

## CNC Advanced

### G-code ορισμός

G-code είναι το όνομα ενός κειμένου γραμμένο σε γλώσσα τέτοια που να μπορεί να καθοδηγήσει ένα CNC μηχάνημα. Ο κώδικας G&M είναι πολύ απλός για αυτό και είναι αρκετά δημοφιλής. Είναι γραμμένος σε έναν απλό κειμενογράφο (text editor).

## CNC Advanced

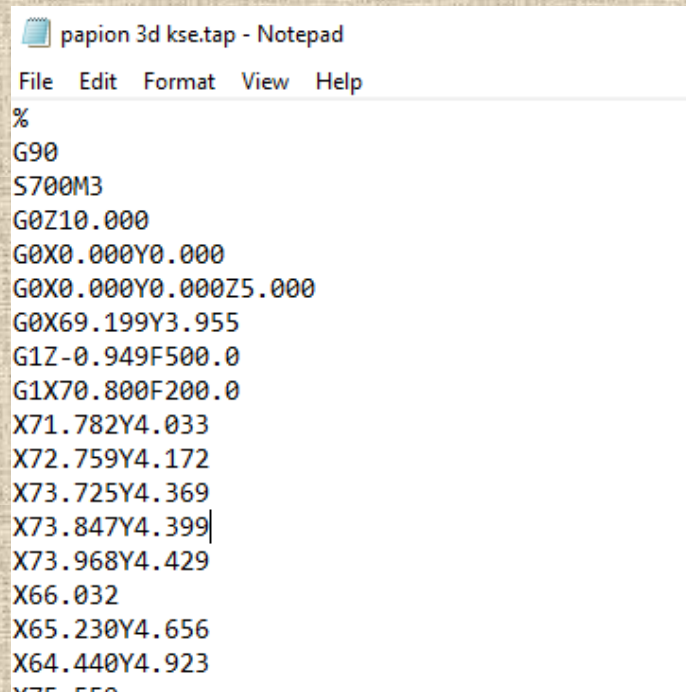
### G-CODE -γενικά

Χρησιμοποιώντας ένα σύγχρονο CNC μηχάνημα και ένα λογισμικό CAM δεν χρειάζεται να γραφτεί ο κώδικας χειροκίνητα. Φυσικά υπάρχουν και εξαιρέσεις σε περιπτώσεις που χρειάζεται μια απλή αλλαγή σε μια ή περισσότερες μεταβλητές του προγράμματος.

Η δομή του κώδικα δεν είναι ακριβώς ίδια σε όλα τα CNC μηχανήματα. Υπάρχουν μικρές διαφοροποιήσεις ανάλογα με το είδος του μηχανήματος, τον κατασκευαστή κλπ.

## CNC Advanced G-CODE δομή

Η δομή του κώδικα G όπως απεικονίζεται στην εικόνα κάτω.



```
papion 3d kse.tap - Notepad
File Edit Format View Help
%
G90
S700M3
G0Z10.000
G0X0.000Y0.000
G0X0.000Y0.000Z5.000
G0X69.199Y3.955
G1Z-0.949F500.0
G1X70.800F200.0
X71.782Y4.033
X72.759Y4.172
X73.725Y4.369
X73.847Y4.399
X73.968Y4.429
X66.032
X65.230Y4.656
X64.440Y4.923
X75.550
```

FIGURE 3.1

## CNC Advanced G-CODE

Όπως παρατηρείτε κώδικας G δεν είναι τίποτα παραπάνω από ένα απλό. Δεν είναι εύκολα αναγνώσιμο από κάποιον που δεν έχει βασική γνώση προγραμματισμού CNC μηχανών.

Πιο κάτω θα δούμε παραδείγματα κώδικα G και θα εξηγήσουμε τις πιο συνήθεις εντολές του κώδικα G.

## CNC Advanced Παράδειγμα

Ας σχεδιάσουμε ένα ορθογώνιο με διαστάσεις (πλάτος 50mm, μήκος 100mm). Το αριστερό γωνιακό σημείο του ορθογωνίου είναι το σημείο (0,0). Θεωρούμε ότι πρόκειται να μετακινηθούμε από ένα οποιαδήποτε σημείο στο σημείο 0,0. Σε αυτό το παράδειγμα θα μετακινηθούμε μόνο στο XY επίπεδο χωρίς να υπολογίζουμε καθόλου το βάθος του άξονα Z.

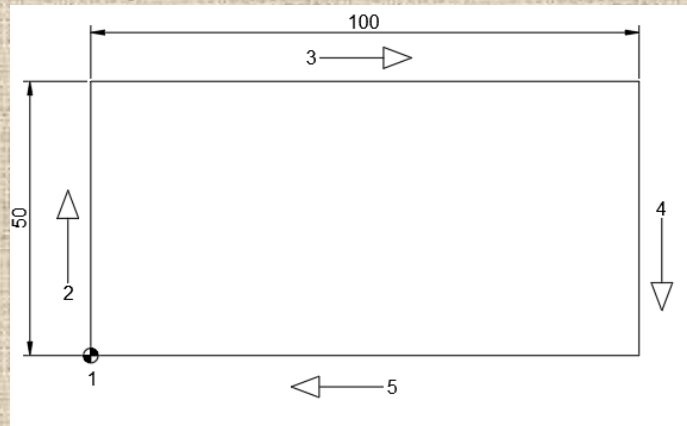


FIGURE 3.2

## CNC Advanced

### Παράδειγμα

Εντολές:

G-code:

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 1.Πήγαινε στο σημείο 0      | 1.G21 F50 X0, Y0 |
| 2.Πήγαινε βόρεια 50mm       | 2.G1 Y50         |
| 3.Πήγαινε ανατολικά 100mm   | 3.G1 X100        |
| 4.Πήγαινε νότια 50          | 4.G1 Y0          |
| 5.Πήγαινε πίσω στο σημείο 0 | 5.G1 X0          |

## CNC Advanced

*Επεξήγηση g-code: βήμα 1ο*

G21 δίνουμε εντολή στο μηχάνημα να χρησιμοποιήσει το μετρικό σύστημα (mm). Εάν θα θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε ίντσες θα εισάγαμε την εντολή G20.

Με το γράμμα F εννοούμε την ταχύτητα μετακίνησης. F50 λέμε στο μηχάνημα να μετακινηθεί πχ 50mm/min.

Τα X0 Y0 είναι οι συντεταγμένες του σημείου (0,0).

## CNC Advanced

### Παράδειγμα

*Επεξήγηση g-code: βήμα 2*

G1Y50 το εργαλείο μετακινείται 50mm βόρεια.

G1 είναι ελεγχόμενη μετακίνηση σε αντίθεση με το G0 που το μηχάνημα κινείται γρήγορα.

