



INGENIERÍA DE FABRICACIÓN
MEMORIA TRABAJO CNC
4º G.I.T.I. – A.A. 2021/22

Alumno:
Giovanni Ploner - CA14855BS (Erasmus)

Índice

1 – Introducción	(Pag.2)
2 – Geometría de la pieza	(Pag.2)
<u>Definición Geométrica en APT</u>	(Pag.4)
3 – Proceso de fabricación de la pieza	(Pag.5)
3.I – Fresado	(Pag.5)
<u>Código ISO</u>	(Pag.5)
<u>Código APT</u>	(Pag.7)
3.II – Taladrado	(Pag.11)
<u>Código ISO</u>	(Pag.12)
<u>Código APT</u>	(Pag.12)
3.III – Contorneado	(Pag.12)
<u>Código ISO</u>	(Pag.13)
<u>Código APT</u>	(Pag.14)
3.IV – Cajado	(Pag.16)
<u>Código ISO</u>	(Pag.17)
<u>Código APT</u>	(Pag.19)
3.V – Contorneado	(Pag.24)
<u>Código ISO</u>	(Pag.24)
<u>Código APT</u>	(Pag.25)
4 – Conclusiones y mejoras	(Pag.26)
ANEXOS	(Pag.27)

1 – Introducción

El objetivo de este trabajo es la realización de una pieza de forma de “logotipo” tramite operaciones de taladrado y fresado y empleando el software CATIA V5.

Además, todo el proceso será descrito con los lenguajes de programación APT y ISO, obtenidos respectivamente con CATIA y con el post-procesor WinPost.

La ilustración **Fig.1** muestra el dibujo de logotipo objeto del trabajo (GNP), que tiene dimensiones de 275x120x20 mm.

Las operaciones ejecutadas son las siguientes:

- Fresado frontal (*Facing.1* en CATIA)
- 2 taladrados de agujeros de G y P (*Drilling.1* en CATIA)
- Contorneado (*Profile Contouring.1* en CATIA)
- 2 cajeados (*Pocketing.1* y *Pocketing.2* en CATIA)
- 3 contorneados de acabado finales (*Profile Contouring.2*, *Profile Contouring.3* y *Profile Contouring.4* en CATIA)

Por cada tarea se describirán las herramientas empleada, las condiciones de corte y movimientos entre cada operación y, además, se incluyeran las partes de los códigos ISO y APT, relativas a la tarea del apartado, con algunos comentarios (por sencillez, se tratarán primer de los en ISO y además de los en ATP).

Se supone que las herramientas sean todas en acero HSS y que la pieza sea en un metal menos duro que lo de las brocas y fresas (por ejemplo hierro).

Todas las operaciones con fresas se harán en 4 pasadas: de hecho, el espesor de la pieza es demasiado grande para hacer todo con un único corte y se arriesgaría de romper la herramienta.

Por sencillez, en lugar de hacer un programa para cada operación se hará en CATIA un único *Manufacturing Program*, que contiene todas las operaciones requeridas.

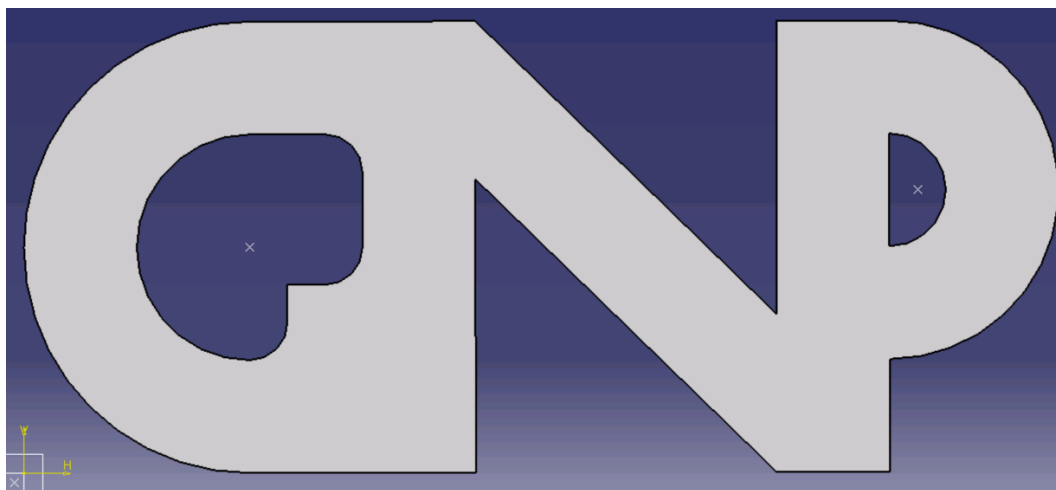


Fig.1

2 – Geometría de la pieza

En este apartado se hace una descripción geométrica del logotipo, compuesto de las letras G, N y P, remarcando los puntos de taladro (**Fig.2**), los de contorneado (**Fig.3**) y los de cajeado (**Fig.4**), juntos con las líneas y círculos de la geometría de la pieza (**Fig.5**).

Todas las coordenadas son expresas en mm con respecto al punto W, punto cero de la pieza, que está a una distancia de 2.5 a lo largo del eje x y 2.5 a lo largo del eje y respecto a la esquina inferior izquierda de la superficie superior de lo *stock* de partida. De tal manera, W tiene coordenadas (-2.5,-2.5,+5) con respecto a la origen de la pieza en CATIA y se supone que esta posición sea almacenada en el registro 1 de la maquina empleada.

A pesar de no ser necesaria para el trabajo, se hará también una rápida descripción geométrica de la pieza en codigo APT.

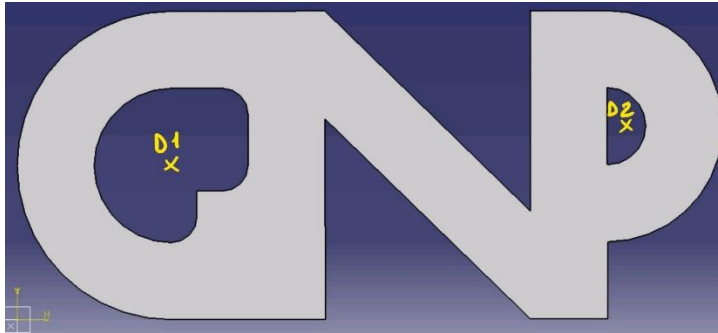


Fig.2

	X	Y
D1	62.5	62.5
D2	240	77.5

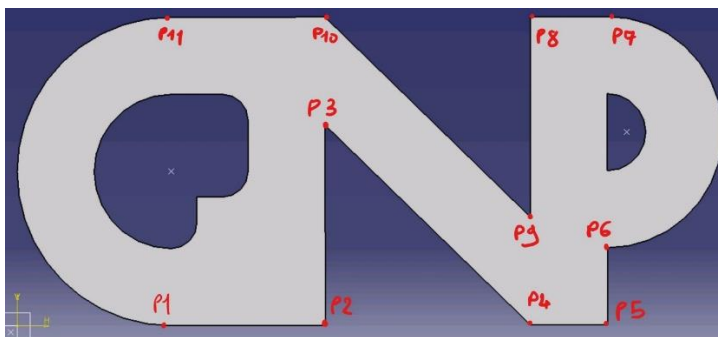


Fig.3

	X	Y
P1	62.5	2.5
P2	122.5	2.5
P3	122.5	80.5
P4	202.5	2.5
P5	232.5	2.5
P6	232.5	32.5
P7	232.5	122.5
P8	202.5	122.5
P9	202.5	44.5
P10	122.5	122.5
P11	62.5	122.5

	X	Y
P12	62.5	32.5
P13	72.5	42.5
P14	72.5	52.5
P15	82.5	52.5
P16	92.5	62.5
P17	92.5	82.5
P18	82.5	92.5
P19	62.5	92.5
P20	232.5	62.5
P21	232.5	92.5
P22	232.5	77.5

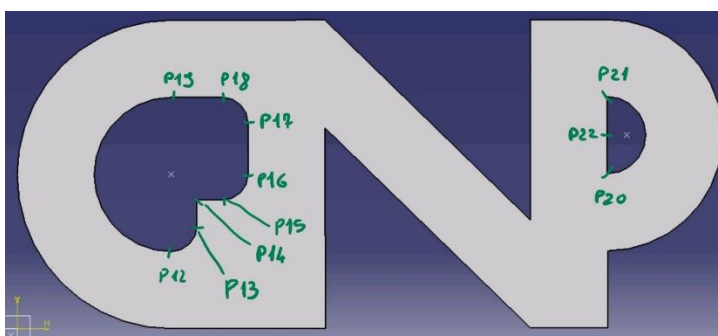


Fig.4

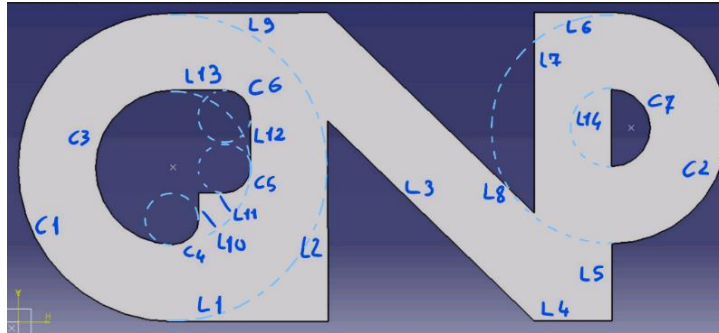


Fig.5

Definición Geométrica en APT

UNITS/MM

REMARK Puntos

```
P1 = POINT / 62.5, 2.5, -5.0
P2 = POINT / 122.5, 2.5, -5.0
P3 = POINT / 122.5, 80.5, -5.0
P4 = POINT / 202.5, 2.5, -5.0
P5 = POINT / 232.5, 2.5, -5.0
P6 = POINT / 232.5, 32.5, -5.0
P7 = POINT / 232.5, 122.5, -5.0
P8 = POINT / 202.5, 122.5, -5.0
P9 = POINT / 202.5, 44.5, -5.0
P10 = POINT / 122.5, 122.5, -5.0
P11 = POINT / 62.5, 122.5, -5.0
P12 = POINT / 62.5, 32.5, -5.0
P13 = POINT / 72.5, 42.5, -5.0
P14 = POINT / 72.5, 52.5, -5.0
P15 = POINT / 82.5, 52.5, -5.0
P16 = POINT / 92.5, 62.5, -5.0
P17 = POINT / 92.5, 82.5, -5.0
P18 = POINT / 82.5, 92.5, -5.0
P19 = POINT / 62.5, 92.5, -5.0
P20 = POINT / 232.5, 62.5, -5.0
P21 = POINT / 232.5, 92.5, -5.0
P22 = POINT / 232.5, 77.5, -5.0
D1 = POINT / 62.5, 62.5, -5.0
D2 = POINT / 240.0, 77.5, -5.0
```

REMARK Lineas

```
L1 = LINE / P1, P2
L2 = LINE / P2, P3
L3 = LINE / P3, P4
L4 = LINE / P4, P5
L5 = LINE / P5, P6
L6 = LINE / P7, P8
L7 = LINE / P8, P9
L8 = LINE / P9, P10
L9 = LINE / P10, P11
L10 = LINE / P13, P14
L11 = LINE / P14, P15
L12 = LINE / P16, P17
L13 = LINE / P18, P19
L14 = LINE / P20, P21
```

```
C1 = CIRCLE / CENTER, D1, RADIUS, 60.0
C2 = CIRCLE / CENTER, P22, RADIUS, 45.0
C3 = CIRCLE / CENTER, D1, RADIUS, 30.0
C4 = CIRCLE / CENTER, 62.5, 42.5, -5.0, RADIUS, 10.0
C5 = CIRCLE / CENTER, 82.5, 62.5, -5.0, RADIUS, 10.0
C6 = CIRCLE / CENTER, 82.5, 82.5, -5.0, RADIUS, 10.0
C7 = CIRCLE / CENTER, P22, RADIUS, 15.0
```

3 – Proceso de fabricación de la pieza

3.1 – Fresado (*Facing*.1)

En esta parte se trata de describir la operación inicial del trabajo: cortar un espesor de 5 mm de lo *stock* de partida con una fresa *face mill* de diámetro 50 mm.

Como estrategia de corte se elige una dirección de corte *climbing*, más común que la *conventional*, y se hace la operación en 4 pasadas (cada una de 1.25 mm).

