

S E P

SNEST

DGEST

INSTITUTO TECNOLÓGICO de mexicali

APLICACION DE CNC EN LA PUNZONADORA DE TORRETA VIPROS 358K II



Mexicali, B. C.

Marzo de 2011

"2011, Año del Turismo en México"



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MEXICALI

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA
EDUCACION PUBLICA



MEXICALI, B. C. 14 DE MARZO 2011

OFICIO NO. DEE-044/2011

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN.

C. HIRAM FONSECA SANCHEZ
NO. DE CONTROL 94270084
PRESENTE.-

Con base en el reglamento de TITULACIÓN en vigor en este INSTITUTO, autorizado por la DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA y el Dictamen Aprobatorio del Jurado que le fue asignado para la revisión de su Trabajo Profesional para Titulación, este Departamento autoriza la impresión del mismo, cuyo TITULO es:

**“APLICACIÓN DE CNC EN LA PUNZADORA DE TORRETA VIPROS
358K II”**

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
“LA TECNOLOGÍA PARA EL BIEN DE LA HUMANIDAD”

S.E.P.
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE MEXICALI
DEPTO. DE ING
ELECTRICA-ELECTRONICA


ING. MANUEL HUMBERTO JIMENEZ LEON
JEFE DEL DEPTO. DE ELÉCTRICA-ELECTRONICA

C.c.p. Depto. de Ing. Ele – Eln
MHJL/pca

Av. Tecnológico s/n Col. Elías Calles, Mexicali B.C., C.P. 21396 Apdo. Postal 91-55
Tel. 01 (686) 580-4980, fax 01 (686) 568-7803, e-mail direccion@itmexicali.edu.mx web: www.itmexicali.edu.mx



Agradecimientos.

Como humano, agradezco enteramente a Dios quien abrió las puertas de las posibilidades para concluir esta etapa de mi vida iniciando una nueva de la que me siento más que motivado a superarme cada día como profesionista.

Como hijo, a mi padre: Federico Fonseca Jiménez y a mi madre: Neri Sánchez Gómez quienes me enseñaron a valerme por mi mismo dándome todo su apoyo en la realización de este sueño de mi vida y a la mujer que con su ejemplo, amor y cariño me enseñó a luchar hasta lograr mis objetivos, **mi madre del alma, Paula Jiménez Ovilla** quien estará en mi mente y corazón hasta más allá del último día de mi vida y quien jamás morirá, porque una madre que ama como lo hizo ella conmigo solo puedo decir que duerme en el CORAZON DE DIOS, allí donde nada malo podrá alcanzarla ni nadie lastimarla jamás.

Como esposo, a Sandra Luz, la mujer que me dio la oportunidad de ser feliz siendo el complemento de mi vida y a mis dos hijas: Alejandra y Yamile quienes me motivan a vivir cada día con más fuerzas pensando siempre en ser mejor en todo lo positivo, lo bueno y digno de imitar sin dejar de agradecer a cualquier otro regalo que Dios quiera enviarle a mi existencia.

Y le agradezco al Ing. Santiago Lord quien como gerente general de MHSC Mexicali me brindo todo su apoyo incondicional en la realización de este trabajo quien se fue teniendo la plena confianza que sus consejos profesionales tendrán frutos en mí.

Gracias por ayudarme a superar todos los obstáculos que en esta parte de mi vida se presentaron sin poder detenerme para llegar hasta donde hoy estoy no sintiéndome satisfecho pero tampoco inconforme buscando cada instante ser mejor en todo lo constructivo para mi persona y los que me rodean.

Hiram Fonseca Sánchez.

APLICACION DE CNC EN LA PUNZONADORA DE TORRETA VIPROS 358K II

INDICE

	Pág.
Capítulo 1. Generalidades	1
1.1 Estado del arte del CNC	1
1.2 Aplicaciones actuales de la maquinaria CNC	2
1.3 Principio básico de funcionamiento	3
Capítulo 2. Punzonadora Vipros 358 King II	5
2.1 Funciones de una punzonadora	5
2.2 Características generales	6
2.3 Partes que conforman a una punzonadora	7
2.3.1 La Mesa	7
2.3.2 El eje X	9
2.3.3 El eje Y	14
2.3.4 La torreta, características y funciones	16
2.3.4.1 Componentes de la torreta como eje T	18
2.3.5 El auto índice como eje C	19
2.3.5.1 Componentes del eje C	19
2.3.6 El RAM como eje R, su función	22
2.3.6.1 PHNC, definición y función	23
2.3.6.2 Parámetros de configuración	24
2.3.6.3 Parámetros de herramientas especiales	26
2.3.7 Unidad de CNC	30
2.3.8 Armario eléctrico	32
2.3.9 Unidad hidráulica	33
Capítulo 3. Estructura elemental de una CNC	34
3.1 Unidad NC	34
3.2 Main	35
3.2.1 PC MAIN	36
3.2.2 Unidad PSU	36
3.2.3 Unidad I/O	36
3.3 Servo drive	37
3.4 Actuadores	38
3.5 páginas del NC	38
3.5.1 POSITION	38
3.5.2 PROGRAM	39
3.5.3 SETTING	39
3.5.4 SYSTEM	39
3.5.5 MESSAGE	40
3.6 Funciones del NC	41
3.6.1 Funciones en modo <i>retract</i>	41

3.6.2	Funciones en manual	41
3.6.3	Funciones en MDI	42
3.6.4	Funciones en EDIT	42
3.6.5	Funciones en automático	43
Capítulo 4.	Actuador	44
4.1	Servo motores	44
4.2	Servo válvulas	46
Capítulo 5.	El programa de trabajo en la CNC	47
5.1	El <i>fabriwind</i> y el <i>auto-cad</i> como herramientas de programación	47
5.2	Estructura de un programa	48
5.2.1	Número del programa	49
5.2.2	Datos del SET-UP	49
5.2.3	Cuerpo principal del programa	49
5.3	Variables	50
5.4	Códigos de programación	53
5.4.1	Código G y su función	53
5.4.2	Códigos M auxiliares o mecánicos	54
5.4.3	Códigos M de PHNC	54
5.5	Ejemplos de programas	55
5.5.1	Con dos ejes	55
5.5.2	Con códigos G	56
5.5.3	Con auto índice	67
5.5.4	Con códigos M auxiliar	68
5.5.5	Con códigos M de PHNC	68
5.6	Ejecuciones especiales	69
5.6.1	Rutinas	69
5.6.2	Macros	71
5.7	Registro del programa en la CNC	73
5.7.1	Manualmente	73
5.7.2	Vía drive	73
5.7.3	Vía remota	74
5.7.3.1	Configuración de la vía remota	74
5.7.3.2	El cable de comunicación	76
Capítulo 6.	Aspectos relativos de la experiencia laboral	77
6.1	Las herramientas especiales	77
6.2	Proceso de ajuste en modo manual	79
6.3	Implementación del ajuste PHNC	80
6.4	preparativos de implementación del efecto PHNC	81
6.5	Estandarización de la torreta	83
6.6	Asignación de códigos M de PHNC	84
6.7	El PHNC en el programa de trabajo	86
Conclusiones		91
Anexos		94
Fuentes de información		95

INDICE DE TABLAS

	Pág.
<u>2.1</u> Característica de la punzonadora	<u>6</u>
<u>2.2</u> Pagina general del PHNC	<u>24</u>
<u>5.1</u> Secuencia de elaboración de una pieza	<u>47</u>
<u>5.2</u> Variable A	<u>50</u>
<u>5.3</u> Variable B	<u>50</u>
<u>5.4</u> Variable C	<u>50</u>
<u>5.5</u> Variable D	<u>50</u>
<u>5.6</u> Variable F	<u>50</u>
<u>5.7</u> Variable I	<u>51</u>
<u>5.8</u> Variable J	<u>51</u>
<u>5.9</u> Variable K	<u>51</u>
<u>5.10</u> Variable P	<u>52</u>
<u>5.11</u> Variable Q	<u>52</u>
<u>5.12</u> Variable T	<u>52</u>
<u>5.13</u> Variable X	<u>52</u>
<u>5.14</u> Variable Y	<u>52</u>
<u>5.15</u> Variable W	<u>53</u>
<u>5.16</u> Códigos geométricos y sus funciones	<u>53</u>
<u>5.17</u> Códigos M auxiliares y sus funciones	<u>54</u>
<u>5.18</u> Clasificación de códigos M de PHNC	<u>54</u>
<u>6.1</u> Secuencia de acceso a la página del PHNC	<u>84</u>

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<u>1.1 Partes elementales de un eje</u>	<u>4</u>
<u>2.1 Punzonadora de torreta</u>	<u>5</u>
<u>2.2 Esquema general de la Vipros 358K II</u>	<u>7</u>
<u>2.3 Dimensión general de los ejes de la punzonadora</u>	<u>8</u>
<u>2.4 Componentes del eje X</u>	<u>9</u>
<u>2.5 Sistema de clamps</u>	<u>10</u>
<u>2.6 componentes del clamp</u>	<u>10</u>
<u>2.7 Unidad hidráulica de los clamps</u>	<u>11</u>
<u>2.8 Regleta de protección de clamps</u>	<u>13</u>
<u>2.9 Componentes del eje Y</u>	<u>14</u>
<u>2.10 Panorama general de la torreta</u>	<u>16</u>
<u>2.11 Componentes del eje T</u>	<u>18</u>
<u>2.12 Componentes de la estación de auto índice</u>	<u>19</u>
<u>2.13 Componentes del sistema índice clamp</u>	<u>20</u>
<u>2.14 Actuador del eje C</u>	<u>21</u>
<u>2.15 Panorama general del eje R</u>	<u>22</u>
<u>2.16 Página del tooling data, PHNC</u>	<u>25</u>
<u>2.17 Página de códigos M generales, PHNC</u>	<u>27</u>
<u>2.18 Pagina de códigos M, knock-out</u>	<u>29</u>
<u>2.19 Página de códigos M, forming</u>	<u>30</u>
<u>2.20 Vista frontal del NC. Panel de control</u>	<u>30</u>
<u>2.21 Armario eléctrico principal de la punzonadora</u>	<u>32</u>
<u>2.22 Periféricos de entrada de programas</u>	<u>32</u>
<u>2.23 Schiller y unidad hidráulica</u>	<u>33</u>

3.1	Componentes del panel de control del CNC	34
3.2	Tarjeta MNC dentro del panel del CNC	35
3.3	Unidad del MAIN	35
3.4	Módulos de servo drives	37
3.5	Función poss y program juntas	38
4.1	Estructura interna de un encóder incremental	45
4.2	Estructura interna de un servo motor de CA	45
4.3	Servo válvula de control del RAM	46
5.1	Corte a dos ejes	55
5.2	Punzonado circular completo en grados	56
5.3	Punzonado lineal con ángulo de inclinación	57
5.4	Punzonado semicircular con ángulo de inclinación y separación en grados	58
5.5	Rotación de punzonado	59
5.6	Secuencia de punzonado usando G36	60
5.7	Secuencia de punzonado usando G37	60
5.8	Corte lineal con G66	61
5.9	Punzonado de un cuadro	62
5.10	Punzonado circular con nibbling	63
5.11	Punzonado lineal con nibbling	64
5.12	Punzonado circular con herramienta redonda	65
5.13	Punzonado lineal con herramienta redonda	66
5.14	Punzonado empleando rutina	70
5.15	Secuencia de punzonado empleando macros	72
5.16	Icono de máquina CNC en PC externa	75
5.17	Datos del ícono del número de máquina CNC	75
5.18	Diagrama del cable de comunicación PC-CNC	76

6.1	Forma del knock-out	77
6.2	Forma de la <i>extrucción</i>	77
6.3	Forma del dimple	78
6.4	Forma del <i>monyclip</i>	78
6.5	<i>Embos</i>	78
6.6	Formato de TPM para inicio de turno	82
6.7	Formato de TPM para final de turno	82
6.8	Medidas de la herramienta especial	85
6.9	Proceso de doblado	90
6.10	Líneas de ensamble	90
6.11	Chimenea de gas	90
6.12	Chimenea de carbón	90.

Introducción

La punzonadora CNC de torreta Amada Vipros 358 King II con control Fanuc 18P es el primer concepto que Amada sacó al mercado con la capacidad de troquelar hojas de 80" de largo por 50" de ancho con un grosor máximo de 1/4" en acero galvanizado.

La marca **Amada** viene del reacomodo del apellido **AMADAN**, apellido de quien fue el iniciador de esta empresa. **Vipros**, es el nombre de una galaxia; la cifra **358** es una abreviación de **305080** donde el **30** representa la capacidad de tonelaje de la máquina: 30 toneladas; **50**, equivalen a las 50 pulgadas que mide la meza con respecto al eje Y sin incluir el recorrido de OVER TRAVEL; **80**, equivalen a las 80 pulgadas que mide la meza con respecto al eje X incluyendo el recorrido de OVER TRAVEL; **King**, es para hacer referencia que tiene el efecto PHNC (RAM controlado por servo válvulas) y **II**, indica que el control es el FANUC 18-P.

La máquina Amada Vipros 358 K II es una CNC capaz de cortar (punzonar) o marcar láminas de hasta 250 milésimas de pulgadas en acero siendo su campo de aplicación la industria metalmeccánica.

Su fácil manejo operacional y rapidez en cambios de programas y ajustes de *set-up* se reflejan en el factor de la **producción** ya que si estos dos puntos se llevan a cabo de la manera adecuada pueden llevar un tiempo máximo de 5 minutos entre los dos conceptos y 20 minutos ajustando claridades de datos.

Como máquina de control numérico, brinda exactitud en su trabajo y la precisión en sus puntos de cortes compitiendo con cualquier otra máquina CNC del mercado.

Amada, buscando soluciones de problemas en la industria metalmeccánica, en este nuevo modelo de punzonadora implementó el efecto PHNC con lo cual se eliminó todos los problemas relacionados con el ajuste de herramientas especiales.

Esto dio como resultado un mejor aprovechamiento tanto de la punzonadora como del factor operacional sumado a esto la reducción en tiempo como en costo del proceso de fabricación del producto.

Todo lo que puede fabricarse con lámina es posible cortarlo con esta máquina la cual dará una precisión de hasta 0.001" en cualquier corte que se le pida.

CAPITULO 1.Generalidades.

1.1 Estado del arte del CNC.

Conforme se fue incrementando la demanda de los diversos productos en el mercado, se incrementó también la necesidad de agilizar la fabricación de esos productos para abastecer la demanda comercial por lo que este fenómeno desembocó en el principio de sustituir las operaciones manuales realizadas por los obreros de las fábricas de ese entonces en operaciones llevadas a cabo por artefactos mecánicos que agilizaran el proceso de producción pero que dieran el mismo o un mejor resultado que el obrero daba con su agilidad manual y experiencia personal; tales artefactos se fueron haciendo cada vez más complejos hasta que se creó el concepto de lo que se llamó máquina dando como resultado final la revolución industrial iniciada en Inglaterra.

Fue así como en 1725 se crearon las primeras máquinas de tejer construidas en Inglaterra, controladas por tarjetas perforadas y en 1863 M. Forneaux creó el primer piano que tocó automáticamente una melodía grabada con puntos en un barril.

En 1880 se dio la introducción de una variedad de herramientas para el maquinado de metales en lo que se buscó siempre la precisión e igualdad en dichas piezas haciendo aún más complejas a las máquinas ya existentes por lo que en 1940 se dio la introducción de los controles hidráulicos, neumáticos y electrónicos siendo en este mismo año el punto de partida para el principio del control numérico, este paso fue dado por el inventor norteamericano (Detroit 1913-2007) junto con su empleado Frank L. Stulen.

Pero hay quienes afirman que el verdadero inventor del control numérico fue Frank L. Stulen, el ayudante de John T. Parsons pues se dice que este último solo se limitó a conseguir el financiamiento para los gastos de dichas investigaciones realizadas por Stulen mismo.

En 1955 Las herramientas automatizadas comenzaron a aparecer en las plantas de producción para la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y a partir de la década de los 60, el control numérico se fue formalizando hasta lo que es hoy en nuestros días.

El término CNC quiere decir: **control numérico computadorizado**; y desde su arranque estuvo caracterizado por el desarrollo personal de los códigos de programación pues cada constructor utilizaba sus propios códigos y pronto se tuvo la necesidad de normalizar esta cuestión con la finalidad de que un mismo programa pudiera servir para diversas máquinas del mismo tipo por lo que los caracteres más usados que se establecieron están regidos bajo la norma DIN 66024 y 66025 que son los siguientes:

N, corresponde al número de bloque o secuencia. Esta letra va seguida de un número que corresponde a cada bloque diferente que es necesario programar. El número máximo de bloques que pueden programarse actualmente es de 9999.

X, Y, Z son las variables que se utilizan para señalar las cotas correspondientes a los ejes de coordenadas X, Y, Z de la máquina-herramienta; en los taladros se utilizan estas tres coordenadas con la inserción de las variables A y B para indicar los movimientos de la mesa: horizontal y vertical y la variable T correspondiente a la torreta que es donde están colocadas todas las herramientas a utilizar. En los tornos solo se utilizan las coordenadas X y Z y dependiendo del modelo del torno, se incrementa la variable T. Dichas cotas se pueden programar en forma absoluta o relativa, es decir, con respecto al cero pieza o con respecto a la última cota respectivamente.

G es la dirección correspondiente a las funciones preparatorias, también se le conoce como código geométrico. Se utiliza para informar al control de las características de las funciones de mecanizado, en otras palabras, el tipo de corte que se desea realizar.

La función G va seguida de un número de dos cifras que permite programar hasta 100 funciones preparatorias diferentes; a la unión del código G y el código numérico se le llama palabra.

M corresponde a nominación de funciones auxiliares, también conocido como código mecánico, y se utiliza en funciones tales como parada de la máquina, activación del refrigerante, etc.

Desde los orígenes del control numérico, todos los esfuerzos se han encaminado a incrementar la productividad, precisión, rapidez y flexibilidad de las máquinas-herramientas. Su uso ha permitido la mecanización de piezas muy complejas, especialmente en la industria aeronáutica que difícilmente se hubieran podido fabricar de forma manual.

1.2 Aplicaciones actuales de la maquinaria CNC

En un principio, el concepto de CNC fue aplicado solamente a los tornos pues fue en este tipo de máquina donde tuvo su aplicación original en el taller de Frank L. Stulen y luego a los taladros pero poco a poco esta aplicación se fue ampliando a otros tipos de máquinas con funciones diferentes tales como prensas, dobladoras, soldadoras, pantógrafos, cortadoras, punzonadoras de torreta, etc. como también se han diversificado los tipos y modelos de controles entre los que podemos mencionar a Fanuc, Fadal, Mitsubishi, Electrocraft, etc.

El control numérico se inventó para manipular las variaciones en las diferentes configuraciones de los productos requeridos por lo que podemos decir que es una forma de automatización programable en el que la máquina se controla a través de números, letras y otros símbolos y cuando el producto cambia, se cambian las instrucciones del programa.

En la actualidad, las aplicaciones de las máquinas de CNC se ha diversificado tanto que ya no solo están enfocadas a la industria metalmeccánica como en un principio por lo que hoy se puede dividir en dos grandes categorías:

Aplicaciones con máquina-herramienta, tales como el taladrado, laminado, torneado, etc. y aplicaciones sin máquina-herramienta, tales como el ensamblaje, trazado e inspección.

1.3 Principio básico de funcionamiento de una CNC

El torno es uno de los ejemplos más importantes de automatización en la fabricación de componentes metálicos. El control numérico (CN) es una forma de automatización programable en la cual el equipo de procesamiento se controla a través de números, letras y otros símbolos. Cuando la tarea en cuestión cambia, se cambia el programa de instrucciones.

Se puede decir que una máquina de control numérico es un tipo de máquina que actúa guiada por otra que ejecuta el programa cargado en su memoria controlada por medio de datos alfa-numéricos teniendo su base de ejecución sobre los ejes cartesianos X,Y,Z.

Este tipo de máquina se caracteriza por ser muy eficaz para mecanizado de piezas metálicas y ofrece una gran capacidad de producción y de precisión en el mecanizado de dichas piezas debido a su estructura funcional y porque los valores de mecanizado son guiados por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un programa realizado por un programador en una computadora externa o de manera manual, introduciendo los blocks del programa mediante el teclado del control de la máquina.

El principio de operación común de todas las aplicaciones del control numérico es el control de la posición relativa de una herramienta o elemento de procesamiento con respecto al objeto a procesar.

La pieza a maquinar se sujeta a una base mediante un sistema de clamps que impiden que esta se mueva durante el proceso de maquinado y los ejes que son los que hacen posible los trabajos de mecanizado sobre la pieza pueden tener diferentes trayectorias de movimiento que pueden ser horizontales, verticales o circulares y el recorrido de la herramienta esta originado por la acción combinada de estos ejes.

A cada eje lo puede mover un sistema de motores que pueden ser de CA o de CD, o un sistema de servo válvulas; en el caso de los motores estos pueden ir acoplados a un sistema de transmisión-reductor el cual juega un papel muy importante pues los desplazamientos longitudinales de estos ejes no deben ser afectados por los esfuerzos y movimientos de corte de la pieza y por esta razón es esencial que los sistemas de transmisión garanticen la rigidez mecánica sin dejar de producir movimientos suaves y estables y deben ser capaces de reaccionar rápidamente en las aceleraciones y desaceleraciones requeridas.

Después de la transmisión debe ir un cople flexible (por lo general de aluminio) el cual tiene dos funciones específicas:

- proteger al sistema motor-reductor de cualquier posible daño ocasionado por algún percance mecánico pues este cople debe abrirse al ser sobre pasado su punto de torque.
- Reducir al mínimo cualquier índice de vibración en cualquier punto del sistema del eje.

En el otro extremo del cople va sujeto un tornillo sinfín acanalado el cual atraviesa a un balero cilíndrico (con una base) que contiene un conjunto de bolas en recirculación que se desplazan por los canales de dicho sinfín.

A la base del balero de este sinfín se sujeta la mesa, el spindle o el carro que se mueve cuando el grupo del motor gira pues su rotación se transmite al sinfín y el cuerpo del acoplamiento se traslada longitudinalmente a través de este arrastrando consigo a la mesa o el sistema que componga al eje en cuestión que a sus lados tiene un grupo más de valeros rectangulares que le darán la estabilidad necesaria para un buen desplazamiento.

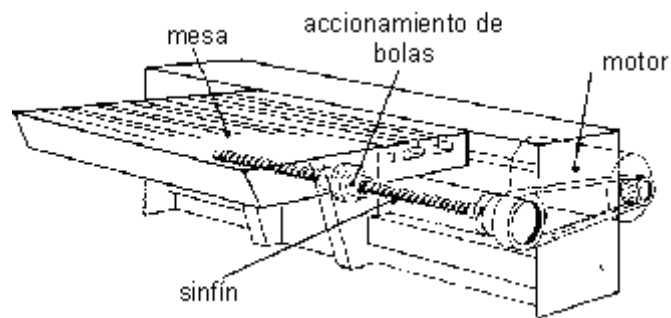


Fig. 1.1 Partes elementales de un eje.

Capítulo 2. PUNZONADORA VIPROS 358 KING II.



Fig. 2.1 Punzonadora de torreta.

La punzonadora Amada Vipros 358 King II es la segunda versión del modelo Vipros King que Amada sacó al mercado al final de la década de los 90s. La diferencia con su antecesora, la Vipros 358 King I radicaba en su control AMADAN O4PC el cual es propio de amada.

2.1 Funciones de una punzonadora.

La punzonadora vino a revolucionar el concepto de troquelado de una lámina ya que anteriormente, el trabajo de corte en una lámina era realizado exclusivamente por las prensas de troquelado las cuales para realizar los orificios sobre la lámina se necesita hacer uso de una unidad de corte llamada dado.

Un dado de troquelado está compuesto de dos partes, a la parte inferior se le llama base del dado y a la parte superior comúnmente se le conoce como tapa del dado. La base del dado se coloca en la base de la prensa a la cual se le llama cama o meza de la prensa y la tapa del dado es colocada justo arriba sobre la otra mitad del dado, en lo que se le llama cabezal de la prensa.

La lámina a troquelar es colocada sobre la base del dado que se encuentra colocado sobre la cama de la prensa; el cabezal que tiene sujeto a la tapa del dado, baja y prensa a la lámina perforándola con los punzones que se encuentran colocados en la tapa del dado dándose de esta manera los cortes requeridos sobre la lámina siendo el efecto del corte de ambas mitades del dado sobre la lámina similar al de una tijera cuando sus navajas se encuentran entre sí.

Lo cierto es que al requerir un solo cambio de corte sobre la lámina o un modelo muy similar de troquelado en el que la diferencia sea un solo orificio de cualquier medida o

en otra posición, entonces se necesita otro dado, en otras palabras, si se necesitan mil modelos de troquelados diferentes, todos con un solo orificio de diferencia ya sea en posición o medida, entonces se necesitaran mil modelos de dados para poder llevar acabo el trabajo.

Este problema fue resuelto con la aparición de las punzonadoras de torreta también llamadas ponchadoras de torreta porque por cada orificio es un golpe sobre la lámina hasta completar el trabajo requerido por lo que si se requiere hacer un cambio de posición de cualquier golpe, solo basta con cambiar la coordenada de dicho orificio sobre la lámina.

