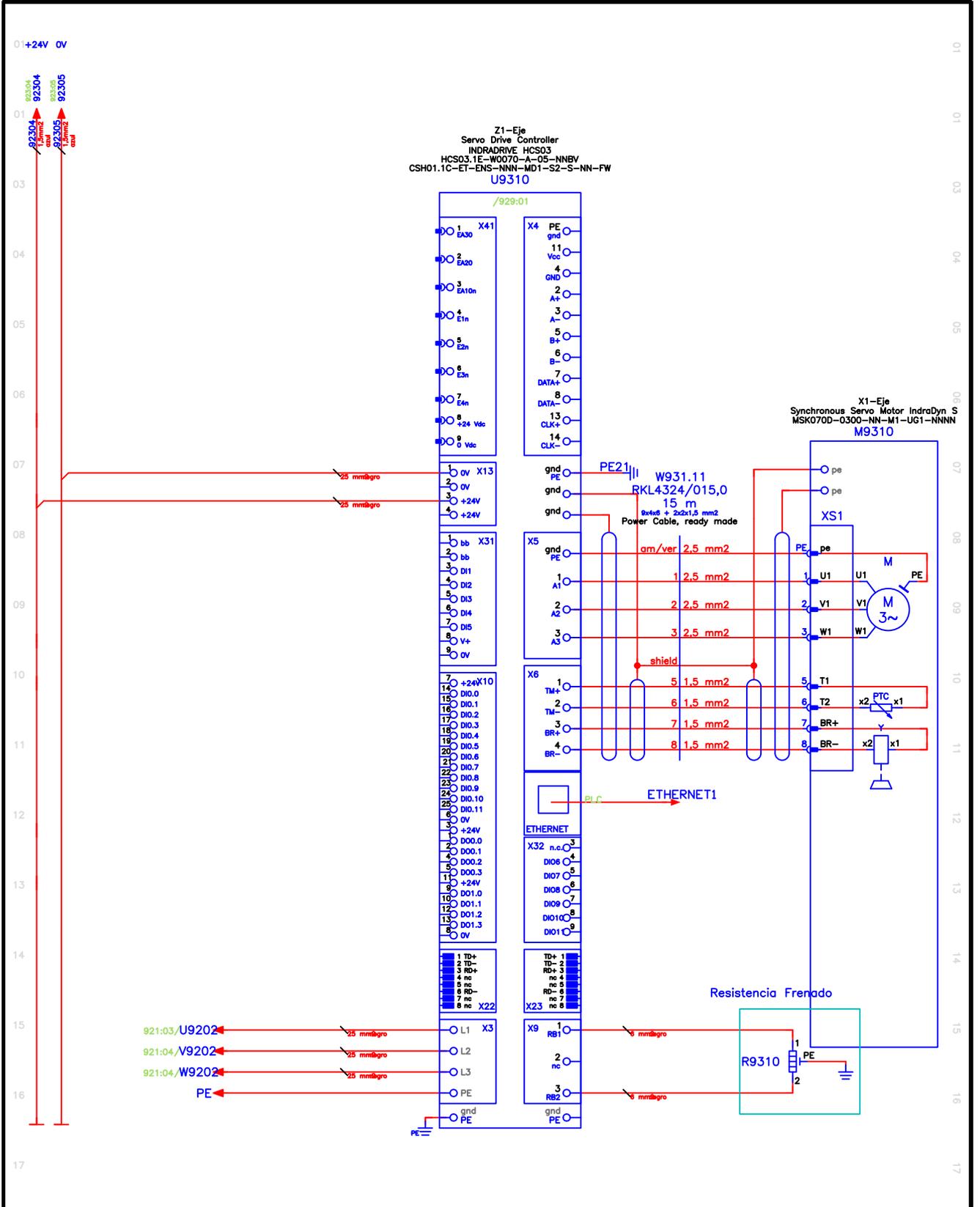
Transfer Horizontal



Electrical/Eléctrico <input checked="" type="radio"/>	Date/Fecha	DATE / NUMER / FECHA / NUMER / FECHA					Sheet Title/Denominación P?gina Transfer horizontal Alimentación PSU2	Drawing No./Plano No.
Hydraulic/Hidráulico <input type="radio"/>	Designed/Proyectado						Project Title/Denominación Proyecto ELECTRICAL NETWORKS RED ELECTRICA	Serial No./Inventario-No. Sheet/Hoja
Pneum./Neumático <input type="radio"/>	Drawn/Dibujado	Division MOTORES VALENCIA DURATEC-HE		Retention period Periodo de retencion GIS1 Item No.		OP140 CIGUENALES		Sheets/Hojas
Lubric./Lubricación <input type="radio"/>	Approved/Aprobado Ford							
Coolant/Refrigerante <input type="radio"/>								