Se eligen los valores de 250 mm/min y 1600 r.p.m. para la velocidad de avance y la velocidad de rotación de mecanizado, mientras la velocidad de avance de aproximación y la de retirada tienen siempre los mismos valores standard (300 mm/min y 1 mm/min) de CATIA para todo el proceso (salvo que por el taladrado).

La aproximación se hace de manera tangencial desde 5 mm, misma distancia de la retirada que, sin embargo, es en dirección axial.

Código ISO

El código ISO de esta parte empieza con el mando G54, que representa las coordenadas almacenadas en el primer registro, es decir el punto W cero de la pieza. M08, en cambio, enciende el refrigerante y G40 indica que no hay compensación a la herramienta ni a la derecha (G42) ni a la izquierda (G41) de la pieza (en el anexo **A1** de la memoria se explicará porque). S1600 y M03 indican que el *spindle* tiene una velocidad de giro de 1600 r.p.m. en sentido horario y F300, F250 y F1 representan las velocidades de avance en mm/min.

T0101 es la llamada de la herramienta T01 (*face mill D50*) con la primera compensación

Desde N0080 hasta N0400 se describe la primera pasada, y en manera similar se hacen las otras pasadas (N0430->N0760; N0790->N1120; N1150->N1470), todas separadas de dos pautas de movimiento rápidos. Las ultimas líneas representan el movimiento de retirada.

```
#plonerGNPlogotipo_Manufacturing_Program_1
N0010 G54
N0020 M08
N0030 G40
(* T1 Face Mill D 50 *)
N0040 T0101
N0050 S1600 M03
N0060 G00 X2.830 Y54.467 Z-1.250 F300
N0070 G01 X2.577 Y59.461 Z-1.250
N0080 G02 I59.923 J3.039 X62.500 Y122.500 G40 F250
N0090 G01 X122.500 Y122.500 Z-1.250
N0100 G01 X202.500 Y44.500 Z-1.250
N0110 G01 X202.500 Y122.500 Z-1.250
N0120 G01 X232.500 Y122.500 Z-1.250
N0130 G02 I0.000 J-45.000 X232.500 Y32.500 G40
N0140 G01 X232.500 Y2.500 Z-1.250
N0150 G01 X202.500 Y2.500 Z-1.250
N0160 G01 X122.500 Y80.500 Z-1.250
N0170 G01 X122.500 Y2.500 Z-1.250
N0180 G01 X62.500 Y2.500 Z-1.250
N0190 G02 I0.000 J60.000 X2.577 Y59.461 G40
N0200 G01 X15.061 Y60.094 Z-1.250
N0210 G01 X27.545 Y60.727 Z-1.250
N0220 G02 I34.955 J1.773 X62.500 Y97.500 G40
N0230 G01 X104.170 Y97.500 Z-1.250
N0240 G03 I18.330 J-17.000 X97.500 Y80.500 G40
N0250 G01 X97.500 Y27.500 Z-1.250
N0260 G01 X62.500 Y27.500 Z-1.250
N0270 G02 I0.000 J35.000 X27.545 Y60.727 G40
N0280 G01 X40.029 Y61.360 Z-1.250
N0290 G01 X52.513 Y61.994 Z-1.250
N0300 G02 I9.987 J0.506 X62.500 Y72.500 G40
N0310 G01 X72.500 Y72.500 Z-1.250
N0320 G01 X72.500 Y52.500 Z-1.250
N0330 G01 X62.500 Y52.500 Z-1.250
N0340 G02 I0.000 J10.000 X52.513 Y61.994 G40
```

```
N0350 G01 X227.500 Y62.500 Z-1.250
N0360 G01 X227.500 Y97.500 Z-1.250
N0370 G01 X232.500 Y97.500 Z-1.250
N0380 G02 I0.000 J-20.000 X232.500 Y57.500 G40
N0390 G03 I0.000 J-25.000 X227.500 Y56.995 G40
N0400 G01 X227.500 Y62.500 Z-1.250
N0410 G00 X227.500 Y62.500 Z1.000
N0420 G00 X2.577 Y59.461 Z1.000
N0430 G00 X2.577 Y59.461 Z-2.500
N0440 G02 I59.923 J3.039 X62.500 Y122.500 G40
N0450 G01 X122.500 Y122.500 Z-2.500
N0460 G01 X202.500 Y44.500 Z-2.500
N0470 G01 X202.500 Y122.500 Z-2.500
N0480 G01 X232.500 Y122.500 Z-2.500
N0490 G02 I0.000 J-45.000 X232.500 Y32.500 G40
N0500 G01 X232.500 Y2.500 Z-2.500
N0510 G01 X202.500 Y2.500 Z-2.500
N0520 G01 X122.500 Y80.500 Z-2.500
N0530 G01 X122.500 Y2.500 Z-2.500
N0540 G01 X62.500 Y2.500 Z-2.500
N0550 G02 I0.000 J60.000 X2.577 Y59.461 G40
N0560 G01 X15.061 Y60.094 Z-2.500
N0570 G01 X27.545 Y60.727 Z-2.500
N0580 G02 I34.955 J1.773 X62.500 Y97.500 G40
N0590 G01 X104.170 Y97.500 Z-2.500
N0600 G03 I18.330 J-17.000 X97.500 Y80.500 G40
N0610 G01 X97.500 Y27.500 Z-2.500
N0620 G01 X62.500 Y27.500 Z-2.500
N0630 G02 I0.000 J35.000 X27.545 Y60.727 G40
N0640 G01 X40.029 Y61.360 Z-2.500
N0650 G01 X52.513 Y61.994 Z-2.500
N0660 G02 I9.987 J0.506 X62.500 Y72.500 G40
N0670 G01 X72.500 Y72.500 Z-2.500
N0680 G01 X72.500 Y52.500 Z-2.500
N0690 G01 X62.500 Y52.500 Z-2.500
N0700 G02 I0.000 J10.000 X52.513 Y61.994 G40
N0710 G01 X227.500 Y62.500 Z-2.500
N0720 G01 X227.500 Y97.500 Z-2.500
N0730 G01 X232.500 Y97.500 Z-2.500
N0740 G02 I0.000 J-20.000 X232.500 Y57.500 G40
N0750 G03 I0.000 J-25.000 X227.500 Y56.995 G40
N0760 G01 X227.500 Y62.500 Z-2.500
N0770 G00 X227.500 Y62.500 Z1.000
N0780 G00 X2.577 Y59.461 Z1.000
N0790 G00 X2.577 Y59.461 Z-3.750
N0800 G02 I59.923 J3.039 X62.500 Y122.500 G40
N0810 G01 X122.500 Y122.500 Z-3.750
N0820 G01 X202.500 Y44.500 Z-3.750
N0830 G01 X202.500 Y122.500 Z-3.750
N0840 G01 X232.500 Y122.500 Z-3.750
N0850 G02 I0.000 J-45.000 X232.500 Y32.500 G40
N0860 G01 X232.500 Y2.500 Z-3.750
N0870 G01 X202.500 Y2.500 Z-3.750
N0880 G01 X122.500 Y80.500 Z-3.750
N0890 G01 X122.500 Y2.500 Z-3.750
N0900 G01 X62.500 Y2.500 Z-3.750
N0910 G02 I0.000 J60.000 X2.577 Y59.461 G40
N0920 G01 X15.061 Y60.094 Z-3.750
N0930 G01 X27.545 Y60.727 Z-3.750
N0940 G02 I34.955 J1.773 X62.500 Y97.500 G40
N0950 G01 X104.170 Y97.500 Z-3.750
N0960 G03 I18.330 J-17.000 X97.500 Y80.500 G40
N0970 G01 X97.500 Y27.500 Z-3.750
N0980 G01 X62.500 Y27.500 Z-3.750
N0990 G02 I0.000 J35.000 X27.545 Y60.727 G40
N1000 G01 X40.029 Y61.360 Z-3.750
N1010 G01 X52.513 Y61.994 Z-3.750
N1020 G02 I9.987 J0.506 X62.500 Y72.500 G40
N1030 G01 X72.500 Y72.500 Z-3.750
N1040 G01 X72.500 Y52.500 Z-3.750
N1050 G01 X62.500 Y52.500 Z-3.750
N1060 G02 I0.000 J10.000 X52.513 Y61.994 G40
N1070 G01 X227.500 Y62.500 Z-3.750
N1080 G01 X227.500 Y97.500 Z-3.750
N1090 G01 X232.500 Y97.500 Z-3.750
N1100 G02 I0.000 J-20.000 X232.500 Y57.500 G40
```

```

N1110 G03 I0.000 J-25.000 X227.500 Y56.995 G40
N1120 G01 X227.500 Y62.500 Z-3.750
N1130 G00 X227.500 Y62.500 Z1.000
N1140 G00 X2.577 Y59.461 Z1.000
N1150 G00 X2.577 Y59.461 Z-5.000
N1160 G02 I59.923 J3.039 X62.500 Y122.500 G40
N1170 G01 X122.500 Y122.500 Z-5.000
N1180 G01 X202.500 Y44.500 Z-5.000
N1190 G01 X202.500 Y122.500 Z-5.000
N1200 G01 X232.500 Y122.500 Z-5.000
N1210 G02 I0.000 J-45.000 X232.500 Y32.500 G40
N1220 G01 X232.500 Y2.500 Z-5.000
N1230 G01 X202.500 Y2.500 Z-5.000
N1240 G01 X122.500 Y80.500 Z-5.000
N1250 G01 X122.500 Y2.500 Z-5.000
N1260 G01 X62.500 Y2.500 Z-5.000
N1270 G02 I0.000 J60.000 X2.577 Y59.461 G40
N1280 G01 X15.061 Y60.094 Z-5.000
N1290 G01 X27.545 Y60.727 Z-5.000
N1300 G02 I34.955 J1.773 X62.500 Y97.500 G40
N1310 G01 X104.170 Y97.500 Z-5.000
N1320 G03 I18.330 J-17.000 X97.500 Y80.500 G40
N1330 G01 X97.500 Y27.500 Z-5.000
N1340 G01 X62.500 Y27.500 Z-5.000
N1350 G02 I0.000 J35.000 X27.545 Y60.727 G40
N1360 G01 X40.029 Y61.360 Z-5.000
N1370 G01 X52.513 Y61.994 Z-5.000
N1380 G02 I9.987 J0.506 X62.500 Y72.500 G40
N1390 G01 X72.500 Y72.500 Z-5.000
N1400 G01 X72.500 Y52.500 Z-5.000
N1410 G01 X62.500 Y52.500 Z-5.000
N1420 G02 I0.000 J10.000 X52.513 Y61.994 G40
N1430 G01 X232.500 Y97.500 Z-5.000
N1440 G02 I0.000 J-20.000 X232.500 Y57.500 G40
N1450 G03 I0.000 J-25.000 X227.565 Y57.008 G40
N1460 G01 X218.509 Y40.885 Z-5.000
N1470 G01 X227.481 Y57.063 Z-5.000
N1480 G01 X227.500 Y97.500 Z-5.000
N1490 G01 X232.500 Y97.500 Z-5.000
N1500 G01 X232.500 Y97.500 Z0.000 F1

```

Código APT

El código en APT empieza con la definición de la terna de coordenadas del punto cero W (misma orientación y a distancia -2.5,-2.5,5 a lo largo de los ejes X,Y y Z), después activa el refrigerante (COOLNT/ON), define la herramienta (CUTTER/ ...) y trata la primera tarea de fresado en 4 pasadas con las mismas características descritas antes.

```

$$ Manufacturing Program.1
$$ Part Operation.1
$$*CATIA0
$$ Manufacturing Program.1
$$ 1.00000 0.00000 0.00000 -2.50000
$$ 0.00000 1.00000 0.00000 -2.50000
$$ 0.00000 0.00000 1.00000 5.00000
PARTNO PART TO BE MACHINED
COOLNT/ON
CUTCOM/OFF
$$ OPERATION NAME : Tool Change.1
$$ Start generation of : Tool Change.1
TLAXIS/ 0.000000, 0.000000, 1.000000
$$ TOOLCHANGEBEGINNING
CUTTER/ 50.000000, 5.000000, 20.000000, 5.000000, 0.000000,$
0.000000, 5.000000
TOOLNO/1, 50.000000
TPRINT/T1 Face Mill D 50
LOADTL/1
$$ TOOLCHANGEEND
$$ End of generation of : Tool Change.1
$$ OPERATION NAME : Facing.1
$$ Start generation of : Facing.1
LOADTL/1,1
FEDRAT/ 300.0000,MPPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO / 2.83026, 54.46747, -1.25000

