

PROYECTO FIN DE CARRERA

TÍTULO:

Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

AUTOR:

Juan Carlos Reyero Sorroche

UNIVERSIDAD:

"EPSEVG"

'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú.'

TITULACIÓN:

Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en mecánica.

DIRECTOR:

Joan Josep Aliau Pons

DEPARTAMENTO:

Expresión gráfica en la Ingeniería, 717.

FECHA:

28-06-2010

Este Proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: $\square Si \square N_0$

PROYECTO FIN DE CARRERA

RESUMEN

En el presente proyecto, se diseña una máquina con la función de unir dos piezas mediante presión. Estas dos piezas tratan de un pomo y una tapa, tanto el pomo como la tapa pueden encontrarse en varios tamaños, D. 40, D. 50 y D. 63, a más el pomo puede estar diseñado con una rosca o tornillo y las tapas se pueden escoger en varios colores distintos que mediante una pequeña presión se juntan y quedan unidas por diseño.

La máquina consta de dos cargadores, uno para los pomos y otro para las tapas, cada cargador está diseñado para tener capacidad de 50 piezas. Por lo tanto la maquina diseñada en este proyecto consta de 6 cargadores en total, 2 por diámetro de conjunto a montar. Los cargadores se guardan en la misma máquina, por lo tanto no es necesario ningún tipo de armario ni alojamiento adicional, así que la misma máquina es almacén de sus propios elementos necesarios para su correcta utilización.

La máquina es sencilla y se aplica la herramienta de SMED (cambio rápido de utillaje), ya que los anclajes son sencillos y rápidos en la ejecución, el tipo de energía utilizada es eléctrica de 220 V simplemente con la utilización de un simple enchufe. Por lo tanto por la sencillez de diseño de esta máquina puede ser utilizada por cualquier operario sin ningún tipo de especialización ni cualificación. La máquina es automática, con el simple accionamiento del motor el operario no tiene que realizar ninguna acción más, excepto el de recoger todas las piezas unidas en el recipiente al cabo de un determinado tiempo.

En el diseño de la máquina se ha intentado economizar el máximo de espacio tanto de la máquina en sí como de todos los elementos que forman parte de ella, desde los cargadores hasta la caja de transmisión. Ha habido una gran evolución del diseño desde los primeros bocetos hasta el diseño final, ya sea por la complejidad, como por la inviabilidad del diseño, como por espacio.

La elección de los materiales no ha necesitado un gran estudio ni cálculos, ya que la máquina en todo momento está sobredimensionada ya que la presión necesaria para la unión es mínima, no obstante sí que se ha tenido que estudiar algunos elementos para poder obtener el diseño óptimo y más barato.

Este proyecto en algunos momentos ha sido de gran dificultad, sobretodo en el diseño para poder cumplir las exigencias del cliente y también porque no hay referencia ninguna sobre este tipo de máquinas ya que hasta entonces no existe ninguna, por lo tanto no se ha podido realizar estudios de mercado ni mejorar productos de la competencia porque sencillamente no hay.

Palabras clave:

Pomos: pieza con espiga o rosca, que queda ensamblada a la tapa.

Tapas: piezas de menor tamaño, a ensamblar en los pomos.

Poka-Yoke: concepto o sistema de producción "cero errores", evita cualquier tipo de fallo.

SMED: herramienta de producción basado en el cambio rápido de utillaje.

SUMARIO DEL PROYECTO

•	MEMORIA	DESCRIP	TIVA.
---	----------------	---------	-------

- PLIEGO DE CONDICIONES.
- PRESUPUESTO.
- PLANOS.
- ANEXOS.

En los anexos se exponen:

- Los catálogos de los productos comerciales escogidos.
- Información sobre los materiales escogidos en el proyecto.
- La normativa utilizada en el proyecto.
- Información sobre los sistemas de producción.
- Varios: donde se presenta la propuesta original, planos de las tapas y pomos y fotografías.



INVENTARIO DEL MATERIAL APORTADO

Material	Cantidad	Formato
Memoria del proyecto	1	Papel
	1	Electrónico: PDF
Planos del proyecto	1	Papel
	1	Electrónico: PDF
Anexos	1	Electrónico: PDF
Resumen del proyecto	1	Electrónico: PDF



Índice.

I. Memoria.	8
1.1. Introducción.	8
1.2. Objetivo.	9
1.3. Empresa.	9
1.4. Evolución del diseño.	10
1.4.1. Primeros bocetos de los cargadores	10
1.4.1.1. Ventajas e Inconvenientes.	11
1.4.2. Bocetos de eje transmisión y distintos elementos móviles en el ensamblaje	12
1.4.3. Evolución de la bancada	14
1.5. Elección de los materiales de la máquina	16
1.5.1. Aluminio 6061 T6	16
1.5.2. Fundición FGE 42-12	18
1.5.3. Acero F 5211	19
1.6. Preparación de la máquina para su funcionamiento.	22
1.6.1. Selección del cargador e introducción de las piezas	22
1.6.2. Colocación de los cargadores en su posición y puesta en marcha	
1.6.3. Métodos SMED y Poka-Yoke.	24
1.6.3.1. Aplicación de los métodos en el montaje de los cargadores en la bancada	25
1.6.3.2. Aplicación de los métodos en la sujeción rápida de los cargadores en la bancada	26
1.6.3.3. Aplicación de los métodos en la introducción de las piezas en los cargadores	27
1.6.3.4. Aplicación de los métodos en el funcionamiento de la máquina	28
1.7. Elementos comerciales.	29
1.7.1. Motor eléctrico.	29
1.7.1.1. Características constructivas.	30
1.7.1.2. Posición de montaje	30
1.7.1.3. Factor de servicio.	30
1.7.1.4. Mantenimiento	30
1.7.1.5. Lubricación	31
1.7.2. Armario eléctrico.	31
1.7.3. Mordaza vertical rápida.	32
1.7.3.1. Dimensiones de la mordaza.	32
1.7.3.2. Características constructivas de la mordaza.	33
1.7.4. Pie rígido	33
1.7.4.1. Dimensiones del pie rígido.	33

PFC. Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

1.8. Informe medioambiental del proyecto	34
1.9. Cálculos justificativos.	35
1.9.1. Cálculos mecánicos.	35
1.9.1.1. Cálculo de los resortes.	35
1.9.1.2. Cálculo del eje de transmisión.	44
1.9.2. Ciclo de producción.	49
1.9.3. Cambio de versión.	50
1.9.4. Conclusiones, plan de fiabilidad	50
2. Pliego de condiciones.	51
2.1. Condiciones del cliente.	51
2.2. Normativa.	52
2.2.1. Seguridad de máquinas	52
2.2.1.1. Prevención de riesgos laborales	52
2.2.1.2. UNE-EN 292.	52
2.2.1.2.1. Aplicación de la norma 292-1.	52
2.2.1.2.2. Aplicación de la norma 292-2.	53
2.2.1.3. UNE-EN 894.	53
2.2.1.3.1. Aplicación de la Norma 894-1.	53
2.2.1.3.2. Aplicación de la norma 894-2.	54
2.3. Asignación de los materiales.	55
2.3.1. Asignación del material de los Cargadores, Aluminio 6061 T6	55
2.3.2. Asignación del material de la bancada, Fundición FGE 42-12.	55
2.3.3. Asignación del material a los elementos de transmisión, Acero F 5211	55
2.4. Montaje de la máquina.	56
2.4.1. Elementos externos en el montaje de la máquina	56
2.4.2. Montaje de la bancada.	57
2.4.3. Montaje del sistema de transmisión en la bancada.	60
2.4.4. Montaje Cargador Pomos.	62
2.4.5. Montaje Cargador Tapas.	66
3. Presupuesto	70
3.1. Estudio técnico.	70
3.2. Coste de las piezas.	73
3.2.1. Coste de las piezas del cargador pomos.	
3.2.2. Coste de las piezas del cargador tapas	76
3.2.3. Coste de las piezas de bancada y transmisión.	79



PFC. Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

	3.2.4. Piezas comerciales.	80
	3.2.5. Coste total de las piezas.	81
	3.3. Estimación de montaje.	82
	3.4. Estimación total de la máquina.	83
4	Conclusiones.	84
5	Bibliografía	85



1. Memoria.

1.1. Introducción.

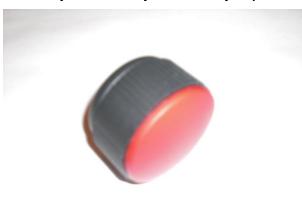
En el presente proyecto, se ha diseñado un prototipo de máquina para ensamblar dos piezas mediante presión. Una máquina automatizada que haga el trabajo que actualmente la llevan a cabo los operarios manualmente.

Las piezas a ensamblar son exactamente tapas y sus respectivos pomos, y la causa de automatizar esta operación, es básicamente eliminar el stock, ya que de las piezas existen una gama amplia de colores, distintos diámetros y algunos pomos con rosca y otros con tornillo. Debido a que las combinaciones de estas tres características son muy amplias, el stock que produce tener muchas piezas disponibles para la venta inmediata, sería en todo caso excesivo, por tanto la finalidad de esta máquina es la de ensamblar estos dos elementos según la demanda de un cliente con sus respectivas condiciones en un tiempo bajo y sin la ocupación de un operario.

Dibujo 1.1.1. Pomo y Tapa.



Dibujo 1.1.2. Conjunto Pomo y Tapa.



Para el diseño de este proyecto se ha utilizado en todo caso el programa 3D Solid Edge ST, el cual he considerado oportuno por su facilidad de utilización y sus grandes opciones de diseño.

El origen del proyecto proviene de la propuesta que surgió del Departamento de Expresión Gráfica de EPSVG y concretamente del profesor Joan Josep Aliau Pons, debido a que la empresa de la que forma parte produce estas piezas y necesitan una máquina capaz de facilitar el ensamblaje de ambos elementos.



1.2. Objetivo.

El principal objetivo a conseguir en el citado proyecto es eliminar al completo el stock de las piezas montadas, Tapas+Pomo, debido a su variedad de tamaños y colores, con la intención de montar las piezas necesarias bajo pedido del cliente.

El diseño de la máquina se tiene que adecuar para ocupar un espacio lo más reducido posible, de forma automatizada y con un mínimo tiempo de fabricación y puesta a punto. De diseño sencillo para ser utilizada por personal poco cualificado y con la flexibilidad para adaptarse a nuevos productos que puedan surgir en el futuro. También se tiene como objetivo que se pueda conectar a la corriente en cualquier enchufe convencional de 220 V y sin necesidad de otro tipo de ayudas para su uso como puede ser aire comprimido, etc.

1.3. Empresa.

La empresa se llama Pedro Pere S.L. está situada en la Avinguda Eduard Toldrà 54, 08800 Vilanova I La Geltrú y está asociada con TECNODIN empresa con el nombre de la cual venden sus productos de inyección.

Trabajan bajo pedido, por lo que es de suma importancia el poder optimizar el tiempo de ensamblaje de las piezas, mediante una máquina automatizada y fácil utilización por parte del operario. Así producir más rápido lo que el cliente pide y del mismo modo, al producir más rápido y juntar la combinación deseada, evita el número de conjuntos en stock, sin necesidad de tener grandes espacios de almacén para piezas, que con el tiempo pueden quedar obsoletas.

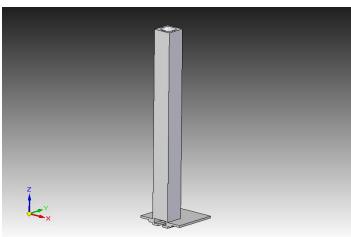
TECNODIN, que es su catálogo del que dispongo y proviene de ambas piezas (tapas y pomos), es una empresa con una experiencia de más de 50 años en el diseño y fabricación de Elementos de Accionamiento y Maniobra y que cuenta con una amplia gama de pomos, asas, pies, volantes, empuñaduras graduables y manillas, tanto en termoestable como en termoplástico, que encajará con las necesidades de sus clientes. Comprometidos con la calidad, tienen implantado un sistema de mejora continua de los procesos de calidad.

1.4. Evolución del diseño.

En un primer momento, para poder empezar a diseñar una máquina hasta el momento inexistente, del que no hay ningún tipo de referencia, se hicieron varios bocetos de imposible construcción, pero con la finalidad de poder analizar sus pros y sus contras e ir modificando el diseño de forma continuada hacia el diseño final y construible.

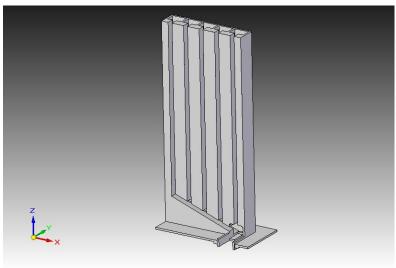
1.4.1. Primeros bocetos de los cargadores.

En primer lugar el diseño del cargador de tapas estaba dispuesto en un solo hueco para cargar, y las tapas se introducirían en forma horizontal.



Dibujo 1.4.1. Cargador tapas horizontal.

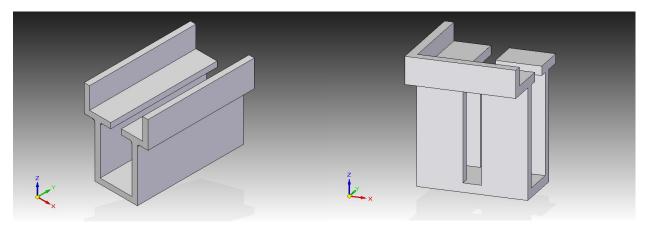
En cambio el cargador de pomos, tendría más huecos para introducir las piezas y en la posición vertical, debido a que los pomos con tornillo introducidas de forma horizontal haría que la altura de este cargador fuera exagerada, ya que este tornillo puede llegar a medir 50 mm. Y mediante un dispositivo en la parte inferior pasará a la posición horizontal.



Dibujo 1.4.2. Cargador Pomos.

Mediante una guía, tanto el pomo como la tapa se desplazarían a una plataforma de ensamblaje donde primero llegaría el pomo y a continuación la tapa se posaría encima, y con la ayuda de un pistón de movimiento vertical ensamblaría ambas piezas.

Dibujo 1.4.3. Guía y Plataforma reposo/ensamblaje.



Estas dos piezas iban sujetas a los mismos cargadores mediante tornillería.

1.4.1.1. Ventajas e Inconvenientes.

Respecto al anterior diseño de los cargadores presenta las siguientes ventajas:

- El cargador de tapas ocupa un espacio muy reducido.
- Fácilmente se puede cargar ambos cargadores.
- La guía y el reposo son geometrías sencillas.

Los inconvenientes de este diseño anterior son:

- El espesor de los elementos anteriores son visiblemente gruesos.
- Imprecisión a la hora de volcar el pomo de posición vertical a horizontal.
- Para mover las tapas del cargador y pomos, son necesarios mecanismos cinemáticos complejos que pueden dar problemas en un futuro.
- Superficie con mucha calidad superficial de la guía, para no ofrecer excesiva resistencia al transporte de las piezas a la plataforma de reposo.
- Imprecisión al colocarse la tapa sobre el pomo, que puede producir problemas en la bajada del pistón si no están en la posición correcta.

Debido a que los inconvenientes son mayores y bastante graves, decidí cambiar de diseño, más simple y a la hora más eficaz.

La evolución que continua a los bocetos anteriores es el diseño actual de la máquina, que tiene las siguientes mejoras frente al diseño anterior:

- El espesor de las paredes de los cargadores se reduce considerablemente.
- No es necesario volcar las piezas a la posición horizontal, porque el ensamblaje se produce en la posición vertical, mediante un pistón de movimiento rectilíneo.

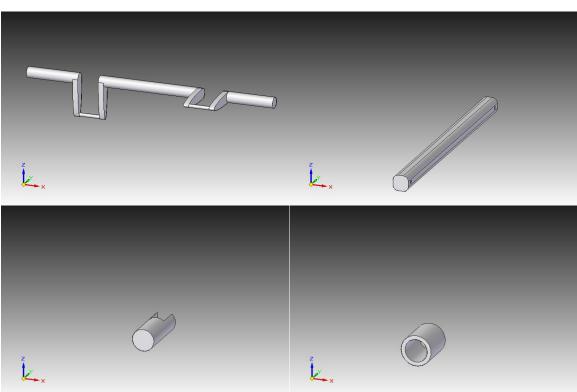


- No es necesario otros mecanismos que no sea el de los pistones, ya que estos realizan todo el trabajo.
- La superficie con calidad simplemente son en las que hay fricción entre piezas de la máquina, ya que las piezas a ensamblar las mueve la fuerza del pistón.

1.4.2. Bocetos de eje transmisión y distintos elementos móviles en el ensamblaje.

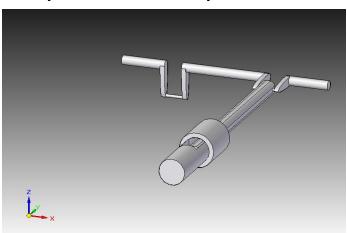
Los siguientes bocetos, simplemente son la idea de cómo funcionaría el conjunto final, así que en este caso no se dispone de ventajas e inconvenientes, porque obviamente se tendrá que adaptar a la bancada.

En primer lugar se observa el cigüeñal que transforma el movimiento rotacional del motor en lineal, en segundo lugar la biela que transmite el movimiento lineal al pistón y por último un cilindro rectificador, que hace que el movimiento rotacional, se convierta en lineal, que es la que nos interesa para presionar a las piezas a ensamblar.



Dibujo 1.4.4. Elementos individuales de la transmisión de movimiento.

En el siguiente boceto se ve el conjunto montado, no obstante el diseño final diferirá completamente, pero la idea esencial del cambio de movimiento rotacional a lineal será idéntica.



Dibujo 1.4.5. Boceto del Conjunto transmisión.

Después de analizar sus pros y sus contras, es fácil ver que la fragilidad que tiene este diseño es muy grande, aunque esta máquina no ofrezca grandes tensiones, con el tiempo la deformación de un conjunto con estas características daría problemas a las maquina.

Por tal motivo se ha decidido cambiar o modificar el diseño inicial, por otro que consta de un conjunto basado en levas que también transforma el movimiento rotativo en movimiento lineal, y con una construcción mucho más robusta.