Hay diversos modelos y marcas de punzonadoras de torreta pero todas tienen un solo objetivo: **perforar las láminas o marcarlas de manera especial según se requiera.**

En la industria metalmecánica, todo lo que se puede fabricar con láminas o lleva láminas de por medio se le puede dar la forma mediante cortes en una punzonadora de torreta; por ejemplo, en la industria automotriz: toda la caparazón metálica de los autos; en los productos de línea blanca del hogar, tales como estufas, refrigeradores, microondas o en la industria aeronáutica, toda la lámina que cubre el cuerpo de un avión; estos son solo unos ejemplos de todas las aplicaciones de una punzonadora de torreta.

2.2 Características generales.

A continuación se muestra una tabla con los datos generales de la máquina.

Tabla 2.1 Características generales de la punzonadora.

Marca	Amada
Modelo	Vipros 358 K II
Capacidad de prensado	30 toneladas
Máximo tamaño de la hoja	50.0" X 78.74" (1270 X 2000 mm.)
Máximo grosor de la hoja	0.250"
Máximo peso de la hoja	150 Kg. (330 lb.) en F4 y 75 Kg. (165 lb.) en F1
Máxima distancia en X	50.0"= 1270mm
Máxima distancia en Y	78.74= 2000 mm
Máximo número de golpes por minuto en X	340
Máximo número de golpes por minuto en Y	290
Máxima velocidad en X	80 m/min. (262 ft/min.)
Máxima velocidad en Y	80 m/min. (262 ft/min.)
Velocidad de torreta	30 rpm
Presión de aire para operación	72 psi (5 bars)
Máxima velocidad de rotación en estaciones de auto índice	60 rpm
Controlador	Fanuc 18P (con PHNC)
Tipo de herramienta	Para torreta delgada
Formato de programa	Datos y direcciones

Tipo de motores en los ejes	Fanuc AC
Tipo de entradas	MDI, y DNC
Modos de operación	MDI, manual y automático
Unidades mínimas de orden	0.001", 1mm
Modos de display	Contenido de programas, información de posición, edición de programas y parámetros, conteo de golpes de herramientas, contador, diagnóstico.
Alimentación	440 VAC, 32 Amp.
Numero de estaciones	58 estaciones
Estaciones de auto índice	2 de 4 1/2" y 2 de 1/1/2"

2.3 Partes que conforman a una punzonadora.

2.3.1 La meza.

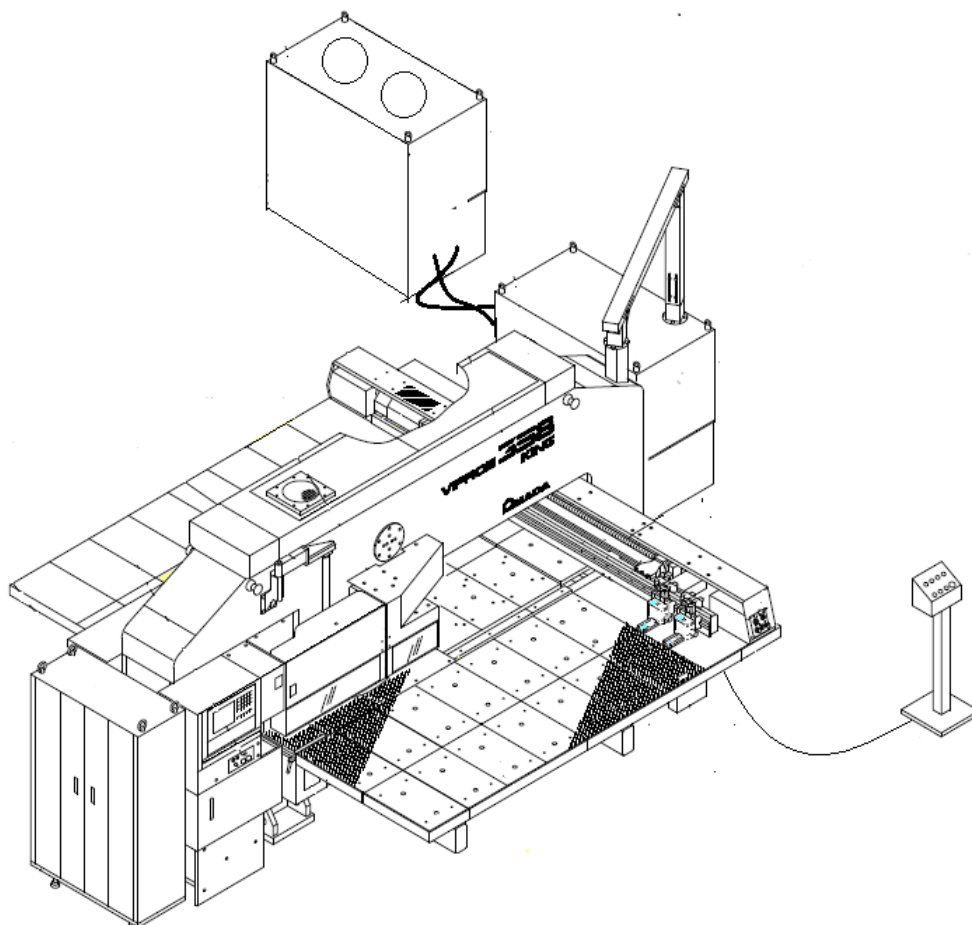


Fig. 2.2 Esquema general de la Vipros 358 K II.

La meza es la parte más grande de la punzonadora pues es donde se coloca la hoja de lámina; sus dimensiones totales son 162.11" sobre el eje X y 100.0" sobre el eje Y; el área de trabajo mide 50.0" de largo sobre el eje Y por 78.74" de ancho sobre el eje X iniciando desde el tope de la lámina sobre el eje X (gauge).

Está fabricada de tubos rectangulares de fierro dulce y sobre esta base se encuentran colocadas 40 placas rectangulares de material plástico similar al PVC. Dichas placas están recubiertas en su parte superior por un sistema de cerdas de color negro similar al que se utiliza en las brochas de paleta. Estas cerdas tienen como fin principal el deslizamiento suave de la lámina a todo lo largo y ancho de la meza, de igual modo, en el centro de la parte superior de la torreta inferior se encuentran ubicadas dos medias lunas de este mismo material con recubrimiento de cerdas que impiden que la lámina golpee contra los dados ubicados en la parte de la torreta inferior.

En las primeras 12 placas de la meza, cada una de ellas tiene un sistema de bolas de rodamiento que son impulsados arriba/abajo por un pistón neumático personalizado.

Este sistema de bolas de rodamiento se activa hacia arriba cuando los clamps son abiertos liberando a la hoja de metal y así sea más fácil deslizar toda la lámina hacia fuera de la mesa y meter una nueva para trabajar sobre ella.

Los clamps forman parte del eje X y son un par de cilindros hidráulicos de bronce que se encargan de sujetar a la lámina para poder ser llevada a los puntos donde se harán los respectivos cortes por las herramientas.

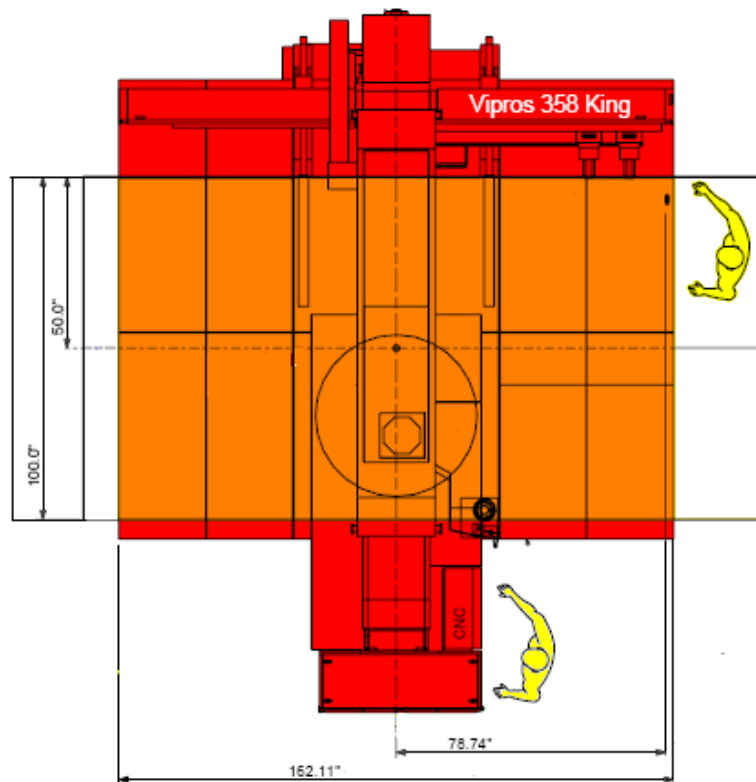


Fig. 2.3 Dimensión general de los ejes de la punzonadora.

2.3.2 El eje X

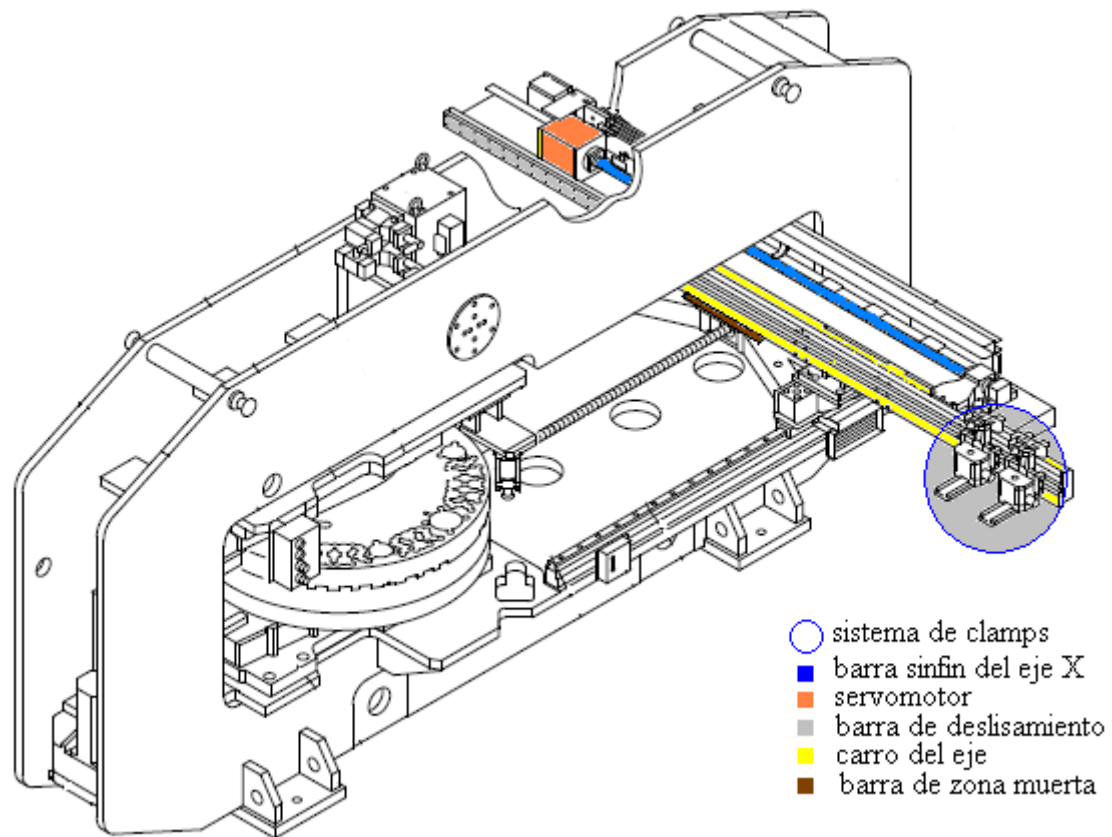


Fig. 2.4 Componentes del eje X.



Fig. 2.5 Sistema de clamps.

La máquina cuenta con un sistema de dos clamps los cuales tienen la función de asegurar la hoja metálica al carro del eje X el cual se mueve de manera horizontal a la posición de la torreta.

Ambos clamps se pueden acomodar en cualquier parte del carro del eje X, esto se hace mediante un maneral que funciona a manera de tornillo el cual está ubicado en la parte superior del cuerpo del clamp; este hace presión sobre una mordaza sujetándose a la barra del carro. A lo largo de todo el carro hay una regleta marcada en pulgadas y centímetros la cual sirve como indicador de la posición correcta donde se colocan los clamps según lo predetermina el programador para evitar que estos sufran algún daño por las herramientas de la torreta. El origen de la regleta inicia desde el tope de la lámina (gauge del eje X) donde se dice que está el tope del eje X o corte a cero en X.

De manera general, estos clamps se pueden dividir en cuatro partes: cuerpo del clamp, cilindro, base del clamp y sistema de protección.

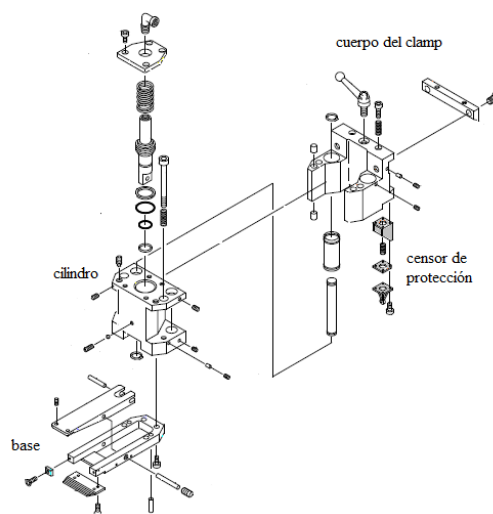


Fig. 2.6 Componentes del clamp.

El cuerpo del clamp está fabricado de bronce; en su base se encuentran dos sensores rodantes los cuales cuando se deslizan sobre la regleta de protección de clamps, cierran un circuito mandando una señal de posición de los clamps en la que el operador verifica de modo visual la cercanía de estos con la herramienta de punzonado debajo de RAM.

El cilindro está fabricado de bronce y está sujeto al cuerpo del clamp por dos valeros cilíndricos; es pues el cilindro el que realiza el movimiento sobre la mandíbula que se encuentra en la base para sujetar a la lámina; es de características hidráulicas y recibe una presión de 70 psi la cual es alimentada por un unidad hidráulica que se encuentra debajo de la meza, justo abajo donde se encuentra el motor del eje Y.



Fig. 2.7 Unidad hidráulica de los clamps.

La base se encuentra sujeta al cuerpo del clamp por 4 tornillos y es aquí en donde se encuentra la mandíbula que es activada por el pistón para sujetar a la lámina.

En la base del cuerpo de cada clamp, en la parte inferior, en cada esquina de la base se encuentra un par de sensores rodantes y tienen como función principal proteger a los clamps de cualquier daño por parte de las herramientas que se encuentren trabajando en el proceso del programa.

Estos sensores rodantes sirven como referencia a tierra cerrando el circuito que manda la señal de confirmación si el clamp se encuentra en cualquiera de los dos extremos de la regleta de la zona de no punzonado y cuando uno de estos sensores se encuentra cerrando la señal justo en medio de la regleta, manda la señal de zona muerta

impidiendo que la máquina ponche dañando así al clamp que en ese momento se encuentre entre el dado y el punzón.

En cuanto a la barra sinfín no es más que un tornillo de doble canal el cual mide 90" de punta a punta y 2" de ancho, el cual atraviesa a un balero cilíndrico (con una base) que contiene un conjunto de bolas en recirculación que se desplazan por los canales de dicho sinfín.

En la base del balero de este sinfín está sujeto el carro que contiene los clamps que es con lo que se sujeta la lámina; al girar dicho sinfín, su movimiento se traslada al carro dándose de esta manera el movimiento el eje X.

En el extremo derecho de la barra sinfín se encuentra acoplado el servo motor mediante un cople de aluminio que atenúa la vibración en todo el eje y que cuando el carro se traba por alguna razón venciendo el punto de torque del cople, este se abre evitando un daño mayor al eje en general.

El motor es un motor CA y es el que se encarga de hacer girar al tornillo sinfín dándole finalmente el movimiento al carro de la meza.

En el otro extremo de dicho motor se encuentra acoplado a la flecha del rotor un encóder el cual se encarga de indicar la posición del eje X.

La barra de deslizamiento esta acoplada al carro del eje X y es sobre la que se deslizan los clamps para acomodarlos según se requieran, luego se aseguran a esta barra mediante un tornillo a manera de maneral. A lo largo tiene una regleta marcada en pulgadas para indicar la posición en la que los clamps se deben colocar.

El carro es una barra metálica la cual mide 45" de largo, 5" de alto y 2" de ancho; en cada extremo esta soportado por dos valeros rectangulares que corren sobre una guía dándole la estabilidad y suavidad de movimiento y mediante una base esta acoplado al tornillo sinfín del eje haciéndolo que se mueva en sentido horizontal a la torreta.

La barra de protección de clamps está dividida en tres partes: zona de confirmación izquierda, zona de confirmación derecha y al centro se encuentra la zona muerta o zona de no punzonado. De largo mide 13 1/2" por 1" de ancho.

Toda la barra es de aluminio pero está integrada por diferentes pequeñas placas de este material; las dos zonas de confirmación se encuentran compuestas de pequeñas placas de 2" de ancho y 1/2" de largo cada una mientras que la zona muerta es una sola pieza de 4 1/2".

Cuando uno de los dos sensores rodantes de cualquiera de los dos clamps se encuentra sobre la regleta de protección, la máquina se detiene y no poncha por

protección de la base de dicho clamp. En este caso, el operador, visualmente confirma si el clamp libra al ponche de la herramienta, en caso de ser así, en el pedestal oprime un botón de CONFIRMACION para lo que debe estar activado un botón de *VERRIDE* y la máquina poncha según las instrucciones del programa pero si el clamp se encuentra ubicado a mitad de la regleta, justo sobre la ZONA MUERTA, entonces la maquina no ponchara por ninguna razón pues esto indica que la base del clamp esta exactamente entre el dado y el punzón y la máquina mostrara la alarma zona muerta por lo que se debe revisar el programa para modificar su secuencia o aumentar el margen de OFFSET.

A continuación se muestra un esquema de la regleta de la zona de no punzonado mencionando que dicha regleta es de aluminio fraccionada en 13 partes totales.

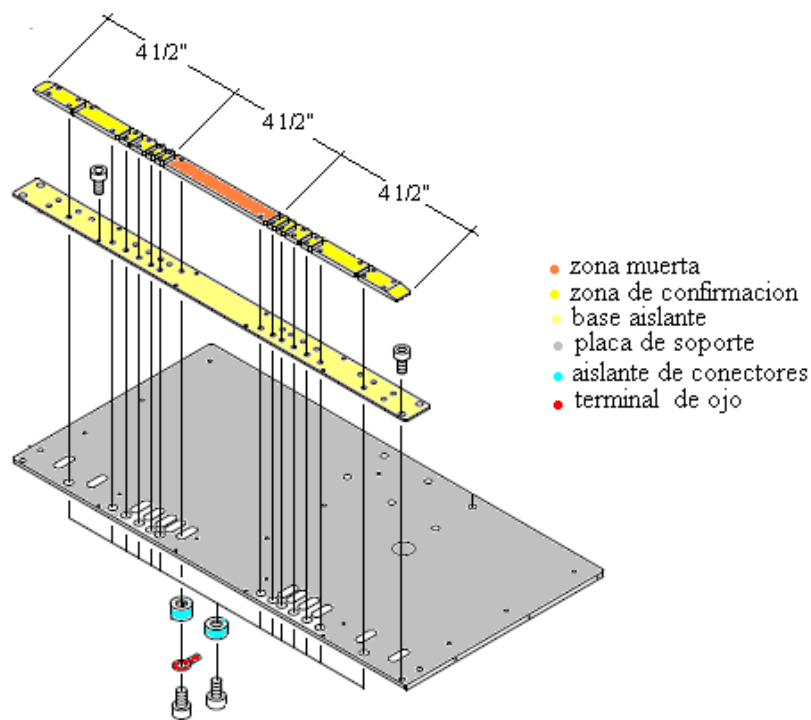


Fig. 2.8 Regleta de protección de clamps.

2.3.3 El eje Y

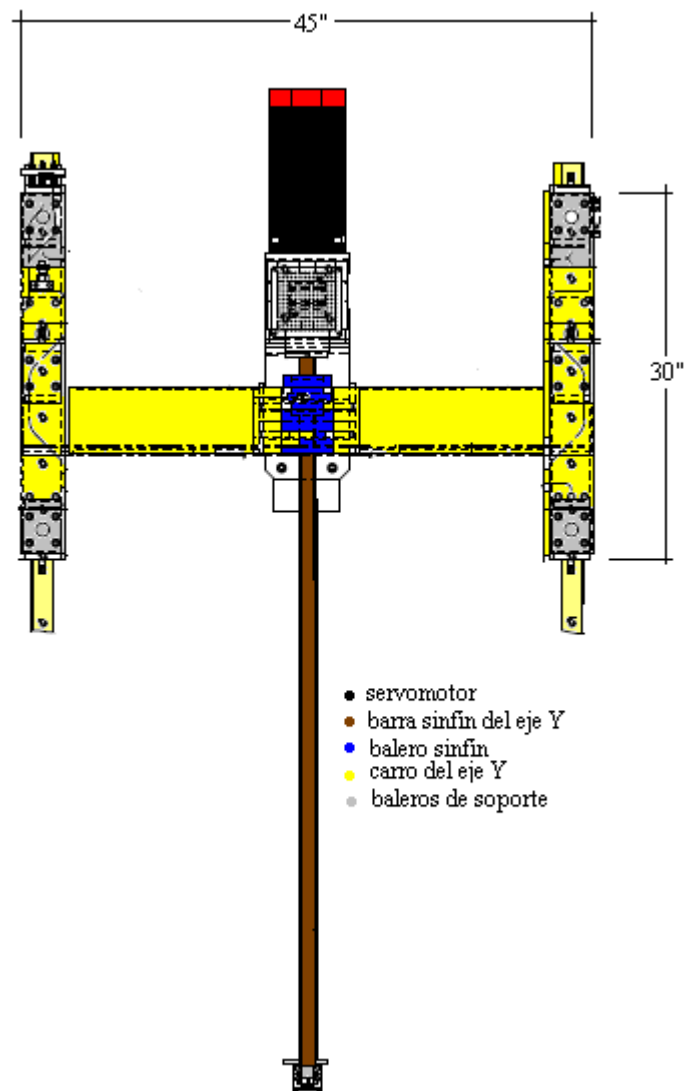


Fig. 2.9 Componentes del eje Y.

Todo movimiento del eje Y es proporcionado por un servomotor que se encuentra ubicado en el extremo izquierdo de la barra sinfín y esta acoplado a esta barra por un cople de aluminio que atenúa la vibración en todo el eje y cuando por alguna razón el carro se traba venciendo el punto de torque del cople, este se abre evitando un daño mayor al eje en general.

Este servo motor es de CA y es el que se encarga de hacer girar al tornillo sinfín dándole finalmente el movimiento al carro del eje.

En el otro extremo de dicho motor se encuentra acoplado a la flecha del rotor un encóder el cual se encarga de indicar la posición del eje.

Al servo motor se encuentra acoplado una barra sinfín que no es más que un tornillo sinfín acanalado el cual mide 60" de punta a punta y 2" de ancho, el cual atraviesa a un balero cilíndrico sinfín (con una base) que contiene un conjunto de bolas en recirculación que se desplazan por los canales de dicho sinfín cuando el motor lo hace girar.

El balero sinfín tiene un sistema de bolas en recirculación que se desplazan por los canales del tornillo sinfín que lo atraviesa; este balero tiene integrado una base a la que está sujeto el carro que mueve al eje.

El carro mide 45" de largo sobre el eje X y 30" de ancho sobre el eje Y; tiene la forma de dos Tos encontradas entre sí. En cada esquina esta soportado por dos valeros rectangulares que corren sobre dos guías en forma de riel dándole la estabilidad y suavidad de movimiento.

Este carro esta acoplado al tornillo sinfín del eje mediante una base que está integrada al balero sinfín de dicho tornillo, de esta manera cada que el tornillo gira, el movimiento se trasmite al balero y este a su vez mueve al carro del eje.

La mesa tiene cuatro valeros rectangulares, dos por cada lado, sujetos al carro de deslizamiento del eje Y; estos valeros le sirven de soporte al moverse sobre las dos barras de deslizamiento que funcionan a manera de riel.