```



```

GOTO / 2.57701, 59.46105, -1.25000
FEDRAT/ 250.0000,MPPM
INTOL / 0.10000
OUTTOL/ 0.00000
AUTOPS
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
60.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
62.50000, 122.50000, -1.25000)

GOTO / 122.50000, 122.50000, -1.25000
GOTO / 202.50000, 44.50000, -1.25000
GOTO / 202.50000, 122.50000, -1.25000
GOTO / 232.50000, 122.50000, -1.25000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -1.25000,$
45.00000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -1.25000,$
232.50000, 32.50000, -1.25000)

GOTO / 232.50000, 2.50000, -1.25000
GOTO / 202.50000, 2.50000, -1.25000
GOTO / 122.50000, 80.50000, -1.25000
GOTO / 122.50000, 2.50000, -1.25000
GOTO / 62.50000, 2.50000, -1.25000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
60.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
2.57701, 59.46105, -1.25000)

GOTO / 15.06097, 60.09416, -1.25000
GOTO / 27.54492, 60.72728, -1.25000
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
35.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
62.50000, 97.50000, -1.25000)

GOTO / 104.16970, 97.50000, -1.25000
INDIRV/ -0.68000, -0.73321, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 80.50000, -1.25000,$
25.00000),ON,(LINE/ 122.50000, 80.50000, -1.25000,$
97.50000, 80.50000, -1.25000)

GOTO / 97.50000, 27.50000, -1.25000
GOTO / 62.50000, 27.50000, -1.25000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
35.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
27.54492, 60.72728, -1.25000)

GOTO / 40.02888, 61.36039, -1.25000
GOTO / 52.51283, 61.99351, -1.25000
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
10.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
62.50000, 72.50000, -1.25000)

GOTO / 72.50000, 72.50000, -1.25000
GOTO / 72.50000, 52.50000, -1.25000
GOTO / 62.50000, 52.50000, -1.25000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
10.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -1.25000,$
52.51283, 61.99351, -1.25000)

GOTO / 227.50000, 62.50000, -1.25000
GOTO / 227.50000, 97.50000, -1.25000
GOTO / 232.50000, 97.50000, -1.25000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -1.25000,$
20.00000),ON,2,INTOF,$
(LINE/ 232.50000, 77.50000, -1.25000,$
232.50000, 57.50000, -1.25000)

INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 32.50000, -1.25000,$
25.00000),ON,(LINE/ 232.50000, 32.50000, -1.25000,$
227.50000, 56.99490, -1.25000)

GOTO / 227.50000, 62.50000, -1.25000
RAPID
GOTO / 227.50000, 62.50000, 1.00000
RAPID
GOTO / 2.57701, 59.46105, 1.00000
RAPID
GOTO / 2.57701, 59.46105, -2.50000
AUTOPS

```

```

INDIRV/  -0.05065,    0.99872,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
              60.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
                                62.50000,    122.50000,    -2.50000)

GOTO /  122.50000,    122.50000,    -2.50000
GOTO /  202.50000,    44.50000,    -2.50000
GOTO /  202.50000,    122.50000,    -2.50000
GOTO /  232.50000,    122.50000,    -2.50000
INDIRV/  1.00000,    0.00000,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  232.50000,    77.50000,    -2.50000,$
              45.00000),ON,(LINE/  232.50000,    77.50000,    -2.50000,$
                                232.50000,    32.50000,    -2.50000)

GOTO /  232.50000,    2.50000,    -2.50000
GOTO /  202.50000,    2.50000,    -2.50000
GOTO /  122.50000,    80.50000,    -2.50000
GOTO /  122.50000,    2.50000,    -2.50000
GOTO /  62.50000,    2.50000,    -2.50000
INDIRV/  -1.00000,    0.00000,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
              60.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
                                2.57701,    59.46105,    -2.50000)

GOTO /  15.06097,    60.09416,    -2.50000
GOTO /  27.54492,    60.72728,    -2.50000
INDIRV/  -0.05065,    0.99872,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
              35.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
                                62.50000,    97.50000,    -2.50000)

GOTO /  104.16970,    97.50000,    -2.50000
INDIRV/  -0.68000,    -0.73321,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  122.50000,    80.50000,    -2.50000,$
              25.00000),ON,(LINE/  122.50000,    80.50000,    -2.50000,$
                                97.50000,    80.50000,    -2.50000)

GOTO /  97.50000,    27.50000,    -2.50000
GOTO /  62.50000,    27.50000,    -2.50000
INDIRV/  -1.00000,    0.00000,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
              35.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
                                27.54492,    60.72728,    -2.50000)

GOTO /  40.02888,    61.36039,    -2.50000
GOTO /  52.51283,    61.99351,    -2.50000
INDIRV/  -0.05065,    0.99872,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
              10.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
                                62.50000,    72.50000,    -2.50000)

GOTO /  72.50000,    72.50000,    -2.50000
GOTO /  72.50000,    52.50000,    -2.50000
GOTO /  62.50000,    52.50000,    -2.50000
INDIRV/  -1.00000,    0.00000,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
              10.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -2.50000,$
                                52.51283,    61.99351,    -2.50000)

GOTO /  227.50000,    62.50000,    -2.50000
GOTO /  227.50000,    97.50000,    -2.50000
GOTO /  232.50000,    97.50000,    -2.50000
INDIRV/  1.00000,    0.00000,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  232.50000,    77.50000,    -2.50000,$
              20.00000),ON,2,INTOF,$
              (LINE/  232.50000,    77.50000,    -2.50000,$
                    232.50000,    57.50000,    -2.50000)

INDIRV/  -1.00000,    0.00000,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  232.50000,    32.50000,    -2.50000,$
              25.00000),ON,(LINE/  232.50000,    32.50000,    -2.50000,$
                                227.50000,    56.99490,    -2.50000)

GOTO /  227.50000,    62.50000,    -2.50000
RAPID
GOTO /  227.50000,    62.50000,    1.00000
RAPID
GOTO /  2.57701,    59.46105,    1.00000
RAPID
GOTO /  2.57701,    59.46105,    -3.75000
AUTOPS
INDIRV/  -0.05065,    0.99872,    0.00000
TLON,GOFWD/  (CIRCLE/  62.50000,    62.50000,    -3.75000,$
              60.00000),ON,(LINE/  62.50000,    62.50000,    -3.75000,$
                                62.50000,    122.50000,    -3.75000)

GOTO /  122.50000,    122.50000,    -3.75000

```

```

GOTO / 202.50000, 44.50000, -3.75000
GOTO / 202.50000, 122.50000, -3.75000
GOTO / 232.50000, 122.50000, -3.75000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -3.75000,$
45.00000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -3.75000,$
232.50000, 32.50000, -3.75000)

GOTO / 232.50000, 2.50000, -3.75000
GOTO / 202.50000, 2.50000, -3.75000
GOTO / 122.50000, 80.50000, -3.75000
GOTO / 122.50000, 2.50000, -3.75000
GOTO / 62.50000, 2.50000, -3.75000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
60.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
2.57701, 59.46105, -3.75000)

GOTO / 15.06097, 60.09416, -3.75000
GOTO / 27.54492, 60.72728, -3.75000
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
35.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
62.50000, 97.50000, -3.75000)

GOTO / 104.16970, 97.50000, -3.75000
INDIRV/ -0.68000, -0.73321, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 80.50000, -3.75000,$
25.00000),ON,(LINE/ 122.50000, 80.50000, -3.75000,$
97.50000, 80.50000, -3.75000)

GOTO / 97.50000, 27.50000, -3.75000
GOTO / 62.50000, 27.50000, -3.75000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
35.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
27.54492, 60.72728, -3.75000)

GOTO / 40.02888, 61.36039, -3.75000
GOTO / 52.51283, 61.99351, -3.75000
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
10.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
62.50000, 72.50000, -3.75000)

GOTO / 72.50000, 72.50000, -3.75000
GOTO / 72.50000, 52.50000, -3.75000
GOTO / 62.50000, 52.50000, -3.75000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
10.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -3.75000,$
52.51283, 61.99351, -3.75000)

GOTO / 227.50000, 62.50000, -3.75000
GOTO / 227.50000, 97.50000, -3.75000
GOTO / 232.50000, 97.50000, -3.75000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -3.75000,$
20.00000),ON,2,INTOF,$
(LINE/ 232.50000, 77.50000, -3.75000,$
232.50000, 57.50000, -3.75000)

INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 32.50000, -3.75000,$
25.00000),ON,(LINE/ 232.50000, 32.50000, -3.75000,$
227.50000, 56.99490, -3.75000)

GOTO / 227.50000, 62.50000, -3.75000
RAPID
GOTO / 227.50000, 62.50000, 1.00000
RAPID
GOTO / 2.57701, 59.46105, 1.00000
RAPID
GOTO / 2.57701, 59.46105, -5.00000
AUTOPS
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
60.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
62.50000, 122.50000, -5.00000)

GOTO / 122.50000, 122.50000, -5.00000
GOTO / 202.50000, 44.50000, -5.00000
GOTO / 202.50000, 122.50000, -5.00000
GOTO / 232.50000, 122.50000, -5.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -5.00000,$

```

```

45.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 77.50000, -5.00000,$
232.50000, 32.50000, -5.00000)
GOTO / 232.50000, 2.50000, -5.00000
GOTO / 202.50000, 2.50000, -5.00000
GOTO / 122.50000, 80.50000, -5.00000
GOTO / 122.50000, 2.50000, -5.00000
GOTO / 62.50000, 2.50000, -5.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
60.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
2.57701, 59.46105, -5.00000)
GOTO / 15.06097, 60.09416, -5.00000
GOTO / 27.54492, 60.72728, -5.00000
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
35.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
62.50000, 97.50000, -5.00000)
GOTO / 104.16970, 97.50000, -5.00000
INDIRV/ -0.68000, -0.73321, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 80.50000, -5.00000,$
25.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 80.50000, -5.00000,$
97.50000, 80.50000, -5.00000)
GOTO / 97.50000, 27.50000, -5.00000
GOTO / 62.50000, 27.50000, -5.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
35.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
27.54492, 60.72728, -5.00000)
GOTO / 40.02888, 61.36039, -5.00000
GOTO / 52.51283, 61.99351, -5.00000
INDIRV/ -0.05065, 0.99872, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
10.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
62.50000, 72.50000, -5.00000)
GOTO / 72.50000, 72.50000, -5.00000
GOTO / 72.50000, 52.50000, -5.00000
GOTO / 62.50000, 52.50000, -5.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
10.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -5.00000,$
52.51283, 61.99351, -5.00000)
GOTO / 232.50000, 97.50000, -5.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -5.00000,$
20.00000), ON, 2, INTOF, $
(LINE/ 232.50000, 77.50000, -5.00000,$
232.50000, 57.50000, -5.00000)
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 32.50000, -5.00000,$
25.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 32.50000, -5.00000,$
227.56454, 57.00798, -5.00000)
GOTO / 218.50905, 40.88534, -5.00000
GOTO / 227.48071, 57.06293, -5.00000
GOTO / 227.50000, 97.50000, -5.00000
GOTO / 232.50000, 97.50000, -5.00000
FEDRAT/ 1.0000, MPM
GOTO / 232.50000, 97.50000, 0.00000
$$ End of generation of : Facing.1

```

3.II – Taladrado (*Drilling.1*)

En esta sección se describen las operaciones de taladrado de los dos agujeros en D1 y en D2 tramite una broca de diámetro 9.5 mm.

Se elige una modalidad de profundidad *by shoulder*, pero sin *breakthrough*, para garantizar que la broca haga un agujero pasante para todo el espesor de la pieza (20 mm).

Además, se ajusta la *jump distance* entre los dos agujeros de 2 mm, ambos hechos con una velocidad de avance de 175 mm/min y una velocidad de giro de 1500 r.p.m.

Se pone la misma distancia para la aproximación y la retirada: 2 mm con respecto la superficie de arriba.