En un primer diseño del conjunto de levas es el siguiente:

Dibujo 1.4.6. Primer diseño de levas.

En este caso el diseño es bueno, no obstante se necesitan muchos elementos como son los cilindros de los pistones, la plancha que sujeta los cilindros, el fijador del eje y también una caja que contenga todo el conjunto de transmisión oculto y evitar daños en el personal.

Por lo tanto se adapta una solución en la que se simplifica todas estas piezas en una sola, evitando distintos problemas por variaciones de las posiciones por el uso continuado, entre otros problemas. De este modo obtenemos una caja que contiene el eje y las levas, y a más ofrece las mismas funciones que el diseño anterior.

Del diseño anterior se pasa directamente al actual que contiene los requisitos que se consideran oportunos para el buen funcionamiento y mantiene una seguridad al operario ya que los elementos de transmisión quedan ocultos en la denominada caja de transmisión.

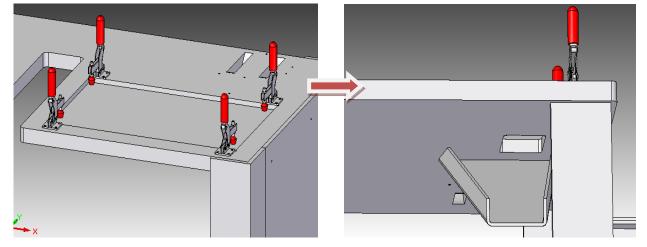
1.4.3. Evolución de la bancada.

La bancada ha sufrido menos modificaciones respecto al diseño de los primeros bocetos, por ser la parte de la máquina menos compleja.

En los primeros bocetos como en la siguiente imagen indica, las patas se soldaban en la parte exterior de de la base de la bancada, no existía un rampa para las piezas hechas y el mismo perfil en L de las patas reposaban sobre el suelo

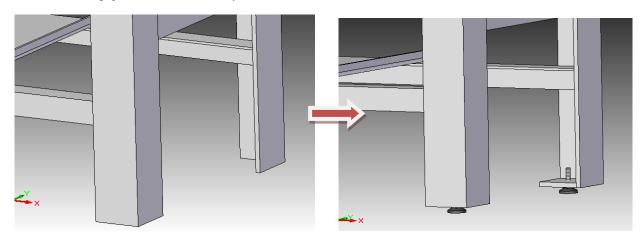
Inconvenientes:

- Quedando de esta forma cantos vivos que pueden hacer daño a cualquier operario que se tope con esas esquinas tan puntiagudas.
- La ranura de la soldadura en la base de la bancada es de difícil limpieza y no es aconsejable una máquina que se vaya acumulando suciedad.
- Con las patas de perfil en L en contacto directamente con el suelo, se dañaría tanto el material de las patas como el suelo.
- Frente a cualquier desnivel la máquina quedaría coja y tendría un movimiento que no es bueno para ninguna máquina.



Dibujo 1.4.7. Evolución de la bancada.

PFC. Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.



Como se observa en las imágenes anteriores, la evolución trata de poner las patas por debajo de la base de la bancada y redondear ésta para evitar el canto vivo y la ranura de dificultosa limpieza para que quede una superficie llana en la parte superior de la bancada.

Y en las imágenes de abajo se pone un soporte de pie unos pies con rosca para poder salvar cualquier desnivel y evitar los movimientos innecesarios de la máquina.

1.5. Elección de los materiales de la máquina.

En este apartado se asigna a las piezas diseñadas en el proyecto, los materiales más apropiados, en función de las características necesarias, para así obtener: fiabilidad, correcto funcionamiento, durabilidad...

Se detalla con especial atención cada uno de los materiales utilizados, sus propiedades físicas, aplicaciones, etc. Ya que las piezas en función de sus necesidades requieren diferentes materiales.

1.5.1. Aluminio 6061 T6.

En este punto se detalla el material utilizado para la fabricación de los cargadores tanto el de tapas, como el de pomos. Por lo tanto se utilizará el mismo material para los 6 cargadores que contiene la máquina diseñada, 3 Cargadores Tapas (D. 40,50 y 63) y 3 Cargadores Pomos (D. 40,50 y 63).

En los cargadores, existen muchas piezas distintas y no todas exigen las mismas propiedades mecánicas, no obstante se elige el mismo material para todas sus piezas. Las piezas al no ser normalizadas y todas ellas deben de ser mecanizadas, nos resultará más barato comprar un único material en gran cantidad que muchos en pequeñas cantidades.

El material de los cargadores en función de las necesidades debe de ser:

- Ligero, para que el operario no tenga problemas físicos por la repetición de cambio de cargadores.
- Resistente a la corrosión y a ser rallado para más durabilidad, por lo tanto tiene que tener una dureza media.
- Cierta resistencia a esfuerzos mecánicos, resistencia al choque. La máquina está sobredimensionada para hacer frente a agentes externos y así evitar futuros problemas.

Por lo tanto el material que cumple con bastante precisión estos requisitos es el Aluminio 6061 en el estado T6.

Propiedades del Aluminio 6061:

Carga de Límite de Coeficiente de Límite elástico Dureza Rp 0.2 (N/mm²) AW Estado rotura Rm dilatación fatiga Brinell (HB) (N/mm^2) (N/mm^2) lineal 1/10 K 275 2017A **T4** 105 425 260 22,9 330 2024 **T4** 120 460 280 23,1 6061 **T4** 65 235 180 23,3 140 270 6061 T6 95 190 310 23.3 170 6082 **T4** 70 260 200 23,1 310 6082 T6 95 210 340 23,1 335 7020 T6 120 380 270 23,3 505 7075 150 300 23.5 T6 570

Tabla 1.5.1. Propiedades mecánicas de aleaciones del aluminio.

Los coeficientes de rozamiento no se expresan en la tabla anterior, y teniendo en cuenta que la zapata y la superficie deslizante es el aluminio 6061, estos son:

$$\mu_{\rm e} = 0.190; \qquad \mu_{\rm d} = 0.165$$

Es dúctil, ligero con gran resistencia y excelentes características de acabado, el aluminio 6061-T6 es ideal para la elaboración de piezas maquinadas con calidad excelente y para trabajos que requieran buen acabado superficial.

El aluminio 6061-T6 ofrece las siguientes propiedades:

- Ligero, es el material industrial más ligero a excepción del magnesio.
- Buena resistencia mecánica que se consigue con las aleaciones.
- Posee cierta elasticidad, que frente a las deformaciones recupera su posición original cuando cesa la fuerza.
- Resistencia a la corrosión, en ambiente de aire húmedo se forma una capa que evita que el óxido penetre en el interior del metal.
- Buenos conductores del calor y la electricidad.
- El aluminio no es magnético, ni inflamable, ni tóxico.

Tabla 1.5.2. Características de las aleaciones.

ALEACIONES	NO TEMPLABLES	2021		TEMPL	ABLES
	5083	2017	6061	6082	7079/22
	PF	OPIEDAD	ES FÍSICA	S	
Módulo elasticidad Kg/mm²	7100	7400	6900	6950	7100
Peso específico g/cm3	2,78	2,80	2,80	2,80	2,85
Temperatura en fusión	580/645	510/640	575/650	570/645	485/640
Coeficiente de dilatación lineal °C 20° 10-6/°C	23,9	23	23,60	23,50	23,6
Conductividad térmica W/m °C	120	134	167	174	140
Cond. eléctrica a 20°C m/ohm, mm²	17	21-28	25-27	24-32	19-23
	APTI	TUDES TE	CNOLÓGI	CAS	Official Hills
SOLDADURA	-32-				
A la llama	MB	В	MB	MB	В
Al arco bajo gas argón	MB	MB	В	MB	В
Por resistencia eléctrica	MB	MB	В	MB	В
Braseado	M	В	В	В	M/E
COMPORTAMIENTO NATURAL					
En ambiente rural	MB	R	MB	MB	R
En ambiente industrial	MB	R	В	В	R
En ambiente marino	MB	M/E	В	В	M/E
En agua de mar	MB	M/E	В	В	M/E
MECANIZACIÓN					
Fragmentación de la viruta	R	В	R	R	В
Brillo de superficie	MB	В	MB	MB	В
Conformabilidad en caliente (forja)	В	В	В	MB	В
ANODIZADO					1
De protección	MB	R	MB	MB	В
Decorativo	R	R	R	R	M/E
Anodizado duro	MB	В	MB	MB	MB

Serie 6000 tiene buena resistencia mecánica, buena resistencia a la corrosión, buena maquinabilidad y buena soldabilidad.

Aleación del Aluminio 6061-T6.

Una aleación ligera trata de aquellas aleaciones que tienen como elemento principal o base el aluminio. La aleación del grupo 6xxx tiene como componentes principales Mg y Si. En algunas aleaciones de aluminio el peso puede llegar a ser 1/3 que el peso del acero.

EN-AW UNE Elementos aleantes (% en peso) 2017A L-3120 AlCuMg1 Si: 0,2-0,8 Fe: <0,7 Cu: 3,5-4,5 Mn: 0,4-1,0 Mg: 0,4-1,0 Cr: <0,1 Zn: <0,25 Ti+Zr: <0,25 2024 L-3140 Si: <0,5 Fe: <0,5 Cu: 3,8-4,9 Mn: 0,3-0,9 Mg: 1,2-1,8 Cr: <0,1 Zn: <0,25 Ti+Zr: <0,2 AlCuMg2 AlCu6.5Mn0.3 Si: <0,3 Fe: <0,4 Cu: 5,8-6,8 Mn: 0,2-0,4 Mg: <0,1 Zn: <0,1 Ti:0,02-0,01 Zr: 0,1-0,25 2219 Si: <0,4 Fe: <0,4 Cu: <0,1 Mn: 0,4-1,0 Mg: 4,0-4,9 Cr: 0,05-0,25 Zn: <0,20 Ti: <0,15 AlMg4.5Mn 5083 Si: 0,4-0,8 Fe: <0,7 Cu: 0,15-0,4 Mn: <0,15 Mg: 0,8-1,2 Cr: 0,04-0,35 Zn: <0,25 Ti: <0,15 6061 L-3451 AlMg1SiCu 6082 L-3453 AlMgSi1 Si: 0,7-1,3 Fe: <0,5 Cu: <0,1 Mn: 0,4-1,0 Mg: 0,6-1,2 Cr: <0,05 Zn: <0,2 Ti: <0,1 Si: <0,35 Fe: <0,4 Cu: 0,2 Mn: 0,05-0,5 Mg: 1,0-1,4 Cr: 0,1-0,35 Zn: 4,0-5,0 Ti+Zr: 0,08-L-3741 7020 AlZn4.5Mg1 0.25 7022 AlZnMgCu0.5 Si: <0,5 Fe: <0,5 Cu: 0,5-1,0 Mn: 0,1-0,4 Mg: 2,6-3,7 Cr: 0,1-0,3 Zn: 4,3-5,2 Ti+Zr: <0,2 Si: <0,2 Fe: <0,3 Cu: 1,5-2,6 Mn: <0,15 Mg: 1,8-2,6 Cr: <0,1 Zn: 5,7-7,6 Ti: <0,2 Zr: 0,08-7050 L-3751 AlZnMqCu2.0 Si: <0,4 Fe: <0,5 Cu: 1,2-2,0 Mn: 0,3 Mg: 2,1-2,9 Cr: 0,18-0,28 Zn: 5,1-6,1 Ti: <0,06 Zr: 7075 L-3710 AlZnMgCu1.5 0.08-0,25

Tabla 1.5.3. Elementos aleantes de las aleaciones de Aluminio.

Aplicaciones:

Las aplicaciones del Al 6061-T6 son múltiples pero entre otras son las siguientes: portamoldes y portatroqueles, moldes prototipos, moldes para moldeado por soplado, inyección y al vacio, partes de maquinaria, alambre para conductores eléctricos, perfiles para uso arquitectónico e industrial donde se requiere una resistencia mecánica superior a la de aleación 6063.

1.5.2. Fundición FGE 42-12.

El material de la bancada debe ser resistente a esfuerzos de compresión, con una dureza media y con buena resistencia a los esfuerzos mecánicos varios. Es la parte de la máquina que aguantará el peso de los demás elementos y donde residirán los cargadores y elementos de la máquina inactivos.

El material que cumple con las necesidades necesarias y es habitual en las bancadas de la maquinaria en las industrias es la Fundición FGE 42 12, fundición con grafito esferoidal de hierro (UNE 36-118-73).

Propiedades de la Fundición 42-12.

Las fundiciones dúctiles (como en este caso) presentan en ciertos casos propiedades comparables con las de los aceros. La presencia de grafito contribuye al mejoramiento de la maquinabilidad que es similar a la de las fundiciones grises y superior a la de los aceros que presentan durezas similares.

Tabla 1.5.4. propiedades mecánicas de la Fundición FGE 42-12.

Tabla 21: Tipos más habituales de la fundición con grafito esferoidal, según UNE 36118.

TIPO	RESISTENCIA A TRACCIÓN (N/mm²)	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm²)	DUREZA BRINELL HB
FGE 80-2	780	490	250 - 360
FGE 70-2	690	440	230 - 300
FGE 60-2	590	390	210 - 280
FGE 50-7	490	345	170 - 240
FGE 42-12	410	275	150 - 200
FGE 38-17	370	235	140 - 180

La fundición con grafito esferoidal se caracteriza por su baja temperatura de fusión (1100 °C-1200 °C), baja contracción al solidificarse y propiedades mecánicas muy elevadas. Esto hace que se pueda moldear con facilidad. Algunas de las propiedades más importantes son:

- Son de fácil fabricación.
- Son fáciles de mecanizar.
- Su precio es más barato que el acero.
- Se puede realizar cualquier medida de pieza.
- Buena absorción y resistencia a las vibraciones.
- Poca contracción a las solidificaciones.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Gran resistencia al desgaste.
- Aceptable resistencia a la tracción.
- Buena resistencia a la comprensión
- Las fundiciones no son buenas conductoras de la electricidad y el calor.

Aleación de la Fundición 42-12.

Las fundiciones son aleaciones de hierro-carbono con un contenido de C que oscila entre el 2% y el 6,67%, aunque la presencia de otros elementos puede hacerlo variar ligeramente. Los elementos aleados a la fundición son: silicio, azufre, manganeso y, fósforo.

El hierro dúctil es una estructura fundida que contiene partículas de grafito en forma de pequeños, redondeados y esferoidales nódulos en una matriz metálica dúctil. Por lo tanto, el hierro dúctil tiene mucha mayor resistencia que el hierro gris y un considerable grado de ductilidad

Aplicaciones de la Fundición 42-12.

Debido a sus propiedades, las fundiciones suelen utilizarse para la realización de bloques, bancadas de máquinas, herramientas, soportes, bloques de motores, cuerpos de bombas etc.

Por lo tanto este material es idóneo para nuestro uso.

1.5.3. Acero F 5211.

Para los elementos de transmisión: caja, bielas, eje de transmisión, cilindros; es necesario un material resistente a la vez de duro, ya que necesita que el ciclo de vida sea largo y están sometidos en todo momento a esfuerzos mecánicos y a fricciones, que pueden debilitar y desgastar fácilmente los materiales.

Utilizamos el mismo material para todos los elementos de transmisión, y el material más conveniente para esta tarea es la del acero F-5211 con los tratamientos térmicos del temple y revenido.

Tabla 1.5.5. Equivalencias con otras normas.

Wnr code	UNE-EN actual	UNE-EN antigua	DIN	BS	UNI	AFNOR	AISI SAE	JIS
1.2379	X153CrMoV12	F-5211	X155CrVMo12-1	BD2	X155CrVMo121KU	X160CrMoV12 / Z160CDV12	D2	

Propiedades del acero F-5211.

Este acero es de alta dureza y extraordinaria tenacidad con gran resistencia al desgaste, que mantiene muy buena estabilidad dimensional a través del tratamiento térmico y buena mecanibilidad dentro de los aceros altos en C, Cr. Es nitrurable, alcanzando microdurezas de 1100 a 1200 HV con 60-62 HRc en el núcleo. Algunas de las propiedades más significativas son:

- Material muy tenaz.
- Relativamente dúctil.
- Es maleable, lo cual permite la creación de planchas.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento.
- Considerable dureza.
- La corrosión es de las desventajas por el óxido, pero solucionable con algunos tratamientos superficiales.
- Alta conductividad eléctrica y térmica.

En el acero F-5211 se aplicará los tratamientos térmicos de temple y revenido. Las piezas correctamente templadas han de dar una dureza de 60 - 62 HRc. Acto seguido después del temple se procede a realizar el revenido, con el fin de eliminar al máximo las tensiones internas en aplicaciones de máxima tenacidad, trabajo en semi-caliente... un segundo revenido de mínimo 1 hora mejorará las propiedades mecánicas, especialmente la tenacidad.

Tabla 1.5.6. Propiedades acero F-5211.

PROPIEDAD	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS								
Temperatura de ensayo [ºK]	293	373	473	673	873	Otro	Unidades		
Constantes físicas.									
Dilatación térmica lineal Conductividad calorífica calor específico Temperatura de transición alfa-gamma Ac ₁ Ac ₃	20 460	10.5	11	11.5	12.2	1073 1128	X10 ⁻⁶ ·K ⁻¹ W·m ⁻¹ ·K ⁻¹ J·Kg ⁻¹ ·K ⁻¹ K		
Densidad Resistividad eléctrica Módulo de elasticidad a tracción	7.7 65 210			193		1128	x10 ³ ·Kg·m ⁻³ x10 ⁻⁸ ·Ω·m x10 ³ ·MPa		
Propiedades Mecánicas.									
Resistencia a tracción Dureza en caliente Resiliencia Charpy - V {60 HRc} Charpy Sin Entalla [Probeta: 7x10x55] {62 HRc} Resistencia al desgaste abrasivo {62 HRc}	18			1560 48	1160 37		MPa HRc J J Coeficiente		
(58 HRc)							ROVALMA-2 Coeficiente ROVALMA-2		

Aleación del acero F-5211.

