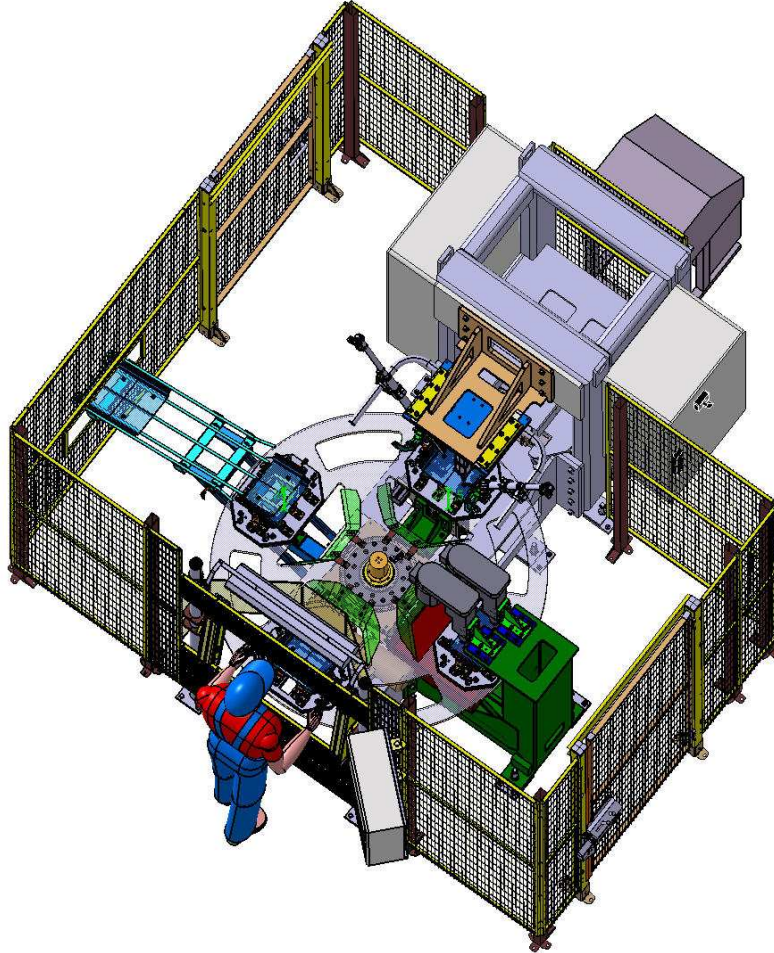




Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROYECTO FINAL DE CARRERA



TITULO: DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRANSFER PARA LA SOLDADURA DE DOS TUERCAS.

AUTOR: SERGIO LÓPEZ ARNAL.

PROYECTO FINAL DE CARRERA DE E. T. I. MECÁNICA.

EPSEVG

DIRECTOR: MAURICI SIVATTE ADROER

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FECHA: JUNIO 2010

Este proyecto tiene en cuenta aspectos medioambientales: Sí No

PROYECTO FINAL DE CARRERA

RESUMEN (máximo 50 líneas)

El proyecto consiste en el diseño mecánico de una máquina que automatice el proceso de soldadura de dos tuercas a una chapa. Además, deberemos realizar una pre-operación de agujereado de la chapa, ya que en esta no hay los agujeros necesarios para la soldadura posterior de las tuercas. En el diseño se buscara la participación mínima de mano de obra.

Al iniciar el proyecto, y antes de iniciar el diseño 3D de la máquina, llevaremos a cabo el estudio de las máquinas existentes en el mercado que nos permitan realizar una elección acertada del tipo de máquina que se adaptará mejor a nuestras necesidades. El tipo de máquina escogido es el de máquina transfer rotativa, donde los elementos de la máquina estarán controlados por un autómatas.

También realizaremos un estudio de las soluciones existentes en el mercado para el agujerado de la chapa y la soldadura de las tuercas. La mejor solución para el agujereado será el taladrado. La mejor opción para la soldadura de las tuercas será soldar con cilindros de soldadura y corriente continua con circuito trifásico.

Una vez realizada esta selección, pasamos al diseño 3D de la máquina.

La máquina constara de 4 estaciones (o etapas) principales de trabajo.

La primera estación de trabajo consiste en la carga por parte de un operario de la chapa en la máquina, en un soporte diseñado para tal fin y que asegure la fijación de la misma para poder desplazarla entre estaciones y que la sitúe en la posición correcta de trabajo.

En la segunda estación de trabajo realizaremos los agujeros a la chapa. Éstos los realizaremos mediante unas máquinas de taladrar.

En la tercera estación de trabajo realizaremos la soldadura de las tuercas a la chapa mediante unos cilindros de soldadura y los respectivos contraelectrodos.

En la cuarta estación de trabajo realizaremos la descarga automática de la chapa, que se deslizará por una rampa de descarga y acumulo para la posterior recogida por parte del mismo operario que realiza la carga de la chapa en la máquina.

Una vez realizado y validado el diseño 3D de la máquina se realizan los planos constructivos.

La memoria también incluye los siguientes apartados, memoria descriptiva, los cálculos justificativos del proyecto, las condiciones medioambientales a cumplir, la guía de mantenimiento preventivo, el presupuesto de la máquina y el pliego de condiciones.

Palabras clave (máximo 10):

MÁQUINA	TRANSFER	SOLDADURA	TALADRO
TUERCA	DISEÑO	AUTOMATIZACIÓN	MESA-ROTATIVA
ELECTRODO	CONTRAELECTRODO		

Este proyecto consta de:

- 1 carpeta con la memoria.
- 2 carpetas con los planos.

Agradecer a mi familia su apoyo, comprensión y paciencia. A la familia de mi novia su apoyo y aliento en todo momento. Agradecer especialmente a mí novia su paciencia, apoyo, comprensión y ánimos en los momentos que yo flaqueaba. Agradecer también a mis amigos su aliento y comprensión durante estos meses que nos hemos visto poco. Quiero hacer una mención especial a todas aquellas personas que durante mi carrera profesional de más de 8 años me han ayudado y enseñado sus conocimientos haciendo de mí lo que profesionalmente soy ahora.
A todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE

	Pág.
1.0.- OBJETIVO DEL PROYECTO.	4
1.1.- EL DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA.	4
1.2.- FASES DEL DISEÑO.	4
2.0.- ESPECIFICACIONES DEL CLIENTE. QUÉ QUIERE EL CLIENTE.	7
3.0.- PREESTUDIO CON LAS POSIBLES SOLUCIONES PARA EL DISEÑO DE LA MÁQUINA BASÁNDOSE EN LO QUE HAY EN EL MERCADO.	8
3.1.- MÁQUINA HERRAMIENTA.	8
3.1.1.- TIPOS DE MÁQUINA HERRAMIENTA.	9
3.2.- AUTOMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.	9
3.3.- DIFERENCIAS ENTRE LA MÁQUINA HERRAMIENTA CONVENCIONAL Y LA MÁQUINA HERRAMIENTA CON CNC.	10
4.0.- PREESTUDIO DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES EN EL MERCADO PARA CADA OPERACIÓN (AGUJEREO Y SOLDADURA).	13
4.1.- CONFORMACIÓN DE LOS AGUJEROS.	13
4.1.1.- GENERALIDADES.	13
4.1.2.- TALADRADORAS.	14
4.1.3.- MANDRINADORAS.	15
4.1.4.- PUNTEADORAS.	16
4.1.5.- FRESADORA.	16
4.1.6.- TROQUELADO: CORTE Y PUNZONADO.	18
4.2.- SOLDADURA.	20
5.0.- JUSTIFICAR LAS DECISIONES ADOPTADAS PARA EL DISEÑO DE LA MÁQUINA.	23
5.1.- ELECCIÓN DEL TIPO DE MÁQUINA.	23
5.2.- CONFORMACIÓN DE LOS AGUJEROS.	23
5.2.1.- HERRAMIENTAS DE TALADRADO (BROCAS).	24
5.3.- SOLDADURA.	25
5.3.1.- VENTAJAS EN LA RED DE ALIMENTACIÓN.	26
5.3.2.- VENTAJAS POR APLICACIÓN DE PROCESO.	27
5.3.3.- VENTAJAS METALÚRGICAS.	28
6.0.- MEMORIA DESCRIPTIVA.	29
6.1.- ESTACIONES DE TRABAJO.	29
6.1.1.- ESTACIÓN DE CARGA MANUAL.	30
6.1.2.- ESTACIÓN DE TALADRADO.	33
6.1.3.- ESTACIÓN DE SOLDADURA DE LAS TUERCAS.	36
6.1.4.- ESTACIÓN DE DESCARGA AUTOMÁTICA.	40
6.2.- MESA ROTATIVA.	43
6.3.- VALLADO.	44
7.0.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.	47

7.1.- CÁLCULO DE MOVIMIENTOS EN TALADRADO.	47
7.1.1.- RECORRIDO DE LA HERRAMIENTA Y ALTURA DE SALIDA.	47
7.1.2.- CORRECCIONES PARA AGUJEROS LARGOS.	48
7.1.3.- VELOCIDADES DE CORTE TEÓRICAS PARA AGUJEROS CORTOS.	48
7.1.4.- AVANCES DE LAS BROCAS PARA AGUJEROS CORTOS.	50
7.1.5.- VELOCIDADES DE CORTE REALES.	51
7.1.6.- VELOCIDAD DE AVANCE.	53
7.1.7.- APLICACIÓN A LOS DATOS DE NUESTRO PROYECTO.	54
7.2.- CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE SOLDADURA.	57
7.2.1.- CÁLCULO A TRAVÉS DE TABLAS.	57
7.2.2.- FACTOR DE MARCHA.	58
7.2.3.- INTENSIDAD DE SOLDADURA.	60
7.2.4.- CORRIENTE EQUIVALENTE AL 50% DE F.M.	60
7.2.5.- POTENCIA DE SOLDADURA.	60
7.2.6.- SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.	60
7.2.7.- CALCULO DEL DIMENSIONADO DE LA SECCIÓN DEL SECUNDARIO.	61
7.2.8.- SELECCIÓN DEL LOS CILINDROS DE SOLDADURA.	62
7.3.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES.	64
7.3.1.- CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN DE LA PLACA DE LA MESA ROTATIVA.	64
7.3.2.- CÁLCULOS MESA ROTATIVA.	66
7.3.3.- RESISTENCIAS TEÓRICA.	67
8.0.- CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES.	69
8.1.- GENERALIDADES.	69
8.2.- DURANTE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO	69
8.3.- RESIDUOS PELIGROSOS.	70
8.4.- RECICLAJE.	70
9.0.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	71
9.1.- GENERALIDADES.	71
9.2.- GENERALIDADES MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA.	71
9.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA.	72
9.3.1.- DIARIAMENTE.	72
9.3.2.- SEMANALMENTE.	72
9.3.3.- MENSUALMENTE.	73
9.4.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS DE SOLDAR POR RESISTENCIA.	73

9.4.1.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN.	73
9.4.2.- CIRCUITO NEUMÁTICO.	74
9.4.3.- CIRCUITO SECUNDARIO.	75
9.4.4.- CABEZALES DE SOLDADURA.	75
9.4.5.- RED DE CONEXIÓN ELÉCTRICA.	76
9.4.6.- PROYECCIONES.	76
10.0.- PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y TIEMPO CICLO.	77
11.0.- PRESUPUESTO.	79
12.0.- PLIEGO DE CONDICIONES.	81
12.1.- GENERALIDADES.	81
12.2.- NORMATIVA CE.	81
12.3.- CONDICIONANTES LEGALES.	82
12.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA.	83
12.4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA.	83
12.4.2.- DEFINICIÓN DE LAS OPERACIONES.	83
12.4.3.- NIVELES DE PRODUCCIÓN Y CAPACIDAD.	84
12.4.4.- PUESTO DE TRABAJO.	85
12.4.5.- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN.	85
12.4.5.1.- MECÁNICAS.	85
12.4.5.2.- NEUMÁTICAS.	86
12.5.- MANTENIMIENTO.	87
12.6.- ARMARIOS ELÉCTRICOS.	87
12.7.- UTILLAJES.	89
12.8.- REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES.	89
12.8.1.- REQUISITOS APLICABLES A LOS PROVEEDORES DE MATERIALES DIRECTOS.	89
12.8.2.- REQUISITOS APLICABLES A LOS PROVEEDORES DE MATERIALES INDIRECTOS.	89
12.8.3.- REFRIGERANTES MÁQUINAS.	90
12.8.4.- SISTEMAS DE RETENCIÓN DE FLUIDOS.	90
12.9.- SEGURIDADES DE LA MÁQUINA.	90
12.10.- ERGONOMÍA Y SEGURIDAD.	92
12.11.- ACABADO E IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA.	93
12.12.- CONDICIONES DE ENTREGA.	93
12.12.1.- DOCUMENTACIÓN Y PLANOS.	93
12.12.2.- PREVISIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	94
12.13.- GARANTÍA.	94
12.13.1.- GARANTÍA GLOBAL DE LA MÁQUINA.	94
12.13.2.- GARANTÍA ESPECÍFICA DE ELEMENTOS COMERCIALES.	96
13.0.- BIBLIOGRAFÍA.	97
14.0.- ANEXOS.	
14.1.- PLANOS Y LISTA DE MATERIALES.	

1.0.- OBJETIVO DEL PROYECTO.

Los objetivos del siguiente proyecto consisten en el diseño de una máquina que suelde dos tuercas a una chapa, que realizará todas sus funciones a través de un programa gestionado por un autómata. Este diseño abarca el estudio técnico mecánico, el estudio de las soluciones existentes en el mercado y su aplicación a dicho proyecto, los cálculos mecánicos pertinentes, calculo del transformador y la soldadura, diseño mecánico de la máquina en 3D y realización de los planos constructivos de la máquina que permitan la fabricación y montaje de la misma. Este proyecto no abarca la rama eléctrica, la rama neumática ni la hidráulica. Tampoco abarca al autómata, su definición ni elección.

El objetivo final que se quiere cumplir con esta máquina es la automatización del proceso y por consiguiente, el aumento de la producción en la industria en la que se utilice esta máquina.

1.1.- EL DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA.

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de las matemáticas, las ciencias del uso de los materiales y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería.

El diseño de ingeniería mecánica incluye el diseño mecánico, pero es un estudio de mayor amplitud que abarca todas las disciplinas de la ingeniería mecánica, incluso pudiendo llegar a las ciencias térmicas y de los fluidos.

1.2.- FASES DEL DISEÑO.

El proceso total de diseño está compuesto de diferentes etapas. El proceso de diseño empieza con la identificación de una necesidad y con una decisión de buscar una solución a esa necesidad.

Después de muchas iteraciones, el proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad.

Primero debemos tener claro qué se nos pide, ya sea a través del pedido de un cliente, o bien por la localización de una necesidad de mejora.

Una vez que se ha definido el problema y obtenido un conjunto de especificaciones implícitas, formuladas por escrito, el siguiente paso en el diseño es la síntesis de una solución óptima.

Ahora bien, esta síntesis no podrá efectuarse antes de hacer el análisis y la optimización, puesto que se debe analizar el sistema a diseñar, para determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones. Dicho análisis podría revelar que el sistema no es óptimo. Si el diseño no resultase satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez.

Se ha indicado, y se reiterará sucesivamente, que el diseño es un proceso iterativo en el que se pasa por varias etapas, se evalúan los resultados y luego se vuelve a una fase anterior del proceso. En esta forma, es posible sintetizar varios componentes de un sistema, analizarlos y optimizarlos para después, volver a la fase de síntesis y ver qué efecto tiene sobre las demás partes del sistema. Para el análisis y la optimización se requiere que se ideen o imaginen modelos abstractos del sistema que admitan alguna forma de análisis matemático. Tales modelos que reproduzcan lo mejor posible el sistema físico real.

Evaluación y presentación: la evaluación es una fase significativa del proceso total de diseño, pues es la demostración definitiva de que un diseño es acertado y, generalmente, incluye pruebas con un prototipo en el laboratorio. En este punto es cuando se desea observar si el diseño satisface realmente la necesidad/es.

La comunicación del diseño a otras personas es el paso final y vital en el proceso de diseño. Es indudable que muchos diseños importantes, inventos y obras creativas se han perdido, sencillamente porque los creadores no fueron capaces de explicar sus creaciones a otras personas. La presentación es un trabajo de venta. Cuando el ingeniero presenta o expone una nueva solución al personal administrativo superior (directores o gerentes, por ejemplo) está tratando de vender o de demostrar que su solución es la mejor; si no tiene éxito en su presentación, el tiempo y el esfuerzo empleados para obtener su diseño se habrán desperdiciado por completo.

En esencia, hay tres medios de comunicación que se pueden utilizar: la forma escrita, la forma oral y la representación gráfica. En consecuencia, todo ingeniero con éxito en su profesión tiene que ser técnicamente competente y hábil al emplear las tres formas de comunicación.

2.0.- ESPECIFICACIONES DEL CLIENTE. QUÉ QUIERE EL CLIENTE.

El cliente nos solicita una máquina que le permita soldar a una chapa ya estampada con una forma predeterminada, de 3mm de espesor, dos tuercas de métrico 8 (M8). Esta chapa nos llega sin tener hechos los agujeros donde irán soldadas las tuercas, lo cual hará que tengamos de realizar los agujeros en nuestra máquina.

La producción solicitada por el cliente es de 250 piezas/hora, incluyendo todas las operaciones necesarias para conseguir el objetivo final. La máquina deberá estar diseñada para producir 24 horas al día, 220 días al año. El cliente solicita que la máquina tenga una disponibilidad de trabajo de entre el 80% y el 90% para poder realizar los paros necesarios para limpieza, mantenimiento preventivo, cambio de piezas sujetas a desgaste y carga de tuercas en los alimentadores.

El cliente nos suministrará los planos de producto que sean necesarios para el diseño de la máquina con las correspondientes cotas y tolerancias. El material de la chapa doblada será de acero F-111 (denominación según norma I.H.A.). Las tuercas a soldar serán según norma DIN - 928.

El cliente solicita que la máquina cumpla con todas las leyes y medidas de seguridad que corresponden a una máquina de estas características para la comunidad europea.

3.0.- PREESTUDIO CON LAS POSIBLES SOLUCIONES PARA EL DISEÑO DE LA MÁQUINA BASÁNDOSE EN LO QUE HAY EN EL MERCADO.

3.1.- MÁQUINA HERRAMIENTA.

La máquina herramienta es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a materiales sólidos, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias. El modelado de la pieza se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, estampado, corte o electroerosión.

El término máquina herramienta se suele reservar para herramientas que utilizan una fuente de energía distinta del esfuerzo humano, aunque también pueden ser impulsadas por personas si se instalan adecuadamente o cuando no hay otra fuente de energía. Muchos historiadores de la tecnología, consideran que las auténticas máquinas herramienta nacieron cuando se eliminó la actuación directa del hombre en el proceso de dar forma o troquelar los distintos tipos de herramientas. Por ejemplo, se considera que el primer torno que se puede considerar máquina herramienta fue el inventado alrededor de 1751 por Jacques de Vaucanson, puesto que fue el primero que incorporó el instrumento de corte en una cabeza ajustable mecánicamente, quitándolo de las manos del operario.

Las máquinas herramienta pueden utilizar una gran variedad de fuentes de energía. La energía humana y la animal son opciones posibles, como lo es la energía obtenida a través del uso de ruedas hidráulicas. Sin embargo, el desarrollo real de las máquinas herramienta comenzó tras la invención de la máquina de vapor, la cual llevó a la Revolución Industrial. Hoy en día, la mayor parte de ellas funcionan con energía eléctrica.

Las máquinas herramienta pueden operarse manualmente o mediante control automático. Las primeras máquinas utilizaban volantes para estabilizar su movimiento y poseían sistemas complejos de engranajes y palancas para controlar la máquina y las piezas en que trabajaba. Poco después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron los sistemas de control numérico. Las máquinas de control numérico utilizaban una serie

de números perforados en una cinta de papel o tarjetas perforadas para controlar su movimiento. En los años 60, se añadieron computadoras para aumentar la flexibilidad del proceso, tales máquinas se comenzaron a llamar máquinas CNC, o máquinas de Control Numérico por Computadora. Las máquinas de control numérico y CNC pueden repetir secuencias una y otra vez con precisión, y pueden producir piezas mucho más complejas que las que pueda hacer el operario más experimentado.

3.1.1.- TIPOS DE MÁQUINA HERRAMIENTA.

Por la forma de trabajar las máquinas herramientas se pueden clasificar en tres tipos:

- De desbaste o desbastadoras: que dan forma a la pieza por arranque de viruta.
- Prensas: que dan forma las piezas mediante el corte, el prensado o el estirado.
- Especiales: que dan forma a la pieza mediante técnicas diferentes, láser, electroerosión, ultrasonidos, plasma...

3.2.- AUTOMATIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.

En un principio, el término de automatización se asociaba al ámbito de la fabricación en serie, utilizando máquinas especiales como los Transfer, que eran controlados por sistemas de automatismo rígido, lo que hacía que esta fuera limitada.

En las máquinas convencionales la automatización, estaba vinculada a procesos pocos flexibles, pero con la aparición de los controles numéricos ha surgido una nueva concepción de la automatización y los procesos de fabricación han alcanzado un alto nivel de desarrollo.

El control numérico por definición es el control automático de un proceso, ejecutado por un dispositivo que utiliza datos numéricos introducidos antes y/o durante la realización de la operación.

Las nuevas tecnologías incorporadas al proceso productivo, especialmente la microelectrónica, la automática, técnicas de control,

informática y la tecnología de materiales, permiten nuevos enfoques a la resolución de problemas en la producción.

En particular, la aplicación de las técnicas de la informática en los procesos de fabricación industrial nos han permitido alcanzar un alto grado de automatización de una amplia gama de productos, en la mayoría de sus fases de producción, como es en la ejecución de:

- Operaciones de mecanizado: torneado, fresado, taladrado, etc.
- Operaciones complementarias: alimentación de la máquina, montaje, sujeción y desmontaje de la pieza y herramientas.
- Control de la calidad: medición de piezas, reglaje de herramientas.
- Operaciones de terminación: pintura, ensamblaje y embalaje.

3.3.- DIFERENCIAS ENTRE LA MÁQUINA HERRAMIENTA CONVENCIONAL Y LA MÁQUINA HERRAMIENTA CON CNC.

Haciendo una comparación entre la máquina herramienta convencional y la máquina herramienta con CNC, tenemos que en la primera el operario ha de realizar una serie de tareas tales como:

- Seleccionar y poner la herramienta adecuada.
- Fijar la pieza al plato o mesa.
- Seleccionar la velocidad de giro de la pieza.
- Seleccionar la velocidad de avance de la herramienta en caso que este sea automático o realizarlo manualmente.
- Posicionar manualmente la herramienta de acuerdo a la medida a obtener.
- Verificar los resultados.
- Retirar la herramienta y la pieza una vez finalizada la operación.

A diferencia de la anterior, en las máquinas con CNC el operario realiza solamente las siguientes funciones:

- Elabora el programa que da las órdenes y la información necesaria al CNC.

- Fija la pieza y pone en marcha el programa apretando la tecla de ejecución.

El resto de funciones las realiza propiamente la máquina, los movimientos en lugar de realizarlos el operario con los mandos propios de dicha máquina lo hacen los motores, la posición correcta de la herramienta la informa el captador de posición y las velocidades de corte las controla el controles numéricos comparando la información de sus valores que recibe de los tacómetros con los deseados y modificando las señales enviadas a los motores hasta obtener las velocidades deseadas.

En las máquinas con CNC se eliminan los engranajes de las cajas de cambio necesarias para variar las velocidades de corte y de avance, ya que el cambio con dos o tres marchas como mucho se realiza de manera continua dentro de un cierto margen, además, generalmente los motores accionan directamente los ejes, con lo cual, existe menos vibración y por lo tanto, mejores acabados de las piezas.

Con la aplicación de la tecnología de los ordenadores a los CNC, se han ampliado y potenciado las posibilidades de explotación de estos últimos, y por tanto una elevada flexibilidad de funcionamiento de las máquinas herramienta, así como una integración total de procesos, como es el caso de las células de fabricación flexible, donde los controles numéricos de las máquinas que la componen están comunicadas con un ordenador exterior que controla, supervisa y gestiona toda la célula. Al mismo tiempo, estas células pueden estar integradas entre ellas y dentro del proceso productivo global de la empresa bajo la concepción CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Como componente fundamental de un sistema CIM, no podían faltar los Robots Industriales que conjuntamente al desarrollo alcanzado por las máquinas herramienta de control numérico y gracias al avance de la microelectrónica, han llegado a la categoría de inteligentes, teniendo alguna capacidad de percepción sensorial y por lo tanto, la posibilidad de variar su acción en función de las instrucciones programadas en su memoria.