Código ISO

Aquí se expone la parte de código sobre la tarea de taladrado. La herramienta es la T02 (*drill D 9.5*) con una velocidad de giro de 1500 r.p.m. en sentido horario. En las pautas N1550 y N1590 están descritas las operaciones de *approach* y *retract* (con *feeds* respectivamente de 300 y 1000 mm/min).

Para hacer los dos agujeros se emplea el ciclo fijo de taladrado EMCOTRONIC G81, junto a la función G98 para el retroceso al plano de inicio.

Se hace el taladrado hasta Z=-27.742 mm (20 mm de profundidad de la pieza + 2.742 mm de largo del *tool tip* de la broca que sobresale por efecto de la opción *by shoulder* + 5 mm de distancia entre la coordenada Z del punto W y de la superficie arriba de la pieza).

```
(* T2 Drill D 9.5 *)
N1510 T0202
N1520 S1500 M03
N1530 G00 X62.500 Y62.500 Z-1.000
N1540 G01 X62.500 Y62.500 Z-3.000 F300
N1550 G00 X62.500 Y62.500 Z-4.000
N1560 G81 X62.500 Y62.500 Z-27.742 F175 G98
N1570 X240.000 Y77.500
N1580 G00 X240.000 Y77.500 Z-3.000
N1590 G01 X240.000 Y77.500 Z-1.000 F1000
```

Código APT

Después de definir y activar el segundo *Tool*, el código describe los movimientos de aproximación, del ciclo fijo (CYCLE/DRILL, ..., CYCLE/OFF) y de retirada del taladro.

```
$$ OPERATION NAME : Tool Change.2
$$ Start generation of : Tool Change.2
$$ TOOLCHANGEBEGINNING
CUTTER/ 9.500000, 0.000000, 4.750000, 2.742414, 30.000000,$
0.000000, 50.000000
TOOLNO/2, 9.500000
TPRINT/T2 Drill D 9.5
LOADTL/2
$$ TOOLCHANGEEND
$$ End of generation of : Tool Change.2
$$ OPERATION NAME : Drilling.1
$$ Start generation of : Drilling.1
LOADTL/2,1
SPINDL/ 1500.0000,RPM,CLW
RAPID
GOTO / 62.50000, 62.50000, -1.00000
FEDRAT/ 300.0000,MMPM
GOTO / 62.50000, 62.50000, -3.00000
RAPID
GOTO / 62.50000, 62.50000, -4.00000
CYCLE/DRILL, 22.742414, 1.000000, 175.000000,MMPM
GOTO / 62.50000, 62.50000, -5.00000
GOTO / 240.00000, 77.50000, -5.00000
CYCLE/OFF
RAPID
GOTO / 240.00000, 77.50000, -3.00000
FEDRAT/ 1000.0000,MMPM
GOTO / 240.00000, 77.50000, -1.00000
$$ End of generation of : Drilling.1
```

3.III – Contorneado (*Profile Contouring.1*)

Para la operación de contorneado del logotipo, se emplea una fresa de diámetro 10 mm en dirección *climbing*.

La fresa empleada tiene un *radius corner* de 0.5 mm.

Como estrategia de corte, se elige hacer una pasada sola en dirección radial, mientras en la axial cuatro pasadas cada una de profundidad 5 mm.

La velocidad de avance de machining y la velocidad de giro son 250 mm/min y 1600 r.p.m., y estos dos valores serán los mismos también para las operaciones de la parte 3 y 4.

La aproximación de la herramienta a la pieza es de manera normal con una distancia de 5 mm, mientras la retirada es compuesta de un movimiento normal de 5 mm y uno axial de 25 mm, así que la herramienta llega a la misma altura inicial de la siguiente operación.

Código ISO

Se introduce la nueva herramienta que se empleará para las operaciones de contorneado y cajeado, T03 *End Mill D 10* con giro 1600 r.p.m. en sentido horario.

Tras una aproximación de 5 mm a lo largo del eje Y hay la descripción de la primera pasada profunda 5 mm desde la pauta N1640 hasta N1790, después empieza la segunda pasada en sentido inverso, siendo el *tool path* de manera “zig-zag”. Se hacen las restantes pasadas en la misma manera hasta la línea N2310, donde empieza el movimiento de retract hasta el plano Z=0.

```
(* T3 End Mill D 10 *)
N1600 T0303
N1610 S1600 M03
N1620 G00 X62.500 Y-7.500 Z-10.000 F300
N1630 G01 X62.500 Y-2.500 Z-10.000
N1640 G01 X122.500 Y-2.500 Z-10.000 F250
N1650 G03 I0.000 J5.000 X127.500 Y2.500 G40
N1660 G01 X127.500 Y68.642 Z-10.000
N1670 G01 X199.010 Y-1.080 Z-10.000
N1680 G03 I3.491 J3.580 X202.500 Y-2.500 G40
N1690 G01 X232.500 Y-2.500 Z-10.000
N1700 G03 I0.000 J5.000 X237.500 Y2.500 G40
N1710 G01 X237.493 Y27.750 Z-10.000
N1720 G03 I-4.993 J49.750 X232.500 Y127.500 G40
N1730 G01 X202.500 Y127.500 Z-10.000
N1740 G03 I0.000 J-5.000 X197.500 Y122.500 G40
N1750 G01 X197.500 Y56.358 Z-10.000
N1760 G01 X125.991 Y126.080 Z-10.000
N1770 G03 I-3.491 J-3.580 X122.500 Y127.500 G40
N1780 G01 X62.500 Y127.500 Z-10.000
N1790 G03 I0.000 J-65.000 X62.500 Y-2.500 G40
N1800 G01 X62.500 Y-2.500 Z-15.000
N1810 G02 I0.000 J65.000 X62.500 Y127.500 G40
N1820 G01 X122.500 Y127.500 Z-15.000
N1830 G02 I0.000 J-5.000 X125.991 Y126.080 G40
N1840 G01 X197.500 Y56.358 Z-15.000
N1850 G01 X197.500 Y122.500 Z-15.000
N1860 G02 I5.000 J0.000 X202.500 Y127.500 G40
N1870 G01 X232.500 Y127.500 Z-15.000
N1880 G02 I0.000 J-50.000 X237.493 Y27.750 G40
N1890 G01 X237.500 Y2.500 Z-15.000
N1900 G02 I-5.000 J0.000 X232.500 Y-2.500 G40
N1910 G01 X202.500 Y-2.500 Z-15.000
N1920 G02 I0.000 J5.000 X199.010 Y-1.080 G40
N1930 G01 X127.500 Y68.642 Z-15.000
N1940 G01 X127.500 Y2.500 Z-15.000
N1950 G02 I-5.000 J0.000 X122.500 Y-2.500 G40
N1960 G01 X62.500 Y-2.500 Z-15.000
N1970 G01 X62.500 Y-2.500 Z-20.000
N1980 G01 X122.500 Y-2.500 Z-20.000
N1990 G03 I0.000 J5.000 X127.500 Y2.500 G40
N2000 G01 X127.500 Y68.642 Z-20.000
N2010 G01 X199.010 Y-1.080 Z-20.000
N2020 G03 I3.491 J3.580 X202.500 Y-2.500 G40
N2030 G01 X232.500 Y-2.500 Z-20.000
N2040 G03 I0.000 J5.000 X237.500 Y2.500 G40
N2050 G01 X237.493 Y27.750 Z-20.000
N2060 G03 I-4.993 J49.750 X232.500 Y127.500 G40
N2070 G01 X202.500 Y127.500 Z-20.000
```

```

N2080 G03 I0.000 J-5.000 X197.500 Y122.500 G40
N2090 G01 X197.500 Y56.358 Z-20.000
N2100 G01 X125.991 Y126.080 Z-20.000
N2110 G03 I-3.491 J-3.580 X122.500 Y127.500 G40
N2120 G01 X62.500 Y127.500 Z-20.000
N2130 G03 I0.000 J-65.000 X62.500 Y-2.500 G40
N2140 G01 X62.500 Y-2.500 Z-25.000
N2150 G02 I0.000 J65.000 X62.500 Y127.500 G40
N2160 G01 X122.500 Y127.500 Z-25.000
N2170 G02 I0.000 J-5.000 X125.991 Y126.080 G40
N2180 G01 X197.500 Y56.358 Z-25.000
N2190 G01 X197.500 Y122.500 Z-25.000
N2200 G02 I5.000 J0.000 X202.500 Y127.500 G40
N2210 G01 X232.500 Y127.500 Z-25.000
N2220 G02 I0.000 J-50.000 X237.493 Y27.750 G40
N2230 G01 X237.500 Y2.500 Z-25.000
N2240 G02 I-5.000 J0.000 X232.500 Y-2.500 G40
N2250 G01 X202.500 Y-2.500 Z-25.000
N2260 G02 I0.000 J5.000 X199.010 Y-1.080 G40
N2270 G01 X127.500 Y68.642 Z-25.000
N2280 G01 X127.500 Y2.500 Z-25.000
N2290 G02 I-5.000 J0.000 X122.500 Y-2.500 G40
N2300 G01 X62.500 Y-2.500 Z-25.000
N2310 G01 X62.500 Y-7.500 Z-25.000 F1
N2320 G01 X62.500 Y-7.500 Z0.000

```

Código APT

En el código siguiente se describen las pasadas de contorneado con fresa de 10 mm.

```

$$ OPERATION NAME : Tool Change.3
$$ Start generation of : Tool Change.3
$$ TOOLCHANGEBEGINNING
CUTTER/ 10.000000, 0.500000, 4.500000, 0.500000, 0.000000,$
0.000000, 50.000000
TOOLNO/3, 10.000000
TPRINT/T3 End Mill D 10
LOADTL/3
$$ TOOLCHANGEEND
$$ End of generation of : Tool Change.3
$$ OPERATION NAME : Profile Contouring.1
$$ Start generation of : Profile Contouring.1
LOADTL/3,1
FEDRAT/ 300.0000,MPPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO / 62.50000, -7.50000, -10.00000
GOTO / 62.50000, -2.50000, -10.00000
FEDRAT/ 250.0000,MPPM
GOTO / 122.50000, -2.50000, -10.00000
AUTOPS
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 2.50000, -10.00000,$
5.00000),ON,(LINE/ 122.50000, 2.50000, -10.00000,$
127.50000, 2.50000, -10.00000)
GOTO / 127.50000, 68.64176, -10.00000
GOTO / 199.00950, -1.08000, -10.00000
INDIRV/ 0.71600, -0.69810, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 2.50000, -10.00000,$
5.00000),ON,(LINE/ 202.50000, 2.50000, -10.00000,$
202.50000, -2.50000, -10.00000)
GOTO / 232.50000, -2.50000, -10.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 2.50000, -10.00000,$
5.00000),ON,(LINE/ 232.50000, 2.50000, -10.00000,$
237.50000, 2.50000, -10.00000)
GOTO / 237.49302, 27.74993, -10.00000
INDIRV/ 0.99500, 0.09986, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -10.00000,$
50.00000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -10.00000,$
232.50000, 127.50000, -10.00000)
GOTO / 202.50000, 127.50000, -10.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 122.50000, -10.00000,$
5.00000),ON,(LINE/ 202.50000, 122.50000, -10.00000,$
197.50000, 122.50000, -10.00000)
GOTO / 197.50000, 56.35824, -10.00000