El acero es una aleación de hierro carbono, donde el carbono no supera el 2,1 % en peso de la composición de la aleación, porcentajes mayores pasaríamos a hablar de fundiciones.

En el caso del acero F-5211, los elementos aleantes y porcentajes aproximados se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 1.5.7. Porcentaje en peso de los elementos aleantes del acero F-5211.

Composición (% en peso):							
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
1.50 - 1.60	0.10 - 0.40	0.15 - 0.45	11.0 - 12.0	0.60 - 0.80	0.90 - 1.10	0.030 máx	0.030 máx

Aplicaciones del acero F-5211.

Las aplicaciones del acero en la sociedad actual es muy amplia no obstante de este acero se comentará alguna: para matrices y constantes de forma complicada, elevada dureza y gran resistencia al desgaste, para trabajos en grandes series, pero no sometidas a esfuerzos de flexión, cuchillas circulares y de cizallas. Machos, peines de roscar, escariadores. Matrices de acuñación, calibrado a prensa en frío. Moldes para plásticos, maquinaria, rodamientos de automóviles, construcción de utillajes en general...



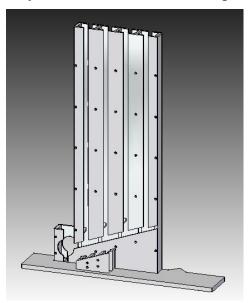
1.6. Preparación de la máquina para su funcionamiento.

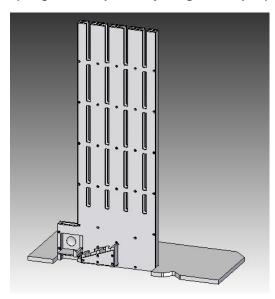
La preparación de la máquina para su correcto funcionamiento no tiene ninguna complicación, y el operario deberá empezar seleccionando los cargadores según la elección del diámetro de los pomos, introducir cada una de las piezas en sus respectivos cargadores, montar estos en sus posiciones en la bancada de la máquina y por último accionar el interruptor que encienda la el motor y así se inicie el proceso de ensamblaje de ambas piezas.

1.6.1. Selección del cargador e introducción de las piezas.

En primer lugar el operario y bajo demanda específica del cliente sobre las características de los pomos, elegirá el cargador adecuado que será de entre las 3 medidas posibles, cargador de diámetro 40, 50 ó 63.

Dibujo 1.6.1. Selección de los cargadores (cargador de pomos y cargador tapas).



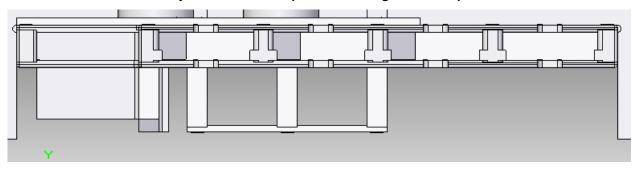


Una vez se seleccionen los cargadores deseados, se procede a introducir las piezas en sus respectivas ubicaciones. Se introducen por la parte superior de los cargadores, sin necesidad de preocuparse por la posición en que se mete en los cargadores porque solamente se podrán introducir de una sola forma por el diseño de la máquina, ya que las paredes de los cargadores constan de unas pestañas que hacen de guía de las piezas (pomos y tapas).

Se introducirán de una en una los pomos y las tapas en sus respectivos cargadores y ya está lista para su anclaje en la bancada y su posterior encendido.

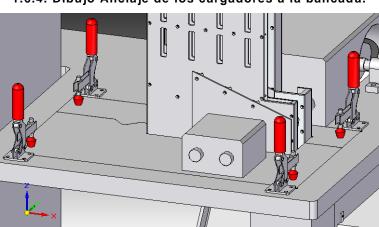
Dibujo 1.6.2. Parte superior del cargador de pomos.

Dibujo 1.6.3. Parte superior del cargador de tapas.



1.6.2. Colocación de los cargadores en su posición y puesta en marcha.

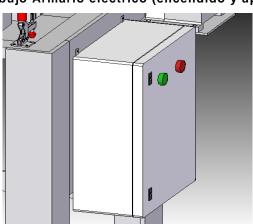
Una vez los cargadores tienen en su interior todas las piezas, se pone el cargador en la bancada y se ancla mediante unas mordazas verticales rápidas.



1.6.4. Dibujo Anclaje de los cargadores a la bancada.

Mediante las mordazas que se muestran en el dibujo anterior se fijan los cargadores en la bancada de forma que no tiene ninguna movilidad en las 3 dimensiones.

Por último se pondrá en marcha la máquina encendiendo el interruptor (verde) del motor que se sitúa en el armario eléctrico, y se parará en el botón de parada (rojo) situado en el mismo armario.



1.6.5. Dibujo Armario eléctrico (encendido y apagado).

1.6.3. Métodos SMED y Poka-Yoke.

Para la presente máquina se han buscado métodos o herramientas utilizadas en las industrias para mejorar los procesos, aumentar la productividad, reducir los errores...

Por lo tanto en este proyecto se han introducido los métodos de SMED y Poka-Yoke de una forma combinada que facilitan las cosas a los operarios.

Metodo SMED:

Cambio rápido de utillaje (Single-Minute Exchange of Die).

Como indica su propio nombre, esta técnica trata de hacer una cambio de utillaje y preparación de cualquier tipo de máquina lo más rápido posible. Es decir, reducir al máximo los tiempos elevados de improductividad de los procesos que se llevan a cabo. El principio del sistema SMED es conseguir reducir los tiempos a menos de 10 minutos.

La aplicación de la filosofía y de las técnicas del sistema SMED permite a la empresa:

- Reducir los lotes.
- Reducir los costes.
- Reducir los tiempos improductivos.

Lo que pretende esta técnica es hacer que las operaciones clasificadas como productivas (operaciones con máquina en marcha), realmente se producen con la máquina en marcha, y las llamadas improductivas cambiarlas a productivas, en medida de lo posible. Y sobre todo estandarizar todas las operaciones de forma que sólo se puedan hacer de una sola manera, también para reducir el tiempo.

Otro aspecto en la metodología SMED es evitar al máximo en las piezas móviles los elementos de sujeción de tornillería que precisan de herramientas y de un tiempo excesivo de cambio.

Los pasos que se siguen tradicionalmente, en un proceso de preparación de máquina o cambio de utillaje y en los que se invierten la gran mayoría del tiempo, y SMED pretende reducir son:

- Preparación del nuevo proceso: ajustes del postproceso, comprobación de las herramientas...
- Montaje y desmontaje del utillaje, herramientas...
- Midas y calibrajes.
- Ajuste de la máquina al nuevo proceso: pruebas y ajuste.

Metodo Poka-Yoke:

El Poka-Yoke es un concepto que se puede traducir por "a prueba de errores" o "a prueba de fallos tontos", y generalmente, son dispositivos destinados a evitar errores inadvertidos que cualquier persona podría cometer. Sistema equivalente al término anti-error.

Son dispositivos que mejoran la calidad del proceso, que instalados en el sitio adecuado evitan los defectos al 100% incluso cuando se producen los errores, mediante unas funciones básicas, que de una forma u otra, avisan, paran, controlan, evitan..., cuando se produce algún problema o defecto, así se pueden controlar, analizar i/o eliminarlos.

Esta herramienta controla los estados en que puede encontrarse un defecto: prevención i detección.

En el presente proyecto se aplica el Poka-Yoke en el aspecto de prevención, y así el mismo operario no puede tener errores por cansancio, despiste, incompetencia...

Aplicación de los métodos SMED y Poka-Yoke en el proyecto:

En el presente proyecto se aplica el método SMED y Poka-Yoke para facilitar y mejorar el cambio de los cargadores en sus respectivas posiciones en la bancada, el sistema de sujeción rápido de los cargadores en su puesto y la forma de introducir las piezas en éstos.

1.6.3.1. Aplicación de los métodos en el montaje de los cargadores en la bancada.

En el montaje de los cargadores en la bancada se aplica una combinación de los dos métodos.

Respecto al Poka-Yoke, en la siguiente imagen se puede observar como la forma de poner los cargadores en la bancada es única y exclusiva, debido al diseño de la base de los cargadores, que se puede observar fácilmente en las circunferencias de color rojo. Esto evita el posible error humano en la colocación de los cargadores y poder romper cualquier elemento de la máquina en accionar el motor. Por lo tanto cumpliendo con la metodología Poka-Yoke los cargadores solamente se pueden montar de una sola forma en la bancada y entre ellos.

Referente al SMED el hueco existente en la bancada fija directamente la bancada en las dos dimensiones horizontales, evitando así calibrar los cargadores según sus dimensiones y abreviando así el tiempo invertido en el cambio de cargadores. El conjunto de los cargadores tienen en común sus dimensiones horizontales 468x280 así el hueco sirve para cualquier diámetro de pomo seleccionado.

1 Cargador Pomos
2 Cargador Tapas
3 Poka-Yoke
entre Cargadores
4 Poka-Yoke
bancada-cargador tapas

Dibujo 1.6.6. SMED y Poka-Yoke aplicado a los cargadores y bancada.

	Cargador 40	Cargador 50	Cargador 63		
A (mm)	116,8	73,3	25,5		

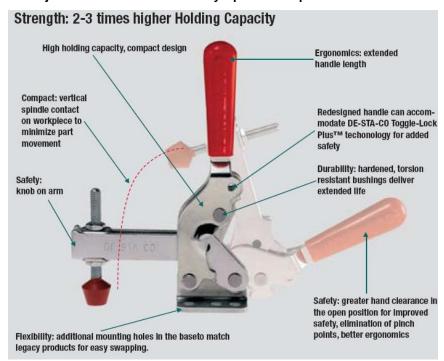
La mala colocación de los cargadores es imposible, ni siquiera entre los cargadores de distintos diámetros, ya que la distancia 'A' no es la misma entre los distintos cargadores. Y tampoco la colocación inversa de los cargadores (pomos donde tapas y viceversa) porque el Poka-Yoke Nº 4 imposibilitaría esta posición ya que los cargadores de pomos no disponen de esa geometría, y la misma bancada evita esta incorrecta colocación.



1.6.3.2. Aplicación de los métodos en la sujeción rápida de los cargadores en la bancada.

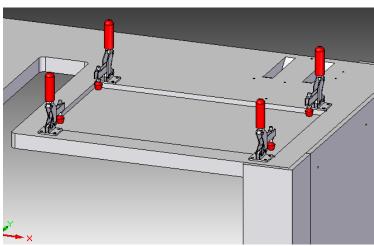
La aplicación de la metodología SMED, también afecta a la sujeción de los cargadores en sus respectivas posiciones de funcionamiento, ya que el producto es producido bajo pedido y en función del diámetro pedido por el cliente. Es por esta razón que los cargadores tienen que ser cambiados frecuentemente, por lo tanto se debe rebajar el cambio con un tipo de sujeción rápida, para así evitar al máximo el tiempo improductivo.

El elemento o sistema de sujeción elegida es la mordaza vertical rápida, que con un simple movimiento de palanca es capaz de aplicar o quitar gran presión. Evitando así la tornillería y sus respectivas herramientas, por lo tanto el cambio de utillaje en la presente máquina es mínimo.



Dibujo 1.6.7. Funcionamiento y apertura rápida de la mordaza.

En la máquina diseñada, se asignará 4 ejemplares de mordazas, 2 para el cargador de pomos y otros 2 para el de tapas.



Dibujo 1.6.8. Posición de las mordazas en la bancada.

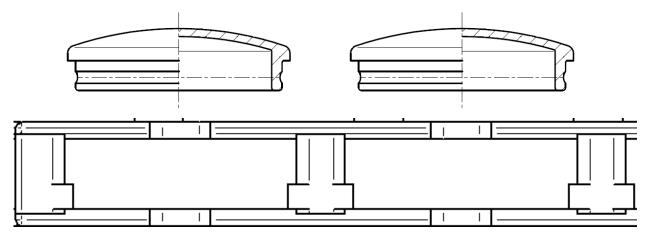


1.6.3.3. Aplicación de los métodos en la introducción de las piezas en los cargadores.

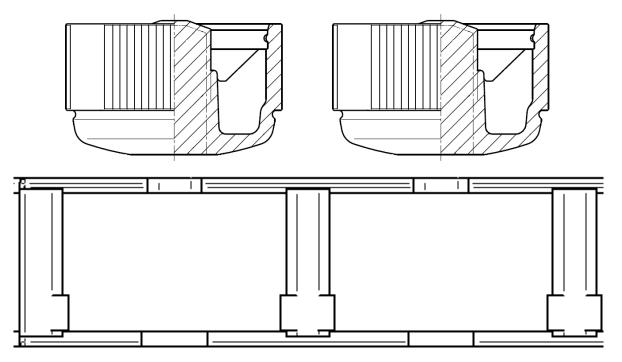
En la tarea que tiene el operario de introducir las piezas en los cargadores, también se aplica el método Poka-Yoke, en la que solamente hay una forma de introducir tanto los pomos como las tapas en sus respectivos cargadores.

La aplicación de Poka-Yoke en la introducción de las piezas se debe a unas pequeñas guías diseñadas en las paredes de los cargadores que permiten la única forma de introducción, así evitando posibles despistes o errores.

Dibujo 1.6.9. Poka-Yoke aplicado a la introducción de las tapas.



Dibujo 1.6.10. Poka-Yoke aplicado a la introducción de los pomos.



En las dos últimas imágenes se puede observar que el hueco que tienen los cargadores para sus respectivas piezas tiene una forma similar imposibilitando su incorrecta posición.



PFC. Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

1.6.3.4. Aplicación de los métodos en el funcionamiento de la máquina.

En el propio funcionamiento de la máquina también se aplica el sistema Poka-Yoke, para evitar la parada de producción por haber agotado las piezas en los cargadores.

Es necesario aplicar un sistema de alarma, ya puede ser luminoso como sonoro, que constará de un detector capacitivo dispuesto en un punto estratégico y conectado a esta alarma, que le dará al operario de unos segundos para poder rellenar los cargadores de sus correspondientes piezas sin la necesidad de parada de la máquina, y evitara así que por despiste la máquina siga en funcionamiento sin piezas.

El detector capacitivo será anclado al cargador de pomos o de tapas, mediante una chapa, en una de las columnas y en la altura necesaria para dar al menos de 30 segundos, antes de que se agoten las piezas de los cargadores.

Estos detectores capacitivos tienen la función de detectar diferentes tipos de plásticos de los que están formados las piezas a ensamblar, por lo tanto en el momento que no detecte este material en la posición donde se instale, enviará una señal a la alarma luminosa o sonora, que avisará al operario que las piezas de los cargadores se acaban y son necesarias más, o desconectar la máquina en caso que no sea necesario ensamblar más piezas.

1.7. Elementos comerciales.

1.7.1. Motor eléctrico.

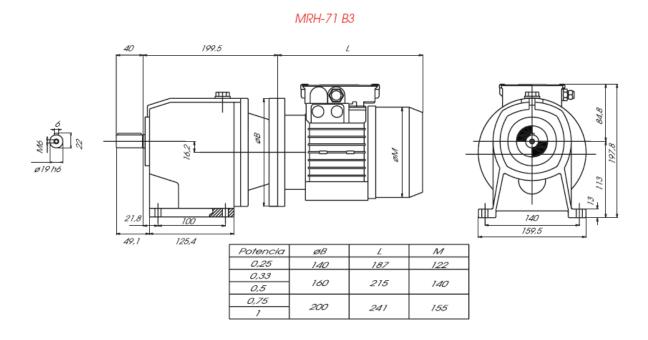
Para el presente proyecto se ha elegido un motor eléctrico de ejes coaxiales, este motor, más específicamente se trata de un motorreductor, debido a que ofrece unas revoluciones mucho más pequeñas que un motor convencional.

Tabla 1.7.1. Prestaciones.

CV entrada	r.p.m SAL.	Relación I/i	rendimiento	Par Nominal (Kpm)	fs	Peso (Kgs)	Referencia
0,25	20	74,56	0,96	9,09	1,6	18,5	MRH-71/20 0,25 B3-B5
0,25	25	57,99	0,96	7,07	1,7	18,5	MRH-71/25 0,25 B3-B5
0,25	30	46,21	0,96	5,63	1,8	18,5	MRH-71/30 0,25 B3-B5
0,25	40	38,06	0,96	4,64	2	18,5	MRH-71/40 0,25 B3-B5
0,25	50	27,51	0,96	3,35	2	18,5	MRH-71/50 0,25 B3-B5
0,25	60	25,6	0,96	3,12	2	18,5	MRH-71/60 0,25 B3-B5
0,25	70	20,98	0,96	2,56	2	18,5	MRH-71/70 0,25 B3-B5
0,25	80	17,51	0,96	2,13	2	18,5	MRH-71/80 0,25 B3-B5
0,25	90	16,23	0,96	1,98	2	18,5	MRH-71/90 0,25 B3-B5
0,25	100	14,81	0,96	1,81	2	18,5	MRH-71/100 0,25 B3-B5
0,25	110	13,32	0,96	1,62	2	18,5	MRH-71/110 0,25 B3-B5
0,25	125	11,44	0,96	1,39	2	18,5	MRH-71/125 0,25 B3-B5
0,25	145	9,66	0,96	1,18	2	18,5	MRH-71/145 0,25 B3-B5
0,25	160	8,99	0,96	1,10	2	18,5	MRH-71/160 0,25 B3-B5
0,25	190	7,37	0,96	0,90	2	18,5	MRH-71/190 0,25 B3-B5
0,25	230	6,15	0,96	0,75	2	18,5	MRH-71/230 0,25 B3-B5
0,25	275	5,2	0,96	0,63	2	18,5	MRH-71/275 0,25 B3-B5
0,25	305	4,68	0,96	0,57	2	18,5	MRH-71/305 0,25 B3-B5
0,25	355	4,02	0,96	0,49	2	18,5	MRH-71/355 0,25 B3-B5

El motorreductor seleccionado para esta máquina es el MRH-71/20 0,25 B3.

Dibujo 1.7.2. Dimensiones.



Características del motor.

Los motoreductores serie MRH se caracterizan por la posición de los ejes de entrada y salida coaxiales. Están compuestos por dos trenes de engranajes helicoidales. Su mayor particularidad es la elevada compactividad y silenciosidad de funcionamiento.