Todo esto ha permitido completar la automatización de los procesos industriales, garantizando un aumento de la productividad de la empresa, así como una reducción considerable de los costos de fabricación utilizando

menos mano de obra e incluso llegando a disponer de fábricas totalmente automáticas, es decir, casi sin personal.

Además, el progreso de las comunicaciones industriales entre los equipos controlados por microprocesador, como es la vía comunicación serie RS232, ha permitido alcanzar integraciones de los procesos de diseño y fabricación. Es posible lograr la integración de diferentes máquinas en entornos totalmente automatizados, donde los distintos controles numéricos de las mismas están conectados a un sistema de comunicación digital compuesto por otros controles y ordenadores. De aquí surge el concepto de Distributed Numerical Control (DNC), según el cual, las funciones se distribuyen entre los controles numéricos de las máquinas y el ordenador/es. Por ejemplo, el ordenador puede desempeñar funciones tales como almacén de programas o bien puede tener la función de control, supervisión y gestión de todas las máquinas, coordinando e integrando todo el conjunto, como es en el caso de los Sistemas de Fabricación Flexible y la Fabricación Integrada por Computador (CIM).

Simultáneamente a todo este desarrollo en la electrónica, la construcción de las máquinas ha alcanzado un elevado nivel en la precisión de sus funciones a causa de la calidad y durabilidad de los materiales, con lo cual se han incorporado otros elementos a las Máquinas de Control Numérico como son:

- Palets y fijaciones universales.
- Sistema de carga y descarga automática de piezas y herramientas.
- Mecanismos de seguridad para el operario.
- Sistema de detección de rotura de herramientas y de medición de útiles y piezas acabadas.

Todo ello ha proporcionado un aumento de la productividad, de la calidad y eficiencia de los productos y por tanto, la reducción de los costos de producción.

Paralelo a ello, se le exige mayor precisión y repetibilidad, por lo que es necesario un diseño y construcción mejor que en las convencionales.

4.0.- PREESTUDIO DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES EN EL MERCADO PARA CADA OPERACIÓN (AGUJEREO Y SOLDADURA).

4.1.- CONFORMACIÓN DE LOS AGUJEROS.

4.1.1.- GENERALIDADES.

Los procesos de conformado por eliminación de material, habitualmente denominados procesos de mecanizado, se caracterizan por la obtención de la geometría final de la pieza mediante la eliminación del material sobrante de una preforma de partida.

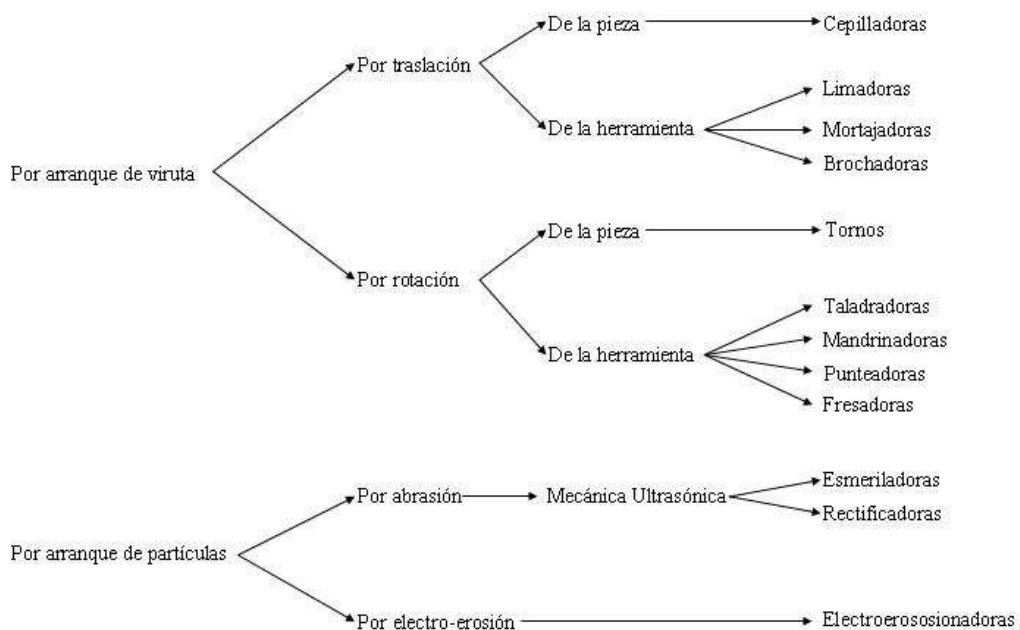
Al conformar una pieza por arranque de material existen diferentes formas de realizarlo. Se construyen dos clases principales de máquina herramienta para la conformación por arranque de material:

- a) Máquinas de movimiento de corte rectilíneo.
- b) Máquinas de movimiento de corte circular.

El corte, tanto en las máquinas de movimiento rectilíneo como en las de circular, puede lograrse:

- a) por movimiento de la pieza.
- b) por movimiento de la herramienta.

En conjunto las máquinas herramientas para conformación por arranque de material pueden clasificarse con arreglo a este cuadro.



Antes de tomar una decisión de cual será el método adecuado para nuestra aplicación, veamos unas breves descripciones de los métodos más apropiados para realizar los agujeros. También veremos una breve descripción de otro sistema de agujereado como es el troquelado.

4.1.2.- TALADRADORAS.

La taladradora es una máquina cuya herramienta animada de un movimiento de rotación y de avance, perfora la pieza que permanece fija.

Los movimientos de trabajo de las taladradoras son:

- Movimiento de corte: por rotación de la herramienta.
- Movimiento de avance: por desplazamiento axial de la herramienta.
- Movimiento de profundidad de pasada: no existe, utilizando brocas cilíndricas. Con brocas cónicas puede considerarse que hay un ligero avance.

La taladradora es una máquina concebida especialmente para realizar agujeros, y aunque pueden realizarse por otros procedimientos, con ninguno de ellos pueden obtenerse orificios con la precisión, limpieza y profundidad como por taladrado. Sin embargo, las aplicaciones de la taladradora no se limitan a la realización de agujeros, sino que se extienden a otras operaciones como escariado, abocardado, refrentado, penetrado, avellanado, barrenado, roscado, recortado y troceado.

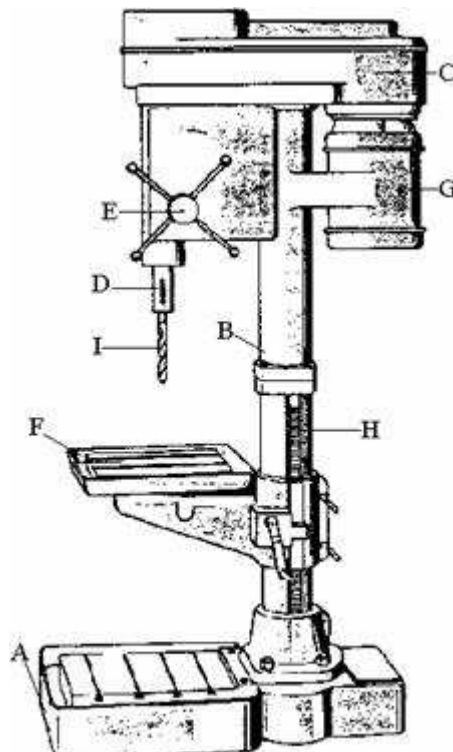


Fig. 4.1. En la figura puede observarse una taladradora sensible llamada *de columna o pedestal*, siendo sus partes principales: la *base o pedestal A*, el cual sirve de apoyo o sustentación de la máquina, *bastidor o columna B*, que soporta el mecanismo de transmisión del movimiento y sujeción de la herramienta y dentro del cual se encuentra la *cremallera H*, con la que se logra el desplazamiento vertical de la *mesa soporte de pieza F*, en la que se coloca la pieza a taladrar, lo cual se realiza mediante el *movimiento de rotación y avance* de la *mecha o broca I*, la que está sujeta por el *husillo o porta mecha D*, quien recibe el movimiento de giro y la potencia para el corte del material del *motor G* a través del *mecanismo de transmisión C*, y el movimiento de avance vertical por el *mecanismo de palanca y cremallera E*.

4.1.3.- MANDRINADORAS.

La mandrinadora es una máquina cuya herramienta, animada de un movimiento de rotación con avance o sin él, y, generalmente, en posición horizontal, aumenta el diámetro (mandrina) orificios de piezas que permanecen fijas o avanzan hacia la herramienta.

Los movimientos de trabajo de las mandrinadoras son:

- Movimiento de corte: por rotación de la herramienta.
- Movimiento de avance: por desplazamiento axial de la herramienta o por desplazamiento longitudinal de la pieza.
- Movimiento de profundidad de pasada: por desplazamiento radial de la herramienta.

En realidad, la definición y los movimientos que hemos atribuido a la mandrinadora, sólo corresponden a la principal aplicación de esta máquina, pues una mandrinadora moderna tiene una gama de movimientos mucho más amplia y sus aplicaciones ordinarias no se reducen sólo al torneado interior o mandrinado, sino que realizan operaciones de refrentado, taladrado, roscado, escariado, fresado, etc.

4.1.4.- PUNTEADORAS.

Las punteadoras son máquinas especiales de muy alta precisión, cuya herramienta, animada de un movimiento de rotación, realiza operaciones de taladrado, mandrinado o fresado, de piezas que permanecen fijas, se desplazan o giran durante la operación. Además las punteadoras tienen como característica sobresaliente que las distingue de todas las demás máquinas herramientas, la extraordinaria precisión con que pueden situarse los puntos de mecanizado en la pieza, traduciendo las cotas de los planos con los desplazamientos de los órganos móviles de la máquina, lo que permite mecanizar en puntos exactos sin necesidad de marcarlos previamente.

4.1.5.- FRESADORA.

La fresadora es una máquina dotada de una herramienta característica, denominada fresa, que animada de un movimiento de rotación, mecaniza superficies en piezas que se desplazan con movimiento rectilíneo bajo la herramienta.

Si el eje de la fresa se halla dispuesto paralelamente a la superficie a mecanizar, el fresado se denomina *cilíndrico*. En este caso, la fresa puede girar en sentido contrario al avance, denominándose fresado normal o en el mismo sentido, que es el fresado en concordancia.

Cuando el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de la pieza que se mecaniza, el fresado se denomina *frontal*.

Los movimientos de trabajo de la fresadora son:

- Movimiento de corte: por rotación de la fresa.

- Movimiento de avance: por desplazamiento rectilíneo de la pieza.
- Movimiento de profundidad de pasada: por desplazamiento vertical de la pieza.

Actualmente, la fresadora tiene un campo de aplicación para el mecanizado de piezas pequeñas casi ilimitado, y como además se pueden equipar con dispositivos de fresado, como ya hemos visto, las cepilladoras, las mandrinadoras, etc. el fresado como operación se ha extendido a la mecanización de piezas de cualquier tamaño.

Las fresadoras tienen mucho mayor rendimiento que las demás máquinas herramientas para la misma operación, pues como cada diente o arista de la fresa no está en fase de trabajo y, por tanto, en contacto con las piezas más que una fracción del tiempo que dura una revolución de la fresa, experimenta ésta menos fatiga, tiene menor desgaste y trabaja a temperatura inferior que las cuchillas de los tornos, sin que pueda considerarse su trabajo intermitente, ya que siempre hay una arista de la fresa en fase de trabajo.

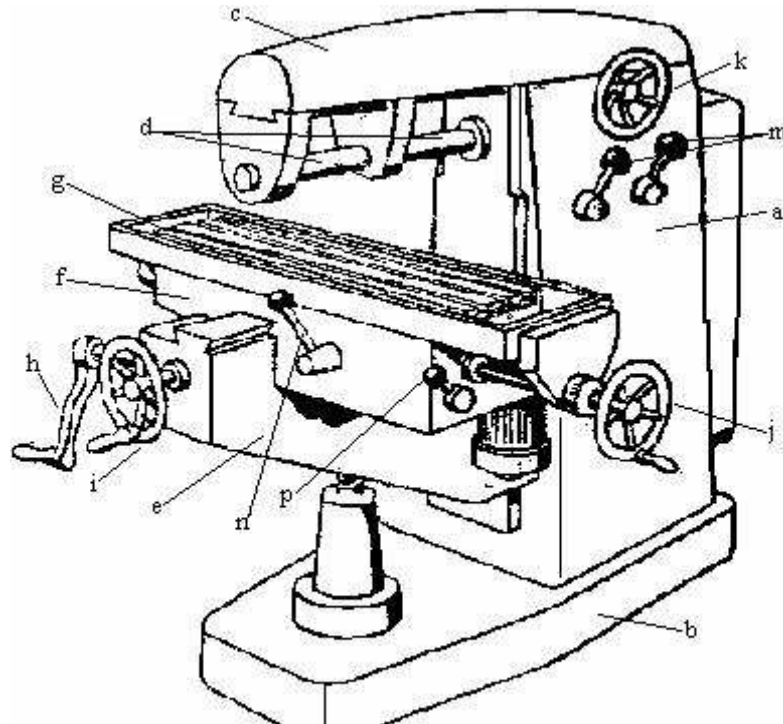


Fig. 4.2. En la figura se muestra una fresadora horizontal, siendo sus partes principales, el *cuerpo o bastidor a*, en el cual se aloja el mecanismo de accionamiento del *árbol porta fresa d*, el cual es accionado por el *volante k* y las *palancas m*, la *base b*, donde se apoya toda la máquina y se la fija al suelo, el *brazo superior c*, que soporta al árbol porta fresa, la *mesa de consola móvil e*, la cual se eleva o desciende por medio de un tornillo sin fin accionado por la *manivela h*, soportando al *carro transversal f* el cual se desplaza en la dirección del eje del árbol porta fresa, en ambos sentidos, con el accionamiento del *volante i* y la *palanca n*, la *mesa de fresar g*, la cual puede desplazarse en forma perpendicular al eje del árbol porta fresa mediante el accionamiento del *volante j* y la *palanca p*, sobre la cual se encuentra la pieza a fresar

4.1.6.- TROQUELADO: CORTE Y PUNZONADO.

Consiste en agujerear o recortar una banda de chapa por medio de un útil que corta por presión. Si el trozo recortado de la chapa es la pieza que aprovechamos decimos que hacemos un recorte. Si el trozo que agujereamos en la chapa es el residuo entonces hacemos un agujero. La operación de recortar se denomina corte mientras que la de agujerear punzonado. Los diámetros de los agujeros troquelados son como mínimo 0,8 veces el espesor de la chapa por lo que utilizaremos otros métodos para agujeros más pequeños.

El útil de troquelado consta de un punzón y de una matriz de acero especial rectificado. Estos elementos se fijan a una prensa balancín o excéntrica. La matriz se fija a la bancada y el punzón a la parte móvil de la

prensa. Realmente el punzón, o juego de punzones, no va unido directamente a la prensa. Los punzones se fijan a una placa que se denomina portapunzones y que va unida a la parte móvil de la prensa por un mango situado en el centro de presiones de los punzones. El material de las matrices suele ser acero templado F-552, F-551, F-514 (para pequeñas series) según IHA o aceros moldeados al manganeso (para útiles de grandes dimensiones). La longitud máxima del punzón se calcula a pandeo.

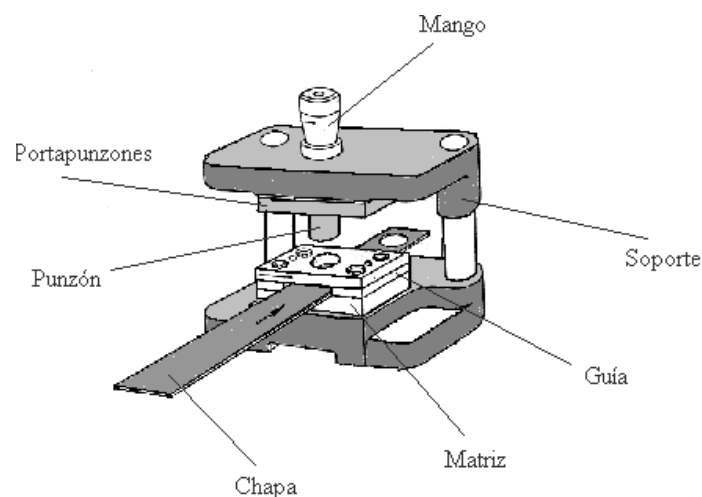


Fig. 4.3. Esquema del útil de troquelado

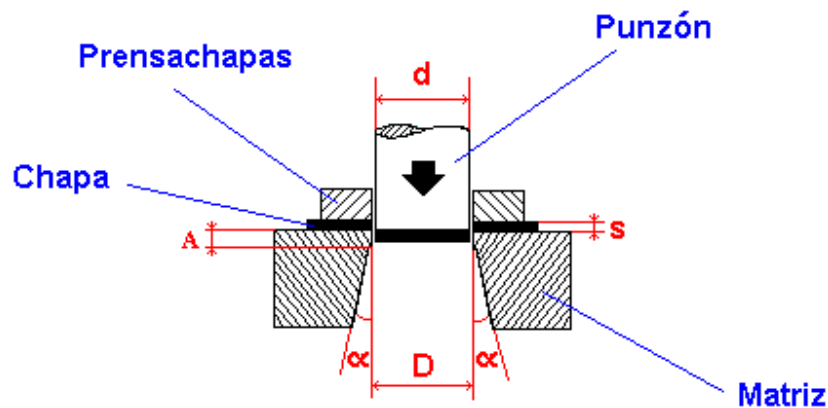


Fig. 4.4. Esquema del troquelado

- Matriz: Útil donde se apoya la chapa. El agujero tiene una parte que es la que corta llamada zona de vida (A), cuya longitud es de 3 a 4 mm si trabajamos con chapa hasta 1,5 mm de espesor y de 4 a 8 mm para espesores mayores. A partir de la zona de vida, el agujero es cónico con α entre $0,25^\circ$ y 2° para facilitar el desprendimiento del material sobrante.

- Punzón.
- Prensachapas (Elemento que impide que el punzón arrastre chapa por presión, utilizado en troquelado de precisión)
- Chapa.

Es necesario que exista un juego entre la matriz y el punzón que está en función del espesor y el material de la chapa, así como del diámetro nominal del agujero o recorte.

4.2.- SOLDADURA.

La soldadura es un proceso de unión de materiales, en el cual se funden las superficies de contacto de dos o más partes mediante la aplicación de calor i/o presión.

Muchos procesos de soldadura se obtienen solamente por el calor sin aplicar presión. Otros se obtienen mediante una combinación de calor y presión, y unos únicamente por presión sin aportar calor externo.

En algunos casos se agrega un material de aporte o relleno para facilitar la fusión. La soldadura se asocia con partes metálicas, pero el proceso también se usa para unir plásticos.

La soldadura es un proceso importante en la industria por diferentes motivos:

- Proporciona una unión permanente y las partes soldadas se vuelven una sola unidad.
- La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales si se usa un material de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los metales originales y se aplican las técnicas correctas de soldar.
- La soldadura es la forma más económica de unir componentes. Los métodos alternativos requieren alteraciones más complejas de las formas (Ej. Taladrado de orificios y adición de sujetadores: remaches y tuercas). El ensamble mecánico es más pesado que la soldadura.

Además de las ventajas indicadas, tiene también desventajas:

- La mayoría de las operaciones de soldadura se hacen manualmente, lo cual implica un alto coste de mano de obra. Hay soldaduras especiales y la realizan personas muy calificadas.
- La soldadura implica el uso de energía y es peligroso.
- Por ser una unión permanente, no permite un desensamble adecuado. Cuando es necesario el mantenimiento en un producto, no debe utilizarse la soldadura como método de ensamble.

La unión soldada puede tener defectos de calidad que son difíciles de detectar. Estos defectos reducen la resistencia de la unión.

Comprobar si el sistema de soldadura solicitado es por corriente alterna (C.A.) o corriente continua (C.C.):

- En un circuito de corriente continua, los electrones se trasladan siempre en el mismo sentido.
- En un circuito de corriente alterna, los electrones no circulan en un solo sentido, pues cambia su sentido de movimiento 100 veces por segundo y además, el potencial varía en función senoidal dentro de cada alternancia (50 positivas + 50 negativas por segundo, ó 60/60 en redes de 60 Hz).
- En corriente continua, los valores de tensión e intensidad son constantes y siempre con igual polaridad, pero en alterna siguen una ley senoidal con cambio de cuadrante, por lo que según el instante en que se realice una medición puntual e instantánea se encontrarán valores entre 0 y un máximo (valor de pico), y además positivos o negativos, de aquí que sea necesario buscar unos valores convencionales (valor medio, valor eficaz) con los que poder comparar ambas corrientes.

Hay dos soluciones para el caso de soldar con corriente continua:

- Solución trifásica con rectificación hexafásica: se trata de tres transformadores independientes con los primarios alimentados con carga equilibrada de las tres fases de la red trifásica y con

los secundarios interconectados sobre un conjunto común de diodos rectificadores. Es un circuito de gran volumen y alto coste pero que obligatoriamente debe ser utilizado en el caso de necesitar elevadas intensidades y/o factor de marcha.

- Solución de Media Frecuencia: se trata de un solo transformador monofásico que incorpora en el secundario un grupo de diodos rectificadores. Su primario está alimentado por una tensión con frecuencia de 1.000 Hz, proporcionada por un circuito conversor (Inverter) que a su vez se alimenta con carga equilibrada de las tres fases de la red. Esta solución es relativamente económica, pero está limitada por la intensidad y el F.M. (factor de marcha), tanto por los diodos rectificadores y por el conversor, por lo que debe estudiarse con detenimiento cada aplicación.

5.0.- JUSTIFICACIÓN DE LAS DECISIONES ADOPTADAS PARA EL DISEÑO DE LA MÁQUINA.

5.1.- ELECCIÓN DEL TIPO DE MAQUINA.

El tipo de máquina escogido, y que mejor se adaptara a nuestras necesidades, es el de máquina transfer rotativa, donde los elementos de la máquina estarán controlados por un autómatas. Esta elección queda justificada por la repetibilidad del proceso y la calidad en la ejecución, por el abaratamiento de costos de producción y por la alta productividad que nos da una máquina de estas características.

5.2.- CONFORMACIÓN DE LOS AGUJEROS.

Aunque existen varios tipos de máquinas herramienta que nos permiten realizar agujeros en la chapa, según nos solicita el cliente, como son la fresadora, la mandrinadora, el torno ó la taladradora, es esta última la que al estar diseñada específicamente para hacer agujeros se adaptará mejor a nuestra aplicación.

Descartamos el uso de un troquel para realizar los agujeros por su alta complejidad mecánica y alto coste como máquina si lo comparamos con el taladro. Una troqueladora acumula energía para realizar el agujereado de un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente o neumáticamente mediante el sistema de biela-manivela. Para la aplicación que necesitamos en nuestro diseño, un troquel no es viable económicamente.

La taladradora, por su precisión en posicionar el agujero, simplicidad en el momento de realizarlo y construcción compacta es la máquina herramienta idónea para nuestra aplicación. Que sea la herramienta la que sustenta el movimiento de rotación para el corte y el movimiento de avance, facilita el diseño de la aplicación, ya que podemos diseñar el utillaje de fijación de la pieza sin ningún movimiento, haciéndolo fijo y facilitando el diseño y la fabricación de la máquina.

Aunque la precisión dimensional de los taladros realizados con broca suele ser más bien baja, requiriéndose el empleo de otras herramientas, o

incluso de otras máquinas herramienta, cuando dicha precisión es necesaria, no sería necesario en nuestro caso, ya que las tolerancias para el agujereado del cliente nos permiten realizar esta operación dentro de los parámetros requeridos.

5.2.1.- HERRAMIENTAS DE TALADRADO (BROCAS).

Estas herramientas cortantes suelen ser: brocas helicoidales de aceros rápidos (HSS) reafilables, o brocas con plaquitas intercambiables de metal duro. Normalmente, las brocas de acero rápido se recubren con óxidos como los de aluminio, para resistir mejor el desgaste y la temperatura. También para operaciones de mantenimiento o taladrado de pocas piezas pueden emplearse brocas helicoidales reafilables de acero al carbono pero están en desuso. Tanto las brocas de metal duro como las de acero rápido, se han mejorado adoptando nuevas geometrías de corte, rompevirutas y canales internos que conducen aceite a presión hasta la punta de la herramienta. De esta forma, se garantiza menor desgaste del filo y mayor facilidad de evacuación de la viruta.

Actualmente, para agujeros de poco diámetro entre 2,5 mm y 12,5 mm se utilizan solamente brocas helicoidales de acero rápido, ya que las plaquitas necesitan un diámetro mínimo para atornillarse al mango no menor a 12,5 mm. Ha habido intentos con plaquitas circulares pero se siguen utilizando más las anteriores.

La elección de la herramienta a partir de 12,5 mm, depende de parámetros como la profundidad y tolerancia del agujero, el material de la pieza, el tamaño de la serie de piezas a producir y la máquina utilizada. Para las máquinas modernas con un alto coste hora/máquina se precisa utilizar plaquitas de metal duro, mientras que para operaciones en que el coste de mecanizado sea mayor, es mejor utilizar brocas reafilables de acero rápido. Actualmente, existen unas brocas reafilables con modernas geometrías tanto de HSS como metal duro que son utilizadas para máquinas modernas con costes de mecanizado medios.