2.3.4 La torreta, características y funciones.

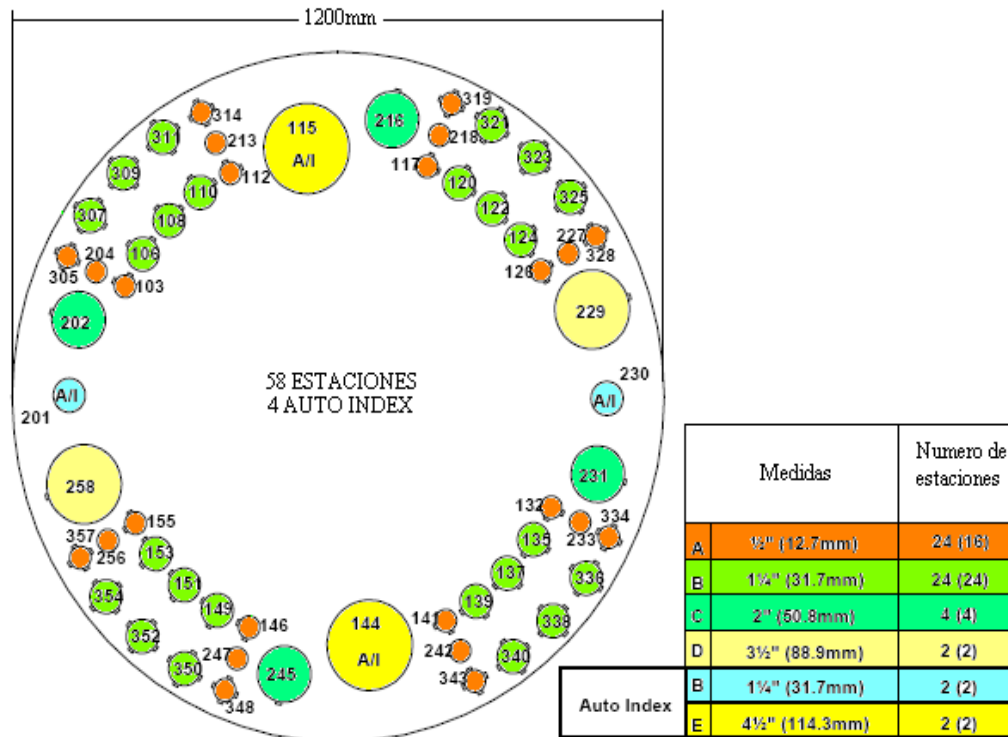


Fig. 2.10 Panorama general de la torreta.

La torreta es de forma circular y se encuentra justo al centro del eje X pero en posición del eje Y; está compuesta de dos partes exactamente iguales en diámetro y grosor; cada una de las dos partes mide 1200mm (1 mtr, 20 cm.) de diámetro y 150mm (15 cm) de grueso. A la parte superior se le llama torreta porta punzón y a la parte inferior torreta porta dados.

La torreta está equipada con 58 estaciones y se le llama estación al trabajo en conjunto de una unidad porta punzón y una unidad porta dado de ambas partes de la torreta total, alineadas verticalmente entre sí.

Las estaciones se dividen en dos tipos: fijas y de auto índice.

Las estaciones fijas son aquellas en las que tanto el punzón como el dado no giran para cortar en grados por lo que solo cortan en la posición que la estación tiene asignada mediante guías y que puede ser a 0, 45, 90, 180 y 270°.

Las estaciones de auto índice son aquellas en las que tanto el punzón como el dado giran sincronizados entre sí para cortar en cualquier grado requerido según el programa de trabajo.

Hay 5 medidas de estaciones haciendo un total de 58 las cuales se clasifican de la siguiente manera.

Tipo A, de ½”:	24 estaciones.
Tipo B, de 1½”:	24 estaciones.
Tipo C, de 2”:	4 estaciones.
Tipo D, de 3 ½”:	2 estaciones.
Tipo E, de 4½”:	2 estaciones.

Dentro de estas 58 estaciones se encuentran las estaciones de auto índice las cuales se clasifican de la siguiente manera:

Del tipo B, de 1 ¼”, 2 estaciones.
Del tipo E, de 4 ½”, 2 estaciones.

La torreta tiene como función principal portar las herramientas necesarias que se utilizan en cada programa; siempre está sujeta por un sistema de freno llamado shup-pins; una vez hecho los ajustes necesarios y la maquina comienza a correr, la torreta gira para colocar la herramienta debajo del RAM según se lo indique el programa y comenzar el proceso de troquelado.

2.3.4.1 Componentes de la torreta como eje T.

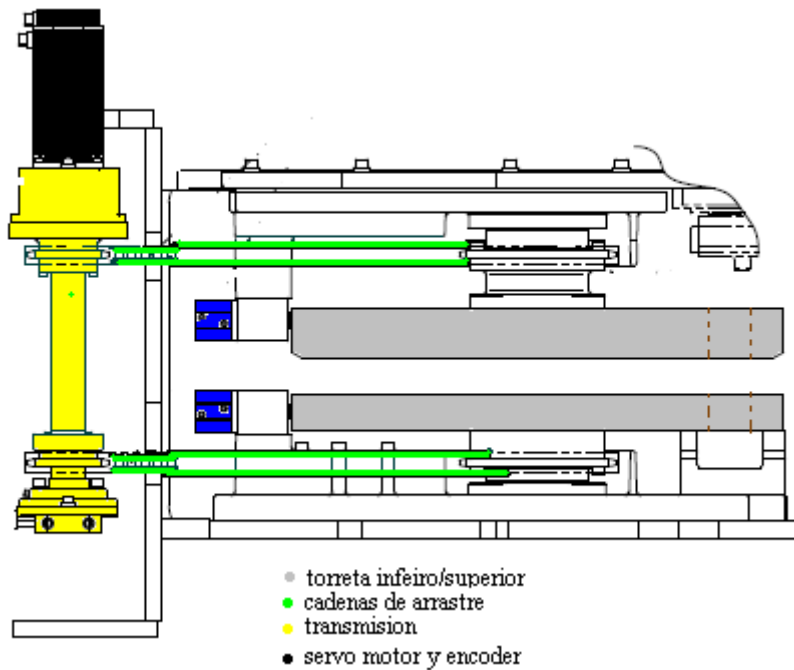


Fig. 2. 11 Componentes del eje T.

La torreta es la encargada de portar las herramientas necesarias para llevar a cabo el trabajo de troquelado en la máquina, de manera general está dividida en dos partes exactamente iguales a las que se las llama torreta superior porta punzón y torreta inferior porta dados.

El movimiento de la torreta es de forma circular sobre un mismo punto central por lo que ambas partes de la torreta están sujetas a una base que a su vez las sujeta al cuerpo base de la punzonadora.

Cada parte de la torreta, en su base, está provista de una corona dentada la cual es rodeada por una cadena que es la que provee el movimiento a la torreta en sí.

El accionamiento de la cadena sobre las dos partes de la torreta es suministrado por una flecha provista de dos coronas dentadas iguales; esta flecha está acoplada a una transmisión-reductor que a su vez es accionado por un servomotor de CA y la posición de la torreta es censada por un encóder acoplado al servomotor.

La torreta puede girar ya sea en sentido a las manecillas del reloj o contrario e estas a una velocidad de 30 rpm como máximo.

2.3.5 El auto índice como eje C.

A las estaciones móviles de la torreta se las llama estaciones de auto índice; estas estaciones se mueven en forma circular dentro de su base en la torreta y tienen como función principal cortar en grados según se lo indique el programa de ejecución.

En el programa se representa con la letra “C” y como variable puede asumir valores desde 0 hasta 360 grados; su movimiento en forma circular puede ser positivo (en sentido del reloj) o negativo (contrario a las manecillas del reloj) a una velocidad máxima de 60 rpm.

Hay 4 estaciones de auto índice: 2 de 1 ¼” del tipo B y 2 de 4 ½” que son del tipo E.

Las estaciones de 1 ¼” tienen asignados la posición 201 y 230 donde la estación 201 es la que sirve como referencia de punto cero o “home” a la torreta y las estaciones de 4 ½” tienen asignadas las estaciones 115 y 144.

2.3.5.1 Componentes del C.

Los componentes del eje C se pueden dividir en cuatro: estación de auto índice, sistema de índice clamp, servo motor y servo drive.

La estación de auto índice se divide en unidad porta punzón y unidad porta dado y ambas secciones giran sincronizadas, alineadas de tal manera que tanto el dado como el punzón no resultan dañados al rotar y cortar la lámina con el ángulo requerido.

Ambas partes de la estación están compuestas por un sistema de engranes que sincronizados entre sí proporcionan el movimiento a la estación total.

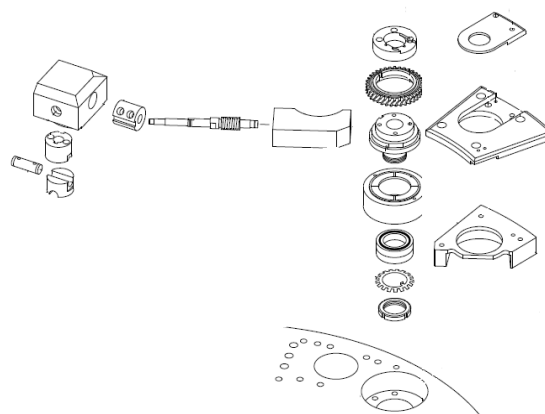


Fig. 2.12 Componentes de la estación de auto índice.

El sistema de índice clamp se divide en sistema inferior y superior; ambos sistemas son exactamente iguales y están compuestos por un conjunto de engranes que a su vez funcionan como un sistema de transmisión-reductor.

Cada que una estación de auto índice se coloca debajo del RAM, cada índice clamp es accionado por un pistón personalizado, de tal manera que el índice clamp inferior sube y embona en una leva de la unidad porta dado al mismo tiempo que desactiva el freno de dicha estación quedando libre para girar.

El mismo caso para el índice clamp superior con la diferencia de que este baja al ser accionado por su pistón y embona en la leva de la unidad porta punzón al mismo tiempo que desactiva el freno quedando la unidad porta punzón completamente libre para moverse alineadamente con la unidad porta dado, de esta manera, la estación esta lista para entrar en función.

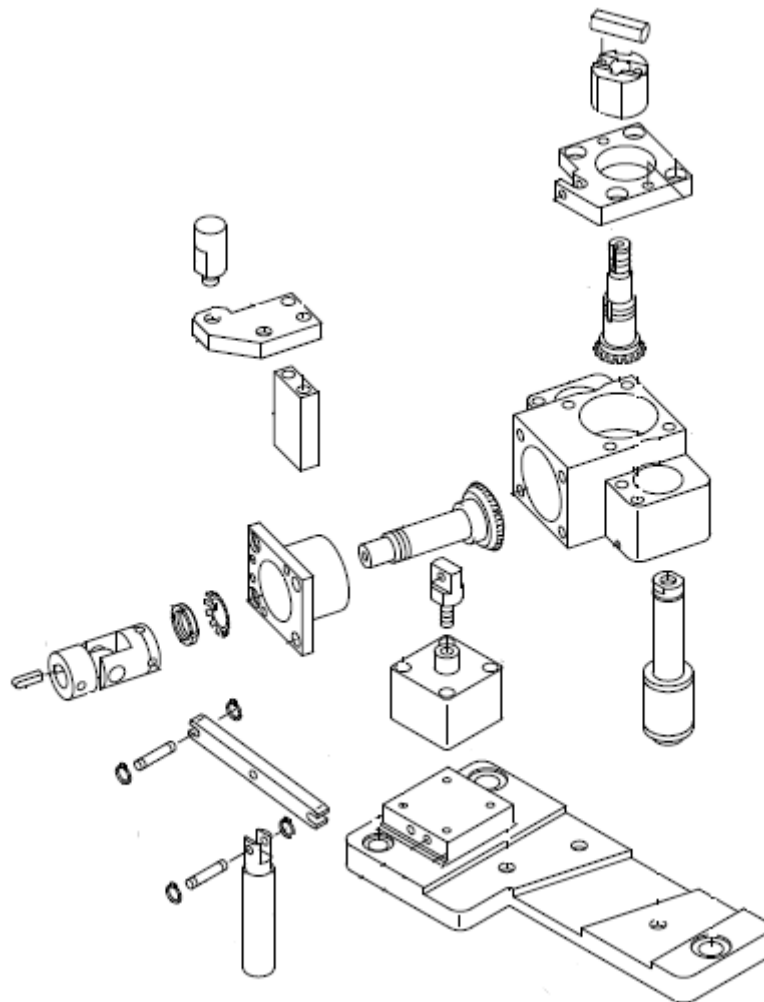


Fig. 2.13 Componentes del sistema índice clamp.

El servo motor es de CA el cual tiene acoplado dos flechas que transmiten el movimiento de este a los sistemas de índice clamps; la flecha que mueve al índice clamp superior esta acoplada directamente al servo motor mientras que la inferior es movida por una banda de tiempo.

Para protección del motor, el sistema de flechas esta acoplada a él mediante un cople de aluminio que cuando por alguna razón una estación de auto índice se trava, este se abre para que el servo motor no sufra algún daño.

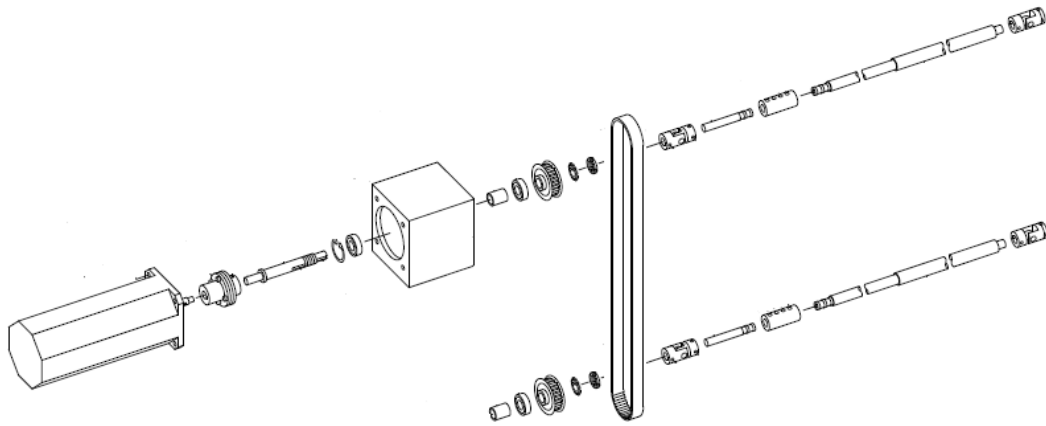


Fig. 2.14 Actuador del eje C.

2.3.6 El RAM como eje R, su función.

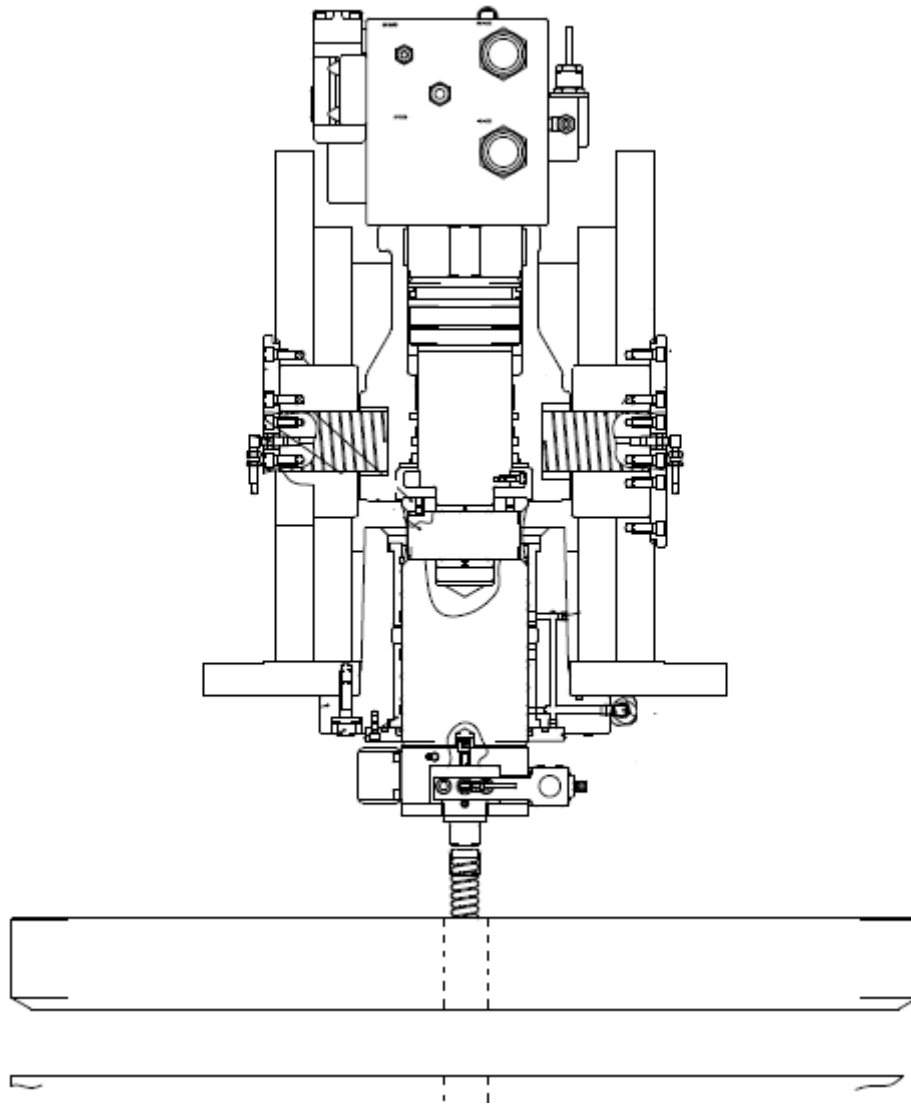


Fig. 2.15 Panorama general del eje R.

En la Vipros 358 K II, el RAM es la característica especial de la máquina, más que su capacidad de golpe (30 toneladas) ya que otros modelos de punzonadoras de la marca Amada, tales como la pega 304050 con control O4PC también tiene esta capacidad en su RAM pero su accionamiento de golpe es mediante una biela que es activada por un *clutch* neumático o hidráulico como es el caso de la serie Q.

La función del RAM es la golpear al punzón con la fuerza suficiente para atravesar la lámina y cortarla con la mayor facilidad posible.

Se encuentra ubicado por arriba de la torreta porta punzón y en su extremo inferior está equipado de una unidad auxiliar llamada *striker* la cual se mueve en tres posiciones paralelamente a la torreta: hacia adentro de la torreta, hacia en medio y hacia fuera y es de esta manera como el RAM golpea a la herramienta indicada puesto que en la torreta puede haber 3 estaciones colocadas en forma serial.

Este elemento auxiliar es activado por dos pistones que lo mueven a la posición de la estación según se lo indique el programa en cuestión.

En cuanto a la posición de trabajo, el RAM puede hacerlo de dos maneras: con el RAM arriba o con el RAM abajo; estas funciones pueden activarse/desactivarse por medio de un switch que se encuentra ubicado el panel de control de la máquina identificado con la leyenda *RAM POSITION: DOWN/UP*.

Cabe mencionar que si el RAM trabaja con la posición arriba, el tiempo entre golpe y golpe será más tardado pues el RAM hace todo el recorrido de subir hasta su punto máximo para luego bajar hasta su punto mínimo y golpear al punzón mientras que si se trabaja con la posición del RAM abajo, el RAM trabajara más rápido pues no subirá hasta su punto máximo sino subirá hasta donde se le haya configurado para esta función y por lo consiguiente bajara más rápido siendo más corto el tiempo entre golpe y golpe.

Cuando la máquina ha estado apagada por un periodo mayor a 12 horas se recomienda calentar el RAM antes de iniciar cualquier proceso de punzonado.

Esto se realiza poniendo la máquina en MODO MDI y en el control se pulsa la tecla *Warm-up*; la maquina hará un movimiento de punzonado frecuente (similar al efecto nibbling) sin tocar al punzón por espacio de tres minutos.

2.3.6.1 PHNC, definición y función

El accionamiento PHNC no es más que la manipulación del RAM tanto en su posición como en su efecto de golpe sobre la herramienta; el término puede traducirse como **control numérico de la potencia hidráulica**.

Mediante esta opción, se pueden manipular los siguientes efectos: efecto de golpe, tiempo de prensado, posición de *RAM DOWN*, compensación de *top position* y capacidad de prensado.

Es en esta página donde se define la posición general del RAM para todas las herramientas de punzonado estándar así como los parámetros para las de uso especial; de igual modo, aquí se define el número total de estaciones en la torreta así como la clasificación de cada una de estas (A...E) y las medidas en cuanto a altura del punzón

La opción de PHNC está dentro de la página de *POSITION*; a continuación se muestra el contenido de esta opción.

Tabla 2.2 Página general del PHNC

PHNC					
PRESS PATTERN					3. TOOLING DATA
					-1. T101 -2. T102 -31 T207
1. FORMING	2. MARKING	3. KNOCKOUT	4. SLITTING	5. PUNCH	6. NIBBLE
-M510	-M560	-M502	-M506	-M500	-M12
-M511	-M561	-M503	-M507	-M501	
-M512	-M562	-M503	-M508		
-M513	-M563	-M504	-M509		
-M514	-M564	-M505			
-M515	-M565	-M570			
-M516	-M566	-M571			
-M517	-M567	-M572			
-	-M568	-M573			
-	-M569	-M574			
-M559		-M575			
-M800					
-					
-					
-M999					

2.3.6.2 Parámetros de configuración.

La opción del PHNC permite manipular al RAM según se requiera con la herramienta deseada para el corte a ejecutar.

Dentro de la página principal del PHNC hay dos opciones principales: *tooling data* *press pattern*, en estas dos páginas es en donde se realizan todos los ajustes.

En el *tooling data* se ajustan los siguientes parámetros:

- Número total de estaciones en la torreta.
- Estación asignada como punto cero
- Clasificación de cada estación de acuerdo a la medida de la herramienta
- Altura estándar de cada punzón
- Definición del tipo de herramienta: de corte o de golpe especial
- Definición de tipo de herramienta de corte: de ángulo o plana
- Velocidad del RAM (retardo) por golpe
- Posición de espera de golpe (top position).

Para poder acceder a la página del PHNC, es necesario poner a la maquina en MODO MDI, luego se oprime la tecla SYSTEM y se pulsa la opción PHNC que da entrada a las paginas PRESS PATTERN y TOOLING DATA.

Con ayuda del teclado alfa-numérico, con la flecha arriba/abajo se selecciona la página a la que se desea ingresar y se presiona la tecla INPUT; para el caso de la página tooling data aparece una ventana en el que se muestran todas las estaciones registradas.

Con la opción UP/DOWN se selecciona la estación a configurar (según sea el caso) y al presionar la tecla INPUT aparece la ventana de configuración de dicha estación con sus parámetros asignados: número de estación, clasificación de la estación, tipo de herramienta, altura del punzón, diámetro del punzón y tipo de corte del punzón.

Cada que se cambia un parámetro se registra oprimiendo la tecla INPUT y finalmente para grabar todos los cambios hechos se oprime la opción REG DATA.

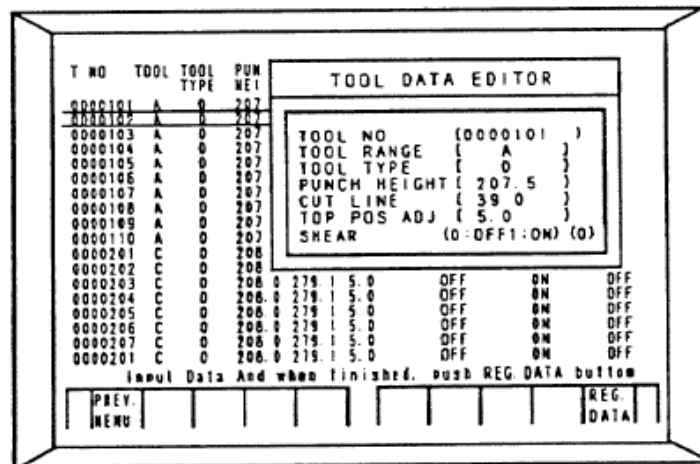


Fig. 2.16 Página del tooling data, PHNC.

Al igual que en la página de tooling data, en la de press pattern se entra oprimiendo la tecla INPUT y da lugar a la página donde se encuentran todos los tipos de herramientas que se pueden emplear en la máquina: punch/nibbling, forming, marking, knock-out, slitting; se selecciona el tipo de herramienta usar y con la tecla input se entra a la dirección M deseada; es pues en esta página donde se configuran todas herramientas especiales así como los efectos de corte con punch libre como con efecto *nibbling* con ambos tipos de herramientas: punzón plano o de ángulo.

2.3.6.3 Parámetros de herramientas especiales

Los parámetros del press pattern están asignados por códigos M seguidos de un índice numérico en el que cada código M corresponde a un tipo de herramienta especial. A continuación se muestra la clasificación de los códigos M con el tipo de herramienta especial a usar.

NIBBLE/PUNCH:	M12, M500 Y M501.
KNOCKOUT:	M502-M575.
SLITTING:	M506-M509.
FORMING/MARKING:	M510-M999/M560-M569.

En el código M12 se configura el efecto nibbling de RAM, este efecto de corte es más bien utilizado en los cortes de forma circular cuando no se cuenta con la herramienta de la medida adecuada.

Para tal caso, si por ejemplo se requiere hacer un círculo de 6.00” de diámetro, no se podría hacer con un solo golpe porque la herramienta de mayor diámetro que se puede utilizar en esta punzonadora es una de tipo E la cual tiene un diámetro 4 ½” como máximo por lo que es necesario utilizar el efecto nibbling haciendo los siguientes ajustes en el programa:

- Se emplea una herramienta cuadrada o redonda no mayor a 1.00” de diámetro considerando el grosor del material para la claridad del dado.
- En el programa, a inicio de bloque que se introduce el código M12 y al final del programa se cancela con el código M13.