Electrical/Electrico <input checked="" type="radio"/>	Date/Fecha			Sheet Title/Denominacion P?gina Transfer Horizontal Accionamientos	Drawing No./Plano No.	
Hydraulic/Hidraulico <input type="radio"/>	Designed/Proyectado				Serial No./Inventario-No.	Sheet/Hoja
Pneum./Neumatico <input type="radio"/>	Drawn/Dibujado	Division	Retention period Periodo de retencion	Project Title/Denominacion Proyecto		OP140 CIGUENALES ELECTRICAL NETWORKS RED ELECTRICA
Lubric./Lubricacion <input type="radio"/>	Approved/Aprobado Ford	MOTORES VALENCIA DURATEC-HE	Item No.			



Electrical/Electrico <input checked="" type="radio"/>	Date/Fecha								Sheet Title/Denominacion P?gina Transfer Horizontal X-Eje	Drawing No./Plano No.
Hydraulic/Hidraulico <input type="radio"/>	Designed/Proyectado									
Pneum./Neumatico <input type="radio"/>	Drawn/Dibujado									
Lubric./Lubricacion <input type="radio"/>	NUTAI	Division	MOTORES	Retention period	Periodo de retencion			Project Title/Denominacion Proyecto	Serial No./Inventario-No.	Sheet/Hoja
Coolant/Refrigerante <input type="radio"/>	Approved/Aprobado Ford	DURATEC-HE	VALENCIA	BIS1	Item No.			ELECTRICAL NETWORKS RED ELECTRICA	OP140	CIGUENALES
										Sheets/Hojas

3. PLIEGO DE CONDICIONES

CONTENIDO

1. Descripción de las obras.....	4
1.1. Unidades constructivas	4
1.1.1. Ejecución de instalaciones	4
1.1.2. Instalación de maquinaria y equipos.....	4
2. Condiciones generales	5
2.1. Disposiciones generales	5
2.1.1. Documentación del Contrato de Obra	5
2.2. Condiciones generales facultativas	5
2.2.1. Funciones que desarrollar por el contratista.....	5
Funciones que realizar por el ingeniero director	6
2.3. Condiciones generales de la ejecución.....	6
2.3.1. Condiciones generales de ejecución de trabajos.....	6
2.3.2. Trabajos defectuosos.....	7
2.3.3. Materiales y componentes defectuosos	7
2.3.4. Pruebas y ensayos.....	7
2.4. Condiciones generales económicas.....	7
2.4.1. Principio general	7
2.4.2. Fianzas	8
2.4.3. Los precios	8
2.4.4. Valoración de los trabajos.....	10
2.5. Condiciones legales generales.....	11
2.5.1. El proveedor	11
2.5.2. El contrato	12
2.5.3. Adjudicación	12
2.6. Condiciones técnicas generales.....	12
2.6.1. Instalación eléctrica	13
2.6.2. Obra civil.....	13

2.6.3. Protección contra incendios.....	13
2.6.4. Otros trabajos	14
3. Pliego de condiciones de seguridad en la instalación de maquinas y equipos. Especificaciones de la maquinaria instalada.	14
3.1. Objeto	15
3.2. Normativa vigente	15
3.3. Especificaciones de los equipos	15
3.4. Instaladores	16
3.5. Usuarios	17
3.6. Identificación de la maquina e instrucciones de uso	17
3.7. Instalación y puesta en servicio.....	18
3.8. Inspecciones y revisiones periódicas.....	18
3.9. Reglas generales de seguridad	19
3.9.1. Medidas preventivas generales	19
3.9.2. Estabilidad de las máquinas	19
3.9.3. Partes accesibles.....	19
3.9.4. Elementos móviles.....	19
3.9.5. Máquinas eléctricas	20
3.9.6. Ruido y vibraciones.....	20
3.9.7. Puesto de mando de las máquinas.....	21
3.9.8. Puesta en marcha de las máquinas	21
3.9.9. Desconexión de la máquina	21
3.9.10. Parada de emergencia	22
3.9.11. Mantenimiento, ajuste, regulación, engrase, alimentación y otras operaciones a efectuar en la maquina	22
3.9.12. Transporte	23
3.10. Características de la maquinaria	23

1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente pliego de condiciones hace referencia al conjunto de especificaciones técnicas, legales y económicas para la ejecución del proyecto en complemento a la memoria y planos.

