



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

Diseño y automatización del sistema de
alimentación de una prensa

Autor: Ricardo Montón Bielsa

Director: Pedro Huerta Abad

Fecha: 15/5/2015

INDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN	3
3.1. MOTIVACIÓN	3
3.2. OBJETIVO	4
3.3. ANTECEDENTES	5
3.4. SOLUCIONES POSIBLES	8
3.4.1. <i>Aproximación y acumulo de piezas</i>	10
3.4.2. <i>Sensores de detección de pieza</i>	13
3.4.3. <i>Método de transporte de chapas sobre el transfer.</i>	16
3.4.4. <i>Sensores de detección de la morfología de la chapa.</i>	18
3.4.5. <i>Método de amarre de piezas de la des apiladora.</i>	19
3.4.6. <i>Adaptación de la morfología de la naveta y movimientos lineales.</i>	22
3.4.7. <i>Automatización</i>	24
3.4.8. <i>Sistemas de seguridad</i>	26
3.5. JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS	30
3.5.1. <i>Selección de soluciones</i>	30
3.5.1. <i>Layout general</i>	34
3.6. PRECAUCIONES Y TÉCNICAS DE DISEÑO	38
3.6.1. <i>Normativa de seguridad maquinaria industrial</i>	38
4. DESARROLLO	41
4.1. METODOLOGÍA	41
4.2. UNIDADES FUNCIONALES	43
4.2.1. <i>UF Estructura</i>	43
4.2.2. <i>UF Transfer de rodillos</i>	49
4.2.3. <i>UF Des apiladora</i>	55
4.2.4. <i>UF Naveta</i>	57
4.2.5. <i>UF Paleta</i>	60
4.2.6. <i>UF Seguridad</i>	62



INDICES

4.2.7. UF Automatización	65
5. CONCLUSIONES	73
6. BIBLIOGRAFÍA	75
6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Des apiladora de discos	5
Ilustración 2: Robot paletizador.....	6
Ilustración 3: Pila de discos sobre paleta	7
Ilustración 4:Transfer de rodillos	10
Ilustración 5 :Transfer de banda.....	11
Ilustración 6:Transfer de bolas	12
Ilustración 7:Transfer de cadenas	13
Ilustración 8: Final de carrera	14
Ilustración 9: Sensores capacitivo.....	15
Ilustración 10: Sensores inductivos.....	15
Ilustración 11: Sensor óptico.....	16
Ilustración 12:Paleta metálica	17
Ilustración 13: Capacidades del sensor óptico	18
Ilustración 14: Sensor lector de códigos	19
Ilustración 15: Plano por ventosa de vacío.....	20
Ilustración 16: Garra por plano aspirante.....	21
Ilustración 17: Plato magnético	21
Ilustración 18: Cilindro neumático doble efecto	23
Ilustración 19: Cilindro neumático doble efecto	23
Ilustración 20: Motor paso a paso.....	24
Ilustración 21: PLC Siemens S7 300.....	25
Ilustración 22: Etapa de periferia descentralizada	25
Ilustración 23: Células fotoeléctricas simples y cortinas	27
Ilustración 24: Cierres con enclavamiento.....	28
Ilustración 25: Pulsador de seguridad.....	28
Ilustración 26: Transfer rodillos.....	31

INDICES

Ilustración 27: Código Data Matrix.....32

Ilustración 28: Layout general.....34

Ilustración 29: Detalle layout35

Ilustración 30: Detalle layout36

Ilustración 31: Detalle layout36

Ilustración 32:Proceso de seguridad en las máquinas39

Ilustración 33: Diseño en U.....41

Ilustración 34: Diseño modificado42

Ilustración 35: Perfil 80x80 mm Item44

Ilustración 36: Espirro de acero inoxidable.....45

Ilustración 37: Escuadra de acero45

Ilustración 38: Pilar de perfil de aluminio46

Ilustración 39: Unión mediante tuerca de cabeza de martillo46

Ilustración 40: Esqueleto principal del sistema47

Ilustración 41: Soporte sensor lector códigos matrix48

Ilustración 42:Sujección de motorreductor a estructura48

Ilustración 43: Soporte motorreductor49

Ilustración 44: Vista general transfer de rodillos49

Ilustración 45: Patas regulables.....50

Ilustración 46: Soporte porta cojinetes.....51

Ilustración 47: Rodillo con porta cojinetes y piñón de arrastre.....51

Ilustración 48: Detalle roscas del porta rodamientos52

Ilustración 49: Moto reductor Siemens52

Ilustración 50:Calculos de cadena.....53

Ilustración 51:Resultados de la cadena.....54

Ilustración 52: Piñón doble de transmisión por cadena54

Ilustración 53:Des apiladora de chapas planas55

Ilustración 54: Layout des apiladora modificada	56
Ilustración 55: Marco de naveta	57
Ilustración 56: Marco de naveta con soportes y topes	58
Ilustración 57:Naveta completa	59
Ilustración 58:Paleta de modelos	60
Ilustración 59:Perímetro de seguridad	62
Ilustración 60:Rejilla reticulada	63
Ilustración 61:Parachoques de seguridad	64
Ilustración 62: Profinet.....	65
Ilustración 63:Layout autómatas	66
Ilustración 64: Máquina completa	73

1. RESUMEN

El alumno Ricardo Montón Bielsa, estudiante de 4º del grado en ingeniería mecánica de la escuela universitaria politécnica de La Almunia, presenta como trabajo fin de grado el modelo de prototipo de un sistema automatizado para una prensa de uso industrial.

Este sistema pone fin al problema de realizar cambios en las navetas de las prensas así como un ahorro considerable de tiempo y una automatización mayor del sistema.

La máquina tiene la función de identificar el modelo de chapa que se le esta sirviendo, la recogida de la misma para su posterior introducción en la prensa; mediante un sistema de vacío que dejara dichas chapas sobre un soporte que habrá adoptado su morfología cuando la máquina la haya identificado para su posterior prensado.

El control lo realiza un PLC Siemens S7 300 que es el que se encarga de realizar las operaciones pertinentes dependiendo de la información que recoge de los sensores.

2. ABSTRACT

The student Ricardo Montón Bielsa, from 4^o mechatronics engineering degree in EUPLA (Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia), put forward his Degree's final Project, prototype model of an automated system for an industrial press.

This system ends the problem of making changes to the shuttles for presses and a considerable saving of time and greater automation.

The machine has the function of identifying the model plate that is this seeing, the collection thereof for introduction in the press; using a vacuum system to stop these sheets on a support to be adopted its morphology when the machine has been identified for pressing back.

The control is done by a Siemens S7 300 PLC is in charge of performing the relevant operations depending on the information collected by the sensors.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. MOTIVACIÓN

La motivación de este proyecto ha sido principalmente la mejora de un sistema que no resultaba rentable durante la época que estuve trabajando en la empresa Balay, el sistema existente era muy manual y por lo tanto se producía una gran pérdida de tiempo y de dinero en esa fase de la línea de prensas de lava vajillas.

El resultado que quería obtener era realizar la automatización de dicho sistema usando los conocimientos adquiridos durante mi formación en el grado de ingeniería mecatrónica y plasmarlo sobre dicho proyecto de fin de grado.

La constante mejora continua que sufren las empresas ha sido otra gran motivación debido a que la competitividad que existe en el mercado obliga a dichas empresas a invertir en I+D+I para poder ser competitivos tanto en productividad como en precio.

3.2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es conseguir solucionar el problema que existe hoy en día en los sistemas de alimentación de prensas con los multiformatos, barajando todas las posibilidades y tecnologías que estén a nuestro alcance y realizando un estudio exhaustivo de cada una de ellas para su posterior elección.

El sistema contará con ciertas características básicas, siendo la solución a los demás problemas una variable que evolucionará a lo largo del trabajo.

- Sistema eléctrico
- PLC
- Sistema neumático
- Sensórica
- Seguridad

También se valorarán todas aquellas propuestas de tecnologías añadidas que surjan durante el trabajo, decidiendo entonces su inclusión en el diseño o no.

También se acompañará el trabajo de una serie de documentos necesarios para la comprensión del mismo: Memoria, Planos, Archivos de diseño, Presupuesto, Pliego de condiciones y Anexos. Todo en formato físico y de papel.

3.3. ANTECEDENTES

Dentro de las modalidades de alimentación de prensas existen mucho tipos de sistemas de los cuales podemos obtener alguna solución u ayuda para nuestro diseño.

Para la comprensión de la tecnología y métodos existentes para realizar la tarea llevamos a cabo un estudio de antecedentes de robots y maquinaria existentes que cumplan el mismo propósito o que aporten algo que pueda interesar en el desarrollo del proyecto.

La cantidad de sistemas de este tipo es muy elevada pero la información a la que podemos optar no es muy grande debido al secretismos industrial que existe hoy en día.

Ya que la máquina que vamos a realizar se trata de un sistema complejo los antecedentes que a continuación estudiaremos servirán para una parte u otra del conjunto pero no de una forma generalizada puesto que no existe.

La primera máquina que voy a estudiar es una des apiladora de dos ejes para discos o chapas, se trata de una máquina que es usada en casi todo tipo de sectores industriales.



Ilustración 1: Des apiladora de discos

Introducción

Se caracteriza por tener 2 estaciones de almacenaje, es decir que nunca esta parada mientras se cambia el paquete de chapas, las longitudes de la carrera horizontal son de 5000mm y 1000mm de vertical, el deshojador puede ser mecánico hidráulico o electromagnético, control de doble chapa con expulsión automática.

En nuestro caso podría servir para realizar el des apilado de las chapas que van sobre paletas pero realizando una modificación sustancial en los puestos de almacenaje de la des apiladora puesto que nuestro sistema va a ser alimentado automático desde un principio. Tiene un radio de acción de 2800 mm

La segunda máquina que vamos a estudiar es un robot paletizador, se trata de un robot de brazo articulado con 4 ó 6 ejes, construcción robusta de fundición y situado sobre un pedestal estable de movimientos superpuestos , libremente programables , radio de giro de 180° en ambos sentidos realización de movimientos rápidos y precisos.

Opcionalmente se puede colocar un sistema de cambio rápido de cabezal. Puede ser de agarre, de sujeción, posicionador, para la toma de palets, láminas de cartón o acero , etc.

La velocidad del robot es de 14 ciclos por minuto y la carga de trabajo puede oscilar entre 0 a 500 kg.



Ilustración 2: Robot paletizador

Otro sistema que vamos a estudiar es un transportador - centrador de chapas, usado en naves de prensado y troquelado. Se trata de un transfer que realiza el transporte del paquete de chapas de un puesto a otro de un forma eficaz puesto que la paleta sobre la cual van montadas las chapas es una paleta centradora de ganchos que evita que las chapas se muevan y así evitar el descentrado en prensas que no tienen sensores ópticos.

En este caso el transporte se realiza de una forma hidráulica debido al peso que la paleta lleva, pero en rasgos generales y para casos no tan pesados como este se puede realizar el transporte neumáticamente o con motores eléctricos.

En este sistema no me interesa lo que es el transporte de las chapas sino la paleta que usan para mover la pila puesto que en el proyecto a diseñar aunque las chapas son cuadradas ese sistema de agarre es óptimo.



Ilustración 3: Pila de discos sobre paleta

3.4. SOLUCIONES POSIBLES

Según los requerimientos determinados en la introducción se genera un boceto inicial que satisfaga esas necesidades y a partir de ese boceto se genera una división en módulos que solventen ciertas capacidades que la máquina debe o puede cumplir. A cada sub-problema se le plantearán al menos dos soluciones, de forma que nos fuerce a la investigación y nos ayude a seleccionar una mejor opción.

Los módulos en los que se ha dividido el proyecto son:

Aproximación y acumulo de piezas:

- Alimentador de rodillos.
- Alimentador de banda.
- Alimentador de bolas.
- Alimentador de cadena.

Sensores de detección de pieza

- Finales de carrera.
- Sensores capacitivos.
- Sensores inductivos.
- Sensores ópticos.

Métodos de transporte de las chapas sobre los transfer

- Sobre paletas metálicas.
- Sobre paletas de nylon.

Sensores de detección de la morfología de la chapa.

- Sensores ópticos de Visión Artificial.
- Sensores lectores de códigos.

Método de amarre de la des apiladora

- Por vacío.
- Magnéticos.

Adaptación de la morfología de la naveta

- Cilindros rodless.
- Cilindros neumáticos convencionales.
- Motores paso a paso.

Automatización

- PLC Siemens S7 300.
- Etapas descentralizadas

Sistemas de seguridad

- Células fotoeléctricas.
- Enclavamientos de seguridad.
- Pulsador de emergencia.
- Perímetros físicos de seguridad.

3.4.1. *Aproximación y acumulo de piezas*

3.4.1.1. Alimentador de rodillos

Tren de rodillos pulidos rectos, capaz de transportar cargas de hasta 300 kg a una gama de velocidades de entre 8 y 15 metros por minuto, los rodillos están arrastrados por una o dos cadenas dependiendo de el peso que se quiera transportar las cuales están conectadas a un motor de 230 o 400 voltios.

Es el método más usado para transportar paletas con piezas de una forma eficaz y rápida entre distancias medias es decir hasta 50 metros.

El mantenimiento que conlleva es relativamente bajo solo hay que cerciorarse de engrasar bien el sistema y ver que no hay ningún objeto que esté obstruyendo los rodillos.

Una ventaja a considerar de este sistema es que al haber espacio entre los rodillos y al poder modificarse esta nos permite colocar algún otro tipo de sistema de arrastre entre ellos para realizar cambios de dirección de las paletas que van sobre el transfer.



Ilustración 4: Transfer de rodillos

3.4.1.2. Alimentador de banda

Alimentador de banda continua, estos tipos de sistemas solucionan el problema del transporte de piezas o materiales pequeños debido a que al ser una banda el material que se transporta no se puede caer como pasa en el caso de los rodillos.

Pueden transportar cargas muy elevadas de hasta varias toneladas como ocurren en el caso de las minas, el sistema es más complejo que el de los transfer de rodillos debido a que la banda es impulsada por varios motores colocados en distintos lugares de la banda y su uso más común es en graveras o minería.

Se caracterizan por poder cubrir grandes distancias de hasta varios cientos de metros, su velocidad varía entre 2 a 10 metros por segundo.

Su mantenimiento es elevado puesto que consta de más elementos que los otros tipos de transfers, y hay que resaltar que la banda tiene que llevar un control exhaustivo para evitar su rotura puesto que si se rompe el sistema deja de funcionar.

Como inconveniente hay que resaltar que no se puede colocar ningún elemento en el caso de querer realizar cambios de dirección puesto que la banda es rígida.



Ilustración 5 :Transfer de banda

3.4.1.3. Alimentador de bolas

Este tipo de transfer se caracteriza por poder llevar cargas de hasta 500 kg dependiendo de la densidad de bolas que tenga la mesa, es usado para cubrir distancias cortas y de una forma manual puesto que no se les puede transmitir fuerza a las bolas la única manera es dándoles una inclinación, es usado en la industria para zonas de acumulo de piezas o para seleccionadoras.

Son mesas modulares por lo que se pueden colocar una tras otra para cubrir la distancia deseada.

El mantenimiento que tiene este transfer es mínimo.

