



**CENTRO DE MECANIZADO
DIDÁCTICO DE CNC
«ODISEA»**

**Manual de PRACTICAS
(CNC Fagor 8055MC)**





Copyright © Alecop S.Coop. 1999-2000

Aptdo. 81, Loramendi, 11
20500 MONDRAGÓN
(Gipuzcoa) ESPAÑA
Tel: + (34) 943 712405
Fax: + (34) 943 799212
www.alecop.es
[e-mail:alecop@alecop.es](mailto:alecop@alecop.es)

ALECOP E.T.
205 Grande Rue B.P.21
01121 Montluel Cedex
FRANCE
Tel. +(33) 472257122
Fax. +(33) 472257366
[email: alecop2@wanadoo.fr](mailto:alecop2@wanadoo.fr)

ALECOP F.T.P. Lda.
Estrada do Malvar
Quinta da Roussada
2640 Mafra PORTUGAL
Tel. +(351) 261813370
Fax. +(351) 261813372
[email: alecop@mail.telepac.pt](mailto:alecop@mail.telepac.pt)

INDICE

INDICE	3
PRESENTACION	4
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	5
CABEZAL	5
ÁREA DE TRABAJO	5
ACCIONAMIENTOS DE LOS EJES	5
ALMACÉN DE HERRAMIENTAS	5
DIMENSIONES	5
ERGONOMÍA	6
PLATO DIVISOR EJE W	6
MORDAZA AMARRE MANUAL	6
MORDAZA AMARRE NEUMÁTICA	6
DISPOSITIVO DE REFRIGERACIÓN	6
CONCEPTOS TECNOLOGICOS	7
SISTEMA DE COORDENADAS CARTESIANAS	7
DESIGNACIONES DE LOS EJES	7
PUNTOS CARACTERISTICOS DEL SISTEMA	8
CORRECTORES DE HERRAMIENTA	8
CAMBIO DE HERRAMIENTA	9
PARÁMETROS DE CORTE	10
TIEMPO DE MECANIZADO	10
VELOCIDAD DE AVANCE	10
CONDICIONES DE CORTE PARA FRESAS FRONTALES DE HSCO	10
SECUENCIA DE REALIZACIÓN	11
EJERCICIOS PRACTICOS	12
PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	13
Nº 1 TRAYECTORIAS LINEALES	13
Nº 2 TRAYECTORIAS CIRCULARES	19
Nº 3 MECANIZADO MULTIPLE	23
Nº 4 TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA.	29
Nº 5 TRABAJO CON SUBROUTINAS I	35
Nº 6 TRABAJO CON SUBROUTINAS PARAMETRICAS	40
MECANIZADO	40
Nº 1 PLANEADO	40
Nº 2 BRIDA	40
Nº 3 PIEZA DE TEST (NAS)	40
CICLOS FIJOS	40
Nº 1 CAJERAS Y TALADROS	40
Nº 2 CAJERA CON ISLAS 2D	40
EDITOR DE PERFILES	40
Nº 1 PERFIL RECTANGULAR	40
Nº 2 PERFIL ELIPTICO	40
Nº 3 PERFIL TRIANGULAR	40
Nº 4 PERFIL IRREGULAR	40
FORMATO UTILIZADO EN LAS PRACTICAS	40

PRESENTACION

El objetivo de este manual es posibilitar al usuario la familiarización con la fresadora de CNC modelo **ODISEA** que incorpora un control numérico **Fagor 8055 MC**, a través de la realización de una serie de prácticas de complejidad creciente que permiten al usuario utilizar la gran mayoría de las funciones disponibles en el CNC.

Las velocidades de corte y de avance que aparecen en este manual son orientativas, pudiendo variar en función del material de la pieza y las herramientas. En el caso de mecanizar las piezas de los ejemplos, emplear las velocidades recomendadas por el fabricante de las herramientas utilizadas. El número de herramienta también puede ser diferente, dependiendo de la máquina.

La información descrita en este manual puede estar sujeta a variaciones motivadas por modificaciones técnicas.

Este documento de practicas ha de ser utilizado como complemento a los manuales de **UTILIZACIÓN** y **PROGRAMACIÓN** del CNC así como del manual de **USUARIO** de la propia maquina, donde el lector puede ampliar la información aquí descrita.

Al final del manual se incluye una copia de los formatos utilizados para confeccionar las practicas para quee que el usuario pueda generar nuevas actividades conservando el formato propuesto.

ALECOP S. Coop. se reserva el derecho de modificar el contenido del manual, no estando obligada a notificar las variaciones.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

A continuación se muestran las características técnicas del equipo así como de los accesorios disponibles.

CABEZAL

Velocidad de giro infinitamente variable.....	De 100 a 4000 rpm.
Motor de cabezal.....	Asíncrono trifásico de 1.5 Kw.
Par máximo en el eje.....	7 N.m. a 2000 rpm.
Tipo de rodamiento.....	2 hileras de bolas, superprecisión, contacto angular
Cono interior del eje principal.....	DIN 69871-B (ISO-30)

ÁREA DE TRABAJO

Máxima distancia entre cabezal y mesa.....	320
Distancia entre el eje y la columna.	340 mm.
Recorrido eje X	200 mm.
Recorrido eje Y	200 mm.
Recorrido eje Z	200 mm.

ACCIONAMIENTOS DE LOS EJES

Motores de los ejes.....	Servomotor de corriente continua
Encoder de los ejes	Incremental de 500 imp./ vuelta
Par motor a rotor bloqueado.....	1,44 N.m.
Fuerza de empuje de los carros	1,7 KN.
Guiado de los carros	Guías lineales de recirculación de bolas
Husillos a bolas.....	Doble tuerca, rectificadas, Calidad IT5
Resolución electrónica.....	0.001 mm.
Desviación de la posición según VDI 3441	0.02 mm.
Avance rápido	5000 mm/min.
Avance de trabajo	De 0 a 4000 mm/min.
Tipo de Lubricación	Manual con engrasador

ALMACÉN DE HERRAMIENTAS

Motor de accionamiento	Motorreductor de 24 V. DC
Máximo tiempo de cambio de herramienta	15 Seg.
Numero de herramientas.....	8

DIMENSIONES

Dimensiones de la máquina (L x P x H)	1460 x 910 x 1870 mm.
Peso	entre 400 y 450 Kg. (s / configuración)
Dimensiones del embalaje	1600 x 1000 x 2000 mm.
Peso de la máquina con embalaje	entre 430 y 480 Kg (s / configuración)
Tensión de alimentación	230 V. ±10% / 50-60 Hz. Monofásica.
Potencia instalada	2,5 KVA.
Manguera de alimentación	Cable de 3 hilos de sección 1.5mm.2

ERGONOMÍA

Nivel de presión acústica según DIN 45635.....Menor de 72 dB(A). a 4000 r.p.m. (Con Sonómetro DELTA, modelo HD 8701)
Altura de la mesa1090 mm.
Iluminación del área de trabajo24 V / 60W.

PLATO DIVISOR EJE W

Potencia motor60 w
Avance máximo.....1200 mm.
Avance de trabajo1200 mm.

MORDAZA AMARRE MANUAL

Dimensiones amarre pieza116 x 100 mm

MORDAZA AMARRE NEUMÁTICA

Dimensiones amarre pieza 109 x 100 mm.
Fuerza máxima de cierre.....3 KN.

DISPOSITIVO DE REFRIGERACIÓN

Capacidad del depósito..... 15 l.
Características del motor de la bomba..... 230 V / 80 W monofásico
Caudal máximo..... 10 l/ min.
Tubo de salida..... Diam. exterior 8 mm.

CONCEPTOS TECNOLOGICOS

De cara a facilitar la utilización del equipo se han seleccionado una serie de aspectos relacionados con la tecnología de las máquinas herramientas de CNC.

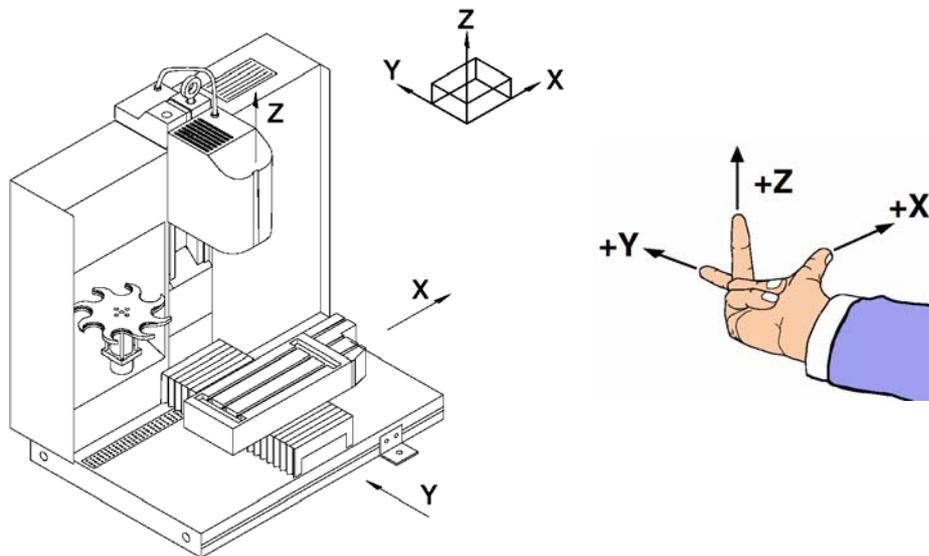
SISTEMA DE COORDENADAS CARTESIANAS

Para el mecanizado de una pieza en una fresadora, por regla general, se parte de un sistema de coordenadas cartesianas fijas en la pieza (denominación dada en referencia al matemático y filósofo francés René Descartes, en latín Renatus Cartesius; 1596 hasta 1650), que consta de tres ejes de coordenadas, X, Y y Z paralelos a los ejes de la máquina; si uno se imagina el dedo corazón de la mano derecha en la dirección del eje de la herramienta apuntando desde la pieza hacia la herramienta, dicho dedo estará apuntando en el sentido positivo del eje Z, el pulgar en el sentido positivo del eje X y el índice en el sentido positivo del eje Y.

DESIGNACIONES DE LOS EJES

X, Y y Z son los ejes principales del sistema de coordenadas cartesianas.

En el centro de mecanizado ODISEA los desplazamientos en el plano horizontal (X e Y) los realiza la mesa de trabajo, mientras que el desplazamiento vertical lo realiza la propia herramienta. Es por ello que la mesa se desplaza en sentido contrario al indicado para que así el desplazamiento relativo de la herramienta respecto de la pieza sea el correcto



En el caso de que se utilice el plato divisor, este se ubica sobre el eje X.

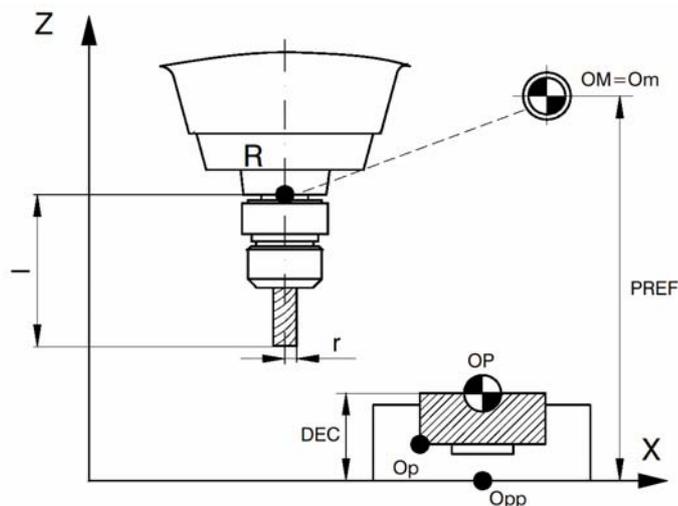
Por convención se ha optado por denominar EJE W a este dispositivo.

PUNTOS CARACTERISTICOS DEL SISTEMA

Una máquina dirigida por control numérico, necesita tener definidos los siguientes puntos en su sistema de coordenadas.

- ❑ **OM:** Origen máquina, posición física de los carros al realizar la operación de referencia máquina.
- ❑ **Om:** Origen de medida, origen del sistema de coordenadas de la máquina.
- ❑ **Opp:** Origen porta-pieza, punto de referencia conocido y común entre la mordaza y la mesa.
- ❑ **Op:** Origen pieza, punto de referencia conocido y común entre la mordaza y la pieza.
- ❑ **OP:** Origen programa, origen del sistema de coordenadas en los programas CNC.
- ❑ **PREF:** Distancia entre el origen porta-pieza (Opp) y el origen de medida (Om).
- ❑ **DEC:** Decalaje del origen de programa (OP) respecto del origen portapieza (Opp). (Estos decalajes son definidos mediante las funciones G54..G59 en los programas CNC).
- ❑ **R:** Punto de referencia, punto físico del cabezal de la máquina a partir del cual se determinan los correctores de herramientas. La programación de las trayectorias en un programa de CNC consiste en definir cual es la evolución de este punto en el espacio de trabajo.

En la siguiente figura se muestra la localización espacial de cada uno de estos puntos.

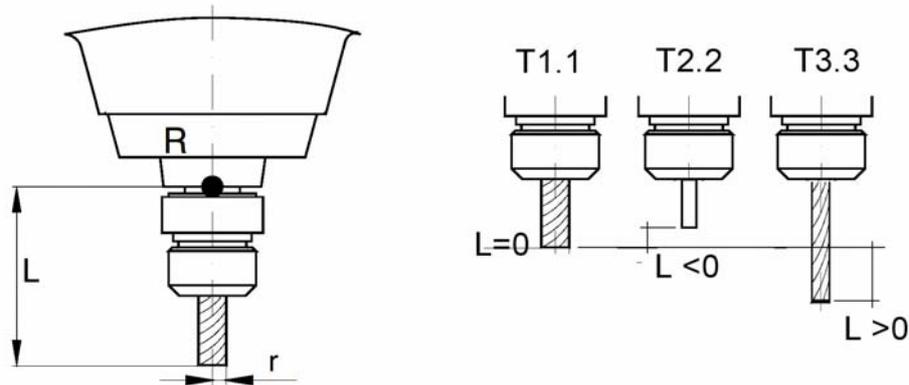


En caso de que el concepto de “**PREF**” no se utilice ($PREF=0$) los decalajes “**DEC**” (Decalaje del origen de programa, definidos mediante las funciones **G54..G59** en los programas CNC) pasan a ser la distancia que existe entre el punto “**OP**” (Origen pieza) y el punto “**Om**” (Origen de medida).

CORRECTORES DE HERRAMIENTA

Para poder realizar el control de los desplazamientos de la punta de la herramienta (parte de la misma en contacto con la pieza) el CNC debe conocer en todo momento las dimensiones de dicha herramienta con respecto al punto “**R**”, anteriormente citado.

Estos valores se almacenan en la tabla de herramientas del CNC.



Para realizar la corrección de la longitud de la herramienta se puede realizar una medición absoluta (respecto del punto R) de cada herramienta o asignar a la primera herramienta el valor “0” y al resto de herramientas la variación de longitud (positiva o negativa) respecto de esta.