Fig. 5.1. Brocas de HSS
(Cortésia de Toshiya Tungaloy)



Fig. 5.2. Brocas de plaquitas de MD (Cortésia de Kenci)

5.3.- SOLDADURA.

La corriente continua presenta muchas ventajas con respecto a la corriente alterna en la soldadura eléctrica por resistencia, ya que permite asegurar una mayor calidad de proceso. Los clásicos circuitos y montajes eléctricos de corriente continua son muy voluminosos y de gran peso: tres transformadores en conexión trifásica y tres grupos de diodos rectificadores en los secundarios, lo que en la práctica sólo puede aplicarse a máquinas estáticas de pedestal.

El circuito convertidor de media frecuencia, utiliza también la conexión sobre una red trifásica de 50/60 Hz, pero multiplica la frecuencia de trabajo hasta los 1.000 Hz y los aplica a un sólo transformador monofásico que integra en el secundario un grupo rectificador con lo que la soldadura es con corriente continua. La frecuencia de 1000 Hz permite que el transformador sea de extremadamente bajo peso y volumen, con lo que ya puede aplicarse a pinzas de soldadura embarcadas sobre robots, pinzas para su utilización manual o en unidades compactas en las estaciones de máquinas transfert, poniendo al alcance industrial las mejoras de proceso.

Actualmente, se dispone ya de suficientes modelos, tanto de transformadores/rectificadores, como de circuitos de control y control de corriente constante para cubrir cualquier aplicación o demanda de potencia.

Desde el punto de vista de productividad, la corriente continua proporciona una mayor seguridad y constancia en la calidad de la soldadura obteniendo una mayor duración en la vida de los electrodos, la eliminación de las proyecciones de metal fundido y permitir trabajar en unas áreas mucho más amplias del parámetro de intensidad, detalle muy importante en la soldadura de aceros de alta resistencia tipo DP, TRIP Y BORO.

Otro aspecto es la continuidad del proceso, que una vez encontrados unos parámetros adecuados a la soldadura exigida, la resistencia mecánica al arranque permanezca estable dentro de una relativamente estrecha tolerancia. En el caso de puntos, esto se suele obtener con cierta comodidad, pero cuando se trata de aplicaciones de tuercas, tornillos y en general protuberancias, el tema ya se complica. Un ejemplo es la soldadura de tuercas sobre chapa. Entre una tuerca que se arranque en el plano de soldadura y sin “llevarse” material, y otra que llegue a desbotonar, la diferencia de parámetros es insignificante. Cualquier margen de tolerancia que se modifique, puede proporcionar ensambles no conformes, y para asegurar el proceso deben concederse generoso márgenes. Con corriente continua las protuberancias y la chapa van subiendo paralelamente de temperatura, lo que se denomina un equilibrio térmico, y la zona de fusión se establece justo en el plano de contacto protuberancias-chapa, asegurando la continuidad de los resultados.

La solución adoptada será soldar con corriente continua en circuito trifásico. Las ventajas de los circuitos trifásicos son las siguientes:

5.3.1.- VENTAJAS EN LA RED DE ALIMENTACIÓN.

Por ser circuitos trifásicos, la corriente por fase es $\sqrt{3}$ veces inferior a una solución con alterna.

$$\text{Potencia } P \text{ en monofásico: } P_{\text{monofásica}} = U \times I_{\text{monofásica}}$$

Siendo P potencia en kVA; U tensión en V; I intensidad en A.

$$\text{Potencia en trifásico: } P_{\text{trifásica}} = U \times I_{\text{trifásica}} \times \sqrt{3}$$

Al ser la potencia monofásica igual a la potencia trifásica resulta que:

$$I_{trifásica} = \frac{I_{monofásica}}{\sqrt{3}}$$

Además, el consumo está repartido y equilibrado entre las tres fases, con lo que no hay los clásicos desequilibrios provocados por las máquinas convencionales monofásicas de corriente alterna.

El consumo de energía eléctrica en kW/h es menor con máquinas de corriente continua porque se necesita menos energía calorífica. En alterna hay una importante pérdida de calor durante las interrupciones de corriente entre las semiondas positivas y negativas, en cambio, en continua la corriente no se interrumpe y una misma soldadura se realiza con menos tiempo y/o intensidad.

El Factor de Potencia, $\cos f$, es mucho más elevado en las máquinas de continua, generalmente está en valores de 0,8 a 0,9 y ello provoca menos calentamientos en la línea, e incluso llega a mejorar el $\cos f$ general de la planta.

5.3.2.- VENTAJAS POR APLICACIÓN DEL PROCESO.

El escote o área de trabajo es prácticamente insensible a la introducción o proximidad de masas magnéticas, puesto que el campo inductivo es constante y la clásica impedancia de una máquina de alterna se reduce a la sola resistencia óhmica del circuito secundario.

La vida de los electrodos es mucho más prolongada y los fresados intermedios se reducen. Los electrodos no sufren tanto desgaste ni mecánico ni térmico, aunque se trabaje con materiales revestidos.

Las proyecciones casi desaparecen, pues en continua la corriente eficaz es un 30 % más baja que la corriente de pico de una soldadura con alterna.

La densidad de corriente a través de la zona de contacto electrodos-chapas es más baja. La corriente continua se distribuye de forma más regular que la alterna por toda la sección de conducción. En el caso de soldar múltiples cruces de varilla o protuberancias distribuidas en grandes superficies, el reparto de corriente es mucho más regular en cada punto de contacto.

En un circuito secundario de continua, las atracciones–repulsiones siempre son de la misma magnitud y sentido, en cambio, en alterna se provocan vibraciones que pueden repercutir en variaciones del esfuerzo de apriete entre electrodos.

5.3.3.- VENTAJAS METALÚRGICAS.

La posibilidad de soldar con tiempos más cortos que con alterna, presenta ventajas en determinados materiales propensos a la fragilidad provocada por los cambios metalúrgicos originados durante el incremento de temperatura en relación a la duración del tiempo de soldadura. Este caso aparece en materiales con medio o alto contenido en carbono, tanto si es el carbono real o bien el carbono equivalente, como es el caso de los aceros DP y TRIP. Otro caso es el de los aceros inoxidable por la transformación durante la soldadura, del cromo en carburo de cromo, que son motivo de la aparición de zonas oxidables. En continua, al poder soldar con tiempos más bajos, se controla y limita esta transformación.

6.0.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

La máquina que diseñamos está compuesta por cuatro estaciones de trabajo, una mesa rotativa con sus correspondientes elementos y un vallado que protege el perímetro de la máquina de intrusiones externas.

6.1.- Estaciones de trabajo:

6.1.1.- Estación de carga manual.

6.1.2.- Estación de taladrado.

6.1.3.- Estación de soldadura de las tuercas.

6.1.4.- Estación de descarga automática.

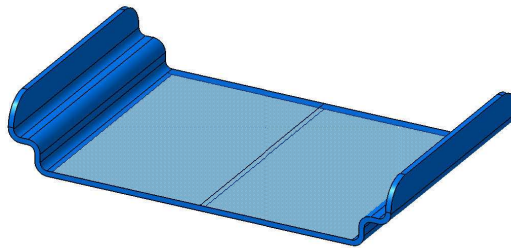


Fig. 6.1. Producto inicial.

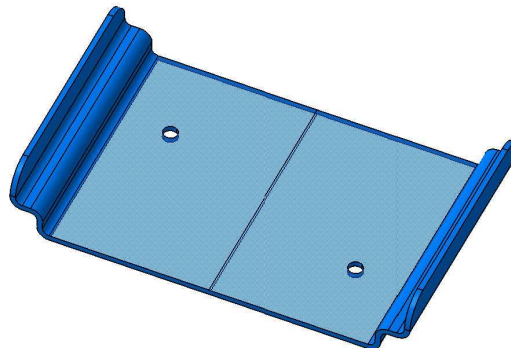


Fig. 6.2. Producto taladrado.

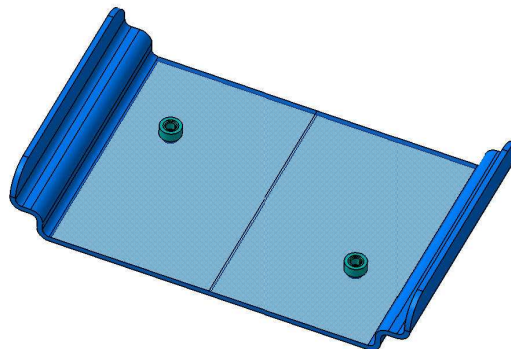


Fig. 6.3. Producto final.

6.1.1.- ESTACIÓN DE CARGA MANUAL.

Es la primera estación de trabajo y consiste en la estación de carga del producto (chapa) que viene ya doblada del proveedor, la cual taladraremos y sobre la que soldaremos las tuercas posteriormente. La carga del producto la realizamos manualmente por medio de un operario, el cual realizará un control visual de la pieza para asegurar que llega en las condiciones requeridas del proveedor.

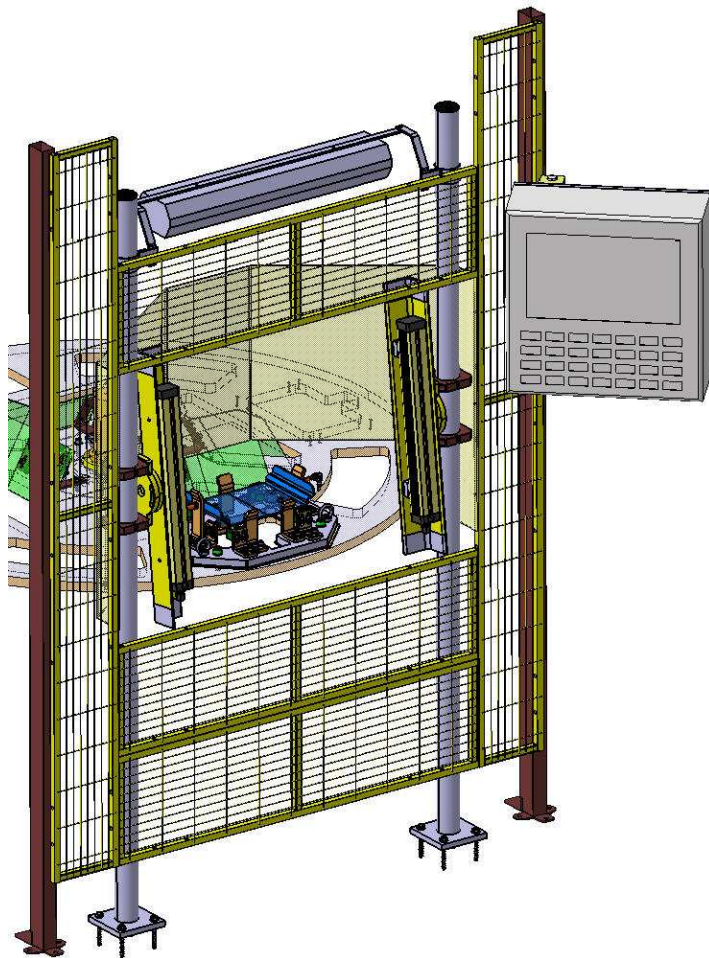


Fig. 6.4. Estación de carga.

El operario coge el producto inicial de un contenedor y lo posiciona en el utillaje que viene montado en el plato giratorio de la máquina. Para posicionar el producto en el utillaje, éste dispone de varios deflectores repartidos en el perímetro del producto, que a parte de facilitarle la carga

del producto, lo posiciona en el utillaje. Estos deflectores disponen de unos colisos mecanizados en su base para su regulación en la dirección de contacto con el producto. El producto se apoya en unos apoyos esféricos diseñados para este fin, que se encuentran a 970mm de altura respecto al suelo, lo cual cumple la normativa vigente sobre ergonomía. Estos apoyos tienen mecanizados colisos en sus soportes para poder ser regulados en dos direcciones, en altura y en la dirección de contacto con el producto.

En el utillaje disponemos de dos detectores inductivos montados sobre dos deflectores que quedan situados en los extremos del producto, para detectar que el producto ha sido cargado y que se encuentra bien posicionado.

Finalmente, para asegurar la buena fijación del producto y que no se pueda elevar o desplazar cuando la mesa rotativa se desplaza entre estaciones, o cuando esta siendo taladrado, tenemos dos electroimanes situados en los extremos del producto para que lo fijen a través de un campo electromagnético. Los soportes de los electroimanes tienen mecanizados colisos en dos direcciones, en altura y en la dirección de contacto con el producto para su regulación.

El utillaje está aislado del plato giratorio y del resto de la máquina mediante una placa de baquelita. Los tornillos de sujeción entre el utillaje y el plato giratorio están aislados con casquillos específicos para este menester DIN 44763. Para asegurar la posición del utillaje respecto al plato giratorio, montamos dos pasadores aislantes de celotex según DIN 44764. El utillaje tiene montados 4 cáncamos DIN 580 en los extremos de la placa para facilitar la manipulación del utillaje.

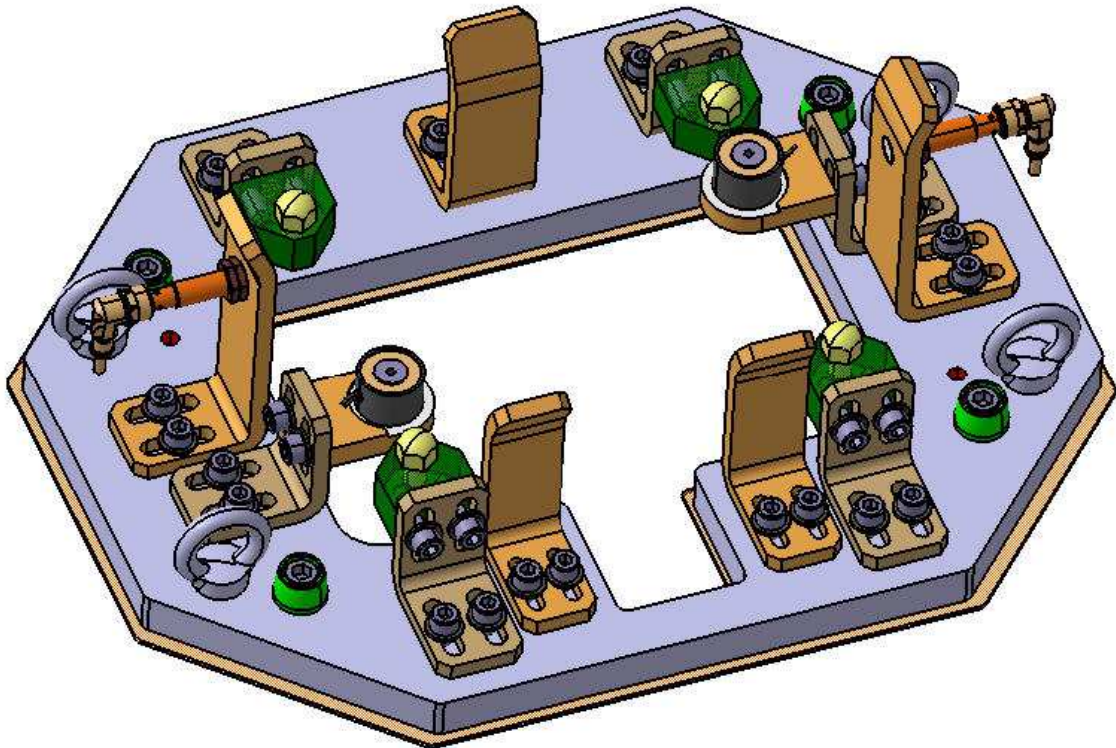


Fig. 6.5. Utillaje.

Para mantener la seguridad del operario y que no haya intrusiones de personal no autorizado mientras la máquina está trabajando, en la zona de carga se dispone de una cortina luminosa de seguridad, la cual detecta si ésta es penetrada en el momento de giro de la mesa de trabajo. Si esto sucede, se activa el paro de emergencia de la instalación y se desconecta la tensión, el circuito neumático y el circuito de fluidos. Esta cortina luminosa es un elemento comercial.

Al lado de la zona de trabajo del operario y situado sobre el vallado, se encuentra el panel de mando de la instalación, desde el cual el operario puede controlar los diferentes componentes de la máquina.

Sobre la zona de carga se sitúa un punto de luz que ilumina la zona de trabajo del operario.

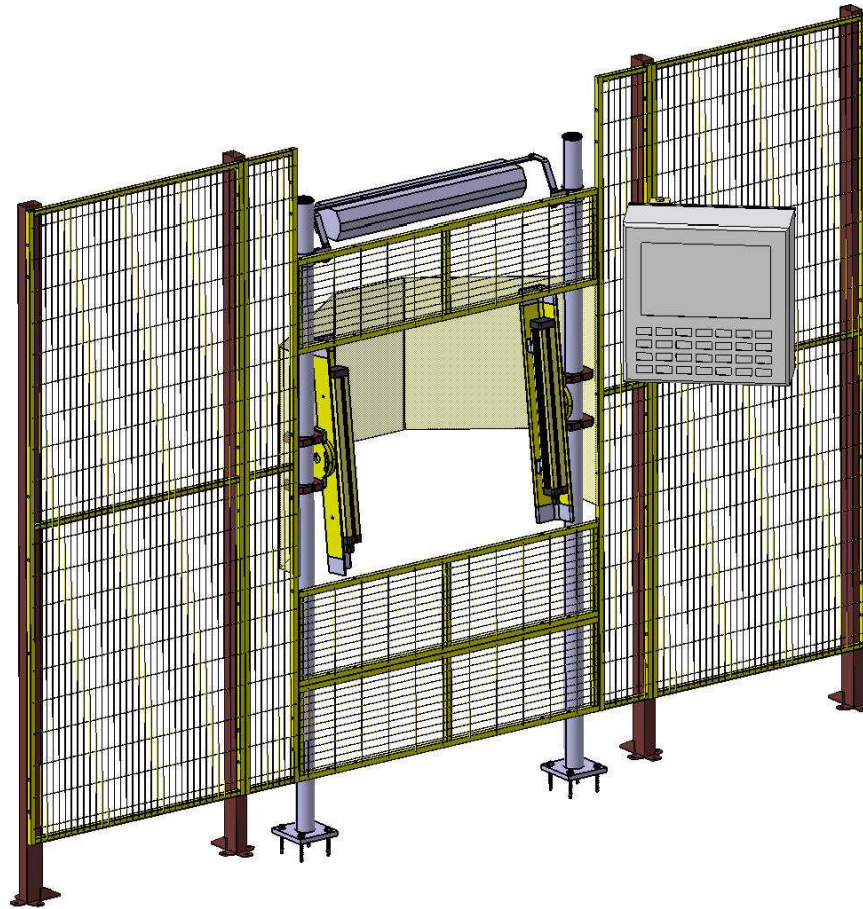


Fig. 6.6. Zona de carga, cortina luminosa, panel de mando y vallado.

6.1.2.- ESTACIÓN DE TALADRADO.

La segunda estación de trabajo es donde la máquina realiza los taladros al producto para luego poder posicionar las tuercas y soldarlas. Para ello utilizaremos dos máquinas de taladrar automáticas marca SUHNER modelo BEM-12.

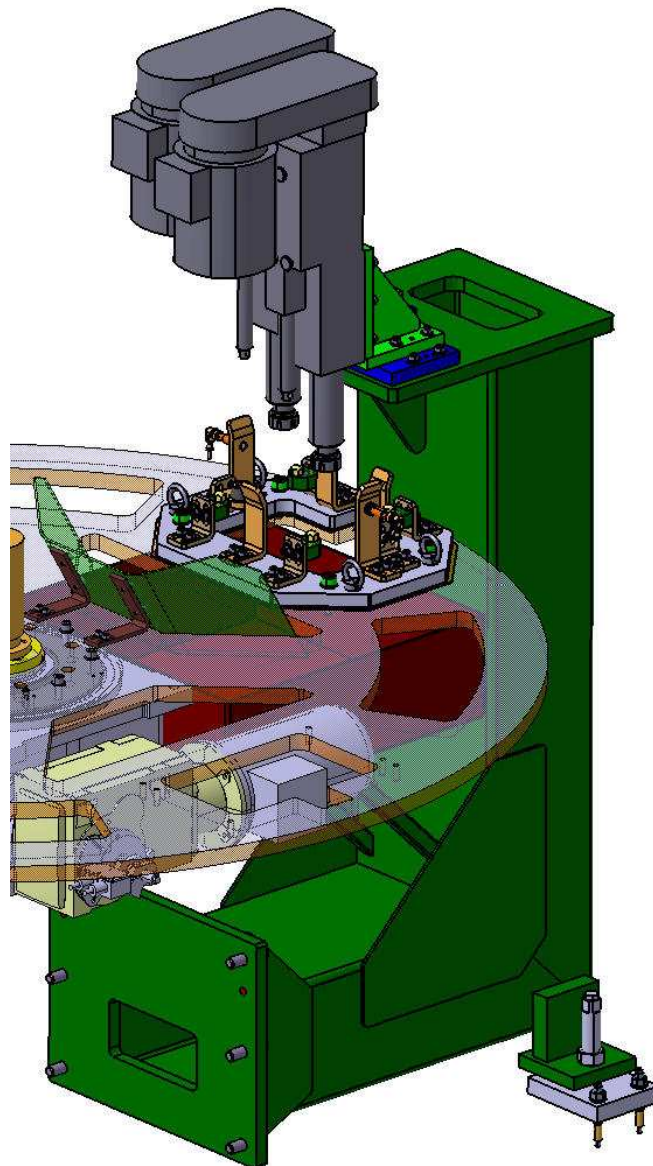


Fig. 6.7. Estación de taladrado.

Las máquinas de taladrar las montamos verticalmente, y están situadas en la parte superior de la máquina para poder taladrar el producto desde arriba y así facilitar su trabajo, ya que tal y como esta pensado el utillaje, los apoyos nos hacen de reacción a la fuerza de avance del taladrado.

Las máquinas de taladrar van fijadas a la estructura a través de una escuadra y de una placa intermedia, las cuales tienen mecanizados colisos, que nos permiten la regulación en los tres ejes principales para poder

regular la posición independientemente una de la otra y poder ajustarla a su posición de trabajo fácilmente. Una vez hemos regulado correctamente la posición de las máquinas de taladrar, la escuadra y la placa intermedia llevan mecanizados unos taladros (clavias) para poder retaladrar al montaje con el soporte correspondiente y fijarlo a través de pasadores.

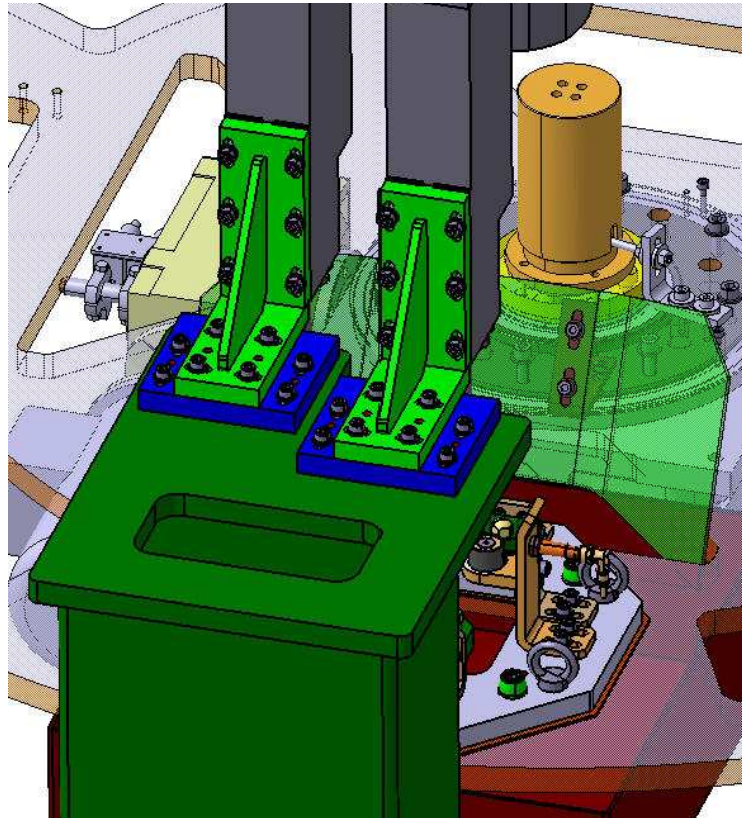


Fig. 6.8. Regulación de las máquinas de taladrar.

Para evitar el desplazamiento del producto durante el proceso de taladrado, los electroimanes estarán conectados para evitar que la fuerza de la broca pueda desplazar el producto o levantarlo.