Cabe mencionar que el código M13 ya viene cargado en la memoria de la máquina con los parámetros que Amada le asigno y este no puede modificarse pues ni siquiera puede ser visualizado en la página de los demás códigos M.

En el caso del código M500, este se usa para configurar la posición de todas las herramientas planas; este código es necesario configurarlo para poder arrancar la máquina y en un programa estándar no es necesario incluirlo porque en la página de tooling data, en la opción SHEAR, en todas las herramientas pide definir el tipo de hoja del punch: 0 corresponde a herramienta con punch plano y 1 a herramienta con punch de ángulo por lo que la máquina inicialmente viene configurada para herramientas de punch plano (todas las estaciones en 0) permitiendo hacer el cambio a 1 (M501) según sea el caso por lo que al correr un programa estándar la máquina toma el valor 0 ya asignado en tooling data entrando en ejecución el M500.

Para el M501 es un caso similar al del M500; este código se utiliza para configurar los punzones con hojas de ángulo y en la página del tooling data se asigna como 1 para definir este tipo de punch y al correr el programa, la máquina toma el número 1 asignado en la estación entrando en función el código M501 sin necesidad de incluirlo en el programa.

Tanto para el código M12 como para el M500 y M501 los parámetros a configurar son los siguientes

- TOP POSS: distancia de espera del RAM hasta la lámina cuando se usa la misma herramienta en corte continuo
- SLOW POSITION: velocidad de desaceleración del RAM a partir del punto del TOP POSS
- BOTTOM POS: distancia a recorrer del RAM desde su punto de espera hasta el punto de penetrar la lámina
- DIE HEIGHT: distancia entre el RAM (striker) y el punch.

Con la flecha arriba/abajo se selecciona el código a configurar pulsando la tecla INPUT; una vez dentro del código, se procede a hacer los ajustes convenientes introduciendo los valores con la tecla input y una vez finalizados estos, se graban todos los cambios presionando la opción REG DATA.

A continuación se da un ejemplo de la página de configuración de estos códigos.

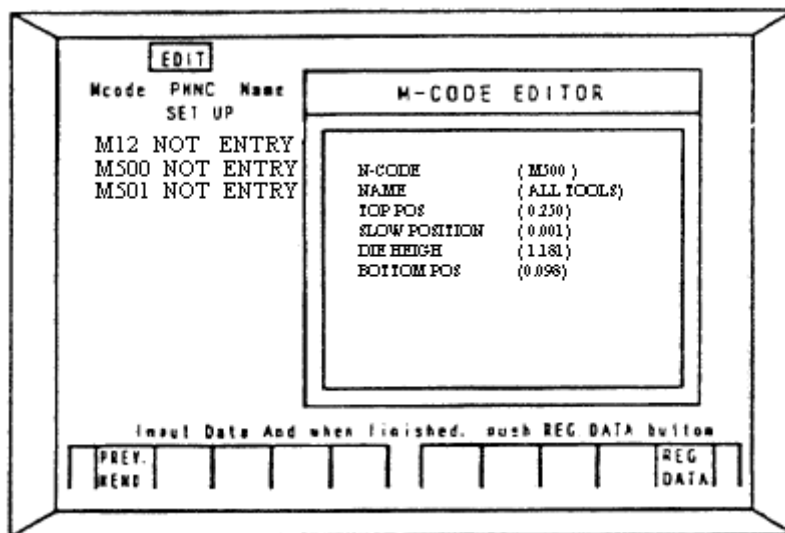


Fig. 2.17 Página de códigos M generales, PHNC.

Muchas veces, cuando la altura de la herramienta está mal ajustada no teniendo la altura correcta en un promedio de unas diez milésimas más corta, esta no atraviesa la lámina al punzonarla y erróneamente se pretende corregir este error haciendo el cambio de herramienta plana a herramienta de ángulo en la página de tooling data teniendo como objetivo que la herramienta penetre más para atravesar a la lámina, lo que efectivamente ocurre.

Pero al llegar el cambio de herramienta (SET-UP) y esta se ajusta correctamente, durante el proceso de punzonado esta tiende a jalar la lámina porque muchas veces al

operador se le olvida regresar el valor de 1 a 0 en la página de tooling data lo que provoca un retraso en el tiempo de la producción de un número de parte.

Para los códigos M502-M575, estos se utilizan en las herramientas llamadas *knock-out*, generalmente de forma circular, estos pueden ser de uno o dos terminales de agarre; el efecto del golpe de este tipo de herramienta no es el de atravesar completamente a la lámina desprendiendo la parte cortada, sino atravesarla sin que la parte punzonada se desprenda quedando sujeta a la pieza mediante sus terminales de agarre de tal manera que con un leve golpe pueda desprenderse cuando así se desee.

Un ejemplo común de este tipo de punzonado con knock-out lo podemos apreciar en las cajas metálicas donde se colocan los contactos y apagadores eléctricos que se encuentran en nuestras casas, es la pequeña pieza redonda que se remueve con un leve golpe para que por ese orificio entre el conducto con los cables eléctricos.

Cada uno de estos códigos utiliza los mismos parámetros de ajustes que los M500 y 501.

- TOP POSS: distancia de espera del RAM hasta la lámina cuando se usa la misma herramienta en corte continuo
- SLOW POSITION: velocidad de desaceleración del RAM a partir del punto del TOP POSS
- BOTTOM POS: distancia a recorrer del RAM desde su punto de espera hasta el punto de penetrar la lámina
- DIE HEIGHT: distancia entre el RAM (striker) y el punch.

Para el caso del *top poss* y *el slow position* se recomienda asignarle el mismo valor que se le asignó al código M500, el valor de 0.250 es generalmente recomendable para el *top poss* y 0.001 para el *slow position*.

En cuanto al DIE HEIGHT es un parámetro que se debe calcular de la siguiente manera:

1. Con un vernier se mide lo largo del punch armado completamente.
2. También se mide el dado desde su cara de corte hasta la base que sentara en la unidad porta dados de la estación.
3. Estos dos valores se suman para luego restarlos de la constante 10.512.
4. El resultado de esta resta, se introduce en el parámetro DIE HEIGHT.

La fórmula quedaría de la siguiente manera:

(Altura del punch knock-out + altura del dado knock-out) – 10.512= DIE HEIGHT

5. En la página de tooling data, se selecciona la estación en la que se trabajara con el knock-out y el parámetro TOOL TYPE se cambia a 2, esto le indica a la máquina que es una herramienta de uso especial.

6. En el programa, antes del block donde está asignada la estación con el knock-out se introduce el código M en cuestión como un solo block y al final de todo el proceso de punzonado de la herramienta especial se introduce el código M500 para cancelar la función del código M que se puso anteriormente y así la máquina siga punzonando de manera normal.
7. después de haber realizado estos ajustes, en la página del código M se procede a ajustar el golpe de la máquina sobre el knock-out: en el parámetro BOTTOM POS se va haciendo pruebas de punzonado incrementándole su valor en cantidades de 0.030 hasta que la lámina sea tocada por el punch knock-out y cuando esto ocurre, el golpe se va afinado en cantidades de 0.005 hasta que el corte sea el correcto.

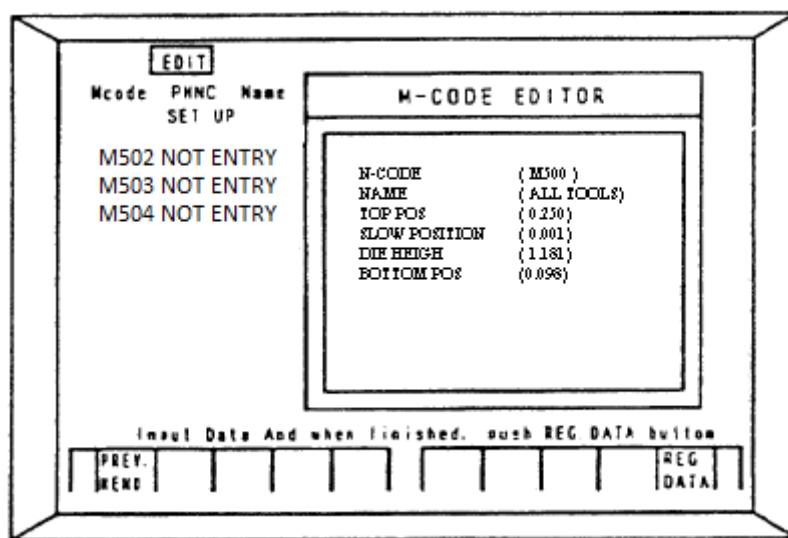


Fig. 2.18 Página de códigos M, knock-out.

Estos parámetros usados para los knock-out son similares para las herramientas especiales marking y slitting pero para el caso de las herramientas forming se necesitan configurar otros parámetros adicionales:

Form tonnage: máximo tonelaje permitido para ser aplicado sobre la hoja.

RAM speedy: velocidad de golpeo del RAM: 1: máximo, 2: lento.

Holding time: tiempo que dura el efecto de prensado sobre la hoja.

Max tonnage: tonelaje necesario para el efecto forming.

En la página de PHNC, forming aparece de la siguiente manera

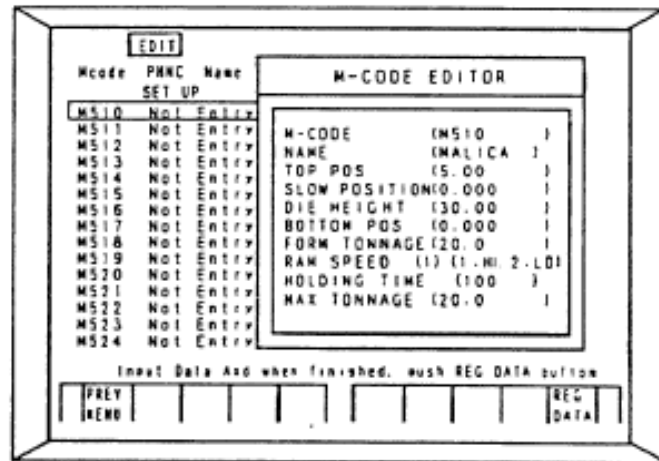


Fig. 2.19 Página de códigos M, forming.

2.3.7 Unidad de CNC

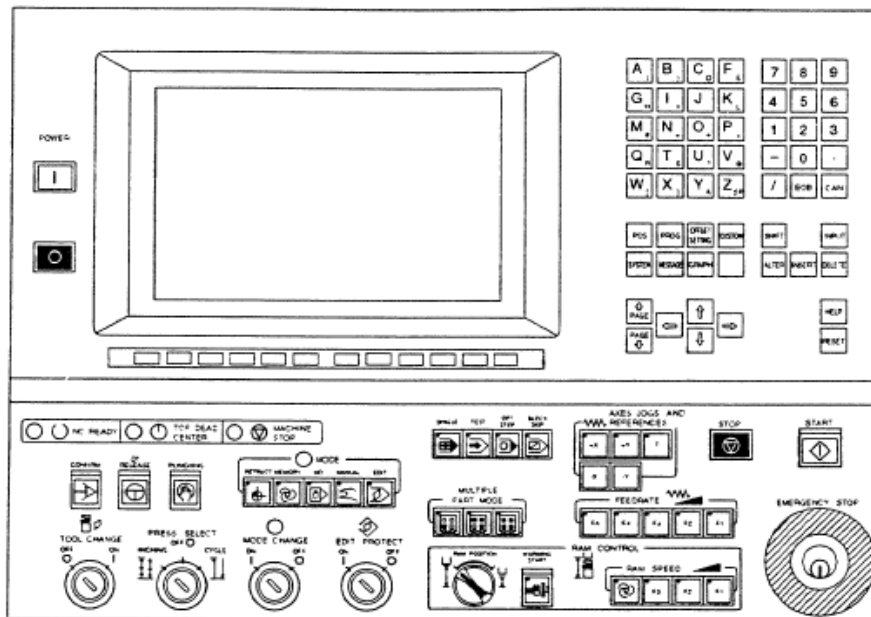


Fig.2.20 Vista frontal del NC. Panel de control.

El control CNC lo podemos dividir en dos partes: periféricos de entrada y periféricos de salida.

Los periféricos de entrada se pueden dividir en teclado alfanumérico, teclado de control NC y switches de protección.

El teclado alfanumérico contiene la numeración del cero al diez compartiendo cada tecla con las letras empleadas en el sistema de programación CNC.

Es a través de este teclado donde se puede hacer las modificaciones y correcciones a los programas cargados en la memoria del NC, de igual modo elaborar todo un programa directamente desde este teclado en cuestión.

El teclado de control NC está compuesto por cada una de las funciones que la máquina puede ejecutar en cualquiera de sus tres modos: manual, MDI y automático, sumado a este grupo se pueden incluir la tecla de EDIT que permite enviar y recibir datos desde el NC como también modificarlos.

El grupo de switches de protección está integrado por un conjunto de botones que contienen cada uno una llave de seguridad para la activación o desactivación de sus funciones: switch de *tool change*, *press select*, *mode change* y *edit protect*.

El switch *tool change* activa todos los sistemas de protección de la máquina y permite realizar todos los ajustes de SETUP de un programa a correr.

El *press select* es un switch de tres posiciones, al centro desactiva la función de punzonado del RAM; a la derecha activa la función de punzonado del RAM y a la izquierda permite manipular el RAM arriba/abajo en modo manual.

El *mode change* activa/ desactiva la manipulación de todas las teclas del NC.

Edit Project permite enviar y recibir datos desde el NC en *modo edit* como modificar los programas ya cargados en la memoria o crear uno directamente desde el teclado.

El periférico de salida más importante es el monitor ya que es a través de este por donde nos vamos informando del proceso de ejecución del programa y todos los valores de cada secuencia en cualquiera de los modos que se esté manipulando la máquina. De igual modo es a través de este por donde la máquina nos informa de cualquier falla ocurrida y nos proporciona alguna posible solución de la falla.

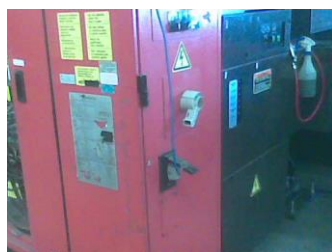
2.3.8 Armario eléctrico.



Fig. 2.21 Armario eléctrico principal de la punzonadora.

El armario eléctrico se encuentra detrás del servo motor de la torreta, colocado de manera perpendicular al control NC, justo al lado de este.

Dentro de él se encuentran todas las tarjetas de control de la máquina así como los módulos de control de los ejes; de igual modo, en él se encuentran anexados una unidad de lectura de diskette de 3 ½ y el conector de puerto paralelo mediante los cuales se puede introducir los programas al NC.



a: puerto paralelo.



b: drive de 3 ¼.

Fig. 2.22 Periféricos de entrada de programas.

2.3.9 Unidad hidráulica.



Fig. 2.23 Schiller y unidad hidráulica.

La punzonadora cuenta con una unidad hidráulica que le suministra el aceite hidráulico al RAM; está integrado por una línea de baja que suministra una presión de 10 psi y una de alta que suministra 22 psi.

El aceite de dicha unidad hidráulica es enfriado por un *schiller* en el que la temperatura es controlada a 65° F (18° C) como temperatura recomendable aunque esta temperatura puede ser modificada en un mínimo de 60° F (15°C) y máximo 75°F (23°C).

Capítulo 3. Estructura elemental de una CNC.

Toda máquina con control numérico computadorizado puede dividirse en dos partes: unidad de mando y unidad de control.

La unidad de mando está integrada principalmente por el NC (control numérico) mientras que la unidad de control la integra un módulo llamado MAIN también conocido como PC MAIN.

3.1 Unidad NC.



Fig. 3.1 Componentes del panel de control del CNC.

La unidad NC es la encargada de indicarle al MAIN que es lo que desea que la punzonadora haga ya sea de manera manual, automática o en modo MDI.

En ella están cargados todos los programas de trabajo de la máquina, las configuraciones generales tales como número de estaciones, configuraciones de herramientas y macros de trabajo.

Exteriormente, se encuentran todos los botones de las diferentes funciones de la máquina mediante los cuales el operador puede realizar las operaciones deseadas mientras en la pantalla observar la posición de los ejes, el programa de trabajo o los parámetros de configuración de la máquina.

Debajo de la pantalla, se encuentran una serie de botones que son para funciones auxiliares del modo EDIT, de la tecla SYSTEM o la tecla POSS mediante las cuales se tiene acceso a las páginas de estos.

De igual modo tiene incorporado un botón de paro de emergencia que desconecta al MAIN del NC y del lado izquierdo, junto a la pantalla los botones de encendido y apagado del NC.

Internamente está compuesto de una tarjeta a la que se le conoce como MAIN NC CARD (MNC) en la que hay dos unidades de memoria: una donde están cargados todos los parámetros de configuración del NC y otra donde se almacenan todos los programas y ajustes de SETUP de trabajo; y un micro procesador marca FANUC.

De tal manera que si en debido momento a una punzonadora Vipros 358 K II se le daña el MNC y se le pone el de otra Vipros de igual modelo, está máquina trabajará con todos los programas y ajustes de SETUP de la máquina de la que se tomó el MNC.

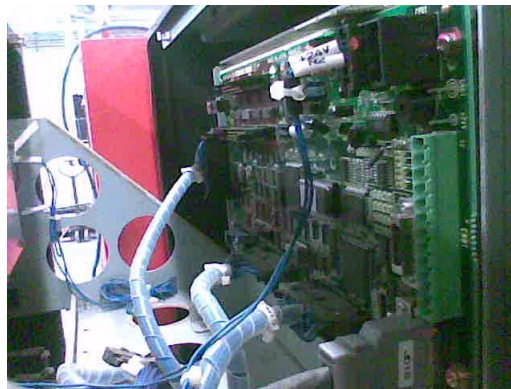


Fig. 3.2 Tarjeta MNC dentro del panel del CNC.

3.2 MAIN



Fig. 3.3 Unidad del MAIN.

El MAIN es la unidad de control de la punzonadora y es el que se encarga de coordinar todas las funciones de la máquina según sean requeridas por la unidad del NC.

Está integrado por tres módulos: modulo PC, módulo PSU y el modulo I/O; esto tres módulos están acoplados a una tarjeta principal a la que se le conoce como tarjeta PCB MAIN

3.2.1 PC MAIN.

El modulo PC MAIN es el encargado de coordinar todos los movimientos de la máquina requeridos por el módulo NC; está integrado por un módulo de memorias (ROM/RAM), un microprocesador marca FANUC, la tarjeta de video del monitor del NC, el puerto para lectura de diskette de 3 ½ y el puerto de comunicación RS232 para una PC remota desde la que se pueden enviar los programas a trabajar en la punzonadora.

En el módulo de memorias se guardan las configuraciones de comunicación con el NC, de los puertos de entrada/salida, parámetros de los drives que controlan los ejes e idioma del NC (español, inglés, japonés).

3.2.2 Unidad PSU

La unidad PSU (*power supply*) es la encargada de proporcionar el voltaje de alimentación a la unidad PC MAIN, a la unidad NC y a las tarjetas de interface (VP1, VP2, SPHNC).

Es alimentada con una señal de 240 Vca y tiene salidas de CD de 24V a 3.2 Amp y 5 Amp respectivamente.

3.2.3 Unidad I/O

Este módulo de I/O (entradas/salidas) está junto al módulo del PSU y está compuesto de 5 puertos de entrada, 3 de 50 bits y 2 de 20; y 3 puertos de salida de 50 bits cada uno.

Es a través de este módulo que el MAIN recibe las señales del NC, de los sensores y envía las señales hacia los actuadores de la máquina.

Entre las señales de entrada/salida y el módulo de I/O hay dos tarjetas de acoplamiento a las que se les conoce como tarjetas VIP1 Y VIP2; estas tarjetas tienen la función principal de aislar el MAIN de las señales de los sensores y actuadores de la máquina.

3.3 Servo drive



Fig. 3.4 Módulos de servo drives.

La máquina cuenta con dos unidades de servo drives: una unidad para los ejes de movimiento de corte X, Y, T y C y otra para el eje de punzonado, el RAM al cual también se le puede llamar eje R.

Para la unidad de movimiento de punzonado son 4 drives y una unidad de *power supply* marca FANUC.

Esta unidad de *power supply* es alimentada por una corriente de 220 Vca y la convierte a 325 Vcd con lo que alimenta a los drives de los ejes de movimiento de corte a través de dos placas metálicas por cada drive; luego a esta corriente de CD, cada drive lo convierte nuevamente a corriente de CA con lo que alimenta a cada servo motor asignado según la configuración de parámetros de cada drive.

De igual modo, proporciona una señal de 24 Vcd que alimenta a cada drive como señal de confirmación de puesta en marcha, dicha señal también es alimentada en forma paralela.

Para el caso del eje R, la máquina cuenta con dos servo drives marca Yuken pues el RAM está equipado con dos servo válvulas, una para el control de baja presión y otra para el de alta presión (control PHNC) siendo ambos servo drives alimentados con señal de 24 Vcd pero cada uno con fuentes independientes.

3.4 Actuadores.

La punzonadora, como máquina en términos generales está compuesta de pistones, válvulas, motores, bombas y demás componentes que cualquier otra máquina puede llevar pero como máquina punzonadora CNC tiene dos elementos que le dan su característica esencial: los servomotores y las servo válvulas que le dan el movimiento a los ejes según se los indique el programa cargado en la CNC.

Los servomotores reciben una alimentación de corriente de CA y tienen acoplados un encóder marca Fanuc de característica incremental ALPHA I64.

Para el caso del RAM, es controlado por dos servo válvulas marca Yuken con las que se controlan las presiones de baja y alta; las bobinas de estas servo válvulas son alimentadas por una señal de 24 Vcd y su posición es controlada por un sensor inductivo alimentado con 24 Vcd.

3.5 páginas del NC.

3.5.1 POSITION

A esta página se ingresa oprimiendo la tecla POSS que se encuentra en el NC de la máquina.

En esta página se muestran todos los datos relacionados a la posición de los ejes tanto en valores relativos como absolutos; para poder ver estos datos solo basta con oprimir la tecla de opción que se encuentra justo debajo de la pantalla.

Durante el proceso de trabajo de la máquina, en esta página se puede ir monitoreando todos sus puntos de posición con respecto al programa corriente pues se va indicando la posición de cada eje: X, Y, T y C como también el código G que en ese momento este en función.

Esta página puede verse en combinación con la página PROGRAM que es donde se visualiza el programa cargado en el NC.



Fig. 3.5 Función poss y program juntas.

3.5.2 PROGRAM.

La página program muestra todo lo relacionado a los programas cargados en la memoria del NC mediante las teclas opcionales que se encuentran debajo del monitor: por ejemplo:

- DIR muestra todos los programas cargados en el directorio de la memoria del NC
- PROGRAM: muestra el programa jalado del directorio para ser corrido por la máquina.

Esta opción puede ser visualizada en conjunto con la opción de POSITION pero si se oprime dos veces la tecla PROGRAM entonces la pantalla es ocupada completamente por el programa que se halla jalado del directorio en ese momento.

- OPRT: permite cargar mediante la opción READ un programa ya sea a través de la unidad de diskette o enviados desde una PC externa o extraer del NC un programa o parámetros mediante la opción PUNCH.

3.5.3 SETTING

En esta página se configuran:

- Write enable*:
- Canales de entrada/salida del NC.
- Unidades de medida: milímetros/pulgadas.
- Activación de las funciones PUNCH/READ.
- Datos de partes:
Requeridas, totales y realizadas.
- Horas de trabajo y número de golpes totales de la máquina.

3.5.4 SYSTEM

Esta página está integrada por tres opciones: PARAM, DGNOS, PMC y SYSTEM.

PARAM: donde se pueden ver y modificar todos los parámetros que están cargados tanto en MAIN NC y el MAIN PC; tales parámetros están asignados desde la dirección 0000 hasta la 16888.

DGNOS: en la página de diagnósticos se pueden ver:

- El historial de cada herramienta usada por estación: medida, tipo y número de golpes de cada herramienta.
- Botones activados del NC y movimientos realizados ya sea en modo manual, automático y MDI.
- Corrientes de cada servo.

- Servo válvula en trabajo.
- Punto cero eléctrico y mecánico de los ejes.

PMC: en esta página se encuentran las opciones:

PMCLAD: página donde se puede visualizar el diagrama escalera de todas las señales de la máquina.

PMCDIAG: página donde se puede visualizar las señales de entrada/salida (en forma digital) tanto de la máquina como del NC.

PMCPRM: en esta página se encuentran las opciones:

KEEP: activación/desactivación de señales eléctricas que activa/desactiva las diferentes funciones de la máquina.

SET: aquí se configura el idioma de control de la máquina, el nivel de acceso a los parámetros de la máquina, la implementación de un control auxiliar y el nivel de acceso al diagrama escalera de la máquina.

SYSTEM: es esta página se encuentran los datos generales de la máquina:

- Marca y modelo: Amada Vipros 358 K II.
- Modelo y marca del control: Fanuc 18p.
- Modelo de CRT: HSSB.
- Número de ejes.
- Versión del PMC: V217, edición 13.
- Programador: J. Llamada, Sato.