CAMBIO DE HERRAMIENTA

Cuando la maquina dispone de cambiador automático de herramienta, si el programa utiliza mas de una herramienta, el cambio se programa de la siguiente forma:

1. Programar el numero de herramienta (de 1 a 8) y el corrector (de 1 a 99).
2. Programar la función auxiliar **M6** en un bloque sin mas ordenes.

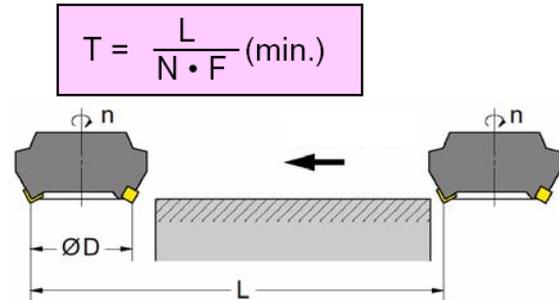
Cuando la maquina no dispone de este accesorio el cambio de herramienta se realiza de forma manual siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Programar el numero de herramienta (de 1 a 8) y el corrector (de 1 a 99).
2. Programar las funciones **M5** y **M0** para parar el cabezal y detener la ejecución del programa
3. Desde el modo “**INSPECCION DE HERRAMIENA**” desplazar los ejes, abrir el protector y cambiar la herramienta manualmente
4. Cerrar el protector y reposicionar los ejes.
5. Pulsar “**MARCHA CICLO**” para reanudar la ejecución del programa.

PARÁMETROS DE CORTE

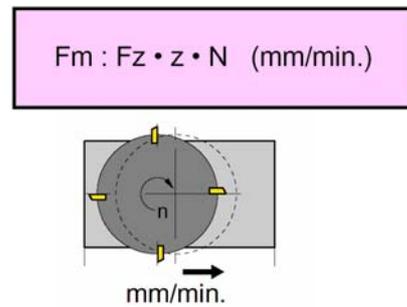
TIEMPO DE MECANIZADO

- ❑ T [min] : Tiempo de mecanizado
- ❑ L [mm] : Longitud del mecanizado
- ❑ N [R.P.M] : Velocidad de giro de la herramienta
- ❑ F [mm/vuelta]: Avance por vuelta.



VELOCIDAD DE AVANCE

- ❑ Fm [mm/min]: Avance por minuto.
- ❑ Fz [mm/diente]: Avance por diente de la herramienta.
- ❑ z : Numero de dientes.
- ❑ N [R.P.M] : Velocidad de giro de la herramienta.



CONDICIONES DE CORTE PARA FRESAS FRONTALES DE HSCO

MATERIAL A MECANIZAR			AVANCE POR DIENTE (Fz)							CONDICIONES	
DENOMINACION	Resist. a la tracción (N/mm²)		Diámetro de la fresa							Vc (m/min)	Refrig. E: emulsión O: Aceite D: Seco
	Desde	Hasta	Ø4	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20		
Acero de fácil mecanización	370	660	0.02	0.03	0.035	0.05	0.1	0.1	0.1	30/40	E
Acero de construcción en general	550	1000	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	30/35	E
Acero inoxidable	450	950	0.012	0.025	0.03	0.045	0.045	0.045	0.065	15/20	O
Hierro fundido con grafito laminar	100	240	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	20/30	E/D
Fundición maleable	100	270	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	15/20	E/D
Aleaciones fundidas de aluminio (Si < 10%)	10	180	0.025	0.042	0.062	0.067	0.08	0.11	0.13	160/200	E
Aleaciones fundidas de aluminio (Si > 10%)	150	250	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	50/80	E
Cobre	200	400	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	60/100	E
Latón con viruta corta	200	550	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	50/90	E
Bronce con viruta corta	250	850	0.02	0.03	0.035	0.05	0.06	0.1	0.1	50/90	O
Aleaciones de Titanio	100	700	0.025	0.042	0.062	0.067	0.08	0.11	0.13	10/20	

- ❑ En fresas de serie larga reducir el avance al 50%.
- ❑ Cuando se trabaja como broca (penetrando en el material) reducir el avance al 30%.
- ❑ Para fresas de HSS reducir al avance al 75%

SECUENCIA DE REALIZACIÓN

Cuando se trabaja con una maquina herramienta, como el centro de mecanizado ODISEA, es muy importante establecer una metodología de actuación para habituar al trabajador (en este caso estudiante) a realizar todas y cada una de las fases del trabajo. De esta manera decrece la probabilidad de que se produzcan errores en la realización del trabajo o situaciones peligrosas para la integridad de la maquina y el trabajador.

A continuación se muestra un proceso de trabajo completo. Es responsabilidad del operario el determinar si existen acciones que se puedan obviar en cada ocasión porque ya han sido realizadas previamente de forma correcta.

1. Analizar si la pieza se puede mecanizar con los medios disponibles (bruto, htas, sistema de amarre,..).
2. Dibujar un pequeño plano indicando las dimensiones, operaciones a realizar, las herramientas a utilizar y la localización del origen.
3. Realizar la preparación de las herramientas de corte
4. Situar en el almacén las herramientas necesarias
5. Realizar la colocación de la pieza en la maquina.
6. Realizar la medición de las htas.
7. Medir la posición del origen del programa de mecanizado.
8. Editar el programa de CNC.
9. Verificar el programa, aprovechando las distintas formas de realizar la simulación en el control.
10. Ejecutar el programa de mecanizado a un avance de trabajo reducido hasta verificar que no hay problemas.
11. Realizar la supervisión del mecanizado y la posterior medición de la pieza acabada.

EJERCICIOS PRACTICOS

En las prácticas se van a desarrollar una serie de procesos y programas para la realización de diferentes piezas. Se debe aclarar que el proceso seguido no será el único ni quizás el más correcto, sino aquel que facilite la comprensión del ejercicio.

Las primeras prácticas se realizarán con un bolígrafo retráctil, dibujando únicamente el perfil de la pieza a obtener sobre un papel. El resto de las prácticas se mecanizarán utilizando las herramientas adecuadas.

En cada uno de los ejercicios, partiendo del dibujo de la pieza, se define un proceso en el cual se podrían efectuar cambios o adoptar soluciones mejores.

Las practicas se dividen en cuatro grupos identificados cada uno como se muestra a continuación:

- ❑ PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS
- ❑ EJEMPLOS DE MECANIZADO
- ❑ CICLOS FIJOS
- ❑ EDITOR DE PERFILES

Para cada grupo de practicas se realizaran diferentes ejemplos de dificultad creciente realizados mediante las

Cada práctica está formada por los siguientes apartados:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| ❑ OBJETIVO DEL EJERCICIO. | ❑ SISTEMAS DE AMARRE |
| ❑ CONTENIDOS | ❑ CÁLCULOS GEOMÉTRICOS |
| ❑ ORIGEN DE PROGRAMA | ❑ PROCESO DE FABRICACIÓN |
| ❑ PLANO DE LA PIEZA | ❑ OBSERVACIONES AL PROGRAMA |
| ❑ HERRAMIENTAS | ❑ PROGRAMA ISO |
| ❑ DATOS TECNOLÓGICOS | |

En cada practica se cargan los valores de los decalajes en la tabla correspondiente para luego aplicar el decalaje modificado:

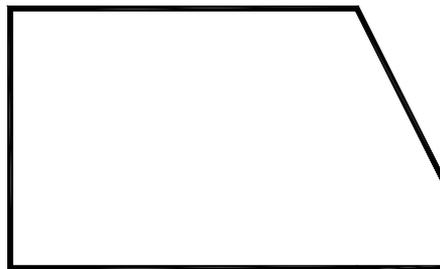
(ORGX54=-150, ORGY54=-150, ORGZ54=-100)
G54

Con ello se pretende evitar posibles colisiones al tratar de ejecutar un programa utilizando un decalaje inadecuado.

Por defecto se han definido unos valores para cada eje que habrá que modificar en funcion de la posición de la mordaza en la mesa en cada caso.

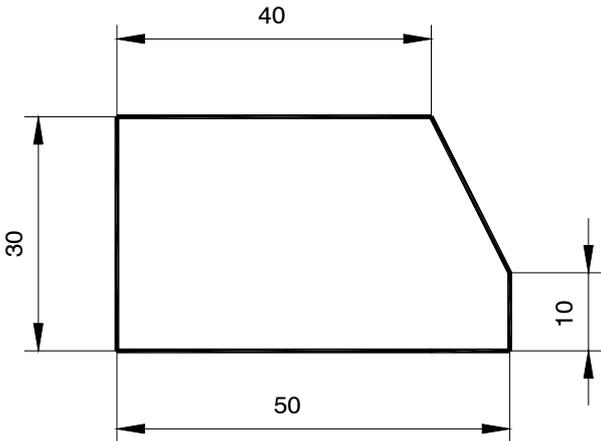
PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS

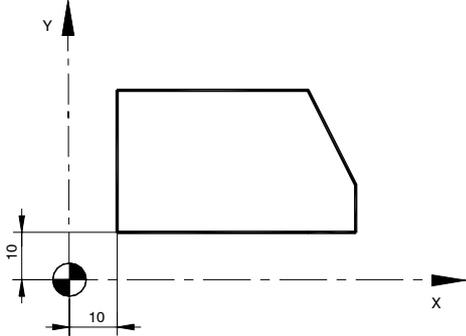
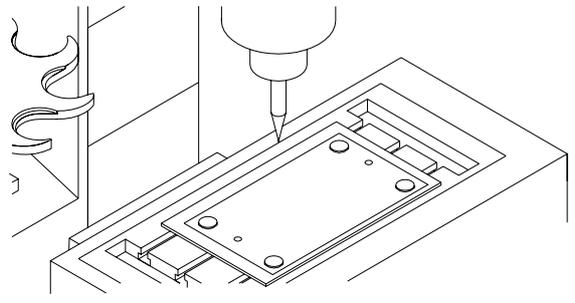
Nº 1 TRAYECTORIAS LINEALES



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A1 1/3	
	TRAYECTORIAS LINEALES			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
<p>El objetivo de la practica consiste en la realización de un polígono de 4 formas distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cotas cartesianas absolutas • Cotas cartesianas incrementales • Cotas polares absolutas • Cotas polares incrementales 	<p>Programar en coordenadas cartesianas y en polares, aplicando las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación en cotas absolutas (G90) e incrementales (G91). • Posicionamiento rápido (G00). • Interpolación lineal (G01). • Compensación de longitud (G43). • Origen de programa (G54)

PLANO	HERRAMIENTAS
	<p>Bolígrafo retráctil</p>
	DATOS TECNOLOGICOS
	<p>Avance de penetración: 250 mm/min. Avance de trabajo: 500 mm/min.</p>

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	<p>Colocar la plaza metálica como se muestra en la figura y utilizar los imanes para fijar la hoja de papel.</p> 



PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS

TRAYECTORIAS LINEALES

Tiempo:
2h.Ref: A1
2/3

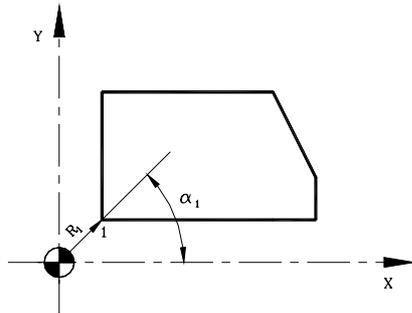
CALCULOS

Determinación del punto N° 1 en coordenadas polares (proceder de igual forma para el resto de puntos):

- Aplicando el teorema de Pitágoras:

$$R_1 = \sqrt{10^2 + 10^2} = 14,142$$

$$R_1 = 14,142$$



- A continuación el ángulo:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{10}{10} = 1$$

$$\alpha_1 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 1 = 45^\circ$$

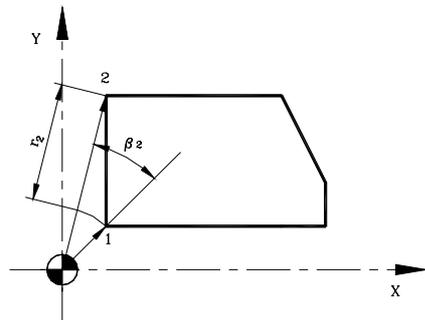
$$\alpha_1 = 45^\circ$$

Determinación del incremento de distancia entre los puntos N°1 y N°2 en coordenadas polares (proceder de igual forma para el resto de los incrementos).

- Radio.

$$R_2 = \sqrt{40^2 + 10^2} = 41,231$$

$$R_2 = 41,231$$



- Angulo.

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{40}{10} = 4$$

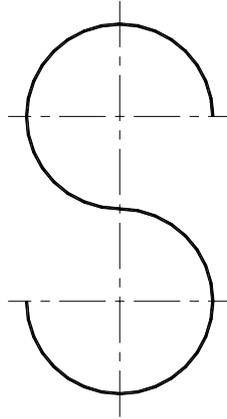
$$\alpha_2 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 4 = 75,9637^\circ$$

$$\alpha_2 = 75,964^\circ$$

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A1 3/3	
	TRAYECTORIAS LINEALES			

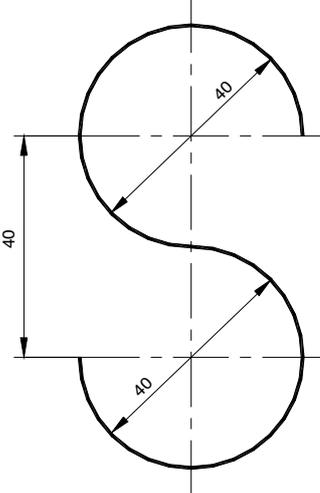
PROG. CARTESIANA, COTAS ABSOLUTAS	PROG. CARTESIANA, COTAS INCREMENTALES
<pre> %Ejercicio 1,MX, ;---- TRAYECTORIAS LINEALES ---- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Bológrafo M6 G0 G90 G43 X10 Y10 Z2 G1 Z-0.5 F250 Y40 F500 X50 X60 Y20 Y10 X10 G0 Z2 X0 Y0 M30 </pre>	<pre> %Ejercicio 1,MX, ;---- TRAYECTORIAS LINEALES ---- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Bológrafo M6 G0 G90 G43 X10 Y10 Z2 G1 Z-0.5 F250 G91 Y30 F500 X40 X10 Y-20 Y-10 X-50 G0 G90 Z2 X0 Y0 M30 </pre>
PROG. POLAR, COTAS ABSOLUTAS	PROG. POLAR, COTAS INCREMENTALES
<pre> %Ejercicio 1,MX, ;---- TRAYECTORIAS LINEALES ---- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Bológrafo M6 G0 G90 G43 X0 Y0 Z2 G91 R14.142 Q45 G1 Z-2.5 F250 R27.089 Q30.964 F500 R22.8 Q-37.304 R-0.786 Q-20.225 R-2.417 Q-8.973 R-46.686 Q35.538 G0 Z2 R-14.142 M30 </pre>	<pre> %Ejercicio 1,MX, ;---- TRAYECTORIAS LINEALES ---- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Bológrafo M6 G0 G90 G43 X10 Y10 Z2 G1 Z-0.5 F250 R41.231 Q75.964 F500 X50 R63.246 Q18.435 Y10 R14.142 Q45 G0 Z2 X0 Y0 M30 </pre>