1.1. Unidades constructivas

Las obras que se van a ejecutar se pueden agrupar en dos grupos:

- Ejecución de instalaciones
- Instalación de maquinaria y equipos

1.1.1. Ejecución de instalaciones

Las instalaciones en la nave son:

- Instalación mecánica de componentes
- Instalación eléctrica en baja y alta tensión.

1.1.2. Instalación de maquinaria y equipos

La instalación de maquinaria corresponde a la descrita en los capítulos 4.2.2 y 5.2.2 de la memoria.

2. CONDICIONES GENERALES

2.1. Disposiciones generales

En el presente capítulo se describen los aspectos legales del proyecto y se fijan las condiciones que regirán la ejecución, controles de calidad exigidos, leyes y normas que rigen el proyecto.

2.1.1. Documentación del Contrato de Obra

El contrato de ejecución esta formado por los siguientes documentos:

- Condiciones fijadas en el documento de contrato
- Pliego de condiciones técnicas particulares
- El presente pliego general de condiciones
- El resto de documentación del proyecto

2.2. Condiciones generales facultativas

En este apartado se describen y regulan las diplomacias en la contratación y dirección facultativa para la instalación de la maquinaria y adecuación de las distintas instalaciones.

2.2.1. Funciones que desarrollar por el contratista

Las funciones de los contratistas del proyecto son:

1. Observar y conocer la normativa vigente en cuanto a seguridad e higiene en el trabajo y velar por su cumplimiento.

2. Asegurar disposición de todos y cada de uno de los elementos contenidos en el proyecto rechazando aquellos que no cuenten con las garantías exigidas.
3. Suscribir con el contratador las actas de recepción provisional y definitiva.
4. Conocer las leyes y verificar los documentos del proyecto.
5. El constructor recibirá solución a los problemas técnicos no previstos en el proyecto que se presenten en su ejecución.

Funciones que realizar por el ingeniero director

Es el responsable principal de la ejecución del proyecto, decidiendo sobre comienzo, desarrollo y calidad de los trabajos. Velara por el cumplimiento de los mismo y por las condiciones de seguridad del personal.

Las funciones que corresponden al ingeniero director son:

1. Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
2. Asistir a la zona de trabajo las veces necesarias.
3. Aprobar las certificaciones parciales del proyecto, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.
4. Preparar la documentación final del proyecto, expedir y suscribir el certificado final de la misma.

2.3. Condiciones generales de la ejecución

2.3.1. Condiciones generales de ejecución de trabajos

Los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones que hayan sido aprobadas y a las ordenes e instrucciones que entreguen por escrito bajo la responsabilidad del ingeniero técnico.

2.3.2. Trabajos defectuosos

Los instaladores deberán emplear materiales y componentes que cumplan con las condiciones exigidas en las condiciones técnicas y particulares del pliego de condiciones y realizar los trabajos de acuerdo con lo especificado en el pliego. Hasta la recepción definitiva de los trabajos son los responsables de la ejecución y de los defectos que puedan ser provocados por una mala ejecución.

2.3.3. Materiales y componentes defectuosos

El ingeniero podrá dar la orden al proveedor de sustituir los materiales y componentes defectuosos por otros que satisfagan las condiciones de calidad exigidas en el presente pliego de condiciones.

2.3.4. Pruebas y ensayos

Los gastos ocasionados por pruebas y ensayos son sufragados por el proveedor, pudiéndose repetir aquellos que no ofrezcan las suficientes garantías.

2.4. Condiciones generales económicas

2.4.1. Principio general

En este apartado se describen y regulan las relaciones económicas entre contratante y el proveedor, así como la dirección de control de la dirección facultativa.

Todos los intervinientes en el proceso de montaje tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractuales establecidas. La empresa y los

proveedores pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

2.4.2. Fianzas

La fianza es el porcentaje del valor total de las obras que debe depositar la contrata como garantía a la firma del contrato.

Los contratistas presentarán las siguientes fianzas:

- Depósito en metálico o aval bancario por importe del 4 por 100 del precio total de contrata, salvo especificación contraria en el contrato.
- Retención de un 5% en las certificaciones parciales o pagos que se van librando.

Con cargo a la fianza se aplican las penalizaciones por demoras y las reparaciones con cargo a la contrata o proveedor.

La fianza será devuelta al proveedor en un plazo inferior a treinta días después de firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que los contratistas acrediten la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la misma.

2.4.3. Los precios

2.4.3.1. Composición de los precios

El cálculo de los precios es el resultado de sumar los costes, los gastos generales y el beneficio industrial.