Y50 μετακίνηση της κεφαλής 50mm με θετική κατεύθυνση στον άξονα Y.



## CNC Advanced

### Παράδειγμα

*επεξήγηση of g-code: βήμα- 3*

G1X100 λέμε στην κεφαλή να μετακινηθεί 100mm ανατολικά.

*επεξήγηση g-code: βήμα- 4*

G1Y0 λέμε στην κεφαλή να μετακινηθεί 50mm νότια.

## CNC Advanced

### Παράδειγμα

*Επεξήγηση g-code: βήμα- 5*

G1X0 λέμε στην κεφαλή να μετακινηθεί 100mm δυτικά σε σχέση με το προηγούμενο σημείο.

Εξορισμού οι μετακινήσεις στον G κώδικα είναι με απόλυτες συντεταγμένες εκτός αν οριστεί διαφορετικά στην αρχή του κώδικα.

## CNC Advanced

### Feed, Speed and tools

#### *Feed*

Η ταχύτητα πρόωσης προσδιορίζεται με τον γράμμα F στον κώδικα G και προσδιορίζει την ελεγχόμενη γραμμική ή κυκλική κίνηση.

Παράδειγμα

G1 X100 Y50 F50

## CNC Advanced

### Feed, Speed and tools

#### *Speed*

Η ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται το μοτέρ προσδιορίζεται με το γράμμα S και τον αριθμό που δηλώνει περιστροφή ανά λεπτό (RPM).

Το γράμμα S συνοδεύεται από την εντολή M στην αρχή του προγράμματος και δίνει εντολή στο μοτέρ για να ξεκινήσει να περιστρέφεται δεξιόστροφα (M03) ή αριστερόστροφα (M04)

παράδειγμα:

M03 S12000

## CNC Advanced

### Feed, Speed and tools

#### *Εργαλείο*

Το γράμμα T χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την εντολή M06 και προσδιορίζει το εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί στην κατεργασία. Ο αριθμός του εργαλείου δηλώνει τον αριθμό του εργαλείου στον εργαλειοφορέα της μηχανής .

Παράδειγμα:

M06 T2

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *G0(γρήγορη κίνηση)*

Η εντολή G0, μετακινεί την κεφαλή στο σημείο μετακίνησης χρησιμοποιώντας τις μέγιστες ταχύτητες. Συνήθως χρησιμοποιείται για κινήσεις που πραγματοποιούνται εκτός του τεμαχίου που πρόκειται να κατεργαστούμε ώστε να πετύχουμε καλύτερους παραγωγικούς χρόνους. Ο προγραμματιστής πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός όταν χρησιμοποιεί αυτήν την εντολή ώστε να μην προκρίάζεται ιδιαίτερη προσοχή The CNC programmer must be very careful when he inserts this command because faulty coordinates may cause damage in the tool or in the stock.

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### G1(ελεγχόμενη κίνηση)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η εντολή G1 λέει στο μηχάνημα να μετακινηθεί στις συντεταγμένες που ακολουθούν τον κώδικα G1, σε μια προκαθορισμένη ταχύτητα. Αν υποθέσουμε ότι το εργαλείο είναι στο σημείο μηδέν (A) και θέλουμε να μετακινηθούμε πρώτα στο B και μετά στο σημείο χρησιμοποιώντας την ίδια ταχύτητα, F100.

- G1 X10 Y15 F100 (B point)
- G1 X25 Y10 (C point).

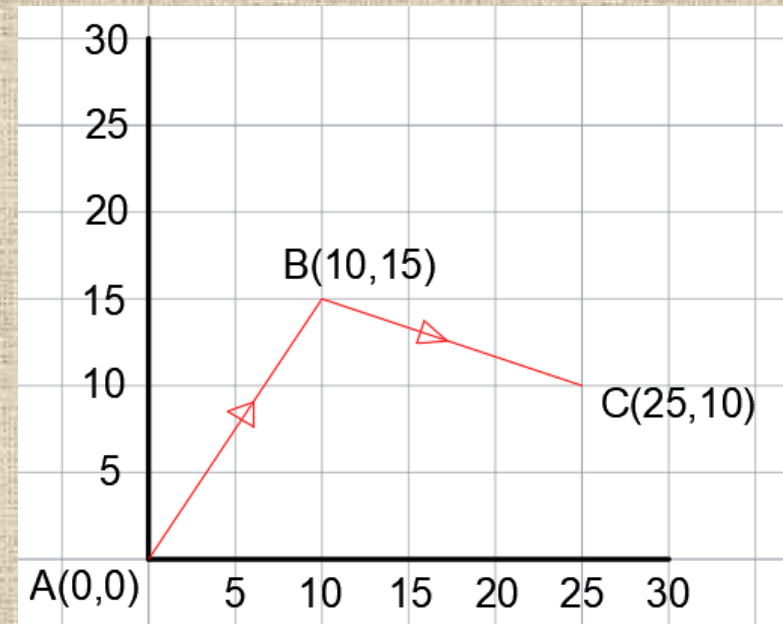


FIGURE 3.3

Όπως παρατηρείτε στην δεύτερη γραμμή δεν γράψαμε την εντολή F100. Αυτό σημαίνει ότι θα χρησιμοποιήσουμε την ίδια ταχύτητα που είχαμε και στην προηγούμενη γραμμή.

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *G2(δεξιόστροφη κίνηση)*

Υποθέτουμε ότι είμαστε στο σημείο 0 και πρέπει να μετακινηθούμε στο σημείο a και μετά δεξιόστροφη κυκλική κίνηση στο σημείο b με ταχύτητα F50.

-G1 X20 Y30 F50

-G2 X50 Y20 I10 J-20

I -> προσδιορίζει την απόσταση του σημείου ως προς τον άξονα X

J-> προσδιορίζει την απόσταση του σημείου β προς τον άξονα Y

X και Y μετατοπίσεις είναι σε σχετική απόσταση από το αρχικό σημείο.

