



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2015 / 2016

PROYECTO DE DISEÑO DE UN DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE PALETS

2. MEMORIA

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE SERGIO
 APELLIDOS PÉREZ VIGIOLA

FDO.:

FECHA: 16-06-2016

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE ITZIAR
 APELLIDOS MARTIJA LÓPEZ
 DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 16-06-2016

2.1. Índice de la memoria

2. MEMORIA.....	2.0
2.1 Índice de la memoria.....	2.i
2.2. Objeto.....	2.2
2.3. Alcance	2.2
2.3.1. Proyectos Técnicos	2.2
2.3.1.1. Análisis funcional del proyecto.....	2.2
2.3.1.2. Desarrollo técnico de los aspectos funcionales.....	2.3
2.3.1.3. Estimación de cálculos	2.3
2.4. Antecedentes	2.3
2.4.1. Introducción.....	2.3
2.4.2. Apiladores fijos	2.4
2.4.3. Apiladores móviles.....	2.6
2.4.3.1. Apiladores trilaterales	2.6
2.4.3.2. Apiladores de plataformas.....	2.9
2.4.3.3. Transpaletas	2.11
2.4.4. Solución adoptada	2.13
2.5. Normas y referencias.....	2.14
2.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	2.14
2.5.2. Bibliografía.....	2.14
2.5.3. Programas de cálculo.....	2.15
2.5.4. Otras referencias	2.15
2.6. Definiciones y abreviaturas.....	2.16
2.7. Requisitos de diseño.....	2.18
2.8. Análisis de las soluciones	2.19
2.9. Resultados finales	2.27
2.10. Planificación	2.31
2.11. Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	2.32

2.2. Objeto

Diseñar un dispensador automático de palets (1124 x 1421 x 150 mm.) con pulmón vertical de acumulación que los dosifica de uno en uno para presentarlos al puesto de paletizado.

El dispensador consta básicamente en dos bastidores, un bastidor despaletizador y un bastidor móvil respectivamente, dos cunas de entrada de palets, dos guías por donde el bastidor móvil se desplazará verticalmente, además de los accionamientos neumáticos (un cilindro neumático y cuatro uñas escamoteables).

Por otra parte debido a que forman parte de este dispensador cuatro partes regulables, facilitan su manejo y su instalación en cualquier zona de almacenaje, además su diseño abierto permite el fácil acceso a los diferentes componentes en el caso de algún ajuste o avería.



Figura 1. Dispensador de palets.

2.3. Alcance

2.3.1. Proyectos Técnicos

2.3.1.1. Análisis funcional del proyecto

En el proyecto se pretende dimensionar los diferentes elementos que forman parte del dispensador de palets de tal modo que esta maquinaria sea funcional. (Bastidor móvil, bastidor despaletizador, guías, cunas de entrada de los palets..etc).

2.3.1.2. Desarrollo técnico de los aspectos funcionales

Se diseñarán el bastidor móvil, el bastidor despaletizador, las cunas de entrada de los palets, las guías, entre otros componentes que se elegirán según se vaya realizando este proyecto y se reflejarán en sus respectivos planos.

Por otro lado se definirán los distintos procesos de fabricación llevados a cabo en la elaboración de los diferentes elementos del dispensador, además de la especificación del presupuesto del proyecto.

2.3.1.3. Estimación de cálculos

Se comprobará que los accionamientos serán capaces de elevar la carga. Con el perfil citado en el apartado de datos de partida, se diseñará toda la estructura y se comprobará que es viable. Una vez confirmado el perfil del dispensador se verificarán las diferentes partes que se vayan diseñando del conjunto. Se comprobarán las uniones atornilladas y las uniones permanentes, es decir, las soldaduras. Se establecerá un ancho de cordón inicial de soldadura, se comprobará su resistencia en la situación más crítica y si este ancho de cordón aguanta en dicha situación, se aplicará en toda la estructura para facilitar la instalación al operario.

Se descontarán los cálculos en el diseño de los sistemas eléctricos, electrónicos, neumáticos, además de los sistemas de automatización, pero sí que se seleccionaran los diferentes elementos neumáticos y eléctricos para el funcionamiento viable del dispensador, además se preverá realizar una descripción básica del funcionamiento la automatización (estos cálculos serán los que se realizarán principalmente, a medida de que se vaya indagando en el proyecto surgirán más comprobaciones).

2.4. Antecedentes

2.4.1. Introducción

El mercado actual es un mercado con mucha competitividad ofreciendo numerosas alternativas. Por ello, se pueden encontrar diferentes sistemas de apilado, con distinto diseño o distinto sistema de funcionamiento dependiendo de la necesidad de almacenaje de cada empresa.

Los apiladores se distinguen principalmente por las siguientes características:

- Por su sistema de elevación: hidráulico, neumático, eléctrico, etc.
- Por su disposición en funcionamiento: fijos o móviles.
- Por su capacidad de almacenaje: carga máxima y número de palets.

El sistema de elevación no tiene por qué ser puramente eléctrico, neumático, etc, sino que puede estar formado por la combinación de dos sistemas. Se puede dar el caso en el que la elevación sea electromecánica, electrohidráulica, electroneumática, etc.

Normalmente los apiladores fijos se utilizan en los almacenes de gran envergadura, que tienen un flujo elevado y continuo de manipulación de palets. Además, suelen ser apiladores totalmente automáticos, que únicamente requieren de la manipulación manual para su puesta en marcha o en caso de emergencia.

En cambio, los apiladores móviles, se suelen utilizar en pequeños almacenes donde el volumen de carga manipulada en el mismo tiempo es mucho inferior. Este tipo de apiladores requieren una manipulación manual continua para su funcionamiento. Dentro de los apiladores móviles, existe mucha más variedad porque son bastante más comerciales.

El apilador debe estar dimensionado en función del número máximo de palets que se quiera almacenar en la pila a formar, teniendo en cuenta su peso máximo y sus dimensiones.

Según lo comentado anteriormente, el apilador diseñado en este proyecto se caracteriza por lo siguiente:

- Elevación electroneumática: lleva cilindros accionados mediante aire comprimido y controlados mediante electroválvulas.
- Fijo: se debe colocar anclado al suelo sobre una mesa transportadora de cadenas.
- Gran capacidad de almacenaje: permite apilar 12 palets de 24,79Kg/unidad y unas dimensiones de 1124 x 1421 x 150 mm.

A continuación, se citarán apiladores de distinto tipo, y se destacarán sus características más importantes, para comparar las ventajas y los inconvenientes de la máquina diseñada, frente a las que se pueden encontrar en el mercado.

2.4.2. Apiladores fijos



Figura 2. Dispensador de palets fijo (ejemplo 1).

Este dispensador de palets, es un apilador muy parecido al diseñado en este proyecto, tanto en la forma de su estructura, como en el mecanismo de apilado que utiliza.

A diferencia del apilador diseñado que posee una elevación electroneumática, este apilador utiliza una elevación electrohidráulica. En lugar de energía neumática, utiliza energía hidráulica, que normalmente se suele utilizar en aplicaciones que requieren realizar mayores esfuerzos. Este apilador está diseñado para ser capaz de levantar hasta 1000 kg de peso, bastante más de lo que levanta el apilador diseñado en este proyecto.

Si se observa su sistema de apilado, se puede decir que se diferencia en que en lugar de llevar 4 palas que se despliegan y se recogen, dispone de dos brazos con 2 uñas soldadas en cada uno, que se aproximan al palet, con un movimiento lineal de traslación. Además lleva un perfil en L soldado en cada esquina como medida de seguridad, para evitar que se desplacen los palets inferiores de la pila.

La disposición de los elementos en este apilador es bastante ingeniosa, porque sobre lo que se podría llamar el bastidor fijo se desplaza verticalmente el bastidor móvil, y sobre éste los brazos de sujeción de la pila.

También se podría decir que este apilador ocupa menos espacio, pero su estructura tiene una serie de inconvenientes frente a la del apilador diseñado en este proyecto; entre otras cosas no permite el paso de una pila de palets completa por debajo, y solo permite trabajar con transportadores cuya altura de transporte es bastante baja. Además, el hecho de que la máquina trabaje a un nivel tan cercano al suelo, aumenta el riesgo de accidente.

Este apilador puede almacenar hasta 30 piezas y su control puede ser manual o automático. El apilador diseñado en este proyecto no ofrece la posibilidad de ser controlado manualmente; en cuanto al número máximo de palets almacenados, cuanto más alta sea la pila, más inestable será, y mayor será el riesgo de desplome.

Como observación se puede decir que este apilador no necesita ser anclado al suelo, debido a que tiene un peso bastante considerable y su punto de gravedad está muy cerca del suelo.

Por último se puede mencionar que posee un sistema de regulación de altura diferente, pero con la misma finalidad que es la de ajustar el mecanismo de sujeción de la pila a la altura de transporte.

A continuación se va a describir otro tipo de dispensador de palets:



Figura 3. Dispensador de palets fijo (ejemplo 2).