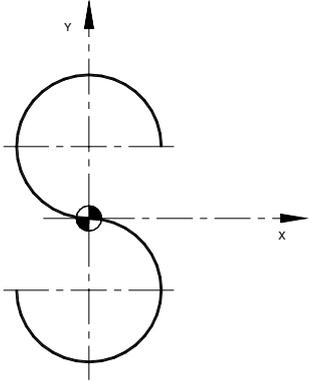
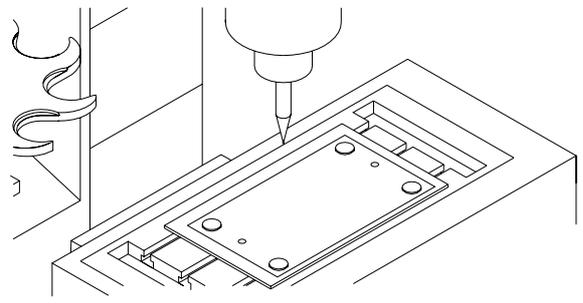
Nº 2 TRAYECTORIAS CIRCULARES



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A2 1/2	
	TRAYECTORIAS CIRCULARES			

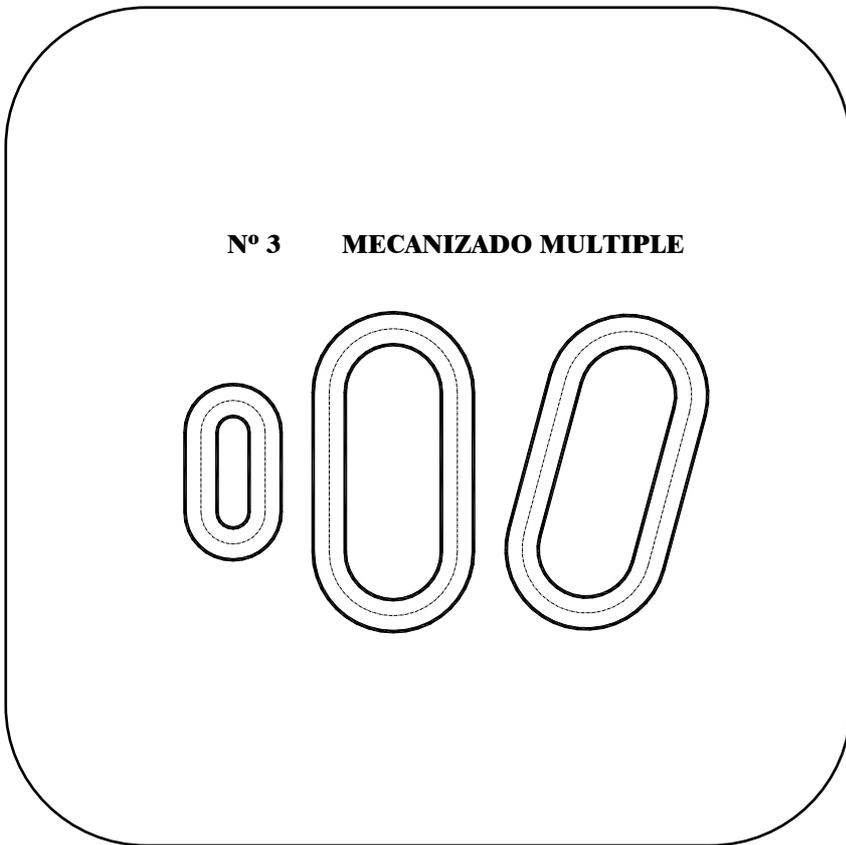
OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
<p>El objetivo de la practica consiste en la realización de una trayectoria en forma de “S” de dos formas distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cotas cartesianas absolutas • Cotas polares incrementales 	<p>Programar en coordenadas cartesianas y en polares, aplicando las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación en cotas absolutas (G90) e incrementales (G91). • Posicionamiento rápido (G00). • Interpolación circular a derechas (G02). • Interpolación circular a izquierdas (G03). • Avances (F).Final de programa con vuelta al comienzo (M30).

PLANO	HERRAMIENTAS
	<p>Bolígrafo retráctil</p>
	DATOS TECNOLOGICOS
	<p>Avance de penetración: 250 mm/min. Avance de trabajo: 500 mm/min.</p>

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	<p>Colocar la plaza metálica como se muestra en la figura y utilizar los imanes para fijar la hoja de papel.</p> 

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A2 2/2	
	TRAYECTORIAS CIRCULARES			

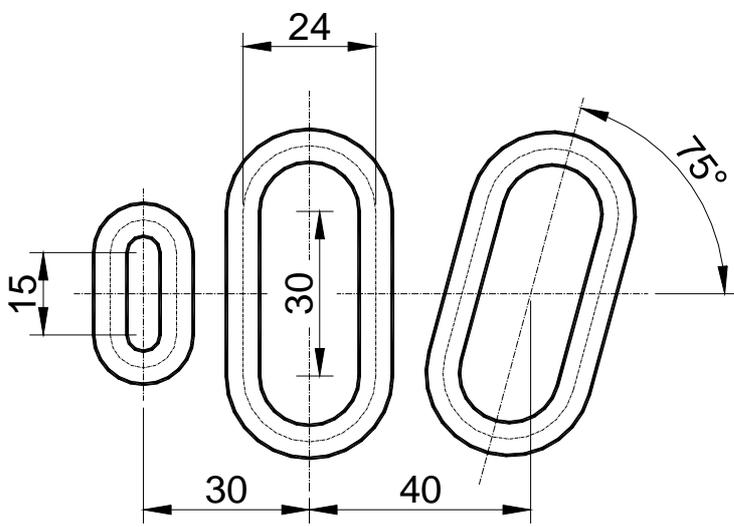
PROG. CARTESIANA, COTAS ABSOLUTAS	PROG. POLAR, COTAS INCREMENTALES
<pre> %Ejercicio 2,MX, ;--- TRAYECTORIAS CIRCULARES --- (ORGX54=-100,ORGY54=-100,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Bológrafo M6 G0 G90 X20 Y20 Z5 G1 Z-0.5 F250 G3 X0 Y0 I-20 J0 F500 G2 X-20 Y-20 I0 J-20 G0 Z5 X50 Y50 M30 </pre>	<pre> %Ejercicio 2,MX, ;--- TRAYECTORIAS CIRCULARES --- (ORGX54=-100,ORGY54=-100,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Bológrafo M6 G0 G90 X20 Y20 Z5 G91 G1 Z-5.5 F250 G93 I0 J20 G3 Q-90 F500 ;O bien Q270 G93 I0 J-20 G2 Q90 ;O bien Q-270 G90 G0 Z5 X50 Y50 M30 </pre>



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A3 1/3	
	MECANIZADO MULTIPLE			

<p style="text-align: center;">OBJETIVO DEL EJERCICIO</p> <p>El objetivo de la practica consiste en la realización de las tres trayectorias utilizando simetrías, desplazamientos de origen y factor de escala.</p>	<p style="text-align: center;">CONTENIDOS</p> <p>Programar en coordenadas cartesianas incorporando las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imagen espejo :(G11, G12;G13) • Preselección de cotas. :(G92) • Factor de escala : (G72) • Giro del sistema de coordenadas :(G73) • Sentencias de control de flujo (salto) : (RPT)
--	--

PLANO



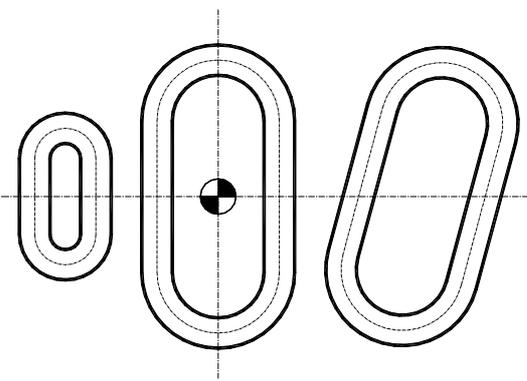
HERRAMIENTAS

Boligrafo

DATOS TECNOLOGICOS

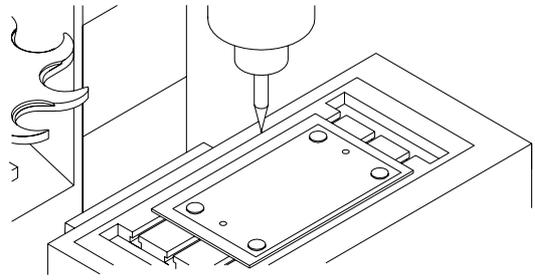
Avance de penetración: 250 mm/min.
Avance de trabajo: 500 mm/min.

SITUACION DEL ORIGEN



SISTEMAS DE AMARRE

Colocar la plaza metálica como se muestra en la figura y utilizar los imanes para fijar la hoja de papel.

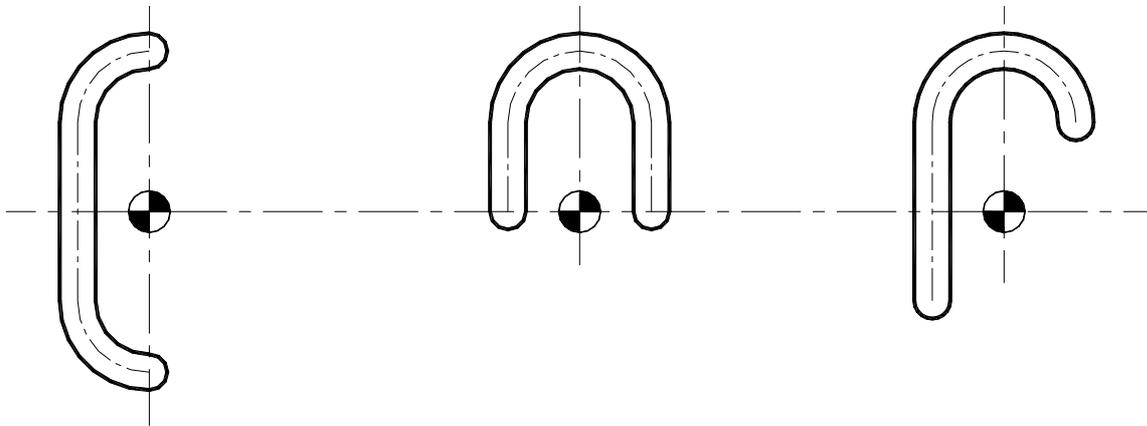


	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A3 2/3	
	MECANIZADO MULTIPLE			

OBSERVACIONES

Para la realización del ejercicio se va a utilizar la función imagen espejo de la siguiente manera:

- Primer mecanizado: Programación de la mitad superior de la figura y realización de una simetría vertical.
- Segundo mecanizado: Programación de la mitad izquierda de la figura y realización de una simetría horizontal.
- Tercer mecanizado: Programación de un cuadrante y realización de una simetría en ambos ejes.



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A3 3/3	
	MECANIZADO MULTIPLE			

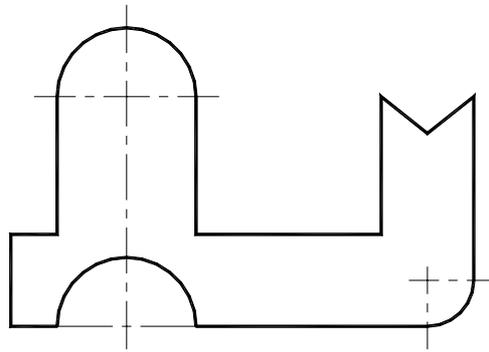
PROGRAMA

```

%Ejercicio 3,MX,
;----- Ejercicio 10 -----
(ORGX54=-110,ORGY54=-100,ORGZ54=-100)
G54
T1 D1 ; Boligrafo
M6
; mitad superior
N1 G0 G90 G43 X-12 Y0 Z5 S200
  G1 Z-0.5 F250
  G1 Y15
  G2 X12 R 12
  G1 Y0
N2 G0 Z5
G12 ; simetria en el eje Y
(RPT N1,N2)
G10
; mitad izquierda
G0 X-30 Y0
G92 X0 Y0 ; preselección del origen en -30,0
G72 S0.5 ; factor de escala
;
N3 G0 X0 Y27
  G1 Z-1
  G3 X-12 Y15 R12
  G1 Y-15
  G3 X0 Y-27 R12
N4 G0 Z10
G11 ; simetría en el eje X
(RPT N3,N4)
G10
G72 S1 ; anulación del factor de escala
G0 X70 Y0
G92 X0 Y0 ; preselección del origen en 40,0
G73 Q-15 ; giro del sistema de coordenadas
; cuadrante superior izquierdo
N5 G0 X12 Y15
  G1 Z-0.5
  G3 X-12 Y15 R12
  G1 X-12 Y-15
N6 G0 Z5
G11 G12 ; simetría en los dos ejes
(RPT N5,N6)
G10
G73
G0 Z5
G0 X-40 Y0 Z20
G92 X0 Y0
M30

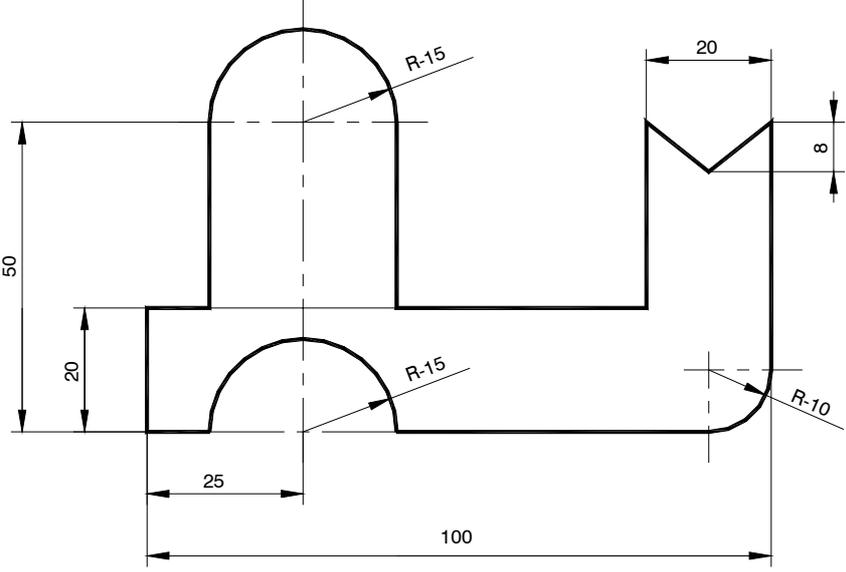
```

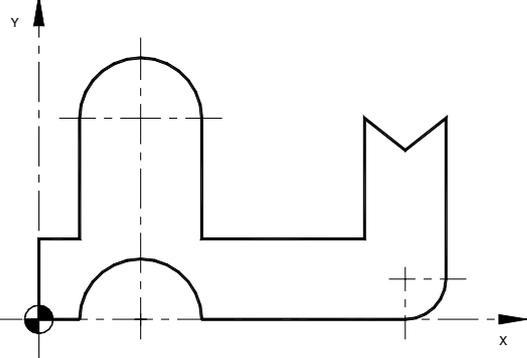
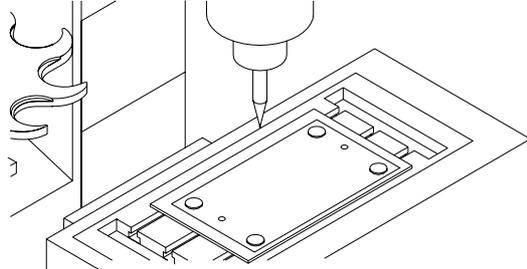

Nº 4 TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA.