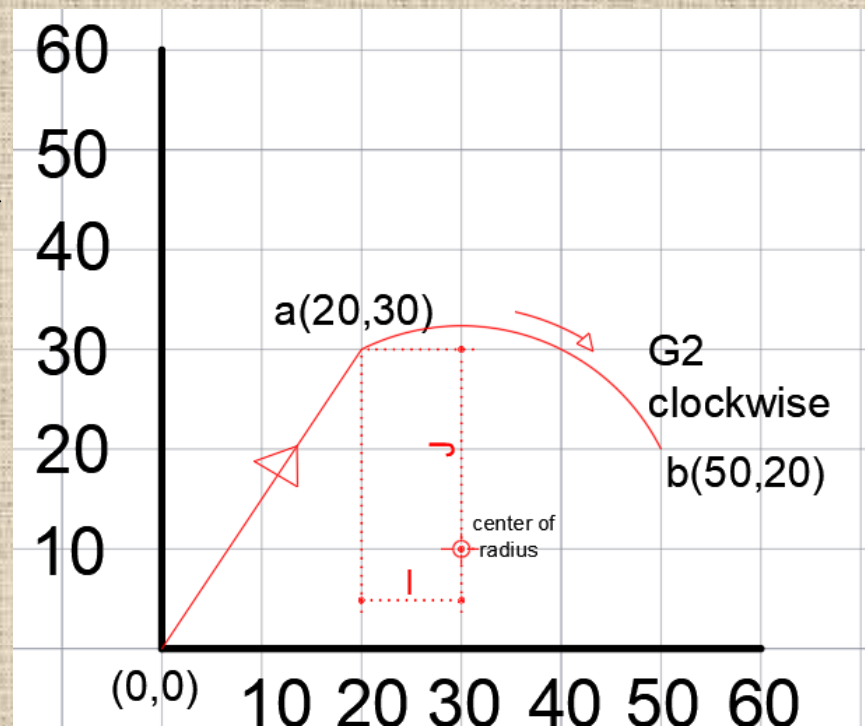


FIGURE 3.4



## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *G3(αριστερόστροφη κίνηση)*

Υποθέτουμε ότι είμαστε στο σημείο 0 και πρέπει να μετακινηθούμε στο σημείο a και μετά δεξιόστροφη κυκλική κίνηση στο σημείο b με ταχύτητα F50.

-G1 X50 Y20 F50

-G3 X20 Y30 I-20 J-10

I -> προσδιορίζει την απόσταση του σημείου ως προς τον άξονα X

J-> προσδιορίζει την απόσταση του σημείου β προς τον άξονα Y

X και Y μετατοπίσεις είναι σε σχετική απόσταση από το αρχικό σημείο.

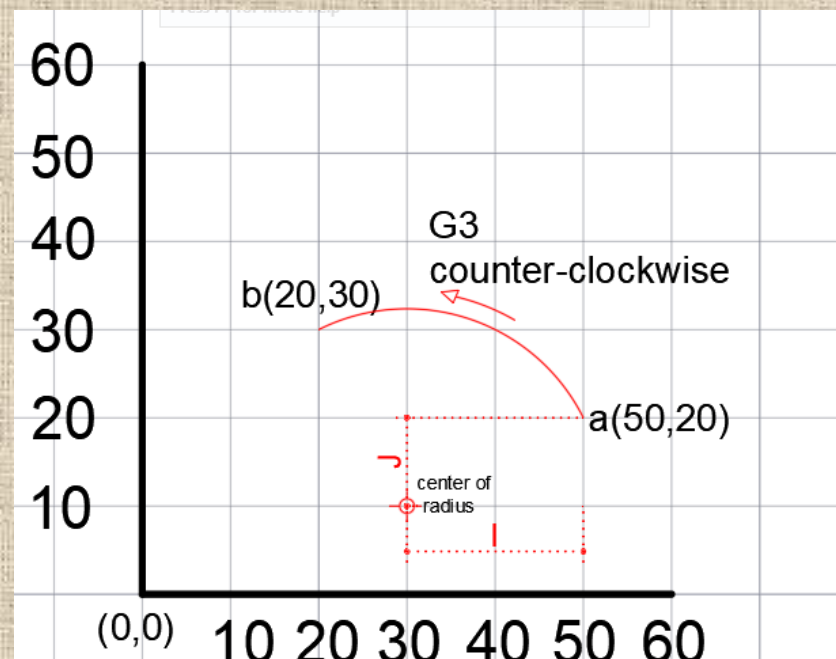


FIGURE 3.5

## CNC Advanced

Επεξήγηση G & M εντολών

*G17 / G18 / G19 (επίπεδα εργασίας)*

G17 προσδιορίζει το X-Y επίπεδο

G18 προσδιορίζει το Z-X επίπεδο

G19 προσδιορίζει το Y-Z επίπεδο

### Format

$$G17 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} [X \ x] [Y \ y] \left\{ \begin{array}{l} [I \ cx] [J \ cy] \\ R \ radius \end{array} \right\} Z \ z$$
$$G18 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} [X \ x] [Z \ z] \left\{ \begin{array}{l} [I \ cx] [K \ cz] \\ R \ radius \end{array} \right\} Y \ y$$
$$G19 \left\{ \begin{array}{l} G02 \\ G03 \end{array} \right\} [Y \ y] [Z \ z] \left\{ \begin{array}{l} [J \ cy] [K \ cz] \\ R \ radius \end{array} \right\} X \ x$$

FIGURE 3.6

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *G20 /21 (μονάδες)*

Οι G21 and G20 εντολές προσδιορίζουν τις μονάδες του κώδικα G :

- G21 = millimeters
- G22 = inches

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *G90 /G91*

*Δύο τύποι προσδιορισμού συντεταγμένων υπάρχουν G90 και G91.*

Με την εντολή G90 χρησιμοποιούμε στον προγραμματισμό τις απόλυτες συντεταγμένες και με την G91 χρησιμοποιούμε τις σχετικές.

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *G28 Reference point return*

Η εντολή G28 θα στείλει το μηχάνημα στην αρχική του θέση(home position). Η εντολή εκτελείται με γρήγορη ταχύτητα όπως συμβαίνει με την G00.

#### *G04 χρονοκαθυστέρηση*

Η εντολή αυτήν θέτει χρονοκαθυστέρηση ανάμεσα στις γραμμές (blocks) των εντολών. Ο τύπος εκτέλεσης της εντολής είναι G04X (time)

Για παράδειγμα G04X10 σημαίνει ότι μετά από την γραμμή που εκτελείται στο παρών πρόγραμμα θα υπάρχει μια παύση 10 δευτερολέπτων. Το πρόγραμμα θα ξεκινήσει αυτόματα μετά από 10 δευτερόλεπτα.

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *M00 – Program Stop*

Με την εντολή αυτήν το πρόγραμμα σταματάει προσωρινά και το μοτέρ συνεχίζει στην κατάσταση που βρισκόταν δηλαδή συνεχίζει να περιστρέφεται αν δεν έχει απενεργοποιηθεί προηγουμένως από άλλη εντολή.

#### *M02- End of program*

Με την εντολή αυτήν τερματίζουμε το πρόγραμμα. M02 και M30 έχουν τις ίδιες λειτουργίες.

#### *M03- Spindle rotation (CW)*

Δεξιόστροφη περιστροφή του μοτέρ

#### *M04- Spindle rotation (CCW)*

Αριστερόστροφη περιστροφή του μοτέρ

## CNC Advanced

### Επεξήγηση G & M εντολών

#### *M05 – Spindle Stop*

Δίνουμε εντολή στο μηχάνημα να σταματήσει να περιστρέφει το μοτέρ.