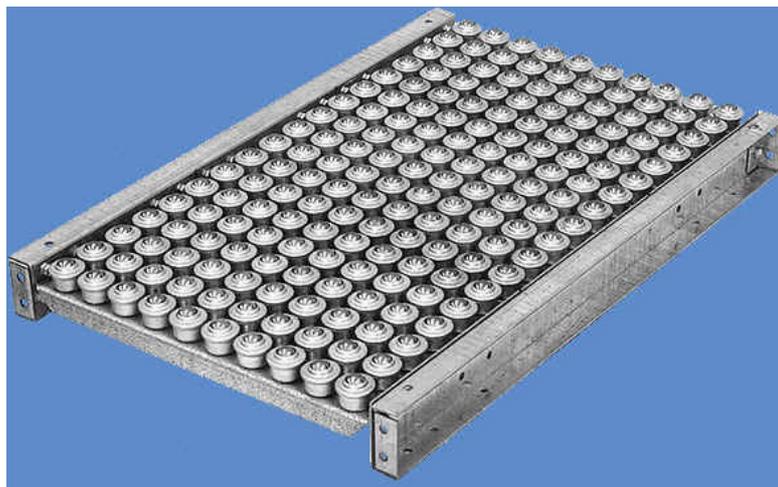


Ilustración 6: Transfer de bolas

3.4.1.4. Alimentador de cadenas

Este tipo de transportador es bastante similar al de banda pero con la salvedad de que es usado en lugares donde los materiales que se van a transportar son mucho más agresivos, es decir donde la banda por la morfología o dureza de el material transportado sufre roturas y por lo tanto se procede a colocar una cadena.

Capaz de transportar pesos elevados a una velocidad lenta de unos 3 a 6 metros por minuto, la distancia que puede cubrir por la

complejidad del sistema las altas cargas que puede transportar no pasa de unos pocos metros.



Ilustración 7: Transfer de cadenas

3.4.2. Sensores de detección de pieza

3.4.2.1. Finales de carrera

Se encarga de controlar la activación o la desactivación de otros dispositivos. Están fabricados en metal, fibra de vidrio o plástico. Están compuestos por un cuerpo con los contactos o con una cabeza que detecta el movimiento.

Este tipo de sensores se usan combinado con un PLC para realizar la activación o desactivación de los actuadores de el sistema que se está realizando.

En nuestro caso se pueden utilizar para detectar si el transfer ha colocado la paleta con las piezas que hay que prensar en su posición antes de que el sistema des paletizador comience a actuar.

Permiten la conmutación de cargas altas por lo que son aptos para el uso industrial.

El gran inconveniente de los finales de carrera es la necesidad de contacto con la pieza y por lo tanto eso conlleva un desgaste.



Ilustración 8: Final de carrera

3.4.2.2. Sensores capacitivos

Estos sensores se emplean para la identificación de objetos, para funciones contadoras y para toda clase de control de nivel de carga de materiales sólidos o líquidos.

Los sensores capacitivos (KAS) reaccionan ante metales y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad. La distancia de conexión respecto a un determinado material es tanto mayor cuanto más elevada sea su constante dieléctrica.

Este sensor puede realizar la misma función que el final de carrera pero con la gran ventaja que no hay ningún tipo de contacto es decir no tienen desgaste mecánico.

El mantenimiento de estos sensores es casi inexistente.



Ilustración 9: Sensores capacitivo

3.4.2.3. Sensores inductivos

Los sensores inductivos son una clase de sensores que sirve para detectar materiales metálicos ferrosos . Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.

Al igual que los sensores capacitivos realizan la misma tarea pero con el inconveniente de que solo detectan materiales metálicos y no materiales plásticos u otro tipo de materiales.



Ilustración 10: Sensores inductivos

3.4.2.4. Sensor óptico

El ojo electrónico es usado para tareas de control de calidad, posición, presencia, totalidad, así como para procesos de clasificación. Realiza la misma función que los sensores anteriores aplicándole innovaciones como la detección de tamaños formas contornos y posicionamiento, para este apartado sería suficiente con la detección de presencia de pieza.



Ilustración 11: Sensor óptico

3.4.3. Método de transporte de chapas sobre el transfer.

3.4.3.1. Sobre paletas

Se trata de una estructura metálica diseñada con una morfología específica para que las chapas encajen perfectamente, además de tener unas dimensiones para que la misma paleta también encaje sobre el transfer y así se asegura que la pila de chapas llega en la posición deseada a su destino.

Los materiales empleados es acero o aluminio dependiendo de el peso de la pila a transportar.

En la parte inferior de la paleta existen aberturas para poder moverla mediante toros mecánicos o traspaleas.

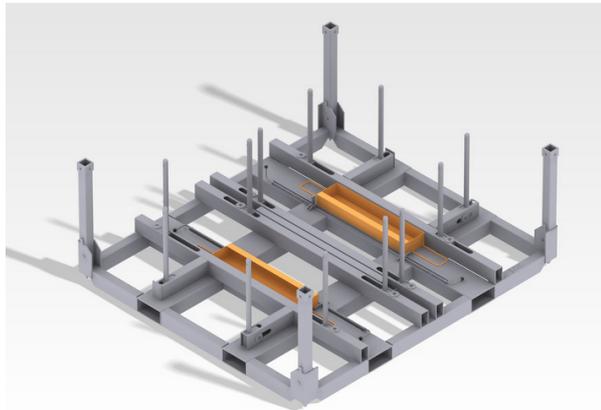


Ilustración 12:Paleta metálica

3.4.3.2. Sobre paletas de Nylon

Se trata del mismo sistema que la paleta metálica pero construida con nylon, de esta manera se consigue el mismo objetivo que las anteriores pero reduciendo de una manera significativa el peso de la paleta, y en general el peso del conjunto.

Son más frágiles que las metálicas y su desgaste también es mayor.

3.4.4. *Sensores de detección de la morfología de la chapa.*

3.4.4.1. Sensor de Visión artificial.

Este tipo de sensor es capaz de detectar la posición del objeto, detectar contornos así como realizar controles de calidad de la pieza que se desee para ver si esta dentro de unas tolerancias.

Se trata de un sensor complejo que necesita de una automatización muy exhaustiva además de una base de datos para poder reconocer los modelos y en el caso de los controles de calidad, para poder aceptar o descartar la pieza.



Ilustración 13: Capacidades del sensor óptico

3.4.4.2. Sensores de lectura de códigos.

Este tipo de sensores al contrario que los anteriores no se basan en la lectura directa de la pieza sino que estas deben ir marcadas con un código determinado el cual es leído por este sensor capaz de leer códigos en 1D y 2D el cual suministra la información necesario para

su posterior procesamiento, al igual que el de visión artificial se trata de una cámara capaz de realizar dicha operación.



Ilustración 14: Sensor lector de códigos

3.4.5. Método de amarre de piezas de la des apiladora.

3.4.5.1. -Por vacío

-Plano por ventosas de vacío

Sistema de manipulación de piezas de los más diversos materiales, como madera (revestida o de corte rugoso), envases (cajas de cartón, bolsas o latas), chapa, vidrio, plástico, PRFC, etc.

Permiten la manipulación de piezas, independientemente del tamaño, la geometría, el material y la superficie.

Resaltar que son ideales para su acoplamiento en robots u otros sistemas debido a su bajo peso.

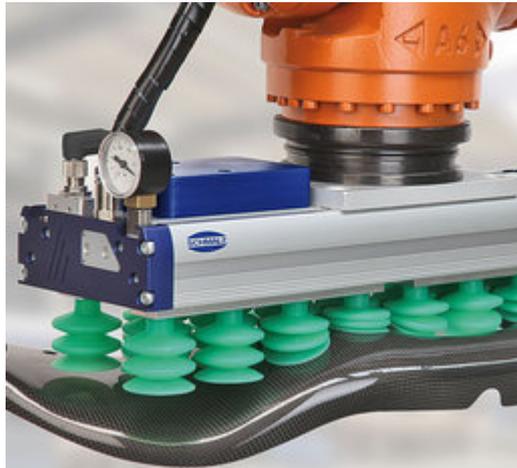


Ilustración 15: Plano por ventosa de vacío

Capacidad para seleccionar solo una pieza de pilas de chapas o cartón debido al movimiento independiente de las ventosas.

-Por plano aspirante

Tienen el mismo principio que las ventosas aunque como ventaja hay que decir que se puede ampliar el plano de forma modular debido a que en este tipo de garra lo permite

Como inconveniente resaltar que no puede seleccionar solo un objeto de una pila de chapa o cartón en el caso de que queden pegadas entre ellas debido a aceites u otras sustancias, debido a que todos los planos funcionan al unísono.



Ilustración 16: Garra por plano aspirante

3.4.5.2. Electromagnético

Este tipo de sistema de agarre solo es posible usarlo en materiales ferrosos. Para piezas de bajo peso hay que realizar una muy buena calibración para evitar coger más de una y por lo tanto esto se convierte en un inconveniente para nuestro caso puesto que estamos hablando de chapas metálicas de muy poco peso.



Ilustración 17: Plato magnético

3.4.6. Adaptación de la morfología de la naveta y movimientos lineales.

3.4.6.1. Cilindros neumáticos "rodless"

Se trata de un cilindro especial que se caracteriza por la capacidad de realizar movimientos lineales importantes con cargas, de una forma completamente controlada en posicionamiento debido a la capacidad de acoplamiento de sensores del cual están dotados, este tipo de cilindros es usado en toda aquella aplicación la cual necesita una precisión de posicionamiento.

La carrera que estos cilindros pueden soportar es muy variada ya que al no necesitar vástago no hay punto crítico de longitud y por lo tanto puede variar desde los 400mm hasta 8000mm.

Este tipo de cilindro esta normalmente combinado mediante un PLC que es el encargado de leer las posiciones por las cuales pasa el cilindro debido a sensores de posición que incorpora en su guía.

El mantenimiento de estos cilindros es mínimo debido a la ausencia de vástago aunque el precio es mucho más elevado que el de los cilindros convencionales.

Al igual que los cilindros convencionales el aire que se usa debe estar tratado con unas condiciones de humedad y presión determinadas.



Ilustración 18: Cilindro neumático doble efecto

3.4.6.2. Cilindros neumáticos de doble efecto

Cilindro neumático de doble efecto convencional, la carrera puede variar entre 10 y 3000mm es un elemento muy versátil y con la fuerza necesaria(480-4000Nw) para el amarre de la chapa sobre el soporte.

Los diámetros pueden variar de 10mm a 100mm en función del modelo, tiene una rosca exterior en el vástago para poder colocar cualquier tipo de útil de sujeción además de un amortiguador regulable para el caso de movimientos rápidos.

El mantenimiento de estos sistemas es pequeño solo hay que prestar atención a la alimentación de aire que se le suministra que tiene que ser un aire que tenga una presión determinada y al cual se le debe eliminar la humedad.



Ilustración 19: Cilindro neumático doble efecto

3.4.6.3. Motores eléctricos paso a paso

Este tipo de actuador al igual que el cilindro neumático también puede regularse para que consiga una posición determinada al

conectarse con el PLC, esta condición la consigue debido a que llevan incorporado un encoder que da la información al PLC para saber en que posición esta en cada momento.

La carrera que se puede conseguir con estos sistemas no es un problema puesto que al motor iría incorporado un piñón con cremallera por lo que la distancia dependería de esa cremallera.

El mantenimiento de estos actuadores al igual que el cilindro es mínimo aunque en la puesta a punto es necesario realizar una serie de cálculos matemáticos para saber cuánto avanza la cremallera por cada vuelta del piñón del motor.

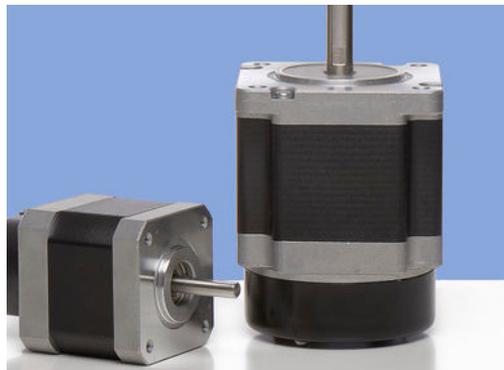


Ilustración 20: Motor paso a paso

3.4.7. Automatización

3.4.7.1. PLC Siemens S7 300 (Condicionado por la empresa)

El SIMATIC S7-300 está concebido para soluciones de sistema innovadoras con especial énfasis en tecnología de fabricación y, como sistema de automatización universal, constituye una solución óptima para aplicaciones en estructuras centralizadas y descentralizadas.

Se caracteriza por la gran variedad de módulos que se le pueden acoplar tanto para realizar la emisión o recepción de datos mediante

diversos buses como la diversidad de módulos para poder introducirle datos provenientes tanto de sensores digitales como analógicos.



Ilustración 21: PLC Siemens S7 300

3.4.7.1. Etapas descentralizadas

Son elementos que se usan cuando la distancia que hay entre el PLC y los sensores es grande y supone una instalación de cables muy grande lo que supone variaciones electromagnéticas en las lecturas de los sensores. Con estos elementos nos evitamos el cableado y solucionamos el problema de las variaciones en las lecturas, además de conseguir una velocidad más elevada debido a los buses de datos por los que se conectan.



Ilustración 22: Etapa de periferia descentralizada

3.4.8. *Sistemas de seguridad*

3.4.8.1. Células fotoeléctricas

Este sistema se basa en un emisor de infrarrojos y un receptor, el primero se encarga de emitir un haz de esta luz y el segundo de recibirla, de esta manera si el haz es interrumpido por algún objeto o persona el sistema sabe que hay algo por el medio y tiene la capacidad de mandarle al autómatas señal para parar todo el sistema.

Existe una gran variedad de productos de este tipo, comenzando con las simples que únicamente mandan un haz hasta una distancia de 20 metros hasta las denominadas cortinas de luz que se caracterizan por mandar hasta 200 haz de luz dependiendo de la altura de la barrera a una distancia similar a las células simples, en este segundo caso las cortinas de luz son mucho más eficientes para un propósito como el nuestro que es evitar el acercamiento de cualquier persona a la zona del troquel y así evitar cualquier tipo de accidente o aplastamiento.



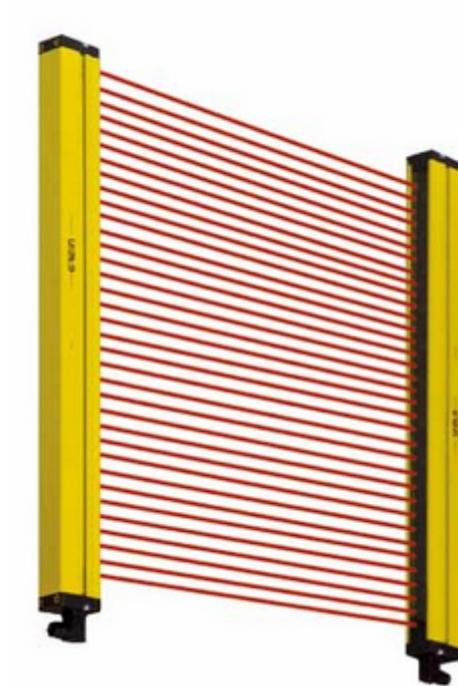


Ilustración 23: Células fotoeléctricas simples y cortinas

3.4.8.2. Cierres con enclavamiento en el perímetro

Puesto que el área industrial que estamos tratando se caracteriza por la peligrosidad de accidentes en los mecánicos debido a aplastamientos por ley es obligatorio poner en las puertas de las vallas de seguridad un dispositivo de enclavamiento, para evitar así la entrada de personas a las partes móviles de la máquina y por consiguiente evitar accidentes.

Estos cierres con enclavamiento son unos interruptores que su propósito es parar la máquina en el momento que alguien intente entrar dentro del perímetro de seguridad de la misma y así evitar cualquier tipo de accidente.