```

```

GOTO / 125.99050, 126.08000, -10.00000
INDIRV/ -0.71600, 0.69810, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 122.50000, -10.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 122.50000, -10.00000,$
122.50000, 127.50000, -10.00000)

GOTO / 62.50000, 127.50000, -10.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
65.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
62.50000, -2.50000, -10.00000)

GOTO / 62.50000, -2.50000, -15.00000
AUTOPS
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -15.00000,$
65.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -15.00000,$
62.50000, 127.50000, -15.00000)

GOTO / 122.50000, 127.50000, -15.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 122.50000, -15.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 122.50000, -15.00000,$
125.99050, 126.08000, -15.00000)

GOTO / 197.50000, 56.35824, -15.00000
GOTO / 197.50000, 122.50000, -15.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 122.50000, -15.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 202.50000, 122.50000, -15.00000,$
202.50000, 127.50000, -15.00000)

GOTO / 232.50000, 127.50000, -15.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -15.00000,$
50.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 77.50000, -15.00000,$
237.49302, 27.74993, -15.00000)

GOTO / 237.50000, 2.50000, -15.00000
INDIRV/ 0.00000, -1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 2.50000, -15.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 2.50000, -15.00000,$
232.50000, -2.50000, -15.00000)

GOTO / 202.50000, -2.50000, -15.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 2.50000, -15.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 202.50000, 2.50000, -15.00000,$
199.00950, -1.08000, -15.00000)

GOTO / 127.50000, 68.64176, -15.00000
GOTO / 127.50000, 2.50000, -15.00000
INDIRV/ 0.00000, -1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 2.50000, -15.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 2.50000, -15.00000,$
122.50000, -2.50000, -15.00000)

GOTO / 62.50000, -2.50000, -15.00000
GOTO / 62.50000, -2.50000, -20.00000
GOTO / 122.50000, -2.50000, -20.00000
AUTOPS
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 2.50000, -20.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 2.50000, -20.00000,$
127.50000, 2.50000, -20.00000)

GOTO / 127.50000, 68.64176, -20.00000
GOTO / 199.00950, -1.08000, -20.00000
INDIRV/ 0.71600, -0.69810, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 2.50000, -20.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 202.50000, 2.50000, -20.00000,$
202.50000, -2.50000, -20.00000)

GOTO / 232.50000, -2.50000, -20.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 2.50000, -20.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 2.50000, -20.00000,$
237.50000, 2.50000, -20.00000)

GOTO / 237.49302, 27.74993, -20.00000
INDIRV/ 0.99500, 0.09986, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -20.00000,$
50.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 77.50000, -20.00000,$
232.50000, 127.50000, -20.00000)

GOTO / 202.50000, 127.50000, -20.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 122.50000, -20.00000,$
5.00000), ON, (LINE/ 202.50000, 122.50000, -20.00000,$

```



```

197.50000, 122.50000, -20.00000)
GOTO / 197.50000, 56.35824, -20.00000
GOTO / 125.99050, 126.08000, -20.00000
INDIRV/ -0.71600, 0.69810, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 122.50000, -20.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 122.50000, -20.00000, $
122.50000, 127.50000, -20.00000)
GOTO / 62.50000, 127.50000, -20.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
65.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
62.50000, -2.50000, -20.00000)
GOTO / 62.50000, -2.50000, -25.00000
AUTOPS
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
65.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
62.50000, 127.50000, -25.00000)
GOTO / 122.50000, 127.50000, -25.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 122.50000, -25.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 122.50000, -25.00000, $
125.99050, 126.08000, -25.00000)
GOTO / 197.50000, 56.35824, -25.00000
GOTO / 197.50000, 122.50000, -25.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 122.50000, -25.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 202.50000, 122.50000, -25.00000, $
202.50000, 127.50000, -25.00000)
GOTO / 232.50000, 127.50000, -25.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -25.00000, $
50.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 77.50000, -25.00000, $
237.49302, 27.74993, -25.00000)
GOTO / 237.50000, 2.50000, -25.00000
INDIRV/ 0.00000, -1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 2.50000, -25.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 232.50000, 2.50000, -25.00000, $
232.50000, -2.50000, -25.00000)
GOTO / 202.50000, -2.50000, -25.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 202.50000, 2.50000, -25.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 202.50000, 2.50000, -25.00000, $
199.00950, -1.08000, -25.00000)
GOTO / 127.50000, 68.64176, -25.00000
GOTO / 127.50000, 2.50000, -25.00000
INDIRV/ 0.00000, -1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 122.50000, 2.50000, -25.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 122.50000, 2.50000, -25.00000, $
122.50000, -2.50000, -25.00000)
GOTO / 62.50000, -2.50000, -25.00000
FEDRAT/ 1.0000, MPM
GOTO / 62.50000, -7.50000, -25.00000
GOTO / 62.50000, -7.50000, 0.00000
$$ End of generation of : Profile Contouring.1

```

3.IV – Cajeadado (*Pocketing.1* y *Pocketing.2*)

En esta parte se llevan a cabo dos operaciones de cajeadado con la misma fresa empleada en la sección anterior: en detalle se trata de hacer las cajas correspondientes a los huecos de la letra G y de la letra P.

También para estas dos tareas se elige hacer cuatro pasadas cada una de 5 mm de profundidad, y hacer trayectorias en dirección *outward helical*.

Para la primera caja se elige como *starting point* el punto superior de la esquina rectangular de la G. En cambio, el punto D1, donde se ha hecho el primer agujero con taladro, se emplea como *MACRO point* para la aproximación. Este último movimiento consta de un desplazamiento axial de 5 mm hacia el punto D1 y otro en dirección del *starting point*, en

cambio, la retirada de la herramienta se lleva a cabo con los mismos desplazamientos pero en orden inverso.

Igual son los ajustes de la segunda operación de cajeado, pero con el punto D2 en lugar de D1, haciendo una sola trayectoria y sin elegir un *starting point*.

Código ISO

El código ISO de la parte de cajeado con la misma herramienta de antes empieza con la descripción del movimiento de aproximación de la herramienta al punto D1 y, después, al punto de partida elegido para la primera caja (que tiene las misma X y Y de P14). La operación se hace en 4 pasadas de 5 mm, hasta la pauta N3660 donde empieza la retirada y en la N3680 donde se pasa a la operación de la segunda caja, hecha en la misma manera de la primera.

N2330 S1600 M03

```
N2340 G01 X62.500 Y62.500 Z0.000 F300
N2350 G01 X62.500 Y62.500 Z-5.000
N2360 G01 X72.500 Y72.500 Z-10.000
N2370 G01 X62.500 Y72.500 Z-10.000 F250
N2380 G03 I0.000 J-10.000 X53.386 Y58.386 G40
N2390 G02 I19.114 J-5.886 X72.500 Y72.500 G40
N2400 G01 X72.500 Y70.000 Z-10.000
N2410 G01 X72.500 Y67.500 Z-10.000
N2420 G01 X77.500 Y67.500 Z-10.000
N2430 G01 X77.500 Y77.500 Z-10.000
N2440 G01 X62.500 Y77.500 Z-10.000
N2450 G03 I0.000 J-15.000 X57.500 Y48.358 G40
N2460 G01 X57.500 Y52.500 Z-10.000
N2470 G02 I15.000 J0.000 X72.500 Y67.500 G40
N2480 G01 X72.500 Y65.000 Z-10.000
N2490 G01 X72.500 Y62.500 Z-10.000
N2500 G01 X82.500 Y62.500 Z-10.000
N2510 G01 X82.500 Y82.500 Z-10.000
N2520 G01 X62.500 Y82.500 Z-10.000
N2530 G03 I0.000 J-20.000 X62.500 Y42.500 G40
N2540 G01 X62.500 Y52.500 Z-10.000
N2550 G02 I10.000 J0.000 X72.500 Y62.500 G40
N2560 G01 X72.500 Y60.000 Z-10.000
N2570 G01 X72.500 Y57.500 Z-10.000
N2580 G01 X82.500 Y57.500 Z-10.000
N2590 G03 I0.000 J5.000 X87.500 Y62.500 G40
N2600 G01 X87.500 Y82.500 Z-10.000
N2610 G03 I-5.000 J0.000 X82.500 Y87.500 G40
N2620 G01 X62.500 Y87.500 Z-10.000
N2630 G03 I0.000 J-25.000 X62.500 Y37.500 G40
N2640 G03 I0.000 J5.000 X67.500 Y42.500 G40
N2650 G01 X67.500 Y52.500 Z-10.000
N2660 G02 I5.000 J0.000 X72.500 Y57.500 G40
N2670 G00 X72.500 Y57.500 Z-2.500
N2680 G00 X72.500 Y72.500 Z-2.500
N2690 G01 X72.500 Y72.500 Z-15.000 F300
N2700 G01 X62.500 Y72.500 Z-15.000 F250
N2710 G03 I0.000 J-10.000 X53.386 Y58.386 G40
N2720 G02 I19.114 J-5.886 X72.500 Y72.500 G40
N2730 G01 X72.500 Y70.000 Z-15.000
N2740 G01 X72.500 Y67.500 Z-15.000
N2750 G01 X77.500 Y67.500 Z-15.000
N2760 G01 X77.500 Y77.500 Z-15.000
N2770 G01 X62.500 Y77.500 Z-15.000
N2780 G03 I0.000 J-15.000 X57.500 Y48.358 G40
N2790 G01 X57.500 Y52.500 Z-15.000
N2800 G02 I15.000 J0.000 X72.500 Y67.500 G40
N2810 G01 X72.500 Y65.000 Z-15.000
N2820 G01 X72.500 Y62.500 Z-15.000
N2830 G01 X82.500 Y62.500 Z-15.000
N2840 G01 X82.500 Y82.500 Z-15.000
N2850 G01 X62.500 Y82.500 Z-15.000
N2860 G03 I0.000 J-20.000 X62.500 Y42.500 G40
N2870 G01 X62.500 Y52.500 Z-15.000
N2880 G02 I10.000 J0.000 X72.500 Y62.500 G40
N2890 G01 X72.500 Y60.000 Z-15.000
```

```
N2900 G01 X72.500 Y57.500 Z-15.000
N2910 G01 X82.500 Y57.500 Z-15.000
N2920 G03 I0.000 J5.000 X87.500 Y62.500 G40
N2930 G01 X87.500 Y82.500 Z-15.000
N2940 G03 I-5.000 J0.000 X82.500 Y87.500 G40
N2950 G01 X62.500 Y87.500 Z-15.000
N2960 G03 I0.000 J-25.000 X62.500 Y37.500 G40
N2970 G03 I0.000 J5.000 X67.500 Y42.500 G40
N2980 G01 X67.500 Y52.500 Z-15.000
N2990 G02 I5.000 J0.000 X72.500 Y57.500 G40
N3000 G00 X72.500 Y57.500 Z-7.500
N3010 G00 X72.500 Y72.500 Z-7.500
N3020 G01 X72.500 Y72.500 Z-20.000 F300
N3030 G01 X62.500 Y72.500 Z-20.000 F250
N3040 G03 I0.000 J-10.000 X53.386 Y58.386 G40
N3050 G02 I19.114 J-5.886 X72.500 Y72.500 G40
N3060 G01 X72.500 Y70.000 Z-20.000
N3070 G01 X72.500 Y67.500 Z-20.000
N3080 G01 X77.500 Y67.500 Z-20.000
N3090 G01 X77.500 Y77.500 Z-20.000
N3100 G01 X62.500 Y77.500 Z-20.000
N3110 G03 I0.000 J-15.000 X57.500 Y48.358 G40
N3120 G01 X57.500 Y52.500 Z-20.000
N3130 G02 I15.000 J0.000 X72.500 Y67.500 G40
N3140 G01 X72.500 Y65.000 Z-20.000
N3150 G01 X72.500 Y62.500 Z-20.000
N3160 G01 X82.500 Y62.500 Z-20.000
N3170 G01 X82.500 Y82.500 Z-20.000
N3180 G01 X62.500 Y82.500 Z-20.000
N3190 G03 I0.000 J-20.000 X62.500 Y42.500 G40
N3200 G01 X62.500 Y52.500 Z-20.000
N3210 G02 I10.000 J0.000 X72.500 Y62.500 G40
N3220 G01 X72.500 Y60.000 Z-20.000
N3230 G01 X72.500 Y57.500 Z-20.000
N3240 G01 X82.500 Y57.500 Z-20.000
N3250 G03 I0.000 J5.000 X87.500 Y62.500 G40
N3260 G01 X87.500 Y82.500 Z-20.000
N3270 G03 I-5.000 J0.000 X82.500 Y87.500 G40
N3280 G01 X62.500 Y87.500 Z-20.000
N3290 G03 I0.000 J-25.000 X62.500 Y37.500 G40
N3300 G03 I0.000 J5.000 X67.500 Y42.500 G40
N3310 G01 X67.500 Y52.500 Z-20.000
N3320 G02 I5.000 J0.000 X72.500 Y57.500 G40
N3330 G00 X72.500 Y57.500 Z-12.500
N3340 G00 X72.500 Y72.500 Z-12.500
N3350 G01 X72.500 Y72.500 Z-25.000 F300
N3360 G01 X62.500 Y72.500 Z-25.000 F250
N3370 G03 I0.000 J-10.000 X53.386 Y58.386 G40
N3380 G02 I19.114 J-5.886 X72.500 Y72.500 G40
N3390 G01 X72.500 Y70.000 Z-25.000
N3400 G01 X72.500 Y67.500 Z-25.000
N3410 G01 X77.500 Y67.500 Z-25.000
N3420 G01 X77.500 Y77.500 Z-25.000
N3430 G01 X62.500 Y77.500 Z-25.000
N3440 G03 I0.000 J-15.000 X57.500 Y48.358 G40
N3450 G01 X57.500 Y52.500 Z-25.000
N3460 G02 I15.000 J0.000 X72.500 Y67.500 G40
N3470 G01 X72.500 Y65.000 Z-25.000
N3480 G01 X72.500 Y62.500 Z-25.000
N3490 G01 X82.500 Y62.500 Z-25.000
N3500 G01 X82.500 Y82.500 Z-25.000
N3510 G01 X62.500 Y82.500 Z-25.000
N3520 G03 I0.000 J-20.000 X62.500 Y42.500 G40
N3530 G01 X62.500 Y52.500 Z-25.000
N3540 G02 I10.000 J0.000 X72.500 Y62.500 G40
N3550 G01 X72.500 Y60.000 Z-25.000
N3560 G01 X72.500 Y57.500 Z-25.000
N3570 G01 X82.500 Y57.500 Z-25.000
N3580 G03 I0.000 J5.000 X87.500 Y62.500 G40
N3590 G01 X87.500 Y82.500 Z-25.000
N3600 G03 I-5.000 J0.000 X82.500 Y87.500 G40
N3610 G01 X62.500 Y87.500 Z-25.000
N3620 G03 I0.000 J-25.000 X62.500 Y37.500 G40
N3630 G03 I0.000 J5.000 X67.500 Y42.500 G40
N3640 G01 X67.500 Y52.500 Z-25.000
N3650 G02 I5.000 J0.000 X72.500 Y57.500 G40
```

```

N3660 G01 X62.500 Y62.500 Z-5.000 F1
N3670 G01 X62.500 Y62.500 Z0.000
N3680 S1600 M03
N3690 G01 X240.000 Y77.500 Z0.000 F300
N3700 G01 X240.000 Y77.500 Z-5.000
N3710 G01 X242.500 Y77.500 Z-10.000
N3720 G03 I-10.000 J0.000 X237.500 Y86.160 G40 F250
N3730 G01 X237.500 Y68.840 Z-10.000
N3740 G03 I-5.000 J8.660 X242.500 Y77.500 G40
N3750 G00 X242.500 Y77.500 Z-2.500
N3760 G01 X242.500 Y77.500 Z-15.000 F300
N3770 G03 I-10.000 J0.000 X237.500 Y86.160 G40 F250
N3780 G01 X237.500 Y68.840 Z-15.000
N3790 G03 I-5.000 J8.660 X242.500 Y77.500 G40
N3800 G00 X242.500 Y77.500 Z-7.500
N3810 G01 X242.500 Y77.500 Z-20.000 F300
N3820 G03 I-10.000 J0.000 X237.500 Y86.160 G40 F250
N3830 G01 X237.500 Y68.840 Z-20.000
N3840 G03 I-5.000 J8.660 X242.500 Y77.500 G40
N3850 G00 X242.500 Y77.500 Z-12.500
N3860 G01 X242.500 Y77.500 Z-25.000 F300
N3870 G03 I-10.000 J0.000 X237.500 Y86.160 G40 F250
N3880 G01 X237.500 Y68.840 Z-25.000
N3890 G03 I-5.000 J8.660 X242.500 Y77.500 G40
N3900 G01 X240.000 Y77.500 Z-5.000 F1
N3910 G01 X240.000 Y77.500 Z0.000