Después del taladrado, una vez las máquinas de taladrar estén en posición de reposo y antes de que la mesa rotativa gire, realizaremos un soplado de la viruta que puede haber quedado en el utillaje. Este soplado lo realizaremos en dirección al centro de la mesa rotativa, donde se encuentra para este menester una tolva, la cual hará que la viruta caiga a un contenedor que hemos puesto debajo del utillaje para este menester.

6.1.3.- ESTACIÓN DE SOLDADURA DE LAS TUERCAS.

Una vez se han realizado los taladros al producto en la estación anterior, la mesa giratoria hace girar el utillaje con el producto y lo posiciona en la estación de soldadura.

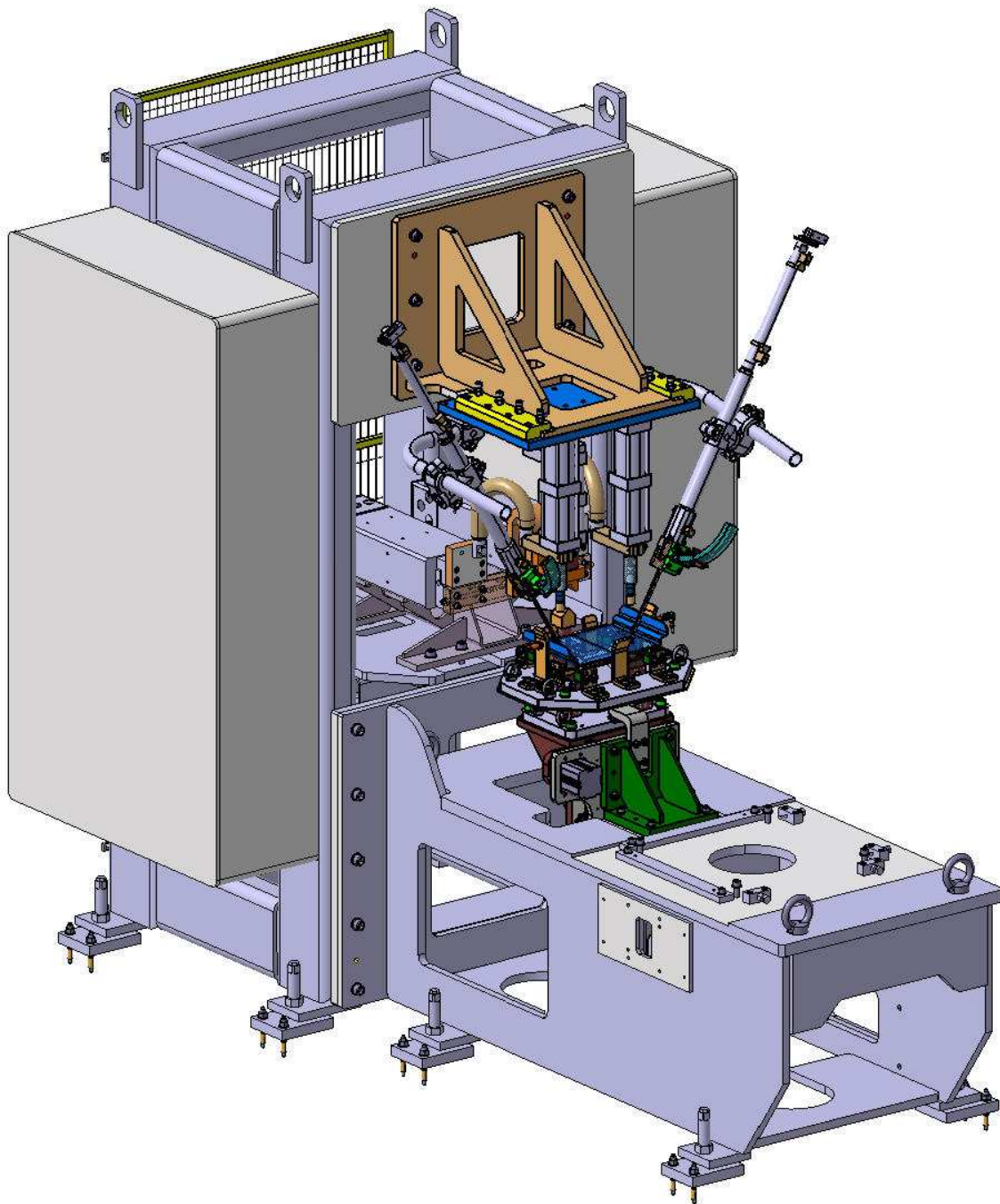


Fig. 6.9. Estación de soldadura.

En esta estación soldaremos dos tuercas M8, las cuales serán alojadas en su posición de soldadura gracias a dos lanzaderas de tuercas, que son elementos comerciales. Estas lanzaderas de tuercas son abastecidas de tuercas por un alimentador el cual también es un elemento comercial. La lanzadera de tuercas deja las tuercas sobre los centradores del contraelectrodo.

El proceso de soldadura de las tuercas se realiza a través de dos electrodos, uno que realiza la función de base de apoyo, el cual llamaremos contraelectrodo y otro que ejerce la fuerza sobre la tuerca, montados sobre cilindros en la parte superior de la máquina.

Los dos contraelectrodos, uno para cada tuerca, están montados sobre una placa. En esta placa también se encuentra montada otra pieza que hace funciones de masa para cerrar el circuito eléctrico. Esta placa está aislada y montada sobre un carro actuado por un cilindro neumático vertical el cual, en estado de reposo (abajo), permite que la mesa giratoria pueda girar sin que haya ninguna colisión entre la propia placa del plato giratorio, el utillaje y el conjunto de contraelectrodos y masa. Dentro del carro, el deslizamiento se realiza sobre unos carriles-guía y unos carros, que son elementos comerciales. Cuando la estación de soldadura se dispone a soldar, el carro neumático sube el conjunto de contraelectrodos y masa para que los contraelectrodos entren en contacto con el producto, haciendo que el producto se eleve ligeramente sobre el utillaje, evitando así, derivaciones eléctricas a través del utillaje. Para permitir que el producto sea ligeramente elevado sobre el utillaje, los electroimanes del mismo dejan de recibir corriente liberando el producto.

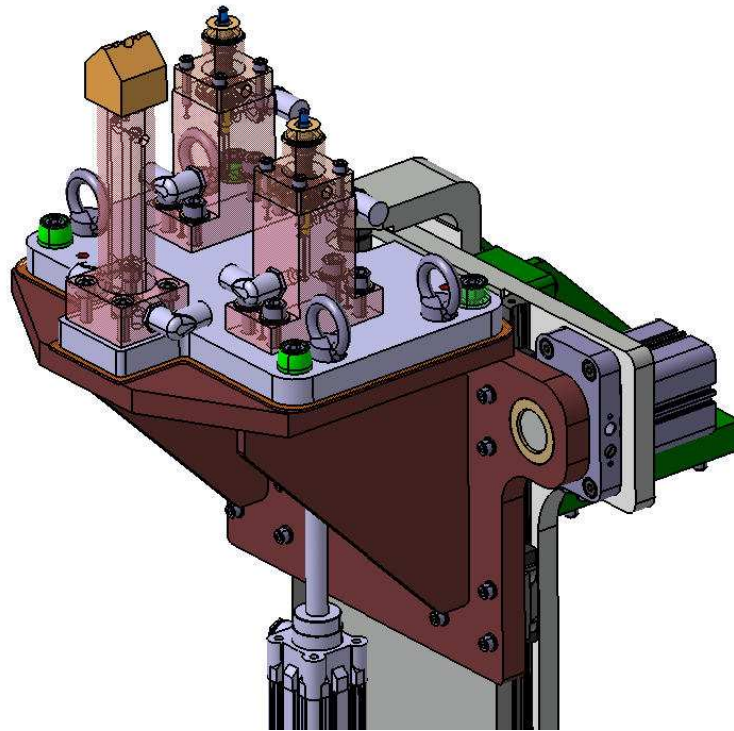


Fig. 6.10. Conjunto de contraelectrodos, carro neumático y cilindro de enclavamiento.

Para asegurar la posición del conjunto de contraelectrodos y masa en el momento de recibir la presión de los cilindros de soldadura sobre las tuercas, disponemos de un cilindro neumático de enclavamiento sobre el carro actuado por el cilindro, fijando el carro en la posición elevada, la de trabajo.

Tanto los contraelectrodos como la pieza que hace de masa, tienen un sistema de refrigeración por agua para evitar un sobrecalentamiento, que podría reducir la calidad de la soldadura y reducir la vida útil de las piezas.

Los electrodos superiores, que será a través de los cuales se ejercerá la corriente de soldadura y la presión necesarias sobre la tuerca para fundir las protuberancias de ésta y soldarla al producto (chapa), van montados sobre cilindros neumáticos de soldadura diseñados a tal efecto, los cuales son comerciales. La conexión de masa se realiza a través de un cilindro neumático que también está diseñado a tal efecto y es un elemento comercial. Tanto los cilindros de soldadura como el cilindro de masa, van montados sobre una placa, que a su vez se monta sobre la pluma superior de la estructura principal de la máquina.

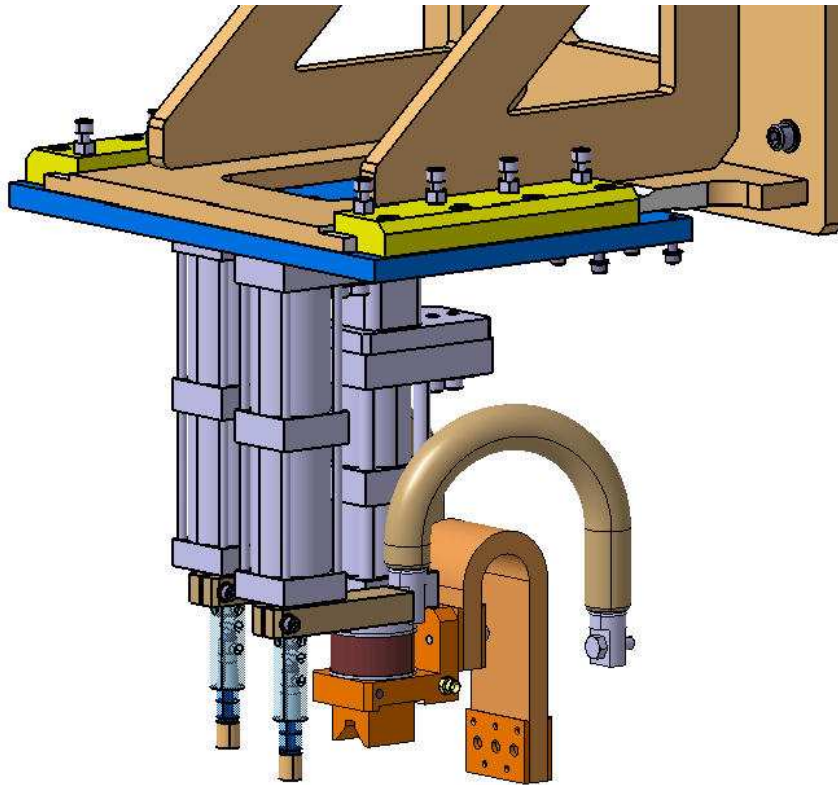


Fig. 6.11. Conjunto de electrodos montados sobre cilindros de soldadura y cilindro de masa.

Los electrodos tienen un sistema de refrigeración por agua para evitar un sobrecalentamiento excesivo que podría reducir la calidad de la soldadura y reducir la vida útil de las piezas.

Los electrodos superiores se conectan a los transformadores a través de unas trenzas específicas para soldadura, las cuales son elementos comerciales. El cilindro de masa se conecta a los transformadores a través de una conexión flexible de cobre.

Una vez realizada la soldadura de las tuercas, el cilindro de tope que fija el carro retira el vástago y queda libre. El carro neumático de los contraelectrodos desciende, libera el utillaje y la placa del plato giratorio para que esta pueda girar sin riesgo de colisiones. Antes de realizar el giro a la siguiente estación de trabajo, los electroimanes del utillaje reciben tensión para fijar el producto.

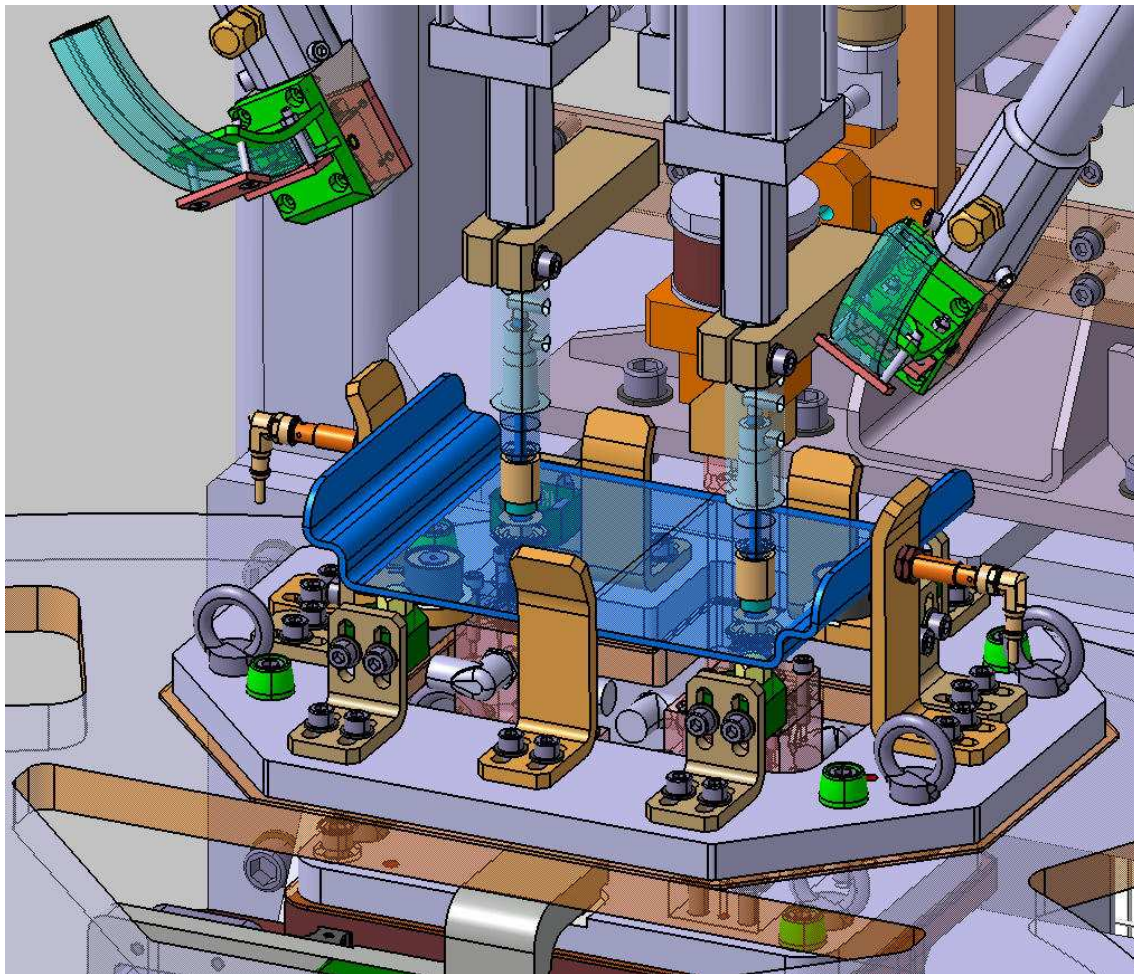


Fig. 6.12. Electrodos en posición de soldadura.

6.1.4.- ESTACIÓN DE DESCARGA AUTOMÁTICA.

La cuarta estación de trabajo es donde, una vez el producto a sido taladrado y se han soldado las tuercas, se descarga automáticamente a una rampa de acumulo, donde será retirado por un operario. Para descargar el producto del utillaje, utilizaremos una pequeña rampa montada sobre una unidad lineal neumática, que es un elemento comercial.

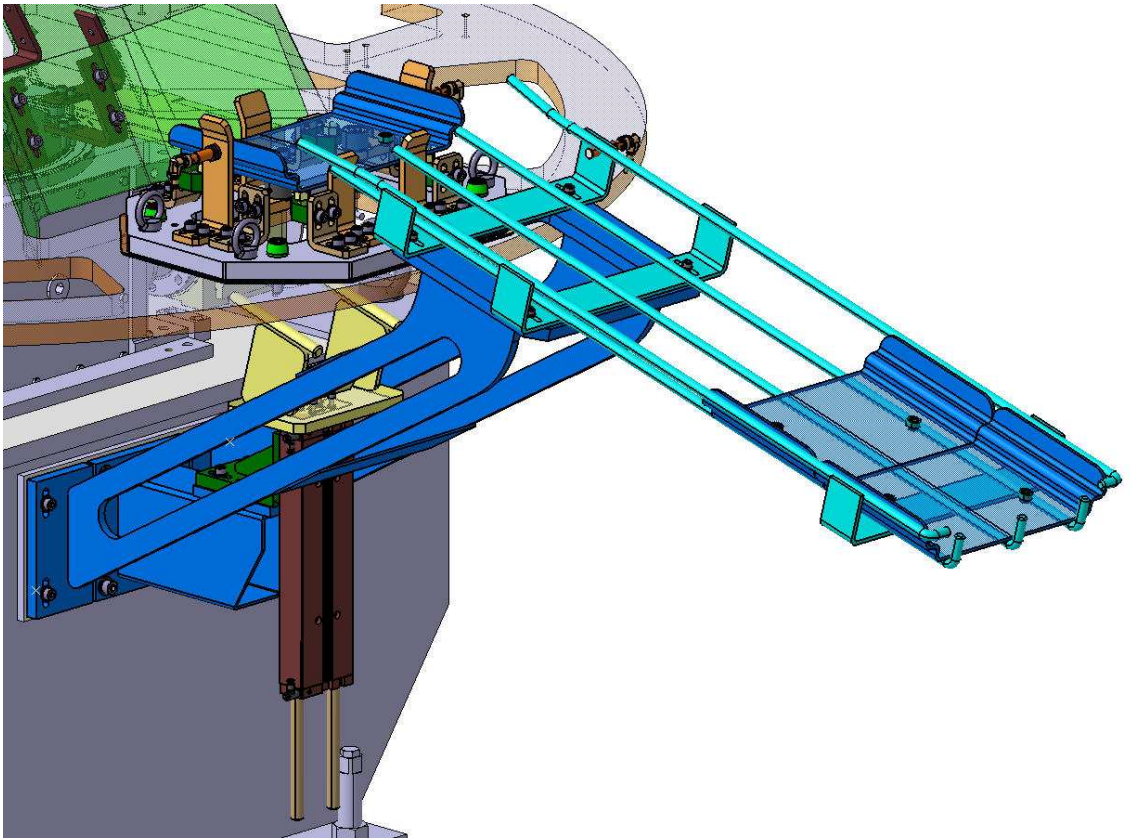


Fig. 6.13. Estación de descarga.

Cuando el utillaje se encuentra en posición de descarga, la unidad lineal que hasta el momento se ha encontrado en reposo (abajo), extiende el vástago subiendo la pequeña rampa a su posición superior. Esta rampa está ligeramente inclinada para que el producto se deslice por ella. Una vez el producto ha superado los deflectores laterales que tiene el útil, pasa a deslizarse por la rampa de acumulo. El producto se detiene una vez llega al final de la rampa de acumulo o bien cuando se encuentra con otro de los productos que ya están en la rampa. La cantidad de productos que se pueden acumular como máximo es de cinco.

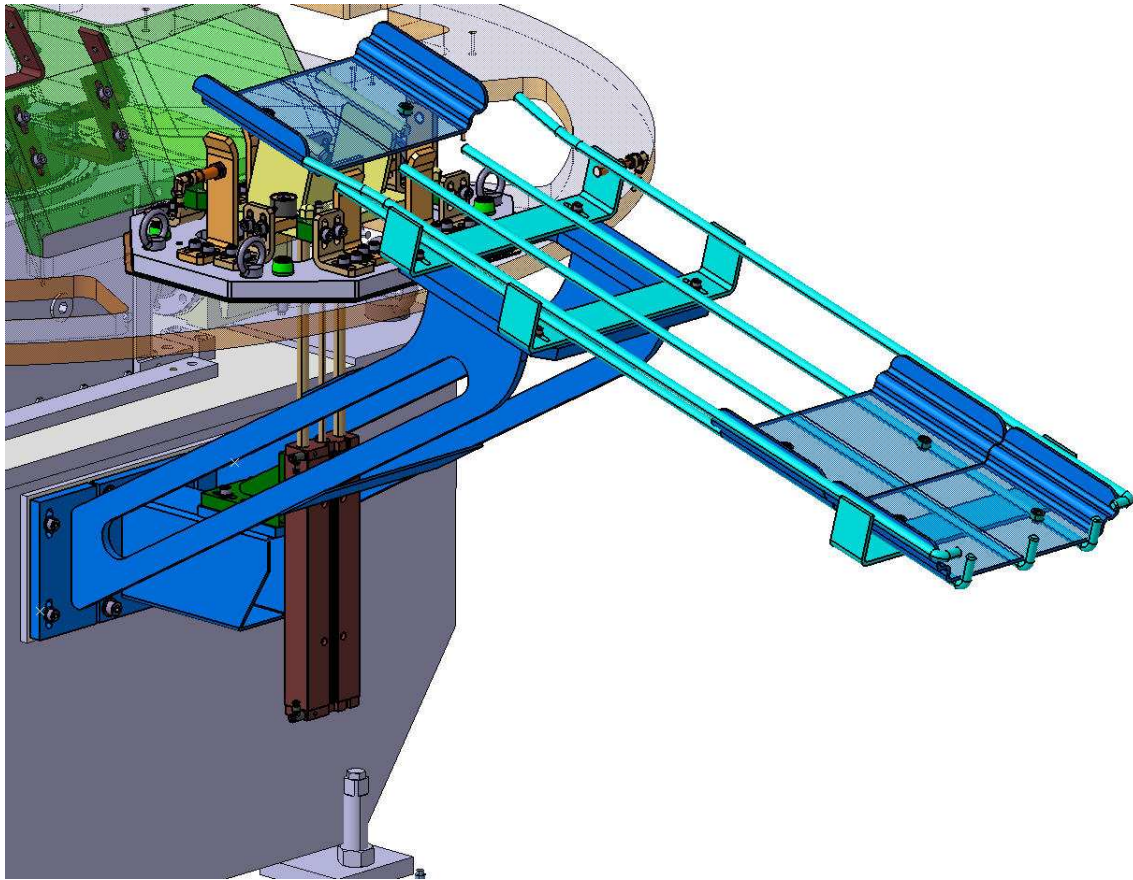


Fig. 6.14. Posición de descarga.

Para evitar que haya un exceso de productos acumulados y que haya desbordamiento o incluso colisiones con el resto de los elementos móviles de la máquina, al inicio de la rampa de acumulo disponemos de un detector inductivo, el cual detecta el paso del producto descargado. Cuando la señal del detector se convierte en una señal continua, indica que la rampa de acumulo esta llena y no se descargará ningún producto más hasta que no sea vaciada.

Tanto la rampa de acumulo como el soporte de ésta, tienen mecanizados colisos, que permiten su regulación para ajustar su posición al montaje.

6.2.- MESA ROTATIVA.

Para desplazar el producto entre las diferentes estaciones de trabajo disponemos de una mesa rotativa de cuatro posiciones, desplazando el producto 90° en cada fase de movimiento. La mesa rotativa es un elemento comercial. Sobre la mesa rotativa montamos una placa de aluminio para minimizar el peso e inercias creadas por su movimiento y que la mesa rotativa sufra los mínimos esfuerzos posibles. Pero como veremos en el apartado de cálculos, la placa de aluminio tiene una deformación (flecha) en el extremo mas desfavorable, que se encuentra en la estación de taladrado, excesiva. Por esa razón, finalmente, la placa será de acero. Según comprobamos en el apartado de cálculos, queda justificado este cambio y no afecta a la mesa rotativa.