El funcionamiento es el siguiente:

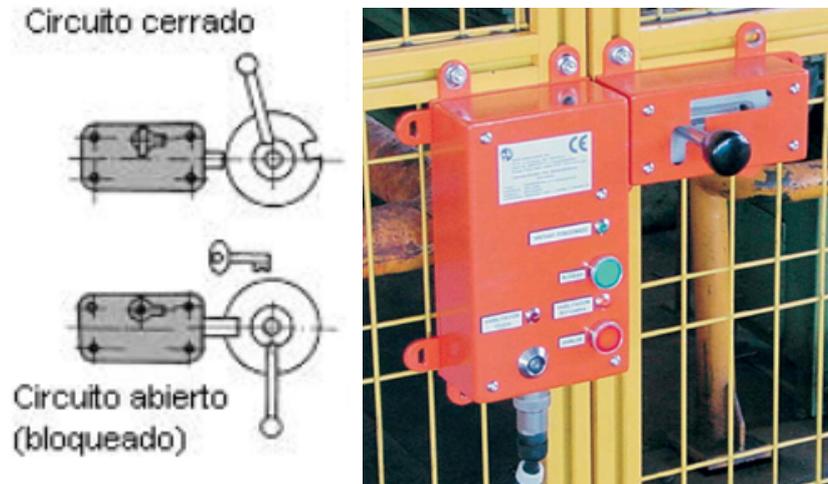


Ilustración 24: Cierres con enclavamiento

3.4.8.3. Pulsador de parada de seguridad

Son unos interruptores que están colocados alrededor de toda la máquina, los cuales son capaces de detener la misma en el momento en el que una persona los pulse, este sistema de seguridad es el más básico y se suele usar cuando los otros sistemas no han sido capaces de detectar un peligro sustancial y por lo tanto el operario lo pulsa para evitar daños personales como daños en la misma máquina y así pues evitar problemas.



Ilustración 25: Pulsador de seguridad

3.4.8.4. Perímetros físicos de seguridad

Son elementos físicos que se colocan alrededor de las máquinas para evitar el paso de las personas, las vallas deberán tener una altura de al menos 2 metros y una separación entre sus alambres de no más de 3 cm para evitar la entrada de cualquier objeto que se pueda arrojar y producir un daño.

3.5. JUSTIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

ADOPTADAS

3.5.1. *Selección de soluciones*

En este apartado se va a definir la máquina de forma general, determinando las elecciones que se han tomado según el previo estudio de posibilidades y justificando las mismas de acuerdo al objetivo del trabajo y a la funcionalidad de la propia máquina. Todos los aspectos aquí mencionados tienen un apartado propio de desarrollo que incluye la información de diseño pertinente, por tanto esta información no constará en este capítulo.

Antes de definir las elecciones realizadas en cuanto a los sistemas de actuación me gustaría empezar explicando el sistema estructural y layout.

La estructura de la máquina se compondrá de un chasis, formado por perfilera de aluminio, de esta manera conseguir acoplar al mismo todo tipo de sensores y elementos necesarios para la máquina.

Toda la máquina ira vallada con un perímetro físico de seguridad atendiendo con las normas que posteriormente citaremos.

Todo el sistema estará ubicado en la parte frontal de la prensa y tendrá unas dimensiones disponibles de 4000mm por 3500mm y dentro del cual estarán ubicados todos los elementos.

Siguiendo el orden de estudio ya definido las elecciones que se han hecho para cada grupo funcional son:

El sistema de introducción de piezas a la máquina se realizara mediante dos transfers de rodillos debido a que la velocidad a la que debe trabajar no es muy elevada, porque puede soportar cargas elevadas sin tener los problemas que pueden tener los de bandas ya que en estos como están impulsados por una transmisión de piñones y cadena no pueden patinar y por lo tanto la fuerza se transmite perfectamente del reductor a cada uno de los rodillos.

El punto más importante de su elección es sin duda la versatilidad que este tipo de transfer nos da para colocar todo tipo de sensorica en su estructura debido al hueco libre que hay entre cada rodillo, este aspecto es muy importante ya que nuestra máquina está dotada de un gran número de sensores.

Hay que resaltar que este tipo de transfer es de los más baratos que existen y el mantenimiento que requieren se centra únicamente en el engrase de la transmisión.



Ilustración 26: Transfer rodillos

Para el transporte de las chapas sobre los transfers nos decantamos por utilizar las paletas a medida realizadas en nylon, aunque sean las que más desgaste sufren y las que más mantenimiento requieren nos aportan la ventaja de poder ser de un material distinto al que trabajamos con la máquina y por lo tanto mediante sensores capacitivos el sistema saber si se trata de la paleta o de las chapas.

En el caso del amarre de la chapa de la despaletizadora nos decantamos por el sistema de vacío realizado por ventosas, descartado así el plano aspirante, debido a la necesidad de tener que separar las chapas que van a ir sobre la paleta ya que como bien sabemos dichas chapas están impregnadas sobre un aceite antioxidante y protector y forma una lámina que hace que al coger las chapas puedan quedarse pegadas, así pues con las ventosas se puede realizar la succión por partes y así evitar este problema.

Siguiendo el orden fijado el siguiente punto se trata de la elección del sensor capaz de detectar la morfología de la chapa, es este aspecto he decidido realizar dicha lectura mediante un sensor capaz de identificar códigos en vez de usar un sensor que sea capaz de realizar las mediciones de las chapas por si solo. Puesto que las chapas van sobre las paletas y siempre van identificadas, aprovecharemos dicho código para

Introducción

que el sistema pueda identificarlas y así pues pueda adaptarse a la morfología de una forma directa y sin que pueda llevar a errores. Este sensor de códigos además es mucho más económico que el sensor capaz de medir y solo precisa de una pequeña base de datos de 5 elementos que son los cinco modelos de chapa que vamos a usar.

El tipo de código que usaremos será un data matrix ya que esta estandarizado por todo el mundo y es capaz de poder leerse aunque la matriz este deteriorada hasta un 50%, de esta manera conseguimos aún más precisión.

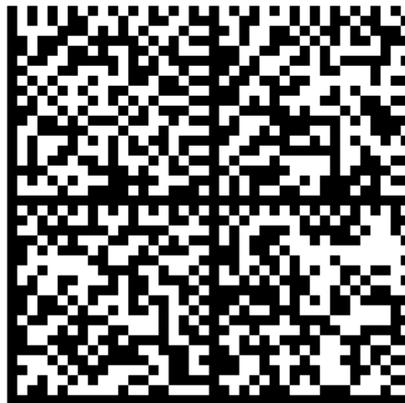


Ilustración 27: Código Data Matrix

La ubicación del código estará en la parte superior de la paleta ya que el sensor que se encargará de leerlo estará situado en la estructura de la despaletizadora en una zona elevada.

Para la adecuación de la morfología que tiene que sufrir la naveta, debemos resaltar que este elemento ya está integrado en la prensa y por lo tanto no tenemos tanta libertad para realizar la elección puesto que se sitúa sobre un alimentador lineal ya existente, por lo tanto para esta adecuación nos decantamos por la opción más que conlleva una puesta a punto más simple y la instalación más sencilla para evitar que interfiera con la prensa y así evitarnos futuros problemas.

En nuestro caso nos decantamos por un servo lineal eléctrico, el cual se moverá para adecuarse a la longitud de la chapa puesto que el ancho de las mismas es común y solo varia la longitud.

Con este elemento solo nos tenemos que preocupar de pasar la manguera de cables por la cadena corredera que usa el alimentador de la misma prensa.

La automatización de nuestra máquina estará comandada por un PLC Siemens S7 300 que es el que la empresa nos ha exigido y el que usan para la zona de prensas, este PLC no se encuentra en la misma prensa por lo que para evitar fenómenos electromagnéticos por largas distancias de cables optamos por colocar etapas descentralizadas en nuestra máquina, de esta manera poder tener lecturas precisas y una mayor velocidad con la ventaja de tener que realizar una instalación mucho menos tediosa y sencilla.

Todo el sistema automático de la máquina además de ir conectado al PLC ira conectado a un PC que es el que la empresa tiene como maestro, de tal forma que deberemos implementar un bus de datos ethernet o también denominado ProfiNET para toda la transmisión de datos.

Con respecto a la seguridad y siguiendo con el siguiente punto simplemente resaltar que el perímetro de toda la máquina estará cerrado mediante paneles de rejilla atendiendo a la normativa, además de protegido con elementos para que ningún vehículo pueda impactar y producir daños en la máquina. Dicho perímetro estará dotado de una puerta para poder realizar las operaciones de mantenimiento pertinentes y para quitar las paletas vacías, esta puerta tendrá un sistema de enclavamiento de seguridad para evitar accidentes, para en el caso de apertura bloquear automáticamente la máquina.

3.5.1. *Layout general*

Se han realizado distintos bocetos en 3D, mediante el programa de diseño Autodesk Inventor 2014.



Ilustración 28: Layout general

Como se aprecia en la ilustración se pueden definir a simple vista distintos grupos funcionales, en primer lugar resalta en color gris y por su forma característica la estructura de perfilaría de aluminio, dicha estructura está amarrada al suelo y a los transfer de rodillos que es el siguiente grupo funcional, la despaletizadora y el plano aspirante se sitúa en la parte superior de la estructura, mientras que la naveta es el elemento que está amarrado a la prensa como se aprecia en el layout de un color verde oscuro. Para finalizar los perímetros de seguridad en un color amarillo y negro, aunque es un boceto y están inacabados dicho perímetro rodeara completamente la máquina.

No se han dibujado ninguna clase de conexiones, ni hidráulicas ni eléctricas en el boceto para poder ir realizando en diseño de una forma ordenada y sin errores.

El transfer de rodillos está montado sobre estructura de perfil de aluminio al cual se le han acoplado unos soportes metálicos para albergar tanto los rodamientos como los rodillos, la transmisión por cadena y piñón y todos los sensores (Todavía no colocados en el boceto) y actuadores como el motoreductor (En color azul)

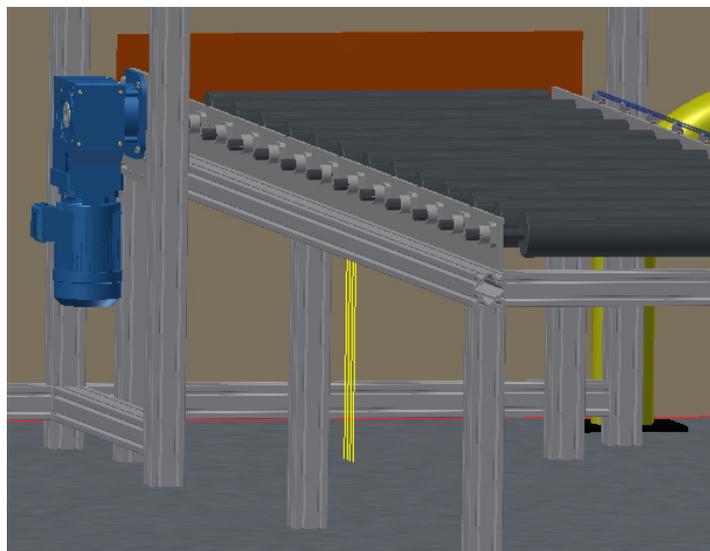


Ilustración 29: Detalle layout

En siguiente lugar podemos observar con más detalle el sistema de amarre de la pieza de la despaletizadora, es decir el plano de vacío por ventosas que se encargara de coger las chapas de la paleta y posteriormente dejarlo en la naveta de la prensa. Al igual que en el caso general falta realizar el montaje de los sensores así como el ruteo de todos los cables tanto eléctricos como neumáticos ya que se trata de un primer boceto.

En amarillo en la ilustración siguiente podemos ver donde ira colocado el sensor lector de códigos de las paletas.

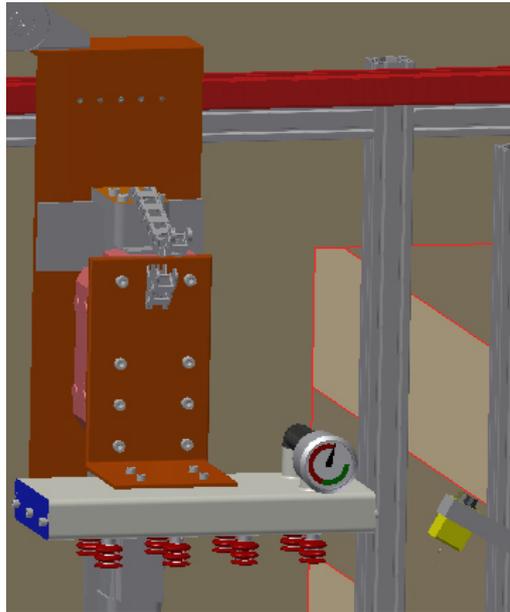


Ilustración 30: Detalle layout

Para finalizar con la descripción del primer boceto resaltar el detalle de la naveta que será la encargada de adaptarse al modelo de chapa para posteriormente introducirse en prensa.

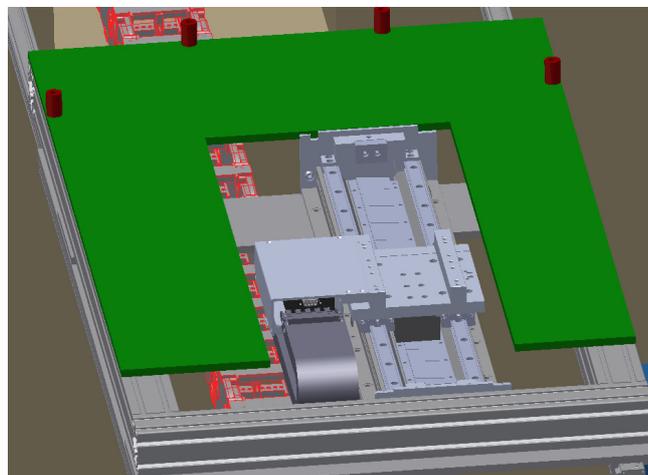


Ilustración 31: Detalle layout

En rojo podemos ver los topes de nylon que harán que la chapa se centre de una manera adecuada, así como en gris el servo lineal que se encargará de modificar su morfología para que las chapas encajen perfectamente.

3.6. PRECAUCIONES Y TÉCNICAS DE DISEÑO

3.6.1. *Normativa de seguridad maquinaria industrial*

Normativa 2006/42/CE (Normativa europea de seguridad en máquinas)

El reglamento sobre seguridad en máquinas, establece las disposiciones mínimas de seguridad que debe reunir toda máquina, así como el procedimiento que deben seguir los fabricantes a fin de asegurar que las máquinas cumplan con la normativa exigible (marcado CE)

Riesgos del sector:

- Riesgo mecánico: Causados por fallos en cualquier elemento móvil mecánico del sistema, puede causar atrapamientos, golpes e incluso amputaciones.
- Riesgo eléctrico: Causados por la cantidad de cableado de el sistema.
- Riesgo térmico: Provocados por elementos que alcancen altas temperaturas, tanto hornos como fluidos hidráulicos.

Para el diseño correcto de una máquina, es necesario tener en cuenta la consecuencia de todos los riesgos e integrar medidas para su eliminación o reducción.

Las normas y directivas proporcionan la base para el consumo inocuo de alimentos: con su implementación se reducen los riesgos para el fabricante y el consumidor. La directiva de máquinas 2006/42/CE se aplica para la protección y la seguridad de operarios en cualquier punto de la máquina

Directiva de máquinas 2006/42/CE

Trata principalmente las exigencias sanitarias y de seguridad para la protección de los operarios de las máquinas. Debe evitarse cualquier peligro posible. Las máquinas de preparación y manipulación de alimentos deben cumplir unos requisitos de higiene especiales. Las máquinas deben estar diseñadas y construidas de manera que no haya riesgo de transmitir infecciones, enfermedades ni contagios. Esta directiva constituye la base para el marcado CE de conformidad.

El proceso de seguridad que seguiremos en las máquinas será el siguiente.