```

Código APT

Este trazo de código contiene las dos operaciones de cajeado, hechas con los mismos parámetros descritos en la parte de código ISO

```

$$ OPERATION NAME : Pocketing.1
$$ Start generation of : Pocketing.1
FEDRAT/ 300.0000,MMPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO / 62.50000, 62.50000, 0.00000
GOTO / 62.50000, 62.50000, -5.00000
GOTO / 72.50000, 72.50000, -10.00000
FEDRAT/ 250.0000,MMPM
GOTO / 62.50000, 72.50000, -10.00000
AUTOPS
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
10.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
53.38562, 58.38562, -10.00000)
INDIRV/ 0.29428, 0.95572, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -10.00000,$
20.00000),ON,(LINE/ 72.50000, 52.50000, -10.00000,$
72.50000, 72.50000, -10.00000)
GOTO / 72.50000, 70.00000, -10.00000
GOTO / 72.50000, 67.50000, -10.00000
GOTO / 77.50000, 67.50000, -10.00000
GOTO / 77.50000, 77.50000, -10.00000
GOTO / 62.50000, 77.50000, -10.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
15.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
57.50000, 48.35786, -10.00000)
GOTO / 57.50000, 52.50000, -10.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -10.00000,$
15.00000),ON,(LINE/ 72.50000, 52.50000, -10.00000,$
72.50000, 67.50000, -10.00000)
GOTO / 72.50000, 65.00000, -10.00000
GOTO / 72.50000, 62.50000, -10.00000
GOTO / 82.50000, 62.50000, -10.00000
GOTO / 82.50000, 82.50000, -10.00000
GOTO / 62.50000, 82.50000, -10.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
20.00000),ON,2,INTOF,$
(LINE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
62.50000, 42.50000, -10.00000)
GOTO / 62.50000, 52.50000, -10.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000

```

```

TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      72.50000,      52.50000,      -10.00000,$
  10.00000),ON,(LINE/      72.50000,      52.50000,      -10.00000,$
                                72.50000,      62.50000,      -10.00000)

GOTO /      72.50000,      60.00000,      -10.00000
GOTO /      72.50000,      57.50000,      -10.00000
GOTO /      82.50000,      57.50000,      -10.00000
INDIRV/      1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      82.50000,      62.50000,      -10.00000,$
  5.00000),ON,(LINE/      82.50000,      62.50000,      -10.00000,$
                                87.50000,      62.50000,      -10.00000)

GOTO /      87.50000,      82.50000,      -10.00000
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      82.50000,      82.50000,      -10.00000,$
  5.00000),ON,(LINE/      82.50000,      82.50000,      -10.00000,$
                                82.50000,      87.50000,      -10.00000)

GOTO /      62.50000,      87.50000,      -10.00000
INDIRV/      -1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      62.50000,      -10.00000,$
  25.00000),ON,(LINE/      62.50000,      62.50000,      -10.00000,$
                                62.50000,      37.50000,      -10.00000)

INDIRV/      1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      42.50000,      -10.00000,$
  5.00000),ON,(LINE/      62.50000,      42.50000,      -10.00000,$
                                67.50000,      42.50000,      -10.00000)

GOTO /      67.50000,      52.50000,      -10.00000
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      72.50000,      52.50000,      -10.00000,$
  5.00000),ON,(LINE/      72.50000,      52.50000,      -10.00000,$
                                72.50000,      57.50000,      -10.00000)

RAPID
GOTO /      72.50000,      57.50000,      -2.50000
RAPID
GOTO /      72.50000,      72.50000,      -2.50000
FEDRAT/      300.0000,MMPM
GOTO /      72.50000,      72.50000,      -15.00000
FEDRAT/      250.0000,MMPM
GOTO /      62.50000,      72.50000,      -15.00000
AUTOPS
INDIRV/      -1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      62.50000,      -15.00000,$
  10.00000),ON,(LINE/      62.50000,      62.50000,      -15.00000,$
                                53.38562,      58.38562,      -15.00000)

INDIRV/      0.29428,      0.95572,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      72.50000,      52.50000,      -15.00000,$
  20.00000),ON,(LINE/      72.50000,      52.50000,      -15.00000,$
                                72.50000,      72.50000,      -15.00000)

GOTO /      72.50000,      70.00000,      -15.00000
GOTO /      72.50000,      67.50000,      -15.00000
GOTO /      77.50000,      67.50000,      -15.00000
GOTO /      77.50000,      77.50000,      -15.00000
GOTO /      62.50000,      77.50000,      -15.00000
INDIRV/      -1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      62.50000,      -15.00000,$
  15.00000),ON,(LINE/      62.50000,      62.50000,      -15.00000,$
                                57.50000,      48.35786,      -15.00000)

GOTO /      57.50000,      52.50000,      -15.00000
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      72.50000,      52.50000,      -15.00000,$
  15.00000),ON,(LINE/      72.50000,      52.50000,      -15.00000,$
                                72.50000,      67.50000,      -15.00000)

GOTO /      72.50000,      65.00000,      -15.00000
GOTO /      72.50000,      62.50000,      -15.00000
GOTO /      82.50000,      62.50000,      -15.00000
GOTO /      82.50000,      82.50000,      -15.00000
GOTO /      62.50000,      82.50000,      -15.00000
INDIRV/      -1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      62.50000,      -15.00000,$
  20.00000),ON,2,INTOF,$
                                (LINE/      62.50000,      62.50000,      -15.00000,$
                                                62.50000,      42.50000,      -15.00000)

GOTO /      62.50000,      52.50000,      -15.00000
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      72.50000,      52.50000,      -15.00000,$
  10.00000),ON,(LINE/      72.50000,      52.50000,      -15.00000,$
                                72.50000,      62.50000,      -15.00000)

GOTO /      72.50000,      60.00000,      -15.00000

```

```

GOTO / 72.50000, 57.50000, -15.00000
GOTO / 82.50000, 57.50000, -15.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 82.50000, 62.50000, -15.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 82.50000, 62.50000, -15.00000, $
87.50000, 62.50000, -15.00000)

GOTO / 87.50000, 82.50000, -15.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 82.50000, 82.50000, -15.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 82.50000, 82.50000, -15.00000, $
82.50000, 87.50000, -15.00000)

GOTO / 62.50000, 87.50000, -15.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -15.00000, $
25.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -15.00000, $
62.50000, 37.50000, -15.00000)
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 42.50000, -15.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 42.50000, -15.00000, $
67.50000, 42.50000, -15.00000)

GOTO / 67.50000, 52.50000, -15.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -15.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -15.00000, $
72.50000, 57.50000, -15.00000)

RAPID
GOTO / 72.50000, 57.50000, -7.50000
RAPID
GOTO / 72.50000, 72.50000, -7.50000
FEDRAT/ 300.0000, MPM
GOTO / 72.50000, 72.50000, -20.00000
FEDRAT/ 250.0000, MPM
GOTO / 62.50000, 72.50000, -20.00000
AUTOPS
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
10.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
53.38562, 58.38562, -20.00000)
INDIRV/ 0.29428, 0.95572, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
20.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
72.50000, 72.50000, -20.00000)

GOTO / 72.50000, 70.00000, -20.00000
GOTO / 72.50000, 67.50000, -20.00000
GOTO / 77.50000, 67.50000, -20.00000
GOTO / 77.50000, 77.50000, -20.00000
GOTO / 62.50000, 77.50000, -20.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
15.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
57.50000, 48.35786, -20.00000)

GOTO / 57.50000, 52.50000, -20.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
15.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
72.50000, 67.50000, -20.00000)

GOTO / 72.50000, 65.00000, -20.00000
GOTO / 72.50000, 62.50000, -20.00000
GOTO / 82.50000, 62.50000, -20.00000
GOTO / 82.50000, 82.50000, -20.00000
GOTO / 62.50000, 82.50000, -20.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
20.00000), ON, 2, INTOF, $
(LINE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
62.50000, 42.50000, -20.00000)

GOTO / 62.50000, 52.50000, -20.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
10.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
72.50000, 62.50000, -20.00000)

GOTO / 72.50000, 60.00000, -20.00000
GOTO / 72.50000, 57.50000, -20.00000
GOTO / 82.50000, 57.50000, -20.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 82.50000, 62.50000, -20.00000, $