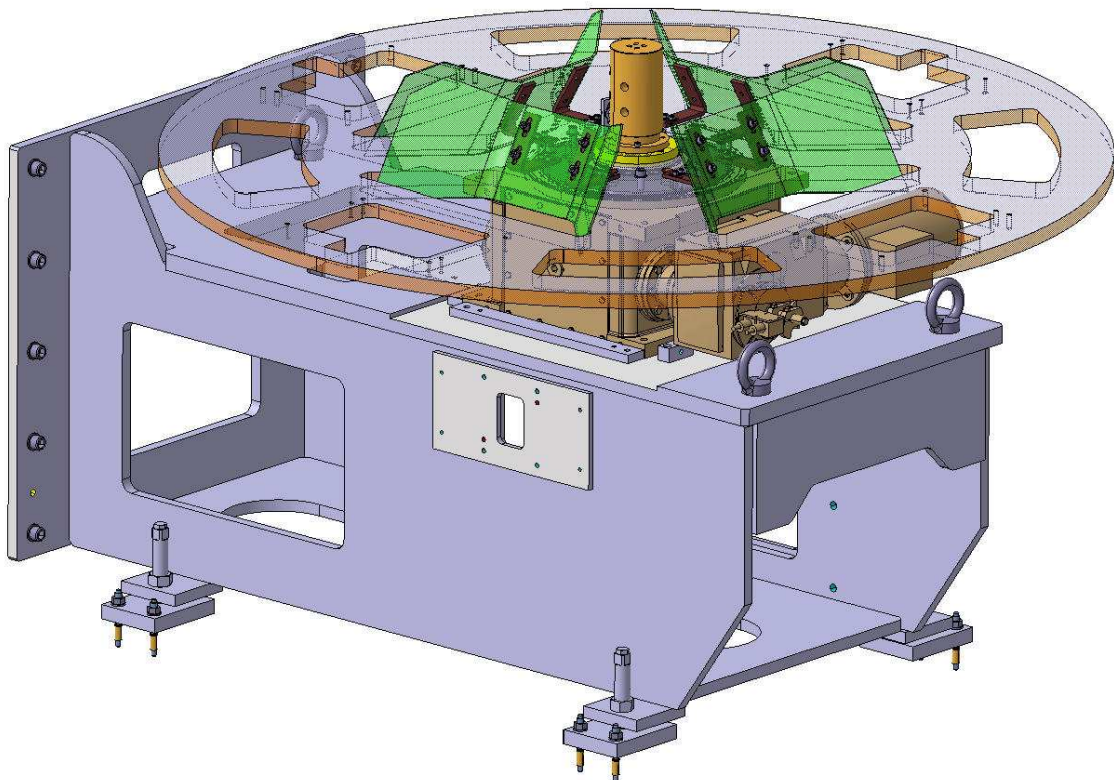


Fig. 6.15. Mesa rotativa.

Sobre esta placa montaremos los 4 utillajes que fijan el producto en cada una de las estaciones de trabajo. La mesa rotativa va emplazada sobre una estructura soldada que va unida a la estructura principal de la estación de soldadura mediante tornillos. La mesa rotativa va talonada y fijada

mediante tornillos de apriete para asegurar su posición respecto la estructura. Así evitaremos que exista un desplazamiento entre la estructura y la mesa después del trabajo continuado, ya que al inicio del movimiento de la mesa rotativa y en el paro se crean muchas inercias.

En la mesa rotativa montaremos una “recofa” o junta rotativa para evitar la estrangulación de los cables eléctricos, los tubos neumáticos y los tubos de fluidos, aunque en nuestro caso, sólo son aplicables a los cables eléctricos del utillaje a causa del movimiento rotativo de la mesa. Este elemento es un elemento comercial.

6.3.- VALLADO.

Para evitar la entrada en el perímetro de trabajo de la máquina de personal no autorizado y así evitar accidentes, aislaremos todo el perímetro de la máquina con un vallado. Lógicamente, se excluye del vallado la zona de carga. Este vallado es un elemento comercial modular, el cual montaremos según nuestra conveniencia. El vallado es de la marca TROAX. Asimismo montaremos dos puertas para poder facilitar la entrada en el recinto de la máquina para poder realizar reparaciones, limpieza y el mantenimiento de los elementos que lo requieran. Estas puertas van equipadas con los elementos de seguridad correspondientes para que si se abren mientras la máquina esta en funcionamiento, se active el paro de emergencia de la instalación y se desconecte la tensión, el circuito neumático y el circuito de fluidos. Estas puertas también serán un elemento comercial de la marca TROAX.

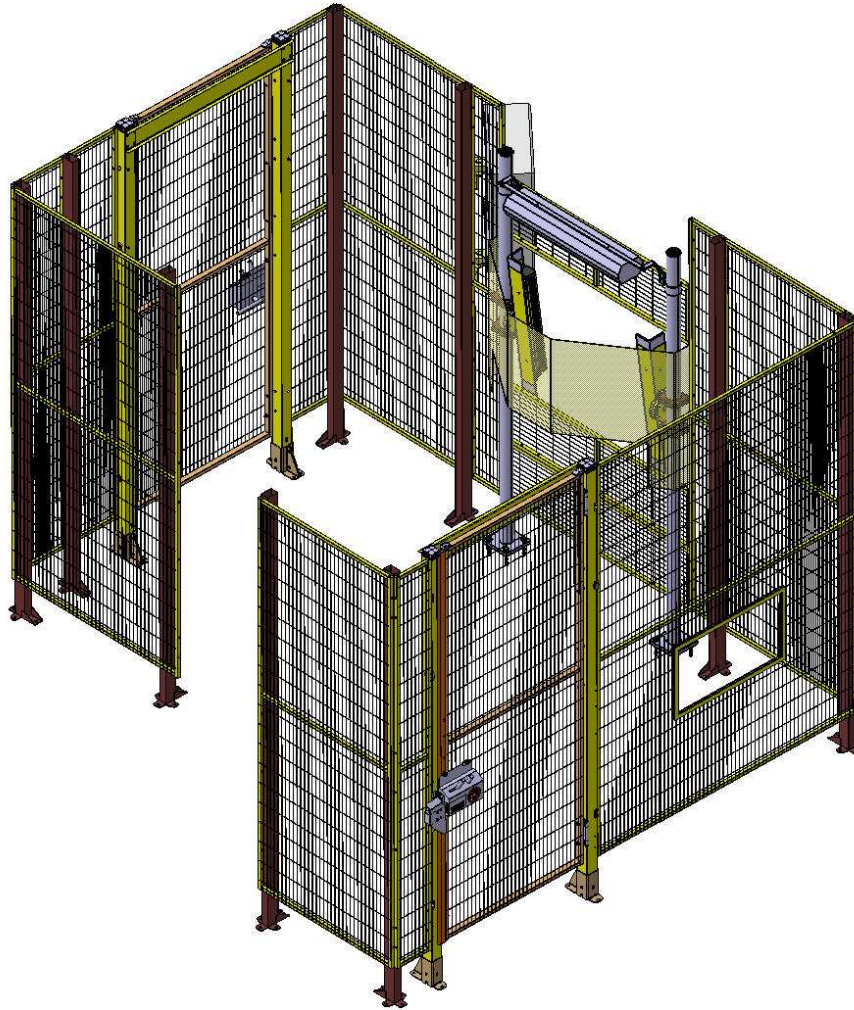


Fig. 6.16. Vallado.

Los elementos que tienen contacto con el suelo, tanto el vallado como las estructuras de la máquina, van fijados a un sistema de placa y tornillo que permite la regulación en altura, para así poder regular toda la máquina y nivelarla. Estos elementos van fijados al suelo mediante tornillos de anclaje comerciales.

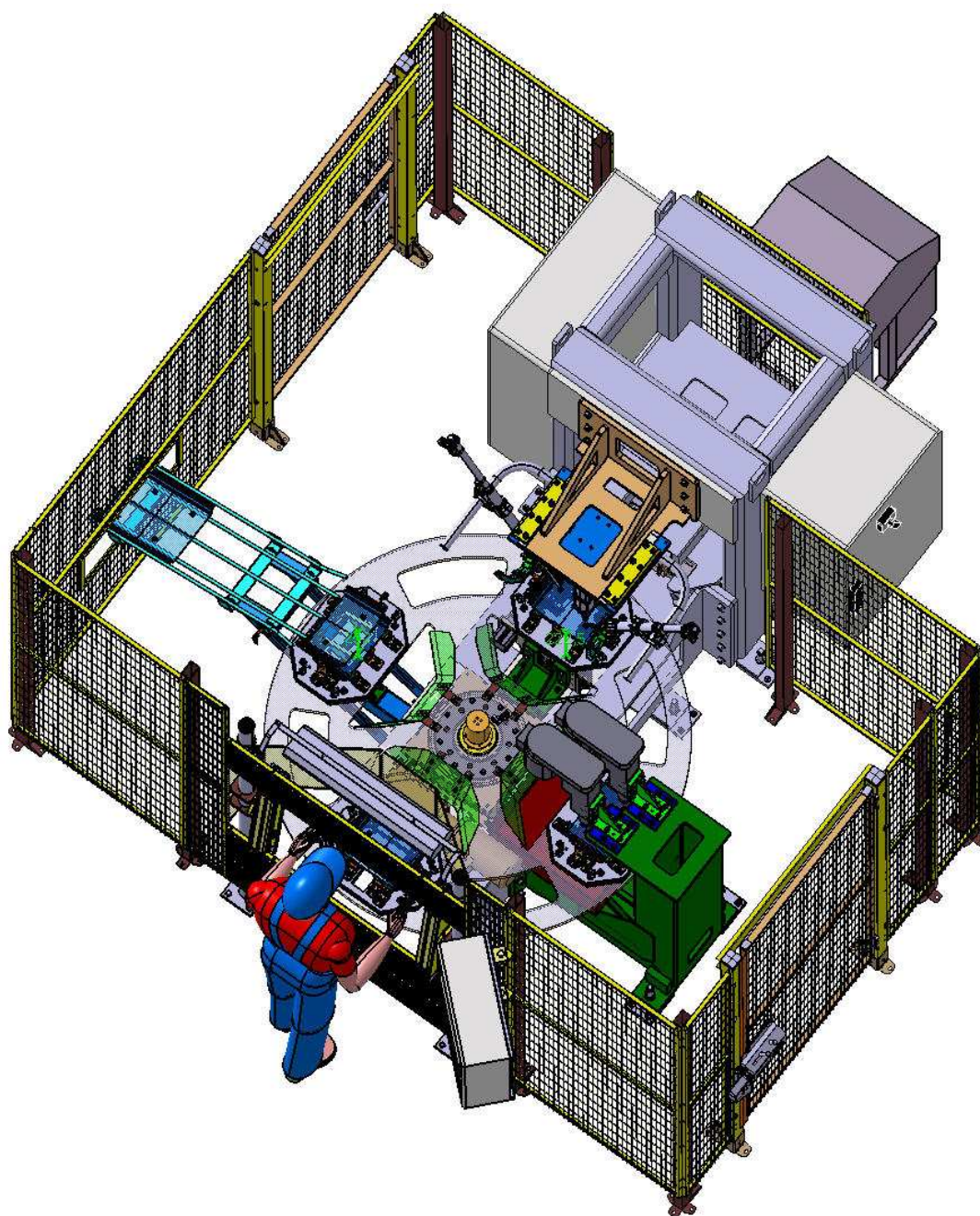


Fig. 6.17. Imagen de la máquina.

7.0.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA.

7.1.- CÁLCULO DE MOVIMIENTOS EN TALADRADO.

En este proyecto sólo calcularemos los movimientos, fuerzas, etc... para brocas helicoidales ya sean de acero al carbono o acero rápido reafilables. En caso de brocas helicoidales de metal duro o herramientas con plaquitas de metal duro el procedimiento es exactamente el mismo pero partiendo de las velocidades de corte y de los avances teóricos recomendados por el fabricante (normalmente para agujeros cortos).

Se distinguirán los movimientos para agujeros cortos y agujeros largos, ya que a los de estos segundos debemos aplicarles una corrección para ralentizarlos para una buena evacuación de la viruta.

7.1.1.- RECORRIDO DE LA HERRAMIENTA Y ALTURA DE SALIDA.

El recorrido de la herramienta en el agujero será la longitud de listón de broca (L) introducida en el agujero más la altura de salida (h). En el caso de un agujero pasante, la longitud del listón será igual a la profundidad del agujero (P).

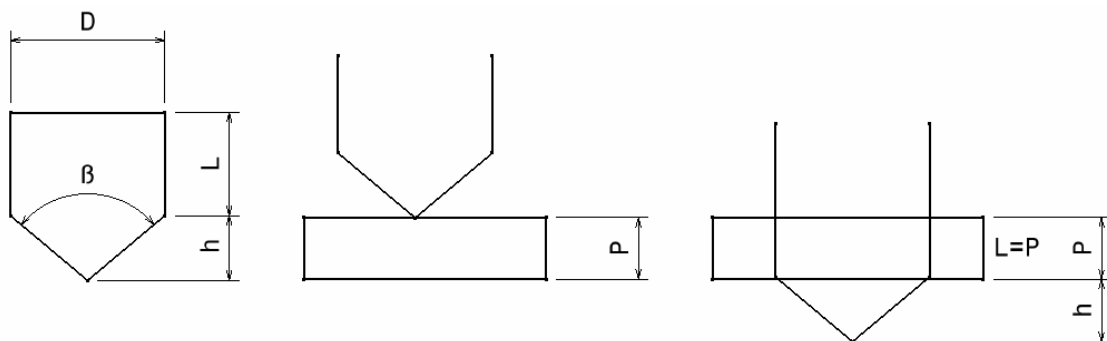


Fig. 7.1.

La altura de salida puede deducirse a partir del diámetro del agujero, igual al de la broca, y del ángulo de punta. Se obtiene a partir de un triángulo rectángulo de catetos $D/2$ y h , y con uno de sus ángulos igual a β . El recorrido durante el mecanizado es $R = L + h$.

$$R = L + h$$

$$h = \frac{D}{2} \cot \frac{\beta}{2}$$

7.1.2.- CORRECCIONES PARA AGUJEROS LARGOS.

En caso de agujeros largos $r=3$ o $r>3$, los valores calculados anteriormente para velocidad de corte V_c o para avance a deben corregirse con la siguiente tabla 7.1. Estos valores deberán disminuirse en función del coeficiente r que es la relación entre profundidad y diámetro del agujero. Esta disminución de velocidades, recordémoslo, es necesaria en agujeros largos para evacuar la viruta.

$$r = \frac{\text{profundidad}}{\text{diametro}}$$

	Relación r (profundidad / ϕ)	Reducción de la velocidad de corte en %	Reducción del avance en %
CORRECCIONES SEGÚN LA PROFUNDIDA DEL AGUJERO	3	10	10
	4	20	10
	5	30	20
	6	35	20
	7	37	20
	8	40	20

Tabla 7.1. Reducciones de velocidad de corte y avance para agujeros largos en función de la relación r .

Todas las velocidades son para un tiempo de vida del filo de 60 minutos.

7.1.3.- VELOCIDADES DE CORTE TEÓRICAS PARA AGUJEROS CORTOS.

En la siguiente tabla se muestran las velocidades de corte teóricas para el caso de agujeros cortos. Como vemos dependen del tipo de material a taladrar y el tipo de material de la broca. En la tabla también se muestra el ángulo de punta característico de la broca. Estas velocidades de corte son para taladrado en seco, en caso de utilizar un lubricante dicha velocidad podría aumentar hasta un 25%.


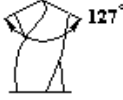


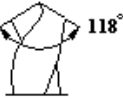

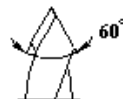
VELOCIDADES PERIFÉRICAS PARA TALADRADO EN SECO EN m/min.				AFILADO DE BROCAS (ε)
MATERIAL	BROCAS DE			
	σ _R (Kg/mm ²)	ACERO AL CARBONO		
ACERO	80	9	14	 136°
	70	10,25	16,75	 127°
	60	11,5	19,5	
	50	12,75	22,25	
	40	14	25	 118°
FUNDICIÓN		12	22,5	 90°
BRONCE LATÓN COBRE		25	56	 118°
ALUMINIO		56	120	 136°
MADERA PLÁSTICO		80	150	 60°

Tabla 7.2. Velocidades de corte de agujeros cortos para brocas de aceros al carbono y acero rápido.

Los valores de la tabla están calculados para un tiempo de vida de filo de la herramienta de 60 minutos.

Estas velocidades de corte están dadas en m/min, pero las máquinas trabajan en rpm. Para convertir V_c (m/min) en n_c (rpm) se aplica la siguiente fórmula:

$$n_c = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \text{ (rpm)}$$

Donde las unidades son:

$$V_c = \left(\frac{m}{\text{min}} \right)$$

$$D = (mm)$$

7.1.4.- AVANCES DE LAS BROCAS PARA AGUJEROS CORTOS.

Debido a que las máquinas de taladrado tienen una gama de avances continua, el avance que obtengamos en tablas será el que utilizaremos en el taladro. Esto es cierto también para el caso de avances de brocas para agujeros largos. Determinaremos el avance de la broca en función de su diámetro, el material de la pieza y el material de la broca. Entrando por el diámetro de la broca en la tabla 7.3 trazaremos una recta hasta la curva perteneciente al material de la pieza. Una vez en ese punto trazaremos una horizontal. A la izquierda de la tabla están los avances pertenecientes a brocas de acero al carbono y a la derecha las de acero rápido. Estos avances son teóricos y para agujeros cortos. Están calculados para velocidades de corte entre 8 y 12 m/min en el caso de brocas de acero al carbono y entre 12 y 25 m/min para aceros rápidos. Para velocidades de corte mayores y dentro de los márgenes de la tabla 7.2, disminuir un 12% de cara a los cálculos. El uso de lubricante mejorará la velocidad de corte pero no el avance.

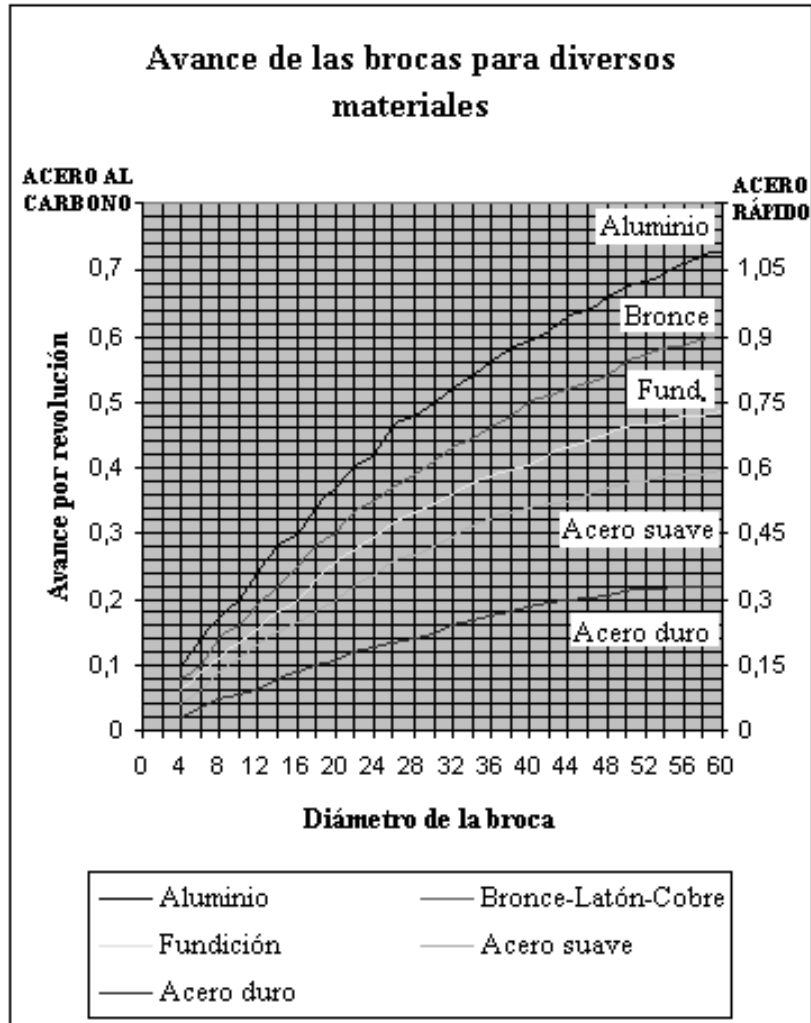


Tabla 7.3. Avances por revolución en mm por revolución para aceros al carbono o rápidos

Los valores de la tabla están calculados para un tiempo de vida de filo de la herramienta de 60 minutos.

7.1.5.- VELOCIDADES DE CORTE REALES.

Debido a que las máquinas de taladrado convencionales no tienen una gama de velocidades continuas sino que suelen seguir una serie de revoluciones discontinua (serie de Renard), debemos escoger las revoluciones que nos marca la máquina más próximas a las que nos da por las tablas. Imaginemos que tenemos una máquina que nos da una gama discontinua de revoluciones en el cabezal. Dentro de toda la gama distinguiremos una parte: ... 450, 560, 710, 900... (rpm). El valor obtenido en tablas es por ejemplo 625 rpm, un valor que está comprendido entre 560

y 710 rpm. La máquina no nos dará en el cabezal 625 rpm por lo que escogeremos entre 560 o 710 rpm.

Si escogiésemos el valor más bajo, 560 rpm, la herramienta al trabajar más despacio se desgastaría menos, aumentando la vida por filo de la broca. Al taladrar más despacio necesitaremos más tiempo para producir las piezas.

Si escogiésemos el valor más alto, 710 rpm, la herramienta al trabajar más rápido se gastará más, disminuyendo la vida por filo de la broca. Al taladrar más rápido necesitaremos menos tiempo para producir las piezas.

Se escoge el valor menor si se precisa “Régimen de mínimo coste” ya que necesitaremos menos herramientas para producir la misma cantidad de piezas y por lo tanto tendremos menos costes de herramientas aunque aumenten los costes de máquina. Se utiliza cuando el coste de las herramientas es mayor que el coste de máquina/hora en el tiempo de producción.

En cambio se escoge el valor mayor si se quiere un “Régimen de máxima producción”. En este caso el tiempo de producción disminuirá y por tanto los costes de máquina. Por otro lado, necesitaremos más herramientas para producir la misma cantidad de piezas y por lo tanto tendremos mayores costes de herramientas. Se utiliza este régimen cuando el coste de las herramientas es menor que el coste máquina/hora en el tiempo de producción. Recordemos la gráfica Costes-velocidad de corte mostrada en el apartado de torneado. También es válida para el taladrado.

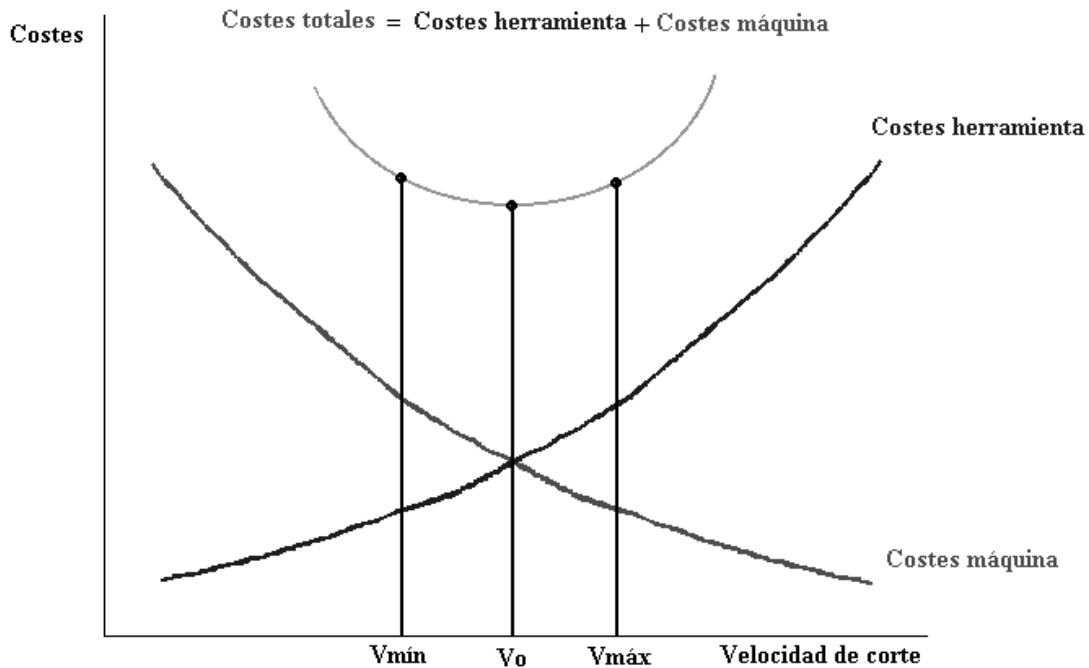


Fig. 7.2. Costes de taladrado en el caso de que curvas de máquina y herramienta sean iguales.

En máquinas de control numérico CN la gama de velocidades de corte al igual de las de avance es continua por lo que la velocidad de corte real será la misma que la obtenida en tablas.

7.1.6.- VELOCIDAD DE AVANCE.

La velocidad de avance V_a es la velocidad a la que la broca penetra en la pieza. Por lo que será igual al avance por revolución por el número de revoluciones que da la máquina en un tiempo determinado. Su expresión será:

$$V_a = a \times n_c \left(\frac{mm}{min} \right) \quad \text{Siendo las unidades de:} \quad \begin{aligned} a &= \left(\frac{mm}{v} \right) \\ n_c &= (rpm) \end{aligned}$$

7.1.7.- APLICACIÓN A LOS DATOS DE NUESTRO PROYECTO.

7.1.7.1- El ángulo de punta y la altura de salida de broca. Según figura 7.1 y tabla 7.2 para una broca de acero rápido y el material de la chapa, que en nuestro caso es acero F-111, con un límite elástico de 50Kg/mm^2 , tenemos que:

$$\begin{aligned} R &= L + h & h &= \frac{11}{2} \cot \frac{127}{2} = 2.74 \\ h &= \frac{D}{2} \cot \frac{\beta}{2} & R &= 4 + 2.75 = 6.74 \end{aligned}$$

Carrera mínima de la broca para realizar el taladro de la pieza 6.74mm .

7.1.7.2- Agujero corto o agujero largo.

Comprobamos que tipo de agujero tenemos en nuestra aplicación para saber si hemos de aplicar factores correctores.

$$r = \frac{\textit{Profundidad}}{\textit{diametro}} \qquad r = \frac{4}{11} = 0.36$$

Como $r < 3$ nuestro agujero queda definido como agujero corto y no deberemos aplicar factores correctores a las tablas.

7.1.7.3- Velocidades de corte teóricas.

Según tabla 7.2, la velocidad de corte teórica para agujeros cortos para una broca de acero rápido y una pieza de acero F-111 con un límite elástico de 50 Kg/mm^2 es:

$$V_c = 22.25 \frac{m}{\text{min}}$$

Convertimos este dato a rpm:

$$n_c = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} (rpm) \qquad n_c = \frac{22.25 \times 1000}{\pi \times 11} = 643.87 rpm$$

7.1.7.3- Avance de la broca.

Según tabla 7.3, buscaremos el correspondiente avance para nuestra aplicación. Como nuestra velocidad de avance esta dentro de la gama de velocidades para la cual esta hecha la tabla, no aplicaremos factor corrector de reducción de avance.

$$a = 0.20 \frac{mm}{v}$$

7.1.7.4- Aplicamos estos datos teóricos a la máquina diseñada.

Recordamos que según tablas hemos determinado que

$$n_c = 643.87 rpm$$

Dentro de la gama de revoluciones discontinua que nos da la máquina de taladrar que hemos seleccionado tenemos entre otras: ... 550, 630, 730, 840, etc... (rpm). Este valor está entre 630 y 730 rpm. Para un régimen de máxima producción elegimos 730 rpm.

Recalculamos la velocidad de corte con este nuevo régimen:

$$V_c = \frac{n_c \times \pi \times D}{1000} \frac{m}{min}$$
$$V_c = \frac{730 \times \pi \times 11}{1000} = 25.22 \frac{m}{min}$$

La velocidad de corte real del taladro de nuestra aplicación es de 25.22 m/min

Debido a que la gama de avances de la máquina es continua, el avance es el antes encontrado en la Tabla 7.3.

$$a = 0.20 \frac{mm}{v}$$

La velocidad de avance será:

$$V_a = a \times n_c \left(\frac{mm}{min} \right) \Rightarrow V_a = 0.20 \times 730 = 146 \frac{mm}{min}$$

La velocidad de avance real del taladro de nuestra aplicación es de 146 mm/min.

7.2.- CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE SOLDADURA.

7.2.1.- CÁLCULO A TRAVÉS DE TABLAS.

Para el cálculo de los parámetros de soldadura utilizaremos unas tablas para los datos de partida, de uso común en el diseño de máquinas de soldadura de tuercas. Para definir los parámetros iniciales de soldadura partiremos de la tabla 7.4, donde a través del métrico de la tuerca a soldar (M8) definiremos los parámetros de intensidad, el voltaje, la presión y finalmente el tiempo de soldadura.

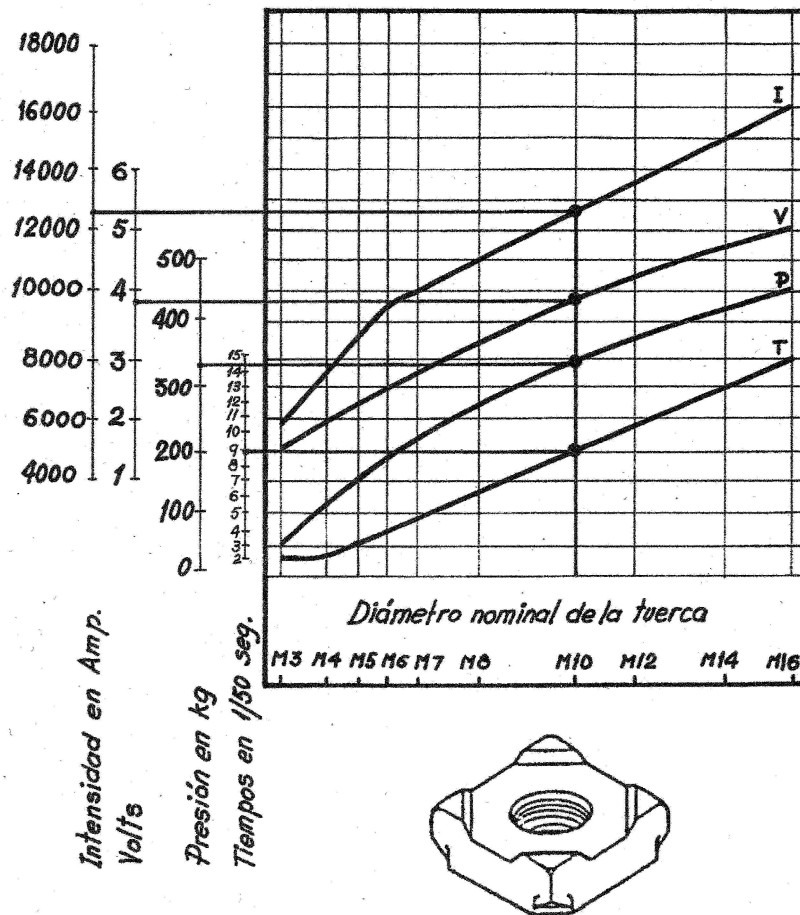


Tabla 7.4. Gráfico De Valores Para Soldar Tuercas Con Protuberancias.

Sistema de utilización de la tabla:

Se escoge la tuerca que se desea soldar, por ejemplo M10, se sigue la vertical en sentido ascendente y se obtienen cuatro intersecciones. A partir de la primera intersección con la curva T, se sigue la horizontal hacia la

izquierda trazada a partir de este punto, hasta que esta coincida con la escala marcada "Tiempos en 1/50 seg.", y el tiempo resultante será el que debe durar la soldadura en el ejemplo es de 9Hz ó $\frac{9}{50}$ seg.

En las demás intersecciones se procede de igual manera efectuándose las lecturas de la intersección de la curva P en la escala de presiones, la V en la escala de Volts y la I en la escala de intensidades. En el ejemplo se llega a los resultados:

$$T = 9Hz \text{ ó } T = \frac{9}{50} \text{ seg} ; P = 340Kg ; V = 3.9V ; I = 12500Amp$$

Para cualquier otro diámetro de tuercas proceder de la misma forma.

Para nuestra aplicación, M8, buscamos en la tabla 7.4 los valores correspondientes y obtenemos:

$$T = 6Hz \text{ ó } T = \frac{6}{50} \text{ seg} ; P = 280Kg ; V = 3.1V ; I = 11000Amp$$

7.2.2.- FACTOR DE MARCHA.

A la relación entre el tiempo real de soldadura, o sea, durante el que circula corriente a través de los electrodos y el tiempo total de una secuencia completa se le denomina Factor de Marcha o Factor de Utilización y se expresa F.M. o F.U.

Según normas, las potencias de los transformadores de las máquinas de soldadura por resistencia vienen expresadas al 50% de Factor de Marcha referido a 1 minuto, es decir, 30 s de marcha + 30 s de paro. Si para una aplicación determinada el tiempo de paso continuado de corriente fuese superior a los 30s, aunque fuesen sólo 31, como por ejemplo soldadura tipo "brazing", calentar barras, recalcar, roldanas en continuo sin modulación, etc., debería tomarse ya de forma automática como Factor de Marcha el 100% aunque se tenga que realizar una sola operación, pues no hay ninguna garantía de que el transformador pueda soportar térmicamente el trabajo con una corriente superior a la correspondiente al servicio continuo.

Las potencias son proporcionales a las raíces cuadradas de su correspondiente F.M.:

$$P_1\sqrt{F.M._1} = P_2\sqrt{F.M._2}$$

Conocida la potencia al F.M. 50%, P₅₀, que es la que especifican siempre los transformadores, pueden calcularse las potencias a cualquier otro Factor de Marcha X, aplicando la siguiente fórmula:

$$P_x = P_{50} \frac{\sqrt{50}}{\sqrt{X}}$$

P_x = potencia a un determinado factor de marcha.

P₅₀ = potencia al F.M. del 50%, la indicada en las características del transformador.

$\sqrt{50}$ = Raíz cuadrada del F.M. del 50%

\sqrt{X} = Raíz cuadrada del nuevo F.M.

Para el cálculo del F.M. deberán emplearse las mismas unidades en todas las secuencias, así pues como los tiempos del ciclo de soldadura se expresan en períodos, el resto de tiempos; señal de marcha, carga-descarga, giro de mesa, avance de carros, etc. también deberán expresarse en períodos o bien realizar la conversión de todos ellos a segundos.

$$F.M.: \frac{100 \times T_{soldadura}}{T_{ciclo}}$$

$$T_{soldadura} = 6Hz = 6per \text{ Soldamos dos tuercas, entonces tenemos que:}$$

$$T_{soldadura} = 12per$$

$$1per = \frac{1}{50}s \Rightarrow 1s = 50per$$

$$T_{ciclo} = 12s = 12 \times 50 = 600per$$

$$F.M.: \frac{100 \times 12}{600} = 2\%$$

7.2.3.- INTENSIDAD DE SOLDADURA.

$$\text{En cortocircuito } I_{CC} = \frac{11000}{0.8} = 13750A$$

$$\text{Adición factor de seguridad (20%): } (I_{CC})13750 \times 1.2 = 16500A$$

7.2.4.- CORRIENTE EQUIVALENTE AL 50% DE F.M..

$$16500A \times 2\% = I(50\%) \times 50\% \Rightarrow I(50\%) = \frac{16500A \times 2\%}{50\%}$$

$$I_{SO} = \frac{16500 \times \sqrt{2}}{\sqrt{50}} = 3300A$$

$$\text{Adición factor de seguridad (20%): } I_{SO} 3300 \times 1.2 = 3960A$$

Intensidad de soldadura al 50% = 3.96 kA.

7.2.5.- POTENCIA DE SOLDADURA.

Es la potencia que consume la máquina sólo durante el corto tiempo en que circula corriente por los electrodos, efectuando una soldadura. Cabe indicar que la potencia necesaria será distinta según los espesores de las chapas, tipo de material a soldar y calidad de soldadura exigida.

$P = U \times I$ (kVA). Es el producto de la tensión por la intensidad.

$$P = 3.1 \times 3960 = 12276VA = 12.3kVA$$

7.2.6.- SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.

Examinados los factores que influyen al seleccionar una intensidad e introducidas las correcciones pertinentes para cierto margen de seguridad, se deberá escoger el transformador más adecuado al sistema de soldadura, que sea capaz de proporcionar la corriente necesaria y soportar el F.M. del trabajo.

Analizaremos varios transformadores para obtener 16.5 kA en CC (cortocircuito) y 3,96 kA al 50 %. Hemos de tener en cuenta también la superficie del secundario en el momento de escoger el transformador.

Seleccionamos un transformador Ref. TS-50/12 de la marca SERRA SOLDADURA que se adapta a nuestras necesidades y a los cálculos realizados.

7.2.7.- CALCULO DEL DIMENSIONADO DE LA SECCIÓN DEL SECUNDARIO.

Calculo de las secciones mínimas necesarias para el conexionado del transformador con los elementos del utillaje.

Utilizaremos la tabla 7.5 para determinar la densidad de corriente admisible para un factor de marcha del 3%. Nos fijaremos en la columna del 5% de F.M. que es la más próxima.

MATERIAL	REFRIGERACIÓN	FACTOR DE MARCHA, 5 % al 100 %						CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA -IACS-	DUREZA BRINELL
		DENSIDAD CORRIENTE, A/mm ²							
		5 %	10 %	20 %	30 %	50 %	100 %		
COBRE ELECTROLÍTICO cinta	Ventilación al aire	18	12	9	7,25	5,7	4	100	80
	Refrigerado con agua	0	0	0	0	0	0		
COBRE ELECTROLÍTICO trenza	Ventilación al aire	18	12	9	7,25	5,7	4	100	80
	Refrigerado con agua	110	75	56	45	35,5	25		
COBRE ELECTROLÍTICO laminado	Ventilación al aire	13,5	9	6,7	5,5	4,25	3	100	80
	Refrigerado con agua	54	38	26,7	21,8	16,8	12		
COBRE ELECTROLÍTICO fundido	Ventilación al aire	9	6	4,5	3,65	2,8	2	86	Mín. 40
	Refrigerado con agua	27	18	13,4	11	8,5	6		
COBRE-CROMO laminado	Ventilación al aire	10	7,15	5	4,1	3,2	2,25	74	125-140
	Refrigerado con agua	40	27	20	16,4	12,8	9		
COBRE-CROMO fundido	Ventilación al aire	9	6	4,5	3,6	2,8	2	74	85-100
	Refrigerado con agua	36	24	18	14,5	11,2	8		
LATON laminado	Ventilación al aire	4,5	3,18	2,24	1,82	1,42	1	28	100
	Refrigerado con agua	18	12,8	9	7,25	5,7	4		
LATON fundido	Ventilación al aire	4,5	3	2,24	1,82	1,42	1	25	80-90
	Refrigerado con agua	13,5	9	6,7	5,5	4,25	3		
BRONCE 90-10	Ventilación al aire	4	2,66	2	1,6	1,25	0,89	18	80-85
	Refrigerado con agua	12	8,5	6	4,8	3,8	2,66		
BRONCE Mg	Ventilación al aire	2,6	1,85	1,3	1,05	0,82	0,58	8-17	100-134
	Refrigerado con agua	10	7,3	5,15	4,2	3,25	2,3		
BRONCE Al	Ventilación al aire	2,25	1,5	1,12	0,9	0,7	0,5	3-14	120-145
	Refrigerado con agua	9	6	4,5	3,65	2,8	2		
ALUMINIO laminado	Ventilación al aire	9	6	4,5	3,65	2,8	2	60	70
	Refrigerado con agua	0	0	0	0	0	0		
ALUMINIO fundido	Ventilación al aire	7,2	5	3,6	2,9	2,27	1,6	50	65
	Refrigerado con agua	0	0	0	0	0	0		

Tabla 7.5. Densidades de corriente admisibles según el Factor de Marcha, para los materiales comúnmente empleados en los circuitos secundarios de máquinas de soldadura por resistencia.

Seleccionamos Cobre electrolítico laminado y ventilado al aire para el conexionado del transformador con el cilindro de masa.

$$S = \frac{I_{cc}}{S_{d.c.}} \Rightarrow S = \frac{16500A}{13.5 \frac{A}{mm^2}} = 1222mm^2$$

La sección del conexionado del secundario será como mínimo con barra de cobre electrolítico ventilado al aire de sección de 1222 mm².

Calculo de la trenza de conexionado entre el transformador y los cilindros de soldadura.

Según catalogo de trenzas HELU.

$$I_{CC} = J_{SD} \sqrt{\frac{100}{F.M.}} \Rightarrow J_{SD} = \frac{I_{CC}}{\sqrt{\frac{100}{F.M.}}}$$

$$J_{SD} = \frac{16500}{\sqrt{\frac{100}{3}}} = 2858A$$

Según tablas de trenzas HELU debemos buscar una trenza que soporte 2858A en cortocircuito. La longitud necesaria para nuestra aplicación es como mínimo de 315mm en el caso más desfavorable. Encontramos que la trenza ha de ser de sección de 500mm².

Modelo de trenza HELU (x2): 500mm²x315xA.

7.2.8.- SELECCIÓN DEL LOS CILINDROS DE SOLDADURA.

Según hemos visto en la tabla 7.4. se ha de realizar un esfuerzo sobre la tuerca a soldar de 280 Kg (=274.4 DaN). Según los datos técnicos de que disponemos de los cilindros de soldadura:

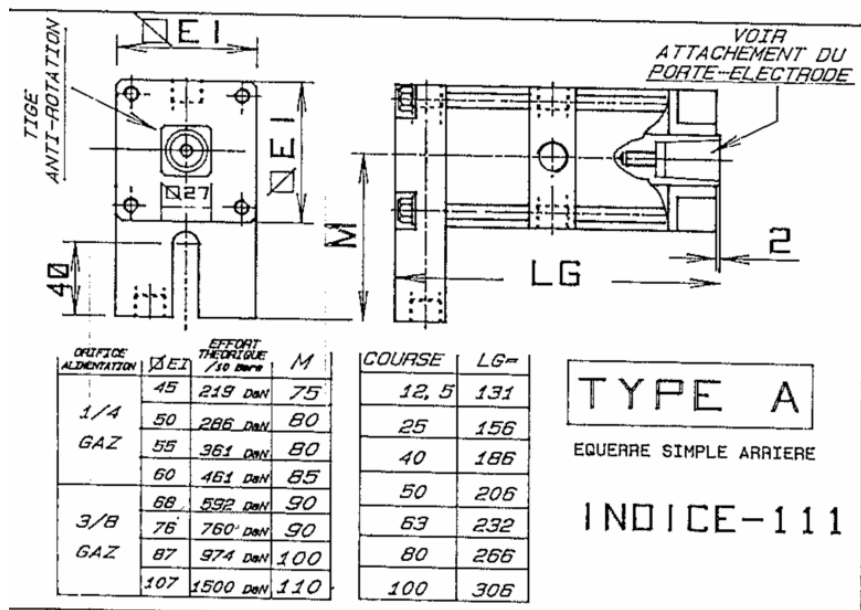


Tabla 7.6. Tabla de diámetros y fuerzas de los cilindros de soldadura.

Para un cilindro de diámetro 50mm, la fuerza ejercida es de 286 DaN. Este valor sería el que necesitamos para nuestra aplicación, pero está demasiado cercano al límite de la fuerza que necesitamos ejercer, ya que luego, una vez se estén haciendo pruebas de soldadura con la máquina, necesitamos un rango amplio para poder ajustar la fuerza ejercida por el cilindro para poder ajustar los parámetros de soldadura para la calidad que necesitamos.

Escogeremos el siguiente, de diámetro 55mm y fuerza ejercida de 361 DaN, que para nuestra aplicación y para poder regular la fuerza nos será suficiente.

Escogeremos:

Cilindro de soldadura, referencia: P2 DTA 361 55 100 111 AM

Cilindro de masa, referencia: P2 DTA 361 55 063 111 AM

Ambos cilindros del suministrador Weldur.

7.3.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES.

7.3.1.- CÁLCULO DE LA DEFORMACIÓN DE LA PLACA DE LA MESA ROTATIVA.

En este apartado comprobaremos que el dimensionado de la placa de aluminio que utilizaremos para posicionar los utillajes es el correcto.

En la estación de trabajo donde la placa de la mesa rotativa recibe el mayor esfuerzo es la estación de taladrado. Según catalogo la máquina de taladrado ejercen una fuerza de avance de 1470N a 6bar. Podría parecer que los cilindros de soldadura son el elemento que ejerce mayor esfuerzo sobre la placa, y efectivamente es así, pero según está diseñada la máquina y hemos visto en la memoria descriptiva, es el conjunto de contra electrodos montados sobre un carro, y enclavados por un cilindro diseñado a tal efecto, el que recibe dicho esfuerzo.

Datos de partida:

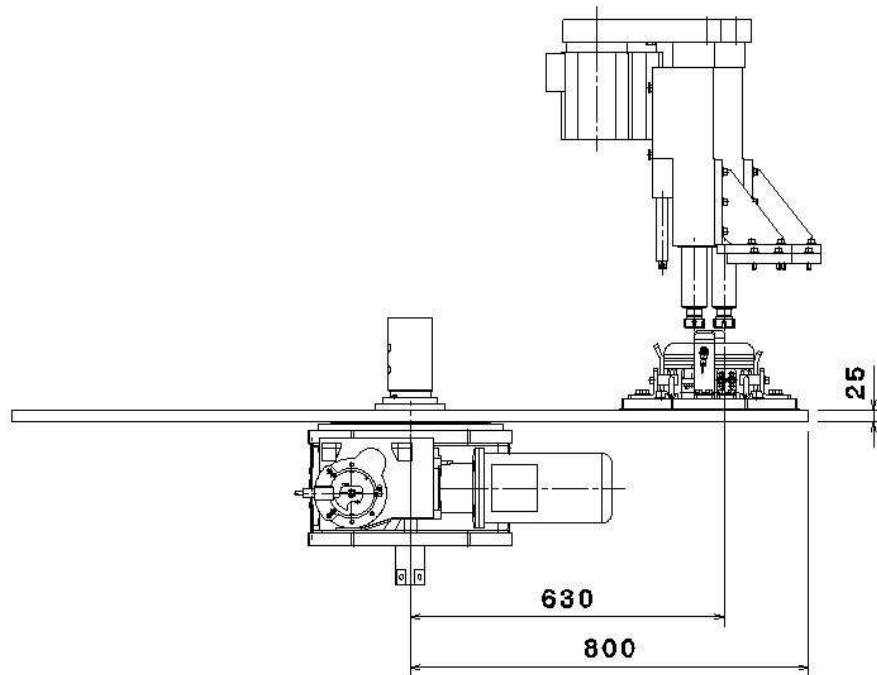
Fuerza de avance de taladro: 1470 N.

Peso del utillaje: 20.2 Kg ; Masa : 202 N.

Radio del plato: $B = 800$ mm.

Espesor del plato: $A = 25$ mm.

Distancia a la que se encuentra la fuerza: $l = 630$ mm.



$$E_{al} = 700000 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$I_x = \frac{BA^3}{12} \Rightarrow I_x = \frac{160 \cdot 2.5^3}{12} = 208.33 \text{cm}^4$$

$$f = \frac{Fgl^3}{3EI_x} \Rightarrow f = \frac{(1470 + 202) \cdot 63^3}{3 \cdot 700000 \cdot 208.33} = 0.95 \text{cm}$$

La flecha calculada es de 0.95cm. Según especificaciones del cliente esta deformación es excesiva. El cliente solicita que la deformación máxima sea de 0.5cm.

La flecha admisible, según criterios mecánicos que se utilizan para el diseño de este tipo de placas, seguiría esta tabla:

FLECHA ADMISIBLE:

MUCHA PRECISIÓN:	L/1000
MEDIA PRECISIÓN:	L/700
POCA PRECISIÓN:	L/500
MUY POCA PRECISIÓN:	L/300

En nuestro caso el cliente solicita una flecha admisible de 0.5mm, menor de la que normalmente utilizaríamos en el diseño, que sería de 800mm/1000=0.8mm. Seguiremos las especificaciones del cliente y buscaremos que la flecha máxima sea inferior a 0.5mm.

Para solucionar este problema cambiaremos la placa de la mesa rotativa a acero, en vez de aluminio como era la idea inicial.

$$E_{acero} = 2100000 \text{Kg} / \text{cm}^2$$
$$f = \frac{Fgl^3}{3EI_x} \Rightarrow f = \frac{1672 \cdot 63^3}{3 \cdot 2100000 \cdot 208.33} = 0.32 \text{cm}$$

La flecha calculada para una placa de acero es de 0.32cm. Esta deformación sería admisible.

7.3.2.- CÁLCULOS MESA ROTATIVA.

Comprobamos que la mesa rotativa SOPAP está bien dimensionada para una placa de acero y los esfuerzos que tenemos sobre ella.

Datos de la mesa SOPAP (según ficha técnica):

Carga axial máxima admisible ABA 21000 N.

Par de vuelco máximo admisible KMA 1800 Nm.

Carga axial:

Peso de la placa de acero: 247.5 Kg.

Peso de los utillajes (x4)= 20.2Kg x4= 80.8 Kg.

Carga axial total= 2475 N + 808 N = 3283 N.

La carga axial es admisible para la mesa SOPAP seleccionada.

Par de vuelco:

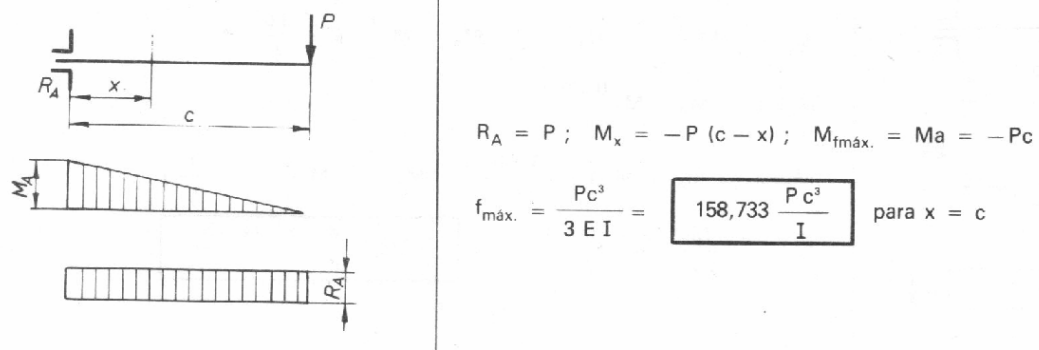
$$M = 1672 \text{N} \cdot 0.63 \text{m} = 1053.36 \text{Nm}$$

El par de vuelco es admisible para la mesa SOPAP seleccionada.