#### *M06- Tool change*

Με αυτήν την εντολή στέλνουμε το μηχάνημα να επιλέξει το εργαλείο από τον εργαλειοφορέα ώστε να ξεκινήσει την κατεργασία.





# CAD-CAM II

## CNC Advanced

### Άσκηση 1.1

Pick the XY plane, absolute coordinates, metric unit	G17 G90 G21	Move to point 8	G1 X40
Start spindle motor at 3500rpm	M3 S3500	Move to point 9	G1 X30 Y40
Move to clearance point (clearance =3)	G0 Z3	Move back to point 1	G1 Y50
move to point 1 at maximum feed (clearance = 3mm)	G0 X30 Y50	Move to clearance point	G0 Z3
move to Z=-0.5 mm at feed =50	G1 Z-0.5 F50	Move to home position	G0 X0 Y0
move to point 2 at feed = 80	G1 Y60 F80	Stop Spindle motor	M5
Move to point 3	G1 X40 Y70	End of program	M30
Move to point 4	G1 X60		
Move to point 5	G1 X70 Y60		
Move to point 6	G1 Y40		
Move to point 7	G1 X60 Y30		

# CAD-CAM II

## CNC Advanced

### Άσκηση-1.1

If we visit the web page <http://nraynaud.github.io/webgcode/> we will see that there is a G-code simulation. If we paste the G-code in the window left, a graphic with the movement of the tool will appear.

Getting Started use tech edu research cnc TechMag conferences competition epixeirin universal erasmus

### G-Code Q'n'dirty toolpath simulator

Paste your g-code in the left-hand window and see the preview of your tool path on the right. The right-hand pane are interactive, drag them to change the point of view.

```
1 M3 S3500
2 G0 Z3
3 G0 X30 Y50
4 G1 Z-0.5 F30
5 G1 Y60 F70
6 G1 X40 Y70
7 G1 X60
8 G1 X70 Y60
9 G1 Y40
10 G1 X60 Y30
11 G1 X40
12 G1 X30 Y40
13 G1 Y50
14 G0 Z3
15 G0 X0 Y0
16 M5
17
```

Simulate Load a bigger sample

Total Duration: 2m7s

Bounds (@tool center):  
min max  
X: 0 70  
Y: 0 70  
Z: -0.5 3

Top



Fork me on GitHub

FIGURE 3.8

## CNC Advanced Exercise 1.2

### *Experiment*

In this experiment we will mill a profile with arches in the corners. We will use the same material as before.

- The symbol  indicates the project home position. It is also the origin of the axes. The X, Y, Z absolute values relate to this point.
- The circle at point 1  indicates the milling cutter diameter and the milling starting point.

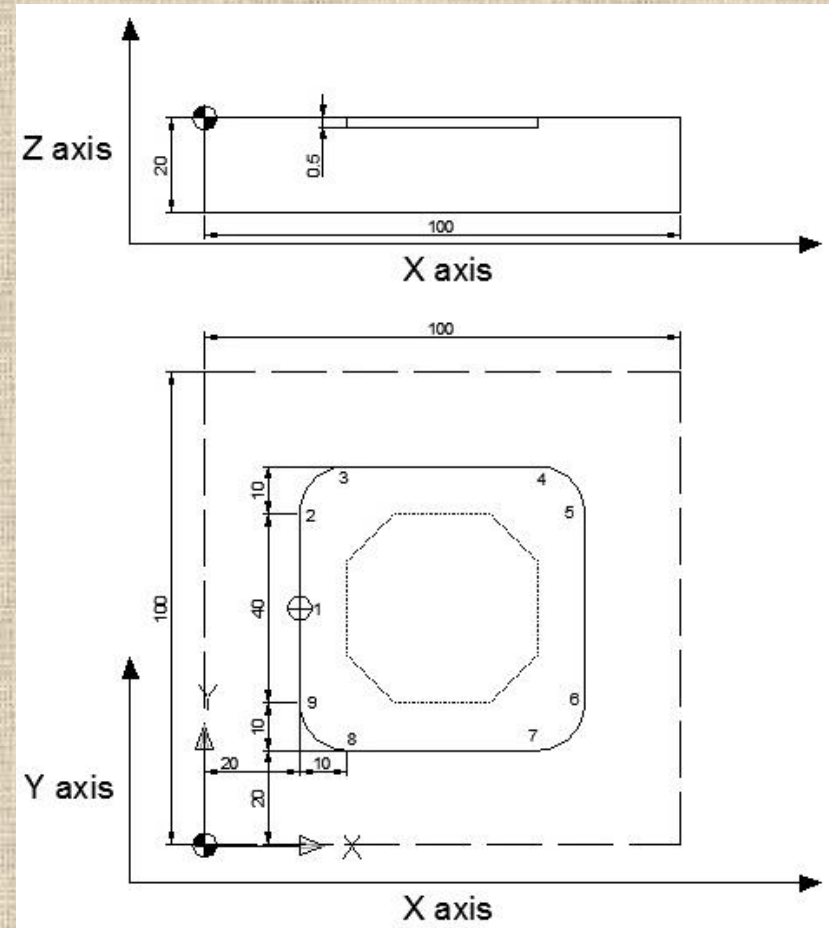


FIGURE 3.9

# CAD-CAM II

## CNC Advanced Exercise 1.2

Pick the XY plane, absolute coordinates, metric unit	G17 G90 G21	Move to point 8	G1 X30 Y20
Start spindle motor at 3500rpm	M3 S3500	Move to point 9	G2 X20 Y30 I0 J10
Move to clearance point (clearance =5)	G0 Z5	Move back to point 1	G1 X20 Y50
move to point 1 at maximum feed (clearance = 3mm)	G0 X20 Y50	Move to clearance point	G0 Z3
move to Z=-0.5 mm at feed =30	G1 Z-0.5 F30	Move to home position	G0 X0 Y0
move to point 2 at feed = 70	G1 Y70 F70	Stop Spindle motor	M5
Move to point 3	G2 X30 Y80 I10 J0	End of program	M30
Move to point 4	G1 X70 Y80		
Move to point 5	G2 X80 Y70 I0 J-10		
Move to point 6	G1 X80 Y30		
Move to point 7	G3 X70 Y20 I-10 J0		

# CAD-CAM II

## CNC Advanced Exercise-1.2

If we visit the web page <http://nraynaud.github.io/webgcode/> we will see that there is a G-code simulation. If we paste the G-code in the window left, a graphic with the movement of the tool will appear.