Los costes son:

- Mano de obra
- Los materiales
- Equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene

Los gastos generales son:

- Gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales, tasas de administración. También se fija como un porcentaje, en este caso de la suma de costes directos e indirectos (en la administración pública es del 13 al 17 por 100)

El beneficio industrial:

- El beneficio del proveedor se establece en un 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio ejecución material:

- El resultado obtenido por la suma de las anteriores partidas exceptuando el beneficio industrial.

Precio de contrata:

- Es la suma de costes directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial. El IVA se aplica a este precio, pero no lo integra.

2.4.3.2. *Precios contradictorios*

Se producen cuando se introducen cambios o unidades de calidad en alguna de las unidades previstas o bien es necesario afrontar situaciones imprevistas. El proveedor está obligado a realizar los cambios. El precio se establecerá entre el proveedor y el ingeniero antes de empezar la ejecución de los trabajos.

2.4.4. Valoración de los trabajos

2.4.4.1. *Formas de abono*

Salvo indicación contraria en el pliego de condiciones particulares el abono de los trabajos se realizará en una de las siguientes formas:

1. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, con el precio invariable fijado de antemano, pudiendo variar únicamente el número de unidades ejecutadas previa medición y aplicaciones al total de las unidades de obra ejecutadas al precio fijado.
2. Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realiza los materiales empleados en su ejecución de acuerdo con las ordenas del ingeniero director.
3. Mediante lista de jornales y recibos de materiales realizados en la forma que el pliego general de condiciones económicas determina.
4. Por horas de trabajo según las condiciones determinadas en el contrato.

2.4.4.2. *Certificaciones*

Lo ejecutado se valorará aplicación al resultado de la medición los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, considerando además lo establecido en el pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material.

A partir de la relación valorada, el ingeniero expedirá la certificación de obras ejecutadas.

La certificación se remitirá al propietario en el periodo de un mes posterior al que referencia la certificación y tendrá el carácter de documento sujeto a variaciones derivadas de la liquidación final, no suponiendo dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

2.4.4.3. *Pagos*

Los pagos los efectuará el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por el ingeniero director.

2.5. Condiciones legales generales

Ambas partes se comprometen en sus diferencias al arbitrio de amigables compondores.

2.5.1. El proveedor

El proveedor es responsable de la ejecución de los trabajos en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos del proyecto.

Por tanto, están obligados a la ejecución de todos los fallos o malas ejecuciones. Asimismo, se obliga a lo establecido en la ley de contratos de trabajo y dispuesto en la de accidentes de trabajo, subsidio familiar y seguros sociales.

2.5.2. El contrato

El contrato se establece entre la propiedad o promotor y el proveedor. Hay varias modalidades:

- Al precio alzado: se estipula una cantidad para las obras que no se modificara aunque el volumen de las obras se modifique. Sirve para obras pequeñas.

- Contrato por unidades de obra.

2.5.3. Adjudicación

Por tratarse de una obra realizada por una entidad privada se hará en base a la adjudicación declara por la misma, bajándose en una oferta a los proveedores declarados. Los proveedores mostrarán la oferta de la obra y la empresa adjudicara la obra al proveedor con el presupuesto mas bajo que asegure las condiciones de la obra estipuladas en la oferta de obra.

2.6. Condiciones técnicas generales

Se trata de una adecuación de las instalaciones ya existentes de un conjunto global.

2.6.1. Instalación eléctrica

La instalación cumplirá con todos los artículos e Instituciones Técnicas Complementarias contenidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que le sean aplicables.

2.6.2. Obra civil

En esta obra se se guiran las siguientes publicaciones y normas:

- Ley de protección del medio ambiente.
- Normal particulares de la delegación de Industria (FORD ESPAÑA S.L.).
- Ordenanzas municipales.

2.6.3. Protección contra incendios

La instalación se ejecutara de acuerdo con el Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre en el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

El objeto del Reglamento de Instalacion de Proteccion contra Incendios es establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, asi como su instalación y mantenimiento empleados en la porteccion contra incendios, además de las siguientes:

- Ordenanza municipal de Protección contra Incendios del Ayuntamiento de Almussafes.
- Ordenanza de protección contra incendios del cuerpo de bomberos de la factoría Ford España.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre)

- UNE 23.007/1.1990: componentes de los sistemas de detección automática de incendios.
- UNE 23.110.1990: lucha contra incendios. Extintores portátiles de incendios.
- UNE 23.400.1842: material de lucha contra incendios.

2.6.4. Otros trabajos

Cualquier otro trabajo que se realice cuyas condiciones no estén expresamente determinadas en este pliego de condiciones se regirá por las órdenes de la dirección facultativa y por el pliego general de condiciones técnicas de la Dirección general de Ingeniería, el conjunto de normas NTE y la buena práctica de la construcción, siempre sin separarse del espíritu del resto de documentos del proyecto.