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A4 1/3	
	TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA.			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
<p>Programación del contorno propuesto de tres formas distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sin tener en cuenta la compensación de herramienta • Con compensación de hta en un sentido • Con la compensación en el otro sentido 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciación en la utilización de funciones compensatorias de herramientas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Compensación de radio a izquierdas (G41). ○ Compensación de radio a derechas (G42). ○ Anulación de la compensación (G40). • Matado controlado de aristas (G36). • Control de parada entre bloques (G5, G7)

PLANO	HERRAMIENTAS
	<p>Bolígrafo retractil</p>
	DATOS TECNOLOGICOS
	<p>Avance de penetración: 250 mm/min. Avance de trabajo: 500 mm/min.</p>

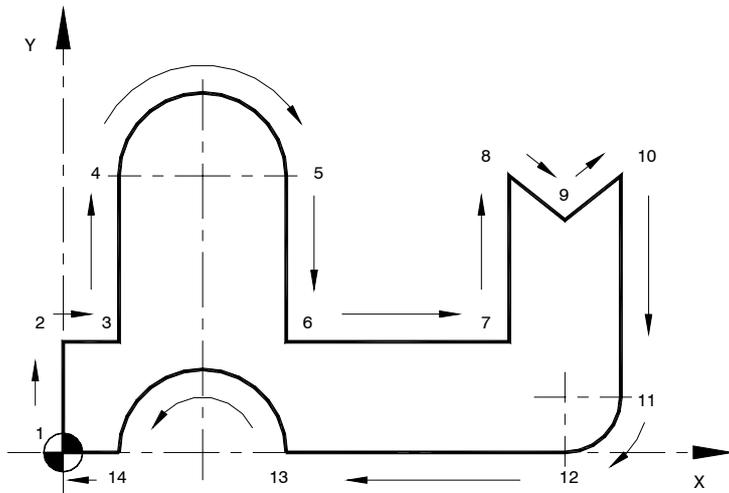
SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	<p>Colocar la plaza metálica como se muestra en la figura y utilizar los imanes para fijar la hoja de papel.</p> 

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A4 2/3	
	TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA.			

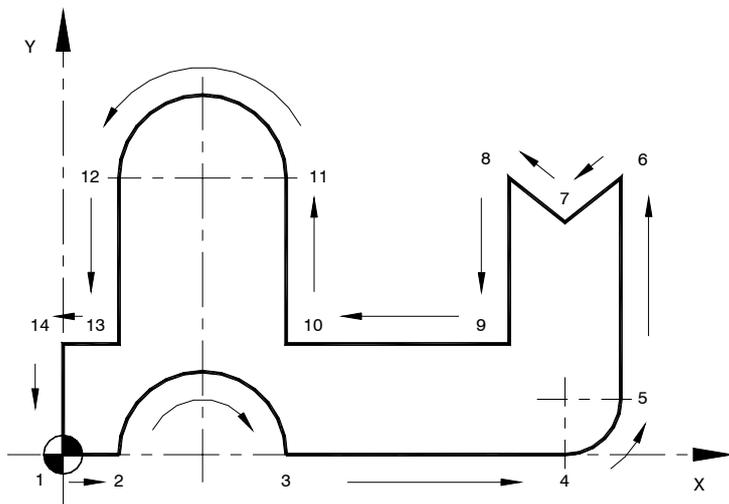
DIRECCION DEL MECANIZADO

Se introduce aquí la aplicación de las compensaciones de herramienta (G41 y G42). Con ellas se puede realizar la misma pieza con bolígrafo dando un valor igual a cero en la tabla de herramientas para el corrector que se utilice. Si se desea mecanizar con alguna herramienta se introduciría el radio de la misma.

A continuación se muestran los puntos correspondientes a cada sentido de la trayectoria de mecanizado.



Con compensación a izquierdas **G41**:

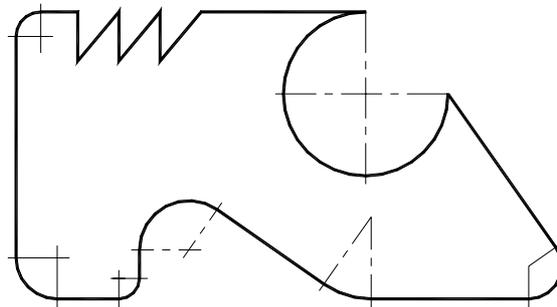


Con compensación a derechas **G42**:

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A4 3/3	
	TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA.			

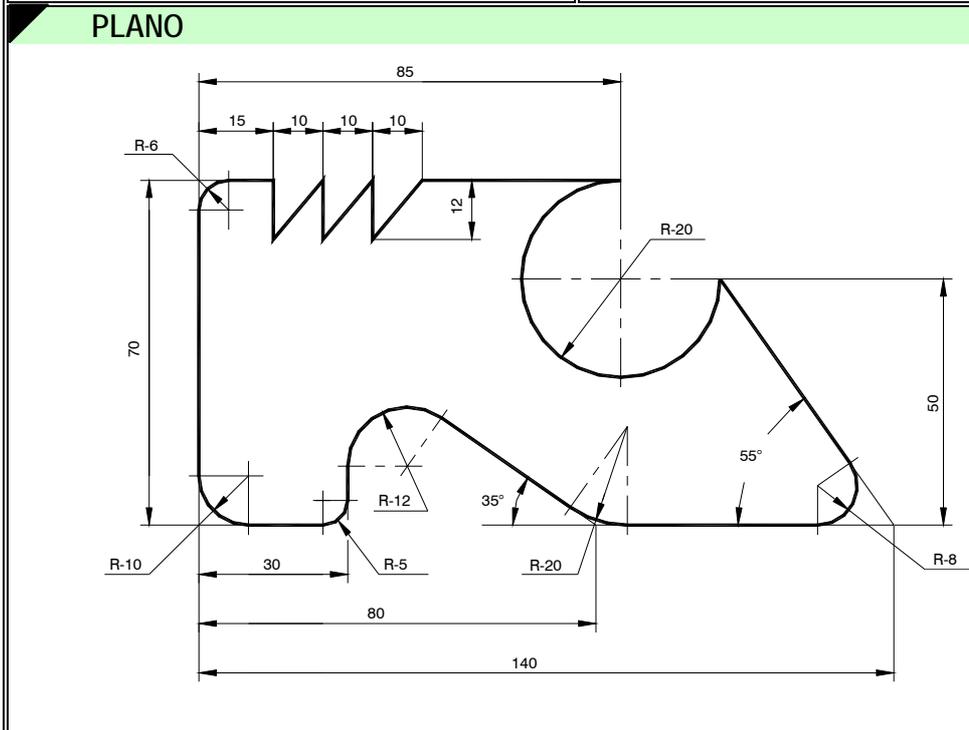
SIN COMPENSACION	CON COMPENSACION G41
<pre>%Ejercicio 4,MX, ;--- TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA --- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Boligrafo M6 G0 G90 G17 X0 Y0 Z5 G1 Z-0.5 F250 G5 Y20 F500 X10 Y50 G2 X40 I15 J0 G1 Y20 X80 Y50 X90 Y42 X100 Y50 Y10 G2 X90 Y0 I-10 J0 G1 X40 G3 X10 I-15 J0 G1 X0 G0 G7 Z5 X-10 Y-10 M30</pre>	<pre>%Ejercicio 4,MX, ;--- TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA --- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Diam.max= 20mm M6 G0 G90 G41 X0 Y0 Z5 G1 Z-0.5 F250 G5 Y20 F500 X10 Y50 G2 X40 I15 J0 G1 Y20 X80 Y50 G91 X10 Y-8 X10 Y8 G90 G36 R10 X100 Y0 G1 X40 G3 X10 I-15 J0 G1 X0 G0 G7 G40 Z5 X-10 Y-10 M30</pre>
PROG. POLAR, COTAS ABSOLUTAS	
<pre>%Ejercicio 4,MX, ;--- TRABAJO CON COMPENSACIÓN DE HTA --- (ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ;Boligrafo M6 G42 G0 G90 G17 X0 Y0 Z5 G1 Z-0.5 F250 X10 F500 G2 X40 I15 J0 G1 G36 R10 X100 Y0 Y50 G91 X-10 Y-8 X-10 Y8 G90 Y20 X40 Y50 G3 X10 I-15 J0 G1 Y20 X0</pre>	<pre>Y0 G0 G7 G40 Z5 X-10 Y-10 M30</pre>

Nº 5 TRABAJO CON SUBRUTINAS I



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 3h.	Ref: A5 1/3	
	TRABAJO CON SUBRUTINAS I			

<p>OBJETIVO DEL EJERCICIO</p> <p>Programar el contorno propuesto utilizando subrutinas de dos formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calculando los puntos intermedios por trigonometría • Mediante la utilización de la función “redondeo”. 	<p>CONTENIDOS</p> <p>Practicar la programación en cartesianas, así como el uso de funciones preparatorias vistas hasta ahora G41, G40, G36, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Llamada a subrutina estandar (CALL). • Definición de subrutina (SUB – RET)
---	---

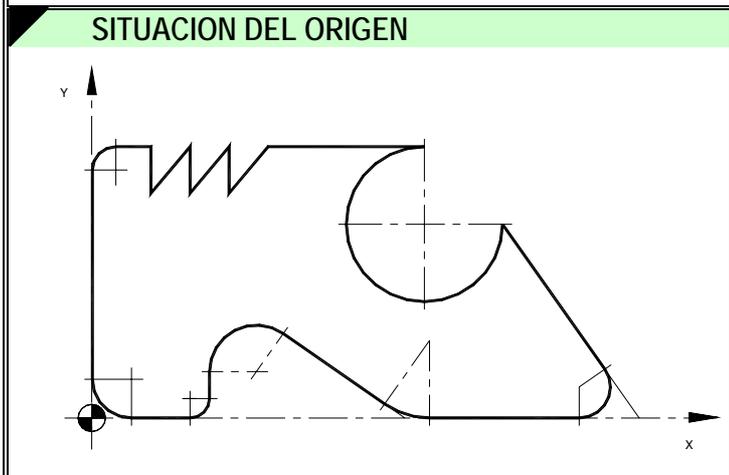


HERRAMIENTAS

Boligrafo

DATOS TECNOLOGICOS

Avance de penetración: 250 mm/min.
Avance de trabajo: 500 mm/min.





PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS

TRABAJO CON SUBRUTINAS I

Tiempo:
3h.Ref: A5
2/3

CALCULOS

A continuación se muestran los cálculos trigonométricos a realizar para calcular los sucesivos puntos de tangencia.

Punto 1:

$$x = 140 - b$$

$$a = \frac{8}{\operatorname{tg} \left(\frac{55^\circ}{2} \right)} = 15,368$$

$$b = 15,368 \cdot \cos 55^\circ = 8,815$$

$$x = 140 - 8,815 = 131,185$$

$$y = c$$

$$c = a \cdot \operatorname{sen} 55^\circ = 15,368 \cdot \operatorname{sen} 55^\circ = 12,589$$

Punto 2:

$$x = 140 - a = 140 - 15,368 = 124,632$$

$$y = 0$$

Punto 3:

$$x = 80 + d$$

$$d = 20 \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{35^\circ}{2} \right) = 6,306$$

$$x = 80 + 6,306 = 86,306$$

$$y = 0$$

Punto 4:

$$x = 80 - f$$

$$f = e / \operatorname{tg} 35^\circ$$

$$e = 20 - g$$

$$g = 20 \cdot \cos 35^\circ = 16,383$$

$$e = 20 - 16,383 = 3,617$$

$$f = \frac{3,617}{\operatorname{tg} 35^\circ} = 5,166$$

$$x = 80 - 5,166 = 74,834$$

$$y = e = 3,617$$

Punto 5:

$$x = 30 + i$$

$$i = k \cdot \cos 35^\circ$$

$$k = 12 / \operatorname{tg} \left(\frac{\beta}{2} \right)$$

$$\beta = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ$$

$$k = 12 / \operatorname{tg} \frac{55^\circ}{2} = 23,052$$

$$i = 23,052 \cdot \cos 35^\circ = 18,883$$

$$x = 30 + 18,883 = 48,883$$

$$y = h - j$$

$$h = (80 - 30) \cdot \operatorname{tg} 35^\circ = 35,010$$

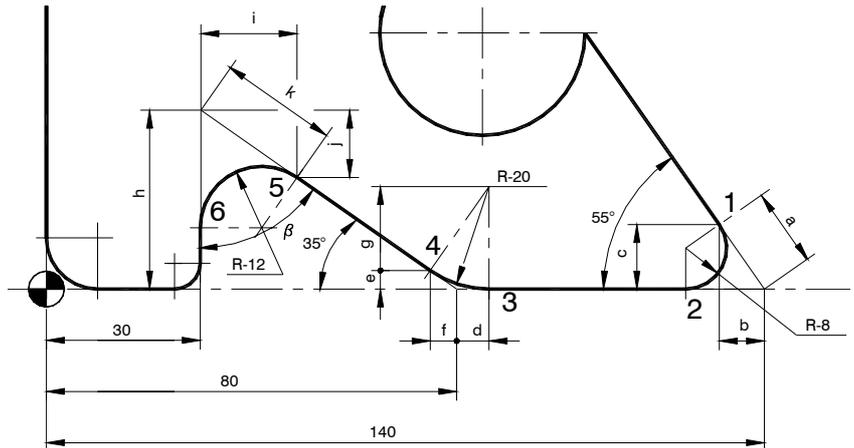
$$j = k \cdot \operatorname{sen} 35^\circ = 13,222$$

$$y = 35,010 - 13,222 = 21,789$$

Punto 6:

$$x = 30$$

$$y = h - k = 35,010 - 23,052 = 11,958$$

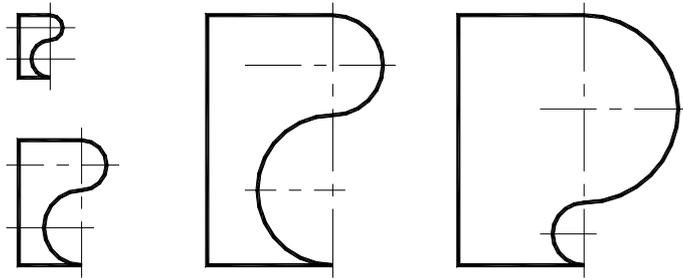


Como podrá observarse en alguno de los ejercicios, se puede realizar de forma mucho más fácil cualquier figura que tenga aristas redondeadas con la función G36, con ello se simplifican bastantes cálculos.