7.3.3.- RESISTENCIAS TEÓRICA.

7.3.3.1.- MOMENTO FLECTOR MÁXIMO.

Diagrama del momento flector:



Deducimos que el momento flector máximo es,

$$M_{\max.} = P \cdot c = 1672N \cdot 630cm = 1053360Ncm$$

7.3.3.2.- TENSIÓN MÁXIMA.

La tensión máxima es: $\sigma_{\max.} = \frac{M_{\max.}}{W_x}$

Donde: $W_x = \frac{I_x}{y_{\max.}}$

$y_{\max.}$: distancia de la fibra mas alejada al eje neutro.

W: modulo resistente.

Calculamos:

$$I_x = \frac{BA^3}{12} \Rightarrow I_x = \frac{160 \cdot 2.5^3}{12} = 208.33cm^4$$

$$W_x = \frac{208.33}{1.25} = 166.66cm^3$$

$$\sigma_{\max.} = \frac{1053360Ncm}{166.664cm^3} = 6320.26 \frac{N}{cm^2}$$

La placa se diseña para que la $\sigma_{\max.}$ en la sección correspondiente a $M_{\max.}$ no sobrepase la tensión admisible del material. O sea:

$$\sigma_{\max.} \leq \sigma_{adm.}$$

La tensión admisible se obtiene, normalmente, dividiendo el límite elástico del material por un coeficiente de seguridad, habitualmente =1.5 para los aceros de construcción,

$$1600 \leq \sigma_{adm.} \leq 2400 \frac{kp}{cm^2}$$

En nuestro caso tenemos:

$$\sigma_{\max.} = 6320.26 \frac{N}{cm^2} \cdot \frac{1kp}{10N} = 632 \frac{kp}{cm^2}$$

La tensión máxima ($\sigma_{\max.}$) en la placa es de $632 \frac{kp}{cm^2}$, mientras que la tensión admisible ($\sigma_{adm.}$) en el caso más desfavorable es de $1600 \frac{kp}{cm^2}$, el diseño realizado cumple con las condiciones estructurales requeridas.

8.0.- CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES.

8.1.- GENERALIDADES.

- Cumplimiento de la legislación medioambiental vigente.
- Cumplimiento de las normas y directivas europeas relevantes desde el punto de vista medioambiental.
- Salva guarda de los recursos de fabricación, uso, mantenimiento, reparación y desguace.
- Respecto de la norma UNE-EN ISO 14001: 1996, no se debe utilizar ningún material que vaya en contra de las reglas de protección del medio ambiente sea en la máquina, sea en el proceso de construcción de la máquina.
- Atención especial se requiere para controlar las emisiones de ruido. Estas no deben exceder los niveles máximos definidos por CE. En otro caso, máximos de 65dB a 1 metro en cualquier dirección. Todo escape neumático debe llevar silenciador dentro del armario o de un armario específico.

8.2.- DURANTE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.

- Se realiza el proyecto en ordenador personal y las copias de seguridad se realizan en memorias reutilizables, tipo pen drive o memory stick. Se intentara no utilizar para las copias de seguridad soporte físico no reutilizable, tipo CD o DVD gravable. Una vez finalizada la vida útil, tanto del ordenador, como de las memorias reutilizables, como de los CD o DVD se llevaran al punto de reciclaje adecuado para el reciclaje de este tipo de equipos.
- Si es necesario realizar copia impresa en papel durante la realización del proyecto, se realizara en modo borrador si la impresora lo permite y preferentemente en papel reciclado. Una vez utilizado dicho papel se reciclara según normativa existente.

- Para copia definitiva en papel del proyecto, tanto de la memoria como de los planos, se realizarán las copias indispensables para tal fin. Durante la vida útil de consulta de las copias se tendrán bien localizadas y clasificadas para su correcta y fácil localización. Una vez se decida que ha acabado la vida útil de la copia, se reciclará según normativa vigente.

8.3.- RESIDUOS PELIGROSOS.

- Indicar todas las materias utilizadas que puedan dar lugar durante el uso, mantenimiento y reparación o desguace a residuos peligrosos según el Real Decreto 952/97, de 20 Junio (que incluye la lista de residuos peligrosos aprobados por la Decisión 94/904/CE, del Consejo, de 22 de Diciembre, de acuerdo con el apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE).
- Facilitar el acceso para la extracción y desmontaje de las materias que produzcan residuos peligrosos.
- Incorporar mecanismos que recojan los vertidos accidentales de sustancias líquidas peligrosas.

8.4.- RECICLAJE.

- Elaborar y documentar pautas de reciclaje para componentes o grupos de construcción de fácil reciclaje, para lo cual debe cumplir lo siguiente:
 - Ligero desmontaje.
 - Material tipo puro o con tolerancia para el reciclaje.
- La máquina ha sido diseñada con materiales metálicos de fácil reciclaje y comunes, como son el acero, el cobre, el latón, el bronce y la baquelita. Estos materiales seguirán el proceso necesario para ser fundidos y reutilizados en los casos que sea posible. Si no fuera así se desecharán según normativa vigente.

9.0.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

9.1.- GENERALIDADES.

Se entiende como mantenimiento preventivo aquel conjunto de operaciones que son recomendables realizar con una cierta periodicidad para evitar incidencias en la máquina y prolongar la vida de la máquina.

Se entiende como mantenimiento correctivo aquel conjunto de operaciones que son necesarias realizar ante una incidencia en la máquina y establecer la vida de una serie de elementos susceptibles de cambio en la máquina.

9.2.- GENERALIDADES MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA.

Los trabajos de ajuste, mantenimiento e inspección deben realizarse en los plazos señalados. Estas actividades han de encomendarse exclusivamente a personal técnico. El mantenimiento debe confiarse exclusivamente a personal instruido. Respétense al pie de la letra las advertencias relativas al mantenimiento de la instalación y sus componentes.

- Durante los trabajos de mantenimiento y ajuste, no se deberán dejar herramientas o piezas olvidadas dentro de la máquina, ya que podrían producir daños en la propia máquina y lesiones a personas que se encuentren cerca.
- Utilizar exclusivamente recambios originales.
- El personal de servicio ha de ser informado antes de iniciar los trabajos de mantenimiento y revisión.
- Prevenir toda puesta en marcha accidental de las partes de la instalación anterior y posterior.
- En todos los trabajos de mantenimiento, inspección y reparación, desconectar la instalación y evitar que el interruptor principal pueda conectarse accidentalmente.

- Para cambiar grupos grandes hay que fijarlos correctamente a los aparejos elevadores y asegurarlos. No permanecer o trabajar debajo de cargas suspendidas.
- Al desmontar los grupos hay que tener presente que los centros de gravedad se desplazan y que pueden soltarse otros componentes. Sujetar y apoyar los componentes en cuestión con los dispositivos autorizados.

9.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA.

9.3.1.- DIARIAMENTE.

- Chequear iluminación.
- Limpiar las zonas de operario.
- Chequear el estado y funcionamiento de los elementos de seguridad. Limpiar barreras fotoeléctricas y escáneres láser.

9.3.2.- SEMANALMENTE.

- Limpieza de los utillajes: Eliminar los restos de soldadura con cincel plano y martillo. Limpiar con un cepillo de alambre. Limpiar el dispositivo con una escobilla, un cepillo de alambre y un paño.
- Comprobar posición, fijación y limpieza de los detectores de presencia pieza. Limpiar el iniciador con solución detergente y un paño suave.
- Revisar el estado de las conexiones flexibles.
- Revisar elementos móviles de los útiles. Guías de bolas: Con un engrasador, lubricar el racord de engrase de las guías de bolas hasta que brote grasa de las guías. Tipo de grasa: véase manual de instrucciones del fabricante INA.
- Mesa giratoria Marca SOPAP y Engranaje de discos de leva Marca SOPAP: Controlar nivel de aceite y, en su caso, reponer. Véase manual de instrucciones mesa SOPAP. Tipo de aceite: véase manual

de instrucciones Marca SOPAP. Resto de mantenimiento según manual de instrucciones original de la Marca SOPAP.

9.3.3.- MENSUALMENTE.

- Limpiar y engrasar las guías de las unidades de accionamiento neumático. Comprobar el funcionamiento y la estanqueidad de los cilindros.
- Reapretar las conexiones secundarias.
- Revisar el estado de las conducciones de aire y refrigeración.
- Reapriete de tortillería y conectores (armario e instalación).
- Comprobar el correcto funcionamiento de las bridas, mordazas y resto de dispositivos (cierre y apertura).

9.4.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MAQUINAS DE SOLDAR POR RESISTENCIA.

9.4.1.- CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN.

Conectar siempre el agua de refrigeración, aconsejable colocar caudalímetro con alarma. Las máquinas están protegidas generalmente con termostato en el transformador y en los tiristores, pero esta protección solo es válida para sobrecargas de larga duración, pues la inercia térmica en los componentes retarda la desconexión. En caso de que el agua no circule y se trabaje a plena carga, pueden provocarse calentamientos localizados, que provocan la avería antes de que los termostatos lo detecten. Cuando las máquinas poseen utillajes complejos, puntos múltiples o varios circuitos de agua en paralelo, comprobar que por todos ellos circula agua, pues a causa de obstrucciones interiores, doblado de mangueras o grifos cerrados puede suceder que un circuito permanezca sin circulación. En zonas de agua muy duras, desincrustar periódicamente el circuito mediante productos adecuados o bien trabajar con circuito cerrado de agua tratada mediante depósito enfriador y bomba.

9.4.2.- CIRCUITO NEUMÁTICO.

La red de aire debe proporcionar el caudal y presión adecuado. La presión máxima habitual en las máquinas es de 6 bars. por lo que en el caso de trabajar en esta zona, el compresor debe tararse por encima de este valor. Las conducciones deben ser de sección suficiente como para que no se produzcan pérdidas de carga excesivas, pues sucede en ocasiones que al llenarse el cilindro la presión desciende a valores peligrosamente bajos y si bien es cierto que al cabo de un corto tiempo se recupera el valor de régimen, posiblemente ya ha tenido lugar la soldadura con un esfuerzo menor del necesario.

Mantenimiento en el grupo de secado y filtraje del aire. Las máquinas poseen un equipo acondicionador compuesto por un vaso que elimina en parte la humedad y otro vaso que lubrica el aire que se inyecta en el circuito de trabajo. El vaso deshumificador debe ser vaciado periódicamente, pues el agua puede llegar a llenar totalmente el recipiente anulando su función. La frecuencia de revisión depende de la cantidad de agua que llegue a la red de aire, lo adecuado es disponer ya de purgas en el calderín del compresor y puntos intermedios si la red es de considerable longitud. También depende de la humedad relativa de la zona, temperatura ambiente etc. por lo cual cada caso será distinto. Existen purgas automáticas que eliminan la revisión.

Es muy importante que el aire esté limpio y seco, pues el agua y la suciedad provocan oxidaciones en las conducciones, válvulas y cilindros que destruyen las juntas de los émbolos, provocan el ataque de las camisas de cilindros y bloquean las válvulas. Estos efectos no son tan evidentes cuando la máquina trabaja diariamente, pero aparecen mayormente después de largos paros, por ejemplo vacaciones, pues el agua acumulada corroe más intensamente al permanecer el circuito estático. El vaso lubricador debe contener aceite dentro de los niveles indicados, aceite de viscosidad y composición adecuada. El nivel debe ser revisado periódicamente, pero no basta con que exista una cierta cantidad, pues en ocasiones se obstruye o cierra la válvula dosificadora y el circuito permanece sin lubricar. El consumo desde el exterior del vaso y la frecuencia es regulable a voluntad.

9.4.3.- CIRCUITO SECUNDARIO.

Conservación del circuito secundario: Este circuito está compuesto por el secundario del transformador de soldadura, barras porta-corriente, conexión flexible, plataformas, portaelectrodos y electrodo, todo ello en cantidad o selección dependiente del tipo de máquina; Prensa, Puntos, Tope, ó Roldanas. Las piezas están conectadas entre si a fin de cerrar eléctricamente el circuito, permaneciendo unidas con tornillos. Por causa de calentamiento, ambientes corrosivos, calcificaciones del agua etc. estas uniones van perdiendo su buen contacto inicial aumentando la resistencia de contacto y por tanto la máquina disminuye gradualmente su capacidad de soldadura, pudiendo llegar a interrumpirse totalmente el paso de corriente, pues recordemos que las tensiones secundarias son muy bajas, del orden de 2 a 12 voltios en la mayoría de los casos.

El mantenimiento preventivo consiste en revisar periódicamente el apriete de las superficies de contacto, en especial si son máquinas de gran potencia. Asimismo cuando se modifica la posición de su portaelectrodo, elevación o descenso de la mesa inferior de una prensa, cambio de utillaje etc. comprobar siempre que se han apretado los tornillos de fijación antes de iniciar el trabajo. Si se desmontan piezas secundarias limpiar las superficies y protegerlas antes del nuevo montaje con una fina capa de grasa cobreada o vaselina, lo que mantendrá un buen contacto. Si aparecen juntas tóricas de los taladros de refrigeración, sustituirlas por otras nuevas antes de volver a montar, no aprovecharlas.

Importante también es la revisión de conexiones flexibles, pues envejecen y se rompen láminas o trenzas disminuyendo la sección y provocando pérdidas y calentamientos suplementarios.

9.4.4.- CABEZALES DE SOLDADURA.

Cilindro: los puntos más importantes son: las juntas de émbolo, el estado interior de la camisa y la amortiguación final de carrera. Las juntas pueden sufrir desgaste por el mal montaje o por abrasión en caso de picados en la camisa. Si se comunican ambas cámaras sucede que el émbolo avanza, pero el esfuerzo no será proporcional a la presión indicada en el manómetro, pues existirá una pérdida por la comunicación.

Referente a la amortiguación final de carrera, debe estar ajustada para que al retroceder el cilindro no golpee el émbolo con la tapa sino que frene durante los últimos milímetros, pues los impactos podrían deteriorar los componentes.

9.4.5.- RED DE CONEXIÓN ELÉCTRICA.

La red debe estar proporcionada al consumo de la máquina, sin provocar caídas de tensión excesivas. Los conductores deben estar trenzados o lo más próximos posibles para que la impedancia sea mínima. Revisar los bornes de conexión, cableado de los tiristores.

Toma de tierra, comprobar su resistencia ohmica y buena conexión.

9.4.6.- PROYECCIONES.

En máquinas que produzcan abundancia de proyecciones de material fundido por causa de que el proceso así lo exige, por ejemplo caso de máquinas de soldar a tope por chisporroteo, o bien por razón del material, por ejemplo, chapas con calamina, oxidadas etc. deben protegerse las aberturas, transformador, conexión flexible, cabezas de tornillos, aislantes guías etc. pues las proyecciones se incrustan provocando cortocircuito, bloqueos mecánicos etc. que pueden ocasionar graves inconvenientes.

10.0.- PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y TIEMPO CICLO.

PLANIFICACIÓN MAQUINA DE SOLDADURA DE TUERCAS.

PROYECTO: MÁQUINA SOLDADURA TUERCAS PFC_00_000
 CLIENTE: UPC VILANOVA I LA G.
 REALIZADO: SERGILÓPEZ

MES SEMANA	FEBRERO				MARZO					ABRIL				MAYO				JUNIO			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
TAREA																					
Útiles																					
Ingeniería de Definición	■																				
Diseño mecánico		■	■	■																	
Verificación Diseño y Lanzamiento a Fabricación					■																
Fabricación Mecánica						■	■	■	■												
Montaje Mecánico										■	■	■									
Metrología												■									
Instalación Eléctrica-Neumática-Refrigeración												■	■								
Bancada + Techo Soldadura																					
Ingeniería de Definición		■																			
Diseño mecánico			■	■	■	■															
Verificación Diseño y Lanzamiento a Fabricación							■														
Fabricación Mecánica								■	■	■	■	■	■								
Alimentador de tuercas															■						
Mesa Giratoria																					
Diseño		■	■																		
Verificación y Lanzamiento diseño				■																	
Fabricación Mecánica					■	■															
Fabricación eléctrica de armarios													■	■							
Fabricación Paneles Neumáticos													■	■							
Implantación General																					
Implantación Mecánica													■	■							
Implantación Eléctrica-Neumática-Refrigeración														■	■	■					
Puesta a Punto																■	■				
Pruebas y Parametrización Soldadura																					
Comprobación Potencia Equipo y Comunicación Ctról. Soldadura																				■	
Primeras pruebas Soldadura en Manual																				■	
Soldadura en Automático																				■	
Preaceptación por parte del cliente.																					
Fabricación 300 pzas.																					
Formación operarios																					
Desmontaje																					
Transporte																					
Puesta en Marcha en instalaciones del cliente.																					
Aceptación final																					■

PROYECTO FINAL DE CARRERA
 DISEÑO MÁQUINA SOLDADURA DE TUERCAS

Realizado: Sergi López		Ciente: UPC	MÁQUINA SOLDADURA TUERCAS			Producción: 250 U/Hora	Proyecto: PFC_00_000
		Planta: VILANOVA I LA G.	TIEMPO CICLO			Tiempo ciclo: 12 seg.	Fecha: 01/05/10
						Disponibilidad: 83%	paginas: 1 of 1
Pos.	Concepto	Tiempo	Inicio	Fin	0 5 10		
1	GIRO MESA	2,5		2,5	[Barra de Gantt]		
2							
3	ESTACION DE CARGA						
4	CARGA PIEZA	5	2,5	7,5	[Barra de Gantt]		
5	PULSAR INICIO	3	7,5	10,5	[Barra de Gantt]		
6							
7	ESTACION TALADRADO						
8	APROXIMACION BROCA	3	2,5	5,5	[Barra de Gantt]		
9	TALADRADO	1,5	5,5	7	[Barra de Gantt]		
10	RETIRADA BROCA	3,5	7	10,5	[Barra de Gantt]		
11	SOPLADO VIRUTA	1	10,5	11,5	[Barra de Gantt]		
12							
13	ESTACION DE SOLDADURA						
14	ALIMENTACION TUERCAS	3	2,5	5,5	[Barra de Gantt]		
15	BAJAR CABEZALES + CILINDRO DE MASA	1,5	5,5	7	[Barra de Gantt]		
16	SOLDAR LAS TUERCAS	3	7	10	[Barra de Gantt]		
17	SUBIR CABEZALES + CILINDRO DE MASA A REPOSO	2	10	12	[Barra de Gantt]		
18							
19	ESTACION DE DESCARGA						
20	SUBIR CARRO DE EXTRACCIÓN (C=250 MM)	2	2,5	4,5	[Barra de Gantt]		
21	DESLIZAMIENTO PRODUCTO POR LA RAMPA	3	4,5	7,5	[Barra de Gantt]		
22	BAJAR CARRO DE EXTRACCIÓN (C=250 MM)	2	7,5	9,5	[Barra de Gantt]		
23							
24							
25							

PROYECTO FINAL DE CARRERA
DISEÑO MÁQUINA SOLDADURA DE TUERCAS

11.0.- PRESUPUESTO.

11.1.- MATERIALES COMERCIALES.

PROYECTO: MÁQUINA SOLDADURA TUERCAS PFC_00_000
CLIENTE: UPC VILANOVA I LA G.
REALIZADO: SERGI LÓPEZ

CANTIDAD	ELEMENTO	REFERENCIA	FABRICANTE	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
8	ELECTROIMANES PORTADORES	REF 5.80.01	MECALECTRO	74,44 €	595,52 €
9	DETECTOR INDUCTIVO + CONECTOR	REF IF5750 + EVW004	IFM	60,32 €	542,88 €
2	TALADRO AUTOMATICO MONOMASTER BEM-12+PINZA ER 25	TYPE BEM12-31 REF. 50 729 03	SUHNER	3.788,00 €	7.576,00 €
20	ANCLAJE	HSA M12x80 REF. 229933	HILTI	1,61 €	32,13 €
2	CONJUNTO TRENZA 500mm2x315xA	500mm2x315xA.	HELU	350,00 €	700,00 €
1	TOPE ESFERICO	REF. 02040-210	NORELEM	6,54 €	6,54 €
1	TOPE PLANO	REF. 02040-110	NORELEM	7,62 €	7,62 €
1	CASQUILLO GUIA BROCA	DIN 172A Ø32 (REF. 8390)	NORELEM	7,36 €	7,36 €
2	CARRIL GUIA	TKVD 20 G4 500	INA	75,00 €	150,00 €
4	CARRO	KWVE 20-B-100/900/100-G4-V0	INA	75,00 €	300,00 €
1	CILINDRO NEUMATICO	DNC-40-200-PPV-A-(REF. 163334)	FESTO	109,25 €	109,25 €
1	CILINDRO DE TOPE CON BRIDA	STAF-50-30-P-A (REF. 164891)	FESTO	134,40 €	134,40 €
1	UNIDAD LINEAL	DFM-20-250-B-PPV-A-GF-(REF. 532316)	FESTO	347,03 €	347,03 €
1	PLACA DE ACOPLAMIENTO	KSG M12x1.25 (REF. 32964)	FESTO	40,01 €	40,01 €
1	BRIDA BASCULANTE	SNC-40 (REF. 174384)	FESTO	15,33 €	15,33 €
1	CABALLETE	LSNG-40 (REF. 31741)	FESTO	31,19 €	31,19 €
2	CILINDRO DE SOLDADURA	P2 DTA 361 55 100 111 AM	WELDUR	418,35 €	836,70 €
1	CILINDRO MASA	P2 DTA 361 55 063 111 AM	WELDUR	416,40 €	416,40 €
1	SOPORTE AISLANTE	5218 198 11 MN 60	EPIDOR	36,05 €	36,05 €
1	MESA ROTATIVA	TSa 500-4-300-2-D	SOPAP	5.700,00 €	5.700,00 €
2	LANZADERA DE TUERCAS	REF. 77620.01.502	SERRA	1.340,00 €	2.680,00 €
1	ALIMENTADOR TUERCAS DOBLE	REF. 77620.01.002	SERRA	9.576,00 €	9.576,00 €
1	CORTINA LUMINOSA DE SEGURIDAD EMISOR C4000 BASIC	C40S-1503AA030	SICK	1.379,00 €	1.379,00 €
1	CORTINA LUMINOSA DE SEGURIDAD RECEPTOR C4000 BASIC	C40E-1503AH030	SICK	1.685,00 €	1.685,00 €
2	CONECTOR M26,6P+T RECTO CON-PIN CRIMP (DIN 43651) N 6R EFKC (932278-001) (H.)		SICK	23,58 €	47,16 €
1	ARMARIO METALICO 1400X800X300 PLAC.MON	CMO 148/30 PM	HIMEL	540,30 €	540,30 €
1	PUPITRE DE MANDO	AE 1050.600	RITTAL	60,93 €	60,93 €
1	PANEL DE OPERADOR MP 277/10"	6AV6643-0CD01-1A	SIEMENS	479,37 €	479,37 €
1	ARMARIO SOLDADURA EN MEDIA FRECUENCIA	AS-2-MFC	SERRA	4.915,78 €	4.915,78 €
1	MATERIAL VARIO SERRA SOLDADURA		SERRA	312,00 €	312,00 €
1	ILUMINACION PUESTO DE TRABAJO	REF. 921 366	KAISER KRAFT	156,30 €	156,30 €
9	POSTES SMART FIX	REF. 29601521-SMF	TROAX		
3	PANEL L=200	REF. 39020021 (200x2000)	TROAX		
6	PANEL L=300	REF. 39030021 (300x2000)	TROAX		
3	PANEL L=800	REF. 39080021 (800x2000)	TROAX		
1	PANEL L=1000	REF. 39100021 (1000x2000)	TROAX		
1	PANEL L=1500	REF. 39150021 (1500x2000)	TROAX		
2	PUERTA SEGURIDAD DERECHA	REF. 39080221 (800R)	TROAX		
	SUBTOTAL:				43.016,25 €
	IMPREVISTOS 4%				1.720,65 €
	TOTAL:				44.736,90 €

12.0.- PLIEGO DE CONDICIONES.

12.1.- GENERALIDADES.

El pliego de condiciones, es el documento que marca las disposiciones legales de tipo general del proyecto, así como las condiciones técnicas de los materiales que incluye la máquina.

En el apartado 12.3., se incluyen todos los condicionantes legales, las responsabilidades de cada una de las partes y las obligaciones de las mismas. Y dentro de las partes se incluye la propiedad, el fabricante, los proveedores y todos los participantes dentro del proyecto. Este apartado, es además del contrato o los contratos entre propiedad y fabricante, quien establece los términos legales frente a cualquier disputa, duda o requerimiento en todos los aspectos mencionados anteriormente y los que explícitamente se detallarán en los apartados que siguen a este punto.