3. PLIEGO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE MAQUINAS Y EQUIPOS. ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINARIA INSTALADA.

3.1. Objeto

El objeto del presente pliego es establecer las condiciones de instalación de las maquinas y equipos, establece los procedimientos y requisitos que permiten una mayor seguridad en la utilización de máquinas; asimismo, se establecerán las características técnicas de la maquinaria instalada.

La instalación de la máquina se hará de acuerdo con las especificaciones y directrices del administrador-suministrador y/o fabricante de la maquinaria o equipo conjuntamente con la supervisión de la Dirección de Proyectos/Obra, siendo responsabilidad del contratista la observación de todas las condiciones de montaje e instalación indicadas en el presente pliego.

Además de las condiciones de este pliego, el proveedor encargado de la instalación de cada equipo es la responsable del cumplimiento de la reglamentación vigente.

3.2. Normativa vigente

El reglamento de supervisión en la instalación de la maquinaria es el Reglamento de Seguridad en Máquinas (Real Decreto 1495/1986 de 26 de mayo).

Dicho reglamento se inscribe en la línea de política prevencionista de evitar los riesgos en su origen, de ahí que se insista en aspectos como la homologación de la maquinaria, como requisito para su instalación, funcionamiento, mantenimiento o reparación. En el citado reglamento se fijan unas normas de carácter general, a que serán completadas y desarrolladas por Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

3.3. Especificaciones de los equipos

El fabricante de las máquinas o elementos de máquinas a instalar será responsable de que al salir de fábrica cumplan las condiciones necesarias para el empleo previsto así como el cumplimiento de las exigencias del Reglamento de Seguridad en Máquinas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Dichas especificaciones se podrán atestiguar por alguna de las formas siguientes:

- Por autenticación del fabricante.
- Mediante certificado extendido por una Entidad colaboradora, o por un laboratorio o por ambos acreditados por el MINER, después de realizar un previo control técnico sobre la máquina o elemento de que se trate.

3.4. Instaladores

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los Técnicos titulados, las instalaciones podrán ser realizadas por personas físicas o jurídicas que acrediten cumplir las condiciones requeridas en cada Instrucción Técnica Complementaria para ejercer como instaladores autorizados, en todo caso, estar inscritos en el Órgano territorial competente de la Administración Pública, para la cual cumplirá, como mínimo, los siguientes requisitos:

- Poseer los medios técnicos y humanos que se especifiquen en cada ITC.
- Tener cubierta la responsabilidad civil que pueda derivarse de su actuación mediante la correspondiente póliza de seguros.
- Responsabilizarse de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas reglamentarias de seguridad y que han sido efectuadas con resultado satisfactorias las pruebas y ensayos.

3.5. Usuarios

Los usuarios de las máquinas están obligados a no utilizar más que aquellas que cumplan las especificaciones establecidas en el Reglamento de Seguridad en Máquinas, por lo que se exigirá al vendedor, importador o una justificación de que están debidamente homologadas o, en su caso, certificado de que se cumplen las especificaciones exigidas por el citado reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Además, tendrán las siguientes obligaciones:

- Mantener el mantenimiento de las máquinas de que se trate, de tal forma que se conserven las condiciones de seguridad exigidas.
- Impedir su utilización cuando tenga conocimiento de que no ofrecen las debidas garantías de seguridad para las personas o los bienes.
- Responsabilizarse de que las revisiones e inspecciones reglamentarias se efectúan en los plazos fijados.

Los usuarios podrán instalar, reparar y conservar sus máquinas si poseen medios humanos y materiales necesarios para ello, en los términos que establezca la correspondiente ITC.

3.6. Identificación de la máquina e instrucciones de uso

Toda máquina, equipo o sistema de protección debe ir acompañado de unas instrucciones de uso extendidas por el fabricante o importador, en las cuales figuraran las especificaciones de manutención, instalación y utilización, así como las normas de seguridad y cualesquiera otras instrucciones que de forma específica sean exigidas en las correspondientes ITC.

Estas instrucciones incluyan los planos y esquemas necesarios para el mantenimiento y verificación técnica, estarán redactadas al menos en castellano, y se ajustarán a las normas UNE que les sean de aplicación.

Llevarán, además, una placa en la cual figurarán, como mínimo, los siguientes datos, escritos al menos en castellano:

- Nombre del fabricante
- Año de fabricación y/o suministro
- Tipo y numero de fabricación
- Potencia en KW
- Contraseña de homologación, si procede

Estas placas serán hechas con materiales duraderos y se fijarán correctamente, procurándose que sus inscripciones sean fácilmente legibles una vez este en la máquina instalada.