```

```

5.00000), ON, (LINE/ 82.50000, 62.50000, -20.00000, $
87.50000, 62.50000, -20.00000)
GOTO / 87.50000, 82.50000, -20.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 82.50000, 82.50000, -20.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 82.50000, 82.50000, -20.00000, $
82.50000, 87.50000, -20.00000)
GOTO / 62.50000, 87.50000, -20.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
25.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -20.00000, $
62.50000, 37.50000, -20.00000)
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 42.50000, -20.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 42.50000, -20.00000, $
67.50000, 42.50000, -20.00000)
GOTO / 67.50000, 52.50000, -20.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -20.00000, $
72.50000, 57.50000, -20.00000)
RAPID
GOTO / 72.50000, 57.50000, -12.50000
RAPID
GOTO / 72.50000, 72.50000, -12.50000
FEDRAT/ 300.0000, MPM
GOTO / 72.50000, 72.50000, -25.00000
FEDRAT/ 250.0000, MPM
GOTO / 62.50000, 72.50000, -25.00000
AUTOPS
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
10.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
53.38562, 58.38562, -25.00000)
INDIRV/ 0.29428, 0.95572, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -25.00000, $
20.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -25.00000, $
72.50000, 72.50000, -25.00000)
GOTO / 72.50000, 70.00000, -25.00000
GOTO / 72.50000, 67.50000, -25.00000
GOTO / 77.50000, 67.50000, -25.00000
GOTO / 77.50000, 77.50000, -25.00000
GOTO / 62.50000, 77.50000, -25.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
15.00000), ON, (LINE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
57.50000, 48.35786, -25.00000)
GOTO / 57.50000, 52.50000, -25.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -25.00000, $
15.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -25.00000, $
72.50000, 67.50000, -25.00000)
GOTO / 72.50000, 65.00000, -25.00000
GOTO / 72.50000, 62.50000, -25.00000
GOTO / 82.50000, 62.50000, -25.00000
GOTO / 82.50000, 82.50000, -25.00000
GOTO / 62.50000, 82.50000, -25.00000
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
20.00000), ON, 2, INTOF, $
(LINE/ 62.50000, 62.50000, -25.00000, $
62.50000, 42.50000, -25.00000)
GOTO / 62.50000, 52.50000, -25.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 72.50000, 52.50000, -25.00000, $
10.00000), ON, (LINE/ 72.50000, 52.50000, -25.00000, $
72.50000, 62.50000, -25.00000)
GOTO / 72.50000, 60.00000, -25.00000
GOTO / 72.50000, 57.50000, -25.00000
GOTO / 82.50000, 57.50000, -25.00000
INDIRV/ 1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON, GOFWD/ (CIRCLE/ 82.50000, 62.50000, -25.00000, $
5.00000), ON, (LINE/ 82.50000, 62.50000, -25.00000, $
87.50000, 62.50000, -25.00000)
GOTO / 87.50000, 82.50000, -25.00000
INDIRV/ 0.00000, 1.00000, 0.00000

```

```

TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      82.50000,      82.50000,      -25.00000,$
      5.00000),ON,(LINE/      82.50000,      82.50000,      -25.00000,$
      82.50000,      87.50000,      -25.00000)

GOTO /      62.50000,      87.50000,      -25.00000
INDIRV/      -1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      62.50000,      -25.00000,$
      25.00000),ON,(LINE/      62.50000,      62.50000,      -25.00000,$
      62.50000,      37.50000,      -25.00000)

INDIRV/      1.00000,      0.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      62.50000,      42.50000,      -25.00000,$
      5.00000),ON,(LINE/      62.50000,      42.50000,      -25.00000,$
      67.50000,      42.50000,      -25.00000)

GOTO /      67.50000,      52.50000,      -25.00000
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      72.50000,      52.50000,      -25.00000,$
      5.00000),ON,(LINE/      72.50000,      52.50000,      -25.00000,$
      72.50000,      57.50000,      -25.00000)

FEDRAT/      1.0000,MMPM
GOTO /      62.50000,      62.50000,      -5.00000
GOTO /      62.50000,      62.50000,      0.00000
$$ End of generation of : Pocketing.1
$$ OPERATION NAME : Pocketing.2
$$ Start generation of : Pocketing.2
FEDRAT/      300.0000,MMPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO /      240.00000,      77.50000,      0.00000
GOTO /      240.00000,      77.50000,      -5.00000
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -10.00000
FEDRAT/      250.0000,MMPM
AUTOPS
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -10.00000,$
      10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -10.00000,$
      237.50000,      86.16025,      -10.00000)

GOTO /      237.50000,      68.83975,      -10.00000
INDIRV/      0.86603,      0.50000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -10.00000,$
      10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -10.00000,$
      242.50000,      77.50000,      -10.00000)

RAPID
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -2.50000
FEDRAT/      300.0000,MMPM
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -15.00000
FEDRAT/      250.0000,MMPM
AUTOPS
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -15.00000,$
      10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -15.00000,$
      237.50000,      86.16025,      -15.00000)

GOTO /      237.50000,      68.83975,      -15.00000
INDIRV/      0.86603,      0.50000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -15.00000,$
      10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -15.00000,$
      242.50000,      77.50000,      -15.00000)

RAPID
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -7.50000
FEDRAT/      300.0000,MMPM
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -20.00000
FEDRAT/      250.0000,MMPM
AUTOPS
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -20.00000,$
      10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -20.00000,$
      237.50000,      86.16025,      -20.00000)

GOTO /      237.50000,      68.83975,      -20.00000
INDIRV/      0.86603,      0.50000,      0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -20.00000,$
      10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -20.00000,$
      242.50000,      77.50000,      -20.00000)

RAPID
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -12.50000
FEDRAT/      300.0000,MMPM
GOTO /      242.50000,      77.50000,      -25.00000
FEDRAT/      250.0000,MMPM
AUTOPS
INDIRV/      0.00000,      1.00000,      0.00000

```



```

TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -25.00000,$
10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -25.00000,$
                        237.50000,      86.16025,      -25.00000)
GOTO / 237.50000, 68.83975, -25.00000
INDIRV/ 0.86603, 0.50000, 0.00000
TLON,GOFWD/      (CIRCLE/      232.50000,      77.50000,      -25.00000,$
10.00000),ON,(LINE/      232.50000,      77.50000,      -25.00000,$
                        242.50000,      77.50000,      -25.00000)
FEDRAT/ 1.0000,MMPM
GOTO / 240.00000, 77.50000, -5.00000
GOTO / 240.00000, 77.50000, 0.00000
$$ End of generation of : Pocketing.2

```

3.V – Contorneado (*Profile Contouring.2, .3 y .4*)

Esta sección se puede considerar como extra con respecto a el enunciado del trabajo para lograr un resultado final mejor y más parecido al diseño del logotipo: de hecho, las esquinas en P3, P9, P20 y P21 no tienen un buen acabado final, con respecto al diseño de la pieza, si empleamos solo una fresa de diámetro 10.

Entonces, para estas últimas tareas emplearemos como herramienta una fresa *end mill* de diámetro 5, y se harán cuatro pasadas de contorneado de profundidad 5 mm por las esquinas previamente enumeradas. Todos los cortes se hacen en dirección *zig-zag*.

Para la primera tarea la herramienta hace una aproximación horizontal de 5.5 mm y una retirada vertical de 25 mm después de un desplazamiento normal de 5 mm; en cambio, la segunda tiene la misma retirada y añade un movimiento vertical de 10 mm a la misma aproximación de antes; por final, la última operación tiene el mismo movimiento de aproximación de la segunda tarea de cajeado (la de la caja de la P) y una retirada final vertical de 25 mm.

Código ISO

La última parte del código ISO trata de las tareas hecha con la herramienta T04 *End Mill D 5*, siempre con los mismos parámetros de velocidad de giro y de *feed speed*.

Después del movimiento de aproximación se empieza con las operaciones: la primera de N3950 a N4080, la segunda de N4090 a N4250 y la tercera de N4260 a N4410.

N4420 hace parar el husillo con el mando M05, mientras M30 es la función que indica la fin del programa de control numérico.

```

(* T4 End Mill D 5 *)
N3920 T0404
N3930 S1600 M03
N3940 G00 X130.500 Y2.500 Z-10.000 F300
N3950 G01 X125.000 Y2.500 Z-10.000
N3960 G01 X125.000 Y74.571 Z-10.000 F250
N3970 G01 X200.755 Y0.710 Z-10.000
N3980 G01 X200.755 Y0.710 Z-15.000
N3990 G01 X125.000 Y74.571 Z-15.000
N4000 G01 X125.000 Y2.500 Z-15.000
N4010 G01 X125.000 Y2.500 Z-20.000
N4020 G01 X125.000 Y74.571 Z-20.000
N4030 G01 X200.755 Y0.710 Z-20.000
N4040 G01 X200.755 Y0.710 Z-25.000
N4050 G01 X125.000 Y74.571 Z-25.000
N4060 G01 X125.000 Y2.500 Z-25.000
N4070 G01 X130.000 Y2.500 Z-25.000 F1
N4080 G01 X130.000 Y2.500 Z0.000
N4090 S1600 M03
N4100 G01 X195.000 Y122.500 Z0.000 F300
N4110 G01 X195.000 Y122.500 Z-10.000
N4120 G01 X200.000 Y122.500 Z-10.000
N4130 G01 X200.000 Y50.429 Z-10.000 F250

```

```

N4140 G01 X124.245 Y124.290 Z-10.000
N4150 G01 X124.245 Y124.290 Z-15.000
N4160 G01 X200.000 Y50.429 Z-15.000
N4170 G01 X200.000 Y122.500 Z-15.000
N4180 G01 X200.000 Y122.500 Z-20.000
N4190 G01 X200.000 Y50.429 Z-20.000
N4200 G01 X124.245 Y124.290 Z-20.000
N4210 G01 X124.245 Y124.290 Z-25.000
N4220 G01 X200.000 Y50.429 Z-25.000
N4230 G01 X200.000 Y122.500 Z-25.000
N4240 G01 X195.000 Y122.500 Z-25.000 F1
N4250 G01 X195.000 Y122.500 Z0.000
N4260 S1600 M03
N4270 G01 X240.000 Y77.500 Z0.000 F300
N4280 G01 X240.000 Y77.500 Z-5.000
N4290 G01 X235.002 Y89.747 Z-10.000
N4300 G02 I-2.502 J-12.247 X235.002 Y65.253 G40 F250
N4310 G01 X235.000 Y89.728 Z-10.000
N4320 G01 X235.000 Y89.728 Z-15.000
N4330 G01 X235.002 Y65.253 Z-15.000
N4340 G03 I-2.502 J12.247 X235.002 Y89.747 G40
N4350 G01 X235.002 Y89.747 Z-20.000
N4360 G02 I-2.502 J-12.247 X235.002 Y65.253 G40
N4370 G01 X235.000 Y89.728 Z-20.000
N4380 G01 X235.000 Y89.728 Z-25.000
N4390 G01 X235.002 Y65.253 Z-25.000
N4400 G03 I-2.502 J12.247 X235.002 Y89.747 G40
N4410 G01 X235.002 Y89.747 Z0.000 F1
N4420 M05
N4430 M30

```

Código APT

Esta parte de código concluye el programa con las tres tareas de contorneado finales y el archivo termina con el husillo que se para (SPNDL/OFF) y el mando END de fin programa.

```

$$ OPERATION NAME : Tool Change.4
$$ Start generation of : Tool Change.4
$$ TOOLCHANGEBEGINNING
CUTTER/ 5.000000, 0.200000, 2.300000, 0.200000, 0.000000,$
0.000000, 50.000000
TOOLNO/4, 5.000000
TPRINT/T4 End Mill D 5
LOADTL/4
$$ TOOLCHANGEEND
$$ End of generation of : Tool Change.4
$$ OPERATION NAME : Profile Contouring.2
$$ Start generation of : Profile Contouring.2
LOADTL/4,1
FEDRAT/ 300.0000,MPPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO / 130.50000, 2.50000, -10.00000
GOTO / 125.00000, 2.50000, -10.00000
FEDRAT/ 250.0000,MPPM
GOTO / 125.00000, 74.57088, -10.00000
GOTO / 200.75475, 0.71000, -10.00000
GOTO / 200.75475, 0.71000, -15.00000
GOTO / 125.00000, 74.57088, -15.00000
GOTO / 125.00000, 2.50000, -15.00000
GOTO / 125.00000, 2.50000, -20.00000
GOTO / 125.00000, 74.57088, -20.00000
GOTO / 200.75475, 0.71000, -20.00000
GOTO / 200.75475, 0.71000, -25.00000
GOTO / 125.00000, 74.57088, -25.00000
GOTO / 125.00000, 2.50000, -25.00000
FEDRAT/ 1.0000,MPPM
GOTO / 130.00000, 2.50000, -25.00000
GOTO / 130.00000, 2.50000, 0.00000
$$ End of generation of : Profile Contouring.2
$$ OPERATION NAME : Profile Contouring.3
$$ Start generation of : Profile Contouring.3
FEDRAT/ 300.0000,MPPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO / 195.00000, 122.50000, 0.00000
GOTO / 195.00000, 122.50000, -10.00000
GOTO / 200.00000, 122.50000, -10.00000