Es una máquina de más prestaciones y más sofisticada que la diseñada en este proyecto, como se puede apreciar en las imágenes.

El sistema de elevación de este apilador alberga un sistema electroneumático. Está disponible en varios modelos, por lo tanto las características de este sistema dependiendo del apilador son: 6÷10 bares / 8÷16 litros (1x230V). Este apilador también está dotado de una serie de sensores para realizar el control y de una serie de sistemas de seguridad como setas de emergencia, para garantizar la mayor seguridad. En cuanto al riesgo de accidente que pueda ocasionar el sistema móvil de la máquina, parece ser más segura por llevarlo más protegido.

También permite la variación de la altura en función de los transportadores que se quiera utilizar, mediante unos pies de apoyo regulables.

En cuanto a la capacidad de almacenamiento permite:

- Carga máxima: 500÷1000Kg según modelo.
- Máximo número de palets: 14÷24 según modelo.
- Dimensiones palets: 1200 x (800/1000/1200)mm según modelo.

El apilador de este proyecto podría tener el mismo rango de capacidad de almacenamiento, solo es cuestión de modificar las dimensiones de su diseño para que se adapten a las condiciones requeridas.

Se trata de un apilador fijo, pero presenta dos modelos:

- PalManager: este apilador va en el suelo, y funciona como un elemento independiente de almacenamiento de palets. Permite ajustar varios anchos según el palet que se quiera utilizar. Como el palet se recoge desde el suelo prácticamente con una carretilla, se necesita un pequeño transportador de rodillos para sacarlo de la pila.
- PalManager 4 ways: se trata de un apilador similar pero que se puede integrar en una línea automática de transporte. Su peculiaridad es que al situarse en el cruce entre dos líneas, permite manipular palets en 2 direcciones perpendiculares.

Respecto a los modelos anteriores, la máquina diseñada en este proyecto no es capaz de realizar ninguna de las funciones descritas por no ser tan avanzada.

2.4.3. Apiladores móviles

A continuación se van a mencionar y a describir algunos de los apiladores o dispensadores móviles de palets más conocidos:

- Apiladores trilaterales.
- Apiladores de plataformas.
- Transpaletas.

2.4.3.1. Apiladores trilaterales

Es una solución excepcional para optimizar el almacenamiento y la recuperación de paletas a niveles muy altos en pasillos muy estrechos.

Este tipo de dispensadores es la solución perfecta para aplicaciones que requieren la mayor utilización posible del espacio disponible en el entorno del almacén. Al trabajar en pasillos muy estrechos, permite aumentar la densidad de almacenamiento del almacén, haciendo posible también a un ciento por ciento la capacidad de selección y de movimiento de grandes volúmenes de forma rápida y segura.

Capaz de llegar a una elevación de hasta 17 m, esta serie de máquinas asegura la utilización de todo el espacio susceptible de utilización.

Al elevar al carretillero, éste dispone de una visibilidad excepcional de la paleta en todo momento y le proporciona también la capacidad de realizar la recogida de piezas cuando sea necesario.



Figura 4. Apilador trilateral.

Características ergonómicas:

1. El amplio espacio amortiguado e integrado del piso absorbe las vibraciones y aloja también de manera discreta los pedales de presencia del carretillero eliminando cualquier riesgo de activación.
2. Los pedales se activan simplemente con los pies del carretillero proporcionando una libertad total para encontrar una posición de trabajo confortable en todo momento
3. El asiento se puede ajustar en altura y se pliega para proporcionar un apoyo adicional cuando el carretillero está de pie. El asiento también gira hasta 20° hacia la izquierda o hacia la derecha cuando el carretillero se desplaza hacia atrás.
4. El carretillero puede elegir entre sentarse o estar de pie en un entorno de trabajo ergonómico con controles montados hacia delante y ajustables de 3 maneras o con controles de joystick montados al lado del asiento que pueden colocarse verticalmente u horizontalmente.

5. El cabezal de la torreta montado en la parte superior y en la parte inferior permite mejorar el manejo de la carga e incrementa también la visibilidad en todo momento de las horquillas y de la paleta Incluso en la posición descendida al nivel del suelo, el carretillero tiene una visión completa de las dos horquillas.



Figura 5. Apilador trilateral.

Características de productividad:

1. La capacidad de desplazarse a velocidades de hasta 12 km/h tanto en aplicaciones guiadas por carril como guiadas por cable, junto con la rápida aceleración hasta la velocidad superior, convierten a este modelo en el de mayor productividad dentro de su clase.
2. Permite obtener espacios libres laterales más amplios cuando está en modo de desplazamiento, con lo cual se consiguen tiempos de ciclo más cortos.
3. El sistema hidráulico patentado confiere al carretillero la capacidad de acometer diversas operaciones simultáneas, por ejemplo, el carretillero puede mover en sentido transversal, girar y accionar la elevación auxiliar, elevando al mismo tiempo la cabina. Todo esto aumenta de manera significativa la suavidad de los movimientos de recuperación y depósito de cualquier paleta, y también elimina pausas en el funcionamiento, mejorando de esa manera la productividad.
4. Con una potencia de elevación de hasta 30 kW disponible en las yemas de los dedos del carretillero, es la carretilla que hay que elegir para aplicaciones que requieran un gran movimiento de paletas.



Figura 6. Apilador trilateral.

2.4.3.2. Apiladores de plataformas

Máquinas de almacén de doble propósito con plataforma plegable para manejo por conductor a pie o a bordo.

Este formato combina la maniobrabilidad de un apilador de conductor a pie con la velocidad de desplazamiento de una transpaleta con conductor a bordo. Ofrecen potencia, precisión y fiabilidad para una gran variedad de operaciones exigentes, y están disponibles con opciones de elevación inicial o de patas de apoyo de pórtico, que las convierten en la solución ideal para apilar y recuperar mercancías colocadas en paletas.

Esta serie de carretillas ofrece una excelente ergonomía para el operario y una excelente productividad. Con mástiles de alta visibilidad, controles dobles de elevación y descenso, dirección asistida de bajo esfuerzo y reducción de velocidad en los giros, estas máquinas son idóneas para trabajar en aplicaciones de transferencia a distancias cortas o largas y en rampas o terrenos con inclinación.

Este tipo de apilador/dispensador son ideales para:

- Transporte horizontal a través de distancias largas.
- Ciclos de trabajo de operaciones extendidas y de turnos múltiples.
- Reposición de existencias en estanterías de nivel bajo a medio-alto.

- Almacenamiento en frío -30°C.



Figura 7. Dispensador de plataformas.

Características ergonómicas:

1. Disposición de 5 puntos de las ruedas, con ruedas estabilizadoras fijas, que proporciona una estabilidad mejorada para mayor confianza del carretillero en los giros.
2. Cabezal de timón ergonómico con empuñaduras en ángulo y controles de "mariposa" que requieren muy poco esfuerzo y que tienen un alto grado de respuesta, que reducen el estrés y la fatiga en la muñeca del conductor, así como en su pulgar y en el resto de sus dedos.
3. Controles dobles de elevación y descenso proporcional situados para su uso con la mano izquierda o con la mano derecha.
4. Todos los controles se pueden accionar sin tener que soltar el timón para conseguir un manejo más eficiente.
5. El mástil panorámico, con una duradera protección de rejilla, proporciona una mayor visibilidad para manejar las cargas de manera eficiente y segura.

Características de productividad:

1. Manejo a bordo o a pie para una mayor flexibilidad de aplicaciones.
2. Se pueden seleccionar cuatro niveles de rendimiento predeterminados para ajustarse a las necesidades de la aplicación o a las preferencias del carretillero.

3. La interfaz de diagnósticos del conductor permite la selección de la configuración de rendimiento apropiada para aplicaciones específicas.
4. Los motores y los controladores, junto con el sistema de dirección de control electrónico permiten un control de velocidad progresiva de gran eficiencia energética y aseguran unos niveles de rendimiento óptimos.
5. El control de velocidad de deslizamiento permite accionar todas las funciones de la carretilla con el brazo del timón en posición vertical cuando se utiliza la máquina en espacios limitados.



Figura 8. Dispensador de plataformas.

2.4.3.3. Transpaletas

Transpaletas motorizadas controladas por conductor a pie de manejo fácil y cómodo. Este diseño de transpaletas de conductor a pie de gran maniobrabilidad ha sido desarrollado para un manejo fácil y cómodo y para obtener la máxima productividad.

Han sido diseñadas específicamente para su utilización en distancias medias a cortas y para la carga y descarga de vehículos en las siguientes aplicaciones:

- Manejo de cargas de intensivo a cubierto
- Carga y descarga de camiones
- Transporte horizontal a través de distancias cortas y largas
- Aplicaciones en rampas y terreno inclinado

En los modelos de 2.500 kg y 3.000 kg de capacidad se utilizan unos motores SEM. Estos motores proporcionan rendimiento con eficiencia energética y sus requisitos de mantenimiento son reducidos, con intervalos de servicio de 1000 horas.