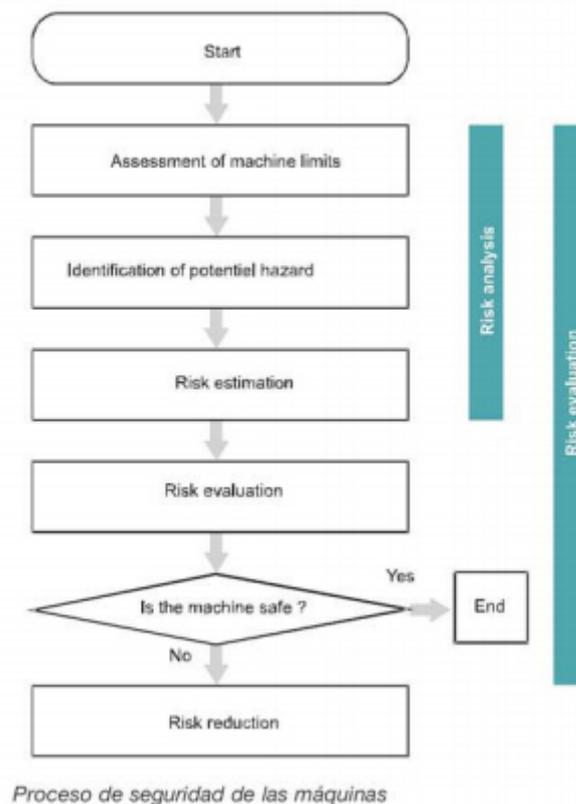


Ilustración 32:Proceso de seguridad en las máquinas

Introducción

Para realizar el proceso de una forma adecuada nos guiaremos por todos los puntos a seguir en la normativa comunitaria, estos puntos obligatorios son los siguientes:

- 1- Órganos de accionamiento (puesta en marcha/ parada/ emergencia/ rearme)→ posicionamiento, accionamiento involuntario.
- 2- Protecciones frente a proyecciones.
- 3- Emisión de gases, vapores, líquidos o polvo→ dispositivos de extracción.
- 4- Estabilidad de los equipos de trabajo.
- 5- Explosiones y roturas de elementos de una máquina→ mantenimiento.
- 6- Riesgo de accidente por contacto con partes móviles de un equipo→ resguardos.
- 7- Iluminación.
- 8- Protección frente a contacto térmico (alta/baja temperatura).
- 9- Señalización: señales luminosas o sonoras.
- 10- Consignación: especialmente en operaciones de mantenimiento (separación-bloqueo disipación o retención).
- 11- Incendio y explosión.
- 12- Protección frente a contacto eléctrico.
- 13- Condiciones ambientales agresivas.
- 14- Ruido, vibraciones y radiaciones.
- 15- Contacto accidental con líquidos corrosivos o a alta temperatura

Toda la normativa específica sobre nuestro sistema se encontrará detallada en el pliego de condiciones.

4. DESARROLLO

4.1. METODOLOGÍA

En nuestro caso para realizar el proyecto de esta máquina mecatrónica, nos hemos decantado por el llamado desarrollo en U, este sistema consiste en ir realizando el diseño de todos los sistemas a la vez, es decir se avanza tanto de mecánica, como de electrónica y control al unísono de forma que se adapta de una forma óptima para nuestro diseño mecatrónico.

Se caracteriza por la evolución que todo el sistema como conjunto va adquiriendo a la vez que se inter relacionan todos los campos a tratar en el diseño, es decir dichos campos tienen una realimentación constante.

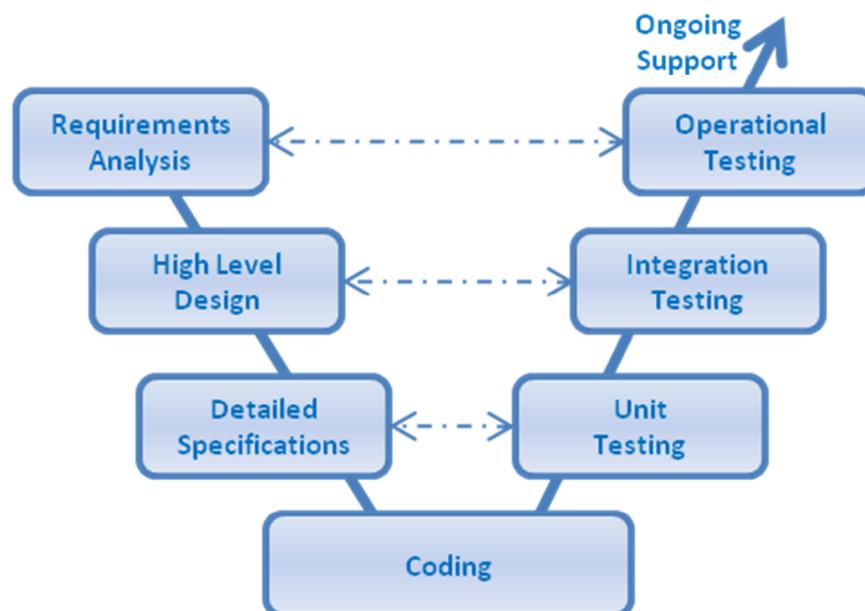


Ilustración 33: Diseño en U

Si combinamos este método que es óptimo para diseños mecatrónicos con el método habitual usado para estudios e investigación de hipótesis – solución podemos modificar el diseño en U de tal manera que podemos obtener un resultado de una forma precisa y sin fallos.

Este segundo método es simple, solo necesita de la realización de una serie de hipótesis para resolver el problema a tratar y posteriormente se analiza cada una de ellas hasta dar con la más adecuada.

De esta forma podemos sacar el layout de la metodología a tratar.

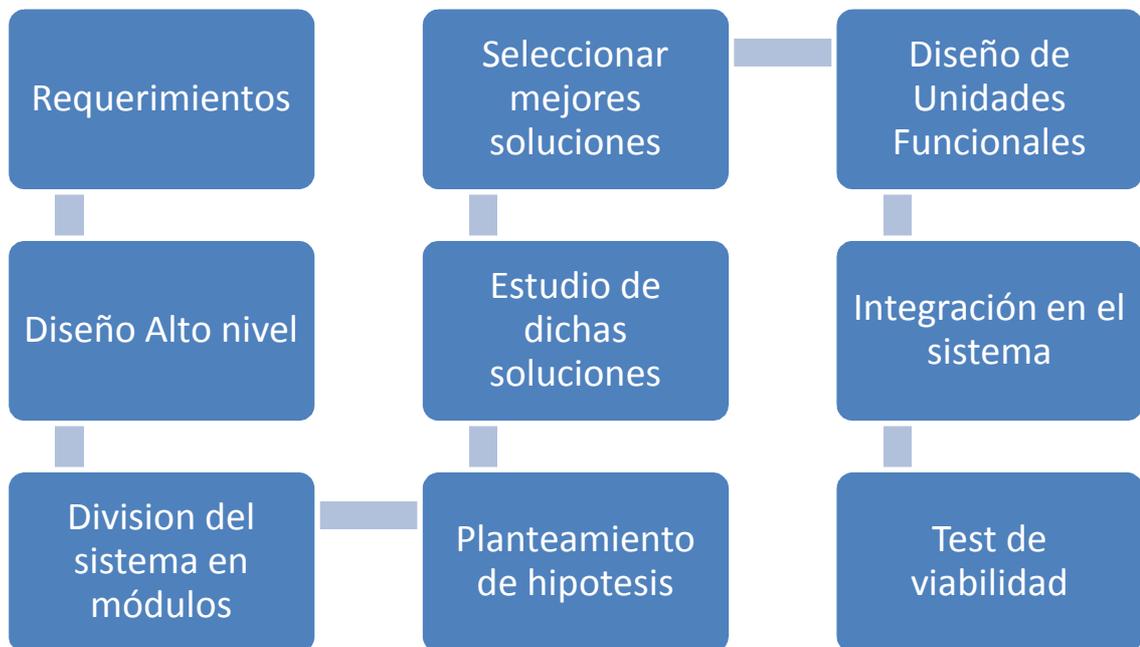


Ilustración 34: Diseño modificado

4.2. UNIDADES FUNCIONALES

En el presente apartado se va a detallar el funcionamiento y desarrollo de los diferentes grupos funcionales (UF) de los que la máquina se compone. En el caso de que una de las partes sea excesivamente larga o contenga gran cantidad de información técnica se empleará un apartado anexo para contener dicha información.

Los grupos funcionales en los que se divide el trabajo son:

- UF de estructura
- UF transfer de rodillos
- UF des apiladora
- UF naveta
- UF paleta
- UF Seguridad
- UF de Automatización y Mando

4.2.1. *UF Estructura*

Esta unidad funcional es la encargada de albergar todos los soportes y elementos de los cuales está formado nuestro sistema, siguiendo las especificaciones y además centrándonos en la facilidad para el montaje de la máquina y en los consejos que la empresa nos ha dado se ha decidido realizar toda la estructura con perfilera de aluminio.

Este método de montaje y con dicho material nos permite realizar un montaje rápido de los elementos, de una forma sencilla y ordenada, nos posibilita a realizar modificaciones en un futuro además de realizar un mantenimiento mucho más efectivo y rápido que si la estructura estuviese realizada en acero ya que con dichos perfiles no existen ningún tipo de soldadura, todos los elementos están conectados mediante pernos, escuadras etc, que se unen a los perfiles mediante unas tuercas especiales que encajan en los raíles del perfil.

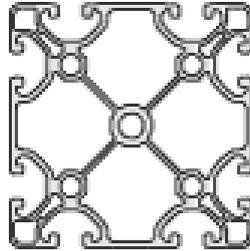


Ilustración 35: Perfil 80x80 mm Item

La estructura estará formada pues por diferentes elementos que se irán acoplando a los perfiles y quedará distribuida de la siguiente manera:

-Esqueleto principal: Dicho esqueleto estará formado por 6 columnas de perfil de aluminio de 80x80mm, dichas columnas estarán ancladas al suelo mediante espirros, estos elementos pertenecientes a tornillería nos permiten realizar un montaje sencillo ya que solo necesitan de una pequeña perforación en el suelo y una escuadra metálica para su sujeción al perfil.



Ilustración 36: Espirro de acero inoxidable

Las escuadras serán las encargadas de sujetar la columna de aluminio con los espirros que estarán introducidos en el suelo, de tal forma que quede una sujeción firme y segura para poder colocar todos los elementos en la máquina.



Ilustración 37: Escuadra de acero

Una vez realizada dicha operación y colocando 4 escuadras por columna una en cada dirección la estructura principal estará finalizada.

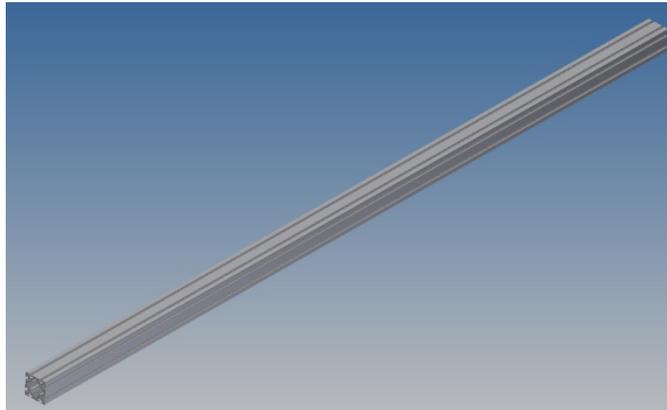


Ilustración 38: Pilar de perfil de aluminio

La altura de los pilares será de 2000 mm tal y como se ha realizado en el diseño por inventor.

Para realizar la unión entre la escuadra y el perfil se usan tuercas cabeza de martillo que están diseñadas para poder ser introducidas en los raíles del perfil y así realizar un apriete óptimo.



Ilustración 39: Unión mediante tuerca de cabeza de martillo

Una vez finalizada la fijación de las columnas al suelo se procederá a realizar la unión de las columnas por la parte superior mediante unos tensores de perfil de aluminio que le darán a la estructura una estabilidad mucho mayor que si no estuviesen.

El método de unión de los tensores a las columnas será igual que el anterior aunque solo se usaran tuercas de cabeza de martillo ya que estamos uniendo dos perfiles de aluminio de las mismas características.

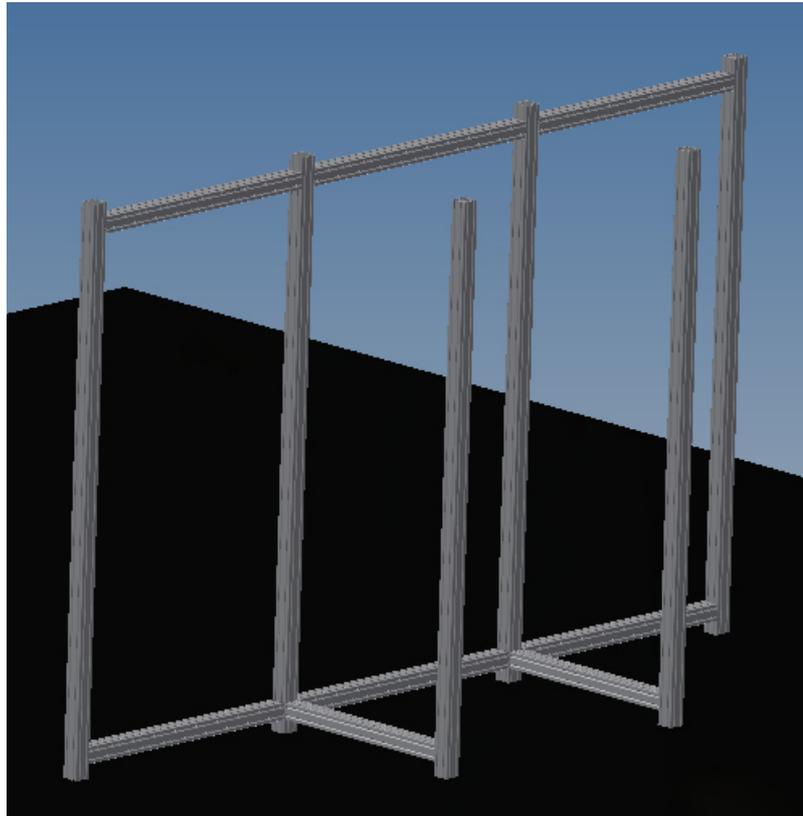


Ilustración 40: Esqueleto principal del sistema

-Soporte sensor lector de códigos

Se trata de un soporte de aluminio que irá colocado en las columnas frontales de la estructura principal que será el encargado de sujetar los sensores de lectura de códigos matrix, este soporte al igual que en la estructura estará unido mediante tuercas de cabeza de martillo y pernos convencionales.

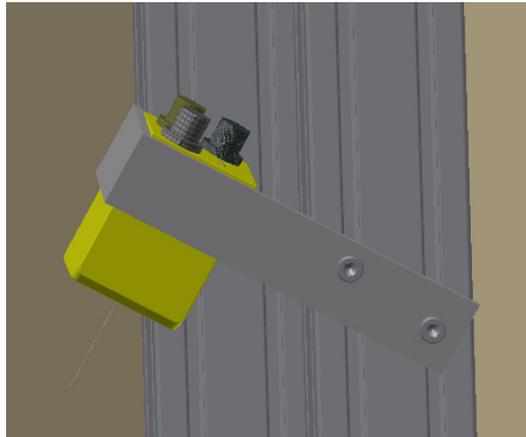


Ilustración 41: Soporte sensor lector códigos matrix

- Soporte del motorreductor:

Este soporte va a ser el encargado de sujetar el motorreductor a la estructura, se trata de una chapa de acero de 10 mm de espesor con 4 agujeros para aguantar el motorreductor, estos estarán roscados y otros 4 para sujetarlo a la estructura, estos últimos se conectarán con el método usado hasta ahora en la estructura de aluminio.

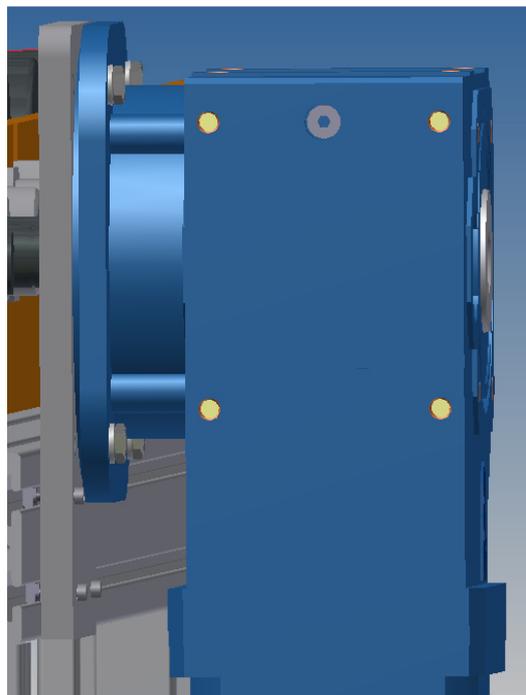


Ilustración 42: Sujeción de motorreductor a estructura

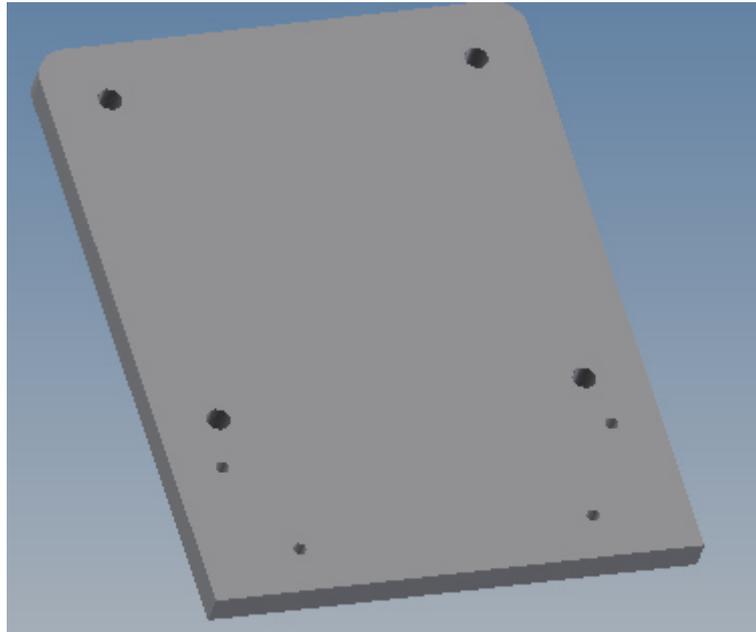


Ilustración 43: Soporte motorreductor

4.2.2. *UF Transfer de rodillos*

Esta unidad funcional va a ser la encargada de realizar la aproximación de piezas hasta la des-paletizadora, puesto que la necesitamos de unas determinadas dimensiones y morfología se ha optado por fabricarla y no por comprar una comercial, aunque la fabricación si que será usando elementos comerciales.

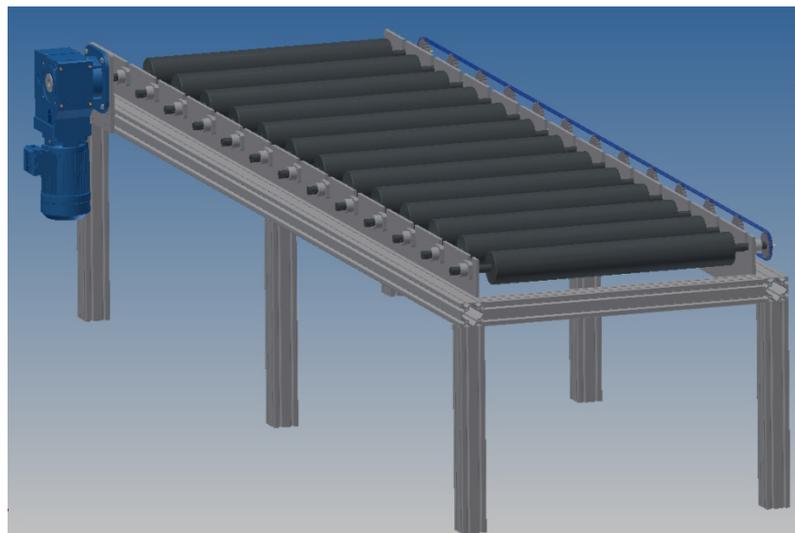


Ilustración 44: Vista general transfer de rodillos

Desarrollo

De este grupo funcional como se puede observar en el layout general tenemos 2 unidades, una por cada estación de la paletizadora y para su desarrollo lo vamos a estudiar en sus diferentes partes:

-Estructura de transfer:

La estructura del transfer irá completamente conectada igual que la estructura o esqueleto general mediante tuercas de cabeza de martillo y pernos por ello no haré más hincapié. Solo resaltar que una vez realizada la estructura en la parte inferior de cada pata del transfer irá colocada una pata regulable que será la encargada una vez que esté colocada de una forma manual de mantener el transfer a nivel.



Ilustración 45: Patas regulables

Otra parte importante de la estructura es el soporte porta rodillos, este va a ser el encargado de albergar todos los rodamientos que serán los encargados de guiar los rodillos, este soporte estará fabricado en acero inoxidable y tendrá un espesor de 10 mm puesto que las chapas que transportará este elemento tienen un peso elevado.

En la imagen a continuación lo podemos ver coloreado en naranja.

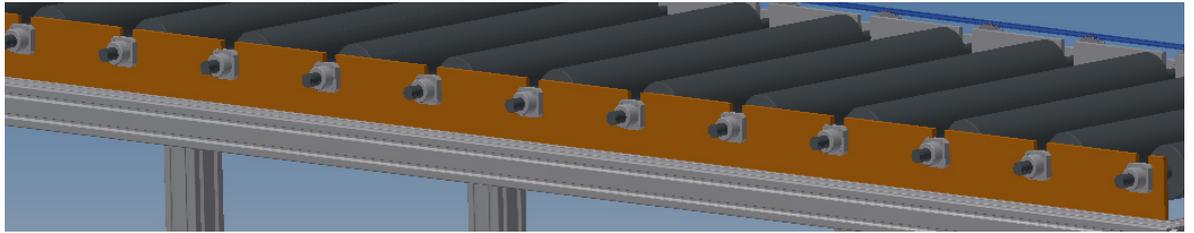


Ilustración 46: Soporte porta cojinetes

Dicho soporte irá ensamblado al transfer con el método usado hasta el momento y su método de fabricación será mediante corte por chorro de agua debido a que necesitamos una buena precisión.

-Elementos móviles:

Dentro de este apartado vamos a centrarnos en los rodillos de los transfers así como en los porta cojinetes, así pues podemos decir que los rodillos usados para el transfer tienen un diámetro de 80 mm y una longitud de cilindro de 600 mm y una longitud con el eje que es de 800 mm, los ejes que se introducirán en los porta rodamientos tienen un diámetro de 20 mm ya que deben soportar un peso elevado.

Los rodillos escogidos son de acero con un recubrimiento superior cromado para evitar que en todo el proceso se puedan ensuciar y para facilitar la limpieza de los mismos en caso necesario.

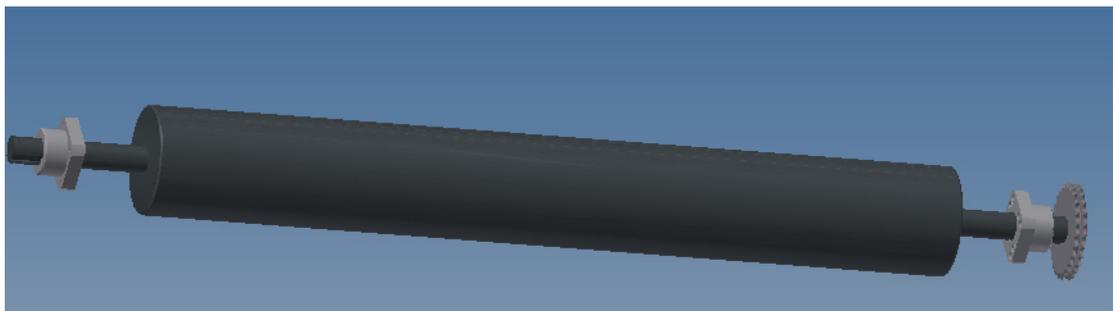


Ilustración 47: Rodillo con porta cojinetes y piñón de arrastre

Los porta cojinetes irán conectados al soporte mediante pernos y dichos pernos irán roscados al porta rodamientos ya que este tiene 4 agujeros roscados para este propósito.

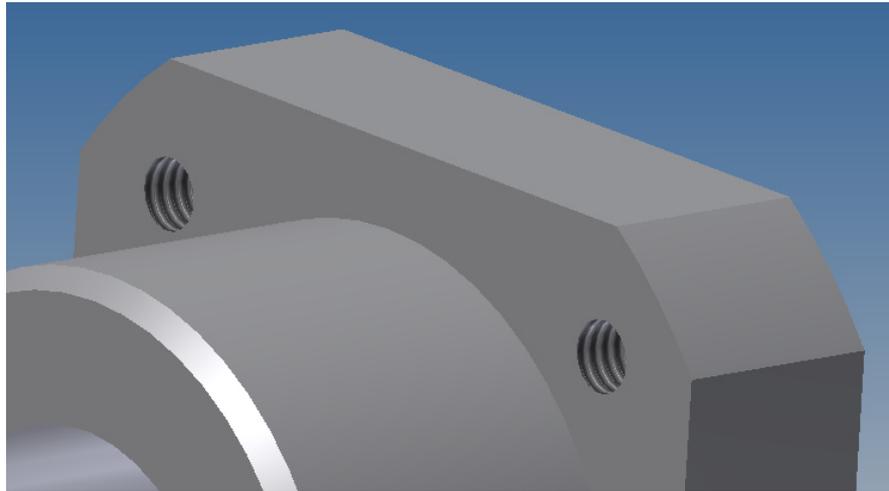


Ilustración 48: Detalle roscas del porta rodamientos

-Motoreductor y transmisión:

En este apartado vamos a realizar la elección del motorreductor y los piñones a usar así como la cadena que vamos a usar.

En primer lugar optamos por un motorreductor Siemens de 7KW de potencia debido al peso que tiene que transportar, se trata de un reductor simogear con un 98 % de rendimiento, está diseñado para cintas transportadoras ya que tiene un tamaño relativamente pequeño para su potencia. Esta alimentado por corriente alterna trifásica a 380 V y se caracteriza por ser un reductor de 2 etapas internas con engranajes helicoidales.



Ilustración 49: Moto reductor Siemens

Para la cadena y los piñones hemos realizado el cálculo de la misma usando el programa autodesk inventor, de esta manera podemos observar los datos obtenidos de los cálculos:

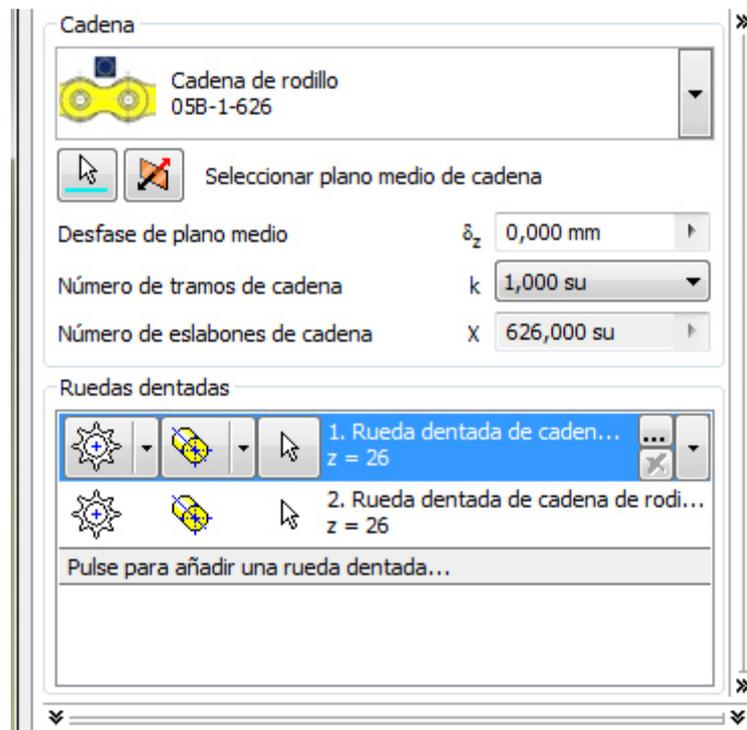


Ilustración 50: Cálculos de cadena

Podemos observar que la cadena estará compuesta de 626 eslabones todos ellos en un solo tramo, los piñones serán de acero y estarán compuestos por 26 dientes cada uno. El modelo escogido para la cadena está determinado por la normativa europea como se puede apreciar en la imagen.

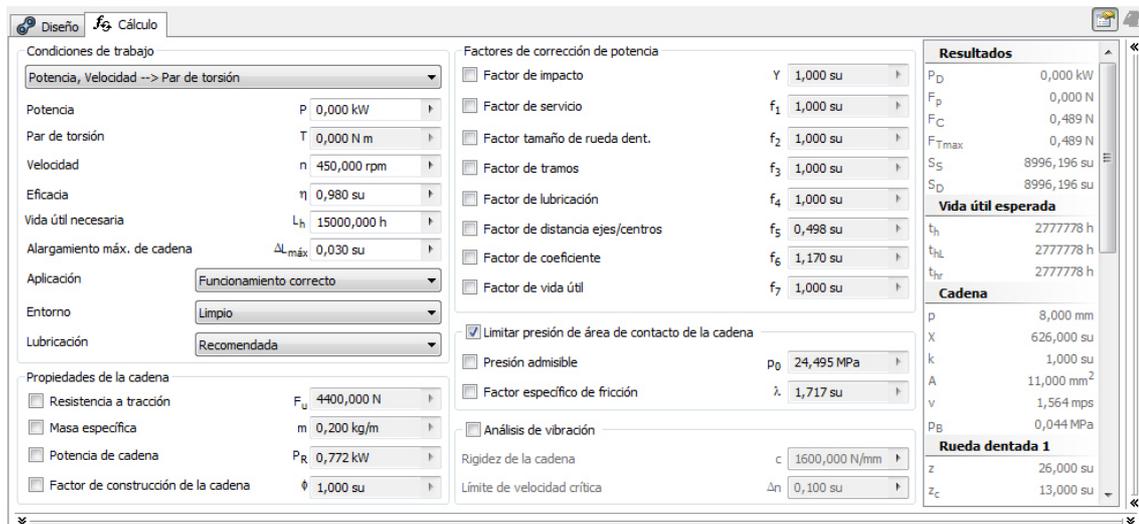


Ilustración 51: Resultados de la cadena

Los piñones como bien he dicho tendrán 26 dientes cada uno de ellos y un diámetro exterior de 71mm con un agujero central para el eje de 20 mm como el eje de los rodillos, este piñón se anclara al eje mediante grupillas de muelle externas.

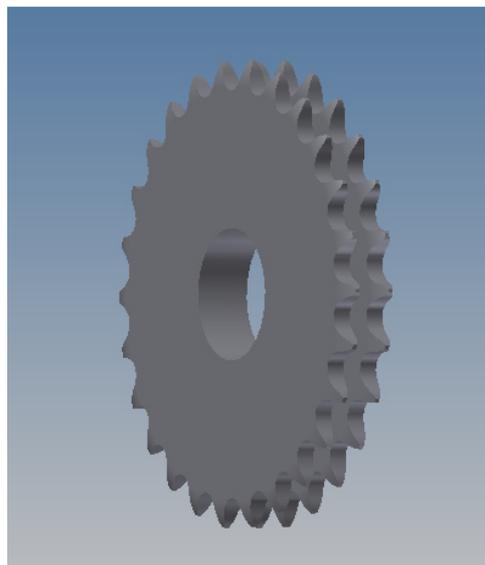


Ilustración 52: Piñón doble de transmisión por cadena

4.2.3. *UF Des apiladora*

Esta unidad funcional es la única de todo el sistema en la cual viene determinada por un elemento comercial al cual hay que realizarle una serie de modificaciones para que pueda adaptarse a nuestro sistema.