3.5.5 MESSAGE.

En esta página se muestran los mensajes de la máquina los cuales se dividen en dos tipos:

Mensajes de avisos: son los que no están directamente relacionados con una falla de la máquina sino más bien se refieren a un punto operacional como por ejemplo: errores en los programas, mal ajuste en el PHNC, nivel de grasa en el sistema de engrase automático o número de piezas alcanzadas; dichos mensajes van desde la dirección 000 hasta la 999.

Alarmas: estos mensajes son los que están relacionados con alguna falla de la máquina independientemente del NC, e inician desde la dirección 1000 hasta el 2999; y del 3000 hasta el 6000 corresponden al MAIN y al NC

Tanto los mensajes de avisos como las alarmas quedan archivados en el historial de mensajes de la máquina los cuales pueden ser hasta 100 y se van sustituyendo según los mensajes van apareciendo.

3.6 Funciones del NC.

La máquina tiene 5 funciones mediante las cuales se pueden realizar todas las operaciones necesarias a las que se les llaman MODOS y estos son: RETACT, manual, MDI, EDIT y automático.

3.6.1 Funciones en MODO RETRACT.

Este modo solo sirve para mandar a la máquina a su punto de origen también llamado punto cero o *home*; esto se hace oprimiendo la tecla *retract* y luego la tecla de cada eje X, Y y T (en la sección de *axes* referentes con signos positivos). Si la torreta quedó en una estación de auto índice, al mandarla a referencia el eje de auto índice se pondrá en su punto cero automáticamente para que la torreta se posicione en su estación de origen que es la estación de auto índice 201. Si la máquina no se encuentra en su punto cero no arrancara en modo automático una vez reseteado el programa.

3.6.2 Funciones en modo manual.

Este modo de operación solo puede ser realizado si se pone al NC en modo manual y para esto solo basta pulsar la tecla que dice MANUAL.

En este modo se puede mover cualquiera de estos tres ejes X,Y y T.

Para mover la torreta en el sentido que se desee se pulsa un botón principal que dice TURRET JOG y luego cualquiera de las dos botones marcados con flecha en sentido de rotación del reloj y otro con flecha contraria a la rotación del reloj; según se oprime cualquiera de estos dos botones es el sentido en el que la torreta gira.

Para el caso de los ejes X y Y, en la sección de *axes* referentes estos ejes están asignados con signos positivos y negativos; al pulsar una tecla de estas, será el sentido en el que el eje seleccionado se moverá; para el caso del eje X y del Y, el sentido negativo es acercarse a la torreta, mientras que para el de la torreta y del eje índice es girar contrario a las manecillas del reloj.

3.6.3 Funciones en MDI.

El término MDI quieren decir: *manual data input*: introducción de datos en modo manual.

Al poner la máquina en modo MDI pulsando esta tecla, se puede:

-Modificar cualquier parámetro de la máquina al desactivar la protección de *write enable* que se encuentra en la página SET.

-Calentar el RAM pulsando la tecla WARMING a inicio de turno.

-Girar cualquier estación de auto índice (debajo del RAM) en la posición que se desee para hacerle pruebas de linealidad de corte: para esto se pulsa dos veces la tecla program y da una página de opción MDI.

3.6.4 Funciones en EDIT.

El modo *edit* es el que permite recibir/enviar los programas y parámetros a cargar tanto en el NC como en el MAIN o extraerlos de estos a una PC externa para tener un respaldo de ellos.

Para el caso de los programas de trabajo, una vez ya cargados en el NC, se pueden hacer las correcciones o modificaciones necesarias desde el teclado de la máquina misma.

Cuando se pone al NC en el modo EDIT , da dos opciones que son READ y PUNCH.

La opción READ permite recibir los programas y parámetros enviados desde una PC externa hacia la máquina.

Para el caso de los programas de trabajo, a estos se les puede dar un nombre diferente del que tienen en la PC externa y deben de constar de 4 números anteponiéndoles la letra O sin que inicien con el número 9, y se presiona la opción READ.

Mientras el programa se carga aparece el mensaje INPUT hasta que es cargado por completo en la máquina.

Para el caso de los parámetros, se oprime la opción PARAM y luego READ y de esta manera los parámetros se cargaran en la máquina.

La opción PUNCH sirve para extraer los programas y parámetros de la máquina hacia una PC externa; solo se pueden extraer todos los programas juntos presionando la opción PROGRAM seguido de la opción PUNCH y en la PC se presiona la opción recibir; para los parámetros, se sigue un procedimiento similar: se presiona la opción PARAM seguido de la opción PUNCH y en la PC externa se presiona la opción recibir para que estos sean enviados de la máquina hacia la PC externa.

3.6.5 Funciones en automático.

Al presionar la tecla MEMORY se pone a la máquina en modo automático y al presionar el botón de *start*, la máquina inicia el proceso de punzonado sin detenerse al menos que el mismo programa así se lo marque o se oprima ya sea la tecla de stop o algún botón de paro de emergencia.

Capítulo 4. Actuador.

El actuador es el elemento final que pone en acción a un componente que realiza un trabajo en una máquina; puede ser eléctrico, mecánico, hidráulico o neumático.

Para el caso de la punzonadora Vipros 358K II, los actuadores principales son los servomotores y las servo válvulas que mueven los ejes de esta máquina.

La máquina cuenta con 5 ejes en total: eje X, Y, T, C y R. los cuales son controlados por servo drives independientes; Los primeros cuatro son controlados por drives marca Fanuc pero el eje R es controlado por drives marca Yuken

4.1 Servo motores.

La máquina, en cada uno de los ejes X, Y, T y C cuenta con un servo motor marca Fanuc, digital, de corriente alterna trifásico, con térmico interno, modelo α L50/2000 y a él acoplado un encóder tipo incremental α I64 con el que se censa la posición y velocidad de dicho motor; cada servo motor es controlado por un servo drive marca Fanuc del tipo SYM1 130

Las características principales de estos servomotores son que:

- 1 - Se les puede programar el sentido de giro del eje: CW o CCW.
- 2 - Manipular la velocidad de respuesta del servo.
- 3 - Determinar los diferentes topes de recorrido para cada lado: punto cero Eléctrico y *override*.
- 4 - Es posible programar qué debe hacer el servo en caso de sufrir una pérdida de señal.
- 5- Programar la resolución, es decir cuánto se mueve el control en el radio sin obtener un movimiento en el servo.

Cada uno de estos ejes tiene asignado los siguientes valores en cuenta a su velocidad como característica máxima.

Máxima velocidad en X: 80 m/min. (262 ft/min.)

Máxima velocidad en Y: 80 m/min. (262 ft/min.)

Máxima velocidad del eje T: 30 rpm/min

Máxima velocidad de rotación en estaciones de auto índice: 60 rpm/min

A continuación se muestra la estructura interna de un encóder incremental de 3 canales y la de un servo motor de CA con rotor sin escobillas.

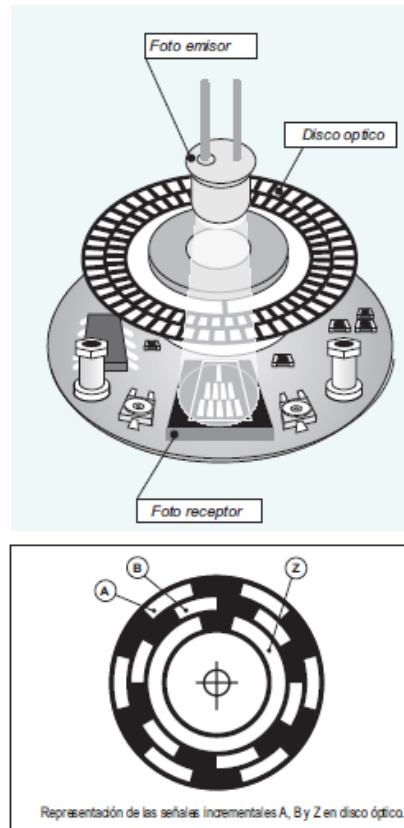


Fig. 4.1 Estructura interna de un encóder incremental.

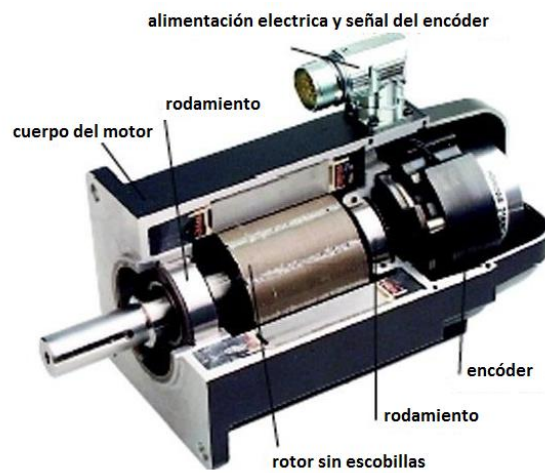


Fig. 4.2 Estructura interna de un servo motor de CA

4.2 Servo válvulas.

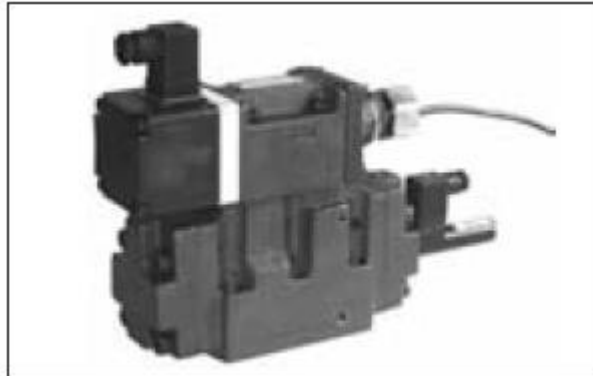


Fig. 4.3 Servo válvula de control de RAM.

Para el control del RAM, este cuenta con dos servo válvulas con las que se manipula tanto la entrada como la salida de aceite de tal manera a la entrada del RAM, seguido de los acumuladores se encuentra a lo que se le conoce como la servo válvula de alta presión y a la salida, la servo válvula de flujo o baja presión.

Estas dos servo válvulas son de cuatro vías, tres posiciones, de tipo lineal y de alta velocidad con sensor de pilotaje en su embolo principal con una respuesta máxima de 8 ms y una frecuencia de trabajo de 100 hz/min máximo con una presión de 35 MPa.

Con estas dos servo válvulas, el RAM es manipulado brindando una eficiencia de trabajo en las que sus movimientos pueden ser controlados fácilmente mediante los parámetros del PHNC.

5. El programa de trabajo en la CNC.

La elaboración de una pieza puede tener el siguiente proceso

Tabla 5.1 Secuencia de elaboración de una pieza.



El diagrama puede ser obtenido ya sea de una manera visual en el que las medidas se tomen directamente de una pieza muestra previamente elaborada o puede ser el resultado de todo un proceso de ingeniería (plano) en el que la pieza muestra no existe sino hasta después de la ejecución del programa de dicha pieza en la máquina CNC.

Cuando la pieza a elaborar no es muy complicada en su forma y medidas, hasta cierto punto el programa puede ser elaborado de una manera manual en la CNC sin tener la necesidad de usar alguna herramienta extra más que de un lápiz y una hoja de papel para hacer cualquier anotación necesaria pero la cosa se complica cuando el número de piezas requeridas son más de una docena o quizás una centena y más aún, cuando la pieza tiene formas irregulares y un gran número de acotaciones sumando a esto el hecho de que siempre se necesita hacer el mejor uso de la lámina aprovechando hasta el más mínimo espacio para obtener el mayor número de productos posibles.

5.1 El fabriwin y el auto-cad como herramientas de programación.

Como se dijo anteriormente, cuando la pieza tiene formas y acotaciones sencillas, el programa se puede elaborar de una manera manual directamente en la CNC pero cuando esto no es posible entonces se hace uso de dos *softwares* elementales para poder diseñar o rediseñar la pieza y así dar lugar al programa de la pieza; estas dos herramientas son el fabriwin y el *auto-cad*.

El *auto-cad* no es más que uno de los de Diseño Asistido por Ordenador (CAD, acrónimo de *Computer Aided Design*) el cual se utiliza para generar con casi todas las características de un determinado. El plano de una pieza puede ser enviado desde cualquier parte del mundo vía email y luego ser modificado o rediseñado mediante el *auto-cad*.

Una vez hecho los ajustes en el plano de la pieza, este se abre mediante el programa fabriwin el cual es uno de los programas llamados CAM (CAM, acrónimo de *computer aided manufacturing*): fabricación asistida por computadora.

El fabriwin se basa en una serie de códigos numéricos los cuales sirven para diseñar el programa de la pieza.

Una vez abierto el plano de la pieza mediante el fabriwin se procede a hacer un reconocimiento de las herramientas de corte dadas de alta en el directorio de herramientas.

Luego, en el plano de la pieza se selecciona una línea del dibujo a la que se le asigna una herramienta de corte y así sucesivamente se va realizando el mismo procedimiento sobre todas las líneas del plano; finalmente se hace un recorrido de todas las herramientas asignadas a las líneas del plano, a lo que se le llama ruteamiento de corte con lo que se detectara algún posible error en toda la secuencia del programa.

Conforme se va dando el recorrido del ruteamiento se va visualizando el programa con cada una de las herramientas asignadas a las líneas de la figura del plano hasta que este queda concluido al que finalmente se le asigna un nombre que por lo general es el número de parte de la pieza.

5.2 Estructura de un programa.

El programa se puede elaborar en dos tipos de medidas: en mililitros o en pulgadas, por lo que este debe llevar estas anotaciones en la sección del SET-UP para que en la página del PMC, en la sección de SYSTEN, de SET se hagan los cambios correspondientes: 1: *inches* o 0: milímetros.

Se cambió a 0 o a 1 según sean las medidas en las que el programa fue estructurado y en el cuerpo principal del programa, antes de los parámetros del material se anteponen los siguientes códigos:

G21: milímetros.

G20: pulgadas.

Un programa consta de las siguientes partes: número del programa, datos de SETUP, cuerpo principal del programa y parámetros de fin del programa.

5.2.1 Número del programa

El número del programa está compuesto de dos partes: por una letra O seguido de una cifra de cuatro números. Por ejemplo O1358.

Esta cifra no es más que los cuatro últimos dígitos del número de parte de la pieza que se correrá con dicho programa.

5.2.2 Datos del SET-UP

En la sección del SET-UP es donde se ponen todos los ajustes necesarios para la ejecución del cuerpo del programa:

Características de todas las herramientas a usar: ancho, largo y forma de cada una de ellas.

Número de estaciones en la torreta donde se deben ubicar las herramientas.

Posición donde se ubicaran cada uno de los clamps para protección de la máquina.

Tipo de material a usar y sus medidas.

5.2.3 Cuerpo principal del programa

El cuerpo principal del programa contiene los siguientes datos:

Parámetro del material: tipo y grosor.

Parámetros de la mesa.

Coordenadas de punzonado.

Cancelación de códigos especiales.

Reseteo del programa.

5.3 Variables.

Las variables usadas en una Vipros 358 K son las siguientes:
A, B, C, D, F, I, J, K, P, Q, T X y Y; dependiendo del código que se le anteponga en la línea inicial será la función que desempeñe en cuanto al valor que se le asigne a cada una de ellas.

Tabla 5.2 Variable A

CÓDIGO	FUNSION
G06	Grosor de la lámina
Antes de cualquier código G	Subrutina de ejecución

Tabla 5.3 Variable B

CÓDIGO	FUNSION
G06	Tipo de material
Como monoblock	Llamado de subrutina

Tabla 5.4 Variable C

CÓDIGO	FUNSION
Antes de cualquier código G	Posición de la estación de auto índice

Tabla 5.5 Variable D

CODIGO	FUNSION
G66	Compensación de longitud
G78	Grosor de la lámina
G79	Grosor de la lámina

Tabla 5.6 Variable F

CODIGO	FUNSION
Como block único	Velocidad de la máquina, donde f4 es la más lenta y F1 la más rápida

Tabla 5.7 Variable I

CODIGO	FUNSION
G26,G29	Radio del círculo: solo positivo
G28	Distancia entre cada ponche
G36	Von respecto al eje Y: distancia entre cada línea de punzonado
G66	Longitud del corte
G67	Longitud del corte sobre el eje X (+/-)
G68	Radio de la circunferencia
G69	Longitud del corte
G78	Radio del corte circular
G79	Longitud del corte

Tabla 5.8 Variable J

CODIGO	FUNSION
G26, G29	Sentido del corte y ángulo de inclinación del primer ponche con respecto al eje X (+/-)
G28	Inclinación del poncheo con respecto al eje X
G36	Distancia entre cada ponche de la misma línea
G66	Inclinación y sentido del corte (+/-)
G67	Longitud del corte sobre el eje Y (+/-)
G68	Angulo donde inicia el corte de la circunferencia (+/-)
G69	Angulo de inclinación del corte (+/-)
G78	Angulo de inclinación donde inicia el corte
G79	Angulo de inclinación del corte

Tabla 5.9 Variable K

CODIGO	FUNSION
G26	Numero de ponches (+/-)
G28	Numero de ponches: solo positivo
G29	Numero de ponches: solo positivo
G36	Numero de ponches con respecto al eje X
G68	Distancia total en grados de todo el corte (+/-)
G78	Distancia total en grados de todo el corte (+/-)

Tabla 5. 10 Variable P

CODIGO	FUNSION
G29	Angulo entre cada ponche
G36	Numero de ponches con respecto al eje X
G37	
G66	Longitud de la herramienta
G67	Ancho de la herramienta
G68	Ancho de la herramienta
G69	Diámetro de la herramienta
G78	Diámetro de la herramienta
G79	Diámetro de la herramienta

Tabla 5.11 Variable Q

CODIGO	FUNSION
G66	Ancho de la herramienta (+/-)
G68	Distancia en grados entre cada ponche
G69	Distancia entre cada ponche
G73	Secuencia de punzonado de piezas en un área para 4 piezas
G78	Distancia entre cada ponche
G79	Distancia entre cada ponche

Tabla 5.12 Variable T

CODIGO	FUNSION
Antes de cualquier código G	Número de la estación de la herramienta en la torreta

Tabla 5.13 Variable X

CODIGO	FUNSION
G04	Retardo de punzonado
G73	Longitud total sobre el eje X del área de 4 piezas
G93	Offset en Y (+/-)

Tabla 5.14 Variable Y

CODIGO	FUNSION
G73	Longitud total sobre el eje Y del área de 4 piezas
G93	Offset en Y (+/-)

Tabla 5.15 Variable W

CODIGO	FUNSION
G73	Proyección de corte simétrico espejo

5.4 Códigos de programación.

La máquina para poder llevar a cabo todas sus funciones necesita de códigos (comandos) que definirán el proceso de ejecución del programa; estos códigos se dividen en tres tipos: códigos G, también llamados códigos directos o geométricos, códigos M auxiliares o mecánicos y códigos M de PHNC.

5.4.1 Códigos G y su función.

A continuación se da una lista de los códigos G geométricos usados en la punzonadora Vipros K II.

Tabla 5.16 Códigos geométricos y sus funciones.

CODIGO	FUNSION
G02	
G04	Retardo de punzonado
G06	Especificaciones del material
G25	Reposición con tolerancia
G26	Punzonado de circulo en grados
G27	Reposición sin tolerancia
G28	punzonado lineal con grado de inclinación
G29	Punzonado en círculo con grado de inclinación y separación en grados
G36	Rotación en X
G37	Rotación en Y
G50	Fin del programa
G66	Corte lineal
G67	Corte cuadrado
G68	Corte circular con nibbling
G69	Corte lineal con nibbling
G70	Movimiento sin ponchar
G72	Origen de corte
G73	Proyección de corte simétrico espejo
G78	Corte circular con herramienta redonda
G79	Corte lineal con herramienta redonda
G93	Desfasamiento de la mesa

5.4.2 Códigos M auxiliares o mecánicos.

Los códigos M se dividen en dos tipos: códigos M auxiliares y códigos M de PHNC.

Los códigos M auxiliares o mecánicos están relacionados directamente con la estructura básica del programa pues se utilizan para indicarle a la máquina la activación o desactivación de una función sin que esta intervenga directamente con el efecto de golpe del RAM.

Tabla 5.17 Códigos M auxiliares y sus funciones.

CODIGO	FUNSION
M00	Paro del programa
M01	Paro opsional del programa
M08	Golpe con retardo
M09	Desactivación de golpe con retardo
M12	Nibbling
M13	Cancelación de cualquier código M
M80	Abrir work chute
M81	Cerrar work chute
M94	Abrir clamp
M95	Cerrar clamp
M96	Ejecución de subprogram
M97	Fin de subprogram
M681	Maxima velocidad
M682	Velocidad media
M683	Baja velocidad
M692	Ram arriba
M693	RAM abajo (cancelación de M692)

5.4.3 Códigos M de PHNC

Los códigos M de PHNC son códigos auxiliares que se incorporan al programa cuando se desea manipular el efecto de golpe del RAM y se dividen según el tipo de herramienta especial con el que se requiere trabajar: knock-out, slitting, forming, marking.

En la siguiente tabla se muestran los códigos M de PHNC y sus funciones según la herramienta usar.

Tabla 5.18 Clasificación de códigos M de PHNC.

PUNCH/NIBBLE	KNOCKOUT	SLITTING	FORMING/MARKING
M500-M501	M502-M575	M506-M509	M510-M999/M560-M569

5.5 Ejemplo de programas.

5.5.1 Con dos ejes.

O1245; número del programa

T218, 0.250; número de estación y medida de la herramienta

Size 70,40; tamaño de la hoja

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

X39.0 y25.0 T218; movimiento en el eje X y Y para ponchar con la estación 218

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

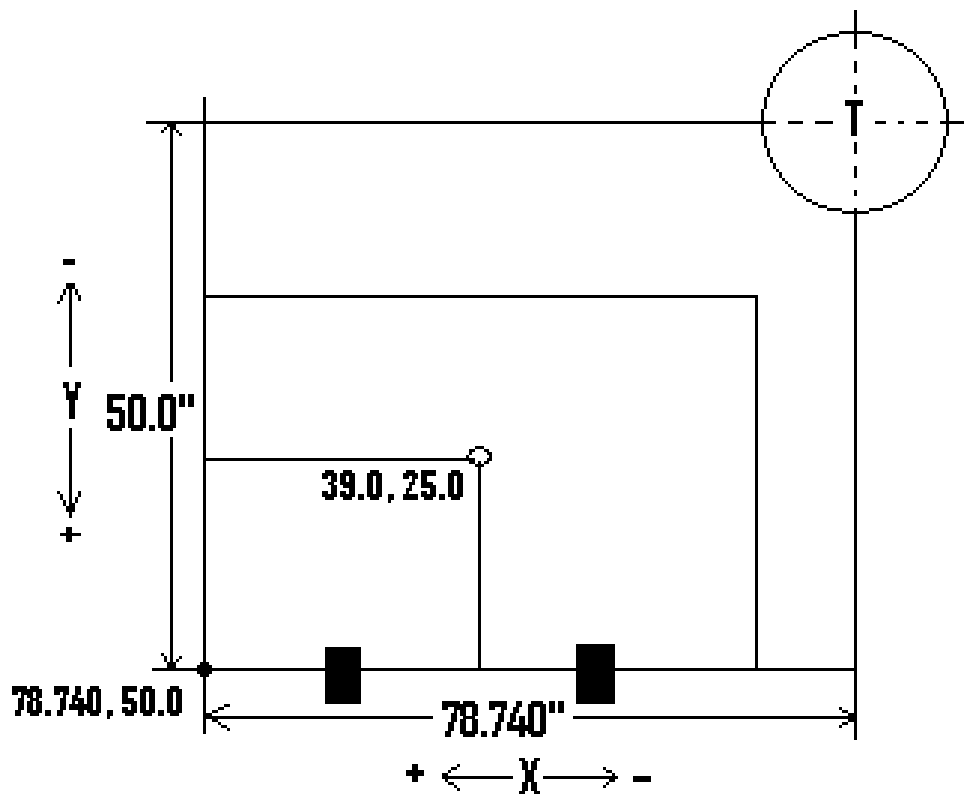


Fig. 5.1 Corte a dos ejes.