Los componentes de alta calidad aseguran un funcionamiento fiable y tiempos de actividad ininterrumpida máximos. El fácil acceso a componentes clave agiliza el mantenimiento de rutina, disponiendo además de una pantalla de diagnósticos a bordo que proporciona una rápida indicación de las necesidades de mantenimiento.



Figura 9. Transpaletas.

Características ergonómicas:

1. Cabezal de timón ergonómico con empuñaduras en ángulo y controles de "mariposa" que requieren muy poco esfuerzo y que tienen un alto grado de respuesta, reduciendo de ese modo el estrés y la fatiga en la muñeca del conductor, así como en su pulgar y en el resto de sus dedos.
2. Controles dobles de elevación y descenso situados para su uso con la mano izquierda o con la mano derecha.
3. Todos los controles se pueden accionar sin tener que soltar el timón para conseguir un manejo más eficiente
4. El brazo del timón, de montaje bajo, requiere un esfuerzo de dirección mínimo y permite disponer de mayores espacios libres de trabajo.

Características de productividad:

1. Se pueden seleccionar tres niveles de rendimiento predeterminados para ajustarse a las necesidades de la aplicación o a las preferencias del carretillero.
2. Los controladores de la tracción y de la bomba hidráulica permiten disponer de control de velocidad progresiva sin saltos, frenado de liberación automática y frenado regenerativo y anti-retroceso.
3. Los patines de entrada/salida de las horquillas facilitan el manejo de las paletas de abordaje por su parte inferior.



Figura 10. Transpaletas.

2.4.4. Solución adoptada

Después de haber visto de forma general, los tipos de apiladores que existen en el mercado, se llega a la conclusión de que no se puede evaluar de forma rigurosa, cuál de ellos es el óptimo. Sin embargo, si se puede estudiar y decidir cuál de ellos es el más adecuado para cada instalación en concreto.

Cada apilador está diseñado con un propósito distinto en función de las necesidades que requiera la nave o el taller donde se pretenda utilizar. Como se podía ver en la comparación anterior, a la hora de diseñar un apilador se deben de tener en cuenta numerosos factores. En otros detalles a tener en cuenta se pueden mencionar: la altura de transporte, el tipo de transportadores utilizados, si el proceso debe estar automatizado o si debe estar manipulado por un operario, el número de palets que es necesario almacenar en cada pila, etc. Como se ha visto, elegir el dispensador más adecuado para una instalación determinada no se basa únicamente en el presupuesto del que se disponga, sino de saber muy bien los tipos de apiladores que ofrece el mercado, y cuál es el que mejor se adapta a las necesidades de ésta.

Haciendo una reflexión acerca de la máquina que se ha diseñado en este proyecto se puede decir lo siguiente: se trata de una máquina fija de un diseño sencillo, pero con un gran potencial. Es una máquina diseñada para funcionar en almacenes que tengan un movimiento de cargas muy elevado.

El dispensador debe ser colocado en medio de una línea de transportadores y almacenará temporalmente los palets que no se vayan a utilizar; de forma que se ahorrará bastante espacio. Normalmente, en los almacenes el espacio es un problema fundamental, y en algunos casos no sería posible realizar un apilado de palets, a no ser que se realizará con una máquina como la diseñada en este proyecto, que es capaz de integrarse en la línea, ocupando espacio prácticamente solo en altura.

Como todo el proceso de apilado se hace de forma automática, será prescindible la necesidad de tener a un operario realizando dicha función de forma continua, y se reducirán los costes al no tener que pagar el salario de dicho operario. Únicamente será necesario un operario para el

mantenimiento de la máquina o para reparar las averías. Teniendo en cuenta las características de la máquina y que con el tiempo se terminará amortizando, se puede decir que su coste es bastante asequible.

En el mercado se pueden encontrar máquinas que realizan las mismas funciones, pero tienen un precio más elevado, debido a la tecnología que llevan integrada. En definitiva se podría decir que este modelo de apilador/dispensador, es una máquina que puede dar un gran servicio a un módico precio.

2.5. Normas y referencias

2.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- Norma UNE 157001/2002 titulada “Criterios generales para la elaboración de proyectos” Norma UNE 50132:94 titulada “Numeración de las divisiones y subdivisiones en los documentos escritos”
- Norma UNE-1.027-76 para el plegado de planos.
- Norma UNE-1.026-83 para las dimensiones del cajetín. Norma UNE-1.036 para las escalas adoptadas.
- Documento básico seguridad estructural en acero.
- Norma UNE 14001.

2.5.2. Bibliografía

Publicaciones:

[1] Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, Diseño en Ingeniería Mecánica, 6ª edición.

[2] Apuntes de Diseño de Máquinas de la EUITI de Bilbao.

Catálogos:

[3] Catálogo Arandelas Nord-Lock.

Disponible en: http://www.nord-lock.com/wp-content/uploads/2012/05/NLwashers_product-brochure_70025ES_201206.pdf.

[4] Catálogo Cilindros Festo.

Disponible en: https://www.festo.com/cat/es_es/products.

[5] Catálogo Cilindros Redondos Festo.

Disponible en: https://www.festo.com/cat/es_es/products_010204.

[6] Catálogo Boge Compressed Air Systems.

Disponible en: <http://www.boge.com/es/>.

[7] Catálogo Dislas Universal en Tornillería.

Disponible en: <http://www.tornilleriadislas.com/files/tornilleriadin.pdf>.

[8] Prontuario de perfiles de acero. Departamento de Construcción y Vías Públicas de la Universidad Politécnica de Madrid.

Páginas web:

[9] Direct Industry. Disponible en:
<http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/despaleatizador-75102.html>.

[10] Posimat. Disponible en:
<http://posimat.com/index.php/es/productos/despaletizadores>.

2.5.3. Programas de cálculo

Para el cálculo de esfuerzos y deformaciones en la estructura se ha utilizado:

- Cespla.

Los planos de los diseños obtenidos se han realizado con:

- Solid Edge ST6.

Para la redacción de los proyectos se ha utilizado:

- Microsoft Office Professional Plus 2010.

2.5.4. Otras referencias

[1] Aceros de alta resistencia.
Disponible en: <http://es.slideshare.net/marcoandresmonsalve/aceros-de-alta-resistencia>.

[2] ThyssenKrupp Materials Ibérica S.A.
Disponible en: <http://www.ambientum.com/catalegs/100000542/p1.htm>.

[3] Ilustrados.
Disponible en: <http://www.ilustrados.com/tema/12695/ensayo-mecanico-traccionimportancia-carreras-tecnicas.html>.

[4] Universidad Carlos III de Madrid.
Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/10425>.

[5] Juntas soldadas.
Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/101704965/CALCULO-DE-LAS-JUNTAS-SOLDADAS-A-TOPE-Y-DE-FILETE#scribd>.

2.6. Definiciones y abreviaturas

α	ángulo de las levas internas de las arandelas.
β	ángulo de avance del tornillo.
λ	esbeltez.
ρ	radio de giro
φ	ángulo.
μ	coeficiente de rozamiento.
σ''_f	tensión nominal secundaria debida al momento flector.
σ^{trabajo}	tensión nominal de trabajo.
σ_{Mf}	tensión nominal debida al momento flector.
σ_{yp}	tensión de fluencia.
σ_t	tensión total.
τ'	tensión cortante primaria.
τ''	tensión cortante secundaria debido al torsor.
τ^{trabajo}	tensión tangencial de trabajo.
τ_{adm}	tensión tangencial admisible.
τ_{Mt}	tensión tangencial debida al momento torsor.
τ_v	tensión tangencial debida al cortante.
A	área.
A_d	área de la parte sin rosca.
A_m	área media.
A_t	área de la sección del tornillo.
Abrir_válvula_aire	abrir válvula de aire.
Act_sist_neum	activar sistema neumático.
AV1	sensor de avance de la mesa 1.
AV2	sensor de avance de la mesa 2.
Avance_M1	avance mesa 1.
Avance_M2	avance mesa 2.
b	base.
Bajar_bas_móvil	bajar bastidor móvil.
bar	bar (unidad de presión).
c	condición de contono.
C.S.	coeficiente de seguridad.
CESPLA	software de cálculo estructural.
CTE-SE-EA	código técnico de la edificación, seguridad estructural, estructura de acero.
D1A	posición final de la uña escamoteable número 1.
D2A	posición final de la uña escamoteable número 2.
D3A	posición final de la uña escamoteable número 3.
D4A	posición final de la uña escamoteable número 4.
d_i	distancia desde el tornillo hasta el centro de gravedad de la unión.
DNC-PPV-A	modelo de las uñas escamoteables-amortiguación neumática-detector de posición.
DSNU-PPV-A	modelo del cilindro-amortiguación neumática-detector de posición.
e	espesor.
E	módulo de Young.
Eadm	energía de impacto admisible.
Elevar_bast_móvil	elevar bastidor móvil.
Extender_escam	extender uñas escamoteables.
F1	sensor de posición de la mesa 1.