Ilustración 53: Desapiladora de chapas planas

Esta caracterizada por ser una desapiladora de 2 etapas distintas, en nuestro caso suprimiremos las mesas laterales que tiene de acúmulo de piezas por los transfers que acabamos de explicar para que el proceso sea continuo y suprimiremos la banda central que se observa en la imagen por nuestra naveta que se introducirá en la prensa, de tal forma que en nuestro diseño quedara de tal forma:



Ilustración 54: Layout des apiladora modificada

Esta des apiladora de la marca millutensils es óptima para nuestro sistema puesto que al ser un elemento comercial es completamente autónomo es decir la máquina lleva incorporados todos los sensores y la automatización para realizar el trabajo de des apilamiento, en nuestro caso solo tendremos que implementarla en nuestro sistema.

Se caracteriza por:

- Almacén de chapas de 2-4 o más estaciones
- Cambio de paquete sin interrupción del ciclo de trabajo del apilador/desapilador de 2 ejes
- Accionamiento con motores brushless
- Eje horizontal con carrera máxima de 5000 mm
- Eje vertical con carrera máxima de 1000 mm eléctrico o neumático
- Deshojador de chapas, mecánicos, magnéticos y por aire
- Control doble hoja con expulsión automática
- Estaciones de centrado con centradores mecánicos o electrónicos programables
- Lubricadores de rodillos, por aspersión

4.2.4. UF Naveta

Esta unidad funcional va a ser la encargada de adoptar la morfología de la chapa una vez que el lector de códigos lea el tipo de chapa con el cual se está alimentando al sistema, está formado por dos partes, la primera se trata de un soporte realizado con perfiles de aluminio al igual que toda la estructura de nuestra máquina además de un soporte o chapa de acero donde la despaletizadora dejará las chapas, y la segunda parte se trata de un actuador eléctrico el cual es el encargado de adecuarse a la medida, este actuador se basará en una base de datos puesto que son 5 los modelos que la máquina debe aceptar y por lo tanto una vez el lector de códigos lea que modelo es este actuador deberá posicionarse en un lugar adecuado para su correcto funcionamiento.

Estructura:

Realizada en perfil de aluminio de 60 x 60mm formando un rectángulo de 1175 x 640mm, estos perfiles estarán unidos mediante escuadras y tuercas de cabeza de martillo.

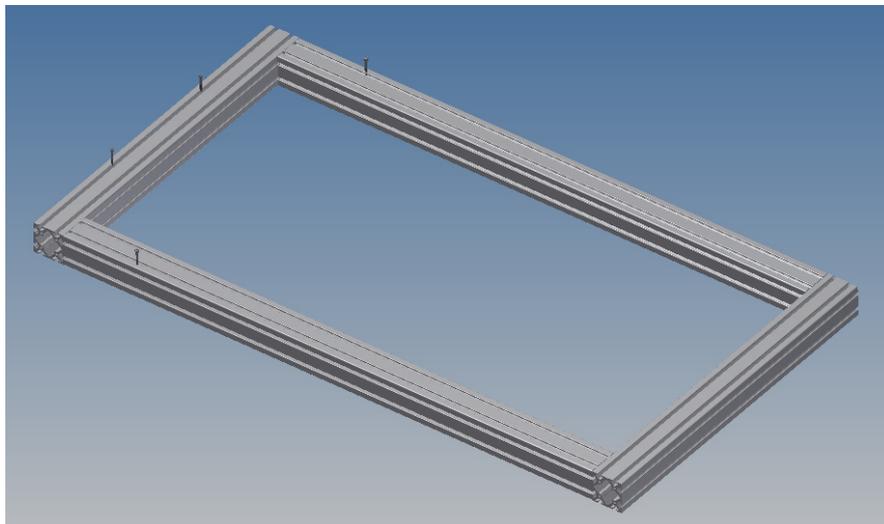


Ilustración 55: Marco de naveta

En la parte inferior de este marco nos encontramos 2 soportes de acero donde sujetaremos el actuador eléctrico, estos soportes son de 640 mm x 150mm con un espesor de 10 mm, y estará anclado con tornillos y tuercas al perfil.

En la parte superior del marco nos encontramos con una chapa en forma de U que su único propósito es conseguir un lugar estable para cuando la chapa caiga sobre él, además de albergar 4 topes de nylon que estarán atornillados sobre la chapa mediante agujeros roscados y tornillos, esta chapa es de 10 mm de espesor.

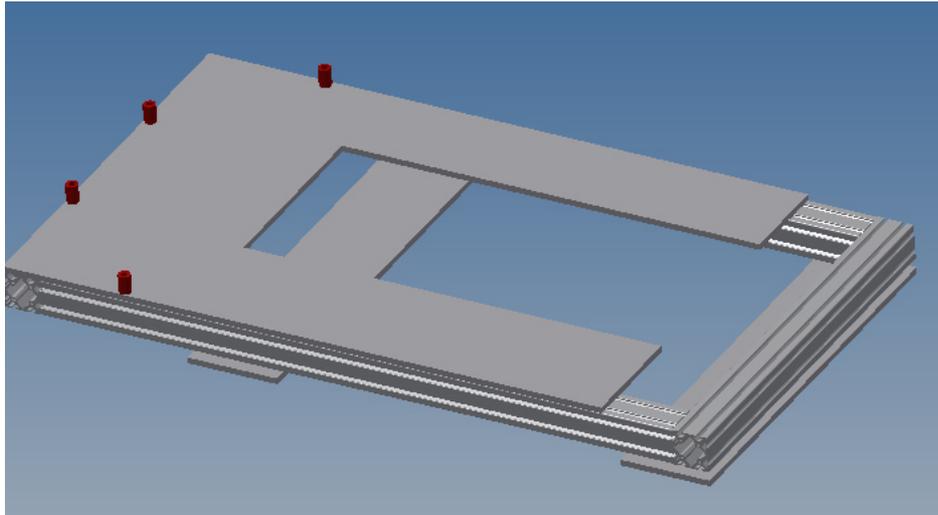


Ilustración 56: Marco de naveta con soportes y topes

Para finalizar una vez realizada toda la estructura con los correspondientes topes y soportes se colocará sobre la misma el actuador eléctrico que es un motor paso a paso incluido en una corredera que mediante un sensor de posicionamiento sabe en qué posición está en cada momento. Este actuador se atornillará en los soportes inferiores citados antes.

Todos los cables necesarios para la naveta deberán estar introducidos en una cadena guía-cables debido a que se trata de un elemento móvil.

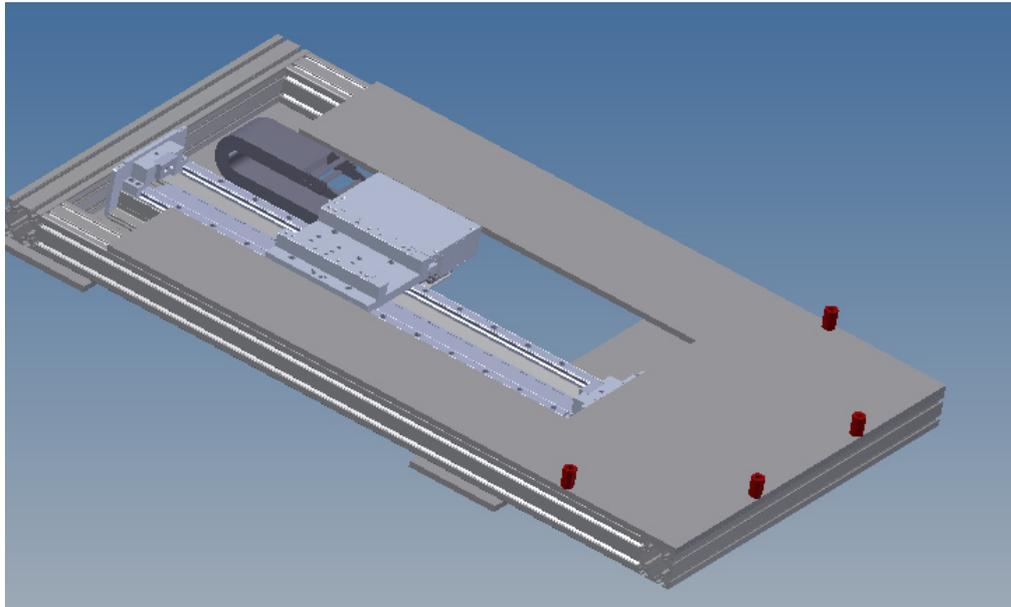


Ilustración 57:Naveta completa

4.2.5. *UF Paleta*

Se trata del elemento que se encargará de transportar todas las chapas en paquetes sobre los transfers, este elemento rodará sobre el transfer hasta que se detenga bajo la des apiladora para que esta pueda coger las chapas mediante el sistema de vacío.

Este elemento nos lo proporciona la empresa puesto que nosotros solo estamos realizando una mejora en el proceso, están realizadas de Nylon, aunque las partes que necesitan de mayor estabilidad son de acero y el único cambio que realizamos en ellas es la colocación de un código matrix para su identificación por el sensor.

Las paletas son estándar para los 5 modelos, es decir tienen una regulación que permiten que una misma paleta sirva para transportar cualquiera de los 5 modelos de las chapas.

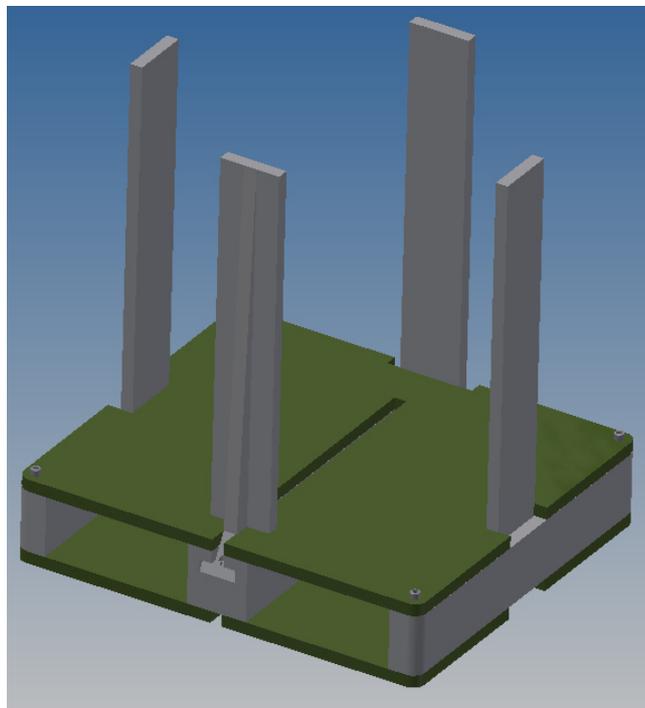


Ilustración 58:Paleta de modelos

La paleta tiene una anchura exterior de 684 mm al igual que el transfer, de esta manera conseguimos que vaya guiada sobre los rodillos sin posibilidad de cruzarse.

El rango de medidas es de 600mm de anchura(todos los modelos tienen esta anchura) y desde 100mm-600mm de largo, en este margen se encuentran todos los 5 modelos que la empresa nos ha determinado.

4.2.6. UF Seguridad

Esta unidad funcional se encarga de evitar cualquier tipo de daño que pueda sufrir el operario o el sistema durante el proceso de alimentación de la prensa.

Los elementos de seguridad que se han integrado son los exigidos por la normativa y todos ellos deben llevar el marcaje CE para que dicha normativa sea cumplida, puesto que se trata de un sistema con elementos móviles se ha trazado un perímetro de seguridad lateral puesto que son las únicas partes que están expuestas del sistema ya que por la parte trasera se encuentra la prensa y por la parte delantera nos encontramos con la etapa anterior que ya se encuentra cerrada.

El perímetro lateral tiene unas dimensiones de un rectángulo de 3000mm por 4000mm como podemos observar en la figura, y se ha realizado el cerramiento mediante vallas de seguridad con rejilla reticulada.

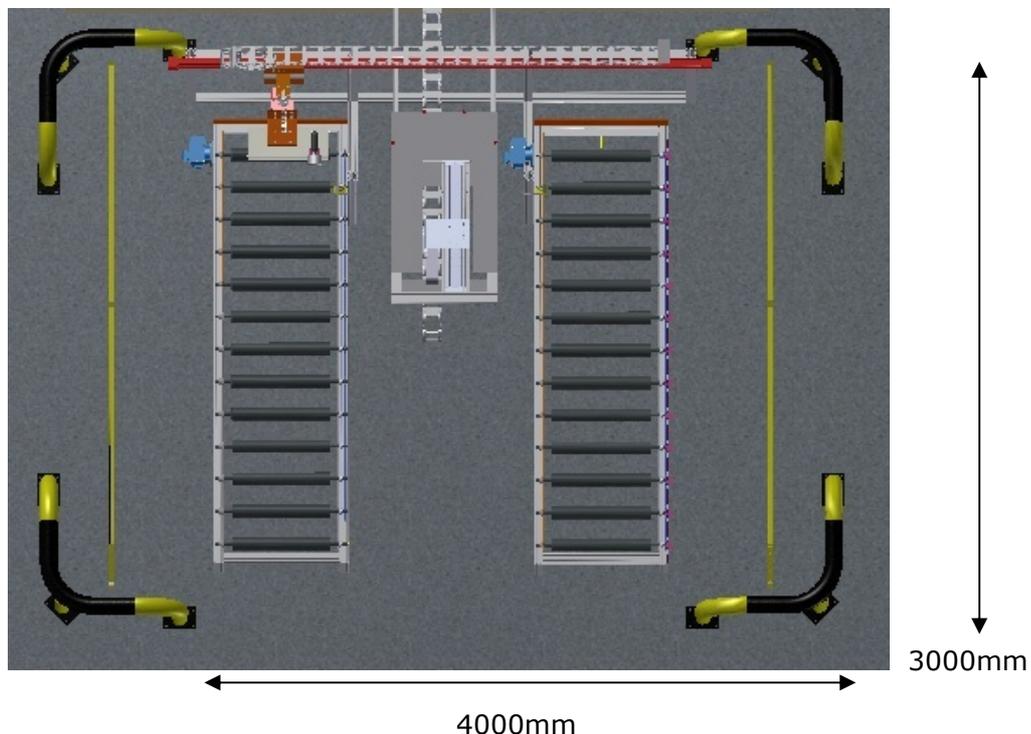


Ilustración 59: Perímetro de seguridad

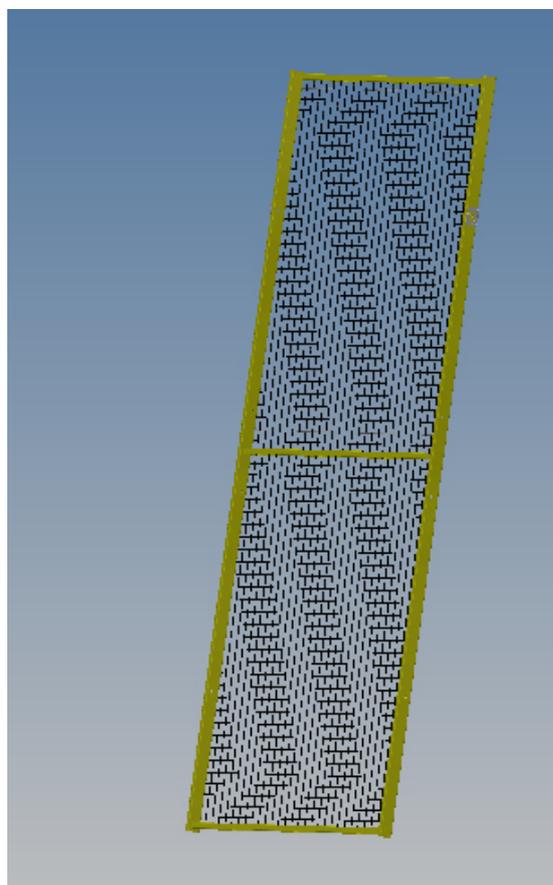


Ilustración 60:Rejilla reticulada

La rejilla estará colocada en 2 tramos en cada lateral con una distancia de 1500 mm cada paño, dichos paños estarán anclados a unos postes o soportes que estarán anclados en el suelo.