1.7.1.1. Características constructivas.

La serie MRH, es un reductor coaxial de engranajes cilíndricos helicoidales, construidos en acero F-1540 cementado (dureza 58-60 Rockwell C), con los flancos de diente rectificados en calidad 6 DIN 3962.

Los ejes están construidos en acero F-155, cementado (dureza 56-62 Rockwel C).

Las carcasas están construidas en fundición gris GG-25 para todos los tamaños de reductor, lo que le da un inmejorable comportamiento a fatiga, ante vibraciones o cualquier otro tipo de contratiempo que no podamos evitar en el montaje.

Con los retenes de NITRILO BUTADIENO según DIN 3760, rodamientos alta calidad y una terminación con imprimación EPOXI (dos componentes), y acabado de ESMALTE MONOCAPA (dos componentes) de color gris (RAL 7672), dan como resultado el reductor más competitivo del mercado.

1.7.1.2. Posición de montaje.

Para el montaje de un reductor es necesario tener en cuenta las siguientes prescripciones para el buen funcionamiento del mismo:

- Buena fijación sobre una superficie plana, que evite vibraciones o tensiones no deseadas.
- Si se prevén cargas no uniformes o arranques continuados, se aconseja intercalar acoplamientos elásticos, embragues, limitadores de par, etc.
- Si fuese necesario pintar el reductor, cubrir los retenes a fin de evitar que se resequen y pierdan estanqueidad.
- El mecanizado de las piezas que se instalen en los ejes de salida, deberán llevar tolerancia ISO H7 o h6 para el eje hueco.

1.7.1.3. Factor de servicio.

El factor de servicio de un reductor, tiene en cuenta las variaciones de la carga y las sobrecargas, con el tiempo de funcionamiento, para un trabajo determinado.

Horas de funcionamiento diario Tipo de carga 8 h/día 16 h/día 24 h/día 8h/día 16h/día 24h/día 8h/día 16h/día 24h/día Nº arranques < 10/h Nº arranques 10/h a 40/h Nº arranques > 40/h Uniforme 1,2 1,3 1,3 1,2 1,5 1,1 1,4 1,4 Sobrecarga ligera 1,2 1,4 1,5 1,3 1,5 1,6 1,4 1,6 1,7 Sobrecarga pesada 1,6 1,7 1,8 1,7 1,8 2 1,6 1,7 Nota: estos valores del factor de servicio se incrementan un 20% en caso de montar motores freno, si se alterna el

Tabla 1.7.3. Factor de servicio.

1.7.1.4. Mantenimiento.

Los reductores del tamaño MRH-71, MRH-80 y MRH-90 van provistos de lubricación permanente, por lo que no necesitan ningún tipo de mantenimiento.

sentido de giro o si existen sobrecargas en momentos puntuales.

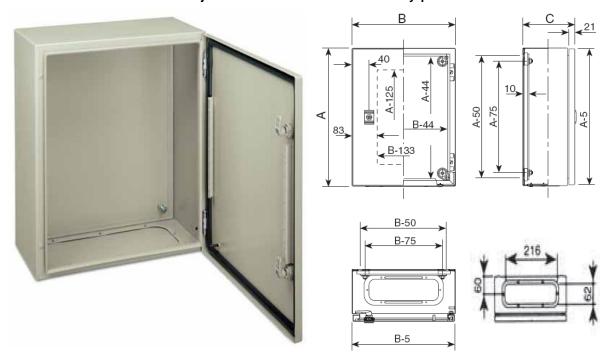
1.7.1.5. Lubricación.

En la serie MRH llevan lubricación permanente los tamaños MRH-71, MRH-80 y MRH-90, que viene incorporada desde fábrica, con aceites refinados de alta calidad, aditivados especialmente con productos antioxidantes, antidesgaste, con protectores de Fe, Cu y aleaciones, con nivel de calidad CLP DIN 51517-3, FZG nivel 12, AP GL-4, US 224, AGMA 250-04; por lo que no necesita de mantenimiento.

1.7.2. Armario eléctrico.

El elemento en el cual residirán los elementos eléctricos, cables e interruptores, será en un armario situado en la parte posterior de la máquina justamente al lado del motor para evitar grandes distancias de cables.

El armario elegido en el Catálogo Himel es el CRN-43/150.



Dibujo 1.7.4. Armario Metálico CRN y plano.

- Las dimensiones del modelo CRN-43/150 son: alto, 400; ancho, 300: profundidad, 150.
- El peso del armario es de 6 Kg.

1.7.3. Mordaza vertical rápida.

Para fijar los cargadores en sus posiciones en la bancada se ha optado por el mecanismo de mordaza vertical rápida, que con el simple movimiento de palanca es capaz amordazar un elemento móvil aplicándole gran presión.

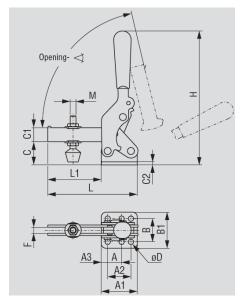
El modelo escogido en función de las necesidades de la máquina y por lo tanto más apropiado es el: **2002-U.**



Dibujo 1.7.5 Modelo de mordaza vertical 2002-U.

1.7.3.1. Dimensiones de la mordaza.

La elección del modelo 2002-U, es debido a que es la mordaza con las dimensiones más reducidas y por lo tanto más conveniente para la finalidad de la máquina, que debe ser lo más comprimida posible.



Dibujo 1.7.6. Dimensiones de la mordaza vertical y movimiento.

Model no.	Α	A1	A2	А3	В	B1	C	C1	C2	ØD	F	Н	L	L1	M
2002-U	12,7	34,5	22,9	5,8	26,9	38,6	24,1	12,7	3,0	5,6	6,1	119,9	83,6	49,0	M6



1.7.3.2. Características constructivas de la mordaza.

En la siguiente tabla se puede observar las características de la mordaza, que son las propicias a las necesidades requeridas.

Tabla 1.7.7. Características de la mordaza.

Model no.	Holding	Bar	₽,₽		<u></u>	
	Capacity	Capacity Opening		Standard	Flanged	
	[N]	₹.10'	[kg]	equipment	Washers	
2002-U	2.700	75°	0,22	215208-M	215105-M	

1.7.4. Pie rígido.

En las patas de la bancada y en contacto con el suelo se utiliza unas patas para evitar tanto el deterioro del material de las patas como el mismo suelo, y además es necesario unas patas que se puedan graduar en altura para poder salvar cualquier tipo de desnivel en el suelo y que la misma máquina este completamente recta.

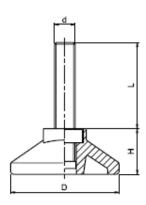
El pie rígido seleccionado para la presente máquina es el modelo Pie Rígido 7052.

Dibujo 1.7.8. Pie rígido.



1.7.4.1. Dimensiones del pie rígido.

Dibujo 1.7.9. Dimensiones.



D	Н	d	L	Peso máx. estático Kg.	ART.
25	16	M8	25	100	7052 02 100
25	16	M8	37	100	7052 04 100
38	16	M8	25	100	7052 34 100
38	16	M8	37	100	7052 39 100

Termoplástico y espiga de hierro zincado. Montaje con destornillador en cruz por la base. Peso máximo estático calculado sobre eje vertical.

1.8. Informe medioambiental del proyecto.

En el presente proyecto se tiene en cuenta aspectos medioambientales, para así realizar un proyecto que se pueda considerar "sostenible" y poder reducir al máximo el impacto sobre el medioambiente que todos los proyectos tienen de una forma directa o indirecta.

Los aspectos más significativos pensados para reducir el impacto medioambiental son los siguientes:

- El principal objetivo del proyecto es reducir al máximo el número de piezas en stock, se reducirá del todo las piezas ensambladas y solo quedará en stock las piezas sueltas (tapas y pomos), el stock de pomos solo será de 3 tamaños y con espiga o con rosca (6 tipos) y las tapas serán de los 3 tamaños y los diferentes colores. Así bajo pedido se ensamblarán, evitando tener en stock todas las combinaciones posibles que son mucha.
 - Por lo tanto en este punto se tiene en cuenta el medioambiente en la reducción de piezas inyectadas y a su vez los Kw de energía eléctrica que necesitarán las máquinas para producir las piezas, que posiblemente algunas de las combinaciones en stock quedarían sin venderse en el final del ciclo de vida del producto. Estas piezas tendrían que reciclarse o deshacerse impactado sobre el medioambiente.
- La máquina simplemente necesita la fuerza motriz de un solo motor eléctrico, que ha sido elegido cuidadosamente para no excederse en el rendimiento y así evitar un consumo excesivo. Se ha elegido el motor más pequeño posible y que cumpla las necesidades exigidas. También se ha evitado cualquier dispositivo de accionamiento por aire comprimido, que siempre a largo plazo acaba por tener fugas, fallos, excesos de consumo...
- En todo caso y en el diseño desde un principio se ha intentado desarrollar una máquina con el mínimo material posible, espacio reducido y evitando al máximo los procesos de fabricación para evitar así el consumo de energía en la producción de las piezas de la máquina.

Gracias a estos tres puntos más significativos se reduce considerablemente el impacto medioambiental tanto en la fabricación de la máquina, como en la producción de las piezas cuando ésta esté operativa.

1.9. Cálculos justificativos.

En el presente proyecto, los materiales utilizados y sus propiedades físicas hacen que la máquina esté sobredimensionada, por lo tanto en el apartado de cálculos justificativos no se detallará todos los esfuerzos mecánicos que tiene que soportar la máquina, porque soportará con creces las necesidades físicas ya que la presión que tiene que ejercer el motor sobre el pomo para su anclaje con la tapa es mínima. Es por este motivo que se calcularán los elementos más sensibles y que se ejercerán sobre ellos unos esfuerzos más críticos para los materiales, no obstante como se demostrará a continuación estos esfuerzos no serán suficientes como para afectar a estas piezas.

En este apartado también se calcularán las necesidades mínimas de los resortes de compresión para poder mover las piezas que hacen la elevación de los pomos y las tapas, para evitar el colapso; y los resortes de compresión que retroceden los pistones a la posición original.

El ciclo de producción, lo que es capaz de producir la máquina en una hora, el tiempo de cambio de versión y utillajes, y se comentará el banco de pruebas o prototipo que servirá para la mejora de la máquina.

1.9.1. Cálculos mecánicos.

En el apartado de resistencias mecánicas como se ha comentado anteriormente se calculará los elementos más sensibles y los esfuerzos más críticos que pueden llegar a afectar al buen funcionamiento de la máquina.

1.9.1.1. Cálculo de los resortes.

En el cálculo de los muelles de recuperación del conjunto elevador, se tomará como referencia la situación más extrema, la del cargador de D. 63.

En primer lugar se calculará la masa del pomo (m_p) de D. 63 mm, con la espiga más larga y gruesa, M16 x 55 mm, el casquillo del pomo pesa 20g (m_c) y la densidad del material de la espiga es 7850 Kg/m³.

$$r = 8 \cdot 10^{-3}m; \quad L = 0,055m; \quad d = 7850 \ kg/m^3; \quad N^o \ pomos = 36.$$

$$m_p = V_p \cdot d + m_c = \pi \cdot r^2 \cdot L \cdot d + m_c = \pi \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,055 \cdot 7850 + 0,02 = 0,1068 \ kg$$
 Masa total de los pomos = M_p .

$$M_p = 36 \cdot m_p = 36 \cdot 0,1068 = 3,8448 \, Kg$$

 M_p es la masa máxima que tendrán que soportar el conjunto elevador de los pomos, no obstante se ha de calcular también la masa total de las tapas por muy insignificante que sea (M_t) , la masa de cada tapa de D. 63 es 12g (m_t) y con la suma de M_p y M_t se obtendrá la masa total de las piezas (M_{tp}) que tendrán que elevar los resortes.

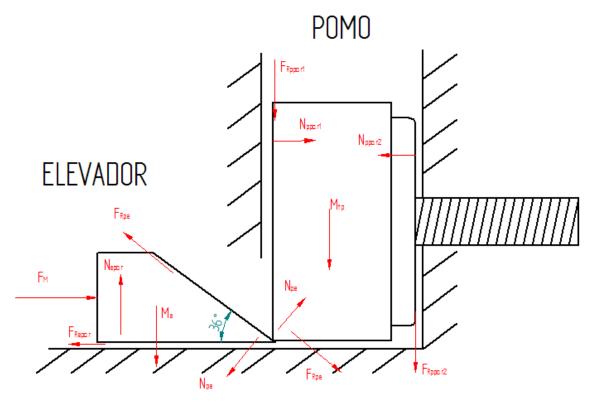
$$M_t = m_t \cdot 36 = 0.012 \cdot 36 = 0.432 \, Kg$$

 $M_{tp} = M_t + M_p = 3.8448 + 0.432 = 4.2768 \, Kg$

- En segundo lugar y dado por el programa Solid Edge se obtiene la masa del conjunto elevador que también tendrá que arrastrar los resortes $M_E = 1,1$ Kg.

Para hacer los cálculos simplificamos todo el sistema a un diagrama representativo en el cual se expresarán todas las fuerzas y reacciones de estas de forma más simple. En el siguiente dibujo, elevador se compone de todas las piezas que intervienen en la elevación de los pomos y tapas, paredes, planchas... y el pomo se compone de las 36 piezas a ensamblar, en la primera columna y en el caso más extremo contendrá 13 piezas, en la segunda 12 y en la tercera 11.

Dibujo 1.9.1. Diagrama representativo de las fuerzas recibidas en el conjunto elevador y piezas.



Ecuaciones utilizadas en el cálculo de F_M que es la fuerza que necesita ejercer los muelles para mover todo el sistema y elevar los pomos.

Conjunto elevador:

Eje x:
$$F_M - F_{Repar} - F_{Rpe} \cdot \cos \sigma - N_{pe} \cdot \sin \sigma = M_E \cdot a_x;$$

Eje y:
$$N_{epar} + F_{Rpe} \cdot \sin \sigma - M_E \cdot g - N_{pe} \cdot \cos \sigma = 0$$
;

Pomos:

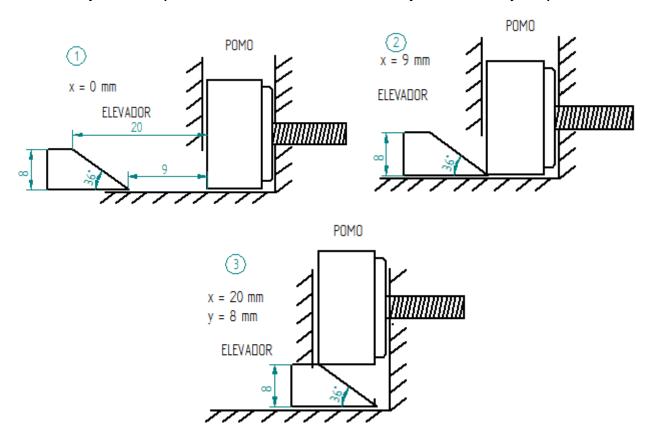
Eje x:
$$N_{ppar1} - N_{ppar2} + N_{pe} \cdot \sin \sigma + F_{Rpe} \cdot \cos \sigma = 0;$$

Eje y:
$$N_{pe} \cdot \cos \sigma - F_{Rppar1} - F_{rppar2} - F_{rpe} \cdot \sin \sigma - M_{tp} \cdot g = M_{tp} \cdot a_y;$$



El resorte ha de ser capaz de mover el conjunto elevador 20 mm en horizontal y los pomos 8 mm en vertical como representa la siguiente imagen.

Dibujo 1.9.2. Representación del movimiento del conjunto elevador y los pomos.



El resorte ha de ser capaz de mover todo el conjunto 20 mm en un tiempo inferior a 2,5 s que es lo que tarda en dar media vuelta el eje de transmisión y por lo tanto el tiempo mínimo de para que no haya conflicto en el nuevo avance del pistón de transmisión. Por lo tanto y extremando la situación se diseñará un resorte capaz de mover el conjunto los 20 mm en el tiempo de 1 s, por si en un futuro se aumenta la velocidad del eje motor.

En primer lugar se calculará la aceleración necesaria para mover el conjunto en el tiempo esperado.

Ecuación utilizada:

$$x = x_o + v_o(t - t_o) + \frac{1}{2}a(t - t_o)^2$$

$$x_o = 0; \qquad x = 20 \text{ mm} \qquad v_o = 0; \qquad t_o = 0; \qquad t = 1 \text{ s};$$

$$x = \frac{1}{2}a_x(t_o)^2 \qquad \Longrightarrow \qquad a_x = \frac{2x}{t^2} = \frac{2 \cdot 20}{1^2} = 40 \frac{mm}{s^2} = \mathbf{0}, \mathbf{04} \frac{m}{s^2}$$

Se necesita una aceleración $a_x = 0.04$ m/s para mover los 20 mm y ahora otro dato necesario es saber la aceleración en vertical (a_y) para elevar los pomos en el tiempo necesario.

En primer lugar es necesario el tiempo que tarda los pomos en elevarse los 8 mm, y se comienza calculando el tiempo en que no hay contacto entre elevador y pomos (t_1) y el tiempo de elevación de este último (t_2) mediante el conjunto de elevación.

$$x_o = 0;$$
 $x = 9 mm$ $v_o = 0;$ $t_o = 0;$ $a_x = 0.04 \frac{m}{s};$ $y = 8 mm$

$$x = \frac{1}{2}a_x(t_o)^2$$
 $t_1 = \sqrt{\frac{2x}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,009}{0,04}} = 0,67 \text{ s}; \quad t_2 = t - t_1 = 1 - 0,67 = 0,33 \text{ s}$

$$a_y = \frac{2y}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,008}{0.33^2} = 0,1474 \frac{m}{s^2}$$

Con los cálculos anteriores se obtienen ya todos los datos para proceder al cálculo de la fuerza que ejercen los resortes recuperadores.

Se considera 0 por falta de coeficientes de fregamiento las siguientes fuerzas: F_{Rpe} , F_{Rpparl} , F_{rppar2} .

Conjunto pomos:

Y)

$$N_{pe}\cos\sigma - M_{tp}g = M_{tp}a_y$$
 $N_{pe} = \frac{M_{tp}a_y + M_{tp}g}{\cos\sigma} = \frac{4,2768 \cdot 0,1474 + 4,2768 \cdot 9,8}{\cos 36^\circ} = 52,58 N$

Conjunto elevador:

Y)

$$N_{epar} - M_E g - N_{pe} \cos \sigma = 0$$

$$N_{epar} = M_E g + N_{pe} \cos \sigma = 1,1 \cdot 9,8 + 52,58 \cdot \cos 36^{\circ} = 53,318 \text{ N}$$

$$F_{Repar} = N_{epar} \mu = 53,318 \cdot 0,165 = 8,797 \text{ N}$$

X)

$$F_M - F_{Repar} - N_{pe} \sin \sigma = M_E a_x$$

$$F_M = M_E a_x + N_{pe} \sin \sigma + F_{Repar} = 1.1 \cdot 0.04 + 52.58 \cdot \sin 36 + 8.797 = 39.747 N = 80 N$$

Para las fricciones no consideradas y añadiendo un factor de seguridad para el sobredimensionado de la máquina, se incluye un factor de seguridad $f_s = 2$. Y como son dos muelles la fuerza F_M se divide entre 2.

$$F_{MF} = 2 \cdot 40 = 80$$
 La fuerza necesaria para la muelles es $f_M = \frac{80}{2} = 40 N$

PFC. Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

Para el cálculo de los resortes se utiliza el programa Sólid Edge que introduciendo los parámetros de diseño crea un resorte específico y por lo tanto se tiene que comprobar que da la fuerza necesaria.

Resorte recuperador del conjunto de las tapas:

Solid Edge Engineering Reference Informe de Diseño y Cálculo Resorte de compresión

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha de creación: 03/06/2010 19:53:45

Autor: Juan Carlos Reyero Sorroche.

Nombre de archivo: Resorte de compresión de conjunto de tapas.

Nombre de proyecto: Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

VALIDACIÓN DE RESISTENCIA: Aprobado

Estándar: ISO

INTRODUCIR CONDICIONES DE DISEÑO

PARÁMETROS DE ENTRADA DE DISEÑO

COTAS DEL RESORTE

(d) Diámetro del alambre: 1,90 mm

Bobinas activas: 6

(Do) Diámetro exterior: 29,50 mm

(Lo) Longitud descargada: 100,00 mm

(Lf) Longitud en carga aplicada: 25,00 mm

(Df) Deflexión necesaria: 9,00 mm

PARÁMETROS RESORTE

Seleccionar entrada de cotas de conjunto: Longitud en carga aplicada

Factor de seguridad: 1

Dirección de bobina: Izquierdo

Proceso de bobinado: Bobinado en frío Extremos del resorte: Cerrado y al ras

PROPIEDADES DEL MATERIAL USADAS PARA LOS CÁLCULOS

Material: Alambre de acero sin alear estirado en frío - SL

Módulo de rigidez: 81370 MPa

Densidad: 7850 Kg/m³

PROPIEDADES DEL MATERIAL APLICADAS AL MODELO OPCIONES DE ENTRADA DE DISEÑO

Tipo de carga: Según carga estática

Verif. pandeo para usar guía: Sí

Criterios de diseño: Buscar cargas para un resorte dado Selección de diámetro: Especificar diámetro exterior

Cotas del resorte: Buscar índice de resorte según diám. alambre y resorte

Límites de cota: No se ha revisado

Restricción diámetro: No se ha revisado

Restricciones de deflexión: No se ha revisado

CALCULAR RESULTADOS

SACAR PARÁMETROS DE DISEÑO

Índice de resorte: 14,5

(Dm) Diámetro medio: 27,60 mm(Di) Diámetro interior: 25,70 mm

(Lp) Longitud en precarga: 34,00 mm

(Fp) Precarga: 69351,231 mN

(Ff) Carga aplicada: 78808,217 mN

VALID. RESISTENCIA

(P) Paso de resorte descargado: 16,35 mm

Deflexión en precarga: 66,00 mm

Deflexión total: 75,00 mm Constante del resorte: 1,051

Factor de tensión de Wahl: 1.098

Esfuerzo de corte en precarga: 780116,801 kPa

Esfuerzo de corte en carga aplicada: 886496,365 kPa

Resistencia a la tracción: 1845000,000 kPa Esfuerzo de corte permitido: 922500,000 kPa

(Ls) Longitud de sólido: 20,41 mm

Espacio entre bobinas activas: 14,45 mm

Verificación de pandeo - ¿Hace falta guía?: No

FIN DEL INFORME



Resorte de compresión de conjunto de transmisión:

Solid Edge Engineering Reference Informe de Diseño y Cálculo

Resorte de compresión

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha de creación: 03/06/2010 19:56:50

Autor: Juan Carlos Reyero Sorroche

Nombre de archivo: Resorte de compresión del conjunto de transmisión

Nombre de proyecto: equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

VALIDACIÓN DE RESISTENCIA: Aprobado

Estándar: ISO

INTRODUCIR CONDICIONES DE DISEÑO

PARÁMETROS DE ENTRADA DE DISEÑO

COTAS DEL RESORTE

(d) Diámetro del alambre: 1,70 mm

Bobinas activas: 6

(Do) Diámetro exterior: 34,50 mm

(Lo) Longitud descargada: 80,00 mm

(Lf) Longitud en carga aplicada: 25,00 mm

(Df) Deflexión necesaria: 9,00 mm

PARÁMETROS RESORTE

Seleccionar entrada de cotas de conjunto: Longitud en carga aplicada

Factor de seguridad: 1

Dirección de bobina: Izquierdo

Proceso de bobinado: Bobinado en frío Extremos del resorte: Cerrado y al ras

PROPIEDADES DEL MATERIAL USADAS PARA LOS CÁLCULOS

Material: Alambre de acero sin alear estirado en frío - SL

Módulo de rigidez: 81370 MPa

Densidad: 7850 Kg/m³



PROPIEDADES DEL MATERIAL APLICADAS AL MODELO

OPCIONES DE ENTRADA DE DISEÑO

Tipo de carga: Según carga estática

Verif. pandeo para usar guía: Sí

Criterios de diseño: Buscar cargas para un resorte dado

Selección de diámetro: Especificar diámetro exterior

Cotas del resorte: Buscar índice de resorte según diám. alambre y resorte

Límites de cota: No se ha revisado

Restricción diámetro: No se ha revisado

Restricciones de deflexión: No se ha revisado

CALCULAR RESULTADOS

SACAR PARÁMETROS DE DISEÑO

Índice de resorte: 19,3

(Dm) Diámetro medio: 32,80 mm(Di) Diámetro interior: 31,10 mm

(Lp) Longitud en precarga: 34,00 mm

(Fp) Precarga: 18456,743 mN

(Ff) Carga aplicada: 22067,845 mN

VALID. RESISTENCIA

(P) Paso de resorte descargado: 13,05 mm

Deflexión en precarga: 46,00 mm

Deflexión total: 55,00 mm Constante del resorte: 0,4012 Factor de tensión de Wahl: 1,073

Esfuerzo de corte en precarga: 336643,383 kPa

Esfuerzo de corte en carga aplicada: 402508,393 kPa

Resistencia a la tracción: 1845000,000 kPa Esfuerzo de corte permitido: 922500,000 kPa

(Ls) Longitud de sólido: 19,24 mm

Espacio entre bobinas activas: 11,35 mm

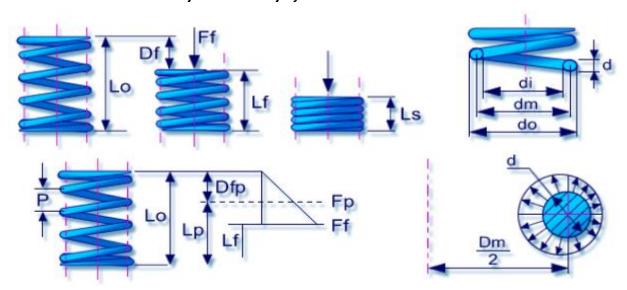
Verificación de pandeo - ¿Hace falta guía?: No

FIN DEL INFORME



Comprobación de los resortes calculados a las necesidades del proyecto:

Dibujo 1.9.3. Dibujo y medidas de los resortes.



Resorte del conjunto de tapas:

Longitud mínima comprimida: 60.

Longitud Máxima comprimida: 25.

 $L_s \text{ máximo} = 80\% \cdot Lmc = 0.8 \cdot 25 = 20.$

En el cálculo del resorte concluye en que la Constante del resorte: 1,051, y la variación de posición respecto de la posición Lo, $\Delta x = 40$ mm.

Por lo tanto la fuerza que ejerce el resorte en la Longitud mínima comprimida = $1,051 \cdot 40 = 42,04 \text{ N}$.

Por lo tanto cumple la exigencia mínima del resorte para el funcionamiento de la máquina:

42,04 N > 40 N

Resorte del conjunto de transmisión:

Longitud mínima comprimida: 71.

Longitud máxima comprimida: 25.

 $L_s \text{ máximo} = 80\% \cdot Lmc = 0.8 \cdot 25 = 20.$

En el cálculo del resorte concluye en que la Constante del resorte: 0,4012, y la variación de posición respecto de la posición Lo, $\Delta x = 9$ mm.

Por lo tanto la fuerza que ejerce el resorte en la Longitud mínima comprimida = $0,4012 \cdot 9 = 3,6126 \text{ N}$.

Esta fuerza es suficiente ya que en este caso el resorte únicamente debe mover los pistones de la transmisión en que el peso es mínimo y la fricción también debido al diseño de construcción.

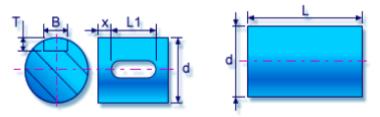
1.9.1.2. Cálculo del eje de transmisión.

El eje de transmisión es el elemento de la máquina que más sufrirá los esfuerzos mecánicos y por lo tanto se considera el elemento crítico, en este apartado se comprobará que el eje de transmisión resistirá a estos esfuerzos.

Los esfuerzos máximos que recibe el eje provienen de los resortes de compresión ya que ejercen una fuerza axial directa a través de los pistones. Para el cálculo se tomará en la posición en que se ejerce más fuerza, es decir, en la posición de carga aplicada.

Los cálculos se han efectuado mediante el programa Solid Edge de cálculo de ejes.

Dibujo 1.9.4. Dibujo de dimensiones según el tipo de tramo (chavetero y simple).



Dibujo 1.9.5. Esquema del eje, apoyos y fuerzas utilizadas en el programa.



Informe del eje de transmisión:

Solid Edge Engineering Reference Informe de Diseño y Cálculo Eje

INFORMACIÓN GENERAL

Fecha de creación: 06/06/2010 18:32:50

Autor: Juan Carlos Reyero Sorroche Nombre de archivo: Eje de transmisión

Nombre de proyecto: equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.

Estándar: ISO

INTRODUCIR CONDICIONES DE DISEÑO

PARÁMETROS DE ENTRADA DE DISEÑO PARÁMETROS DE EJE

Corte 1:

Tipo de sección: Chavetero (d) Diámetro: 15,00 mm (L) Longitud: 45,00 mm

(B) Anchura de chavetero: 6,00 mm(T) Profundidad de chavetero: 3,00 mm(L1) Longitud de chavetero: 41,00 mm(x) Distancia desde el borde: 2,00 mm

Corte 2:

Tipo de sección: Simple (d) Diámetro: 15,00 mm (L) Longitud: 163,00 mm

Corte 3:

Tipo de sección: Simple (d) Diámetro: 11,00 mm (L) Longitud: 10,00 mm

APOYOS

Número de apoyo: 1 Número de elemento: 2 Distancia: 17,00 mm Axialmente rígida: Sí

Número de apoyo: 2 Número de elemento: 3 Distancia: 5,00 mm Axialmente rígida: No

CARGAS

Número de carga: 1

Número de elemento: 2

Distancia: 60,00 mm

Fuerza radial (Plano XY): 0,000 mN

Fuerza radial (Plano XZ): 22067,845 mN

Momento flector (Plano XY): 0 Nm Momento flector (Plano XZ): 0 Nm

Fuerza axial: 0,000 mN

Par: 0 Nm

Número de carga: 2

Número de elemento: 2

Distancia: 140,00 mm

Fuerza radial (Plano XY): 0,000 mN

Fuerza radial (Plano XZ): 179684,279 mN

Momento flector (Plano XY): 0 Nm Momento flector (Plano XZ): 0 Nm

Fuerza axial: 0,000 mN

Par: 0 Nm

PROPIEDADES DEL MATERIAL USADAS PARA LOS CÁLCULOS

Material: Acero

Módulo de elasticidad: 206000 MPa

Módulo de rigidez: 80000 MPa Masa específica: 7860 kg/m^3

PROPIEDADES DEL MATERIAL APLICADAS AL MODELO

CALCULAR RESULTADOS

SACAR PARÁMETROS DE DISEÑO

PLANO XY

Reacción en apoyo 1: 2045,864 mN

Reacción en apoyo 2: 861,592 mN

Rotación en apoyo 1: 0,00 °

Rotación en apoyo 2: 0,00 °

Deflexión en carga 1: 0,00 mm

46

Deflexión en carga 2: 0,00 mm

PLANO XZ

Reacción en apoyo 1: 49102,563 mN Reacción en apoyo 2: 152649,561 mN

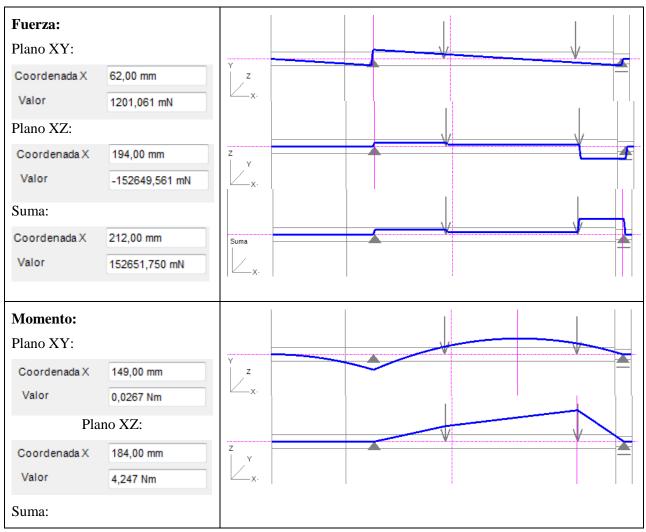
Rotación en apoyo 1: -0,02 ° Rotación en apoyo 2: 0,02 ° Deflexión en carga 1: -0,01 mm Deflexión en carga 2: -0,01 mm

FIN DEL INFORME

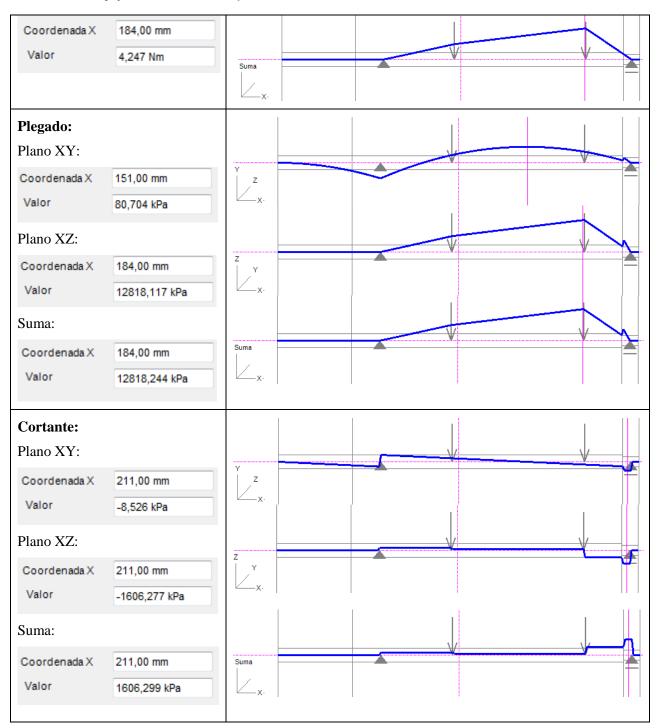
Comprobación de la resistencia del eje.

En este subapartado en que se incluyen las gráficas obtenidas del programa de cálculo se indicará el esfuerzo más elevado para así comprobar su resistencia.

1.9.6. Gráficas obtenidas del programa de cálculo.



PFC. Diseño de equipo de ensamblado/montaje de Pomos de accionamiento.



Como se puede observar en ningún caso en las gráficas vistas anteriormente supera los esfuerzos máximos del material utilizado en el eje de transmisión:

• Material: Acero

• Módulo de elasticidad: 206000 MPa

Módulo de rigidez: 80000 MPa

• Masa específica: 7860 kg/m^3

1.9.2. Ciclo de producción.

En el ciclo de producción, se calculará la capacidad de producción de la máquina en un periodo de tiempo. El ciclo de producción calculado a continuación se basa en la producción de piezas/hora, teniendo en cuenta todos los aspectos, revoluciones del eje de transmisión, rellenar los cargadores con las piezas correspondientes a medida que se vayan agotando.

La misión de recordarnos mediante la alarma que las piezas de los cargadores se van acabando es el detector capacitivo.

- Introducir todas las piezas en los cargadores, tanto en el de pomos como en el de tapas se tardará aproximadamente 40 s.
- El anclaje de cada una de las piezas se produce a cada vuelta o revolución del eje de transmisión:

$$1 Rev = 1 pieza$$

- El rpm de salida del motor es de 20, pero gracias al variador de frecuencia y la puesta a punto lo modificaremos y se ralentizará para que tarde 5s en dar un revolución:

$$\frac{1rev}{5s} \cdot \frac{60s}{1min} = 12rpm$$

Después de la variación de la frecuencia y la puesta a punto el giro del motor se producirá a 12 rpm.

- La producción de un cargador entero será el siguiente:

$$\frac{5s}{1 \, Rev} \cdot \frac{1 \, Rev}{1 \, Pieza} \cdot \frac{50 \, Pieza}{1 \, Cargador} = 250 \, s/cargador$$

Según estos cálculos se tardará 250 s en agotarse todas las piezas del cargador que es igual a 4min 10 segundos. Por lo tanto el detector capacitivo nos indicará a los 220 s que el cargador se está agotando.

- La capacidad de producción de la máquina:

$$\frac{1pieza}{5 s} \cdot \frac{3600 s}{1 h} = 720 piezas/h$$

Este dato no necesita ser más calculado ya que por la alarma en la hora no se parará la máquina por falta de piezas en los cargadores.



1.9.3. Cambio de versión.

El cambio de versión entre los distintos cargadores y la puesta a punto de estos para que la máquina esté dispuesta para su funcionamiento se calcula a continuación:

- En el lugar de la posición de funcionamiento siempre se encontrará un cargador, si se quiere poner otro cargador, habrá aflojar las mordazas rápidas en primer lugar:

$aflojar\ mordazas = 4\ s$

- En segundo lugar se quitarán los cargadores de la posición de funcionamiento y se pondrán los cargadores deseados que están simplemente a unos centímetros:

cambio de cargadores = 15 s

Tiempo total del cambio de versión = 19 s

1.9.4. Conclusiones, plan de fiabilidad.

El plan de fiabilidad se introduce en el apartado de cálculos justificativos, debido a que la evolución de la máquina no se acaba en el primer diseño.

Se creará un prototipo o también llamado banco de pruebas, el cual funcionará normalmente y se anotará en una hoja de cálculo y fallos, todo tipo de incidentes: como roturas de ejes o cualquier tipo de pieza, piezas acabadas defectuosas... ya que lo más sencillo a corto plazo es disponer de recambios, pero a largo plazo la máquina dejaría de ser viable por el coste de todos los arreglos y puesta a punto.

Se creará un plan de mejora, de la obtención de todos los datos obtenido del banco de pruebas, con el tiempo obtendremos una serie de resultados tanto positivos como negativos en la hoja de cálculo, pues a partir de estos datos activaremos el plan de mejora para así reducir todos estos costes cuando la máquina se distribuya a los puntos de venta.



2. Pliego de condiciones.

2.1. Condiciones del cliente.

En el presente proyecto se deberá cumplir en la medida de lo posible las exigencias expuestas por el cliente, ya que no es una máquina con antecedentes y por lo tanto no hay una regulación o normalización específica a este tipo de maquinaria.

Tabla 2.1.1. Condiciones del cliente.

N°	ASUNTOS	PLAN DE MEJORA	Observaciones:
1	Máquina Montar para Almacenes Cliente. Diseño de 1 máquina de montar Tapas+Pomo o Base+RTL en los almacenes de TDN bajo pedido de cliente.	Método Con esta máquina se reducirá el stock de producto acabado y solo se creará el producto final bajo pedido en firme de cliente.	
2	Energía Al tratarse de un almacén puede no disponer de compresor y por tanto de aire comprimido.	Accionamientos y transportes Diseñar los accionamientos de la máquina para que funcionen solo con un enchufe a 220v.	
3	Series cortas Deben poderse montar pequeñas series con el mínimo tiempo necesario para la fabricación y para la puesta a punto.	SMED Estudio de cambios de versión con un solo toque/interruptor. La máquina trabaja mientras tiene componentes y los evacua de forma automática.	
4	Inversión El coste de la máquina ha de ser mínimo.	Automatismos La alimentación de los componentes a ensamblar deberá ser manual sobre cargadores de unas 50uds.	El coste de los alimentadores/vibradores automáticos es demasiado elevado. La máquina deberá avisar cuando se le terminen los componentes. (Alarma ON/OFF opcional).
5	Lay-out El espacio de la máquina debe ser mínimo, para permitir ser ubicada en cualquier pequeño espacio.	Bancada Platear las opciones de suministro con Base o bien para ser ubicada sobre mostrador. La propia máquina debe hacer de almacén de sus accesorios o herramientas para su puesta a punto.	
6	Actualizaciones Las nuevas líneas de productos que puedan surgir en un futuro próximo deben poder ser añadidas para su montaje con poca inversión.	Planos vs Estandarización Los nuevos accesorios deben ser intercambiables de forma sencilla y por personal poco cualificado.	

2.2. Normativa.

2.2.1. Seguridad de máquinas.

2.2.1.1. Prevención de riesgos laborales.

El presente proyecto deberá cumplir la ley de prevención de riesgos laborales.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades necesario para establecer un nivel adecuado de protección de la salud de los trabajadores ante los riesgos que derivan de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Según el artículo 6 de esta ley, las normas reglamentarias son las que irán estableciendo y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por parte de los trabajadores.

Puntos destacados en el Real Decreto 1215/1997:

- Articulo 1. Objeto.
- Articulo 3. Obligaciones generales del empresario.
- Articulo 4. Comprobación de los equipos de trabajo.
- Anexo I. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.
- Anexo II. Disposiciones relativas a la utilización de los equipos de trabajo.

2.2.1.2. UNE-EN 292.

El proyecto deberá aplicar la siguiente norma referente a la seguridad de las máquinas.

Es la primera de un programa de normas elaboradas por el CAEN/CENELEC bajo el mandato de la CEE y de la AELC.

El objetivo de la presente norma es suministrar a los diseñadores, fabricantes, etc., una estructura y una guía de tipo general que les permita producir máquinas que sean seguras en las condiciones de uso previstas.

El objetivo general de la norma EN 292 es proporcionar a los diseñadores, fabricantes, etc., una metodología o una estructura que les permita lograr la conformidad con la legislación europea, de la manera más pragmática.

La norma EN 292 consta de dos partes:

- Parte 1 "Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño.
 Terminología básica, metodología." que expresa la metodología general básica a seguir al
 elaborar normas de seguridad para las máquinas, así como la terminología básica relativa a la
 filosofía subyacente a este trabajo.
- Parte 2 "Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Principios y especificaciones técnicas." Que aconseja acerca de la manera en que esta filosofía puede ser aplicada utilizando las técnicas disponibles.

2.2.1.2.1. APLICACIÓN DE LA NORMA 292-1.

Código de la Norma Armonizada: EN 292-1:1991

Diario Oficial D.O.C.E.:

Número: C 157.Fecha: 1992-06-24

Título de la Norma Armonizada: Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.

Adopción por AENOR:

- Código UNE Norma Armonizada: UNE-EN 292-1:1993.
- Fecha B.O.E. publicación: 1993-06-10.

Puntos destacados:

- 1: Objeto y campo de aplicación.
- 3: Conceptos básicos.
- 4: Descripción de los peligros generados por las máquinas.
- 5: Estrategia para seleccionar las medidas de seguridad.
- 6: Evaluación de riesgos.

2.2.1.2.2. APLICACIÓN DE LA NORMA 292-2.

Código de la Norma Armonizada: EN 292-2:1991.

Diario Oficial D.O.C.E.:

Número: C 157.Fecha: 1992-06-24.

Título de la Norma Armonizada: Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.

Adopción por AENOR:

- Código UNE Norma Armonizada: UNE-EN 292-2:1993.
- Fecha B.O.E. publicación: 1993-06-10.

Puntos destacados:

- 1: Objeto y campo de aplicación.
- 3: Prevención intrínseca.
- 4: Protección.
- 5: Información para la utilización.

2.2.1.3. UNE-EN 894.

Esta Norma Europea ha sido preparada por el Comité Técnico CEN/TC 122 "Ergonomía", cuya Secretaría la desempeña DIN.

La norma presente ha sido preparada bajo un mandato dado a CEN por la Comisión Europea y la Asociación Europea de Libre Cambio, y apoya las exigencias esenciales de las Directivas de la UE.

Se ha elaborado para que reciba el carácter de norma armonizada y proporcione los medios para establecer la conformidad con los requisitos esenciales de la Directiva de Máquinas y con las reglamentaciones de la AELC.

2.2.1.3.1. APLICACIÓN DE LA NORMA 894-1.

Código de la Norma Armonizada: EN 894-1:1997.

Diario oficial D.O.C.E.:

Número: C 78.Fecha: 1998-03-13.

Título de la Norma Armonizada: Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 1: Principios generales de la interacción entre el hombre y los dispositivos de información y órganos de accionamiento.



Adopción por AENOR:

- Código UNE Norma Armonizada: UNE-EN 894-1:1997.
- Fecha B.O.E. Publicación: 1997-12-12.

Puntos Destacados:

- 1: Objeto y campo de aplicación.
- 3: Definiciones.
- 4: Principios de diseño de las relaciones operario-tarea.

2.2.1.3.2. APLICACIÓN DE LA NORMA 894-2.

Código de la Norma Armonizada: EN 894-2:1997.

Diario oficial D.O.C.E.:

- Número: C 78.
- Fecha: 1998-03-13.

Título de la Norma Armonizada: Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.

Adopción por AENOR:

- Código UNE Norma Armonizada: UNE-EN 894-2:1997
- Fecha B.O.E. Publicación: 1997-12-13.

Puntos destacados:

- 1: Objeto y campo de aplicación.
- 3: Definiciones.
- 4: Dispositivos de información visual.
- 5: Dispositivos de información sonora.

2.3. Asignación de los materiales.

En este apartado se asigna a las piezas diseñadas en el proyecto, los materiales más apropiados, en función de las características necesarias, para así obtener: fiabilidad, correcto funcionamiento, durabilidad...

2.3.1. Asignación del material de los Cargadores, Aluminio 6061 T6.

Se utilizará el mismo material para los 6 cargadores que contiene la máquina diseñada, 3 Cargadores Tapas (D. 40,50 y 63) y 3 Cargadores Pomos (D. 40,50 y 63).

En los cargadores, existen muchas piezas distintas y no todas exigen las mismas propiedades mecánicas, no obstante se elige el mismo material para todas sus piezas.

El material de los cargadores en función de las necesidades debe de ser:

- Ligero, para que el operario no tenga problemas físicos por la repetición de cambio de cargadores.
- Resistente a la corrosión y a ser rallado para más durabilidad, por lo tanto tiene que tener una dureza media.
- Cierta resistencia a esfuerzos mecánicos, resistencia al choque. La máquina está sobredimensionada para hacer frente a agentes externos y así evitar futuros problemas.

Por lo tanto el material seleccionado para los cargadores es el Aluminio 6061 en el estado T6.

2.3.2. Asignación del material de la bancada, Fundición FGE 42-12.

El material de la bancada debe ser resistente a esfuerzos de compresión, con una dureza media y con buena resistencia a los esfuerzos mecánicos varios.

El material que cumple con las necesidades necesarias y es habitual en las bancadas de la maquinaria en las industrias es la Fundición FGE 42 12, fundición con grafito esferoidal de hierro (UNE 36-118-73), por lo tanto el material asignado para la bancada es la Fundición FGE 42-12.

2.3.3. Asignación del material a los elementos de transmisión, Acero F 5211.

Para los elementos de transmisión: caja, bielas, eje de transmisión, cilindros; es necesario un material resistente a la vez de duro, ya que necesita que el ciclo de vida sea largo.

Utilizamos el mismo material para todos los elementos de transmisión, y el material asignado para esta tarea es la del acero F-5211 con los tratamientos térmicos del temple y revenido.

En el acero F-5211 se aplicará los tratamientos térmicos de temple y revenido. Las piezas correctamente templadas han de dar una dureza de 60 - 62 HRc. Acto seguido después del temple se procede a realizar el revenido, con el fin de eliminar al máximo las tensiones internas en aplicaciones de máxima tenacidad, trabajo en semi-caliente... un segundo revenido de mínimo 1 hora mejorará las propiedades mecánicas, especialmente la tenacidad.

2.4. Montaje de la máquina.

En este apartado se indicará como se debe montar la máquina paso a paso para su correcto funcionamiento.

El montaje de dicha máquina consta de 3 partes bien diferenciadas, la bancada propiamente dicho, el conjunto de transmisión y los cargadores. Todos ellos se montarán de forma independientemente pero tendrán la misma importancia dentro de la máquina.

2.4.1. Elementos externos en el montaje de la máquina.

En el presente sub-apartado se indicará como afectará y donde se situarán los materiales comerciales en el diseño de la máquina.

En el montaje de la bancada:

En el montaje de la bancada la sujeción será mayoritariamente por soldadura, excepto el anclaje de los elementos externos y que son comerciales como son: la tornillería, el motorreductor, las mordazas rápidas, los pies rígidos y cuadro eléctrico.

- Las mordazas rápidas verticales utilizadas en la bancada serán 4.
- Se utilizará un motorreductor de salida coaxial con CV de salida = 0,25; y rpm = 20.
- Serán necesarios 4 pies rígidos anclados a los soportes de los pies.
- El cuadro eléctrico con sus componentes electrónicos + PLC + Variador de frecuencia de 50 Hz, será diseñado fuera del proyecto, debido a que es este diseño se tiene en cuenta la parte de diseño y constructiva de la máquina.
- En el montaje de la bancada se utilizará los siguientes tornillo: 16 DIN 912 M5,6 x 20 para el anclaje de las mordazas, 2 DIN 912 M4 x 15 para el anclaje del cuadro eléctrico a la chapa posterior, 4 DIN 912 M9 x 15 para la sujeción del motor en el soporte motor.

En el montaje de la transmisión en la bancada:

En el montaje de la transmisión no se utiliza elementos externos más que la tornillería:

- 2 Pasadores DIN 6325 D.4 x 40 y 4 tornillos DIN M4 x 40 para la fijación de la caja de transmisión en la bancada y 2 DIN 6325 D.4 x 40 para el alineamiento de los pistones.
- 5 Pasadores DIN 6325 D.5 x 20 para la fijación de las levas en el eje de transmisión.
- 2 pasadores DIN 6325 D.4 x 40 y 2 tornillos DIN 912 M4 x 20 para el anclaje del fijador en la bancada.

En el montaje de los cargador.

En los cargadores de pomos se utiliza únicamente la tornillería como anclaje de las piezas:

- 57 Tornillos avellanados DIN 963 M3 x 12 para el anclaje de las planchas delanteras, inferior y trasera; 3 DIN 963 M3 x 20 y 3 DIN 963 M3 x 5 para la plancha elevadora, 4 DIN 963 M3 x 20 para la plancha apertura, 2 DIN 963 M3 x 15 para el anclaje de los posicionadores con la base y por último 4 DIN M4 x 20 para anclar la base a las paredes del cargador.

En los cargadores de tapas se utiliza como elementos externos, la tornillería y los 2 resortes de compresión:

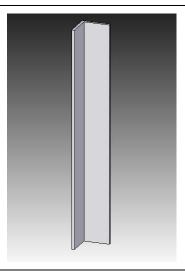
- 59 Tornillos DIN 963 M3 x 8 para la plancha posterior y la delantera, 11 DIN 963 M3 x M12 para la plancha apertura y elevadora, 3 DIN 963 M3 x 5 para los elevadores, 2 DIN M4 x 20 para anclar la base a las paredes del cargador y por último 4 tornillos DIN 912 M4 x 20 y 4 pasadores DIN 6325 D.4 x 20 para el anclaje del recuperador a la base.

2.4.2. Montaje de la bancada.

Primero debemos montar la base de la máquina que en este caso es la bancada, ya que en ésta recaerá todo el peso y sujeción del resto de los elementos, y actuará como almacén de los demás componentes.

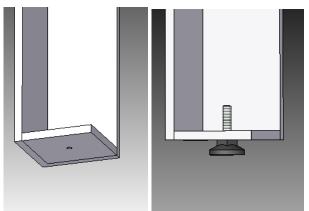
La fijación de los elementos de la bancada deben ir por soldadura, excepto alguno de los elementos comerciales que precisan ser atornillados.

En primer lugar, tomaremos como referencia las patas que son las responsables de soportar el peso de toda la bancada y resto de elementos de la máquina, y serán las primeras en ser preparadas.



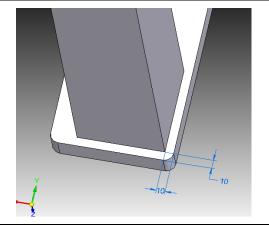
Paso 1:

En el primer paso se soldará el soporte del pie a la base de la pata y a continuación se colocará el pie rígido seleccionado en el agujero con rosca. Se repetirá esta operación para las 4 patas existentes.



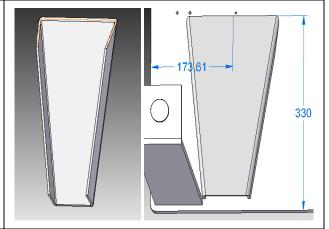
Paso 2:

Las patas se soldarán a la parte inferior de la base de la bancada a 10mm de los bordes como indica el dibujo para que las esquinas no queden en la parte exterior.



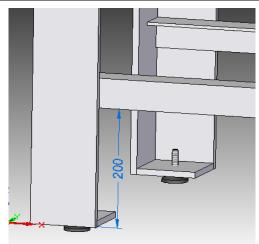
Paso 3:

Se soldará la rampa a la base de la bancada con las cotas indicadas en la figura, y la parte de contacto entre la rampa y la base es la indicada en el primer dibujo.



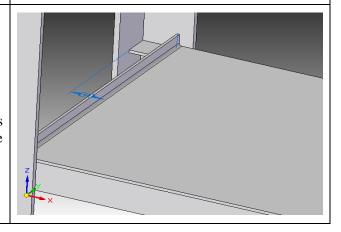
Paso 4:

En el 4º paso soldaremos los tirantes laterales a las patas a una altura de 200 mm respecto a la base de la pata. Se repetirá la operación para los dos tirantes.



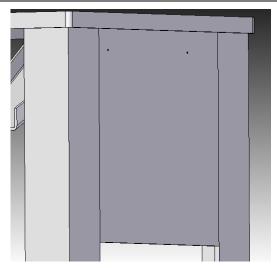
Paso 5:

Se soldará el soporte de los cargadores a los tirantes laterales a una distancia de la pata de 60mm.



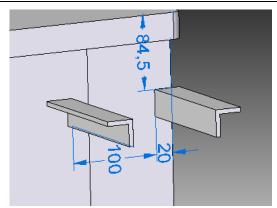
Paso 6:

Se Soldará la chapa posterior en la parte posterior de la bancada, y las partes de contacto son dos planos a las patas y el plano superior a la base de la bancada.