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 3h.	Ref: A5 3/3	
	TRABAJO CON SUBROUTINAS I			

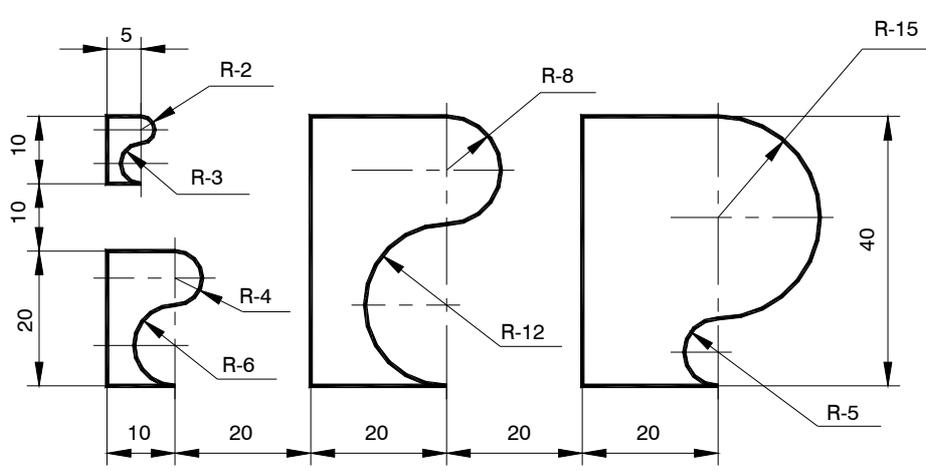
PROG. CON CALCULOS TRIGONOMETRICOS	PROG. CON REDONDEOS
<pre> %Ejercicio 5,MX, ;--- TRABAJO CON SUBROUTINAS -- (ORGX54=-170,ORGY54=-170,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ; Diam.max= 8mm M6 G0 G90 G41 X0 Y10 Z5 G1 Z-0.5 F250 G5 Y64 F500 G2 X6 Y70 I6 J0 G1 X15 (CALL 1)N3 G90 X85 G3 X105 Y50 I0 J-20 G1 X131.185 Y12.589 G2 X124.632 Y0 I-6.553 J-4.589 G1 X86.306 G2 X74.834 Y3.617 I0 J20 G1 X48.883 Y21.789 G3 X30 Y11.958 I-6.883 J-9.830 G1 Y5 G2 X25 Y0 I-5 J0 G1 X10 G2 X0 Y10 I0 J10 G0 G7 G40 Z5 X20 Y20 M30 ; (SUB 1) G91 G1 Y-12 X10 Y12 (RET) </pre>	<pre> ;Ejercicio 5,MX ;--- TRABAJO CON SUBROUTINAS -- (ORGX54=-170,ORGY54=-170,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ; Diam.max = 8mm M6 G0 G17 G41 G90 X0 Y10 Z5 S200 G1 Z-0.5 F250 G5 G36 R6 Y70 F500 X15 (CALL 2)N3 G90 X85 G3 X105 Y50 I0 J-20 G1 G36 R8 X140 Y0 G36 R20 X80 G36 R12 X30 Y35.01 G36 R5 Y0 X10 G2 X0 Y10 I0 J10 G0 G7 G40 Z5 X20 Y20 M30 ; (SUB 2) G91 G1 Y-12 X10 Y12 (RET) </pre>

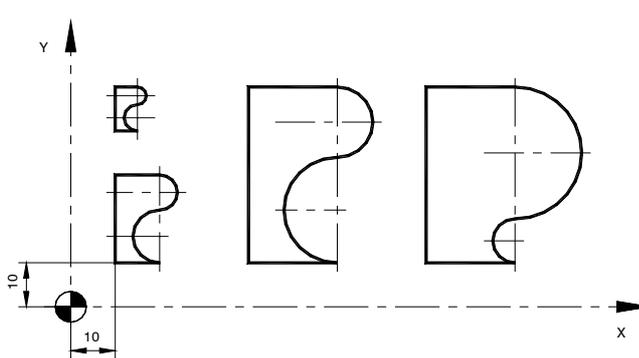
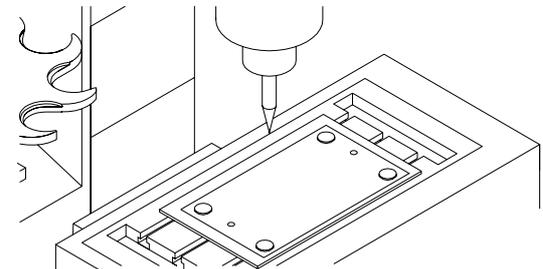
Nº 6 TRABAJO CON SUBRUTINAS PARAMETRICAS



	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A6 1/3	
	TRABAJO CON SUBROUTINAS PARAMETRICAS			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
Definir la geometría de una de las figuras propuestas y, utilizando una subrutina paramétrica, realizar el resto de las figuras.	Aplicación de subrutinas paramétricas. <ul style="list-style-type: none"> • Llamada a subrutina paramétrica (PCALL). • Definición de subrutina (SUB – RET)

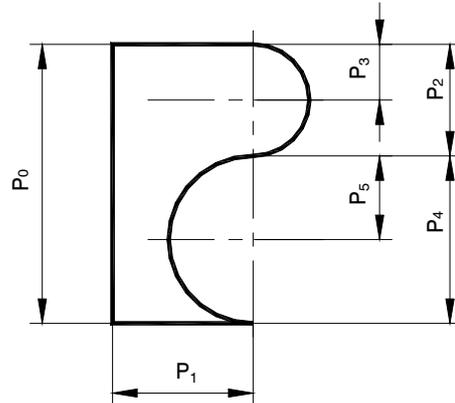
PLANO	HERRAMIENTAS
	Bolígrafo
	DATOS TECNOLOGICOS
	Avance de penetración: 250 mm/min. Avance de trabajo: 500 mm/min.

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	Colocar la plaza metálica como se muestra en la figura y utilizar los imanes para fijar la hoja de papel. 

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A6 2/3	
	TRABAJO CON SUBRUTINAS PARAMETRICAS			

OBSERVACIONES

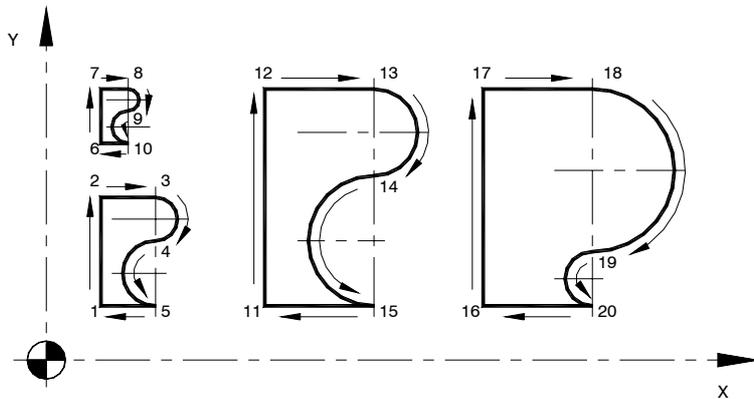
A continuación se muestran los parámetros que se han definido en el ejercicio.



Para que exista una proporcionalidad entre las diferentes geometrías se han de mantener las siguientes relaciones geométricas entre parámetros:

- $P0 = P2 + P4$
- $P3 = P2 / 2$
- $P5 = P4 / 2$

En la figura siguiente se muestran las diferentes trayectorias de cada una de las figuras del ejercicio.



Asignando los siguientes valores a los parámetros se obtienen todas las figuras del ejercicio.

FIGURA 1:	$P0= 20$	$P1= 10$	$P2= 8$	$P3= 4$	$P4= 12$	$P5= 6$
FIGURA 2:	$P0= 10$	$P1= 5$	$P2= 4$	$P3= 2$	$P4= 6$	$P5= 3$
FIGURA 3:	$P0= 40$	$P1= 20$	$P2= 16$	$P3= 8$	$P4= 24$	$P5= 12$
FIGURA 4:	$P0= 40$	$P1= 20$	$P2= 30$	$P3= 15$	$P4= 10$	$P5= 5$

	PROGRAMACIÓN DE CONTORNOS	Tiempo: 2h.	Ref: A6 3/3	
	TRABAJO CON SUBROUTINAS PARAMETRICAS			

PROGRAMA

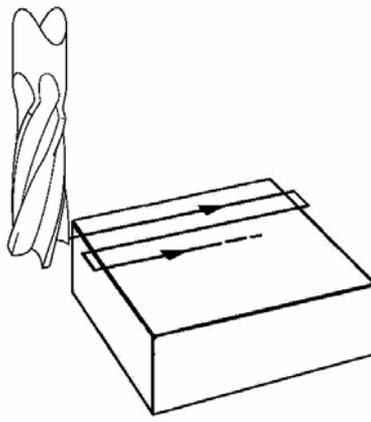
```

%Ejercicio 6,MX,
;--- SUBROUTINAS PARAMETRICAS ---
(ORGX54=-150,ORGY54=-150,ORGZ54=-100)
G54
T1 D1 ; Diam. max= 6mm
M6
G0 G90 G17 X0 Y0 Z5
G41 X10 Y10
(PCALL 4, P100=20, P101=10, P102=-8, P103=-4, P104=-12, P105=-6)
G41 Y40
(PCALL 4, P100=10, P101=5, P102=-4, P103=-2, P104=-6, P105=-3)
G41 X40 Y10
(PCALL 4, P100=40, P101=20, P102=-16, P103=-8, P104=-24, P105=-12)
G41 X80
(PCALL 4, P100=40, P101=20, P102=-30, P103=-15, P104=-10, P105=-5)
X0 Y0
M30
;
(SUB 4)
G1 Z-0.5 F250
G91 G5 Y P100 F500
X P101
G2 Y P102 I0 J P103
G3 Y P104 I0 J P105
G1 X- P101
G90 G7 G40 G0 Z5
(RET)

```

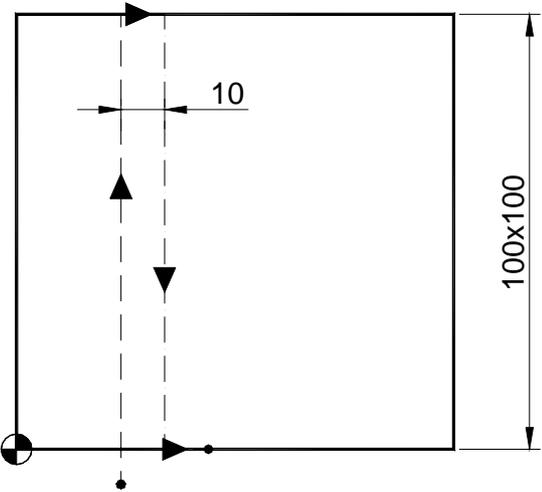

MECANIZADO

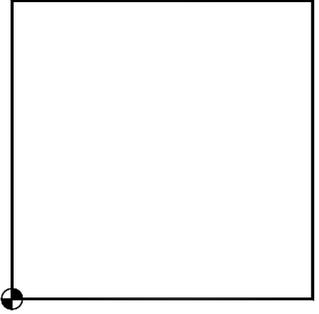
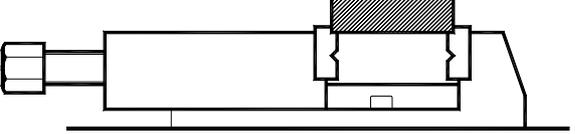
Nº 1 PLANEADO



	MECANIZADO	Tiempo: 2h.	Ref: B1 1/2	
	PLANEADO			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
El objetivo del ejercicio consiste en realizar el planeado de la superficie de una pieza de 100x100 mediante una fresa de diámetro 12mm según la trayectoria descrita	Utilización de las funciones básicas de programación Preparación del mecanizado Realización del mecanizado.

PLANO	HERRAMIENTAS
	Fresa frontal de diam. 12mm
	DATOS TECNOLOGICOS
	Avance de penetración: 50 mm/min. Avance de trabajo: 250 mm/min. Velocidad de giro: 2000 RPM. Material de la pieza: ALUMINIO Material de la herram.: HSSC

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	Amarrar la pieza en la mordaza de bocas paralelas 



MECANIZADO

PLANEADO

Tiempo:
2h.Ref: B1
2/2

PROCESO

Definición de la trayectoria:

A continuación se muestra el proceso de mecanizado seleccionado para realizar esta operación de planeado.

La trayectoria de la herramienta queda definida por los puntos 1-2-3-4-5

Calculo del número de repeticiones a programar:

Siendo:

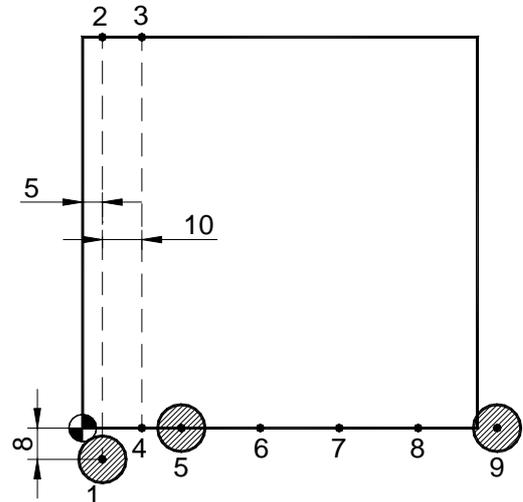
- A: Decalaje de la primera pasada
- B: Distancia entre pasadas consecutivas
- L: Longitud de la pieza a mecanizar

- $A+n \cdot (2 \times B) > L$

Asignando valores:

- Para $n=4$: $5+4 \cdot (2 \times 10) = 85$
- Para $n=5$: $5+5 \cdot (2 \times 10) = 105$

De donde se deduce que hay que ejecutar la trayectoria definida al menos cinco veces 5.