Este sistema evitará que cualquier operario pueda entrar dentro del sistema además de evitar que cualquier tipo de pieza lanzada pueda introducirse debido a la rejilla.

Además de las vallas se han colocado unos parachoques laterales que evitarán que cualquier vehículo pueda invadir el espacio en el cual el sistema trabaja, dichos parachoques evitarán pues la intrusión de cualquier toro mecánico o traspaleta en caso de accidente, dotando al sistema así pues de seguridad adicional.

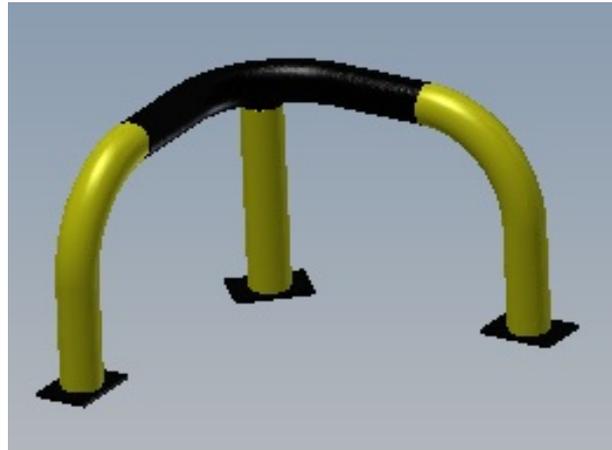


Ilustración 61: Parachoques de seguridad

Tanto las vallas como los parachoques irán pintados en color amarillo y negro para que resalten sobre todos los demás elementos de la máquina y así tener un plus de seguridad ya que son visibles a mayor distancia.

4.2.7. UF Automatización

Esta unidad funcional va a ser la encargada de realizar todo el control de nuestro sistema, como bien nos especifico la empresa esta unidad funcional debía contener un PLC siemens S7 300 suministrado por la misma y además debía estar conectada al ordenador central del proceso de prensas. Para ello es necesario usar el protocolo de comunicación profinet, así pues lo vamos a definir.

PROFINET se basa en estándares de TI acreditados y ofrece funcionalidad de TCP/IP completa para transferir datos en toda la empresa y a todos los niveles. Se caracteriza por tener diagnósticos integrados y comunicaciones de seguridad positiva, que ofrecen una disponibilidad del sistema óptima, que abarca desde los conceptos de máquinas modulares para conseguir la máxima flexibilidad hasta las velocidades de transferencia más rápidas y aplicaciones WLAN. En su conjunto, estas capacidades le ofrecen un rendimiento considerablemente superior.

Para una mejor comprensión de la parte de automatización se ha realizado un layout general para una visión global.

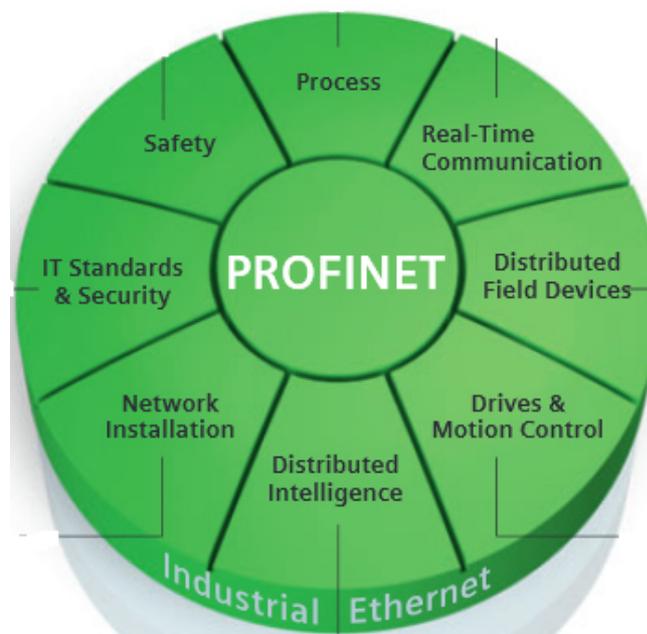


Ilustración 62: Profinet

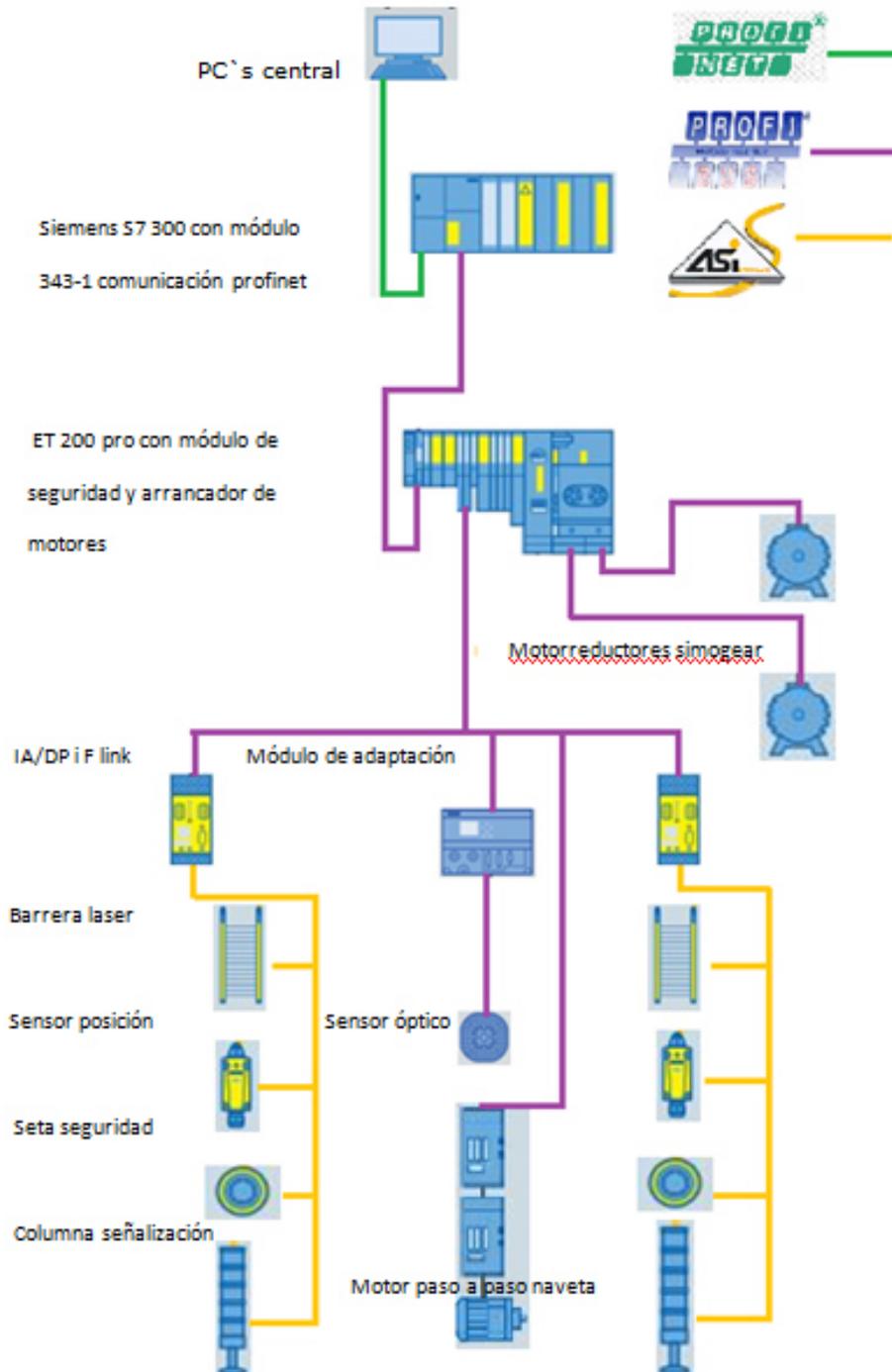
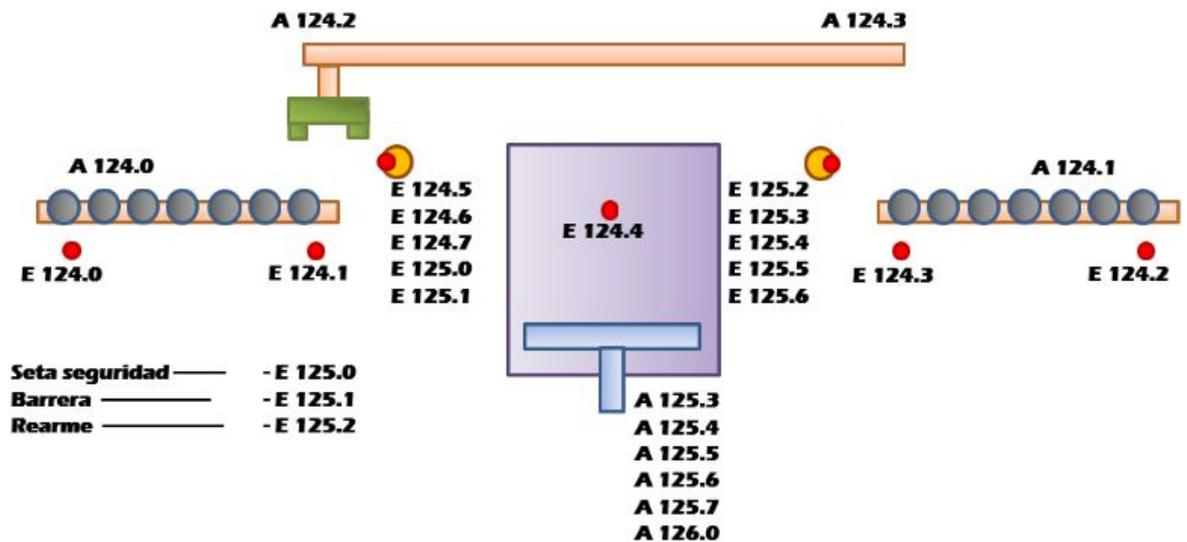


Ilustración 63:Layout autómatas

Todos los elementos que se encuentran en el layout quedarán perfectamente re-presentados en los esquemas que se adjuntarán en los planos así como el código de programación del mismo y con sus respectivas documentaciones en el documento de anexos.

Código de programación:



Marca de Seguridad

U E 125.0 //se activa con la seta de seguridad o al traspasar una de las barreras
O E 125.1
S M 1.0

U E 125.2 //se desactiva con el rearme si ya no están los sistemas de seguridad
UN E 125.0
UN E 125.1
R M 1.0

Transfer IZQ

U E 124.0 //se activa si hay material al inicio del transfer y ya no hay al final
UN E 124.1
S M 2.0

U E 124.1 //se desactiva (para la cinta) cuando el material llega al final
R M 2.0

UN M 1.0 //la marcha se da sólo si no están los sistemas de seguridad
U M 2.0
= A 124.0

Transfer DCHA

U E 124.2 //se activa si hay material al inicio del transfer y ya no hay al final
UN E 124.3
S M 2.1

U E 124.3 //se desactiva (para la cinta) cuando el material llega al final
R M 2.1

UN M 1.0 //la marcha se da sólo si no están los sistemas de seguridad
U M 2.1
= A 124.1

Cam IZQ

U E 124.5 //la entrada 1 detecta la pieza más pequeña
UN E 124.6
S M 10.0

U E 124.6
UN E 124.7
S M 10.1

//la entrada 2 detecta la segunda pieza más pequeña

U E 124.7
UN E 125.0
S M 10.2

U E 125.0
UN E 125.1
S M 10.3

U E 125.1
S M 10.4

//la entrada 4 detecta solo la más grande

UN E 124.1
R M 10.0
R M 10.1
R M 10.2
R M 10.3
R M 10.4
R M 20.0
R M 20.1
R M 20.2
R M 20.3
R M 20.4

//si se acaba el material borra la información del tipo de pieza

Cam DCHA

U E 125.2
UN E 125.3
S M 11.0

//la entrada 1 detecta la pieza más pequeña

U E 125.3
UN E 125.4
S M 11.1

//la entrada 2 detecta la segunda pieza más pequeña

U E 125.4
UN E 125.5
S M 11.2

U E 125.5
UN E 125.6
S M 11.3

U E 125.6
S M 11.4

//la entrada 4 detecta solo la más grande

Desarrollo

UN E 124.3 //si se acaba el material borra la información del tipo de pieza
 R M 11.0
 R M 11.1
 R M 11.2
 R M 11.3
 R M 11.4
 R M 21.0
 R M 21.1
 R M 21.2
 R M 21.3
 R M 21.4

Paletizadora

UN M 1.0 //si hay piezas en el transfer IZQ actúa por ese lado
 U E 124.1
 S M 15.0 //activa una marca para saber de dónde ha cogido la pieza
 R M 15.1 //desactiva la marca que usa al coger del otro lado
 = A 124.2

UN M 1.0 //si hay piezas en el transfer DCHA pero no en el IZQ actúa por la DCHA
 (la línea IZQ es prioritaria)
 UN E 124.1
 U E 124.3
 S M 15.1 //activa una marca para saber de dónde ha cogido la pieza
 R M 15.0 //desactiva la marca que usa al coger del otro lado
 = A 124.3

Naveta

U M 15.0 //la paletizadora trae la pieza de la IZQ
 U M 10.0 //la cámara IZQ detecta pieza pequeña
 S M 20.0

U M 15.0 //la paletizadora trae la pieza de la IZQ
 U M 10.1 //la cámara IZQ detecta pieza mediana
 S M 20.1

U M 15.0 //la paletizadora trae la pieza de la IZQ
 U M 10.2
 S M 20.2

U M 15.0 //la paletizadora trae la pieza de la IZQ
 U M 10.3

S M 20.3

U M 15.0
U M 10.4
S M 20.4

//la paletizadora trae la pieza de la IZQ

U M 15.1
U M 11.0
S M 21.0

//la paletizadora trae la pieza de la DCHA
//la cámara DCHA detecta pieza pequeña

U M 15.1
U M 11.1
S M 21.1

//la paletizadora trae la pieza de la DCHA
//la cámara DCHA detecta pieza mediana

U M 15.1
U M 11.2
S M 21.2

//la paletizadora trae la pieza de la DCHA

U M 15.1
U M 11.3
S M 21.3

//la paletizadora trae la pieza de la DCHA

U M 15.1
U M 11.4
S M 21.4

//la paletizadora trae la pieza de la DCHA

UN M 1.0
U E 124.4
U M 20.0
O M 21.0
= A 125.3

//se detecta pieza en la naveta
//es pieza pequeña de la IZQ
//o es pieza pequeña de la DCHA
//actúa para pieza pequeña

UN M 1.0
U E 124.4
U M 20.1
O M 21.1
= A 125.4

UN M 1.0
U E 124.4
U M 20.2
O M 21.2
= A 125.5

UN M 1.0
U E 124.4
U M 20.3
O M 21.3
= A 125.6

Desarrollo

UN M 1.0
U E 124.4
U M 20.4
O M 21.4
= A 125.7

UN M 1.0
UN E 124.4 //no hay pieza en la naveta
UN E 124.1 //se acaba uno de los dos materiales (implica que va a tener que cambiar)
ON E 124.3
= A 126.0

5. CONCLUSIONES

El resultado obtenido se presenta en las siguientes capturas del layout general, además de lo presentado en el desarrollo de la memoria.