Paste your g-code in the left-hand window and see the preview of your tool path on the right. The right-hand pane are interactive, drag them to change the point of view.

```
1 M3 S3500
2 G0 Z5
3 G0 X20 Y50
4 G1 Z-0.5 F30
5 G1 Y70 F70
6 G02 X30 Y80 I10 J0
7 G1 X70 Y80
8 G02 X80 Y70 I0 J-10
9 G1 X80 Y30
10 G02 X70 Y20 I-10 J0
11 G1 X30 Y20
12 G02 X20 Y30 I0 J10
13 G1 X20 Y50
14 G0 Z3
15 G0 X0 Y0
16 M5
17
```

Simulate Load a bigger sample

Total Duration:  
3m25s

Bounds (@tool center):

	min	max
X	0	80
Y	0	80
Z	-0.5	5

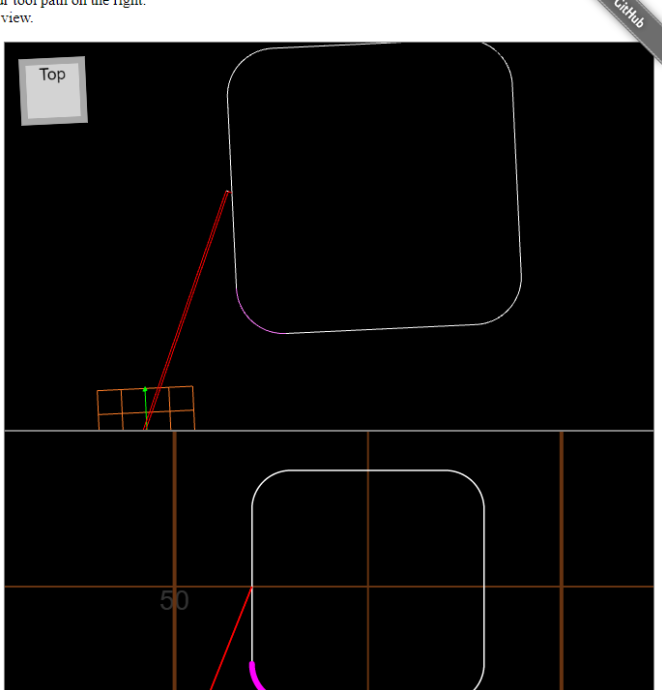


FIGURE 3.10

## CNC Advanced Exercise 1.3

### *Experiment*

In this experiment we will add a profile processing to our material according to the following drawing. mill a profile with arches in the corners. We will use the same material as before.

**Our cutter width is 3mm. Because the cutter width is smaller than the space between the profile lines and the edges of the material, the processing is done in two cycles.**

The home position will be also the starting point.

We can't process the material in any depth at one cycle. If we want to go deep, we do it in several cycles. The number of cycles depends on the hardness of the material.

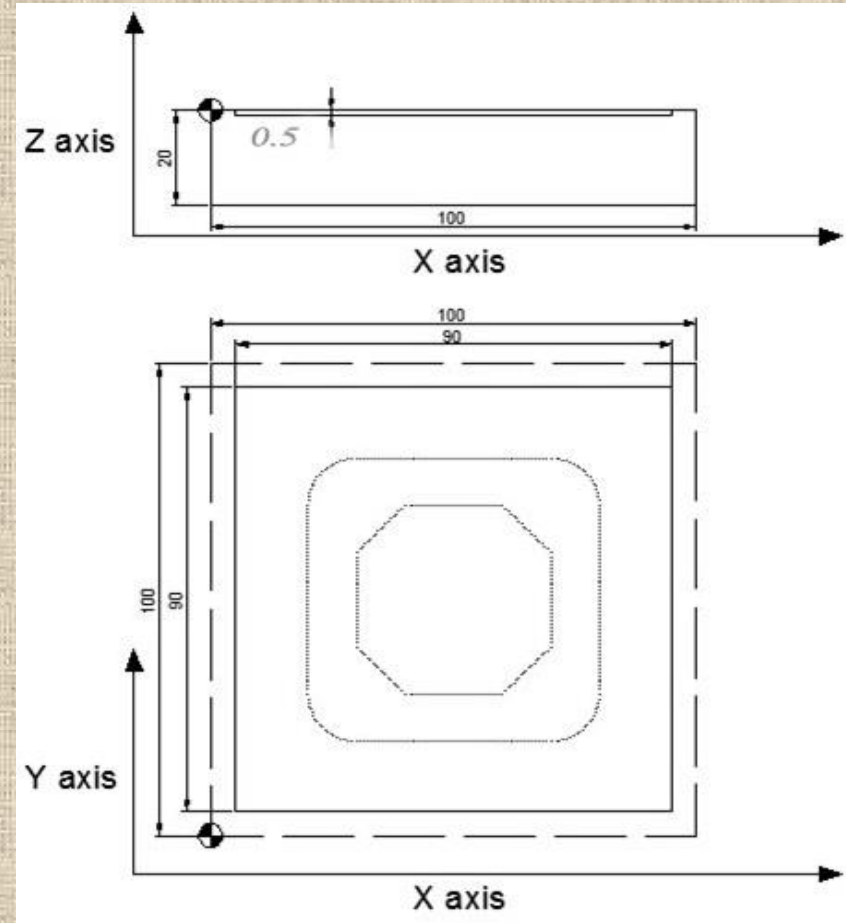


FIGURE 3.11

# CAD-CAM II

## CNC Advanced Exercise 1.3

Pick the XY plane, absolute coordinates, metric unit	G17 G90 G21	G1 Y96.5
Start spindle motor at 3500rpm	M3 S3500	G1 X96.5
Move to point (0,0)	G0 X0 Y0	G1 Y3.5
Move to clearance point (clearance =3)	G0 Z3	G1 X3.5
Plunge the tool negative to Z 0.5unit at feed=30	G1 Z-0.5 F30	G0 Z3
Move 1unit offset from X at feed =70	G1 X1 F70	G0 X0 Y0
Move north 99 units	G1 Y99	M5
Move right 99 units	G1 X99	M30
Move south 99 units	G1 Y1	
Move next point for the second cycle	G1 X3.5	

# CAD-CAM II

## CNC Advanced Exercise-1.3

*If we paste the G-code in the G-code simulator web page, a graphic with the movement of the tool will appear.*

**G-Code Q'n'dirty toolpath simulator**

Paste your g-code in the left-hand window and see the preview of your tool path on the right.  
The right-hand pane are interactive, drag them to change the point of view.

```
1 M3 S3500
2 G0 X0 Y0
3 G0 Z3
4 G1 Z-0.5 F30
5 G1 X1 F70
6 G1 Y90
7 G1 X99
8 G1 Y1
9 G1 X3.5
10 G1 Y96.5
11 G1 X96.5
12 G1 Y3.5
13 G1 X3.5
14 G0 Z3
15 G0 X0 Y0
16 M5
```

Simulate Load a bigger sample

Total Duration:  
11m4s

Bounds (@tool center):

	min	max
X	0	99
Y	0	99
Z	-0.5	3

FIGURE 3.12



## CNC Advanced

### Άσκηση-1

Most of times ,there are more than one operations in one program. In the figures below we created a txt document with all the operations and the result illustrated below.