F2	sensor de posición de la mesa 2.
F3	sensor de posición de la mesa 3.
Fd	fuerza directa.
F _{inicial tornillo}	fuerza inicial soportada por el tornillo.
F _i	fuerza indirecta.
F _{inicial}	fuerza inicial.
F _p	fuerza de precarga.
GRAF CET	modelo de representación gráfica de los sucesivos comportamientos de un sistema lógico.
gr	gramos.
h	altura.
I	inercia.
I _y	Inercia respecto al eje y.
I _z	Inercia respecto al eje z.
Ju	segundo momento polar unitario del área.
K	factor de tuerca.
k _b	rigidez del tornillo.
k _m	rigidez de los elementos a unir.
kg	kilogramo.
KN	kilo newton.
l	longitud.
l _d	longitud de la parte sin rosca en agarre.
l _p	inercia polar.
l _t	longitud de la parte roscada en agarre.
L _p	longitud de pandeo.
Luz_roja_encend	luz roja encendida.
m	metros.
M	momento flector.
m/s ²	unidad de aceleración.
m _{carga}	masa de la carga.
M _f	momento flector.
m _{propia}	masa propia.
M _T	Momento torsor.
mm	milímetro.
MPa	mega pascales.
n	número de tornillos.
N	esfuerzo axial.
N _{pl,Rd}	esfuerzo axial (tracción/compresión) máximo.
P _{tornillo}	carga soportada por el tornillo debida a la fuerza del movimiento.
P0	posición inferior del bastidor móvil.
PO1	posición inicial de la uña escamoteable de la uña número 1.
PO2	posición inicial de la uña escamoteable de la uña número 2.
PO3	posición inicial de la uña escamoteable de la uña número 3.
PO4	posición inicial de la uña escamoteable de la uña número 4.
P1	posición superior del bastidor móvil.
P2	posición intermedia del bastidor móvil.
Paro_M1	parar mesa 1.
Paro_M2	parar mesa 2.
pax	persona.
Q	caudal.
r	radio.
Recoger_escam	recoger uñas escamoteables.

SP	sensor de presión.
ST	sensor de saturación.
SV	sensor de vaciado.
t	espesor del perfil de acero.
Ud	unidad.
v	velocidad.
V	esfuerzo cortante.
$V_{pl,Rd}$	esfuerzo cortante máximo.
Veloc_lenta	velocidad lenta.
Veloc_rápida	velocidad rápida.
Y_{adm}	flecha admisible.
$Y_{máx}$	flecha máxima.
Y_g	coordenada "y" del centro de gravedad de la unión atornillada.
↑Marcha	puesta en marcha.

2.7. Requisitos de diseño

Los elementos que se citan a continuación son los principales de la maquinaria:

- Capacidad máxima: 12 palets de pino (24,79 kg/unidad).
- Tipo de palet: Europeo.
- Dimensiones del palet: 1124 x 1421 x 150 mm.
- Accionamientos: Cilindro neumático (DNC-125-250-PPV-A), uñas escamoteables (DSNU-32-80-PPV-A).
- Empleo de perfiles de sección hueca cuadrada 80 x 80 mm (e=4 mm).
- Bastidor despaletizador: 140 kg.
- Guías: 7.30 kg/unidad.
- Bastidor móvil: 112,875 kg.
- Cuna entrada palets: 37.56 kg.
- Cuna entrada simétrica palets: 37.56 kg.
- Se utilizarán arandelas Nord-Lock entre otras.

2.8. Análisis de las soluciones

A continuación se mostrarán unas figuras que representarán la forma final de la estructura del dispensador que se diseñará en este proyecto. El resto de elementos representarán en los planos de este proyecto.

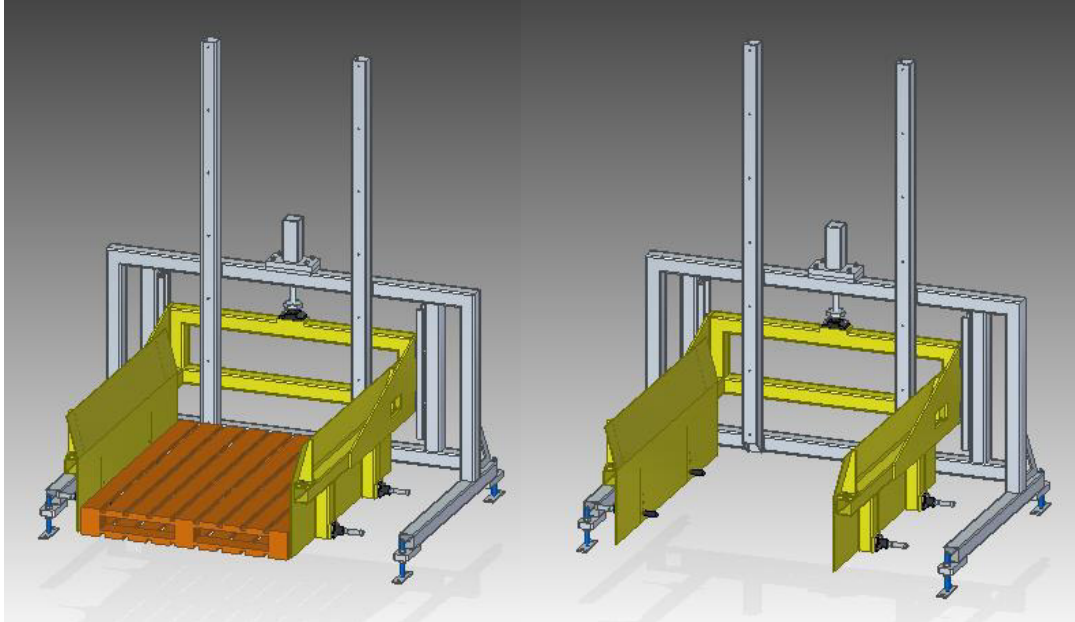


Figura 11. Dispensador diseñado.

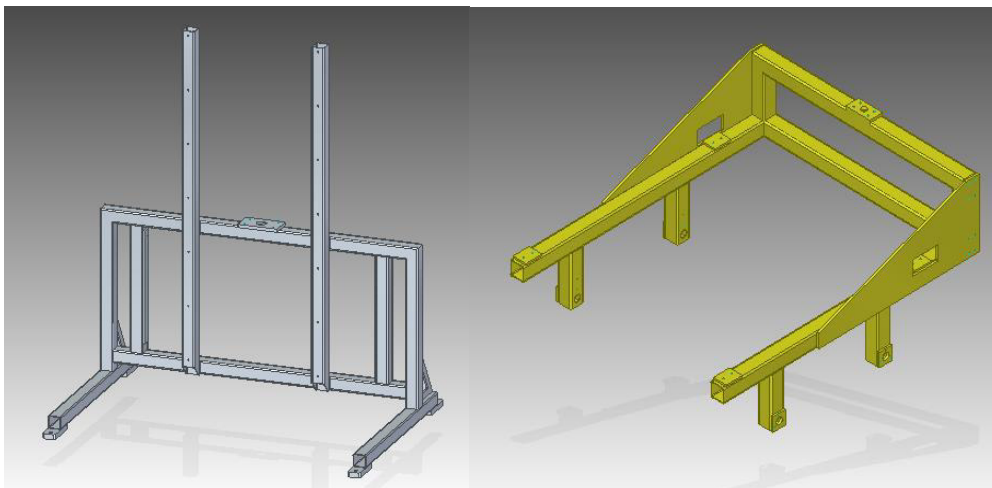


Figura 12. Bastidor despaletizador.

Figura 13. Bastidor móvil.

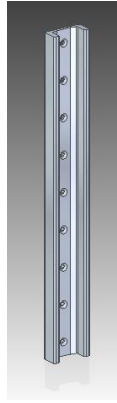


Figura 14. Guía.

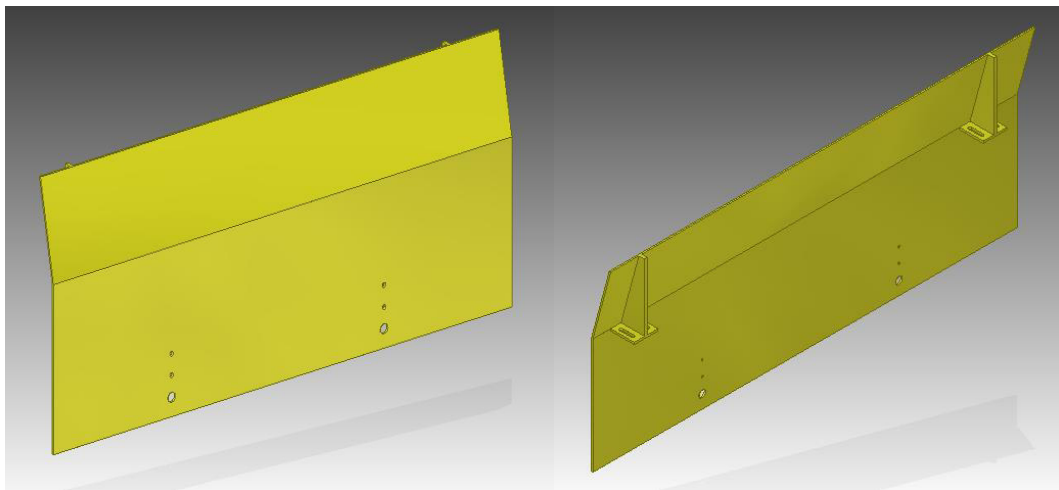


Figura 15. Cunas de entrada de palets.