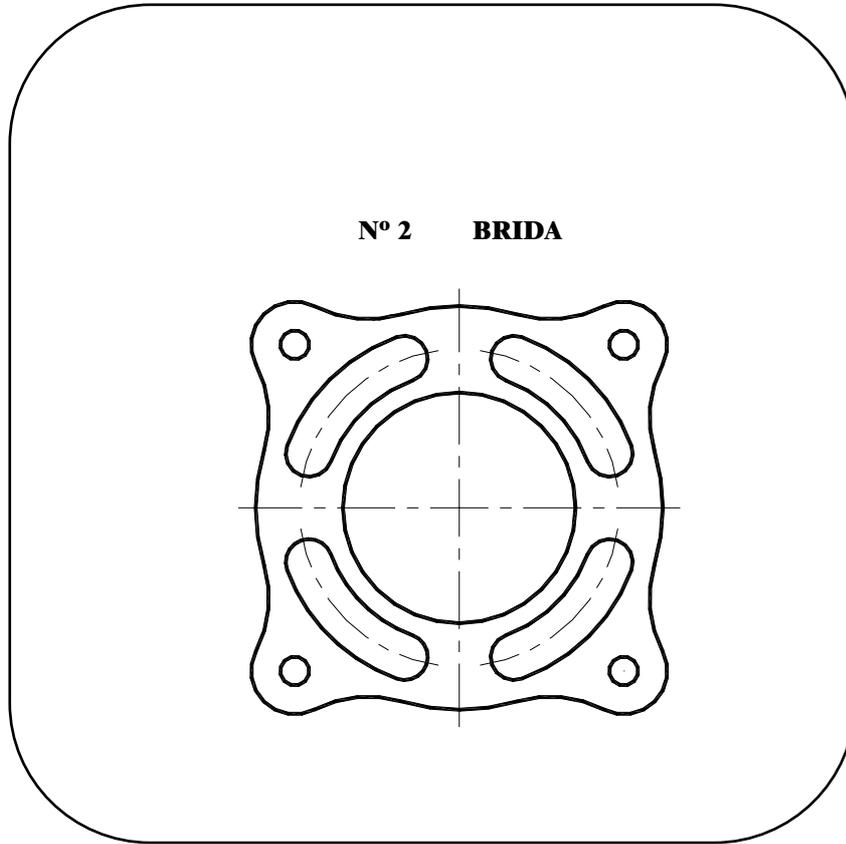


PROGRAMA

```

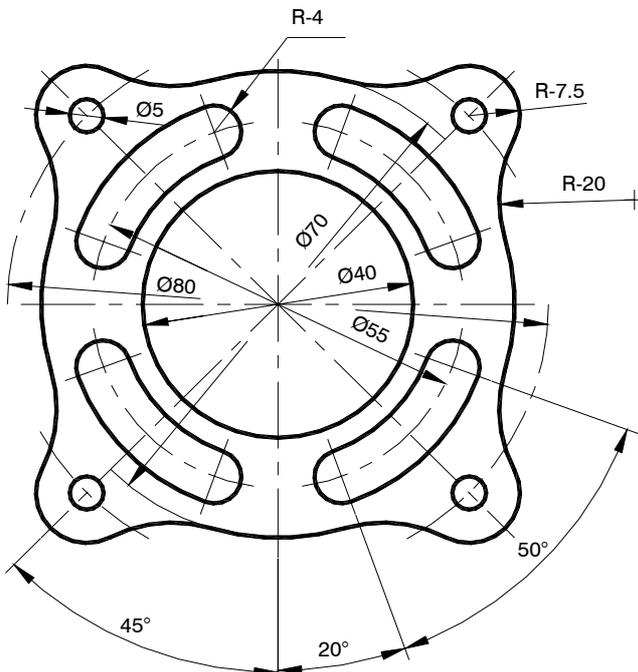
%11, MX,
; --- PLANEADO -----
(ORGX54=-150, ORGY54=-150, ORGZ54=-100)
G54
T1 D1 ; Fresa diam. 12 mm
M6
G0 G90 G17 G43 X5 Y-8 Z3 S2000 M3
G1 Z-1 F50
G1 Y0 F250
N1 G1 G91 Y100
  X10
  Y-100
N2 X10
(RPT N1,N2)N4
G0 G90 Z20
M30

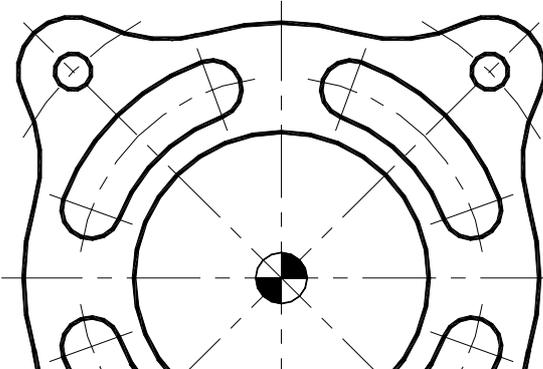
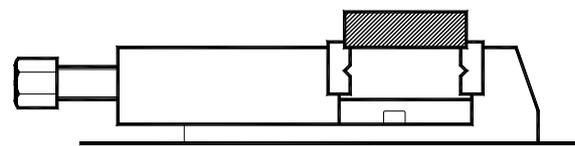
```



	MECANIZADO	Tiempo: 3h.	Ref: B2 1/3	
	BRIDA			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
<p>Programar el mecanizado de la pieza propuesta utilizando las funciones que se proponen en la tabla de contenidos</p>	<p>Mediante el presente ejercicio el alumno puede trabajar conceptos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrada tangencia (G37) y salida tangencial (G38) • Desplazamiento del origen polar (G93) • Imagen espejo (G10, G11, G12)

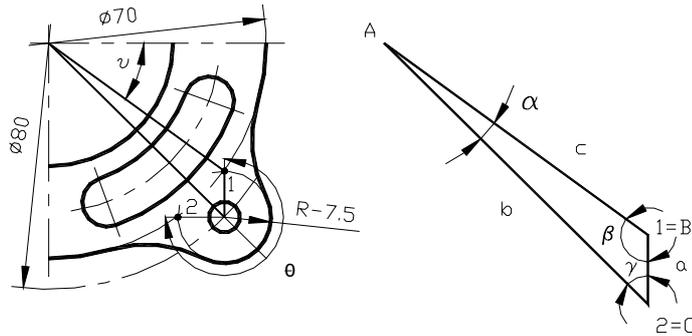
PLANO	HERRAMIENTAS
	<p>Fresa frontal de diam 10 Broca de diam 5mm Fresa semiesferica de 8mm</p>
	DATOS TECNOLOGICOS
	<p>Taladrado broca 5mm: Avance: 150 mm/min. Velocidad de giro: 2500 RPM</p> <p>Fresa frontal de 8mm: Avance de penetrac: 50 mm/min. Avance de fresado : 250mm/min Velocidad de giro: 2500 RPM</p> <p>Fresa frontal diam 10mm: Avance de penetrac.: 50 mm/min Avance de fresado : 300 mm/min. Velocidad de giro: 2000 RPM</p> <p>Material de la pieza: ALUMINIO Material de la herram.: HSSC</p>

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	<p>Amarrar la pieza en la mordaza de bocas paralelas</p> 

	MECANIZADO	Tiempo: 3h.	Ref: B2 2/3	
	BRIDA			

CALCULOS TRIGONOMETRICOS

Para la programación de la pieza se necesita determinare la posición de las cuatro “orejas” de radio 7.5mm con el cuerpo de la pieza:



Punto n° 1:

$$v = 45^\circ - \alpha$$

- Por el teorema del coseno, se tiene que:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \alpha$$

de donde se tiene que:

$$\cos \alpha = \frac{a^2 - b^2 - c^2}{-2bc} = \frac{7,5^2 - 40^2 - 35^2}{-2 \cdot 40 \cdot 35} = 0,988839$$

$$\alpha = \arccos 0,988839 = 8,568286^\circ$$

$$\alpha = 8,568^\circ$$

$$v = 45^\circ - 8,568^\circ = 36,432^\circ$$

$$v = 36,432^\circ$$

$$l = (c, v) = (35, 36,432)$$

Punto n° 2

- Se hallará a continuación el valor del ángulo θ .

$$\theta = 360 - 2\gamma$$

- Se determina el valor γ por el teorema del seno.

$$\frac{\sin \alpha}{a} = \frac{\sin \gamma}{c}$$

$$\frac{\sin 8,568^\circ}{7,5} = \frac{\sin \gamma}{35}$$

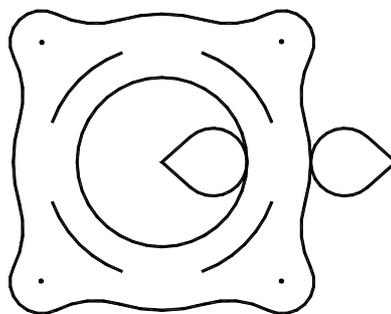
$$\sin \gamma = \frac{\sin 8,568286}{7,5} \cdot 35 = 0,695277$$

$$\gamma = \arcsin 0,695277 = 44,049454^\circ$$

$$\theta = 360^\circ - 2 \cdot 44,049454^\circ = 271,901^\circ$$

$$\theta = 271,901^\circ$$

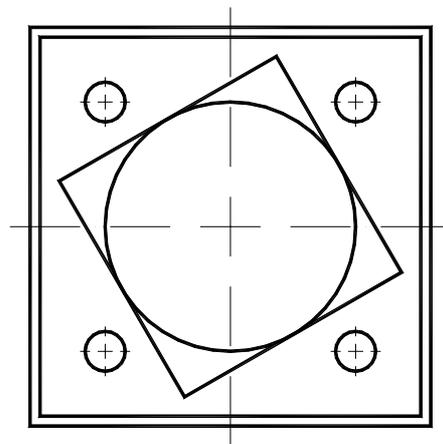
Una vez calculados los puntos la trayectoria a obtener seria como la que se muestra a continuación:



	MECANIZADO	Tiempo: 3h.	Ref: B2 3/3	
	BRIDA			

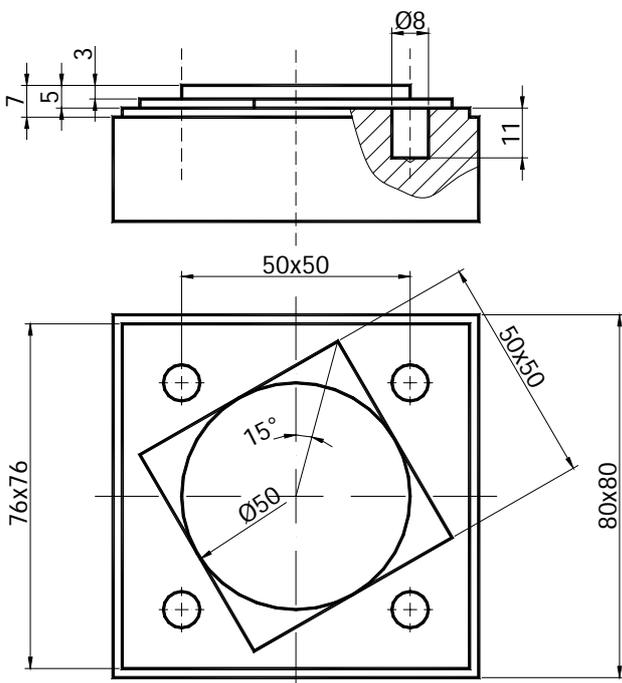
PROGRAMA	
<pre> ;---BRIDA----- (ORGX54=-100,ORGY54=-100,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ; Fresa diam. 10mm M6 G0 G90 G43 G17 X0 Y0 Z5 S2000 M3 G1 Z-2 F50 G5 G42 G37 R8 X20 F300 G2 G38 R8 Q0 G7 G40 G1 X0 Y0 Z5 G0 Z5 X55 G1 Z-2 F50 G5 G41 G37 R8 X35 F300 (CALL 12) G90 Q180 G11 G12 (CALL 12) G10 G90 G38 R8 Q0 G0 G7 G40 X55 Z50 ; T2 D2 ; Fresa diam. 8mm M6 G0 G90 R27.5 Q20 G0 G43 G17 Z5 S2500 M3 (CALL 13) G11 G12 (CALL 13) G10 G0 Z50 ; T3 D3 ; Broca diam. 5mm M6 G0 G43 R40 Q-45 Z5 S2500 M3 G81 G99 G0 G90 Z3 I-5 F250 G91 G0 Q90 N3 G80 G90 X0 Y0 Z50 M30 ; (SUB 12) G2 G36 R20 Q-36.432 G93 I28.284 J-28.284 G91 G36 R20 Q-271.902 G93 I0 J0 </pre>	<pre> G36 R20 Q-72.864 G93 I-28.286 J-28.286 G36 R20 Q-271.902 G93 I0 J0 (RET) ; (SUB 13) G0 R27.5 Q20 G1 Z-2 F50 G91 G3 Q50 F250 G0 G90 Z5 Q110 G1 Z-2 F50 G91 G3 Q50 F250 G90 G0 Z5 (RET) </pre>

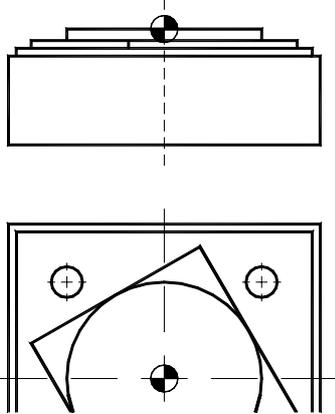
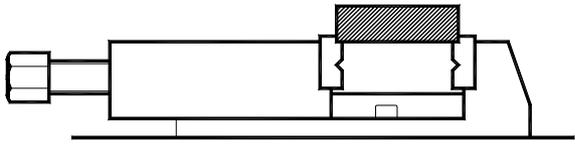
Nº 3 PIEZA DE TEST (NAS)



	MECANIZADO	Tiempo: 4h.	Ref: B3 1/3	
	PIEZA DE TEST (NAS)			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
<p>Programar el mecanizado de la pieza propuesta utilizando un sistema de CAD para la obtención de los puntos intermedios para el desbaste.</p>	<p>Mediante el presente ejercicio el alumno puede trabajar conceptos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpolación lineal y circular • Giro del sistema de coordenadas • Ciclo fijo de taladrado

PLANO	HERRAMIENTAS
	<p>Fresa frontal de diam 12 Broca de diam 6mm Fresa frontal diam 8mm</p>
	DATOS TECNOLOGICOS
	<p>Taladrado broca 6mm: Avance: 50 mm/min. Velocidad de giro: 2500 RPM Taladro fresa 8mm: Avance: 50 mm/min. Velocidad de giro: 2000 RPM Fresado: Avance de desbaste.: 400 mm/min Avance de acabado : 300 mm/min. Velocidad de giro: 2500 RPM Material de la pieza: ALUMINIO Material de la herra.: HSSC</p>

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	<p>Amarrar la pieza en la mordaza de bocas paralelas</p> 



MECANIZADO

PIEZA DE TEST (NAS)

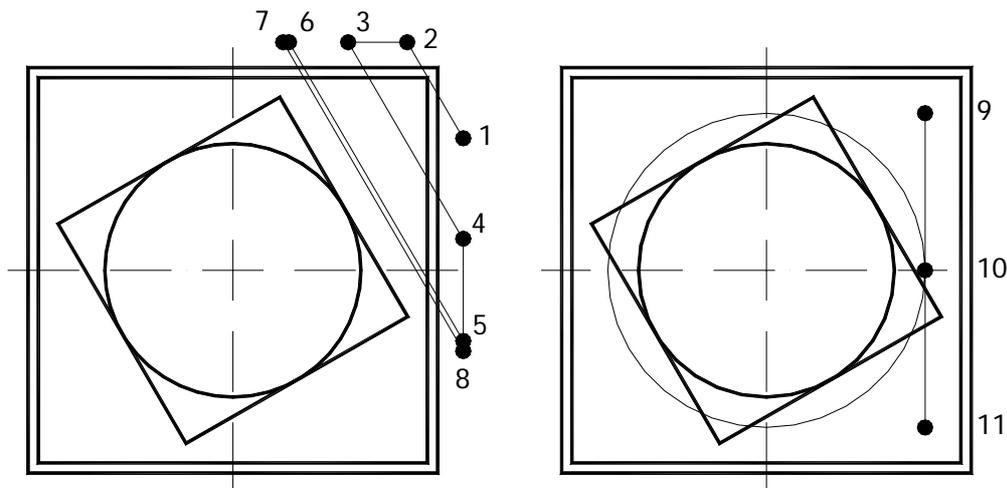
Tiempo:
4h.Ref: B3
2/3

TRAYECTORIAS

Para la programación de este ejercicio, con la ayuda de un paquete informático se han definido una serie de puntos intermedios que se utilizaran para el desbaste del cuadrado.