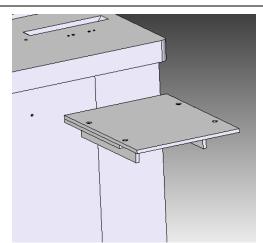
Paso 7:

A continuación se soldarán los dos perfile/soportes en la parte posterior de la bancada, una a la pata y otra a la chapa posterior, con las dimensiones indicadas en el dibujo.



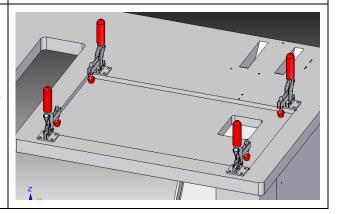
Paso 8:

En el 8º paso se soldará el soporte motor a los perfiles/soportes de la siguiente manera.



Paso 9:

En el paso nº 9 y último se atornillará las cuatro mordazas verticales en la bancada.

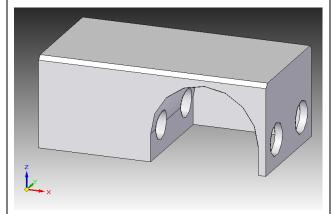




2.4.3. Montaje del sistema de transmisión en la bancada.

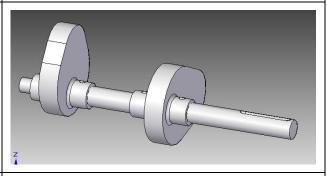
En el siguiente apartado se explica cómo montar el conjunto de transmisión en la bancada, este es el montaje más complicado y se debe seguir al pie de la letra para no entrar en conflicto unas piezas con otras. El conjunto de transmisión se debe colocar con precaución porque es el sistema más influyente en la máquina.

En el caso del montaje del conjunto de transmisión se tomará como referencia inicial la caja de transmisión.



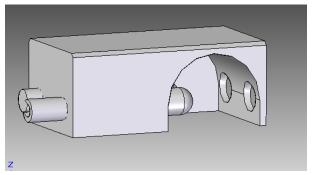
Paso 1:

En primer lugar e independientemente a la pieza de referencia, se introduce las bielas en su posición y se ancla con los pasadores correspondientes.



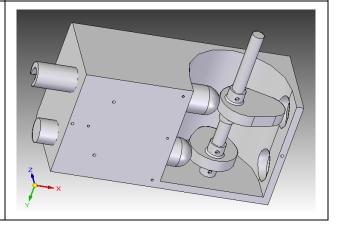
Paso 2:

Por los huecos posteriores se introducirán en primer lugar los muelles de retroceso y en segundo lugar los pistones, cada uno en su lugar. Y a continuación se colocarán los pasadores los pasadores que evitarán que los pistones pierdan su posición original. En este caso independientemente al paso anterior



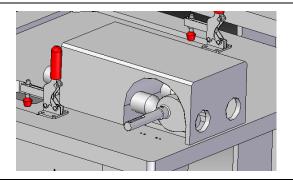
Paso 3:

Sin dejar que los muelles expulsen los pistones introducimos el eje de transmisión y las levas evitarán la expulsión.



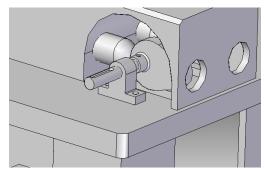
Paso 4:

En el 4º paso se anclará lo montado hasta el momento en la bancada mediante la tornillería y los pasadores por la parte inferior de la bancada.



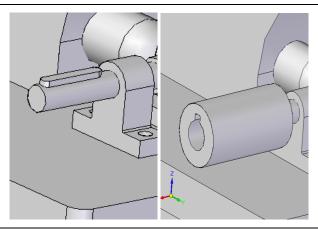
Paso 5:

Se instalará el fijador de transmisión que los tornillos aborbacados se introducirán por arriba y los pasadores por la parte inferior de la bancada.



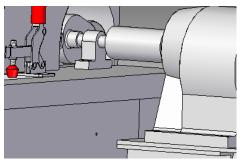
Paso 6:

En este paso se pone la chaveta en su posición y se coloca el acoplador que transmitirá el movimiento del motor al eje de transmisión.



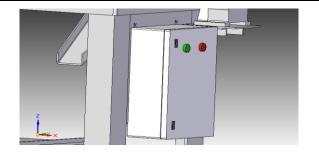
Paso 7:

En el último paso para la instalación del conjunto de transmisión, se instala el motor y se atornilla en el soporte motor, de esta forma el movimiento del eje de transmisión está bloqueada en cualquier dirección.



Paso 8:

Por último se instalará el armario eléctrico que se atornilla en la chapa posterior de la bancada y con este paso, la máquina está preparada para incorporarle los cargadores y su posterior funcionamiento.





2.4.4. Montaje Cargador Pomos.

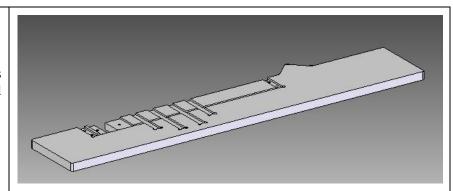
Montar el cargador paso por paso es importante, ya que de otra forma podrían quedar elementos sin poderse montar por la disposición de la rosca. En el montaje de todo el cargador se utiliza ensamblaje mediante tornillería.

En el cargador de pomos en la 2ª columna de de piezas entre la pared 2 y pared 3 del cargador de tapas, se instalará un detector capacitivo mediante un chapa, conectado a una alarma. Este detector se instalará a la altura del 6º pomo, para así disponer de 30s antes de agotarse las piezas en el cargador.

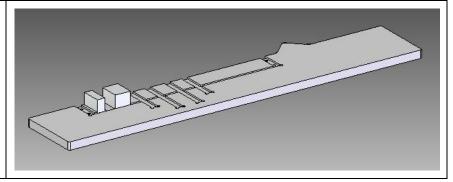
Antes de empezar el montaje propio de todo el cargador es recomendable proceder a montar unos pequeños subconjuntos:

- Montaje del conjunto Base/posicionadores:

En este subconjunto, tomamos como referencia la base del cargador de pomos.

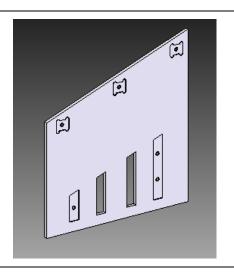


Ensamblamos los posicionadores cada uno en su lugar, y éstos nos servirán para poner en posición los pomos justo antes de ser empujados por el pistón.



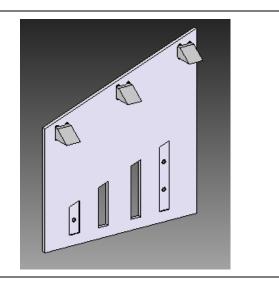
- Montaje del conjunto elevador:

En este otro subconjunto se toma como referencia y sobre el cual se montará las siguientes piezas es la plancha elevadora.



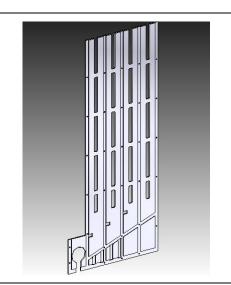


Se montará sobre la plancha elevadora los 3 elevadores, que como su propio nombre indica, subirá los pomos para que no haya contacto con los que están en la rampa y puedan bajar sin fricción entre ellos y evitar así el colapso.



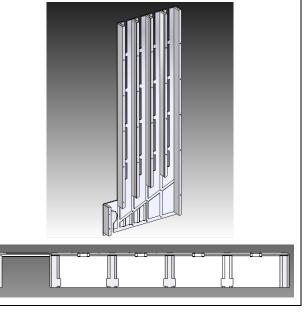
- Montaje del cargador de pomos.

En el montaje de la máquina se toma como referencia la plancha posterior, y sobre ésta se montarán y se atornillarán todas las piezas restantes.



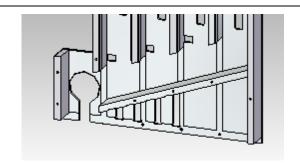
Paso 1:

En Primer lugar se montará las 6 paredes. Importante la posición que en el dibujo se indica, ya que las guías sirven para que la pieza se pueda introducir de una única forma.



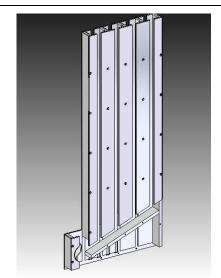
Paso 2:

Se procederá a la colocación de la rampa por la cual caerán las piezas rodando.



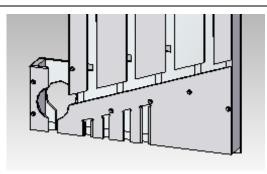
Paso 3:

Este paso corresponde a fijar las 6 planchas delanteras en su lugar y atornillarlas.



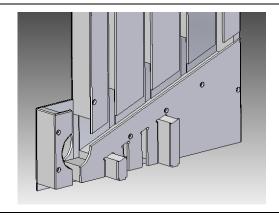
Paso 4:

Se ensamblará la Plancha delantera inferior.



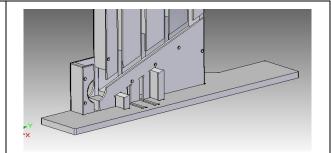
Paso 5:

En este paso se colocan la pared de apertura de pomos 1 y 2 en este momento aun están sueltas y hay que tener cuidado que no se caigan.



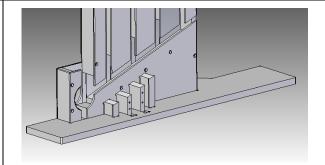
Paso 6:

Se ensamblará el subconjunto Base/Posicionadores montados anteriormente y de esta forma ya no se pueden caer las paredes montadas en el paso 5.



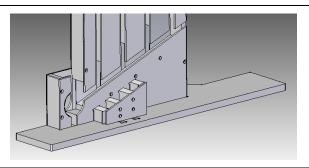
Paso 7:

En este paso se colocará en su lugar las paredes apertura que quedan (2 y 2_2).



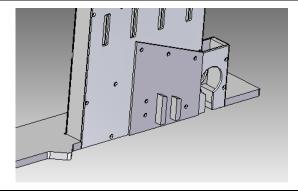
Paso 8:

Se atornillará la apertura pomos a las paredes de apertura pomos correspondientes (2 y 2_2).



Paso 9:

Este último paso servirá para montar el cargador de pomos, se ensamblará a las paredes apertura 1 y 3 y así ya estará disponible para su utilización.





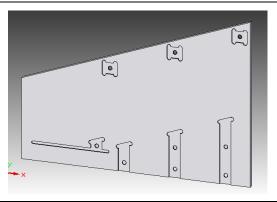
2.4.5. Montaje Cargador Tapas.

Como en el cargador anterior, se ha de seguir un único protocolo de montaje para la correcta posición de todas las piezas del cargador, también tendremos como referencia una parte del cargador que en este caso, al igual que en el anterior es la plancha posterior.

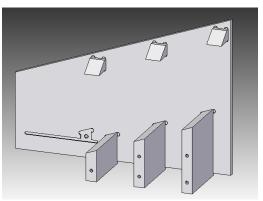
No obstante antes de empezar el montaje del cargador, también se procede a montar un subconjunto:

- Montaje del subconjunto elevador:

En este subconjunto se tomará como referencia la plancha elevadora.

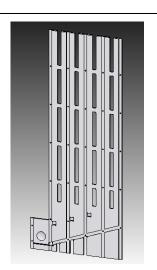


En la plancha elevadora se montará los tres elevadores y las paredes apertura tapas, para que en un momento posterior ensamblarlo en el conjunto del cargador de tapas.



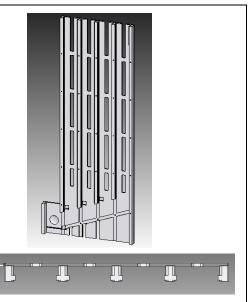
- Montaje del cargador de tapas.

La plancha posterior de las tapas es la referencia que tomaremos para montar el cargador.



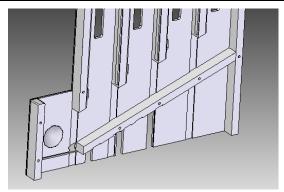
Paso 1:

En primer lugar pondremos las paredes que contiene el cargador de la siguiente manera y las atornillaremos, en este caso también se exigirá la siguiente posición ya que existen las guías para las tapas.



Paso 2:

El siguiente paso es el de colocar y atornillar la rampa de la siguiente forma.



Paso 3:

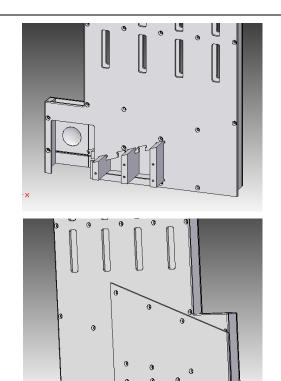
A continuación se procede al montaje de la plancha delantera.





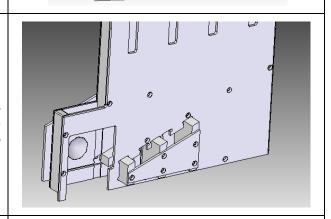
Paso 4:

En este paso pasaremos el subconjunto elevador por la parte posterior (Plancha posterior), por los agujeros dispuestos para las paredes de apertura de la forma siguiente y en estas dos fotos se muestra como quedarán tanto por delante como por detrás.



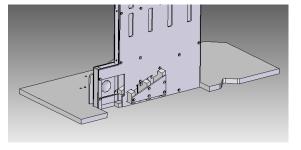
Paso 5:

Se atornillará por la parte delantera la plancha apertura tapas, y con este montaje se evitará que se nos desmonte el subconjunto montado anteriormente por deslizamiento.



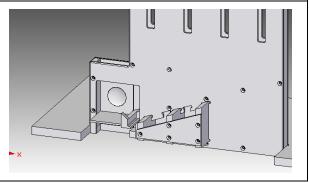
Paso 6:

En este paso se ensamblará la base del cargador de tapas.



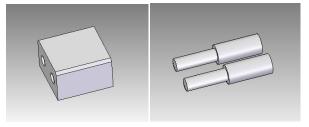
Paso 7:

Se colocará la trampilla introduciéndola por la parte delantera y se atornillará a la plancha elevadora.



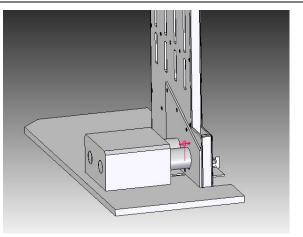
Paso 8:

El siguiente paso será el montaje del recuperador, que consta de los siguientes elementos: la caja del recuperador, los pistones y los dos muelles que harán la fuerza para recuperar la posición original.



Paso 9:

Y por último para finalizar el montaje del cargador de tapas procederemos a poner el recuperador en la parte posterior y ensamblado en la base, se pondrá los muelles recuperadores, los pistones en su lugar y llegados a este momento atornillaremos esto subconjunto a la base del cargador.



3. Presupuesto.

En el presupuesto se detallarán todos los detalles del coste de proyecto, tanto a nivel conceptual y diseño, como de la compra de material, montaje y puesta a punto de la máquina.

El presupuesto del proyecto se divide en diferentes apartados en función del tipo de coste.

3.1. Estudio técnico.

En el estudio técnico se refleja el coste de la realización del proyecto en todos los aspectos por un técnico, el cual tiene un coste de 30 €/h.

Habitualmente y en empresas grandes los proyectos están realizados por varios técnicos, los cuales realizan su campo de especialidad y el coste/hora varía en función del apartado y responsabilidad, no obstante en otros casos como empresas muy pequeñas o en éste, cada uno de los apartados está realizado por una sola persona, por lo tanto el precio es único para todo el proyecto y apartados.

En el presente apartado se refleja las horas necesarias para la realización de distintas partes del proyecto, la tabla siguiente se muestra de forma aproximada, puesto a la dificultad de hacer un cálculo exacto del tiempo utilizado.

Cada una de las características de las tareas, se han llevado a cabo, no obstante se han realizado de forma alternativa y en cooperación con otras características por esta misma razón el cálculo de las horas es sumamente difícil de predecir con exactitud.

Tabla 3.1.1. Tiempo empleado en cada una de las tareas de diseño (h).

Tarea	Características	Horas necesarias
Diseño conceptual y bocetos de la máquina.	Primeros bocetos a mano alzada. Cálculo de medidas. Análisis de viabilidad del diseño. Revisión y modificación del diseño. Convenientes e inconvenientes.	90
Diseño final de los componentes.	Diseño final de las piezas. Realización de los planos. Diseño piezas 3D y videos de funcionamiento.	100
Búsqueda y elección de los materiales.	Búsqueda de los materiales para cada elemento. Estudio de las propiedades físicas de los materiales necesarios. Selección del material apropiado.	18



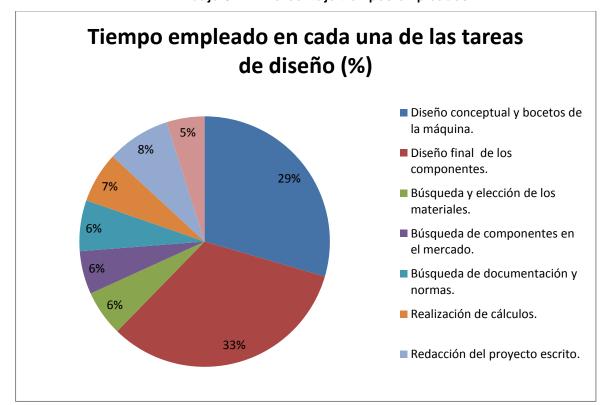
Tarea	Características	Horas necesarias
Búsqueda de componentes en el mercado.	Búsqueda de motor. Búsqueda de componentes varios normalizados y expuestos en el mercado.	17
Búsqueda de documentación y normas.	Recerca de documentos varios. Búsqueda de normas y decretos. Selección y redacción de las partes importantes de las normativas.	20
Realización de cálculos.	Cálculos de los muelles de retroceso. Cálculos en la transmisión. Cálculo de esfuerzos en elementos críticos.	20
Redacción del proyecto escrito.	Redacción de la memoria, pliego de condiciones, presupuesto, planos y anexos, según normativa	25
Revisión del diseño y cálculos.	Revisión de la funcionalidad y objetivos del diseño. Revisión de la correcta realización de los cálculos.	15
	TOTAL HORAS (h)	305

Una vez obtenido el tiempo total invertido en el proyecto se multiplica por el coste/hora del ingeniero.