Empleo de perfiles de sección hueca cuadrada 80 x 80 mm (e=4 mm), debido a su forma cerrada y su baja masa, presentan muy buen comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia a pandeo, además de facilitar su montaje permitiendo la realización de uniones simples por soldadura. Además las superficies exteriores reducidas, sin ángulos vivos ni rebabas permiten un fácil mantenimiento y protección contra la corrosión.

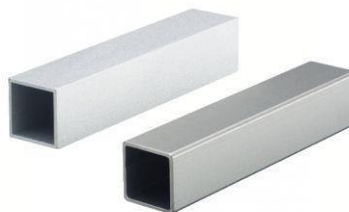


Figura 16. Perfil tubo cuadrado hueco.

Las arandelas Nord-Lock aseguran las uniones atornilladas por tensión en vez de por fricción. El sistema se compone de un par de arandelas que tienen unas levas en las caras interiores y unos dientes radiales en las caras exteriores. Como el ángulo “ α ” de las levas internas es mayor que el ángulo “ β ” de avance del tornillo, se crea un efecto de cuña en las levas evitando que el tornillo pueda girar y aflojarse.

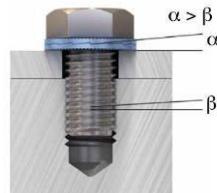


Figura 17. Esquema unión.

Beneficios de las arandelas Nord-Lock:

1. Mantiene una alta fuerza de amarre y, de ese modo, se asegura la función de la unión.
2. Rápido y fácil de montar y desmontar con herramientas normales.
3. La función de bloqueo no se ve afectada por la lubricación.
4. Define y uniformiza la fricción lo que origina una tensión precisa y equilibrada.
5. Mismas características de temperatura que las tuercas / tornillos estándar.
6. Reutilizable. Nord-Lock no afecta a la reutilización de elementos de fijación.
7. Las arandelas están endurecidas, pueden soportar y distribuir grandes cargas.
8. Alta resistencia a la corrosión.
9. Bloqueo totalmente fiable, incluso para uniones con pequeña longitud de amarre.
10. Asegura los tornillos, tanto en tensiones altas como bajas.
11. La función de bloqueo se puede verificar.
12. Magnífica solución a los problemas actuales de ingeniería.



Figura 18. Arandela Nord-Lock.

Nord-Lock recomienda el uso de un lubricante antiadherente de alta calidad, ya que mejora los resultados de apriete. Es especialmente beneficioso para los tornillos de métricas grandes, así como para los de acero inoxidable. El sistema de fijación Nord-Lock permite un bloqueo seguro, tanto en condiciones secas como lubricadas. Entre los beneficios para la tornillería lubricada se incluyen:

1. Mejora de la reutilización.
2. Reducción de la fricción.
3. Facilidad para montarse y desmontarse.
4. Reducción de la tensión de torsión debido a una mínima fricción en el paso de rosca.
5. Evita el desgaste y erosiones en el paso de rosca.
6. Protección adicional contra la corrosión.

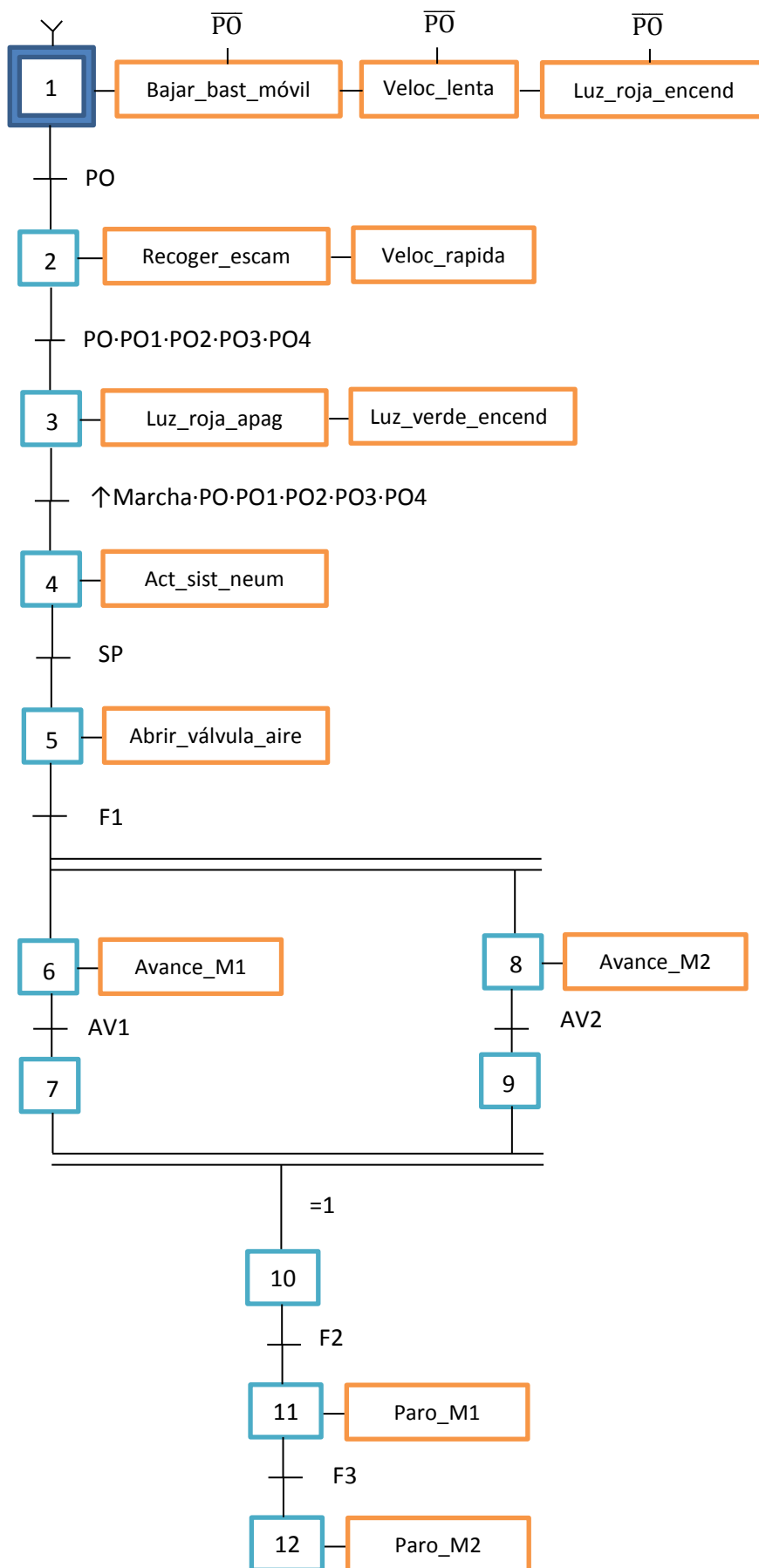
Para el sistema de automatizado hay infinidad de posibilidades, una de ellas se explicará a continuación:

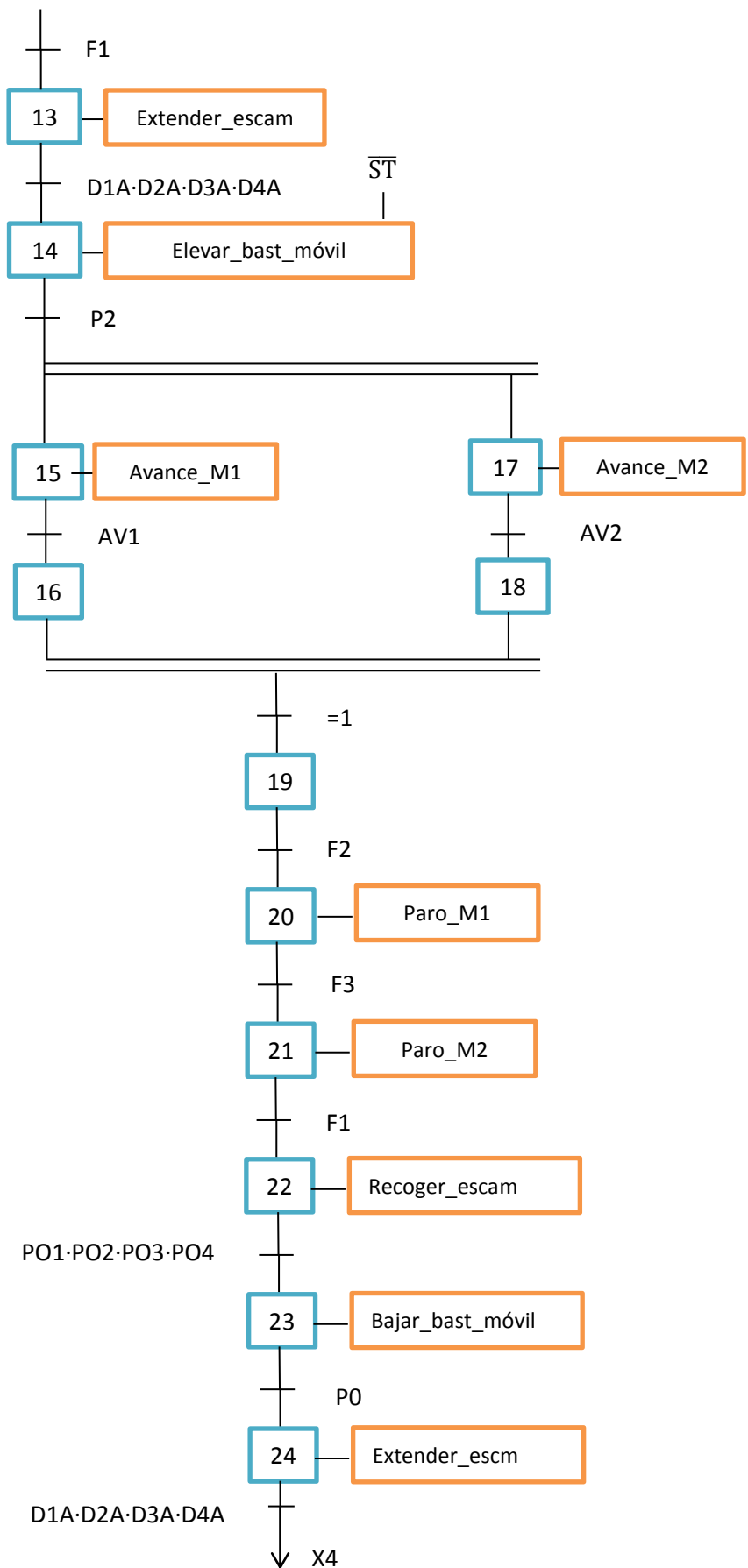
El bastidor móvil tendrá la posibilidad de situarse en tres posiciones, P0, P1 y P2, tanto para la función de apilado como la de desapilado.

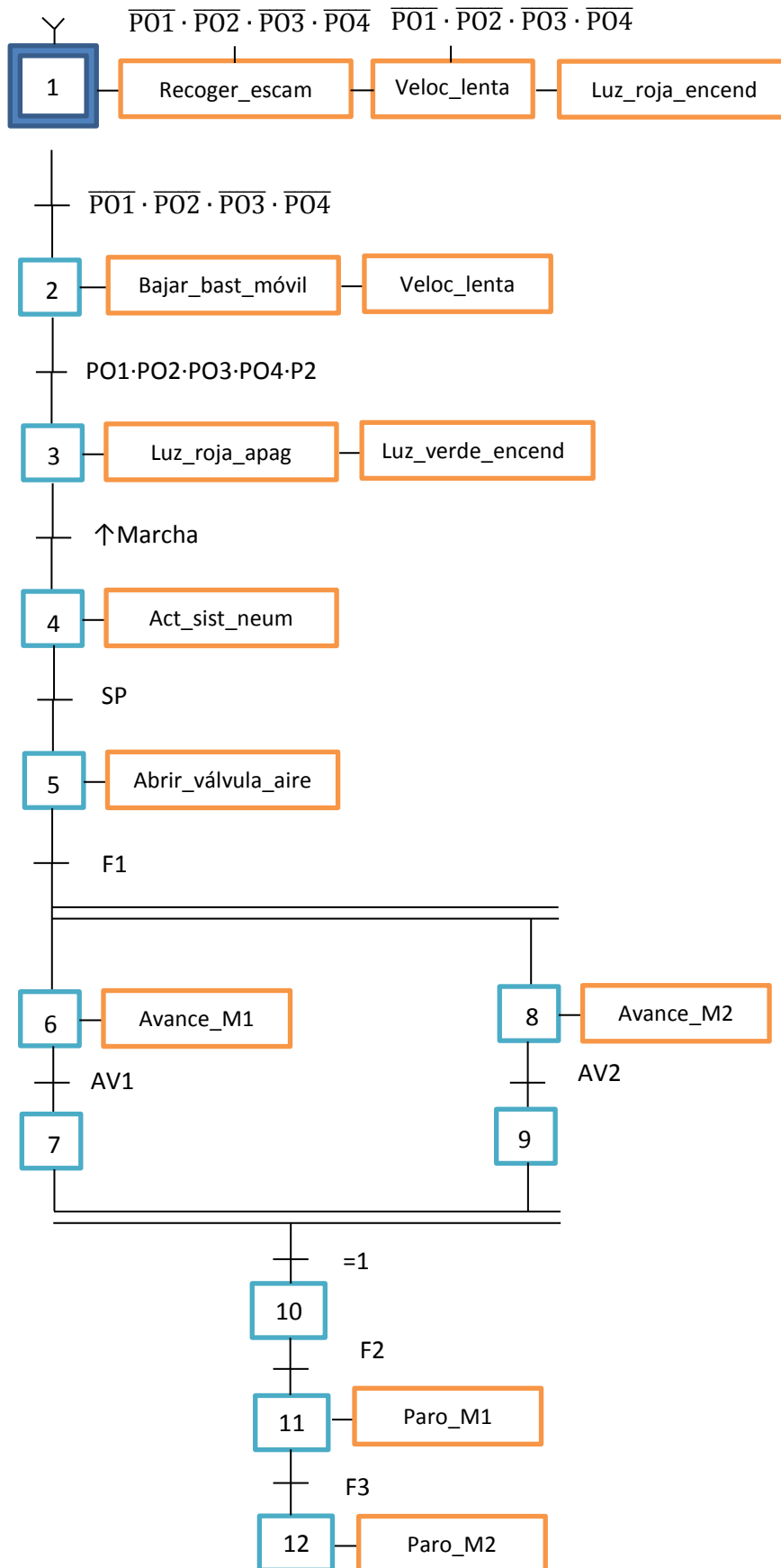
Por otro lado las uñas escamoteables utilizarán las posiciones P01, P02, P03 y P04 para indicar que estos elementos estén recogidos y las posiciones D1A, D2A, D3A y D4A para indicar que las uñas están extendidas. Estas indicaciones se recogerán mediante sensores de posición que se establecerán a lo largo de la maquinaria. También contará el dispensador de palets con un cuadro de mando con los elementos necesarios para el funcionamiento de este proyecto, como pueden ser: setas de emergencia de paro, setas de puesta en marcha, leds con diferentes luces de colores para indicar el estado del dispensador, sensores de presión...etc.

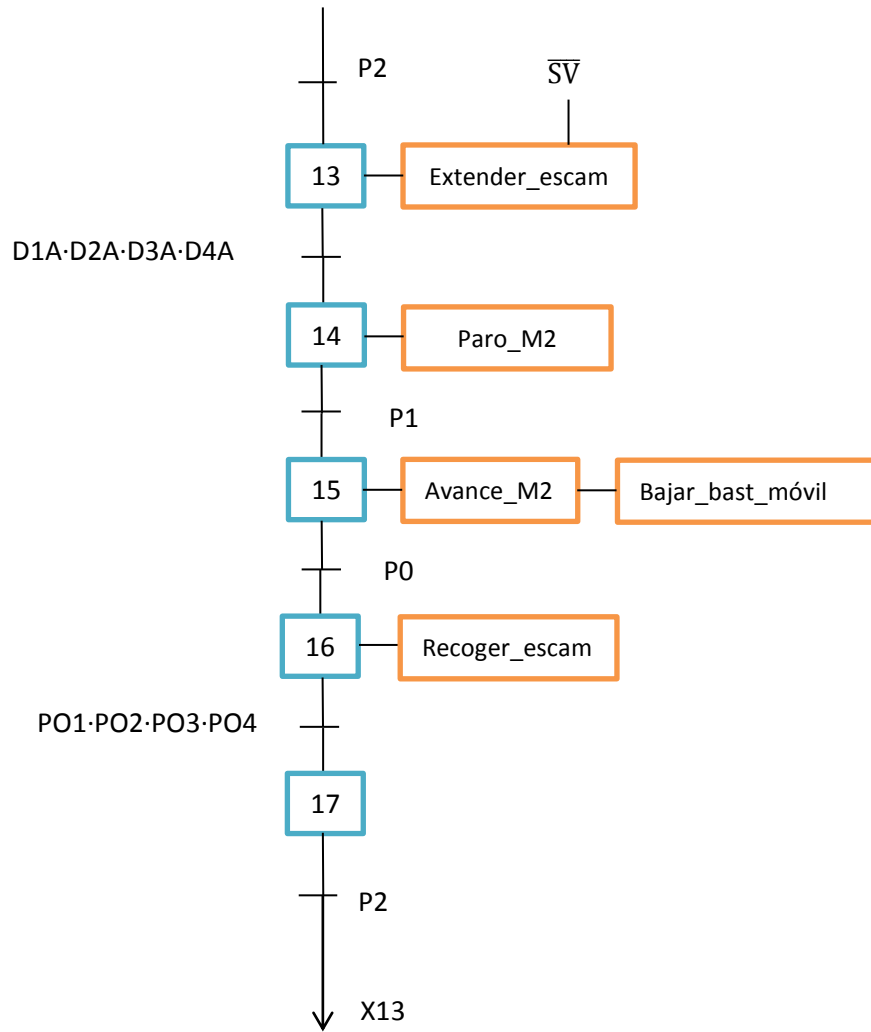
Además, como el dispensador estará situado en medio de una línea de transportadores, en éstos, se tendrán que situar sensores de posicionamiento de los palets para indicar al bastidor móvil cuando tiene que desplazarse hacia la parte superior o inferior del bastidor despaletizador.