Estos puntos son:

- P1 X45 Y26.05
- P2 X34.06 Y45
- P3 22.51 Y45
- P4 X45 Y6.05
- P5 X45 Y-13.94
- P6 X10.96 Y45
- P7 X9.815 Y45
- P8 X45 Y-15.942



Para el desbaste de la geometría circular se ha utilizado una interpolación helicoidal con centro en (0,0) con una aproximación y salida tangenciales para evitar marcas en la superficie de la pieza. Los puntos obtenidos del sistema de CAD son los siguientes:

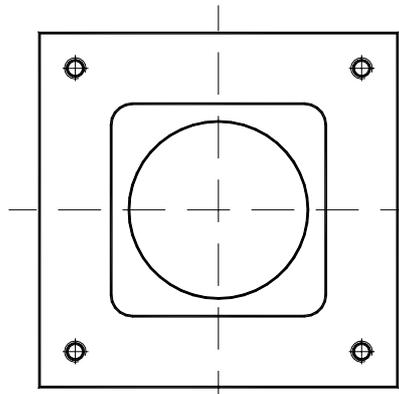
- P9 X31 Y31
- P10 X31 Y0
- P11 X31 Y-31

	MECANIZADO	Tiempo: 4h.	Ref: B3 3/3	
	PIEZA DE TEST (NAS)			

PROGRAMA	
<pre> %12,MX, ;---PIEZA TEST (NAS)----- (ORGX54=-100,ORGY54=-100,ORGZ54=-100) G54 T1 D1 ; Fresa frontal diam. 12mm M6 S2500 M3 G0 G43 X48 Y48 Z10 F400 G0 Z-7 G1 G42 X40 Y38 X-38 Y-38 X38 Y40 G0 G40 X48 Y48 ; contorneado del cuadrado N1 G0 X45 Y26.05 G0 Z-2 N2 G1X34.06 Y45 F400 ;desbaste G0 X22.51 Y45 G1 X45 Y6.05 G0 X45 Y-13.94 G1 X10.96 Y45 G0 X9.815 Y45 G1 X45 Y-15.942 F300 ; acabado N3 G0 X45Y26.05 G0Z-4 (RPT N2,N3) G0Z-5 (RPT N2,N3) G0Z2 N4 G73 Q90 (RPT N1,N4)N3 ; contorneado del circulo G0 X31 Y31 G0 Z0 G1 G5 X0 Y31 F400 G3 X0 Y31 I0 J-31 Z-3 K1 G3 X0 Y31 I0 J-31 F300 G1 X-31 Y31 G0 G7 Z0 ; planeado de la superficie G1 X31 Y31 X31 Y21 X-31 Y21 X-31 Y11 </pre>	<pre> X31 Y11 X31 Y1 X-31 Y1 X-31 Y-9 X31 Y-9 X31 Y-20 X-31 Y-20 G0 Z20 ; T3 D3 ; broca diam 6mm M6 G0 G43 X25 Y25 Z10 F50 S2500 M3 G82 X25 Y25 Z-3 I-14 K1 X-25 Y-25 X25 G0 G80 Z20 ; T5 D5 ; fresa frontal diam. 8mm M6 G0 G43 X25 Y25 Z10 F50 S2000 M3 G82 X25 Y25 Z-3 I-13 K1 X-25 Y-25 X25 G0 G80 Z20 M30 </pre>

CICLOS FIJOS

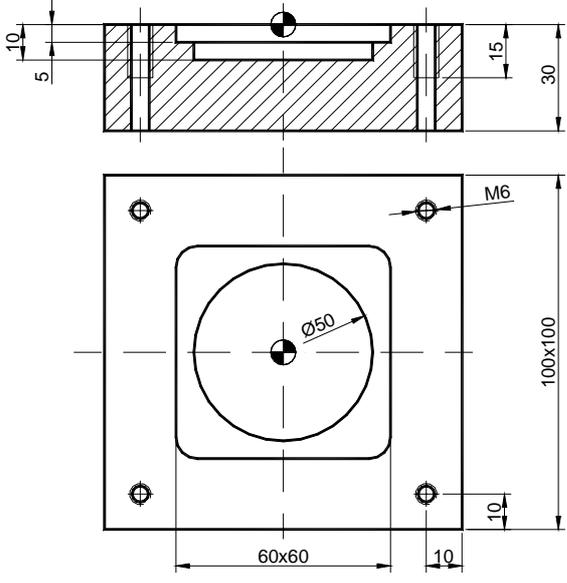
Nº 1 CAJERAS Y TALADROS



	CICLOS FIJOS	Tiempo: 4h.	Ref: C1 1/2	
	CAJERAS Y TALADROS			

<p>OBJETIVO DEL EJERCICIO</p> <p>Realización de la pieza propuesta utilizando los ciclos fijos adecuados a la geometría de los mecanizados</p>	<p>CONTENIDOS</p> <p>Aplicación de los siguientes ciclos fijos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciclos de taladrado (G81 y G82) • Ciclo de cajera rectangular (G87) • Ciclo de cajera circular (G88) • Roscado con macho flexible
---	---

PLANO



HERRAMIENTAS

Broca de puntear.
 Broca helicoidal diam 5.
 Macho de roscar a maquina M6x1
 Fresa frontal diam. 12mm

DATOS TECNOLOGICOS

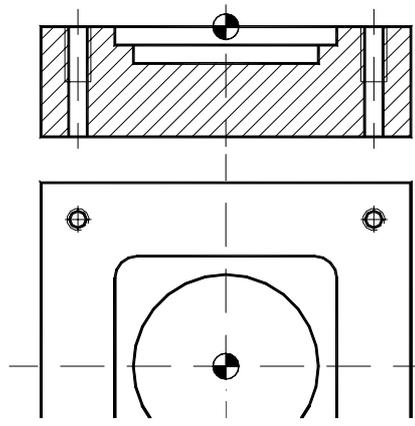
Punteado:
 Avance: 60 mm/min.
 Velocidad de giro: 1500 RPM

Taladrado:
 Avance: 250 mm/min.
 Velocidad de giro: 3000 RPM

Roscado:
 Avance: 250 mm/min.
 Velocidad de giro: 300 RPM

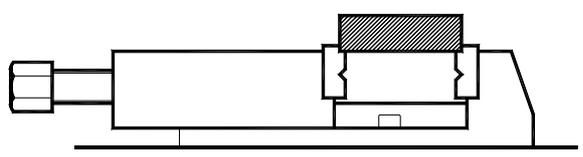
Fresado:
 Avance de penetrac.: 50 mm/min
 Avance de trabajo: 230 mm/min.
 Velocidad de giro: 2000 RPM

SITUACION DEL ORIGEN



SISTEMAS DE AMARRE

Amarrar la pieza en la mordaza de bocas paralelas



	CICLOS FIJOS	Tiempo: 4h.	Ref: C1 2/2	
	CAJERAS Y TALADROS			

OBSERVACIONES

Las operaciones de roscado **NO** se realizan mediante el ciclo fijo G84 debido a que la máquina ODISEA no dispone de captador rotativo en el cabezal lo que imposibilita la ejecución del “roscado rígido”.

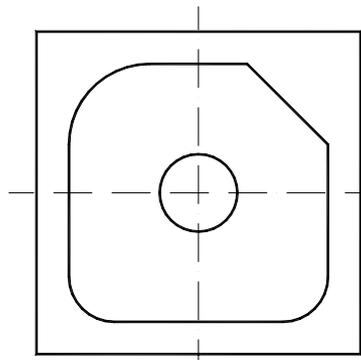
PROGRAMA

```

%21,MX,
; --- CAJERAS Y TALADROS -----
(ORGX54=-100,ORGY54=-100,ORGZ54=-100)
G54
;
T1 D1 ; Broca de puntear
M6
G0 G90 G43 Z20 F60 S1500 M3
G82 G99 X40 Y40 Z2 I-5 K50
X-40
Y-40
X40
G80 Z40
;
T3 D3 ; Broca helicoidal de diam 5mm
G0 G90 G43 Z20 F250 S3000 M3
G81 G99 X40 Y40 Z2 I-35
X-40
Y-40
X40
G80 Z40
;
T5 D5 ; Macho de roscar M6x1.
G0 G90 G43 Y40 Y40 Z5 F250 S300 M3
N1 G1 Z-15
M4
N2 G1 Z5
G0 X-40
(RPT N1,N2)
G0 Y-40
(RPT N1,N2)
G0 X40
(RPT N1,N2)
G0 Z40
;
T7 D7 ; Fresa frontal diam. 12mm
G0 G90 G43 Z20 F230 S2000 M3
G87 G99 X0 Y0 Z2 I-5 J-30 K30 B2 D2 H230 L-1 V50
G88 G98 X0 Y0 Z-3 I-10 J-25 B2 D2 H230 L1 V50
G80 Z40
M30

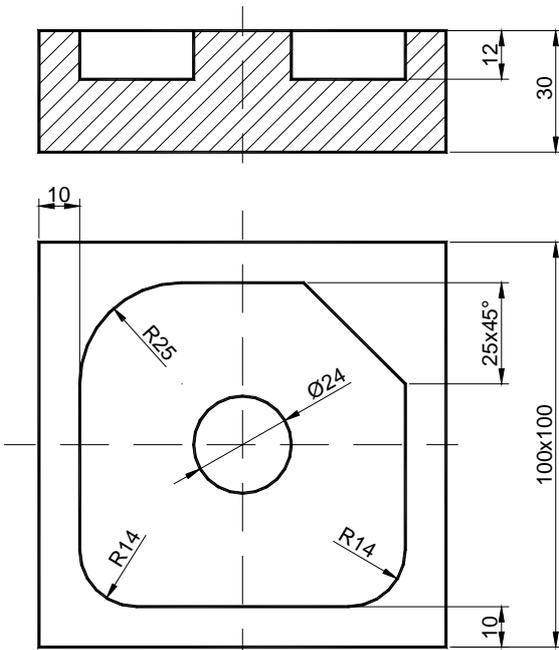
```

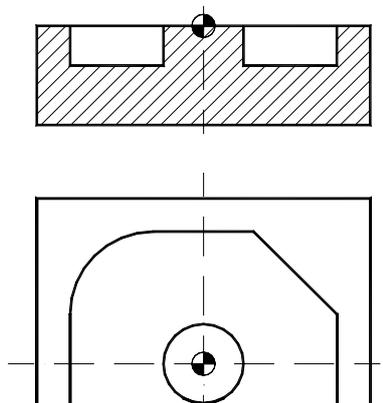
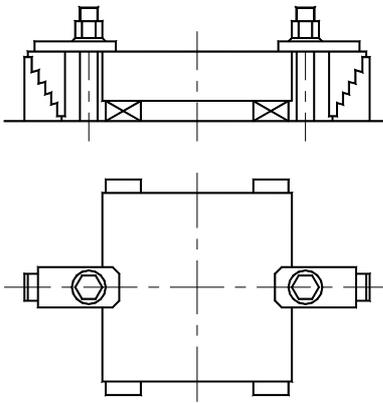
Nº 2 CAJERA CON ISLAS 2D



	CICLOS FIJOS	Tiempo: 3h.	Ref: C2 1/2	
	CAJERA CON ISLAS 2D			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
Realizar el mecanizado de la pieza propuesta utilizando el ciclo de “cajera con Islas”.	Aplicación del ciclo fijo de cajera 2D con islas <ul style="list-style-type: none"> Definición de la cajera (G66) Operación de desbaste (G67) Operación de acabado (G68)

PLANO	HERRAMIENTAS
	Desbaste: Fresa frontal diam. 12mm Acabado: Fresa frontal diam 10mm
	DATOS TECNOLOGICOS
	Desbaste: Avance de penetrac.: 50 mm/min Avance de trabajo : 230 mm/min Velocidad de giro: 2500 RPM Acabado: Avance de penetrac.: 50 mm/min Avance de trabajo: 200 mm/min. Velocidad de giro: 3000 RPM. Material de la pieza: ALUMINIO Material de la herra.: HSSC

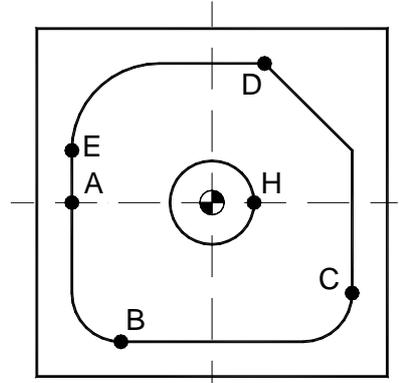
SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE
	Amarrar la pieza utilizando los calzos y las bridas 

	CICLOS FIJOS	Tiempo: 3h.	Ref: C2 4/2	
	CAJERA CON ISLAS 2D			

TRAYECTORIAS

La definición del perfil exterior esta formada por las siguientes trayectorias :

- A-B (con redondeo de 14mm)
- B-C (“ ”)
- C-D (con chaflán de 25mm x45°)
- D-E (con redondeo de 25mm)



El perfil de la isla esta formado por la siguiente trayectoria:

- H-H (circunferencia completa de radio 12mm)

PROGRAMA

```

%22,MX,
; --- CAJERA CON ISLAS 2D -----
(ORGX54=-100,ORGY54=-100,ORGZ54=-100)
G54
;
T0 D0 ; Retirar la herramienta del cabezal
M6
;
G0 G90 G43 X0 Y0 Z50
G66 R100 F200 S300 E400
;
(GOTO N500)
;
N100 G67 A45 B3 I-12 R2 V50 F230 S2500 T1 D1 M6 M3; Desbaste con fresa de 12mm.
N200 G68 B0 L-0.5 V50 F200 S3000 T3 D3 M6 M3 ; Acabado con fresa de 10mm.
;
N300 G1 X-40 Y0 Z0 ; Punto "A".
      G36 R14 Y-40 ; Tramo A-B.
      G36 R14 X40 ; Tramo B-C.
      G39 R25 Y40 ; Tramo C-D.
      G36 R25 X-40 ; Tramo D-E.
      Y0 ; Tramo E-A.
      G0 X12 Y0 ; Punto "H".
N400 G2 X12Y0 I-12 J0 ; Círculo completo
;
N500 G80 Z40
M30
    
```