Tabla 3.1.2. Coste total del Estudio Técnico.

Tiempo Total Empleado	Coste Ingeniero (€/h)	Total (€)
305	30	9150

En el siguiente gráfico se muestra los porcentajes de tiempo empleados en cada tarea del proyecto y se puede observar con gran facilidad que más del 50 % del proyecto se basa en el diseño, tanto el conceptual como el final, esto se debe a la naturaleza del trabajo, ya que trata de una máquina inexistente y por lo tanto la mayor parte del tiempo se emplea en el diseño (bocetos, planos, medidas...).



Dibujo 3.1.2. Porcentaje tiempos empleados.

3.2. Coste de las piezas.

En este apartado obtendremos el coste total de los materiales y cada una de las piezas que se necesitan para realizar el presente proyecto. Este apartado se compone de otros sub-apartados: Cargador de pomos, Cargador de Tapas, bancada y transmisión, y elementos comerciales.

En las piezas no normalizadas y que tampoco podemos obtener en el mercado, se dispone unas tablas donde se indica: el Nº de plano de la pieza para poder localizarla con facilidad, la descripción de la misma pieza en la cual se indica el nombre de la pieza, el nº de piezas que consta la máquina, el coste de la unidad y por último el precio total.

En cambio para las piezas comerciales y por lo tanto se pueden encontrar en el mercado se dispone de unas tablas un tanto diferenciadas, en las que: se describe el producto, el nº de piezas, el coste unitario y el total.

3.2.1. Coste de las piezas del cargador pomos.

En el presente aparatado se detallará el valor de los cargadores de los pomos en función del diámetro de las piezas que tengan que alojar. El coste de los diferentes cargadores variará a pesar que tiene la misma geometría, esto es debido a la diferencia de dimensiones.

En el coste/unidad ya incluye todos los costes de material, fases de fabricación, transporte...

En el cargador de pomos se utiliza en todas y cada una de las piezas el aluminio 6061 T-6.

Coste cargador de pomos D.40:

Tabla 3.2.1. Coste de las piezas del cargador de pomos D.40.

Nº Plano	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u.)	TOTAL (€)
2	Plancha posterior	1	180	180
3	Rampa	1	35	35
4	Pared 1	1	22	22
5	Pared 2	1	65	65
6	Pared 3	1	61	61
7	Pared 4	1	57	57
8	Pared 5	1	53	53
9	Pared 6	1	49	49
11	Plancha delantera 1	1	30	30
12	Plancha delantera 2	1	74	74
13	Plancha delantera 3	1	70	70
14	Plancha delantera 4	1	66	66
15	Plancha delantera 5	1	62	62
10	Plancha delantera 6	1	58	58
16	Plancha delantera inferior	1	46	46
17	Plancha elevadora	1	38	38
18	Pared 1 trampilla	1	16	16
19	Pared 2 trampilla	1	24	24
22	Pared 2_2 trampilla	1	28	28



Nº Plano	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u.)	TOTAL (€)
20	Pared 3 trampilla	1	27	27
21	Plancha apertura	1	30	30
24	Posicionador derecho	1	7	7
23	Posicionador izquierdo	1	5	5
25	Elevador	3	2	6
26	Base	1	150	150
		-	Total del carg. D.40	1.259

Coste cargador de pomos D.50:

Tabla 3.2.2. Coste de las piezas del cargador de pomos D.50.

Nº Plano	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u.)	TOTAL (€)
2	Plancha posterior	1	201,6	201,6
3	Rampa	1	39,2	39,2
4	Pared 1	1	24,64	24,64
5	Pared 2	1	72,8	72,8
6	Pared 3	1	68,32	68,32
7	Pared 4	1	63,84	63,84
8	Pared 5	1	59,36	59,36
9	Pared 6	1	54,88	54,88
11	Plancha delantera 1	1	33,6	33,6
12	Plancha delantera 2	1	82,88	82,88
13	Plancha delantera 3	1	78,4	78,4
14	Plancha delantera 4	1	73,92	73,92
15	Plancha delantera 5	1	69,44	69,44
10	Plancha delantera 6	1	64,96	64,96
16	Plancha delantera inferior	1	51,52	51,52
17	Plancha elevadora	1	42,56	42,56
18	Pared 1 trampilla	1	17,92	17,92
19	Pared 2 trampilla	1	26,88	26,88
22	Pared 2_2 trampilla	1	31,36	31,36
20	Pared 3 trampilla	1	30,24	30,24
21	Plancha apertura	1	33,6	33,6
24	Posicionador derecho	1	7,84	7,84
23	Posicionador izquierdo	1	5,6	5,6
25	Elevador	3	2	6
26	Base	1	168	168
			Total del carg. D.50	1.409,36

Coste cargador de pomos D.63:

Tabla 3.2.3. Coste de las piezas del cargador de pomos D.63.

Nº Plano	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u.)	TOTAL (€)
2	Plancha posterior	1	231,84	231,84
3	Rampa	1	45,08	45,08
4	Pared 1	1	28,34	28,34
5	Pared 2	1	83,72	83,72
6	Pared 3	1	78,57	78,57
7	Pared 4	1	73,42	73,42
8	Pared 5	1	68,26	68,26
9	Pared 6	1	63,11	63,11
11	Plancha delantera 1	1	38,64	38,64
12	Plancha delantera 2	1	95,31	95,31
13	Plancha delantera 3	1	90,16	90,16
14	Plancha delantera 4	1	85,01	85,01
15	Plancha delantera 5	1	79,86	79,86
10	Plancha delantera 6	1	74,70	74,70
16	Plancha delantera inferior	1	59,25	59,25
17	Plancha elevadora	1	48,94	48,94
18	Pared 1 trampilla	1	20,61	20,61
19	Pared 2 trampilla	1	30,91	30,91
22	Pared 2_2 trampilla	1	36,06	36,06
20	Pared 3 trampilla	1	34,78	34,78
21	Plancha apertura	1	38,64	38,64
24	Posicionador derecho	1	9,02	9,02
23	Posicionador izquierdo	1	6,44	6,44
25	Elevador	3	2	6
26	Base	1	193,2	193,2
			Total del carg. D.63	1.619,86

Coste total de los cargadores de pomos:

En este sub-apartado se detalla el coste total de los 3 conjuntos de cargadores de Pomos.

Tabla 3.2.4. Coste total de los cargadores de pomos.

Tipo	Cargador 40	Cargador 50	Cargador 63	Total de cargadores (€)
Coste (€)	1259	1409,36	1619,86	4.288,22

3.2.2. Coste de las piezas del cargador tapas.

En el presente aparatado se detallará el valor de los cargadores de las Tapas en función del diámetro de las piezas que tengan que alojar. El coste de los diferentes cargadores variará al igual que en los cargadores de pomos porque a pesar de tener la misma geometría, tienen diferentes dimensiones.

En el coste/unidad ya incluye todos los costes de material, fases de fabricación, transporte...

En el cargador de tapas se utiliza en todas y cada una de las piezas el aluminio 6061 T-6.

Coste cargador de tapas D.40:

Tabla 3.2.5. Coste de las piezas del cargador de Tapas D.40.

Pieza	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u)	TOTAL (€)
28	Plancha posterior	1	180	180
29	Pared 1	1	22	22
30	Pared 2	1	65	65
31	Pared 3	1	61	61
32	Pared 4	1	57	57
33	Pared 5	1	53	53
34	Pared 6	1	49	49
35	Rampa	1	35	35
36	Pared 1 apertura	1	20	20
37	Pared 2 apertura	1	23	23
38	Pared 3 apertura	1	26	26
39	Plancha apertura	1	30	30
40	Plancha elevadora	1	38	38
41	Plancha delantera	1	200	200
25	Elevadores	3	2	6
42	Trampilla	1	30	30
43	Base	1	210	210
44	Recuperador	1	80	80
45	Pistón recuperador	2	40	80
			Total del carg. D.40	1.265

Coste cargador de tapas D.50:

Tabla 3.2.6. Coste de las piezas del cargador de Tapas D.50.

Pieza	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u)	TOTAL (€)
			-04	
28	Plancha posterior	1	201,6	201,6
29	Pared 1	1	24,64	24,64
30	Pared 2	1	72,8	72,8
31	Pared 3	1	68,32	68,32
32	Pared 4	1	63,84	63,84
33	Pared 5	1	59,36	59,36
34	Pared 6	1	54,88	54,88
35	Rampa	1	39,2	39,2
36	Pared 1 apertura	1	22,4	22,4
37	Pared 2 apertura	1	25,76	25,76
38	Pared 3 apertura	1	29,12	29,12
39	Plancha apertura	1	30	30
40	Plancha elevadora	1	42,56	42,56
41	Plancha delantera	1	224	224
25	Elevadores	3	2	6
42	Trampilla	1	33,6	33,6
43	Base	1	235,2	235,2
44	Recuperador	1	80	80
45	Pistón recuperador	2	40	80
			Total del carg. D.50	1.393,28

Coste cargador de tapas D.63:

Tabla 3.2.7. Coste de las piezas del cargador de Tapas D.63.

Pieza	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u)	TOTAL (€)
28	Plancha posterior	1	229,82	229,82
29	Pared 1	1	28,09	28,09
30	Pared 2	1	82,99	82,99
31	Pared 3	1	77,89	77,89
32	Pared 4	1	72,78	72,78
33	Pared 5	1	67,67	67,67
34	Pared 6	1	62,56	62,56
35	Rampa	1	44,69	44,69
36	Pared 1 apertura	1	25,54	25,54
37	Pared 2 apertura	1	29,37	29,37
38	Pared 3 apertura	1	33,20	33,20
39	Plancha apertura	1	30	30
40	Plancha elevadora	1	48,52	48,52
41	Plancha delantera	1	255,36	255,36
25	Elevadores	3	2	6
42	Trampilla	1	38,30	38,30
43	Base	1	268,13	268,13
44	Recuperador	1	80	80
45	Pistón recuperador	2	40	80
			Total del carg. D.63	1.560,9

Coste total de los cargadores de Tapas:

En este sub-apartado se detalla el coste total de los 3 conjuntos de cargadores de tapas.

Tabla 3.2.8. Coste total de los cargadores de Tapas.

Tipo	Cargador 40	Cargador 50	Cargador 63	Total de cargadores (€)
Coste (€)	1265	1393,28	1560,9	4.219,18

3.2.3. Coste de las piezas de bancada y transmisión.

En este apartado se detallará el valor de las piezas del conjunto de la bancada y el conjunto de la transmisión.

En el coste/unidad ya incluye todos los costes de material, fases de fabricación, transporte...

En el conjunto de la bancada se utiliza el material Fundición FGE 42-12 y en el conjunto de transmisión el Acero F-5211.

Tabla 3.2.9. Coste de las piezas del conjunto de la bancada y transmisión.

Nº Plano	Descripción	Nº Piezas	Coste/unidad (€/u)	TOTAL (€)
47	Caja de transmisión	1	450	450
48	Eje transmisión	1	105	105
49	Leva presión	1	37	37
50	Leva elevadora	1	31	31
51	Pistón presión	1	77	77
52	Pistón elevador	1	68	68
53	Acoplador	1	27	27
54	Fijador transmisión	1	25	25
48	chaveta	1	1	1
55	Bancada	1	1700	1.700
			Total de los conjuntos	2.521

3.2.4. Piezas comerciales.

En el siguiente apartado se detalla el coste de todas las piezas y elementos de sujeción que no son de diseño propio y que se encuentran en el mercado.

Tabla 3.2.10. Coste de las piezas existentes.

Pieza	Nº piezas	Coste unidad (€/u)	TOTAL (€)
Cuadro eléctrico	1	6500	6.500
Motorreductor	1	230	230
Mordazas rápidas	4	9,9	39,6
Pies bancada	4	2,5	10
Tornillo DIN 963 M3 x 5	24	0,0055	0,132
Tornillo DIN 963 M3 x 8	177	0,00433	0,76641
Tornillo DIN 963 M3 x 12	204	0,00608	1,24032
Tornillo DIN 963 M3 x 20	21	0,00933	0,19593
Tornillo DIN 963 M4 x 20	18	0,01192	0,21456
Tornillo DIN 912 M4 x 15	2	0,06	0,12
Tornillo DIN 912 M4 x 20	14	0,07	0,98
Tornillo DIN 912 M4 x 40	4	0,09	0,36
Tornillo DIN 912 M5,6 x 20	16	0,12	1,92
Tornillo DIN 912 M9 x 15	4	0,2	0,8
Pasador 6325 D.4 x 20	6	0,3	1,8
Pasador 6325 D.4 x 40	6	0,35	2,1
Pasador 6325 D.5 x 20	4	0,4	1,6
Resortes de compresión	8	8,5	68
Detector capacitivo	1	20	20
		Total piezas comerciales	6.909,83

3.2.5. Coste total de las piezas.

En este punto se incluye el coste total de todas las piezas utilizadas en la máquina.

Tabla 3.2.11. Coste total de las piezas utilizadas.

Tipo de coste	Coste (€)
Coste cargador pomos	4.288,22
Coste cargador tapas	4.219,18
Coste transmisión y bancada	2.521
Coste piezas comerciales	6.909,83
Coste total (€)	17.938,23

3.3. Estimación de montaje.

En el siguiente apartado se indica el coste de montaje del prototipo, montado por un oficial de primera. Se calcula que a aproximadamente en el montaje de toda la máquina se invertirán unas 23 h y que el precio del operario en el montaje oscila entre 20 y 40 €/h., por lo tanto la estimación del montaje será el siguiente:

Tabla 3.3.1. Estimación del montaje.

Operación	Tiempo invertido (h)	Precio operario €/h	Precio total (€)
Montaje eléctrico	3	30	90
Montaje mecánico	15	30	450
Puesta a punto	5	30	150
		Total montaje (€)	690

3.4. Estimación total de la máquina.

En la estimación total de la máquina se indica el coste total del proyecto contando con todos los aspectos, desde el diseño y tema conceptual, coste de las piezas y el montaje de la misma máquina.

3.4.1. Coste total del proyecto.

Descripción del coste	Coste (€)	
Estudio técnico	9.150	
Coste de las piezas	17.938,23	
Estimación de montaje	690	
Coste total (€)	27.778,23	

4. Conclusiones.

El objetivo principal del proyecto es diseñar una máquina capaz de eliminar o en todo caso reducir el stock del producto acabado, y también que evite al operario realizar esta tarea. El objetivo del stock y del operario se ha salvado gracias a los cargadores de pomos y tapas y a la autonomía de la máquina, que no necesita ninguna atención hasta la finalización del proceso, esta tarea será bajo demanda del cliente por lo tanto no se necesitará un stock disponible.

Con la aplicación del sistema SMED y Poka-Yoke el cambio de utillaje y la dificultad de utilización de la máquina es muy fácil y sin necesidad de especialización ni preparación previa del operario. La introducción de más piezas en los cargadores es posible mientras está en marcha eso reduce el tiempo de parada de la máquina. No se ha conseguido el cambio de versión con el toque de interruptor, pero el cambio de los cargadores y puesta a punto, a causa de los métodos mencionados es fácil y se tarda pocos segundos.

El coste de la máquina es mínimo ya que no es necesario materiales de alto precio y el diseño es simple sin la necesidad de complejos sistemas cinemáticos, ya que con un simple motor un eje de distribución y dos pistones son la base de un cinema, que realiza la operación deseada.

Lay-out, el espacio de la máquina ha sido economizado lo máximo posible, no obstante ha resultado ser más grande de lo esperado, que en un principio se intentaba que fuese de 500x500 mm. Debido a que la propia máquina ha de servir de almacén de sus propios accesorios y herramientas, y los cargadores sobretodo de D.63 son de gran envergadura, cosa que aumenta considerablemente las dimensiones de la bancada, que han sido finalmente de 1093x610 mm.

Otro de los objetivos conseguidos es la introducción de nuevas líneas de producto en un futuro sin gran inversión, gracias a la estandarización de los cargadores en que tienen pocos puntos en común que tienen que cumplir necesariamente y lo demás puede ser diferente. Así que la inversión no sería necesaria en la modificación de la máquina, sino que simplemente se tendría que invertir en el diseño de la nueva línea de producción.



5. Bibliografía.

Libros y publicaciones:

- "Ingeniería gráfica, introducción a la normalización". Francisco Hernández Abad. Universidad Politécnica de Cataluña.
- "Manual del Aluminio, Vol. 1". Versión española: Pedro Coca, Revisada: José Company Bueno. EDITORIAL REVERTÉ, S.A. 1992. Reimpresión Marzo del 2004.
- "Elementos de máquinas. Teoría y problemas." Cortizo Rodríguez, José L.; Fernádez Rico, José E.; Fernández Rodríguez, Mª del Rocío; Rodríguez Ordóñez, Eduardo; Sierra Velasco, José M.; Vijande Díaz, Ricardo. Universidad de Oviedo.

Recursos web:

- http://www.utilairsur.com/destaco.html
- http://www.boe.es/boe/dias/1999/08/18/pdfs/A30595-30601.pdf
- http://www.cidepa-sincron.es/es/productos
- http://selector.ascamm.org/otros_materiales/aluminio2
- http://img233.imageshack.us/i/aluyv1.jpg/
- http://www.alumac.com.mx/prod/aluminio.html
- http://www.rovalma.com/Pages_Sp/Cat_Cold.htm
- http://www.sermetal.com/TABLA.htm
- http://selector.ascamm.org/materials_library_folder/steel_low_temperature.2005-01-04.7643340145/view?searchterm=2379
- http://www.angelfire.com/al3/mambuscay/Art3.htm
- http://www.halder.de/index.asp?s=esp
- http://www.tornilleriareche.com/catalogo.php
- http://www.vanel.com/compression.php?lang=spanish