Por último en este apartado se expondrán los esquemas básicos de automatización (GRAFSET), tanto de la función de apilado como de la de desapilado respectivamente.









2.9. Resultados finales

Se ha diseñado un dispensador automático de palets de tipo europeo de 1124 x 1421 x 150 mm con un almacenaje máximo de 12 palets. La masa del todo el dispensador, en vacío, es alrededor de 393,53 kg, cuyas dimensiones generales se encuentran establecidas en el plano 1. El sistema de funcionamiento se basará en actuadores neumáticos (cinco actuadores) y controlado mediante un PLC. Todo el dispensador irá galvanizado (con adición de zinc), ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire.

Los componentes llevados a fabricación son los siguientes:

- M1: Bastidor despaletizador (plano 2).
- M2: Guía (plano 3).
- M3: Acoplamiento cilindro (plano 4).
- M4: Soporte cilindro (plano 5).
- M5: Bastidor móvil (plano 6).
- M6: Cuna entrada palets (plano 7).
- M7: Cuna simétrica entrada palets (plano 8).
- M8: Patas regulables (plano 9).
- M10: Accesorio uñas escamoteables (plano 10).
- M11: Soporte uñas escamoteables (plano 11).

El resto de elementos mencionados en el cajetín del plano 1 son normalizados:

- M9: Uña escamoteable FESTO DNC-32-80-PPV-A.
- M12: Cilindro neumático FESTO DNC-125-250-PPV-A.
- M13: Placa soporte ruedas combinadas IBERACERO DR 25-23-62.
- M14: Ruedas IBERACERO DR 25-03-62.
- M15: Arandela Nord-Lock NL8 DIN 65151.
- M16: Arandela Nord-Lock NL10 DIN 65151.
- M17: Arandela Nord-Lock NL12 DIN 65151.
- M18: Arandela plana Ø 12 DIN 125.
- M19: Arandela plana Ø 20 DIN 125.
- M20: Tornillo cilíndrico allen M8x25 DIN 912.
- M21: Tornillo cilíndrico allen M10x18 DIN 912.
- M22: Tornillo cilíndrico allen M12x45 DIN 912.
- M23: Tornillo cilíndrico allen M10x25 DIN 912.
- M24: Tornillo cilíndrico allen M6x25 DIN 912.
- M25: Tornillo cilíndrico allen M8x16 DIN 912.
- M26: Tuerca hexagonal M27x2 DIN 934.
- M27: Tuerca hexagonal M20 DIN 934.

El coste total del todo el proyecto asciende a 4.419,03 € (CATORCE MIL CUATROCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON TRES CÉNTIMOS).

A continuación se mostrarán algunas medidas generales.

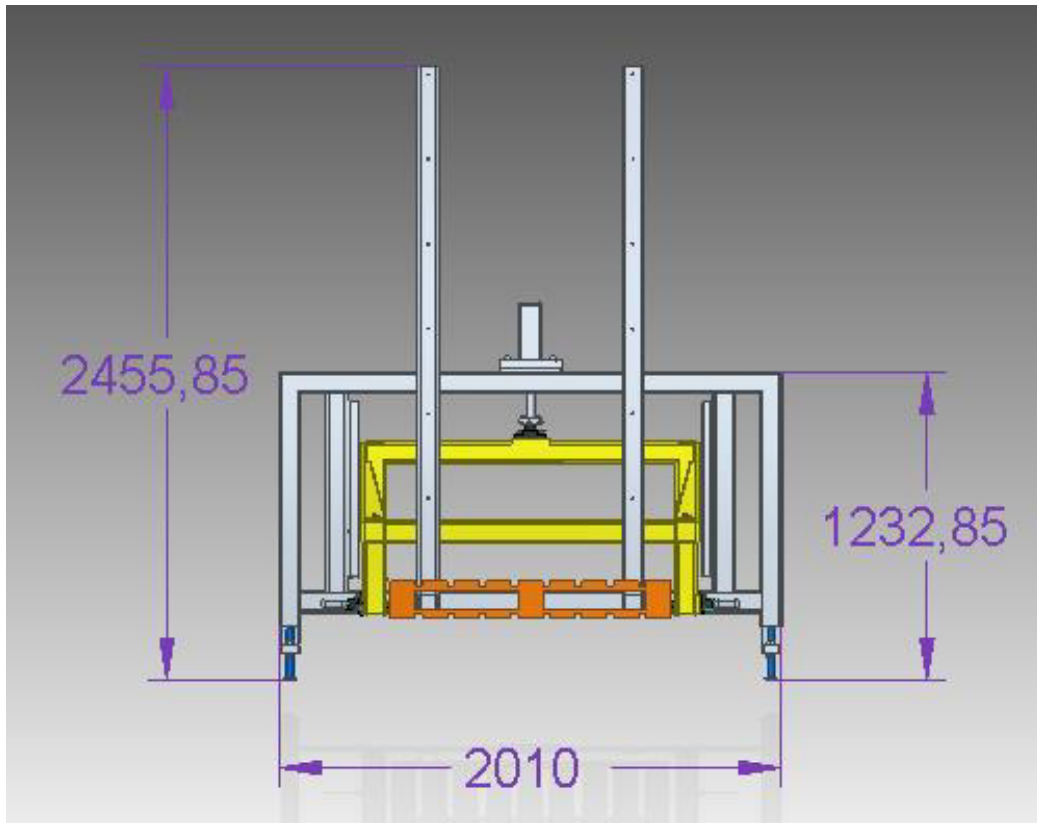


Figura 19. Dispensador (alzado).

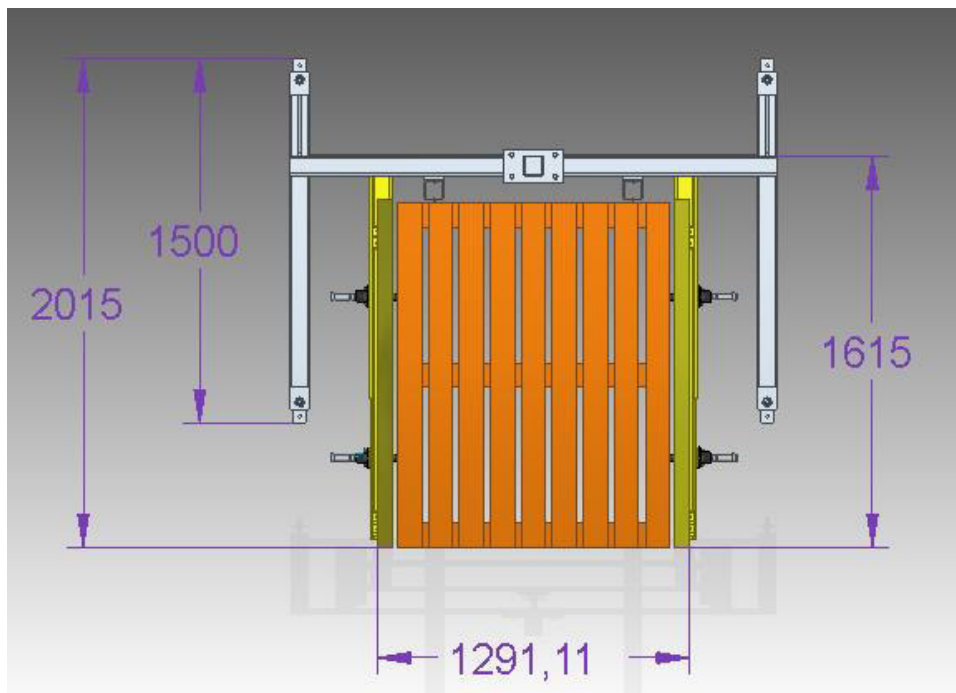


Figura 20. Dispensador (planta).