EDITOR DE PERFILES

Nº 1 PERFIL RECTANGULAR

Nº 2 PERFIL ELIPTICO

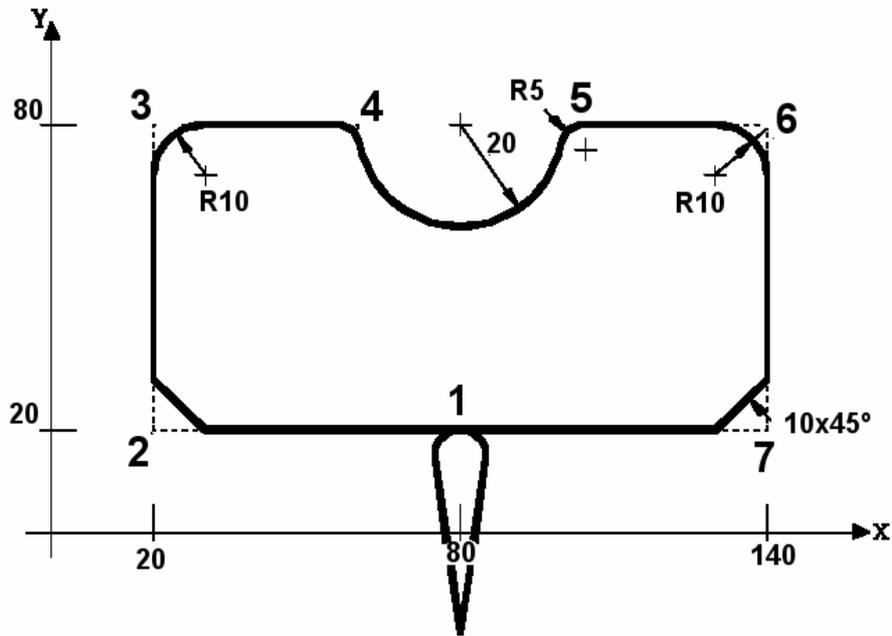
Nº 3 PERFIL TRIANGULAR

Nº 4 PERFIL IRREGULAR

	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D1 1/2	
	PERFIL RECTANGLAR			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
Dibujar mediante el editor de perfiles la geometría propuesta	Mediante el presente ejercicio el alumno puede familiarizarse con la herramienta “EDITOR DE PERFILES”

PERFIL



	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D1 2/2	
	PERFIL RECTANGLAR			

ENTIDADES

DEFINICION DEL PERFIL SIN REDONDEOS, CHAFLANES, ENTRADA Y SALIDA TANGENCIAL

PUNTO INICIAL:	X = 80	Y = -20	
RECTA :	X = 80	Y = 20	
RECTA :	X = 20	Y = 20	
RECTA :	X = 20	Y = 80	
RECTA :	X = 60	Y = 80	
ARCO ANTIHORARIO :	X = 100	Y = 80	Xcentro = 80 Ycentro = 80 Radio = 20
RECTA :	X = 140	Y = 80	
RECTA :	X = 140	Y = 20	
RECTA :	X = 80	Y = 20	
RECTA :	X = 80	Y = -20	

DEFINICION DE LOS REDONDEOS, CHAFLANES, ENTRADA Y SALIDA TANGENCIAL

Seleccionar la opción ARISTAS y definir:

ENTRADA TANGENCIAL...	Seleccionar punto "1"	Pulsar ENTER	Asignarle Radio = 5
CHAFLAN	Seleccionar punto "2"	Pulsar ENTER	Asignarle Tamaño = 10
REDONDEO	Seleccionar punto "3"	Pulsar ENTER	Asignarle Radio = 10
REDONDEO	Seleccionar punto "4"	Pulsar ENTER	Asignarle Radio = 5
REDONDEO	Seleccionar punto "5"	Pulsar ENTER	Asignarle Radio = 5
REDONDEO	Seleccionar punto "6"	Pulsar ENTER	Asignarle Radio = 10
CHAFLAN	Seleccionar punto "7"	Pulsar ENTER	Asignarle Tamaño = 10
SALIDA TANGENCIAL	Seleccionar punto "1"	Pulsar ENTER	Asignarle Radio = 5

Pulsar ESC para abandonar la opción Aristas.

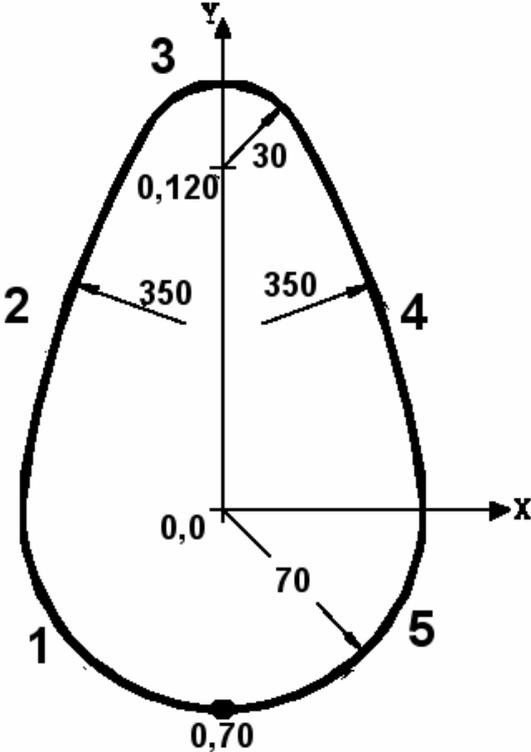
FIN DE LA EDICION

Seleccionar las softkeys TERMINAR + SALVAR PERFIL. El CNC abandona el modo de edición de perfiles y muestra en código ISO el programa que se ha generado.

	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D2 1/2	
	PERFIL ELIPTICO			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
Dibujar mediante el editor de perfiles la geometría propuesta	Mediante el presente ejercicio el alumno puede familiarizarse con la herramienta “EDITOR DE PERFILES”

PERFIL



	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D2 2/2	
	PERFIL ELIPTICO			

ENTIDADES

DEFINICION DEL PERFIL

PUNTO INICIAL :	X= 0	Y= -70		
ARCO HORARIO (1) :	Xcentro= 0	Ycentro= 0	Radio= 70	
ARCO HORARIO (2) :			Radio= 350	Tangencia= Si
ARCO HORARIO (3) :	Xcentro= 0	Ycentro= 120	Radio= 30	Tangencia= Si

El CNC muestra todas las opciones posibles para el tramo 2. Seleccionar la adecuada

ARCO HORARIO (4) :			Radio= 350	Tangencia= Si		
ARCO HORARIO (5) :	X= 0	Y= -70	Xcentro= 0	Ycentro= 0	Radio= 70	Tangencia= Si

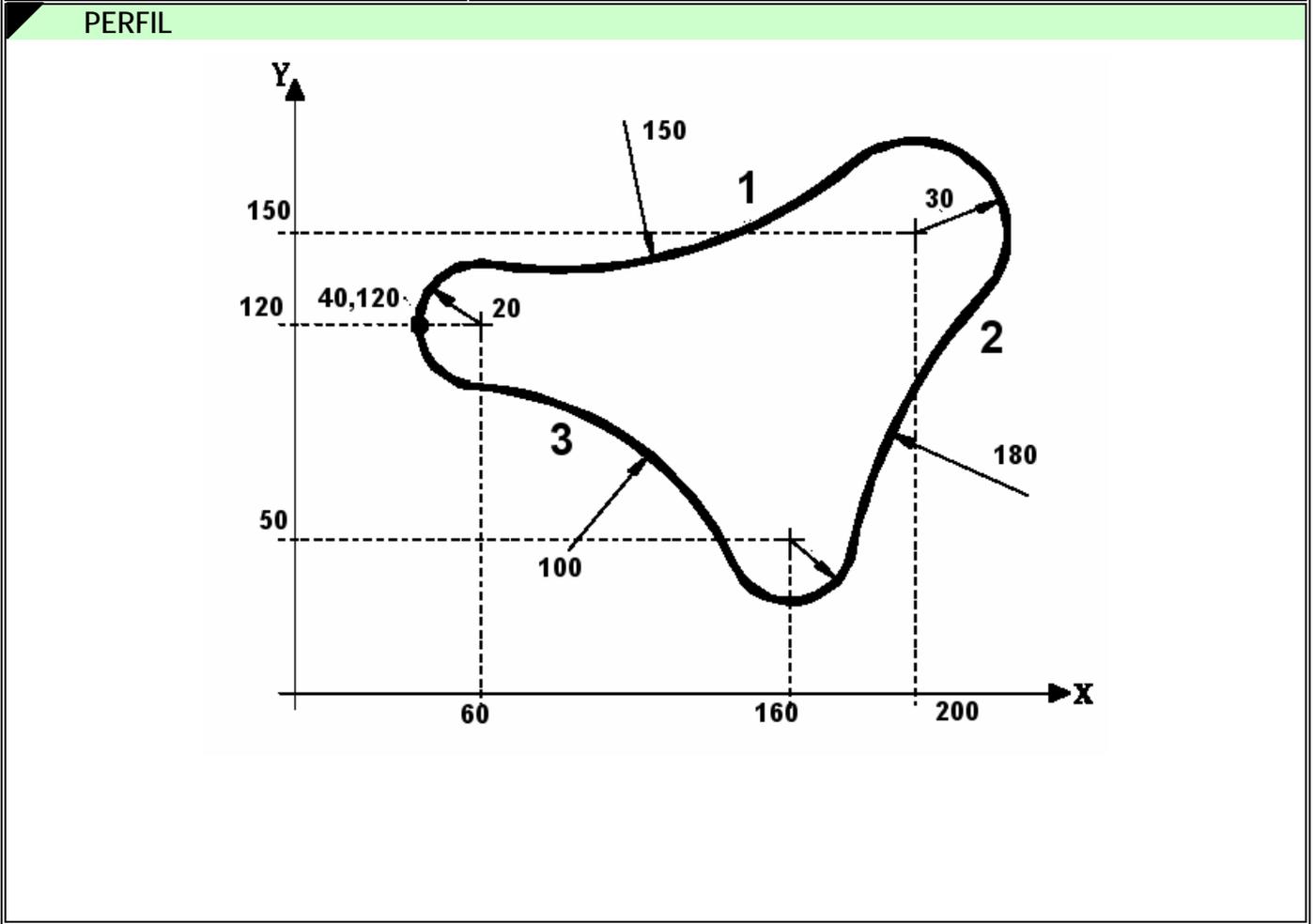
El CNC muestra todas las opciones posibles para el tramo 4. Seleccionar la adecuada

FIN DE LA EDICION

Seleccionar las softkeys TERMINAR + SALVAR PERFIL. El CNC abandona el modo de edición de perfiles y muestra en código ISO el programa que se ha generado.

	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D3 1/2	
	PERFIL TRIANGULAR			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
Dibujar mediante el editor de perfiles la geometría propuesta	Mediante el presente ejercicio el alumno puede familiarizarse con la herramienta "EDITOR DE PERFILES"



	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D3 2/2	
	PERFIL TRIANGULAR			

ENTIDADES

DEFINICION DEL PERFIL

PUNTO INICIAL : X = 40 Y = 120

ARCO HORARIO : Xcentro = 60 Ycentro = 120 Radio = 20

ARCO ANTIHORARIO (1) : Radio = 150 Tangencia = Si

ARCO HORARIO : Xcentro = 200 Ycentro = 150 Radio = 30 Tangencia = Si

El CNC muestra todas las opciones posibles para el tramo 1. Seleccionar la adecuada

ARCO ANTIHORARIO (2) : Radio = 180 Tangencia = Si

ARCO HORARIO : Xcentro = 160 Ycentro = 50 Radio = 20 Tangencia = Si

El CNC muestra todas las opciones posibles para el tramo 2. Seleccionar la adecuada

ARCO ANTIHORARIO (3) : Radio = 100 Tangencia = Si

ARCO HORARIO : X= 40 Y= 120 Xcentro= 60 Ycentro= 120 Tangencia= Si

El CNC muestra todas las opciones posibles para el tramo 3. Seleccionar la adecuada

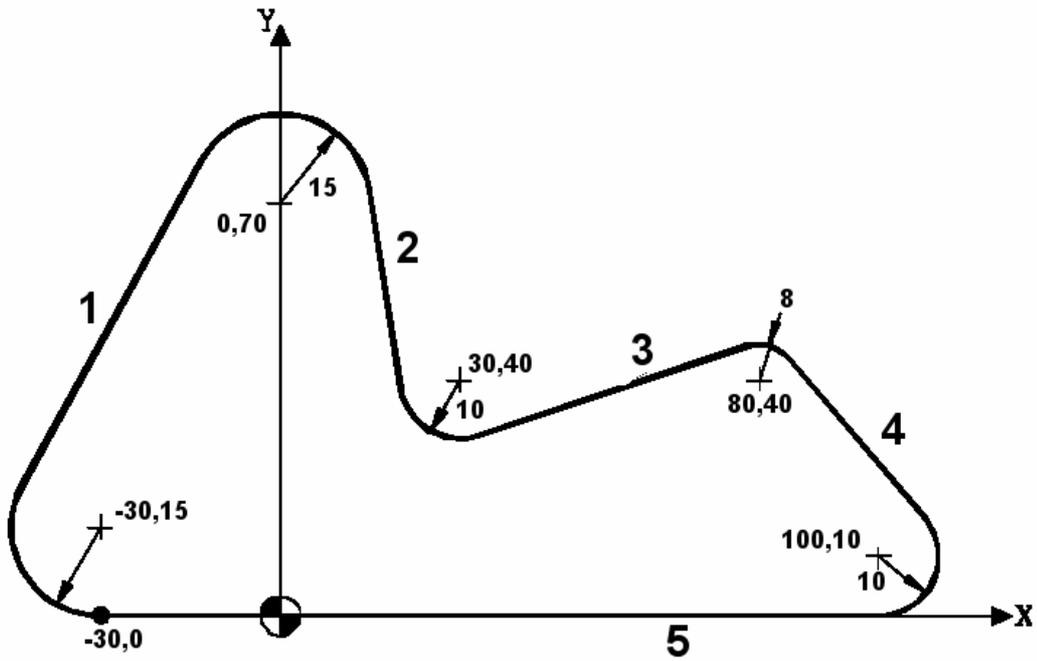
FIN DE LA EDICION

Seleccionar las softkeys TERMINAR + SALVAR PERFIL. El CNC abandona el modo de edición de perfiles y muestra en código ISO el programa que se ha generado.

	EDITOR DE PERFILES	Tiempo: 1h.	Ref: D4 1/2	
	PERFIL IRREGULAR			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS
Dibujar mediante el editor de perfiles la geometría propuesta	Mediante el presente ejercicio el alumno puede familiarizarse con la herramienta “EDITOR DE PERFILES”

PERFIL



FORMATO UTILIZADO EN LAS PRACTICAS

TITULO:

AUTOR:

	Familia:	Tiempo:	Ref: Pgs.	
	Nombre:			

OBJETIVO DEL EJERCICIO	CONTENIDOS

PLANO	HERRAMIENTAS
	DATOS TECNOLOGICOS

SITUACION DEL ORIGEN	SISTEMAS DE AMARRE

	Familia:	Tiempo:	Ref:	
	Nombre:		Pgs.	

PROGRAMA	
-----------------	--



Copyright © Alecop S.Coop. 1999-2000

Aptdo. 81, Loramendi, 11
20500 MONDRAGÓN
(Gipuzcoa) ESPAÑA
Tel: + (34) 943 712405
Fax: + (34) 943 799212
www.alecop.es
e-mail:alecop@alecop.es