5.5.2 Con códigos G

G26

Punzonado de círculo en grados.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.250; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; centro de la circunferencia

G26 I26.0 j45.0 k6 T218

I: radio de la circunferencia

J: ángulo entre orificios

K: número de orificios

T: herramienta de ¼ de pulgada

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

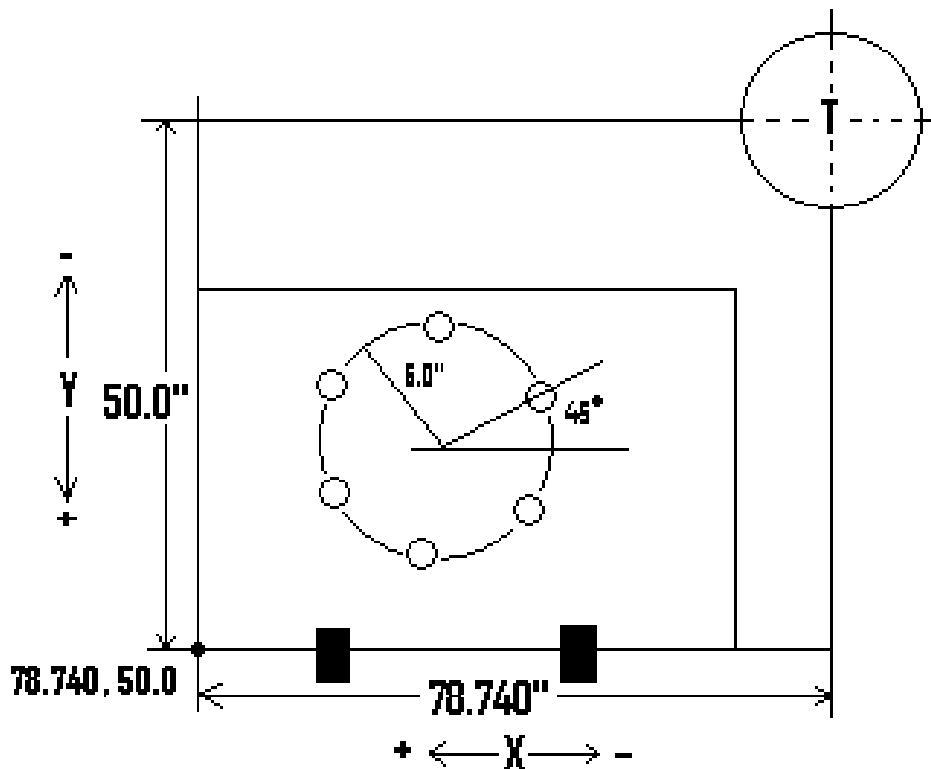


Fig. 5.2 Punzonado circular completo en grados

G28

Punzonado lineal con grado de inclinación.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.250; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; centro de la circunferencia

G28 I5.0 j30.0 k3 T218

I: distancia entre orificios

J: ángulo de inclinación de la línea de orificios

K: número de orificios

T: herramienta de 1/4 de pulgada

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

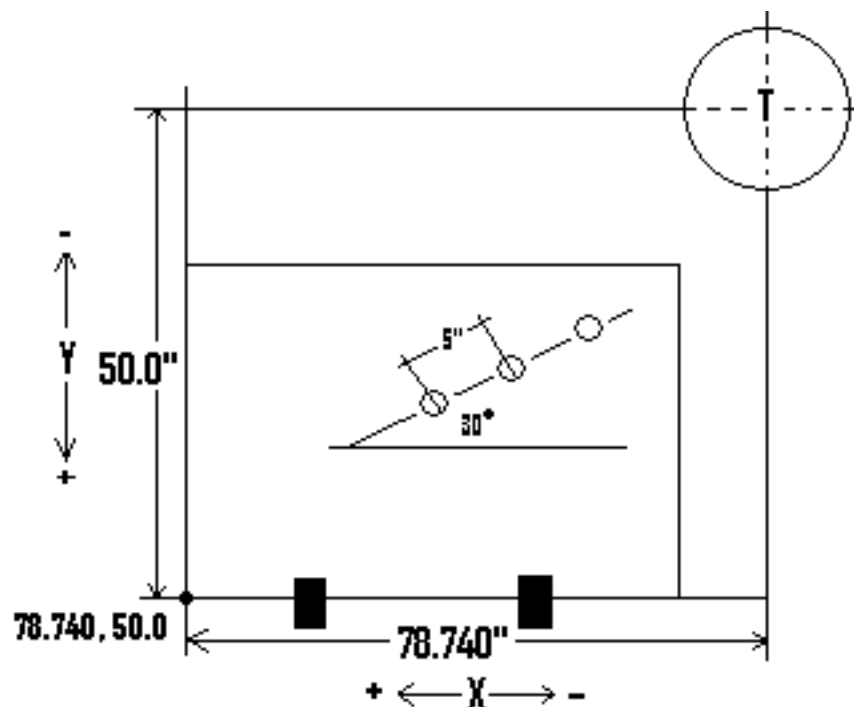


Fig.5.3 Punzonado lineal con ángulo de inclinación.

G29

Punzonado en círculo con grado de inclinación y separación en grados.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.250; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; centro de la circunferencia

G26 I10.0 j30.0 P15.0 k5 T218

I: radio

J: ángulo de inclinación del primero orificio

K: número de orificios

P: ángulo de separación entre cada ponche

T: herramienta de ¼ de pulgada

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

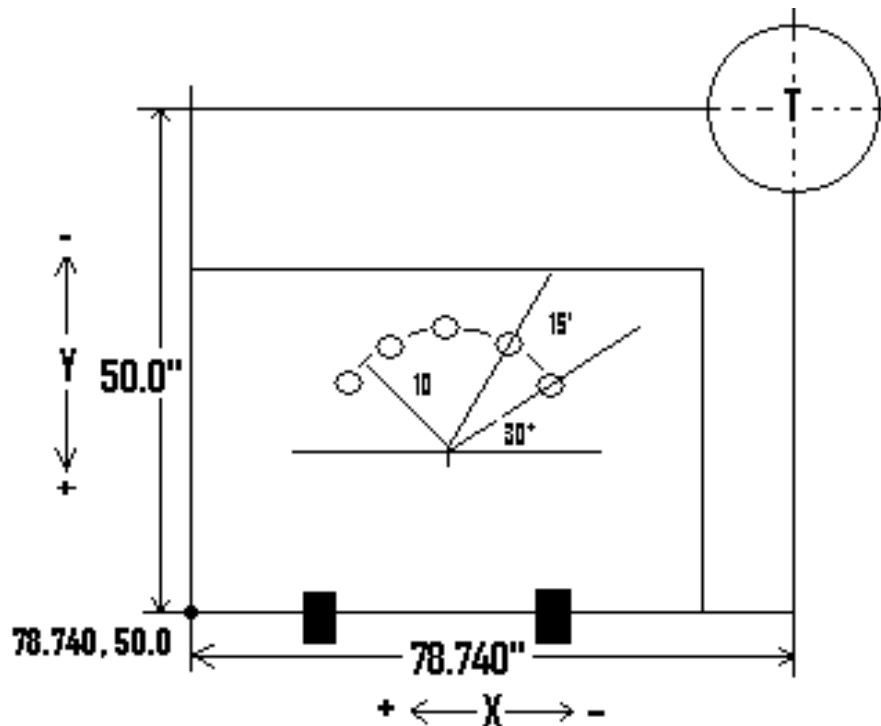


Fig. 5.4 Punzonado semicircular con ángulo de inclinación y separación en grados

G36 y G37

Rotación de secuencia de punzonado

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.250; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052; grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; centro de la circunferencia

G26 I10.0 j30.0 P15.0 k5 T218

I: radio

J: ángulo de inclinación del primero orificio

K: número de orificios

P: ángulo de separación entre cada ponche

T: herramienta de ¼ de pulgada

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

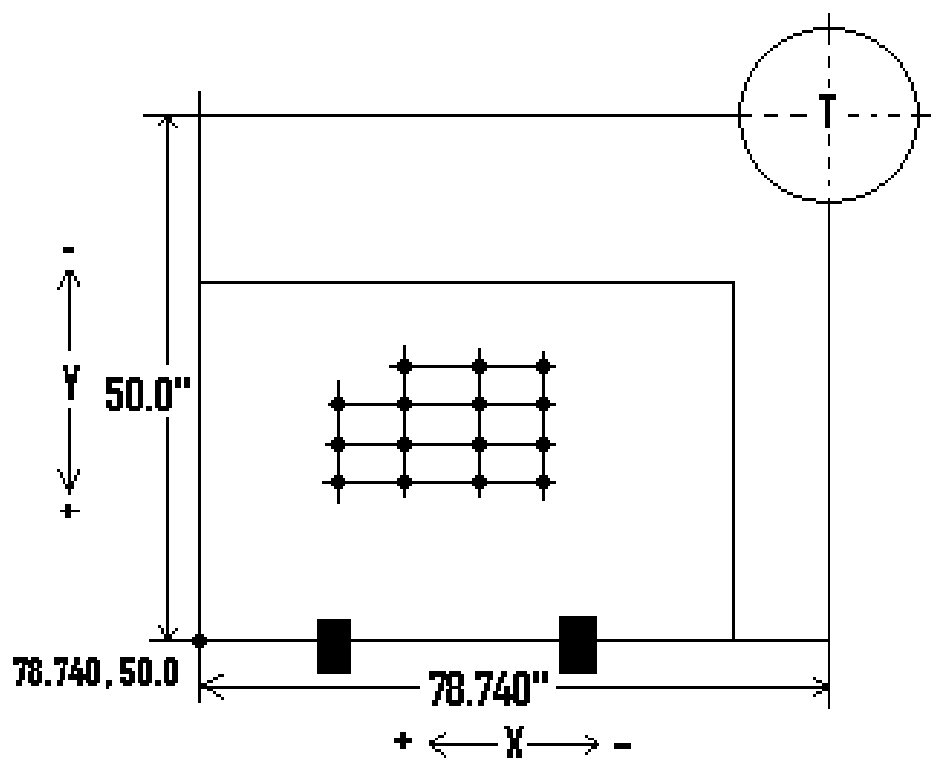


Fig. 5.5 Rotación de punzonado.

Secuencia con G36

Usando el G36, la secuencia de punzonado queda de la siguiente manera.

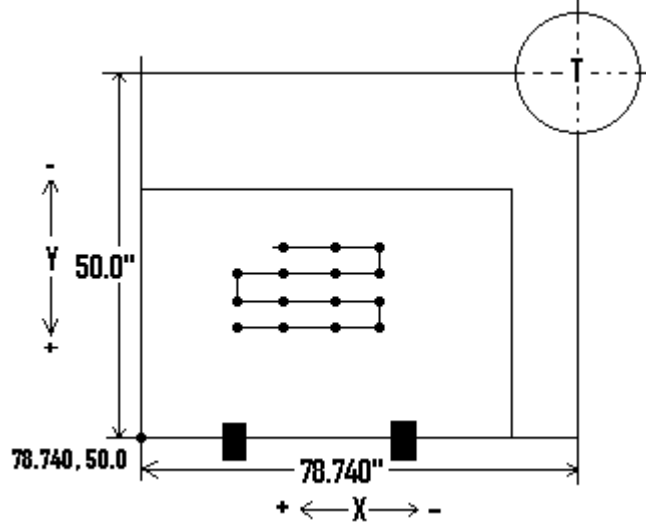


Fig. 5.6 Secuencia de punzonado usando G36.

Secuencia con G37

Usando el código G37, la secuencia de punzonado queda de la siguiente manera.

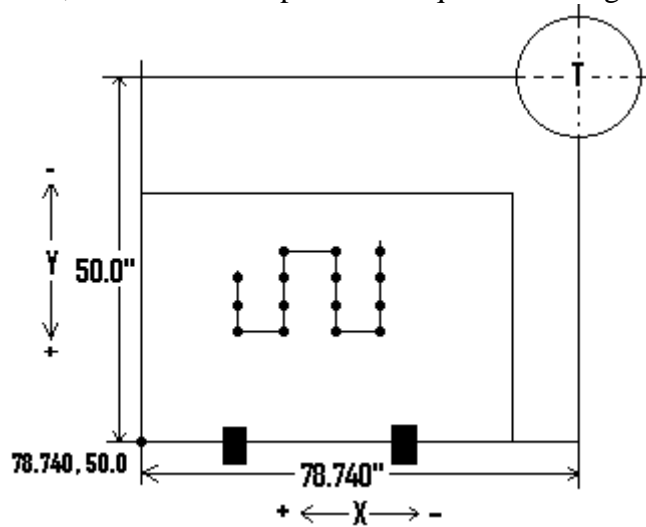


Fig. 5.7 Secuencia de punzonado usando G37.

G66

Corte lineal.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052; grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I5.0 j30.0 P0.500 Q0.500 T218

I: longitud del corte

J: ángulo de inclinación del corte

P: longitud de la herramienta

Q: ancho de la herramienta

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

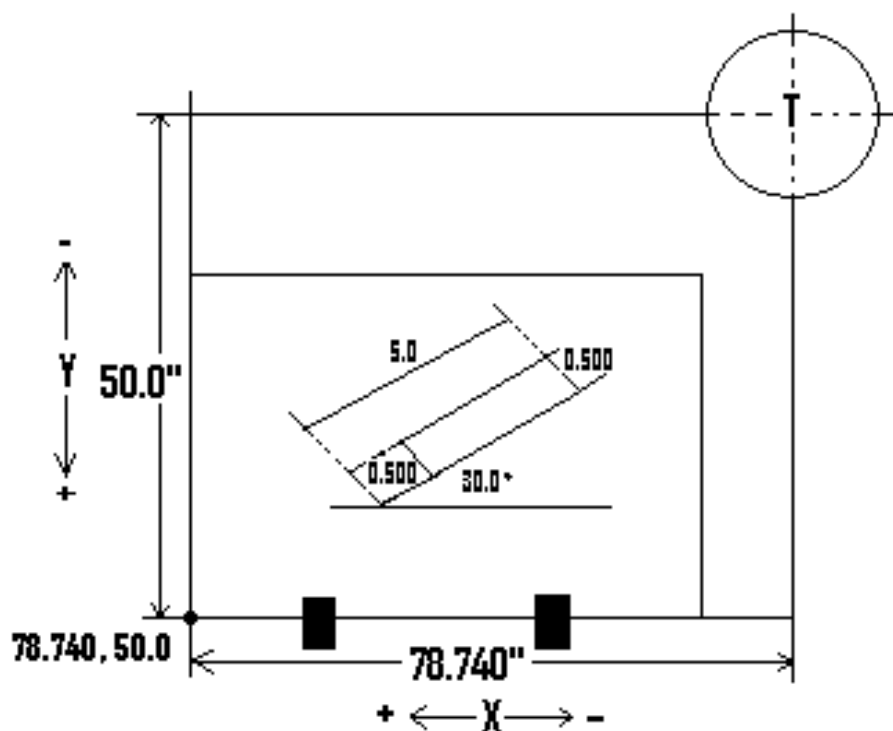


Fig. 5.8 Corte lineal con G66.

G67

Corte cuadrado.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I10.0 J5.0 P0.500 T218

I: longitud del cuadro

J: ancho del cuadro

P: longitud de la herramienta

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

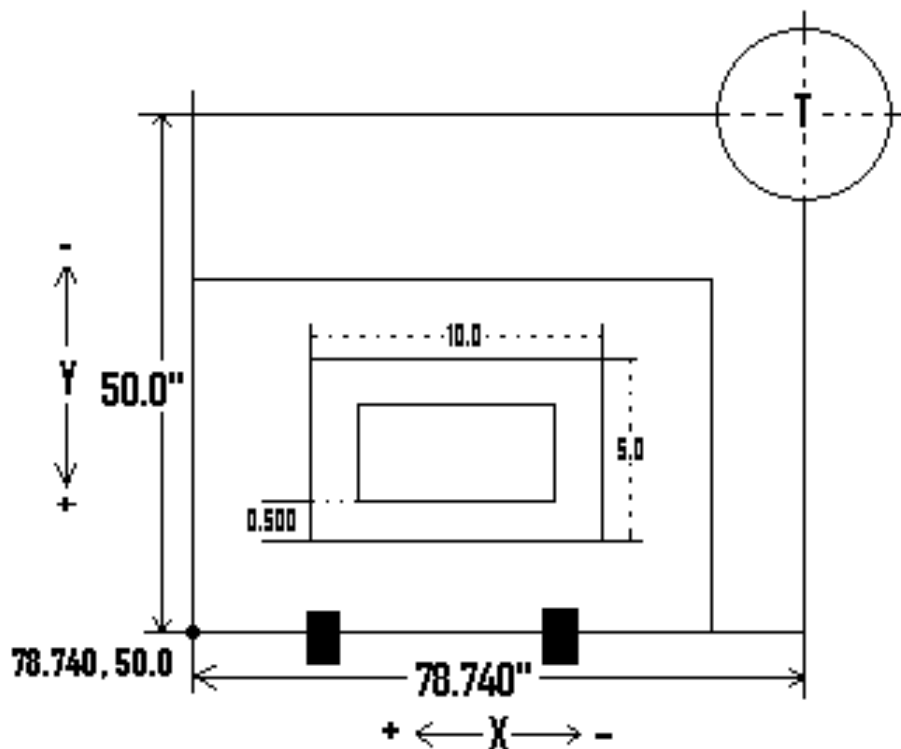


Fig.5.9 Punzonado de un cuadro.

G68

Corte circular con nibbling.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052; grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I8.0 J30.0 K100.0 P0.500 Q6.0 T218

I: longitud de del corte

J: ángulo de inicio del corte

P: longitud de la herramienta redonda

K: ángulo total del corte

Q: intervalo del nibbling

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa

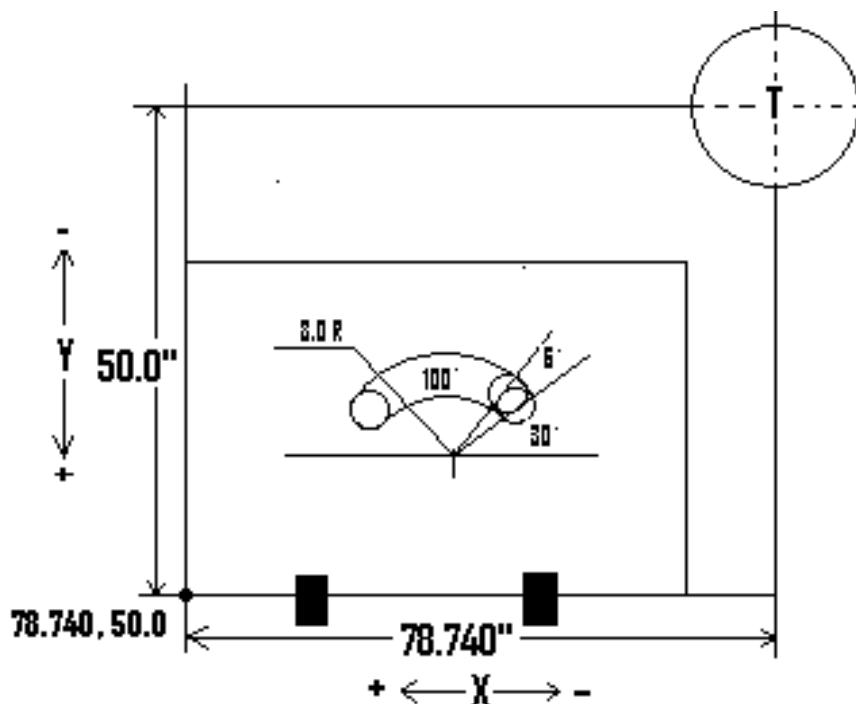


Fig.5.10 Punzonado circular con nibbling.

G69

Corte lineal con nibbling.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 cuadrado, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I10.0 J30.0 P0.500 Q6.0 T218

I: longitud de del corte

J: ángulo de inicio del corte

P: longitud de la herramienta redonda

Q: intervalo del nibbling

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

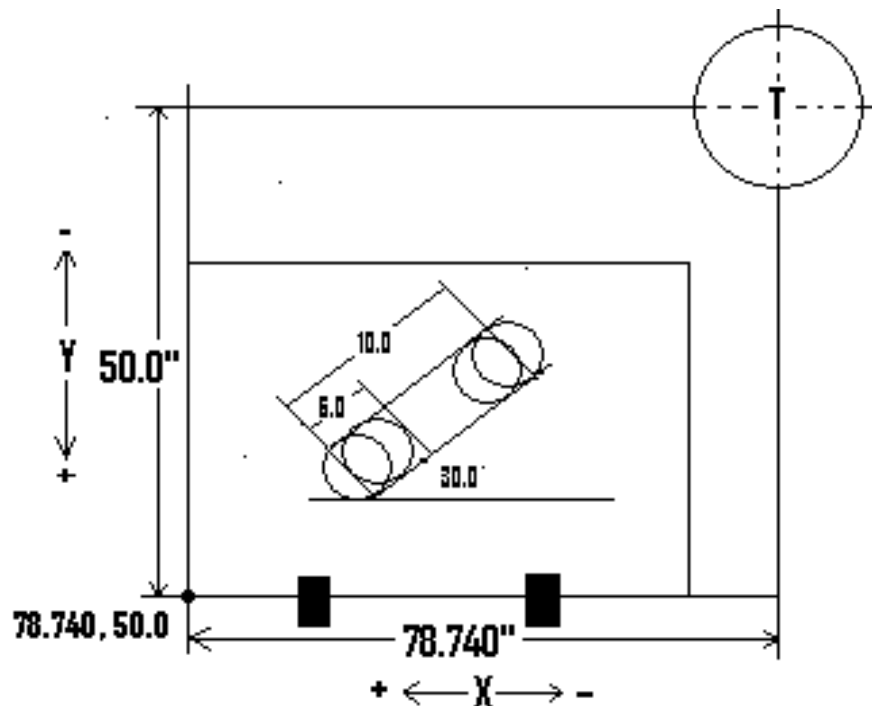


Fig. 5.11 Punzonado lineal con nibbling.

G78

Corte circular con herramienta redonda.

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 redondo, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052; grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I8.0 J30.0 K100.0 P0.500 Q6.0 D0.0625 T218

I: radio del corte

J: ángulo de inicio del corte

K: ángulo total del corte

P: diámetro de la herramienta redonda

Q: intervalo del nibbling

D: grosor de la hoja

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

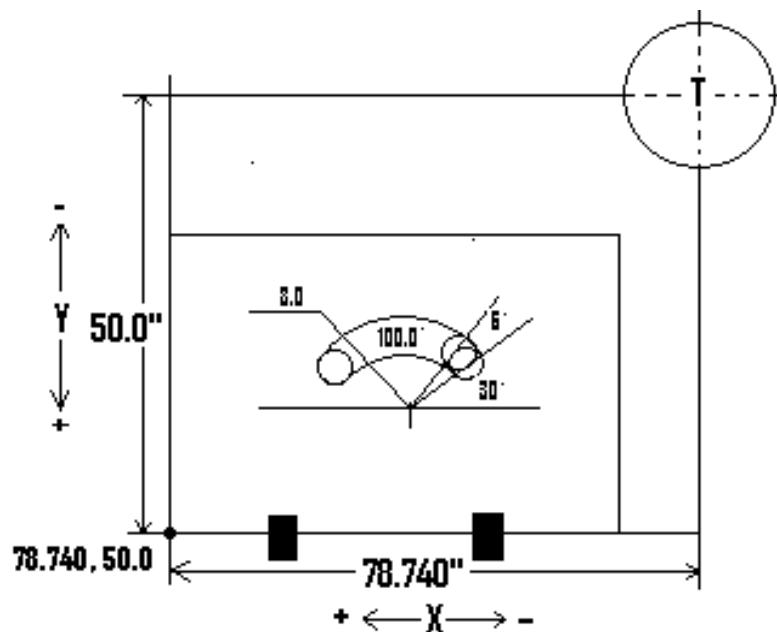


Fig. 5.12 Punzonado circular con herramienta redonda.

G79

Corte lineal con herramienta redonda

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T218 redondo, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I10.0 J30.0 P0.500 Q0.350 D0.0625 T218

I: longitud del corte

J: ángulo de inicio del corte

P: diámetro de la herramienta redonda

Q: intervalo del nibbling

D: grosor de la hoja

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

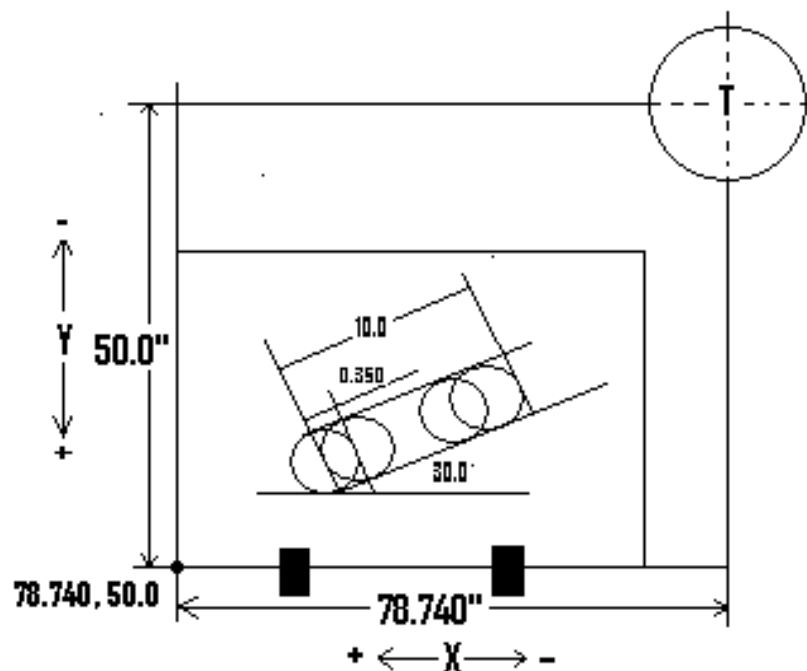


Fig.5.13 Punzonado lineal con herramienta redonda.

5.5.3 Con auto índice.

Son 4 las estaciones de auto índice en una Vipros King II, dos estaciones para herramientas de 2" que son las estaciones 210 y 230 donde la estación 210 es el punto cero de la torreta y dos estaciones para herramientas de 4 1/2" que son las estaciones 115 y 144.