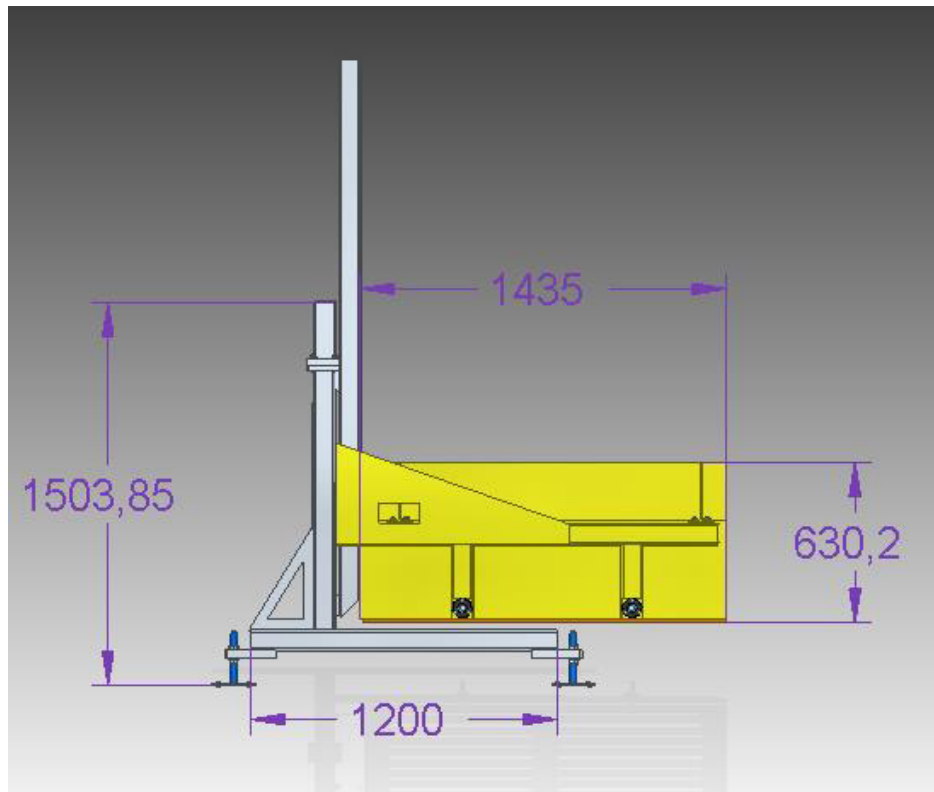


Figura 21. Dispensador (perfil).

A continuación se mostrará una tabla a modo de resumen de las flechas de toda la estructura para verificar la estabilidad de la misma: (La viga en voladizo del bastidor móvil está representada en la figura 2 del documento de Anexos y la viga inferior del bastidor despaletizador se encuentra representada en la figura 9 del documento de Anexos).

Tabla 1. Flechas en el bastidor móvil.

	Bastidor móvil	y máx (mm)	y admisible (mm)
	Viga voladizo (cargado)	4,12	5
Reposo	Tramo 1	0,38	4,43
	Tramo 2	0,025 (lateral)	no pandeo
	Tramo 3	0,32	2,21
	Tramo 4	0,33	2,21
	Tramo 5	0,022 (lateral)	no pandeo
Ascenso	Tramo 1	0,065	4,43
	Tramo 2	0,032 (lateral)	no pandeo
	Tramo 3	0,43	4,43
	Tramo 4	0,03 (lateral)	no pandeo
Descenso	Tramo 1	0,06	4,43
	Tramo 2	0,032 (lateral)	no pandeo
	Tramo 3	0,46	4,43
	Tramo 4	0,034 (lateral)	no pandeo

Tabla 2. Flechas en el bastidor despaletizador.

	Bastidor despaletizador	y máx (mm)	y admisible (mm)
Reposo	Viga inferior	0,229	4
	Tramo 1	0,034 (lateral)	no pandeo
	Tramo 2	0,034 (lateral)	no pandeo
	Tramo 3	0,034	0,76
	Tramo 4	0,1	5,1
	Tramo 5	0,034	0,76
	Tramo 6	0,021 (lateral)	no pandeo
	Tramo 7	0,0008 (lateral)	no pandeo
	Tramo 8	0,031	0,76
	Tramo 9	0,082	5,1
	Tramo 10	0,031	0,76
	Tramo 11	0,019 (lateral)	no pandeo
	Tramo 12	0,021 (lateral)	no pandeo
Ascenso	Viga inferior	0,29	4
	Tramo 1	0,0055 (lateral)	no pandeo
	Tramo 2	0,023 (lateral)	no pandeo
	Tramo 3	0,098	0,76
	Tramo 4	0,87	5,1
	Tramo 5	0,106	0,76
	Tramo 6	0,023 (lateral)	no pandeo
	Tramo 7	0,0044 (lateral)	no pandeo
	Tramo 8	0,0905	0,76
	Tramo 9	0,191	5,1
	Tramo 10	0,0819	0,76
	Tramo 11	0,037 (lateral)	no pandeo
	Tramo 12	0,06 (lateral)	no pandeo
Descenso	Viga inferior	0,15	4
	Tramo 1	0,0015 (lateral)	no pandeo
	Tramo 2	0,021 (lateral)	no pandeo
	Tramo 3	0,032	0,76
	Tramo 4	0,71	5,1
	Tramo 5	0,041	0,76
	Tramo 6	0,027 (lateral)	no pandeo
	Tramo 7	0,003 (lateral)	no pandeo
	Tramo 8	0,027	0,76
	Tramo 9	0,0031	5,1
	Tramo 10	0,029	0,76
	Tramo 11	0,06 (lateral)	no pandeo
	Tramo 12	0,026 (lateral)	no pandeo

Como se puede observar en los resultados, los desplazamientos tanto verticales como laterales están lejos de los admisibles.

2.10. Planificación

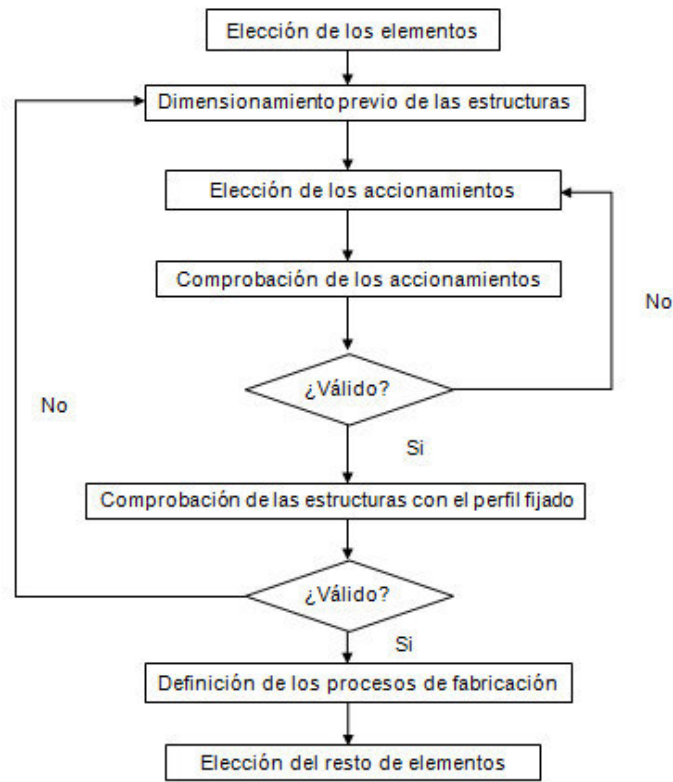


Figura 22. Planificación.

Diagrama de Gantt con los tiempos aproximados de elaboración de las diferentes tareas:

Tabla 3. Diagrama de Gantt (planificación).

		SEMANAS DE TRABAJO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
OBJETIVOS	Búsqueda de información sobre un tema para el TFG	█																			
	Redacción de la viabilidad		█	█																	
	Entrega de la viabilidad							█													
	Comprobación de los accionamientos			█	█																
	Dimensionamiento previo					█	█	█													
	Comprobaciones de la estructura								█	█	█	█									
	Definición de los procesos de fabricación												█	█							
	Cálculo del resto de elementos de la maquinaria													█	█						
	Elaboración de los despieces															█	█				
	Redacción del TFG					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Entrega del TFG																				

2.11. Orden de prioridad entre los documentos básicos

El orden de los documentos es el siguiente:

- 1) Índice general.
- 2) Memoria.
- 3) Anexos.
- 4) Planos.
- 5) Pliego de condiciones.
- 6) Estado de las mediciones.
- 7) Presupuesto.
- 8) Resumen