3.7. Instalación y puesta en servicio

La puesta en funcionamiento se efectuará de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 2135/1981, no precisando de otro requisito que la presentación ante el Órgano Territorial competente de la Administración Pública de un certificado expedido por el técnico competente, en el que se ponga de manifiesto la adaptación de la obra al proyecto y cumplimiento de las condiciones técnicas y prescripciones establecidas por este reglamento y sus ITCs.

3.8. Inspecciones y revisiones periódicas

Las inspecciones de carácter general se llevarán a cabo por la Entidad encargada del campo de seguridad industrial de la fábrica, pero en todo caso los certificados de inspección serán emitidos por el Órgano Territorial competente de la Administración Pública, a la vista de las actas de revisión extendidas por dichas Entidades y después de la supervisión de las mismas.

3.9. Reglas generales de seguridad

3.9.1. Medidas preventivas generales

Las máquinas, elementos constitutivos de estas o aparatos acoplados a ellas estarán diseñados y construidos de forma que las personas no estén expuestas a sus peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúa conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

Las diferentes partes de las máquinas, así como sus elementos constitutivos deben poder resistir a lo largo del tiempo los esfuerzos a que vayan a estar sometidos, así como cualquier otra influencia externa o interna que puedan presentarse en las condiciones normales de utilización previstas.

Cuando existan partes de la maquina cuya perdida de sujeción pueda lugar a peligros, deberán tomarse precauciones adicionales para evitar que dichas partes puedan incidir sobre las personas.

3.9.2. Estabilidad de las máquinas

Para evitar la pérdida de estabilidad de la máquina, especialmente durante su funcionamiento normal, se tomarán las medidas técnicas adecuadas, de acuerdo con las condiciones de instalación y de utilización previstas por el fabricante.

3.9.3. Partes accesibles

En las partes accesibles de las maquinas no deberán existir aristas agudas o cortantes que puedan provocar heridas o lesiones graves.

3.9.4. Elementos móviles

Los elementos móviles de las maquinas y de los aparatos utilizados para la transmisión de energía o movimiento deben concebirse, construirse, disponerse o protegerse de forma que prevengan todo peligro de contacto que pueda originar accidentes.

Siempre que sea factible, los elementos móviles de las maquinas o aparatos que ejecuten el trabajo y, en su caso, los materiales o piezas a trabajar, deben concebirse, construirse, disponerse y/o mandarse de forma que no impliquen peligro para las personas.

Cuando la instalación este constituida por un conjunto de maquinas o una maquina esta formada por diversas partes que trabajan de forma independiente, y es necesario efectuar pruebas individuales del trabajo que efectúan dichas maquinas o algunas de sus partes, la protección general del conjunto se hará sin perjuicio de que cada máquina o parte de ella disponga de un sistema de protección adecuado.

3.9.5. Máquinas eléctricas

Las máquinas alimentadas con energía eléctrica deberán proyectarse, construirse, equiparse, mantenerse y, en caso contrario dotarse de sistemas de protección de forma que se prevengan los peligros de origen eléctrico.

3.9.6. Ruido y vibraciones

Las maquinas deberán diseñarse, construirse, montarse, protegerse y, en caso necesario, mantenerse para amortiguar los ruidos y las vibraciones producidos a fin de no ocasionar daños para la salud de las personas y trabajadores. En cualquier caso, se evitarán la emisión por las mismas de ruidos de nivel superior a los límites establecidos por la normativa vigente en cada momento.

3.9.7. Puesto de mando de las máquinas

Los puestos de mando de las máquinas deben ser fácilmente accesibles por los trabajadores, y estar constituidos fuera de toda zona donde puedan existir peligros para los mismos. Desde dicha zona y estando en posición de accionar los mandos, el trabajador debe tener la mayor visibilidad posible de la máquina, en especial de sus partes peligrosas.

3.9.8. Puesta en marcha de las máquinas

La puesta en marcha de la máquina sólo será posible cuando estén garantizadas las condiciones de seguridad para las personas y para la propia máquina. Los órganos de puesta en marcha deben ser fácilmente accesibles para los trabajadores, estar situados lejos de zonas de peligro, y protegidos de forma que se eviten accionamientos involuntarios.

Si una máquina se para aunque sea momentáneamente por un fallo en su alimentación de energía, y su puesta en marcha inesperada pueda suponer peligro, no podrá ponerse en marcha automáticamente al ser restablecida la alimentación de energía.

Si la parada de una máquina se produce por la actuación de un sistema de protección, la nueva puesta en marcha sólo será posible después de restablecidas las condiciones de seguridad y previo accionamiento del órgano que ordena la puesta en marcha.