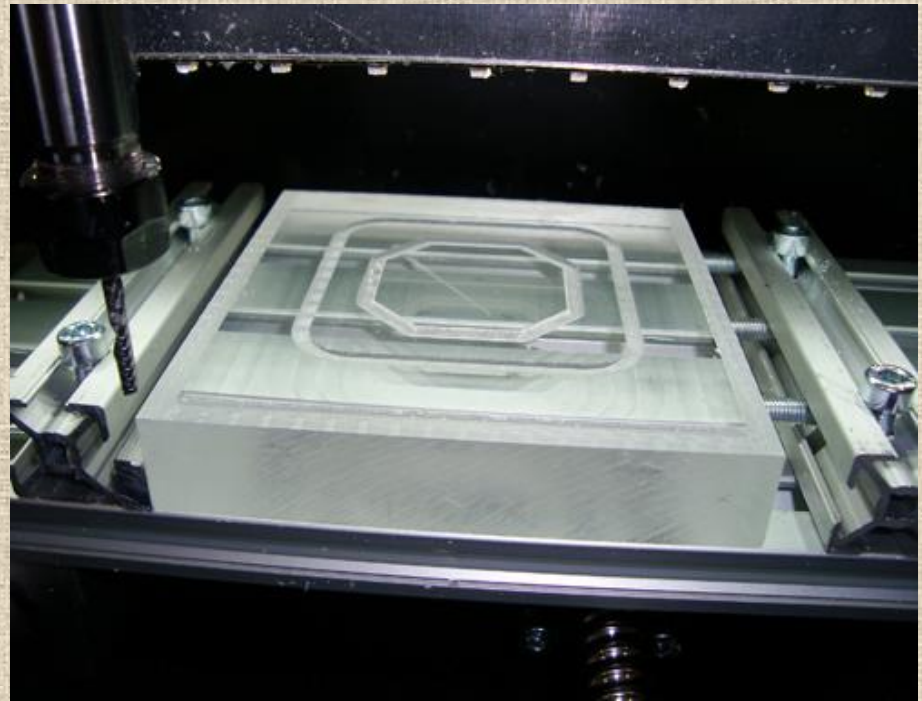


FIGURE 3.13

## CNC Advanced

### Ασκήσεις

*Στην συνέχεια θα βρείτε περισσότερες ασκήσεις για εξάσκηση στον συμβατικό προγραμματισμό ώστε να εξοικειωθείτε με τον κώδικα μηχανής G.*

## CNC Advanced Ασκήσεις

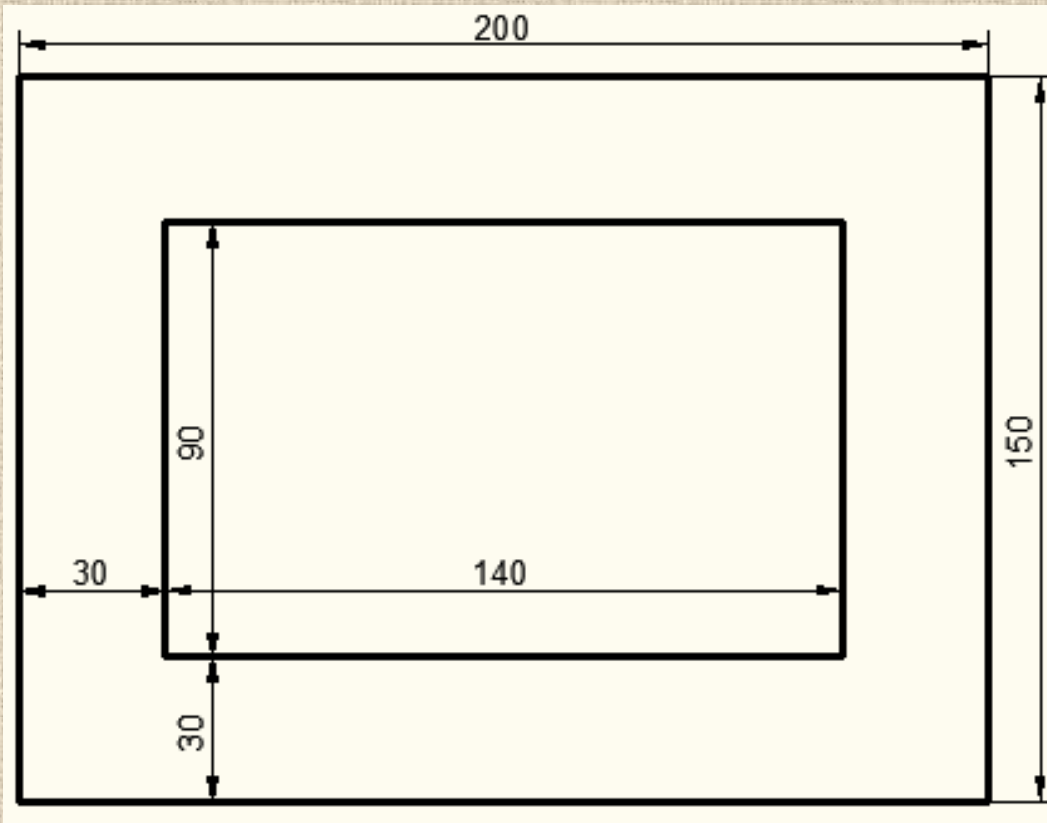


FIGURE 3.14

```
1001  
M06 T1  
S1200  
G0 X30,Y30 Z20  
G0 Z2.0  
G1 Z-1.0  
X170  
Y120  
X30 Z-0.5  
Y30  
G0 Z1.0  
G0 X0,Y0  
M05  
M30
```