Una estación de auto índice es aquella que tiene la característica de moverse en forma circular, en grados, colocándose en la posición en la que se desea hacer el corte.

A este tipo de estación se le asigna la variable C; el mínimo valor que se le puede asignar es 0.001 y el máximo es 360.0; los valores pueden ser positivos o negativos.

Si por alguna razón a una estación fija se le asigna una variable C, entonces se presentara la alarma 1000: INDEX TOOL NOT SELECTED; Y si a una estación de auto índice no se le asigna la variable C, entonces la máquina asumirá automáticamente la posición de 0 grados sin presentar ninguna alarma.

A continuación se muestra un programa haciendo uso de una estación de auto índice

O1245; número del programa

Número de piezas: 6 piezas

Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0

T201 redondo, 0.500; número de estación y medida de la herramienta

Clamps: 5.0 35.0; posición de los clamps

G06 A0.052 b2; 0.052; grosor de la hoja. B2: aluminio

G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

G72 X39.0 Y25.0; origen de corte

G66 I10.0 J30.0 P0.500 Q0.350 T201 C45.0

I: longitud del corte

J: ángulo de inicio del corte

P: diámetro de la herramienta redonda

Q: intervalo del nibbling

C: ángulo en el que se coloca la estación de auto índice

T: número de la estación con la herramienta

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

5.5.4 Con códigos M auxiliar.

O1245; número del programa
Número de piezas: 6 piezas
Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0;
T201 redondo, 0.500; número de estación y medida de la herramienta.
Clamps: 5.0 35.0: posición de los clamps
G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio
G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

M683; arranque en baja velocidad

G72 X39.0 Y25.0;
G66 I10.0 J30.0 P0.500 Q0.350 T201 C45.0

M00; paro de maquina

M681; arranque en máxima velocidad

X3.0 Y22.0 T218
Y25.0

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

5.5.5 Con códigos M de PHNC.

O1245; número del programa
Número de piezas: 6 piezas
Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0;
T201 redondo, 0.500; número de estación y medida de la herramienta
T256 knockout de 2.500
T229 marking de 2, 0.750.
Clamps: 5.0 35.0: posición de los clamps
G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio
G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

M683; arranque en baja velocidad

M12; efecto nibbling
G72 X39.0 Y25.0; origen de corte
G66 I8.0 J30.0 K100.0 P0.500 Q6.0 T218

G72 X39.0 Y25.0;
G66 I10.0 J30.0 P0.500 Q0.350 T201 C45.0
M00; paro de maquina

M681; arranque en máxima velocidad
X3.0 Y22.0 T218;
Y25.0;

M502; llamado de macro para uso de knock-out
X5.0 Y15.0T256;
M500; cancelación del macro anterior

M510; llamado de macro para uso de marking
X8.8 Y20.0T229;
M500; cancelación del macro anterior

M13; cancelación de efectos del RAM
G50; fin del programa.

5.6 Ejecuciones especiales.

5.6.1 Rutinas.

Una rutina es una línea del programa la cual se ejecuta repetidas veces en diversos puntos de la lámina (cortes) y para no repetirla en el programa todas las veces que se necesita ejecutar, esta se puede meter en una rutina de ejecución contenida en la variable A seguida del número de la rutina (A1) la cual puede ser llamada por la variable B precedida del número de la rutina que se desea ejecutar.

A continuación se da un ejemplo de rutina.

O1245; número del programa
Número de piezas: 6 piezas
Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0;
T115 rectangular, 3,0.250; número de estación y medida de la herramienta
T256 knockout de 2.500
T229 marking de 2, 0.750.
Clamps: 5.0 35.0: posición de los clamps
G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio
G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

M683; arranque en baja velocidad
G72 X3.0 Y3.0;
A1G66 I15.0 J90.0 P3.0 Q0.250 T115 C90.0;

G72 X6.0 Y3.0;
B1; llamado de la rutina A1

G72 X9.0 Y3.0
B1;

G72 X12.0 Y3.0;
B1;
M00; paro de maquina

M681; arranque en máxima velocidad
X1.500 Y5.0.0 T218;
X4.500;
X7.500;
X8.500;
G72 X0.062 Y3.0;
A2 G66 I12.0 J0.0 P3.0 Q0.250 T115 C0.0;
G72 X0.062 Y18.250
B2; llamado de la rutina A2.

M13; cancelación de efectos del RAM
G50; fin del programa.

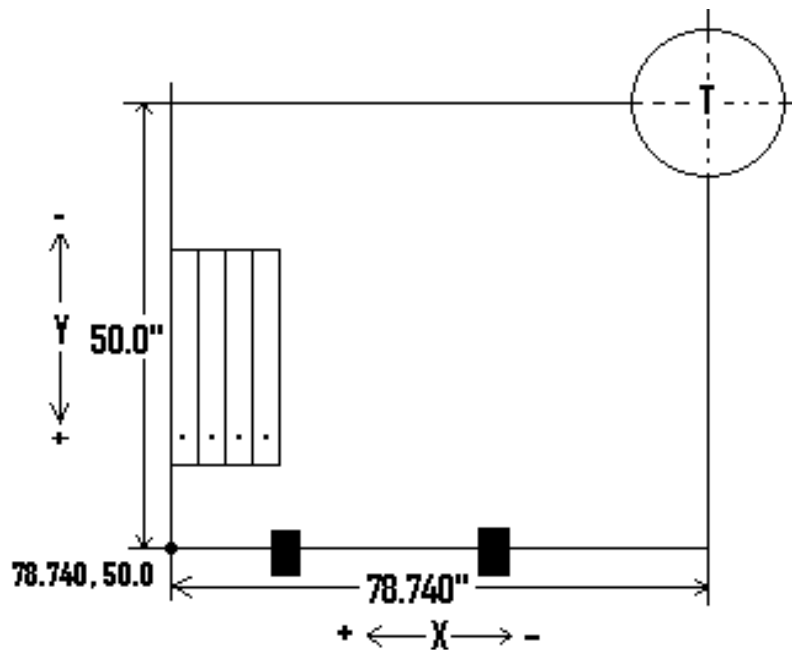


Fig.5.14 Punzonado empleando rutina.

5.6.2 Macros.

Un macro no es más que el contenido de múltiples blocks (líneas del programa) que pueden ser almacenados dentro de la memoria del NC para ser llamados en el momento que así se requieran.

Para poder ejecutar la función de los macros, se hace uso de las siguientes variables: U, V y W.

U, seguida de un número que inicia el block del macro; V, seguida del mismo número que se le pone la letra "A", cierra el block del macro y W, seguida del mismo número que se le puso tano a A como a B, es la variable que llama al macro.

Cabe mencionar que en un programa, el número máximo de macros del que se puede hacer uso es de 99 y que la función de estos es la de simplificar el programa cuando se desea hacer varias piezas iguales en una misma lamina.

A continuación se da un ejemplo de un programa común y se compara con el mismo programa pero empleando los macros.

O1245; número del programa
Número de piezas: 6 piezas
Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0;
T201 rectangular, 1,0, 0.0625; número de estación y medida de la herramienta
T256 redondeo de 1.500”
Clamps: 5.0 35.0: posición de los clamps
G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio
G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

U1; inicio del macro
X5.5 Y4.0 T256;
A1 G72 X3.0 Y3.0;
A2 G66 I2.0 J90.0 P1.0 Q0.0625 T201 C90.0
G72 X8.0 Y3.0
B2;
G72 X3.0 Y5.0
A3 G66 I5.0 J0.0 P1.0 Q0.0625 T201 C0.0;
B1;
B3;
V1; fin del macro

G93 X10.0;
W1; llamado del macro para la 2ª pieza

G93 X17.0
W1; 3ª pieza

G93 Y7.0
W1; 4ª pieza

G93 X-10.0
W1; 5ª pieza

G93 X-17.0
W1; 6ª pieza.

G50;

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

La pieza elaborada quedaría de la siguiente manera:

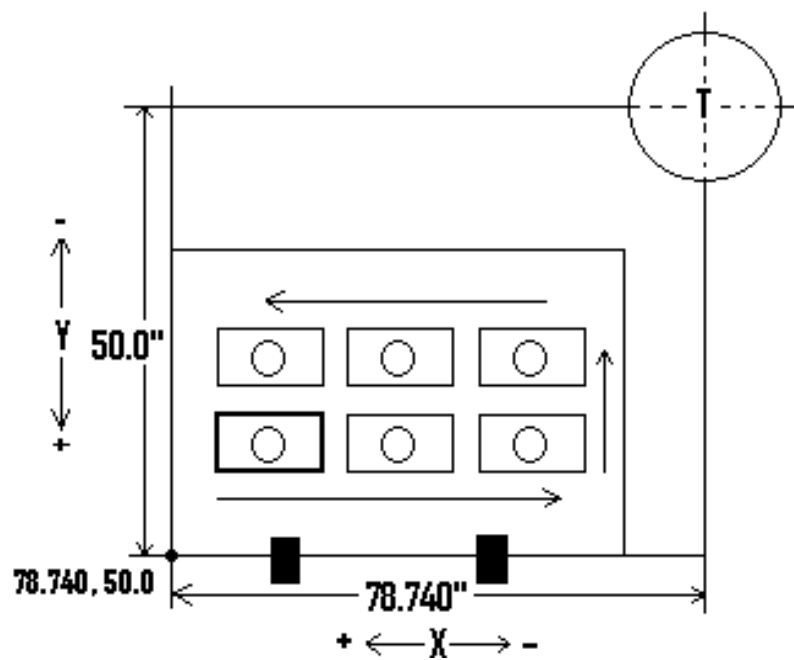


Fig. 5.15 Secuencia de punzonado empleando macros.

5.7 Registro del programa en la CNC.

Hay tres maneras de poder cargar el programa en la maquina: manualmente, a través del drive (diskette de 3 ½”) o por vía remota.

5.7.1 Manualmente.

Esta es la manera más antigua de cargar un programa en una maquina CNC.

Primero se elabora el programa en una hoja de papel y después de haberlo rectificado se procede a cargarlo en la maquina siguiendo los siguientes pasos.

1. En el NC se pone la máquina en modo EDIT.
2. El switch EDIT PROTET se cambia a OFF
3. Se pulsa la tecla PROGRAM.
4. Se introduce el número que se le asignara el programa;
Eje. O2435 (la letra O seguido del número de programa) y se pulsa la tecla INSERT.
Luego se presiona la tecla EDOB
5. Se introduce las medidas de la mesa y se presiona la tecla EDOB; luego los siguientes datos, todos al final con punto y coma (EDOB).
 - Número de estaciones y medidas de las herramientas a usar
 - Posición de los clamps.
 - Características del material
6. Se procede a introducir los datos de coordenadas de todos los cortes poniendo al final de cada línea (block) un punto y coma (presionando la tecla EDOB)
7. Se pone la maquina en modo AUTOMATICO y se pulsa la tecla START para empezar a trabajar.

5.7.2 Vía drive.

Para cargar el programa vía drive, se necesita un diskette de 3 ½” en el que se tiene almacenado un respaldo del programa que se desea cargar en la máquina.

Para este caso se siguen los siguientes pasos.

1. Se inserta el diskette en el drive.
2. El switch FD/EXTERNAL se gira a FD
3. En el NC, se cambia a MODO EDIT.
4. El switch EDIT PROTECT se gira a OFF
5. Se presiona la tecla PROGRAM y se mostrara el programa que se está corriendo.
6. Se presiona la opción DIR y se mostrara el directorio donde están cargados todos los programas almacenados en la memoria del NC.
7. Se presiona la opción “+ “.
8. Se presiona la opción FLOPY.

9. Se presiona la opción OPRT.
10. Se presiona la opción F-SRH.
11. Se introduce el número "1" y se presiona la opción F-SET.
12. Luego se presiona la opción EXEC y se mostraran todos los archivos que hay en el diskette.
13. Se presiona la opción CAN.
14. Se presiona nuevamente la tecla PROGRAM; se escribe la letra O y luego el número de programa que se desea cargar en la máquina.
15. Se oprime la opción READ seguido de EXE.
16. Se mostrara intermitentemente el mensaje INPUT; al terminar de flashar se presiona la opción STOP.
17. El número del programa aparecerá desplegado o cargado en el directorio de la memoria de la máquina.

5.7.3. Vía remota.

La opción de vía remota consiste en tener almacenado en una computadora los programas que se cargaran en la máquina CNC. Mediante un cable de red, se conecta un extremo del cable a la salida del puerto serial de la computadora y el otro extremo a la entrada del puerto paralelo de la CNC; y los programas son enviados desde la computadora externa al NC de la punzonadora.

5.7.3.1 Configuraciones de la vía remota.

Para que la comunicación sea efectiva, se deben hacer algunas configuraciones tanto en la computadora como en la CNC.

En la computadora se deben hacer las siguientes configuraciones

En el programa fabriwin se debe crear un icono con el nombre de la máquina como a continuación se muestra y en dicho ícono hacer las siguientes configuraciones:

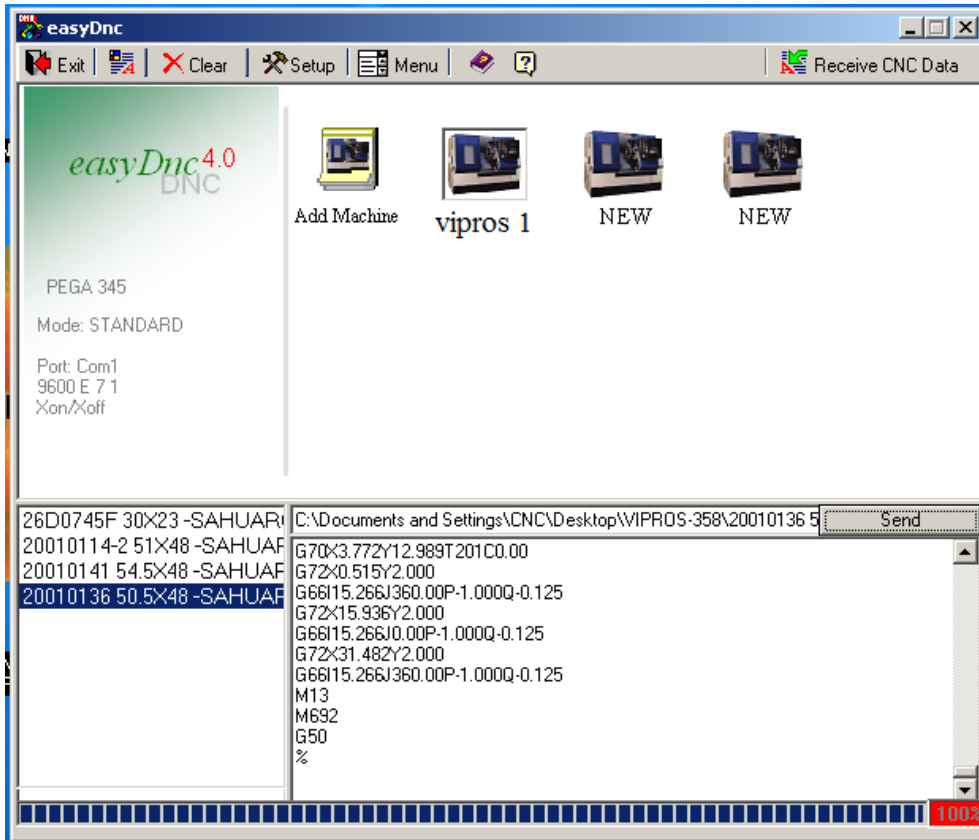


Fig. 5.16 Icono de máquina CNC en PC externa

y en dicho icono hacer las siguiente configuración:

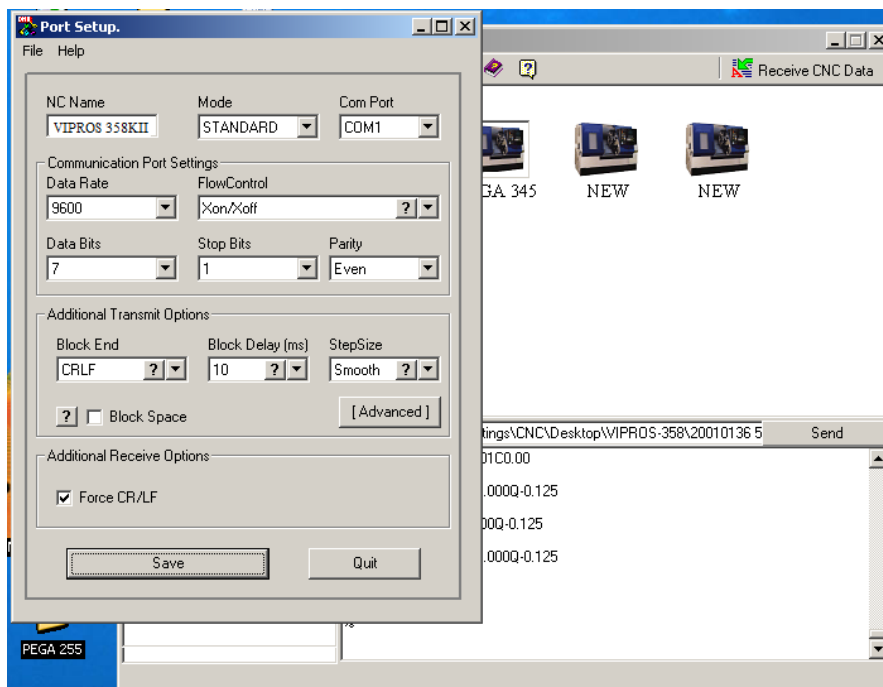


Fig. 5.17 Datos del icono del número de máquina CNC.

En la maquina CNC se deben realizar los siguientes ajustes.

- se oprime la tecla SET y aparece la página SET HANDY.
- Se presiona la tecla MDI, se introduce el número 1 para activar el WRITE ENABLE.
- En el parámetro I/O CHANNEL se cambia a 1.
- El parámetro 112 se cambia 0.
- El parámetro 113, de preferencia se cambia a 11 (9600 bouds).

5.7.3.2 El cable de comunicación

El cable de comunicación debe tener la siguiente configuración en ambos extremos

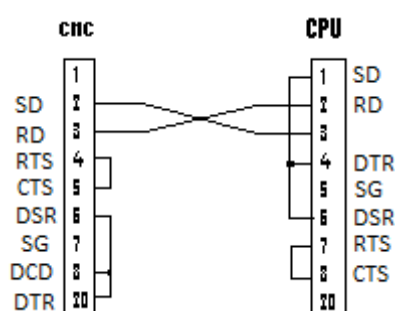


Fig. 5.18 Diagrama del cable de comunicación PC-CNC

Configurados tanto la CNC como la computadora externa, se procede a enviar un programa siguiendo los siguientes pasos.

1. El switch FD/EXTERNAL se gira a EXTERNAL
2. En el NC, se cambia a MODO EDIT.
3. El switch EDIT PROTECT se gira a OFF
4. Se presiona la tecla PROGRAM y se mostrara el programa que se está corriendo y se selecciona la opción DIR.
5. Se selecciona la opción OPRT y luego la opción “+ “.
6. Se introduce la letra O y el número que se le asignara al programa en la memoria de la CNC y se presiona lo opción READ y luego EXEC.

En la computadora se selecciona el programa a enviar, se abre y se presiona la opción SEND

7. En la pantalla de la CNC se mostrara intermitentemente el mensaje INPUT; al terminar de flashar se presiona la opción STOP.
8. El programa aparecerá desplegado o en el directorio del NC.
9. Se pone la maquina en modo AUTOMATICO y se presiona START para empezar a trabajar.

Capítulo 6. Aspectos relativos de la experiencia laboral.

6.1 Las herramientas especiales.

La empresa MHSC (Monessen Health System Company), ubicada en Calle Rey del Desierto # 36-2, Parquet Industrial Sahuaro, Mexicali, tiene más de 20 años fabricando chimeneas de gas y de carbón las cuales son exportadas a Estados Unidos y Canadá.

Para la elaboración de dichas chimeneas cuenta con punzonadoras de torreta marca Amada y Strippit siendo 12 en total; 40 dobladoras marca Accurpress y Piranha, de diferentes modelos; 20 prensas de diferentes marcas y modelos siendo las de 50 toneladas las de mayor capacidad; roladoras, insertoras, soldadoras; un horno para secado de pintura y otro para quemado de leños y dos líneas con capacidad de 50 chimeneas en línea llena cada una.

Es una empresa de clase mundial, del giro metal-mecánico con sucursales en China, Tailandia, Estados Unidos y Canadá en las que se fabrican otros productos de uso doméstico como son: asadores eléctrico y de carbón, estufas eléctricas y de gas, boiler eléctricos y de gas, entre otros.

En cuanto a MHSC México, se fabrican más de 30 modelos de chimeneas habiendo una producción estándar de unas 40 por turno según el modelo que se requiera.

En el proceso de punzonado de una lámina pueden usarse un máximo de 20 herramientas de corte y 5 de punzonado especial siendo estas últimas las de mayor cuidado en el proceso de troquelado de la lámina por su tipo de punzonado.

Las herramientas especiales utilizadas en la fabricación de una chimenea son el knock-out, extrucción, dimple, monyclip y embos.



Fig. 6.1 Forma del knock-out.



Fig.6.2 Forma de la extrucción.



Fig. 6.3 Forma del dimple.

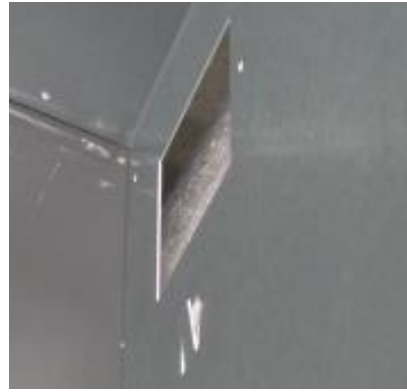


Fig. 6.4 Forma del monyclip.



Fig. 6.5 Embos.

El corte knock-out se utiliza para introducir el cableado eléctrico que sirve para energizar los aditamentos que forman parte de la chimenea como también la entrada de alimentación de gas.

El corte extruccion se utiliza como base para los ductos (también llamados pipas) que sirven de respiradero o expulsor del humo generado dentro de la chimenea.

El dimple, por su forma de punto sobresaltado en la lámina tiene la función de seguro o candado en las ventanas deslizables que sirven de ventilación a la chimenea.

La forma de corte de lengüeta del monyclip es usado como guía o tope y es comúnmente encontrado en la lámina que cubre por toda la parte externa a la chimenea a la cual se le conoce como forro de la chimenea.

La forma del embos sirve como guía cuando dos láminas van sobrepuestas.

6.2 Proceso de ajuste en modo manual.

En un principio, la empresa contaba únicamente con punzonadoras de torreta marca Strippit modelos 1000 R II, Amadas pega modelos 244 y 245 en las que el proceso de ajuste de cualquier herramienta especial era de manera manual.

El proceso de ajuste de estas herramientas era lento y delicado por varias razones:

Lento porque es muy difícil poder ajustar la altura en milésimas de dichas herramientas ya que la altura del punzón se tenía que ir modificando mediante la tuerca de ajuste de la herramienta en uso lo que ocasionaba un rápido desgaste en los tornillos de cabeza allen que aseguran que la turca no se mueva de su posición ajustada pues el proceso de ajuste de corte de la herramienta era mediante el procedimiento de prueba y error hasta conseguir el ajuste adecuado de la herramienta especial logrando el punzonado correcto sobre la lámina.

Sumado a esto, se encontraba el filo de corte tanto del punzón como el del dado pues estas herramientas no eran afiladas; se compraban y se usaban hasta que se volvían inservibles por factores del uso incorrecto de dichas herramientas. De igual modo se encontraba presente el desgaste desigual tanto en el dado como en el punzón por carecer de una disciplina de limpieza de las unidades porta dados de la máquina lo que ocasionaba que las rebabas minúsculas acumuladas dentro de ellos impidieran que el dado sentara bien en su unidad porta dado provocando que la herramienta especial resultara dañada en su filo disminuyendo más rápido la calidad de su función y su periodo de vida.

A la llegada de las nuevas punzonadoras marca Amada, modelo Vipros 358 K II, el ajuste de dichas herramientas se continuo haciendo de manera manual y todo se enfocó solo al hecho de poder trabajar con láminas de hasta 90", con un grosor máximo de 250 milésimas.

La máquina cuenta con la opción de controlar las velocidades por separado tanto del RAM como de la mesa siendo F1 la máxima velocidad y F4 la mínima pero en cuanto a los ajustes de las herramientas especiales, la máquina por lo general se corría en una velocidad baja (velocidad en la que se podían ajustar las herramientas especiales) ya que si se aumentaba la velocidad ya sea del RAM o de la meza las herramientas especiales tendían a jalar la lámina durante el proceso de troquelado o a hacer mal el efecto de troquelado sobre la lámina provocando material scrap y muy pocas veces se podía correr la máquina a la máxima velocidad porque era muy difícil calibrar la herramienta especial a esa velocidad.

Cualquier mal ajuste de las herramientas especiales, aparte de que todo lo mencionado que lo hacía un proceso lento, esto último lo convertía en un proceso delicado pues solo habían 1 o dos operadores con la capacidad de poderlas ajustar y al querer hacerlo cualquier otro operador, se corría el riesgo de que las herramientas resultaran dañadas durante este proceso cosa que comúnmente ocurría.