Las máquinas o conjunto de ellas en que desde el puesto de mando no puede verse su totalidad y puedan suponer peligro para las personas en su puesta en marcha, se dotarán de alarma adecuada que sea fácilmente perceptible por las personas. Dicha alarma actuando en tiempo adecuado procederá a la puesta en marcha de la máquina y se conectará de forma automática al pulsar los órganos de puesta en marcha.

3.9.9. Desconexión de la máquina

En toda maquina debe haber un dispositivo manual que permita una vez terminado el ciclo de trabajo permitir con las mayores condiciones de seguridad. Este dispositivo debe ser capaz de interrumpir todas las funciones de la máquina, salvo que la anulación de alguna de ellas pueda generar peligro a los trabajadores, o dañar la máquina. En este caso, tal función podrá ser mantenida o bien diferida su desconexión hasta que no exista peligro.

3.9.10. Parada de emergencia

Toda maquina que precise una parada repentina, con el fin de evitar o minimizar los posibles daños, tanto a personas como a la propia máquina, deberá disponer de un sistema de paro de emergencia.

3.9.11. Mantenimiento, ajuste, regulación, engrase, alimentación y otras operaciones a efectuar en la maquina

Las maquinas dberan estar diseñadas para que las operaciones de verificación, reglaje, regulación, engrase o limpieza se puedan realizar sin peligro para el personal, en lo posible desde lugares fácilmente accesibles, y sin necesidad de eliminar los sistemas de protección.

En caso de dichas operaciones u otras, tengan que efectuarse con la maquina o los elementos peligrosos en marcha y anulados los sistemas de protección, al anular el sistema de protección se deberá cumplir:

- La máquina solo podrá funcionar a velocidad muy reducida, paso a paso, o a esfuerzo reducido.
- El mando de la puesta en marcha será sensitiva. Siempre que sea posible dicho mando deberá disponerse de forma que permita al operario ver los movimientos mandados.

En cualquier caso, se deberá dar, las instrucciones precisas para que las operaciones de reglaje, ajuste, verificación o mantenimiento se puedan realizar con seguridad. Esta prescripción es particularmente importante en el caso de existir peligros de difícil detección o cuando después de la interrupción de la energía existan movimientos debidos a la inercia o energías residuales.

3.9.12. Transporte

Se darán las instrucciones y se dotara de los medios adecuados para que el transporte y la manutención se pueda efectuar con el menor peligro posible. A estos efectos, en máquinas estacionarias:

- Se indicará el peso de las máquinas o partes desmontables de éstas que tengan peso superior a 500 kilogramos.
- Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad de la máquina, y se sujetará de forma apropiada
- Aquellas máquinas o partes de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada.

3.10. Características de la maquinaria

Todos y cada uno de los equipos instalados tendrá la caracteritica de capacidad, potencia, consumos de energía y dimensiones indicadas en la documentación del proyecto, y en virtud de las cuales han sido escogidos y se han dimensionado el resto de las instalaciones de la industria.

Los fabricantes y/o suministradores de los equipos y maquinas a instalar se comprometerán a garantizar las especificaciones exigidas a los mismos en el proyecto, especificaciones que se corresponden con los datos proporcionados por el fabricante en su información comercial y catálogos.

Los componentes que se desean instalar en las diferentes maquinas se encuentran descritos en los capítulos 4.2.2 y 5.2.2 de la memoria.

4. PRESUPUESTO

4. Presupuesto

DESCRIPCION	FABRICANTE	CANT.	PRECIO	IMPORTE
SERVOMOTOR SINCRONO MSKO70D-0300-NN-M1-AG2-NNNN	Bosch Rexroth	1,00	1.525,06 €	1525,06
INDRA DRIVE HCS03.1E-W0070-A-05-NNBV	Bosch Rexroth	1,00	1.472,68 €	1472,68
KIT BASICO MONTAJE INDRA DRIVE HA S01.1-125-072-CN	Bosch Rexroth	1,00	45,78 €	45,78
ACCESORIO INDRA DRIVE HA S02.1-004-NNN-NN	Bosch Rexroth	1,00	62,12 €	62,12
ACCESORIO INDRA DRIVE HA S03.1-004-NNN-NN	Bosch Rexroth	1,00	45,78 €	45,78
UNIDAD CONTROL INDRA DRIVE CSH01.1C-ET-ENS-NNN-MD1-S2-S-NN-FW	Bosch Rexroth	1,00	2.689,13 €	2689,13
FIRMWARE INDRA DRIVE FWA-INDRV*-MPH-08VRS-D5-1-SNC-NN	Bosch Rexroth	1,00	773,21 €	773,21
CABLE ENCODER INDRA DRIVE RKG4200/25	Bosch Rexroth	1,00	109,44 €	109,44
CABLE POTENCIA INDRA DRIVE RKL4323/25	Bosch Rexroth	1,00	479,17 €	479,17
FILTRO INDRA DRIVE HNK01.1A-A075-E0050-A-500-NNNN	Bosch Rexroth	1,00	318,75 €	318,75
REDUCTOR GTM140-NN1-010A-NN16	Bosch Rexroth	1,00	2.457,69 €	2457,69
RODAMIENTO RIGIDO DE BOLA S DIA55 - INA TIPO 6011-2RS	SKF	1,00	51,32 €	51,32
RODAMIENTO RIGIDO DE BOLA S DIA50 - INA TIPO 6010-2RS	SKF	1,00	15,65 €	15,65
CHAPA PROTECCION MOTOR	-	1,00	35,85 €	35,85
CHAPA SUJECCION CONJUNTO	-	1,00	455,67 €	455,67
EJE TRANSMISION GIRO	-	1,00	312,56 €	312,56
MAGNETOTERMICO ALIMENTACION 380V 48-80A	Schneider Electric	1,00	239,42 €	239,42
CONTACTO AUXILIAR MAGNETOTERMICO	Schneider Electric	1,00	9,63 €	9,63
CONTACTOR 380V - 65 A MANIOBRA	Schneider Electric	2,00	46,04 €	92,08
TERMICO 2A CONTROL	Schneider Electric	2,00	7,94 €	15,88
PERFIL CARRIL DIN 2M	Rittal	1,00	2,78 €	2,78
CILINDRO ELECTRICO ESBF-BS-63-500-25P (574090)	Festo	1,00	2.054,71 €	2054,71
KIT AXIAL EAMM-A-D60-100A (550983)	Festo	1,00	385,32 €	385,32
SERVO MOTOR EMMS-AS-100-M-HS-RMB (550130)	Festo	1,00	2.186,21 €	2186,21
CONTROLADORA MOTOR CMMP-AS-C5-11A-P3-M3 (1501327)	Festo	2,00	1.227,47 €	2454,94
CABLE CONTROL NEBC-S1G25-K-3.2-N-LE25 (8001373)	Festo	2,00	24,20 €	48,4
INTERFACE CAMC-F-EP (1911917)	Festo	2,00	351,09 €	702,18
CABLE ENCODER NEBM-M12W8-E-15-N-S1G15 (550320)	Festo	2,00	252,43 €	504,86
CABLE MOTOR NEBM-M23G8-E-15-Q9N-LE8 (550312)	Festo	2,00	445,10 €	890,2
MODULO SEGURIDAD CAMC-G-S1 (1501330)	Festo	2,00	160,46 €	320,92
SERVO MOTOR EMMS-AS-100-S-HS-RMB (550125)	Festo	1,00	1.907,61 €	1907,61
WPLE120-060 (Non-FESTO, supplied by FESTO)	Neugart	1,00	976,54 €	976,54
PIEZA ACOUPLE KSZ-M16x1,5 (36127)	Festo	1,00	35,77 €	35,77
BRIDAS MONTAJE EAHF-V2-50/63-P (1547781)	Festo	1,00	164,92 €	164,92
PIEZA SUJECCION SERVO	-	1,00	496,45 €	496,45
ACOPLAMIENTO ROTEX 25-25	Rotex	1,00	38,38 €	38,38
CONTACTOR 24 V 9A CARRIL DIN	Schneider Electric	1,00	40,95 €	40,95
TORNILLO HEXAGONAL DIN 912 M8x30	Ferreteria	4,00	0,23 €	0,92
TORNILLO HEXAGONAL DIN 912 M10x40	Ferreteria	8,00	0,38 €	3,04
TORNILLO HEXAGONAL DIN 912 M6x25	Ferreteria	8,00	0,15 €	1,2
ARANDELA PLANA DIN 125 A8	Ferreteria	4,00	0,05 €	0,2

TOTAL 24.423,37 €

PERSONAL	€/H	HORAS (H)	IMPORTE TOTAL
INGENIERO SENIOR	60	120	7.200,00 €
INSTALADOR ELECTROMECHANICO	40	80	3.200,00 €
TOTAL GASTO EN RECURSOS HUMANOS			10.400,00 €

TOTAL MATERIAL	24.423,37 €
TOTAL RECURSOS HUMANOS	18.400,00 €
TOTAL BENEFICIO INDUSTRIAL	42.823,37 €