## CNC Advanced Ασκήσεις

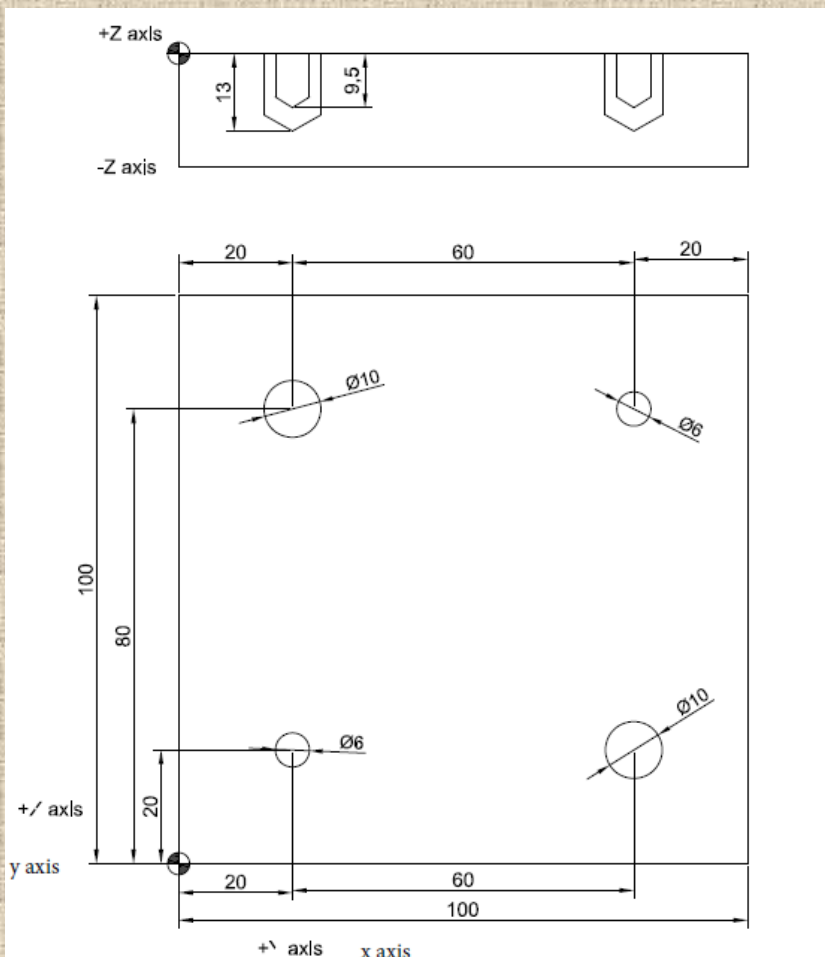


FIGURE 3.15

```
1002 N11 M5
N02 M06 T2 N12 M06 T3
N03 M3 S4000 N13 M3 S4000
N04 G0 X20 Y80 N14 G0 X80 Y80
N05 G0 Z2 N15 G0 Z2
N06 G1 Z-13 F30 N16 G0 X20 Y20
N07 G0 Z2 N17 G1 Z-9.5 F30
N08 G80 X80 Y20 N18 G0 Z20
N09 G1 Z-13 F30 N19 M5
N10 G0 Z20 N20 M30
```

## CNC Advanced Ασκήσεις

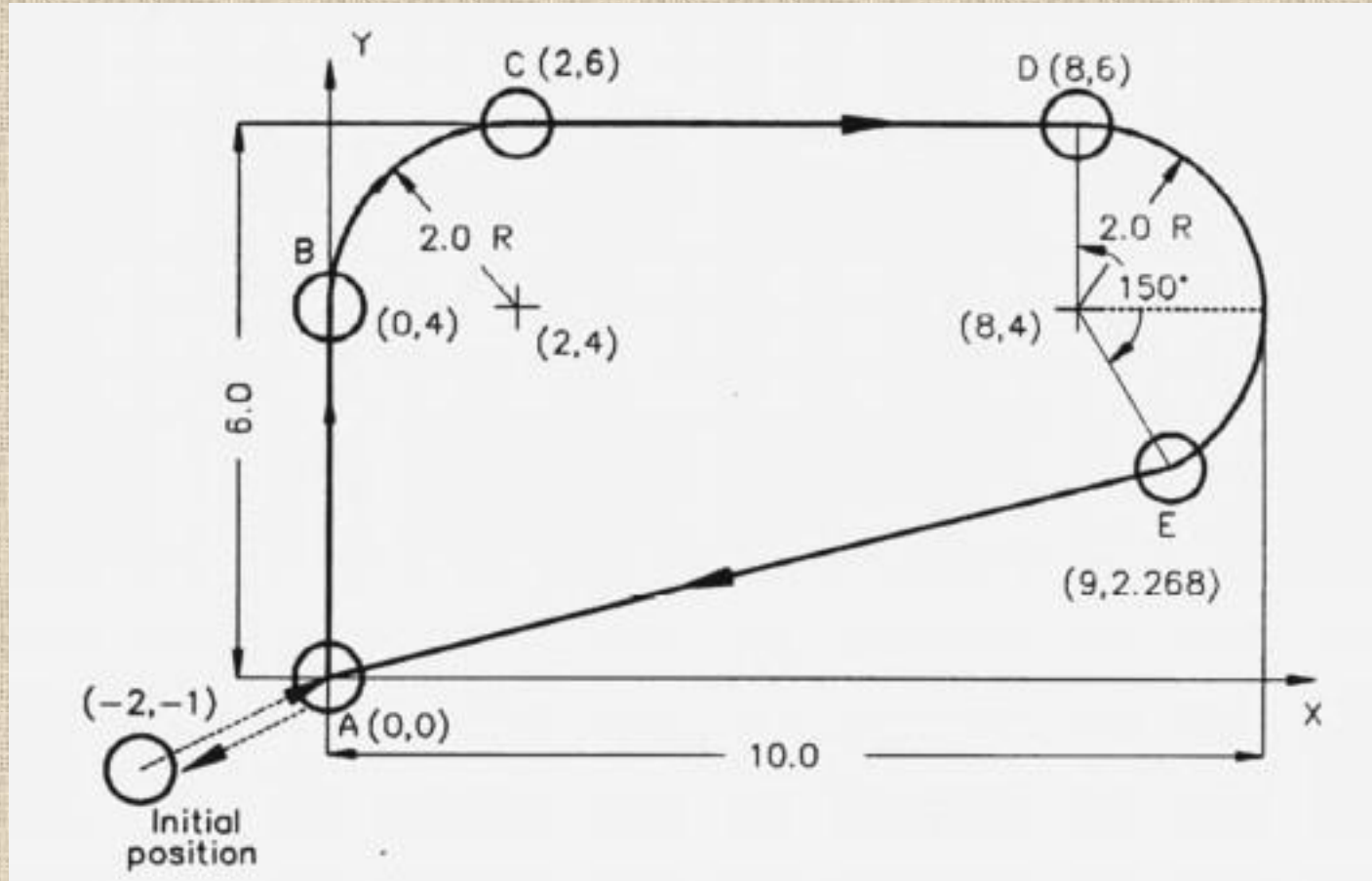


FIGURE 3.16

## CNC Advanced Ασκήσεις

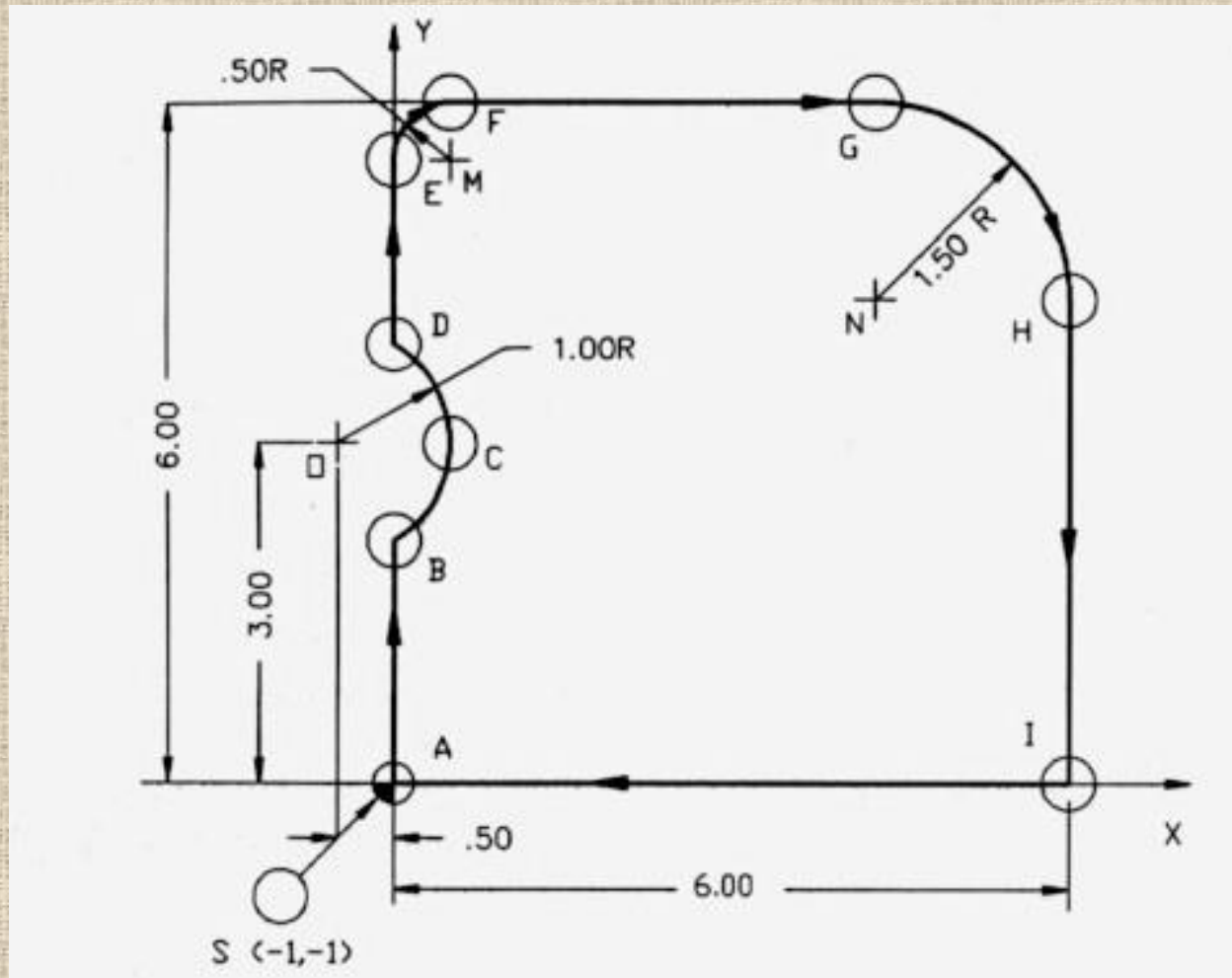


FIGURE 3.17

## CNC Advanced Ασκήσεις

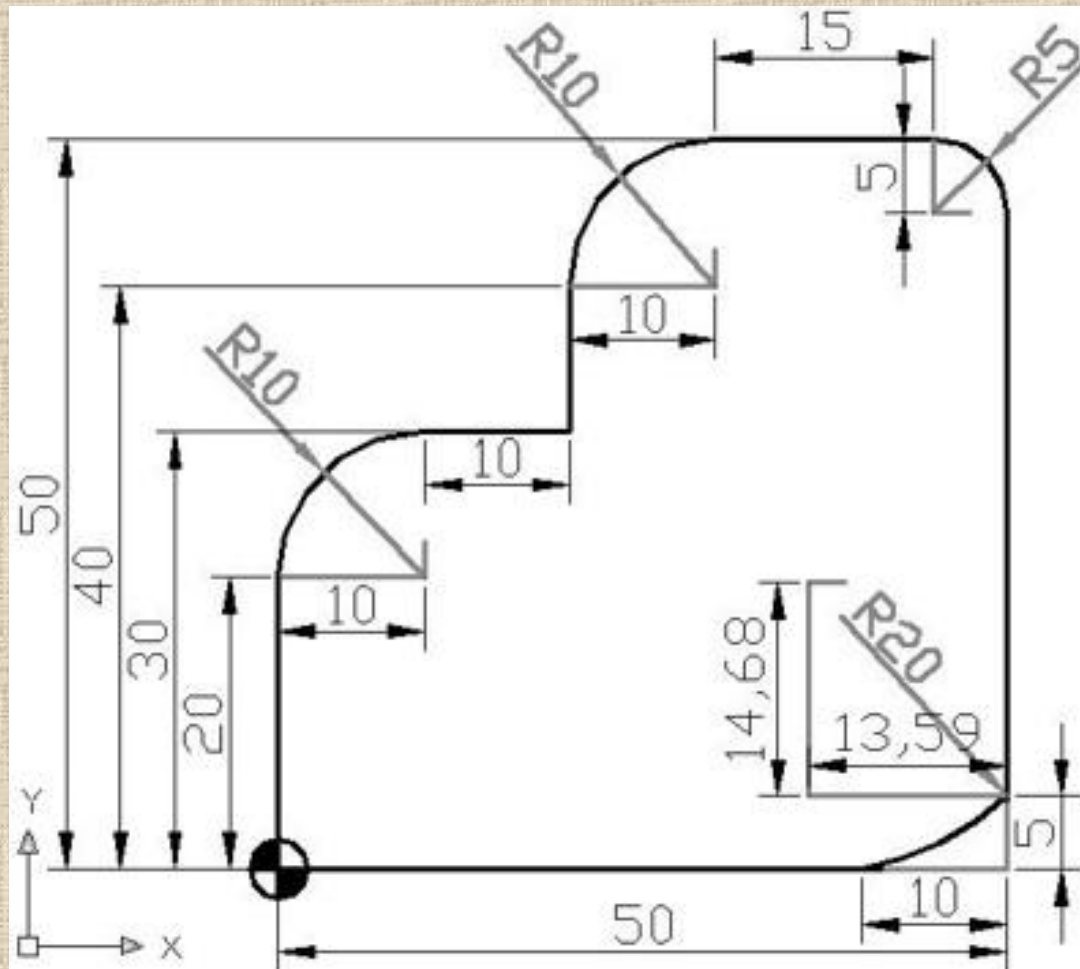


FIGURE 3.18

## ΤΕΛΟΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