Ajustar una herramienta especial, en particular un knockout podía llevar hasta 4 horas lo que equivale a la mitad de un turno de 8 horas significando una gran pérdida en todos los factores de la empresa.

6.3 Implementación del ajuste PHNC.

Ante el factor tiempo respecto a la calibración de las herramientas especiales se procedió a consultar a Amada buscando obtener una manera más rápida y efectiva que el procedimiento manual empleado hasta ese momento.

Amada respondió que ese problema podía ser resuelto mediante la implementación del efecto PHNC el cual venía incorporado en la máquina para eliminar todas las desventajas contenidas en el procedimiento manual. Proporcionó una copia de manual de operación y programación de la punzonadora Vipros así como una serie de recomendaciones para el mejor funcionamiento de la máquina.

Las recomendaciones hechas por Amada son las siguientes.

1. Asignar herramientas personales para cada punzonadora; no intercambiarlas entre máquinas.
2. Estandarizar cada torreta de las punzonadoras de tal manera que en cada estación de las torretas estén ubicadas el mismo tipo de herramienta para todas.
3. Dar mantenimiento a todas las herramientas: afilado, limpieza, revisión de vida del troquel.
4. Afilan los dados de manera paralela al filo de estos.
5. En cada cambio de dado, dar limpieza a las unidades portada dos y aplicar algún lubricante al punzón antes de meterlo en su estación.
6. En todas las punzonadora Vipros asignar el mismo código M para el mismo número de herramienta especial.
7. Para láminas con grosor mayor a 1/16” meter dados con claridades de +12 e ir incrementando las claridades de 2 en 2 por cada incremento de 1/64 en el grosor de la lámina.
8. Para láminas mayores a 1/16 de grosor, correr en la velocidad más lenta.

6.4 Preparativos de implementación del efecto PHNC.

Se procedió a instalar en todas las punzonadoras una pistola de aire con boquilla de 8 pulgadas de largo con terminación en ángulo de 45 grados.

Esta pistola sería empleada por el operador en turno para sopletear los dados y las unidades porta dados eliminando de esta manera toda rebaba que pudiera evitar la correcta posición a cero del dado dentro de la unidad porta dado de la estación y así evitar que tanto el dado y el punzón fueran dañados entre sí durante el proceso de troquelado.

Así mismo, se le proporciono a cada punzonadora un dosificador en spray lleno de aceite auto light con lo que en cada cambio de herramienta el operador debía lubricar el punzón para disminuir la fricción de este en su estación de trabajo.

Se hizo una revisión general de todas las herramientas especiales para evaluar su estado funcional cambiándoles las partes dañadas y afilando a aquellas que así lo requirieran.

Se dividió el uso de las herramientas especiales asignándoles a las Vipros un número determinado de ellas las cuales no deberían ser usadas por las punzonadoras pega; las herramientas asignadas a las Vipros se estandarizaron en cuanto a su altura para un mejor manejo.

Se elaboró un plan de mantenimiento autónomo (TPM) aplicable a inicio y fin de turno con los siguientes puntos:

a) A inicio de turno.

1. Revisión de limpieza general de la máquina:

Área de scrap.
Torreta: parte superior e inferior.
Manchas de aceite en unidad hidráulica
Área de mesa en general.

2. Condiciones de botonería en general:

Panel de CNC
Pedestal de control remoto
Unidad hidráulica

3. Condiciones de clamps y unidad hidráulica.

4. Llenado de aceite del dosificador.

5. Chequeo de programa y material.

OPERADOR				PROGRAMA	FECHA: _____
				MATERIAL: _____	TURNO: _____
ACTIVIDADES				OBSERVACION	COMENTARIOS
REV. LIMPIEZA GENERAL DE LA MAQUINA					
REV. DE PROGRAMA Y METEIRAL					
PREPARACION DE AUXILIARES					
				TOTAL DE PIEZAS: _____ PIEZAS ELABORADAS: _____ PIEZAS FALTANTES: _____	

Fig.6.6 Formato de TPM para inicio de turno.

b) Al final de turno.

1. Limpieza general de la máquina

Área de scrap.

Torreta: parte superior e inferior.

Ausencia de trapos contaminados.

Mesa en general.

2. Limpieza y lubricación de ejes con aceite auto light: X y Y

3. Actualización de herramientas en pizarrón de torreta.

4. Condición general de la máquina.

OPERADOR				PROGRAMA	FECHA: _____
				MATERIAL: _____	TURNO: _____
ACTIVIDADES				OBSERVACION	COMENTARIOS
LIMPIEZA GENERAL DE LA MAQUINA					
LIMPIEZA Y LUBRICACION DE EJES					
ACTUALIZACION DE TORRETA					
CONDICION GENERAL DE LA MAQUINA					
				TOTAL DE PIEZAS: _____ PIEZAS ELABORADAS: _____ PIEZAS FALTANTES: _____	

Fig. 6.7 Formato de TPM para final de turno.

Una vez establecidos estos puntos se procedió a hacer una reunión con el personal operacional de CNC exponiéndoles los nuevos puntos a implementar en dicha área.

Con este formato de TPM se logró disminuir los errores operacionales más comunes:

Cargar un programa equivocado con material correcto o viceversa generando pérdida de material.

- Faltante de piezas requeridas o elaboración de piezas innecesarias.
- Duplicado de número de piezas en máquinas diferentes.
- Producto con cortes equivocados por errores en alternaciones de herramientas.

Y se obtuvo:

- Un mejor orden y limpieza de las máquinas.
- Mejor control y aprovechamiento del material y piezas requeridas.
- Disminución de fallas en maquinaria por rebaba atorada en sistema de ejes.

6.5 Estandarización de la torreta.

El primer paso para la implementación del efecto PHNC fue la estandarización de la torreta lo cual consiste en asignarle a cada estación una herramienta en específico y de esta manera eliminar el punto de estar cambiando las herramientas de una estación a otra en cada cambio de programa.

Esto significo el hecho de estandarizar también el archivo de asignación de herramientas en el programa fabriwin de tal manera que cada que se empleara una herramienta, esta debería de estar siempre asignada en la misma estación y no estarla cambiando en cada programa.

De esta manera las herramientas asignadas en las estaciones del archivo del fabriwin y las herramientas colocadas en las estaciones de las torretas de cada punzonadora Vipros 358K II comenzaron a corresponder una a una de tal manera que las 5 Vipros tenían asignadas las mismas herramientas en las mismas estaciones.

Esto trajo un resultado muy importante: la reducción del tiempo empleado entre cambio y cambio de programa en cada Vipros pues anterior a esto, se empleaba hasta 2 horas en tiempo de SETUP en cada cambio de programa pues no se tenía un control por máquina de las herramientas existentes en las estaciones de la torreta de cada punzonadora razón por la que el operador tenía que estar alternando las herramientas entre cada estación según se lo pidiera el programa a correr.

Al estandarizar las torretas de las Vipros, el tiempo de SETUP se redujo hasta un máximo de 10 minutos incluyendo el material a correr pues lo único que el operador comenzó a hacer fue cargar el programa en la CNC, cosa que toma un promedio de un minuto hacerlo y cuando se hace cambios de dados por claridad, toma un promedio de 40 minutos todo el ajuste de SETUP.

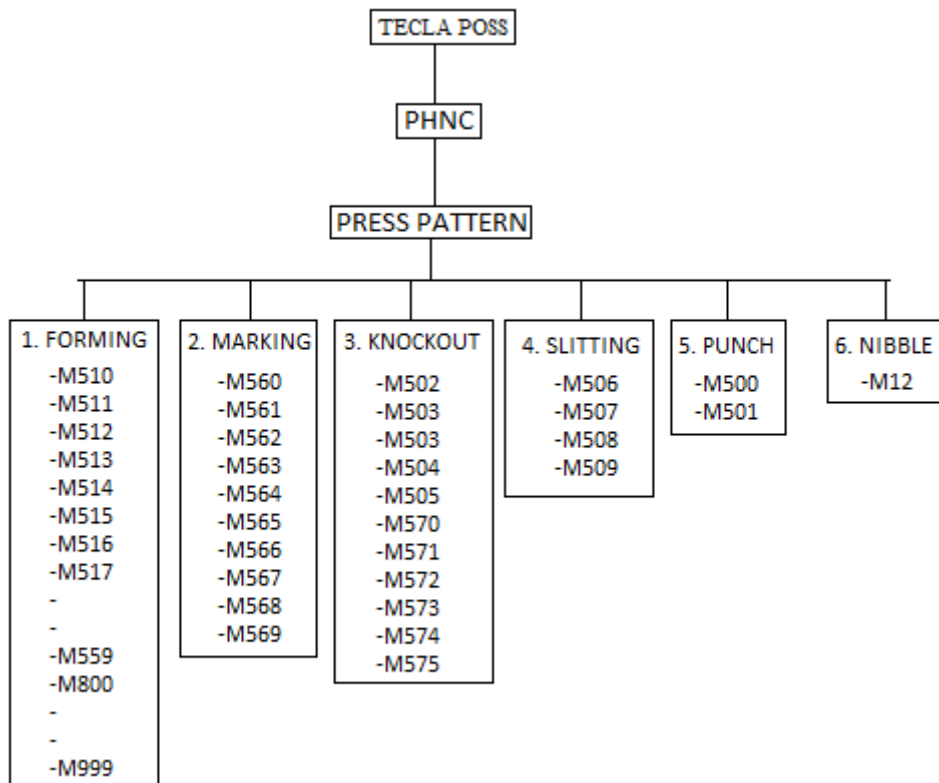
Luego de estandarizar las Vipros, se procedió a asignarle a cada herramienta especial una estación dentro de la torreta de cada máquina pero que fueran las mismas estaciones para todas las Vipros, ajuste que también se hizo en el archivo de herramientas especiales del fabriwin para que de esta manera las herramientas asignadas por el fabriwin en los programas correspondieran en forma física a las estaciones asignadas a las herramientas especiales a usar en todas las Vipros.

A cada máquina se le equipó con un pizarrón en el que se enumeraron todas las estaciones de la torreta de esta manera el operador anotaría todas las herramientas existentes en dicha torreta especificando su forma y medidas; dicho pizarrón debería ser actualizado en cada ajuste de SETUP si se hacía algún cambio de herramienta.

6.6 Asignación de códigos M de PHNC.

Una vez estandarizada la torreta y asignado una estación para cada herramienta especial se procedió a dar de alta a cada una de ellas en la página del PHNC, el procedimiento para ingresar a la página de los códigos M es el siguiente:

Tabla 6.1 Secuencia de acceso a la página del PHNC.



El procedimiento para registrar a una herramienta especial en la página del PHNC es como se menciona a continuación:

Para los knock-out

1. Con el cursor de flechas arriba/abajo (panel de control) se selecciona la página a la que corresponde el tipo de herramienta y se pulsa la tecla INPUT.
2. Se procede a cargar los parámetros correspondientes a la herramienta:

- TOP POS: 0.250
- SLOW POSITION: 0.001
- BOTON POSITION: se inicia de 0.030 en 0.030 y se afina de 0.05 en 0.05.
- DIE HEIGHT: se calcula.

2ª. Procedimiento para el cálculo de DIE HEIGHT:

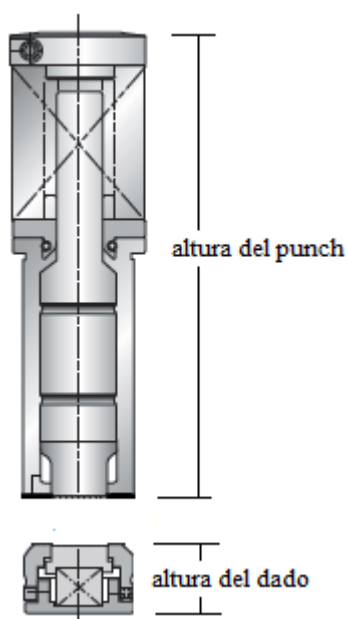


Fig. 6.8 Medidas de la herramienta especial.

El DIE HEIGHT se calcula de la siguiente manera:

$$\text{DIE HEIGHT} = (\text{ALTURA DEL DADO} + \text{ALTURA DEL PUNCHO}) - 10.514$$

3. Una vez calculado el DIE HEIGHT este se introduce en el parámetro y se procede a ajustar el golpe de la herramienta.
4. El golpe de la herramienta se ajusta en el parámetro llamado BOTTOM POSS.

Se inicia poniendo este parámetro en cero y se le va dando incrementos de 0.030 hasta que la herramienta toca a la lámina, cuando esto ocurre se le da incremento de 0.05 hasta lograr el golpe correcto sobre la lámina.

Cada que se introduce un nuevo valor mediante la tecla INPUT, acto seguido se pulsa la opción REG. DATA para que estos queden dados de alta en la memoria del NC.

Se decidió que el knock-out de 1 ½” se le asignaría al código M502, al de 2 ½ “el código M503 y al de 3” el código M504.

El mismo caso fue para el resto de las herramientas especiales del tipo forming:

Para la *extruccion* de 3” se le asignó el código M510, al *monyclip* el código M511, al *embos* el código M512 y al *dimple* el código M513.

6.7 El PHNC en el programa de trabajo.

Una vez que se estandarizaron los códigos M del PHNC para cada tipo de herramienta especial en todas las Vipros se procedió a indicarle al operador la implementación y uso de estos en los programas de trabajo de cada máquina.

- El código asignado para cada herramienta especial se introduce (en el programa de trabajo) como un solo block una línea antes de la estación donde se encuentra asignada la herramienta y al final de la última línea de trabajo de dicha estación se introduce el código M500 como un solo block para cancelar el efecto PHNC.
- Al principio del programa, después de las especificaciones de las medidas de la meza, se introduce el comando de salto GOTO al cual se le asigna la dirección 1.
- Luego, antes del código M de la herramienta especial se introduce como un solo block la dirección N1 (complemento del comando GOTO 1).

- Finalmente, después del código M500, como un solo block se introduce el código G50 como un solo block.
- En la página de TOOLING DATA , en la línea del número de la estación, en TYPE se introduce el número 2, esto hace referencia a que la estación está ocupada por una herramienta especial
- En los parámetros del código M de la herramienta especial se procede a hacer los ajustes en la opción del BOTTON POSS.

Lo que ocurrirá con el uso del comando GOTO es que la máquina se saltara todas las demás estaciones iniciando el proceso de punzonado hasta donde está ubicada la dirección N y la máquina seguirá su proceso de punzonado hasta donde encuentre el código G50 que es lo que marca el final del programa; en otras palabras, se hace uso de esta pequeña parte del programa como si fuera un programa total.

Una vez ajustada la herramienta se procede a borrar el comando GOTO y la dirección N para evitar errores en la secuencia de punzonado del programa.

A continuación se da un ejemplo de la implementación del código M de PHNC en un programa de trabajo haciendo uso del comando GOTO y la dirección N.

O1245; número del programa
 Número de piezas: 6 piezas
 Tamaño de la hoja: 70.0 X 40.0;
 T201 redondo, 0.500; número de estación y medida de la herramienta
 T258 knock-out de 3.0
 T229 marking de 2, 0.750.
 Clamps: 5.0 35.0: posición de los clamps
 G06 A0.052 b2; 0.052: grosor de la hoja. B2: aluminio
 G92 X78.740 Y5.0; medidas de la mesa

GOTO1

M683; arranque en baja velocidad

M12; efecto *nibbling*
 G72 X39.0 Y25.0; origen de corte
 G66 I8.0 J30.0 K100.0 P0.500 Q6.0 T218

G72 X39.0 Y25.0;
 G66 I10.0 J30.0 P0.500 Q0.350 T201 C45.0
 M00; paro de maquina

M681; arranque en máxima velocidad

X3.0 Y22.0 T218;
Y25.0;

N1;

M502; llamado de macro para uso de knock-out

X5.0 Y15.0T258;

M500; cancelación del macro anterior

G50;

M510; llamado de macro para uso de *marking*

X8.8 Y20.0T229;

M500; cancelación del macro anterior

M13; cancelación de efectos del RAM

G50; fin del programa.

Al final de este proceso se elaboró un manual de procedimiento de ajuste de herramientas especiales al que se le sacó copias y se le proporcionó una a cada operador de CNC con lo que se procedió a darles un curso de entrenamiento para que cada uno de ellos hiciera los ajustes correspondientes en su máquina.

Los puntos alcanzados con la implementación del manejo del efecto PHNC se reflejaron en los siguientes departamentos:

Producción.

- Reducción del tiempo de ajuste de las herramientas especiales a un máximo de 10 minutos por herramienta.
- Cumplimiento oportuno en la entrega de las piezas requeridas en la línea de ensamble de las chimeneas.
- Reducción de tiempo muerto operacional por ajustes de SETUP.
- Aprovechamiento de la máxima velocidad a la que la máquina puede trabajar.
- Incremento de capacidad operacional en cuanto a que cada operador ya pudo ajustar sus herramientas por su propia cuenta.
- Reducción de *scrap* por efecto de troquelado defectuoso.

Mantenimiento:

- Reducción de un 70% de fallas por rebaba acumulada en los ejes de la máquina.
- Eliminación total de estaciones fijas y de auto índice desalineadas por golpe en dado mal sentado en unidad porta dado contaminado por rebaba.
- Reducción de fallas atribuidas a la máquina siendo fallas operacionales.
- Incremento del porcentaje total de eficiencia de maquinaria CNC.

Calidad:

- Aumento en las opciones de implementación de troquelado con más herramientas especiales.
- Aumento en la opción de reajustar la presentación del troquelado con las herramientas especiales.

Ingeniería:

- Reducción de herramientas dañadas por desgaste desigual.
- Reducción de gastos en el departamento de *tool-crip* en la adquisición de herramientas de punzonado y de golpe especial.
- Se eliminó la alternativa de sustitución de herramientas especiales ampliándose la opción de la integración de otras en nuevos modelos de chimeneas.
- Se eliminó la opción de modificación de planos por sustitución de herramientas especiales.

A nivel empresa.

- Entrega del producto con mayor margen de tiempo en lo convenido.
- Reducción de tiempo extra operacional para cumplir con las metas de producción establecidas.
- Aumento del número de chimeneas producidas.

La implementación del efecto PHNC en el proceso de troquelado de las láminas para la fabricación de los diferentes modelos de chimeneas vino a agilizar el proceso de fabricación de dicho producto brindándole a M HSC Mexicali un ahorro considerable en sus gastos de fabricación y un mayor margen de tiempo en la entrega del producto a sus clientes.



Fig. 6.9 Proceso de doblado.



Fig. 6.10 Líneas de ensamble.



Fig. 6.11 Chimenea de gas.



Fig. 6.12 Chimenea de carbón.

Conclusiones

El estado del arte de la revolución industrial originada en Inglaterra, de cómo las máquinas fueron evolucionando haciéndose cada vez más complejas en su arquitectura y funcionamiento buscando al principio igualar la habilidad manual humana y finalmente superarla logrando con esto abastecer la demanda del mercado llegando al punto donde la precisión de estas máquinas fue imprescindible en el desarrollo de otras máquinas como lo fue en la industria aeronáutica, campo en el que el concepto de CNC tuvo en sus orígenes la mayor aplicación, siendo el precursor de estas máquinas controladas por coordenadas numéricas el norteamericano John T. Parsons (Detroit 1913-2007) junto con su empleado Frank L. Stulen.

El concepto de CNC iniciado en el taller de Parsons y Stulen evolucionó abarcando diferentes campos pero teniendo su mayor aplicación en el ramo metal-mecánico siendo las punzonadoras de torreta una de las tantas aplicaciones del control numérico computadorizado.

Uno de los objetivos de la tecnología es proporcionarnos la comodidad deseada y la facilidad de realizar una operación compleja de la manera más fácil posible.

La marca de punzonadoras Amada, en los primeros modelos que saco al mercado (pega 244 con control Fanuc F1000), no contaban con estaciones de auto índice por lo que si se necesitaba cortar en grados, se tenía que colocar de manera manual (las estaciones que así lo permitieran) en la posición requerida para cortar en el grado deseado.

Este problema fue resuelto con la incursión del control 6M en las pegas 244 ya existentes; de esta manera, con las dos estaciones de auto índice de 2 ½ incorporadas a la máquina se pudo cortar en el grado deseado para lo que fue necesario implementar la variable "C" en los programas a correr.

Una cuestión similar ocurrió con las herramientas de punzonado especial; al principio, estas eran calibradas de manera manual mediante la tuerca de ajuste que los punzones tienen en la parte superior y el golpe era afinado mediante prueba y error hasta alcanzar el corte deseado pero por el hecho de ser difícil poder controlar las variables que implican el grosor y tipo de material, su maleabilidad, el filo de la herramienta, la velocidad con que dicha herramienta era ajustada y la habilidad del operador para obtener el corte deseado; ajustar dichas herramientas podía alcanzar promedio de horas afectando directamente a la producción total.

Pensando en este punto, Amada sacó al mercado el modelo de punzonadora modelo Vipros 358 K, primeramente con control O4pc y luego el 18P en el que hizo del ajuste tedioso de las herramientas especiales, algo más rápido y eficaz al implementar el efecto PHNC asignándole a cada tipo de herramienta especial un código auxiliar M de PHNC.

Desde la llegada de las punzonadoras Vipros 358K II a MHSC, había estado trabajando por más de 2 años sin percatarse de la implementación del PHNC que Amada había integrado a este modelo de punzonadoras, razón por lo que MHSC continuaba ajustando de manera manual a todas las herramientas especiales que utiliza para la fabricación de las chimeneas.

Aunque las Vipros no fueron compradas nuevas, sino que fueron traídas de una planta ubicada en Vermont Canadá, esto no es razón para decir que por este hecho no se tenía el conocimiento adecuado para operarlas correctamente.

Esto se habría solucionado desde el principio si se fuera dado una buena comunicación entre las dos partes: MHSC Canadá (quien envió las máquinas) y MHSC México (quien las recibió) compartiendo entre ambas los conocimientos y experiencias de operación de dichas punzonadoras.

En el caso de MHSC México, si Canadá no envió el historial de mantenimiento de cada máquina junto con los manuales de programación y operación; debió habérselos solicitado, o en el otro de los casos, pedirle a Amada dichos manuales y recomendaciones en cuanto a la operación de las máquinas solicitándole apoyo técnico referente a una manera más eficaz en la calibración de las herramientas especiales.

Luego de esto, capacitar al personal operacional considerando dicho punto no como un gasto sino como una inversión que seguramente habría recuperado pronto en el ahorro de compra de herramientas para sustituir a las dañadas por errores en los ajustes realizados por los operadores de cada máquina CNC.

La herramienta especial más económica (dimple de 3 1/16) actualmente tiene un precio promedio de 300 dólares y se necesitan mínimo 3 de estas para poder correr números diferentes en máquinas diferentes al mismo tiempo y la herramienta más cara está en un precio de 3500 a 4000 dólares como es el caso del knock-out de 2 1/2" con uno y dos seguros de agarre respectivamente; de estos se necesitan mínimo 4 para poder correr números diferentes en máquinas diferentes al mismo tiempo.

Para el caso de los *embos*, *monyclip* y *las extrucciones* están en un precio promedio de 2500 y 3000 dólares cada uno necesitándose mínimo 3 de estos para correr números independientes.

Dadas las condiciones de ajustes anteriores, se gastaba un promedio de 20,000 dólares en periodos de tres meses por consumo de herramientas especiales sin incluir el costo de las herramientas de punzonado normal.

Con la implementación de todo lo que llevó a la estandarización de las torretas y del ajuste PHNC, este costo se redujo a un promedio de 10,000 dólares por cada seis meses, incluyendo en este gasto tanto el de las herramientas de punzonado normal como el de las de ajuste especial, de igual modo, se redujo el tiempo muerto operacional en el área de CNC como en el resto de todo el proceso que implica la fabricación de las chimeneas mejorándose el tiempo de entrega del producto al cliente solicitante.

Anexos

Auto índice: estación con capacidad de cortar en grados.

CNC: control numérico computadorizado.

Clamp: sistema de mordaza para sujetar la pieza.

Eje: capacidad de movimiento controlado en un plano.

Encóder: dispositivo eléctrico que lee posición y velocidad del actuador.

Drive: unidad de control de eje.

Fabriwin: software para generar programas de CNC.

Knock-out: herramienta de punzonado especial.

MNC: unidad central del control computadorizado.

Offset: zona de no punzonado.

PHNC: control numérico de la potencia hidráulica.

Servo: actuador que proporciona el movimiento al eje.

Set-up: ajustes de cambio de programa.

Fuentes de información

Manuales.

Punzonadora de torreta Vipros 358 K II, Manual de operación, VIP30TON OP US-e01-199912.

Punzonadora de torreta Vipros 358 K II, diagrama eléctrico, neumático e hidráulico, VIP-K-E54-200001.

Punzonadora de torreta Vipros 358 K II, manual de programación, VIP PRO-E06-200201.

Internet.

www.amada.com “punzonadoras de torreta” junio 2010.

www.cncalarms.com “clasificación de alarmas” agosto 2010.

www.fabriwin.com “programación de punzonadoras” abril 2010

www.fanucamerica.com “servo motores de CA” enero 2011.

www.cnczone.com “características del PMC” septiembre 2010.