En el apartado 12.4., se establecen las características que son de estricto cumplimiento para la aceptación de todos los materiales que integran la máquina en términos generales. Siempre teniendo presente que en último término las listas de materiales de cada uno de los conjuntos, y en particular cada uno de los planos, son los contratos legales para cada una de las piezas, estableciendo el material, el tratamiento, el recubrimiento y todos los condicionantes finales de aceptación de la pieza para otorgarle la funcionalidad y los requerimientos dentro de la máquina.

12.2.- NORMATIVA CE.

Con la elaboración de la Directiva de Máquinas se pretende asegurar la seguridad y la salud de los trabajadores delante de riesgos derivados de la utilización de las máquinas. La directiva de máquinas integra la seguridad en las fases de diseño y fabricación y en las fases de la instalación y mantenimiento. Esta directiva pero, tendrá que completarse en cada caso con las disposiciones legales específicas sobre prevención de riesgos laborales que puedan afectar a los trabajadores durante su trabajo. Por conseguir una unificación de criterios se creó la Directiva de Máquinas (89/392/CEE) que en el transcurso de los años ha sido modificada en varias

ocasiones (Directivas 91/368/CC ,93/4/CEE y 93/68/CE). La Directiva de Máquinas (98/37/CE) que pretende agrupar el contenido de las directivas sobre máquinas anteriores ha sido modificada por la 98/79/CE. Las directivas europeas son recomendaciones dirigidas a los estados miembros los cuales tienen un plazo determinado por incorporarlas a sus legislaciones nacionales. En este momento se dirigen a los ciudadanos y se convierten en documentos de obligado cumplimiento. La Directiva de Máquinas tiene por objetivo que cualquiera máquina nueva comercializada en el territorio de la unión europea tenga que traer el logotipo del marcaje CE, que implica:

- La seguridad de la máquina mediante el cumplimiento de los requisitos esenciales de seguridad citados en la directiva.
- La garantía de la libre circulación de la máquina dentro del mercado interior de la unión europea.
- Y que los estados miembros no podrán prohibir, restringir o impedir la puesta en el mercado y la instalación en su territorio de todas aquellas máquinas que cumplan con los requisitos marcados por la directiva. España ha incorporado la directiva 89/392/CEE y sus modificaciones al ordenamiento jurídico nacional mediante el Real Decreto 1435/1992 (BOE nº 297. 11-12-1992) y el Real Decreto 56/1995 (BOE nº33. 08-02-1995).

12.3.- CONDICIONANTES LEGALES.

El diseñador/fabricante declara, bajo su responsabilidad, que el equipo al que se refiere esta declaración está destinado ha ser incorporado en un conjunto de maquinaria y no deben ponerse en funcionamiento hasta que el conjunto haya sido declarado en conformidad con la Directiva, 91/368 EEC.

El equipo cumple con las disposiciones de la Directiva de Máquinas (98/37/CE).

Cumple también las disposiciones de las Directivas Europeas 73/23/CEE (Baja Tensión) y 89/336/CEE (Compatibilidad Electromagnética).

Cumple las disposiciones de las siguientes normas armonizadas: EN 294 :1992, EN 60204-1 :1997, EN 50081-2 :1993, EN 61000-6-2 :2001.

12.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA.

12.4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA.

La máquina estará compuesta de:

- Estructura base. Formará la unidad completa de la máquina exceptuando el cierre perimetral y la lanzadera de tuercas.
- Una mesa capaz de moverse de forma rotativa.
- Esta mesa rotativa contendrá 4 utillajes para el taladrado y la soldadura de las dos tuercas. Una primera fase donde se taladrará la chapa. Una segunda fase donde se soldarán las dos tuercas. Una tercera fase donde se descargara el producto finalizado automáticamente.
- Un puesto de carga de piezas, para el trabajo de un operario, de forma segura y ergonómica, teniendo en cuenta la colocación, stock's dinámicos, y evacuación de las piezas rechazadas.
- Armario eléctrico según apartado con el mismo nombre que se encuentra más abajo de este pliego de condiciones.
- Una unidad de control donde se integrarán los mandos de la máquina.
- Una botonera manual con la necesaria seguridad para poder intervenir en todos los movimientos de la mesa y utillajes.

12.4.2.- DEFINICIÓN DE LAS OPERACIONES.

- El operario consigue y coloca la pieza de forma rápida, ergonómica y segura en el utillaje en la zona de carga.
- El sistema de seguridad controla antes de cualquier movimiento, la seguridad del operario, y una vez que comienza el giro impide el acceso voluntario e involuntario del operario a la mesa.

- Cuando la mesa acaba el giro, el operario tiene acceso a otro utillaje nuevamente, mientras la estación de taladrado y la de soldadura comienzan las operaciones relativas a cada uno.
- El operario consigue y coloca las piezas de forma rápida ergonómica y segura en el siguiente utillaje en la zona de carga.
- El sistema de seguridad controla que tanto las máquinas de taladrado, como los cilindros de soldadura, como el carro de contraelectrodos, como el sistema de descarga automático están en zona segura (no colisión) antes de cualquier movimiento, y controlan a su vez la seguridad del operario, y una vez que comienza el giro impide el acceso voluntario e involuntario del operario a la mesa y el movimiento de los elementos anteriormente mencionados a zonas previsibles de colisión.

Se diseñarán los utillajes teniendo en cuenta que se trata de una instalación de soldadura (cilindros, neumática, protección de cables tubos etc...)

Todo el material, tanto eléctrico, como neumático será estándar normalizados y con referencias de fabricación actuales.

Se entregará la instalación certificada y con marcaje CE.

El utillaje se fabricará cumpliendo la normativa de seguridad (ergonomía, visualización, humos y proyecciones de soldadura, etc...)

En caso de que sea necesario para las tareas de mantenimiento de la máquina ó para trabajar en su interior equipos de protección individual, estos estarán señalizados de forma visible en el exterior y reflejados en la documentación de la máquina.

12.4.3.- NIVELES DE PRODUCCIÓN Y CAPACIDAD.

El utillaje será capaz de fabricar 24 horas al día 220 días al año, siempre y cuando se realice el mantenimiento preventivo marcado por el proveedor, salvo deterioro o desgaste de piezas.

12.4.4.- PUESTO DE TRABAJO.

El puesto de trabajo será seguro para el operario, entendiendo por seguridad, la ergonomía, seguridad técnica y ambiental.

Se diseñará de forma que el operario no esté expuesto a riesgos innecesarios y se evitarán todos los riesgos posibles teniendo en cuenta la técnica actual.

Se señalarán los riesgos y se identificarán los equipos de protección individual en caso de que sean necesarios para operar en la máquina, tanto en producción (exceptuando el manejo de piezas del producto), como en mantenimiento.

Todas las seguridades implantadas en la instalación, serán normalizadas y se incluirán de forma clara en la documentación máquina.

12.4.5.- NORMAS DE CONSTRUCCIÓN.

El proveedor se deberá asegurar que los materiales comerciales utilizados no se van a descatalogar o dejarse de fabricar durante los dos años siguientes a la entrega de la máquina, salvo que sean los sustitutos de estos materiales, equivalentes y que no requieran de una modificación sustancial de la máquina.

En caso de suministrar material descatalogado para la construcción de la máquina, a la fecha de entrega y se detecte durante el periodo de garantía, este será sustituido por el proveedor de la máquina, con material actualizado, sin coste alguno para el cliente.

12.4.5.1.- MECÁNICAS.

- Todas las cabezas de los tornillos que se encuentren en zona crítica de la máquina irán embutidas para evitar interferencias, en el resto no será necesario.
- Para materiales a pavonar se usará acero F-111.
- Las guías por la que haya desplazamiento de piezas producto, se fabricarán de varilla cromada.

- Para piezas de revolución y/o ejes con desgaste mínimo, se usará acero F-125 Bonificado.
- Para piezas sometidas a desgaste y que sea necesario tratamiento térmico, se usará acero F-521 ó F-522, con dureza Hrc a estimar dependiendo de la funcionalidad de la pieza.
- Para piezas cercanas a la soldadura, utilizar preferiblemente AMCO Ó BRONCE.
- Todas aquellas piezas que se estimen importantes asegurar su posicionamiento, se fijarán con tornillos y pasadores montados en aspa.
- Los elementos de la máquina que puedan ocasionar roces o desgastes en el producto, se mecanizarán de Nylon o Söder.
- Los elementos que precisen deslizamiento entre sí, irán rectificadas con ajuste móvil.
- Todas las piezas o subconjuntos cuyo peso supere los 12Kgr deberán de llevar unos agujeros roscados para colocar cáncamos en una posición de fácil acceso – para facilitar su transporte en caso de necesidad.

12.4.5.2.- NEUMÁTICAS.

- Electro válvulas con doble pilotaje y dos posiciones en los cilindros de cierre de utillaje. – En caso de parada de emergencia deberán de descargar el aire.
- Panel neumático con distribuidores y equipo de filtro de aire.
- En las zonas con riesgo de proyecciones de soldadura colocar tubería neumática anti-proyecciones o en su defecto de cobre. Los distribuidores y electro-distribuidores se montan sobre la bancada de cada puesto con la finalidad de poder ser desplazados únicamente desmontando las acometidas de energía.
- Estarán numerados e identificados todos los tubos neumáticos. Deberá de figurar en una placa metálica alojada al lado de los electro-distribuidores la función de cada uno de ellos.

12.5.- MANTENIMIENTO.

- Prever el mantenimiento programado. Lo indicado en los manuales del material comercial más el propio del utillaje.
- Los elementos de protección serán de desmontaje rápido.
- Enchufe rápido neumático en la parte interior de la instalación y otro en la zona de carga del operario.
- Prever puntos de elevación para piezas pesadas.
- Los elementos de la máquina deberán poder ser reparados fuera de él: evacuación de puestos en 30 minutos, protección desmontable, transporte por elevadora.
- Consignas de seguridad.
- Nomenclatura de los componentes (específicos y comerciales) y fichas de componentes comerciales y planos de los componentes específicos.
- Planos de la máquina con sus características.
- Nomenclatura, planos y proveedores de los elementos comerciales de desgaste y a cambiar.
- Garantía de conformidad.
- Ficha de mantenimiento preventivo con indicación de frecuencias.
- Prever un manual de montaje y desmontaje de piezas sensibles.
- Señalar los productos que intervengan en el equipo (lubricantes,..).

12.6.- ARMARIOS ELÉCTRICOS.

- Tendrá al menos un 15% de su capacidad libre y se instalará de modo integrado al conjunto de la máquina.
- Dispondrá de las protecciones necesarias para el operario y la máquina. Instalar en caso necesario aire acondicionado con termostato.
- Prever limitador de tensión con derivación a tierra.

- Los cables se unirán al armario mediante conectores tipo HARTING.
- Estarán numerados e identificados todos los cables con etiquetas permanentes e indelebles. Así como las mangueras y se corresponderá debidamente con el esquema en papel.
- Las cajas de conexiones se deberán colocar en sitios accesibles.
- El armario y todas las cajas de derivación se señalarán según normativa actual.
- Se colocará en el exterior del armario una toma de corriente de 220v/20A protegida con diferencial de 0.030A, para herramientas manuales.
- Una toma interior para equipos informáticos.
- La construcción del armario estará realizada según normativa actual.

Se tendrá en cuenta en su construcción la normativa vigente y tomar como referencia las siguientes normas:

- UNE-EN 60439-1: Conjuntos de paramenta de baja tensión.
- UNE-EN 60073: Principios básicos y de seguridad para interfaces hombre-máquina, el marcado y la identificación.
- UNE-EN 60204-1: Seguridad en las máquinas. Equipo eléctrico en las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.
- EN 50081: Compatibilidad electromagnética. Normas genéricas de emisión.
- EN 50082-2: Compatibilidad electromagnética. Normas genéricas de inmunidad. Parte 2: Entorno industrial.
- CEI 60447: Interfaz hombre máquina: Principios de maniobra

12.7.- UTILLAJES.

Se construirán los útiles con materiales resistentes a las proyecciones de soldadura, altas temperaturas, desgaste y suciedad, siendo necesaria la protección de tuberías y cables, además todos los elementos de cambio (Eléctricos: detectores, cables... ; Neumáticos: racores, tuberías) , se deben de poder desmontar de forma rápida y sencilla, y su buen estado se debe de garantizar al máximo.

Los utillajes se concebirán de manera que respeten el isostatismo definido para cada una de los planos de subconjuntos. La repetitividad de la posición de los componentes en los utillajes se deberá estar garantizada con el fin de asegurar una posición constante de los elementos soldados. El proveedor asegurará que los conjuntos fabricados cumplen las especificaciones del plano y tienen una repetitividad dimensional. En todo caso las especificaciones de las referencias en la acotación ISO de los planos deben verse reflejadas en el utillaje para asegurar que el sistema de referenciado del mismo corresponde al definido en el plano de cada componente y subconjunto.

12.8.- REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES.

12.8.1.- REQUISITOS APLICABLES A LOS PROVEEDORES DE MATERIALES DIRECTOS.

Envío de una Declaración Documentada de que los productos suministrados no contienen: plomo, mercurio, cadmio ni cromo hexavalente.

Los materiales comerciales llevarán documentado como han de ser reciclados una vez ha acabado su vida útil de funcionamiento. Será el propietario final de la máquina el responsable de que se lleve a cabo.

12.8.2.- REQUISITOS APLICABLES A LOS PROVEEDORES DE MATERIALES INDIRECTOS.

Envío de Fichas de Seguridad y Fichas técnicas de los productos suministrados.

Será el propietario final de la máquina el responsable de que se lleve a cabo el reciclado de los materiales que se hayan de desechar.

12.8.3.- REFRIGERANTES MÁQUINAS.

Cumplimiento del Reglamento nº 2037/2000, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Conforme esta legislación los puntos a tener en cuenta a la hora de la elección del refrigerante de las máquinas, tener en cuenta que todas las sustancias aquí contenidas tienen un tiempo de uso limitado, por lo que es conveniente se utilicen otros refrigerantes no incluidos en el Anexo I de este Reglamento.

Conforme el ART. 5.1. de este reglamento, está prohibido el Uso de Hidroclorofluorocarburos como refrigerantes a partir del 1/01/2010, por lo que es necesario que los sistemas de refrigeración máquinas no contengan éstos sino otros sustitutorios.

12.8.4.- SISTEMAS DE RETENCIÓN DE FLUIDOS.

Sistema de contención de líquidos: Todos aquellos sistemas, que necesiten para su funcionamiento aceite, dispondrán de una cubeta de retención de capacidad suficiente y accesible para su limpiado, para retener aquellas posibles fugas que pudieran existir. Para evitar que éstos líquidos lleguen al suelo.

12.9.- SEGURIDADES DE LA MÁQUINA.

- Después de la instalación de la máquina en casa del cliente y antes de la utilización por parte del cliente de la máquina, se verifica en presencia del proveedor las condiciones de seguridad correspondientes.

- Límite acústico que no se debe sobrepasar:

En el puesto de trabajo y en todos los puntos situados a 1 m. del equipamiento:

LpAeqt: 70 db (A)

Lpc: 110 db (C)

LpAeqt: nivel de presión acústica temporal equivalente ponderado A

Lpc: el nivel de presión acústica de emisión de cresta ponderado.

En la recepción de la máquina se realizará un Test., para verificar la seguridad de la máquina según las indicaciones reflejadas en el RD 1435/92 Anexo I

- La máquina deberá de estar construida e identificada, según la normativa actual de seguridad RD 1435/92, RD1215/97 y deberá contener, información clara y precisa de su funcionamiento, así como de los equipos de protección individual, que en caso necesario los operarios de los puestos de trabajo que requiera esta máquina, deban de utilizar para su seguridad.
- Cuando para una máquina o un componente de seguridad los peligros, contemplados en el presente Real Decreto, queden cubiertos, en su totalidad o en parte, por disposiciones dictadas en aplicación de directivas comunitarias específicas, el Real Decreto no se aplicará o dejará de aplicarse para dichas máquinas o dichos componentes de seguridad o dichos peligros, desde la entrada en vigor de aquellas disposiciones, se deberá de reflejar en la documentación de la máquina.
- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 7, cuando una Comunidad Autónoma compruebe que se haya colocado indebidamente el marcado «CE», recaerá en el fabricante o su representante legalmente establecido en la Comunidad Europea la obligación de restablecer la conformidad del producto en lo que se refiere a las disposiciones sobre el

marcado «CE», y de poner fin a tal infracción en las condiciones que establezca la legislación vigente.

- En caso de que la máquina cuente con varios equipos intercambiables, y de fabricación estándar estos deberán estar de igual forma identificados con marcado CE, y se adjuntará a la documentación la declaración de conformidad de cada equipo.
- Cuando los operarios de producción o mantenimiento deban de manejar cargas de forma manual debido a las características de la máquina, (operaciones de limpieza, desmontaje, etc.) se proveerá a dichas zonas de la máquina de sistemas de amarre para realizar su movilidad de forma segura. (Roscas para colocar cancamos, etc...)
- El proveedor explicará en su documentación los elementos de seguridad previstos y los riesgos que elimina o minimiza con dichos elementos.
- La parte interna de la máquina será completamente inaccesible en funcionamiento en modo automático. La máquina dispondrá de una alarma sonora y visual.

En función de su naturaleza, la máquina también deberá llevar todas las indicaciones que sean indispensables para un empleo seguro (por ejemplo, velocidad máxima de rotación de determinados elementos giratorios, diámetro máximo de las herramientas que puedan montarse, masa, etc.)

Cuando un elemento de la máquina deba ser manipulado durante su utilización mediante dispositivos de elevación, su masa deberá estar inscrita de forma legible, duradera y no ambigua.

12.10.- ERGONOMÍA Y SEGURIDAD.

Se diseñara el puesto de forma que cumpla con la normativa vigente en cuanto a la seguridad máquina y ergonomía, UNE-EN-614-1:1996 principios de diseño ergonómico. Parte 1 Terminología y principios generales; UNE 81- 425-91 Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo.

Así como toda la normativa aplicable a este tipo de instalaciones, DR 1316/1989 RUIDO; RD 486/487/488 DE 1997 etc.

Se tomará como referencia el “MANUAL PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES EN PYME DEL INSHT”.

12.11.- ACABADO E IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA.

Placa identificativa del utillaje, remachada o atornillada al bastidor o placa base en sitio visible y en zona preferentemente protegida de proyecciones, grasa y suciedad. La placa deberá de incluir:

- Nombre, CIF, dirección y teléfono del fabricante.
- Potencia de consumo de la máquina.
- N° o referencia del utillaje, máquina o medio productivo.
- Fecha de fabricación del mismo.
- Propietario del utillaje.

12.12.- CONDICIONES DE ENTREGA.

12.12.1.- DOCUMENTACIÓN Y PLANOS.

Los elementos que deberán acompañar al utillaje en su entrega son los siguientes:

- Un juego de planos de conjunto del mismo, con las vistas y secciones que sean necesarias para una interpretación correcta del útil y con marcas de cada uno de los componentes.
- Un juego de planos de despiece de aquellos componentes considerados previamente de acuerdo con el técnico de métodos como de desgaste o de riesgo, todos ellos convenientemente acotados y referenciados a sus respectivos conjuntos.
- Listado de referencias de los elementos comerciales utilizados, debiendo de figurar como mínimo la marca del elemento, la referencia comercial, el nombre del fabricante y la cantidad.

- Esquemas neumáticos, eléctricos e hidráulicos. Mínimo una copia en formato papel, y su entrega en soporte informático.
- Disquete de programa autómeta.
- Certificado de conformidad CE en virtud de lo establecido por la legislación vigente.
- Manual de funcionamiento de la máquina según normativa vigente. Donde se indiquen las instrucciones básicas necesarias para el normal manejo, explotación y manipulación de la misma.
- Plan de mantenimiento preventivo, indicándose operación a efectuar, frecuencia de las mismas y medios tanto humanos como materiales necesarios para ello.
- Instrucciones de manipulación y desmontaje del utillaje. Precauciones a tomar y consignas para su cuidado y conservación.

12.12.2.- PREVISIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

En la documentación de la máquina aparecerá un apartado con las necesidades de mantenimiento preventivo de nivel 1 a realizar por el operario y de nivel 2 a realizar por técnicos de mantenimiento. Habrá un resumen de todas las operaciones con la frecuencia, tiempo estimado, etc.

12.13.- GARANTÍA.

12.13.1.- GARANTÍA GLOBAL DE LA MÁQUINA.

El utillaje se construirá con materiales y productos comerciales en la medida de lo posible, en caso contrario, será necesario observar lo siguiente:

- El proveedor asegura la existencia de repuestos específicos suyos durante la vida útil de la máquina. En caso de no garantizar la existencia de dichos repuestos, el proveedor entregara todo la documentación necesaria

para la fabricación de los mismos junto con la documentación de la máquina.

Piezas compradas: La misma garantía que la ofrecida por los fabricantes de dichos componentes.

Si se registran defectos de concepción y construcción dentro del periodo de garantía, el proveedor asume la responsabilidad de rediseñar o rehacer lo fabricado, sin cargo alguno para el cliente, estando incluidos en este concepto los gastos que se pudieran derivar de mano de obra, piezas o componentes nuevos, desplazamiento y transporte, etc... Si dichas modificaciones afectan a la producción, el proveedor deberá ajustarse a los horarios de fabricación establecidos en el cliente y realizar las modificaciones durante la noche, entre turnos, fin de semana, etc... Siempre contando con el acuerdo escrito del responsable de la máquina.

Las modificaciones propuestas por el proveedor no podrán ser instaladas en la máquina salvo en las siguientes excepciones:

- Aceptación por parte del representante del cliente de la ficha de modificación después del control por parte de expertos designados por él.
- Compromiso del proveedor de prolongar en 6 meses la garantía del órgano o del elemento considerado.

Si, como consecuencia de la intervención, las prestaciones conseguidas no son las previstas, el proveedor aceptará su responsabilidad en los perjuicios ocasionados por ello al cliente.

Si durante el período de garantía un elemento de la instalación debe ser reemplazado de urgencia, ya que se pone en riesgo la producción del cliente y si el proveedor, prevenido por fax o correo electrónico no pudiera intervenir en un plazo compatible con los imperativos de producción, entonces el personal del cliente interviene en la instalación, en lugar de ser el proveedor. En este caso los costes de intervención son facturados por el cliente al proveedor basándose en la tasa horaria del proveedor y se recuperarán por el servicio de compras.

La asistencia técnica después de la aceptación por parte del cliente de la máquina no está incluida en el pedido inicial salvo que expresamente se diga lo contrario.

El proveedor, sin embargo, se comprometerá a poner a disposición del cliente un dispositivo de asistencia técnica a un coste horario definido en su oferta. La duración será a definir con un mínimo de 6 meses.

El personal de asistencia técnica es suficientemente cualificado, domina técnicamente la instalación y ha participado en su puesta a punto.

Sobre estas bases, la asistencia técnica podría ser objeto de un contrato independiente entre el cliente y el proveedor.

El fin de la garantía está sujeto a las siguientes condiciones:

- Llegada del fin de la garantía contractual realizada.
- Compromiso escrito del proveedor en el caso en el que el período de garantía se deba prolongar para ciertos órganos o elementos de la instalación.

Base de cálculo de la garantía: 1 año, 3 turnos y 8 horas. (220 días laborables).

12.13.2.- GARANTÍA ESPECÍFICA DE ELEMENTOS COMERCIALES.

Será la dada por el proveedor o fabricante. Nunca inferior a 2 AÑOS desde la recepción de la máquina.

En el caso en el que se constate una degradación de los elementos comerciales de la máquina debido a su deficiente calculo, a lo largo del periodo de garantía, el proveedor aporta por su cuenta las modificaciones necesarias consensuadas con el representante del cliente sin perturbar el programa de fabricación.

13.0.- BIBLIOGRAFÍA.

- Tecnología mecánica y metrotécnia. J. M^a. Lasheras. Donostiarra.
- Tecnología mecánica y metrotécnia. Coca-Rosique. Ed Pirámide.
- Manual del Constructor de Máquinas. H. Dubbel. Ed. Labor.
- Fundamentos de la manufactura moderna. Mikell P. Groover. Ed Mc Prentice Hall.
- Materiales y procesos de manufactura. Neely. Ed. Limusa Noriega editores.
- Tecnología mecánica 3. EDEBÉ.
- Tecnología delineación 4. EDEBÉ.
- Elementos de Máquinas. Dr. Ing. O. Fratschner. Gustavo Gili.
- Proyecto de Elementos de Máquinas. M. F. Spotts. Reverté.
- Diseño de Máquinas. Hall-Holowenco-Lau. McGraw-Hill.
- Diseño en Ingeniería Mecánica. J. Shigley- Ch. Mischke. McGraw-Hill.
- La fábrica flexible productiva. Ferrè Masip R. Ed Marcombo.