Ilustración 64: Máquina completa

Conclusiones

Como se ha visto durante todo el trabajo, el desarrollo de esta máquina ha estado muy ligado a la capacidad de mejorar un proceso manual y convertirlo en uno completamente automatizado.

El diseño presentado es solo un prototipo sobre el papel ya que los costos económicos del mismo son elevados. El estado final del modelo, aunque funcional, requiere de una inversión monetaria notable para su verdadera implementación y modelar la máquina final de acabado profesional.

El resultado obtenido a diferido en gran medida del pensado al inicio del trabajo, pues la idea principal fue la de diseñar un sistema de uso industrial. Por lo que el estudio que ha conllevado es muy alto ya que la industria exige el 100%

En conclusión la máquina realiza su función sobre el papel de una manera óptima y con una buena seguridad, consiguiendo una mejora considerable en la productividad.

Para finalizar, este modelo ha logrado cumplir las características que planteábamos en los objetivos iniciales, cumpliendo con todas las especificaciones que la empresa nos puso sobre la mesa.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alimentador de vaivén - max. 12 000 t/h - FAM - Vídeos [WWW Document], n.d. URL <http://www.directindustry.es/prod/fam/alimentador-vaiven-7253-781453.html> (accessed 4.14.15).
- 7386.jpg (Imagen JPEG, 282 × 600 píxeles) - Escalado (97 %) [WWW Document], n.d. URL <http://epubl1.rockwellautomation.com/images/web-proof-large/GL/7386.jpg> (accessed 4.29.15).
- ARISA.com / prensas transfer [WWW Document], n.d. URL http://www.arisa.es/gama/203p_transfer/maquina2.html (accessed 2.17.15).
- Ball Transfers & Tables [WWW Document], n.d. URL http://martingregoryconveyor.com/ball_transfers.htm (accessed 4.14.15).
- bf-industries - convoyeur palette [WWW Document], n.d. URL <http://www.bf-industries.fr/produits/convoyeurs/convoyeur-palettes/> (accessed 4.14.15a).
- bf-industries - convoyeur palette [WWW Document], n.d. . bf-industries - Palettiseur. URL <http://www.bf-industries.fr/produits/convoyeurs/convoyeur-palettes/> (accessed 4.14.15b).
- CCA :: Sensores Capacitivos [WWW Document], n.d. URL http://www.ccamx.com.mx/s_capacitivos.html (accessed 4.14.15).
- Center for History and New Media, n.d. Guía rápida [WWW Document]. URL http://zotero.org/support/quick_start_guide
- Cilindro neumático / de doble efecto - DNCB - FESTO [WWW Document], n.d. URL <http://www.directindustry.es/prod/festo/cilindro-neumatico-doble-efecto-4735-11264.html> (accessed 4.15.15).
- CINTASA - Cintas transportadoras [WWW Document], n.d. URL <http://www.cintasa.com/productos/alimentadores-banda.php> (accessed 4.14.15).
- Conceptos básicos de seguridad - [WWW Document], n.d. URL <http://www.interempresas.net/Medicion/Articulos/25131-Conceptos-basicos-de-seguridad.html> (accessed 4.29.15).
- Desapiladores de dos ejes para discos y chapas planas - - Millutensil [WWW Document], n.d. URL <http://www.millutensil.com/millutensil/brick/content.140/es?categoryId=15&categ>

Bibliografía

- oryFatherId=6&countLevelFromRoot=5&isLeaf=true (accessed 2.17.15).
- Finales de carrera | Omron, España [WWW Document], n.d. URL http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/sensing/limit_switches/default.html (accessed 4.14.15a).
- Finales de carrera | Omron, España [WWW Document], n.d. URL http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/sensing/limit_switches/default.html (accessed 4.14.15b).
- FinoFilipino.org — Reuniendo lo mejor y lo peor de Internet desde 2010. [WWW Document], n.d. URL <http://finofilipino.org/> (accessed 4.29.15).
- img1861.jpg (Imagen JPEG, 600 × 400 píxeles) [WWW Document], n.d. URL http://archive-es.com/page/3346420/2013-12-15/http://www.arisa.es/automatizacion/35alim_formatos/img1861.jpg (accessed 2.17.15).
- Inicio | Festo España [WWW Document], n.d. URL http://www.festo.com/cms/es_es/index.htm (accessed 5.27.15).
- MachineVision_es_V03_M.pdf, n.d.
- MachineVision_es_V03_M.pdf, n.d.
- Microsoft PowerPoint - Comunicar un PLC Simatic S7300 con un PC por medio de IE.ppt [Modo de compatibilidad] - info-PLC_net_Comunicar_PLC_Simatic_S7300_con_PC_mediante_IE.pdf, n.d.
- NORD - Reductores de engranaje cónico NORDBLOC [WWW Document], n.d. URL [https://www.nord.com/cms/es/product_catalogue/geared_motors/helical_bevel_gearred_motors/pdp_helical_bevel_gearred_motors_1517.jsp](https://www.nord.com/cms/es/product_catalogue/geared_motors/helical_bevel_gear_red_motors/pdp_helical_bevel_gearred_motors_1517.jsp) (accessed 5.14.15).
- Página de inicio | Detalles del producto | Perfiles de construcción 8 | Perfil 8 80x80 E, natural - 7.0.000.29 [WWW Document], n.d. URL <http://www.item24.es/es/pagina-de-inicio/productos/catalogo-de-productos/detalles-del-producto/products/perfiles-de-construccion-8/perfil-8-80x80-e-natural-7000029.html> (accessed 6.15.15a).
- Página de inicio | Detalles del producto | Perfiles de construcción 8 | Perfil 8 80x80 E, natural - 7.0.000.29 [WWW Document], n.d. URL <http://www.item24.es/es/pagina-de-inicio/productos/catalogo-de-productos/detalles-del-producto/products/perfiles-de-construccion-8/perfil-8-80x80-e-natural-7000029.html> (accessed 6.15.15b).
- Paleta Metálica para Acondicionamiento e Transporte de Chapas | Pinto Brasil [WWW Document], n.d. URL <http://pintobrasil.pt/es/produtos-e-servi-os/paleta-met-lica-para-acondicionamento-e-transporte-de-chapas> (accessed 5.21.15).
- PERFILTEK SISTEMAS INTEGRALES, S.A. - Productos | Construnario [WWW Document], n.d. URL <http://www.construnario.com/catalogo/perfiltek-sistemas-integrales-sa/productos> (accessed 4.14.15).

- Platos magnéticos para torneado vertical y rectificado | Comercial Beanuvi S.L. [WWW Document], n.d. URL <http://beanuvi.es/platos-magneticos-para-torneado-vertical-y-rectificado/> (accessed 4.15.15).
- principes_arceaux.pdf, n.d.
- Reductores, B 1000 - B1000_ES_6052812_screen.pdf, n.d.
- Robot clasificador / apilador de piezas - Mecanizados Villarreal | Robots de empaquetado | Mecanizados VR | logismarket.es [WWW Document], n.d. URL <http://www.logismarket.es/mecanizados-vr/robot-clasificador-apilador-de-piezas/1835323137-814657693-p.html> (accessed 4.15.15).
- Sensor capacitivo ifm electronic KG5066 - KG-312... | Automation24 [WWW Document], n.d. URL http://www.automation24.es/sensores-de-posicion/sensor-capacitivo-ifm-electronic-kg5066-kg-3120nfpkpg2t/us-i5-167-0.htm?refID=adwords_shopping_ES&gclid=CjwKEAjw9GqBRCRIPram97Xk3ESJADrN7Ie2gb1nqmDDJ8DP5M4N7Frdj2GwsxH_HvIomj6JNJoGBoCF8Hw_wcB (accessed 5.14.15).
- Sensores Inductivos y Capacitivos [WWW Document], n.d. URL <http://iaesyesa.com/Sensores%20Inductivos%20y%20Capacitivos.html> (accessed 4.14.15).
- Siemens España [WWW Document], n.d. URL <http://www.siemens.com/answers/es/es/> (accessed 5.27.15).
- SIMATIC S7300 - Internet Siemens Spain - Siemens [WWW Document], n.d. URL <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/pages/s7300.aspx> (accessed 2.17.15).
- Sistema de plano aspirante FXP y FMP - Schmalz ES [WWW Document], n.d. URL <http://es.schmalz.com/produkte/vakuumgreifsysteme/xfxc/> (accessed 2.17.15).
- Sistemas especiales | Arisa, n.d.
- transfer de rodillos - Buscar con Google [WWW Document], n.d. URL https://www.google.com/search?q=transfer+de+rodillos&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=XtxiVf-kL4GE7gbIioPwCA&ved=0CDMQsAQ&biw=1440&bih=763#imgsrc=QHPm-t1bCK9yfM%253A%3BtQASlCMAWkQ_ZM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.ampermaquina-ria.com%252Fuploads%252Fproductos%252F67%252Fimagenes%252FTRANSFER_RODILLOS_RECTOS_R_w.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.ampermaquina.com%252FTRANSFER-de-RODILLOS-RECTOS-p67.html%3B1275%3B960 (accessed 5.25.15).
- Transfer de rodillos motorizados para palets - TBRM | Transportadores de rodillos | Marceau | logismarket.es [WWW Document], n.d. URL <http://www.logismarket.es/marceau/transfer-de-rodillos-motorizados-para-palets/144840214-1124660-p.html> (accessed 4.14.15).

Bibliografía

transfers de rodillos - Buscar con Google [WWW Document], n.d. URL https://www.google.com/search?q=transfers+de+rodillos&biw=1440&bih=763&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=ZcYsVel25tHKA8_ygJgD&ved=0CAYQ_AUoAQ#imgrc=j8wqYcDJFgpybM%253A%3B6xzK7fLDVPIGyM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.logismarket.es%252Fip%252Fmarceau-transfer-de-rodillos-motorizados-para-palets-transfer-de-rodillos-motorizados-para-palets-721497-FGR.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.logismarket.es%252Fmarceau%252Ftransfer-de-rodillos-motorizados-para-palets%252F144840214-1124660-p.html%3B533%3B400 (accessed 4.14.15).

Tusa lleva a Smopyc 2011 la criba estadística HNP y un nuevo modelo de cinta desmontable [WWW Document], n.d. Interempresas. URL <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/49747-Tusa-lleva-a-Smopyc-2011-la-criba-estadistica-HNP-y-un-nuevo-modelo-de-cinta-desmontable.html> (accessed 4.14.15a).

Tusa lleva a Smopyc 2011 la criba estadística HNP y un nuevo modelo de cinta desmontable [WWW Document], n.d. Interempresas. URL <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/49747-Tusa-lleva-a-Smopyc-2011-la-criba-estadistica-HNP-y-un-nuevo-modelo-de-cinta-desmontable.html> (accessed 4.14.15b).

untitled - Sensores-de-vision-para-la-deteccion-y-avaluacion-de-objetos-escenas-E-ifm-brochure-2012.pdf, n.d.

XGuard_ProduktbladAllspråk_2012.indd - X-Guard_fiche_technique_ESPAGNOL.pdf, n.d.

7386.jpg (Imagen JPEG, 282 × 600 píxeles) - Escalado (97 %) [WWW Document], n.d. URL <http://epub1.rockwellautomation.com/images/web-proof-large/GL/7386.jpg> (accessed 4.29.15).

CCA :: Sensores Capacitivos [WWW Document], n.d. URL http://www.ccamx.com.mx/s_capacitivos.html (accessed 4.14.15).

Cilindro neumático / de doble efecto - DNCB - FESTO [WWW Document], n.d. URL <http://www.directindustry.es/prod/festo/cilindro-neumatico-doble-efecto-4735-11264.html> (accessed 4.15.15).

Conceptos básicos de seguridad - [WWW Document], n.d. URL <http://www.interempresas.net/Medicion/Articulos/25131-Conceptos-basicos-de-seguridad.html> (accessed 4.29.15).

Finales de carrera | Omron, España [WWW Document], n.d. URL http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/sensing/limit_switches/default.html

- (accessed 4.14.15).
- Inicio | Festo España [WWW Document], n.d. URL http://www.festo.com/cms/es_es/index.htm (accessed 5.27.15).
- Platos magnéticos para torneado vertical y rectificado | Comercial Beanuvi S.L. [WWW Document], n.d. URL <http://beanuvi.es/platos-magneticos-para-torneado-vertical-y-rectificado/> (accessed 4.15.15).
- Robot clasificador / apilador de piezas - Mecanizados Villarreal | Robots de empaquetado | Mecanizados VR | logismarket.es [WWW Document], n.d. URL <http://www.logismarket.es/mecanizados-vr/robot-clasificador-apilador-de-piezas/1835323137-814657693-p.html> (accessed 4.15.15).
- Sensores Inductivos y Capacitivos [WWW Document], n.d. URL <http://iaesyesa.com/Sensores%20Inductivos%20y%20Capacitivos.html> (accessed 4.14.15).
- Siemens España [WWW Document], n.d. URL <http://www.siemens.com/answers/es/es/> (accessed 5.27.15).
- transfer de rodillos - Buscar con Google [WWW Document], n.d. URL https://www.google.com/search?q=transfer+de+rodillos&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=XtxiVf-kL4GE7gbIioPwCA&ved=0CDMQsAQ&biw=1440&bih=763#imgrc=QHPm-t1bCK9yfM%253A%3BtQASiCMAWkQ_ZM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.ampermaquina-ria.com%252Fuploads%252Fproductos%252F67%252Fimagenes%252FTRANSFER_RODILLOS_RECTOS_R_w.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.ampermaquinaria.com%252FTRANSFER-de-RODILLOS-RECTOS-p67.html%3B1275%3B960 (accessed 5.25.15).
- MachineVision_es_V03_M.pdf, n.d.
- Microsoft PowerPoint - Comunicar un PLC Simatic S7300 con un PC por medio de IE.ppt [Modo de compatibilidad] - info-PLC_net Comunicar PLC Simatic S7300 con PC mediante IE.pdf, n.d.
- NORD - Reductores de engranaje cónico NORDBLOC [WWW Document], n.d. URL https://www.nord.com/cms/es/product_catalogue/geared_motors/helical_bevel_gear_red_motors/pdp_helical_bevel_gear_motors_1517.jsp (accessed 5.14.15).
- Página de inicio | Detalles del producto | Perfiles de construcción 8 | Perfil 8 80x80 E, natural - 7.0.000.29 [WWW Document], n.d. URL <http://www.item24.es/es/pagina-de-inicio/productos/catalogo-de-productos/detalles-del-producto/products/perfiles-de-construccion-8/perfil-8-80x80-e-natural-7000029.html> (accessed 6.15.15).
- Paleta Metálica para Acondicionamiento e Transporte de Chapas | Pinto Brasil [WWW Document], n.d. URL <http://pintobrasil.pt/es/produtos-e-servi-os/paleta-met-lica-para->

Bibliografía

- acondicionamiento-e-transporte-de-chapas (accessed 5.21.15).
principes_arceaux.pdf, n.d.
- Reductores, B 1000 - B1000_ES_6052812_screen.pdf, n.d.
- Sensor capacitivo ifm electronic KG5066 - KG-312... | Automation24 [WWW Document], n.d. URL http://www.automation24.es/sensores-de-posicion/sensor-capacitivo-ifm-electronic-kg5066-kg-3120nfpkpgp2t/us-i5-167-0.htm?refID=adwords_shopping_ES&gclid=CjwKEAjwj9GqBRCRIPram97Xk3ESJADrN7Ie2gb1nqmDDJ8DP5M4N7Frdj2GwsxH_HvIomj6JNJoGB0CF8Hw_wcB (accessed 5.14.15).
- XGuard_ProduktbladAllaspråk_2012.indd - X-Guard_fiche_technique_ESPAGNOL.pdf, n.d.