```

```

FEDRAT/ 250.0000,MMPM
GOTO / 200.00000, 50.42912, -10.00000
GOTO / 124.24525, 124.29000, -10.00000
GOTO / 124.24525, 124.29000, -15.00000
GOTO / 200.00000, 50.42912, -15.00000
GOTO / 200.00000, 122.50000, -15.00000
GOTO / 200.00000, 122.50000, -20.00000
GOTO / 200.00000, 50.42912, -20.00000
GOTO / 124.24525, 124.29000, -20.00000
GOTO / 124.24525, 124.29000, -25.00000
GOTO / 200.00000, 50.42912, -25.00000
GOTO / 200.00000, 122.50000, -25.00000
FEDRAT/ 1.0000,MMPM
GOTO / 195.00000, 122.50000, -25.00000
GOTO / 195.00000, 122.50000, 0.00000
$$ End of generation of : Profile Contouring.3
$$ OPERATION NAME : Profile Contouring.4
$$ Start generation of : Profile Contouring.4
FEDRAT/ 300.0000,MMPM
SPINDL/ 1600.0000,RPM,CLW
GOTO / 240.00000, 77.50000, 0.00000
GOTO / 240.00000, 77.50000, -5.00000
GOTO / 235.00194, 89.74705, -10.00000
FEDRAT/ 250.0000,MMPM
AUTOPS
INDIRV/ 0.97976, -0.20016, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -10.00000,$
12.50000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -10.00000,$
235.00194, 65.25295, -10.00000)
GOTO / 235.00000, 89.72826, -10.00000
GOTO / 235.00000, 89.72826, -15.00000
GOTO / 235.00194, 65.25295, -15.00000
AUTOPS
INDIRV/ 0.97976, 0.20016, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -15.00000,$
12.50000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -15.00000,$
235.00194, 89.74705, -15.00000)
GOTO / 235.00194, 89.74705, -20.00000
AUTOPS
INDIRV/ 0.97976, -0.20016, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -20.00000,$
12.50000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -20.00000,$
235.00194, 65.25295, -20.00000)
GOTO / 235.00000, 89.72826, -20.00000
GOTO / 235.00000, 89.72826, -25.00000
GOTO / 235.00194, 65.25295, -25.00000
AUTOPS
INDIRV/ 0.97976, 0.20016, 0.00000
TLON,GOFWD/ (CIRCLE/ 232.50000, 77.50000, -25.00000,$
12.50000),ON,(LINE/ 232.50000, 77.50000, -25.00000,$
235.00194, 89.74705, -25.00000)
FEDRAT/ 1.0000,MMPM
GOTO / 235.00194, 89.74705, 0.00000
$$ End of generation of : Profile Contouring.4
SPINDL/OFF
REWIND/0
END

```

4 – Conclusiones y mejoras

Para garantizar un trabajo mejor, se podrían añadir o modificar algunas operaciones sobre la pieza.

Por ejemplo, por cada tarea de contorneado se podría poner también una pasada de *finishing*, en esta manera el acabado superficial de la pieza sería de mayor calidad y precisión. Luego, se podrían mantener los mismos parámetros y trayectorias de aproximación y retiradas seleccionadas por el *profile contouring* en los apartados precedentes.

Además, si queremos lograr esquinas aún más precisas (sobre todo las más críticas en P3, P9, P20 y P21), se puede hacer otras operaciones de contorneado con fresas de diámetro cada vez menor (por ejemplos 2.5 mm, 1 mm, 0.5 mm, etc.) como las que hice en el apartado 3.V.

Mirando al código ISO, se podría también poner al principio los mandos G21 (que indica que los parámetros de input están en [mm]), G90 (es decir, empleamos coordenadas absolutas en lugar de la incrementales), G94 (la velocidad de avance está especificada en [mm/min] en lugar de [mm/rev]); además, para mayor precisión, al fin del código se podría añadir también la función M09, que sirve para parar el refrigerante activado en principio con M08. Mismos comentarios se pueden hacer por el código en APT.

Para lograr una análisis aún más realista, se podría también incluir en el archivo CATIA la sujeción de la pieza en la mesa de trabajo, a pesar de no ser especificada en el enunciado del trabajo.

Por final, si queremos que toda la superficie del logotipo sea trabajada con nuestra fresadora, podemos hacer solamente dos pasadas de 1.25 mm con la primera tarea de *face mill*, girar la pieza y pasar dos veces más con la misma fresa periférica la superficie inferior, cortando siempre 1.25 mm por pasada y consiguiendo la altura requerida de 20 mm.

De todas formas el proceso se lleva a cabo por entero sin encontrar colisiones detectadas de CATIA y sin errores y *warnings* remarcados del post-procesor WinPost, asunto que permite de suponer un resultado bastante satisfactorio de la programación del proceso para la pieza requerida.

ANEXOS

A1 - Compensación de la herramienta

En la realización de este trabajo se elegí de no emplear la opción de compensación de la herramienta tramite el *compensation output*, presente en los ajustes de contorneado: de hecho, tras algunas pruebas con esta alternativa, a pesar de obtener un código APT con compensaciones de la herramienta (y en el código ISO también, a través de las funciones G41 y G42) más parecido a los ejemplos que vimos en clase, salen algunas pautas “raras” entre cada pasada de contorneado en la operación de *Profile Contouring.1*.

Como ejemplo ponemos las líneas de código APT que dividen la primera pasada de la segunda:

```
GOTO / 62.50000, 122.50000, -10.00000
CUTCOM/OFF
$$ END CUTCOM PLANAR XP,YP,ZP
INDIRV/ -1.00000, 0.00000, 0.00000
TLON,GOEWD/ (CIRCLE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
65.00000),ON,(LINE/ 62.50000, 62.50000, -10.00000,$
62.50000, -2.50000, -10.00000)
GOTO / 62.50000, -2.50000, -15.00000
GOTO / 55.47226, -2.11897, -15.00000
GOTO / 48.52692, -0.98034, -15.00000
GOTO / 41.74540, 0.90254, -15.00000
GOTO / 35.20721, 3.50760, -15.00000
GOTO / 28.98900, 6.80428, -15.00000
GOTO / 23.16368, 10.75395, -15.00000
GOTO / 17.79954, 15.31029, -15.00000
```

```

GOTO / 12.95947, 20.41989, -15.00000
GOTO / 8.70022, 26.02284, -15.00000
GOTO / 5.07172, 32.05345, -15.00000
GOTO / 2.11651, 38.44102, -15.00000
GOTO / -0.13075, 45.11066, -15.00000
GOTO / -1.64372, 51.98417, -15.00000
GOTO / -2.40467, 58.98097, -15.00000
GOTO / -2.40467, 66.01903, -15.00000
GOTO / -1.64372, 73.01583, -15.00000
GOTO / -0.13075, 79.88934, -15.00000
GOTO / 2.11651, 86.55898, -15.00000
GOTO / 5.07172, 92.94655, -15.00000
GOTO / 8.70022, 98.97716, -15.00000
GOTO / 12.95947, 104.58011, -15.00000
GOTO / 17.79954, 109.68971, -15.00000
GOTO / 23.16368, 114.24605, -15.00000
GOTO / 28.98900, 118.19572, -15.00000
GOTO / 35.20721, 121.49240, -15.00000
GOTO / 41.74540, 124.09746, -15.00000
GOTO / 48.52692, 125.98034, -15.00000
GOTO / 55.47226, 127.11897, -15.00000
CUTCOM/LEFT
$$ START CUTCOM PLANAR XP,YP,ZP
GOTO / 62.50000, 122.50000, -15.00000

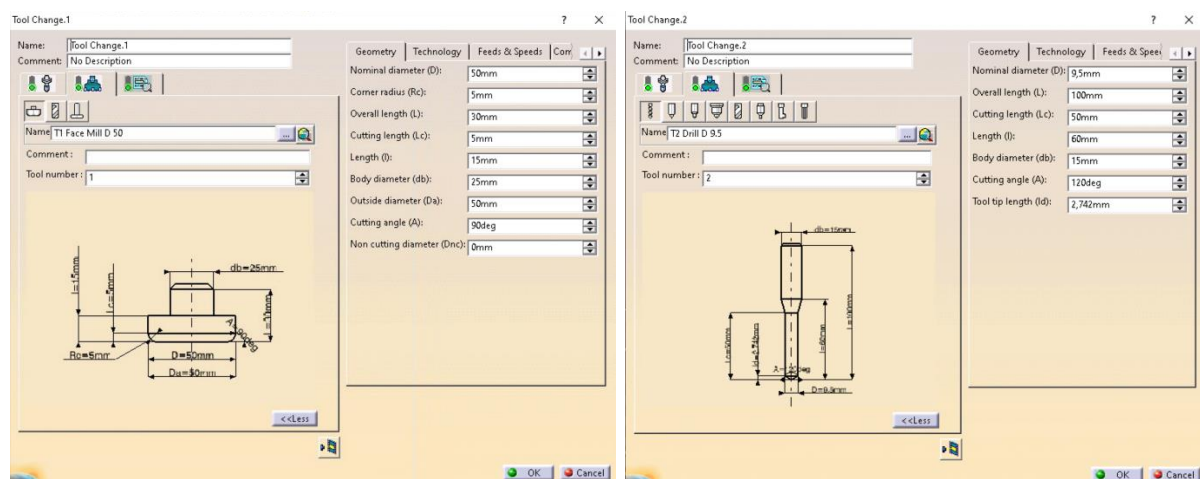
```

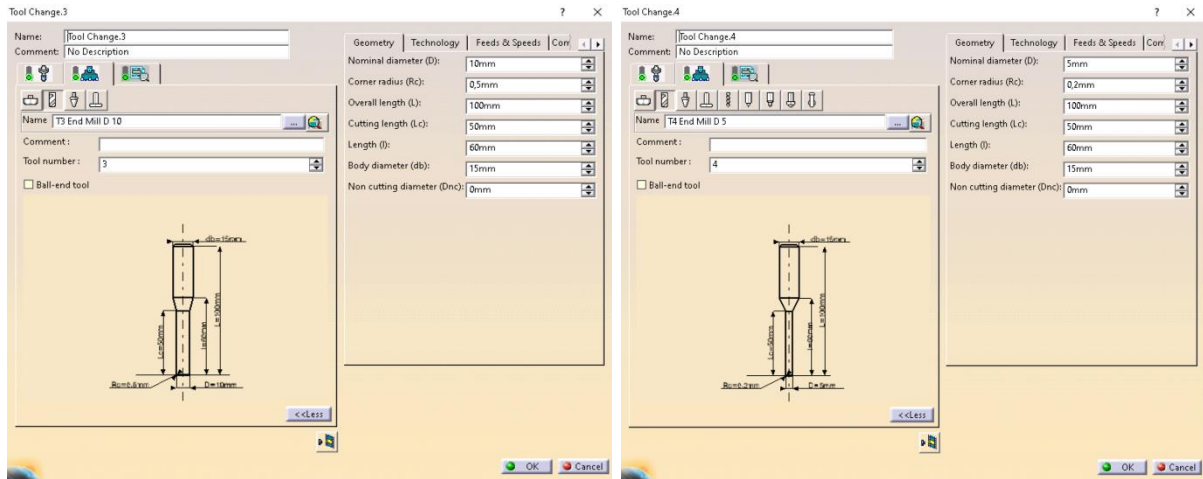
Las pautas que no resultan congruentes con respecto a la real trayectoria de la herramienta son las en color rojo: de hecho, el correcto movimiento sería lo de hacer una trayectoria semicircular en sentido horario a lo largo de la letra “G”, y no los muchos pequeños movimientos de marcha rápida descrito en este trozo de código.

Siendo que ni CATIA ni WinPost detectan algún error o *warning* en los archivos del trabajo, se supone que sea una forma de error debida a la lectura de WinPost del código generado en CATIA, dado que los dos softwares son diseñados de empresas diferentes y el segundo es un post-procesor que intenta trabajar con cada archivo de programa ATP, no solamente los de CATIA.

A2 - Definición herramientas

En este apartado se muestran las cuatros herramientas empleadas en CATIA con sus características geometricas.





A3 - Condiciones de corte

En este apartado se muestran todas las condiciones de corte y trayectorias elegida para las tareas del trabajo:

