

Tantárgyi dosszié

NC technológia

GEGTT312-M
GEGTT312-ML

TÁJÉKOZTATÓ
az "NC technológia" c. tárgy
oktatásához
Neptun kód: **GEGTT312M**

| | |
|-------------------------|---|
| Szak: | Gépészmérnöki mesterszak (MSc) nappali tagozat |
| Szakirány | Gépgyártástechnológia és gyártási rendszerek |
| Évfolyam: | II. |
| Előadó: | Dr. Felhő Csaba egyetemi docens |
| Gyakorlatvezető: | Nagy Antal mérnök tanár Pásztor István tanszéki mérnök |
| Időtartam: | 2019. szeptember 09. – 2019. december 13. heti 2 óra előadás és a páratlan naptári heteken 2 óra gyakorlat |

Előadási és gyakorlati órák ütemterve naptári hetek szerint

37. hét E: **Alapfogalmak.** NC vezérlések és programozási technikák. NC szerszámgépek alkalmazásának általános jellemzői.
- Gy: EMCO eszterga és maró modellgépek bemutatása, programozása.
38. hét E: Számjegyvezérlési módok. Pont, szakasz, pálya, 3-6 tengelyes vezérlés.
39. hét E: **Koordináta rendszerek, transzformációk, a program felépítése.** Szerszámgépek koordináta rendszerei. Munkadarab és szerszám koordináta rendszerek. Koordináta rendszerek transzformációja.
- Gy: Perfect Jet MCV-M8 megmunkálóközpont bemutatása, programozása, nullpontfelvételek.
40. hét E: Szerszámméret korrekció. Nullpont és referencia pont. Tükrözés, forgatás, léptékezés. Programozott nullpont eltolás. Nullpontmérés.
41. hét E: Főprogram-alprogram szerkezet. A programnyelv szerkezete. Az NC nyelv utasítás rendszere.
- Gy: Perfect Jet MCV-M8 megmunkálóközpont programozása
42. hét E: **Elmozdulások programozása, a programozott pont pályája.** A szerszám programozott és vezérelt pontja. Abszolút és relatív koordináták. Gyorsmeneti elmozdulás, lineáris és körinterpoláció.
43. hét E: Spirál, csavarvonal, henger parabola és spline interpoláció.
- Gy: Menetmarás különböző módokon a Perfect Jet MCV-M8 megmunkálóközponton
44. hét E: Menetmegmunkálás programozása, interpoláció menetmegmunkálásnál.
45. hét E: Polárkoordináták és automatikus geometriai számítások. Szerszám középpont programozása, egységsugár és szerszámhossz korrekció. Automatikus sugár korrekció.
- Gy: OptiTurn 440 esztergagép, Sinumerik 828D vezérlés.

46. hét E: **Technológiai utasítások, vegyes funkciók.** Szerszámváltás, szerszámcsere. Forgácsolási sebesség és előtolás programozása. Munkadarab cserélés és kapcsolási információk.
47. hét E: **Mérés programozása, rögzített ciklusok.** A szerszámgépen történő mérés előnyei és hátrányai. Mérőtapintók. Munkadarab felületeinek mérése. Szerszám és nullpontmérés. Mérési eredmények feldolgozása. Pontmintázatok programozása. Furatkészítés ciklusai. Esztergálási, marási, mérési ciklusok.
- Gy: EMAG VSC400DDS megmunkáló központ, Sinumerik 840D vezérlés.
48. hét E: **Zárthelyi**
49. hét E: **Paraméteres és műhelyszintű programozás. A program szerkezete.** Alprogramok, szubrutinok. Változók használata, aritmetikai és logikai műveletek. Végrehajtási utasítások, belső regiszterek használata.
- Gy: Zoller Hyperion szerszám bemérő, Talyrond 365 Alakhiba mérő bemutatása.
50. hét E: **CAM alapú programozás.** Félévzárás.

A tantárgy félévi lezárása: aláírás és kollokvium.

Az aláírás megszerzésének feltételei:

- Az előadásokon és gyakorlati foglalkozásokon való aktív részvétel. Előadásról háromnál több hiányzás esetén az aláírás feltétele eredményes szóbeli beszámoló a tantárgy anyagából.
- A zárthelyi legalább elégséges szintű megírása.

időtartama: 90 perc

| | | |
|------------|----------------------------|-------------------------|
| értékelés: | 0 - 39 pont 1 (elégtelen) | 70 - 84 pont 4 (négyes) |
| | 40 - 54 pont 2 (elégséges) | 85 - 100 pont 5 (jeles) |
| | 55 - 69 pont 3 (közepes) | |

Pótlás: a 49. oktatási héten.

Aláírás végleges megtagadása:

Az előadások 40%-át, a gyakorlatok 30 %-át meghaladó hiányzás esetén.

Vizsga: írásban (90 perc, 100 pont, értékelés a zárthelyinek megfelelően) és szóban történik.

IRODALOM

1. Mátyási Gyula: NC technológia és programozás, Műszaki Könyvkiadó, 2001., ISBN 963-16-3076-5, p.356
2. Sági György – Mátyási Gyula: Számítógéppel támogatott technológiák CNC, CAD/CAM, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2007, pp.9-248, pp.285-422
3. Dudás, I – Cser, I: Gépgyártástechnológia IV, Gyártás és gyártórendszerek tervezése, Miskolci Egyetemi kiadó, 2004.,ISBN 963-661-629-9 pp.1- 533.
4. Warren S. Seames: Computer Numerical Control, Concepts and Programming, ASM Delmar Thompson Learning, 2001. ISBN 0-7668-2290-7, p441.
5. Yusuf Altintas: Manufacturing Automation, , Cambridge University Press, 2000., ISBN 0-521-65973-6, p285.

Miskolc, 2019. szeptember 02.

Dr. Felhő Csaba
egyetemi docens

TÁJÉKOZTATÓ
az "NC technológia" c. tárgy
oktatásához
Neptun kód: **GEGTT312-ML**

| | |
|-------------------|--|
| Szak: | Gépészmérnöki mesterszak (MSc) levelező tagozat |
| Szakirány | Gépgyártástechnológia |
| Évfolyam: | II. |
| Előadó: | Dr. Felhő Csaba egyetemi docens |
| Időtartam: | 2019. szeptember 10. – december 14. 4×4 óra előadás |

Előadási órák ütemterve

1. előadás **Alapfogalmak.** NC vezérlések és programozási technikák. NC szerszámgépek alkalmazásának általános jellemzői. Számjegyvezérlési módok. Pont, szakasz, pálya, 3-6 tengelyes vezérlés. **Koordináta rendszerek, transzformációk, a program felépítése.** Szerszámgépek koordináta rendszerei. Munkadarab és szerszám koordináta rendszerek. Koordináta rendszerek transzformációja. Szerszámméret korrekció. Nullpont és referencia pont.
2. előadás Tükrözés, forgatás, léptékezés. Programozott nullpont eltolás. Nullpontmérés. Főprogram-alprogram szerkezet. A programnyelv szerkezete. Az NC nyelv utasítás rendszere. **Elmozdulások programozása, a programozott pont pályája.** A szerszám programozott és vezérelt pontja. Abszolút és relatív koordináták. Gyorsmeneti elmozdulás, lineáris és körinterpoláció. Spirál, csavarvonal, henger parabola és spline interpoláció. Interpoláció menetmegmunkálásnál.
3. előadás Polárkoordináták és automatikus geometriai számítások. Szerszám középpont programozása, egységsugár és szerszámhossz korrekció. Automatikus sugár korrekció. **Technológiai utasítások, egyes funkciók.** Szerszámváltás, szerszámcsere. Forgácsolási sebesség és eltolás programozása. Munkadarab cserélés és kapcsolási információk. **Zárthelyi**
4. előadás **Mérés programozása, rögzített ciklusok.** A szerszámgépen történő mérés előnyei és hátrányai. Mérőtapintók. Munkadarab felületeinek mérése. Szerszám és nullpontmérés. Mérési eredmények feldolgozása. Pontmintázatok programozása. Furatkészítés ciklusai. Esztergálási, marási, mérési ciklusok. **Paraméteres és műhelyszintű programozás.** A program szerkezete. Alprogramok, szubrutinok. Változók használata, aritmetikai és logikai műveletek. Végrehajtási utasítások, belső regiszterek használata. **CAM alapú programozás.**

A tantárgy félévi lezárása: aláírás és kollokvium.

Az aláírás megszerzésének feltételei:

- Az előadásokon való részvétel.
 - A zárthelyi , pótzárthelyi legalább elégséges szintű megírása. időtartama: 60 perc
- | | | |
|------------|----------------------------|-------------------------|
| értékelés: | 0 - 39 pont 1 (elégtelen) | 70 - 84 pont 4 (négyes) |
| | 40 - 54 pont 2 (elégséges) | 85 - 100 pont 5 (jeles) |
| | 55 - 69 pont 3 (közepes) | |

Alíírás végleges megtagadása: Az órák látogatásának teljes hiánya esetén.

Vizsga: írásban (60 perc, 100 pont, értékelés a zárthelyinek megfelelően) és szóban történik.

IRODALOM

1. Mátyási Gyula: NC technológia és programozás, Műszaki Könyvkiadó, 2001., ISBN 963-16-3076-5, p.356
2. Sági György – Mátyási Gyula: Számítógéppel támogatott technológiák CNC, CAD/CAM, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2007, pp.9-248, pp.285-422
3. Dudás, I – Cser, I: Gépgyártástechnológia IV, Gyártás és gyártórendszerek tervezése, Miskolci Egyetemi kiadó, 2004.,ISBN 963-661-629-9 pp.1- 533.
4. Warren S. Seames: Computer Numerical Control, Concepts and Programming, ASM Delmar Thompson Learning, 2001. ISBN 0-7668-2290-7, p441.
5. Yusuf Altintas: Manufacturing Automation, , Cambridge University Press, 2000, ISBN 0-521-65973-6, p285.

Miskolc, 2019. szeptember 02.

Dr. Felhő Csaba
egyetemi docens

CNC technológia GEGTT312-M

Ellenőrző kérdések

1. Sorolja fel a számjegyvezérlés három alapvető funkcióját!
2. Adja meg a számjegyvezérlés alapelvét!
3. A számjegyvezérlés a megvalósítás módja szerint milyen logikájú lehet?
4. Az NC szerszámgépek alkalmazásának leglényegesebb előnyei-hátrányai (6-6)!
5. Az NC technika a gyártási folyamat milyen területeire van hatással?
6. Sorolja fel a CNC gépek jellegzetes pontjait!
7. Rajzolja fel egy esztergagép koordináta rendszereit a jellegzetes pontokkal!
8. Adja meg az elsődleges és másodlagos mozgások, illetve a forgó mozgások NC címeit!
9. Rajzolja fel egy NC esztergagép koordináta rendszerét!
10. Sorolja fel a számjegyvezérlési módokat!
11. Nevezze meg a programozás három jellegzetes nyelvi eszközcsoportját!
12. Adja meg az alkatrészprogram felépítését!
13. Nevezze meg a fontosabb NC-szó csoportokat, a jellemző címbetűk megadásával!
14. Öröklődés szempontjából milyen csoportokba sorolhatók az utasítások, jellegzetes példákkal!
15. Adja meg a főprogram-alprogram alkalmazásának elvi felépítését!
16. Sorolja fel az alprogramokkal kapcsolatos legfontosabb szabályokat!
17. Sorolja fel a mondatfelépítés szabályait!
18. Rajzoljon példát a szerszám programozott és vezérelt pontjára!
19. Mi a szerszámméret-korrektúra lényege? Hogyan adható meg?
20. Rajzoljon példát szerszámméret adatokra!
21. Az abszolút és relatív méretmegadás lehetősége a programban, milyen kóddal írhatók elő?
22. Írjon fel egy NC-mondatot gyorsmeneti elmozdulásra, és adja meg a működését!
23. Ábrákkal mutassa be az újabb vezérlésekre jellemző gyorsmeneti mozgások lehetséges változatait!
24. Írjon fel egy NC-mondatot lineáris interpolációra, és adja meg a működését!
25. Körinterpoláció előírásánál milyen lehetséges változatok vannak a programozásra?
26. Írjon fel egy NC-mondatot körinterpolációra, a középpont adataival!
27. Írjon fel egy NC-mondatot körinterpolációra, a sugár megadásával!
28. Menetmegmunkálásnál milyen lehetőségek vannak CNC megmunkálásnál? Írjon fel egy mondatot menetmegmunkálás programozására!
29. Több bekezdésű menet programozása hogyan történik?
30. Sorolja fel a transzformációkat!
31. Az automatikus geometriai számítások lehetséges változatai. Egy példára programrészlet felírása.
32. Rajzoljon példákat polárkoordinátás programozás alkalmazására!
33. Rajzoljon példát a szerszámközepont programozásának szükségességére!
34. Hogyan írjuk elő az automatikus sugárkorrekciót? Mit jelent a baloldali, ill. a jobboldali sugárkorrekció?
35. Rajzoljon példákat alámetszésre pályageneráláskor!
36. A munkaelőtolás értelmezése, címkódja, a tényleges előtolás nagysága.
37. Rajzoljon példát az automatikus előtolás csökkentés esetére!
38. Várakozás programozását milyen esetekben kell alkalmazni?
39. A forgácsolósebesség programozási lehetősége.
40. Szerszámváltás címbetűje, programozási lehetőségei, lépései, korrekciós regiszterek használata.
41. A főorsó forgatásával kapcsolatos utasítások.
42. Soroljon fel három fix megmunkáló ciklust!
43. Fúrógépek legfontosabb fix ciklusai!
44. Esztergagépek legfontosabb fix ciklusai!
45. Mi befolyásolja a szerszámgépen történő mérés pontosságát?

46. Mérőtapintók csoportosítása, mérési elvük.
47. Soroljon fel három méretmérési feladatot!
48. Soroljon fel három helyzethiba mérési feladatot!
49. Soroljon fel három alakhiba mérési feladatot!

2018. 11. 16.

Dr. Felhő Csaba

Dátum:.....

Név:.....

Neptunkód:.....

| | | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Sorsz. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Σ |
| Pont | /10 | /10 | /10 | /10 | /10 | /10 | /10 | /10 | /80 |

Zárthelyi dolgozat

CNC technológia (GEGTT312M)

1. Sorolja fel a CNC gépek jellegzetes pontjait

2. Nevezze meg a fontosabb NC-szó csoportokat, a jellemző címbetűk megadásával!

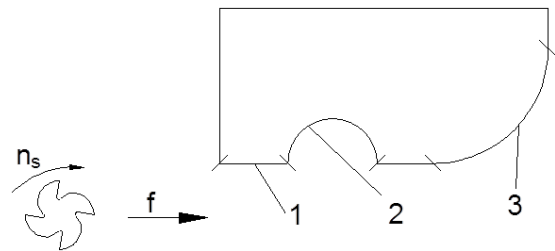
3. Mi a szerszámméret-korrekciónak lényege? Hogyan adható meg?

4. Menetmegmunkálásnál milyen lehetőségek vannak CNC megmunkálásnál? Írjon fel egy mondatot menetmegmunkálás programozására!

5. A forgácsolósebesség programozási lehetősége.

6. Tekintsük az ábrán látható kontúr marását. A programozás szerint legyen a szerszám vezérelt pontja annak középpontja (nincs aktív pályakövetés). Adja meg relációjelekkel, hogy a számozott szakaszokon azonos felületminőség eléréséhez hogyan változtatná a pályamenti előtolást! Válaszát indokolja!

v_{f1} v_{f2}
 v_{f1} v_{f3}

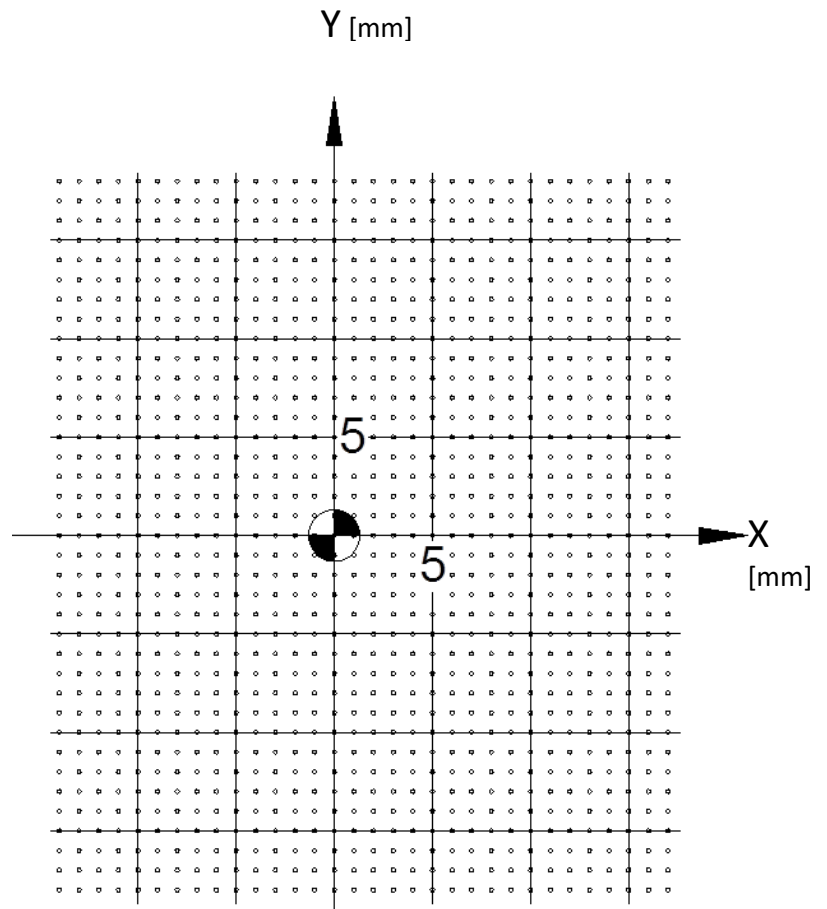


7. Adott egy kontúrmarás programja.

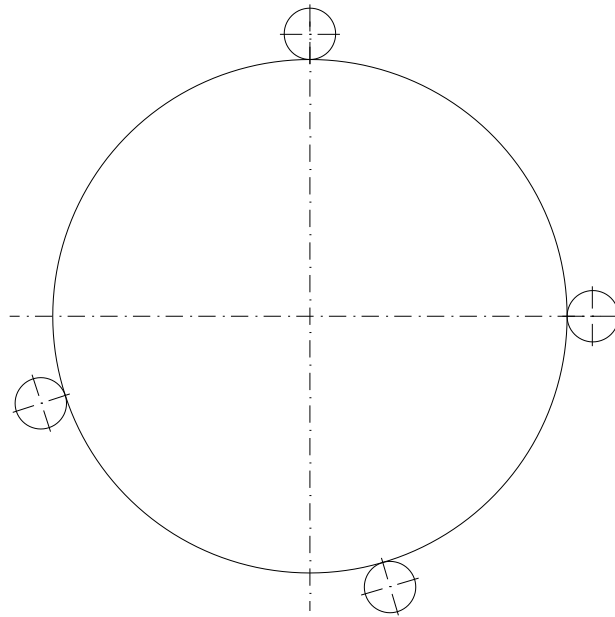
Rajzolja meg a vezérelt szerszámpályát a mellékelt koordináta-rendszerben! (Sinumerik 810D/828D)

```

T01    M6
S1500  M3
G00    G54    G90    Z100
X14    Y-13
Z3
G01    F650    Z-0.7
Y-11
G02    X10    Y-7    I0    J4
G01    Y2
G91    X5    Y5
Y4
G03    X-6    Y6    I-6    J0
G01    X-22    U-5
Y-10
G90    X-9    Y3
X-5
G02    X-5    Y-5    I0    J-4
G03    X-8    Y-8    I0    J-3
G01    Y-14    U3
X13
G91    X1    Y1
G00    Z100
M02
    
```



8. Egy forgástest nullpontját a Sinumerik 828D által felajánlott 4-pontos módszerrel akarjuk felvenni. Rajzolja be, hogy az ábrán látható érintési pontok regisztrálása esetén hova kerül a nullpont!



ZH megoldókulcs

1. Sorolja fel a CNC gépek jellegzetes pontjait

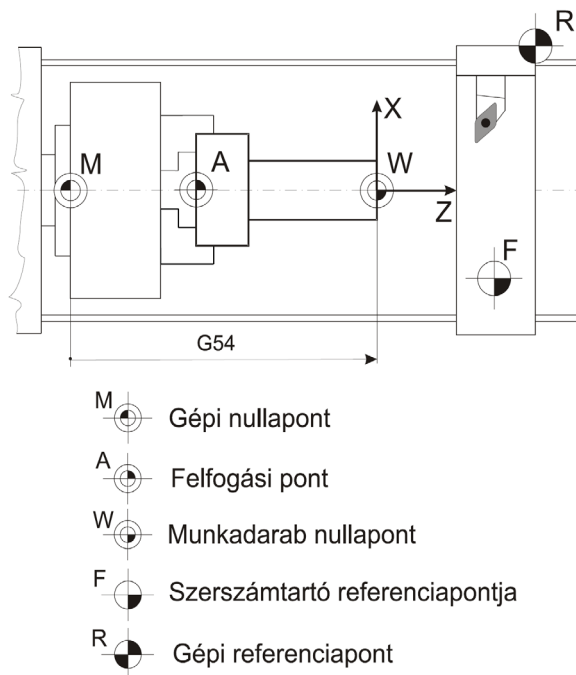
R – referenciapont

M – a gép nullpontja

W – a munkadarab nullpontja

F – szerszámbefogó referenciapontja

P – programozott pont



2. Nevezze meg a fontosabb NC-szó csoportokat, a jellemző címbetűk megadásával!

| Karakter | Jelentés |
|----------|---|
| A | Szögméret X tengely körül |
| B | Szögméret Y tengely körül |
| C | Szögméret Z tengely körül |
| D | Szögméret különleges tengely körül, vagy harmadlagos előtolás |
| E | Szögméret különleges tengely körül, vagy másodlagos előtolás |
| F | Előtolás-funkció |
| G | Előkészítő funkció |
| H | Állandó jelleggel nincs lefoglalva |
| I | Interpolációs méret X tengely irányában |
| J | Interpolációs méret Y tengely irányában |
| K | Interpolációs méret Z tengely irányában |
| L | Állandó jelleggel nincs lefoglalva |
| M | Vegyes funkció |
| N | Mondat sorszáma |
| O | Nem használható |
| P | Harmadlagos mozgási méret X tengellyel párhuzamosan |
| Q | Harmadlagos mozgási méret Y tengellyel párhuzamosan |
| R | Gyors menet mérete Z tengely irányában, vagy harmadlagos mozgási méret Z tengellyel párhuzamosan |
| S | Orsófordulat-funkció |
| T | Szerszámfunkció |
| U | Másodlagos mozgási méret X tengellyel párhuzamosan |
| V | Másodlagos mozgási méret Y tengellyel párhuzamosan |
| W | Másodlagos mozgási méret Z tengellyel párhuzamosan |
| X | Elsődleges X mozgási méret |
| Y | Elsődleges Y mozgási méret |
| Z | Elsődleges Z mozgási méret |

3. Mi a szerszámméret-korrekciónak lényege? Hogyan adható meg?

A szerszám programozott és vezérelt pontja nem esik egybe. A két pont között a szerszámok hossz- és keresztirányú méretei teremtenek kapcsolatot. Ha az alkatrészprogramban a P pont pályáját írjuk le, akkor az F pont a TL és TM méretek figyelembevételével adódik.

Ezeket az értékeket a vezérlésbe pl. kezelőszerveivel, adott szerszámhelyekhez rendeltén írhatjuk be. Egyes NC-nyelvekben a szerszám hossz- és keresztirányú méreteit, egyéb adatait ún. szerszámleíró mondattal adhatjuk meg.

A szerszámméret-korrekciónak lényege tehát az, hogy az alkalmazott szerszámok geometriai méreteit adjuk meg a vezérlésnek. Így érhető el, hogy az alkatrészprogram a munkadarab kontúrját tartalmazza, és az F pont pályáját az TL és TM méretek ismeretében a vezérlés határozza meg.

A szerszám hossz- és keresztirányú méreteit szerszámbemérő készüléken mérhetjük le. A szerszámnak a készülékben és a gépen elfoglalt helyzete megegyezik.

A szerszám korrekciós értékeinek (TL , TM) változtatásával a szerszámok kontúrponthoz viszonyított helyzetét befolyásolhatjuk.

A régebbi NC-vezérlések a szerszám geometriai méreteit nem fogadják korrekciós értéként. (A szerszám hossz- és keresztirányú méretét az alkatrészprogramban kellett figyelembe venni.)

A régebbi NC-vezérléseken csak a **kopásból, bemérési pontatlanságból** eredő néhány tized mm-es méreteltéréseket lehetett beállítani. Ezt a fajta korrekciót *szerszámkopás korrekciónak* vagy *finom korrekciónak* nevezik (max. 0,99 mm).

A szerszámhossz-korrekció előjele programból változtatható:

G43, (G45) → + előjel;

G44, (G46) → - előjel.

A szerszám geometriai méreteit tartalmazó regiszter többféle módon adható meg.

Például:

- Szerszámhelyhez rendelt:

T0501

05: szerszámhely

01: korrekciós regiszter

- Külön NC-címmel programozva:

Pl.: D, H

T05 D03 H03

05: szerszámhely

03: korrekciós regiszter

D: átmérő korrekció

H: hosszkorrekció

Egy szerszámhoz a megmunkálás során több korrekciós regiszter is hozzárendelhető.

4. Menetmegmunkálásnál milyen lehetőségek vannak CNC megmunkálásnál? Írjon fel egy mondatot menetmegmunkálás programozására!

Menetes felület készítése mind esztergagépen, mind megmunkáló központon programozható. Ez utóbbinál a csavarvonal-interpolációt kell használni.

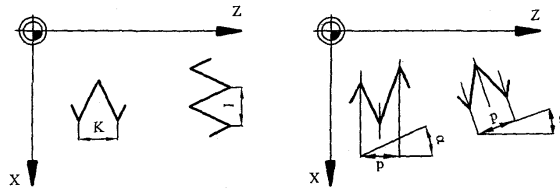
A menetesztergálás programozása: G33

Menetesztergáláskor a csavarfelület előállításához a főorsó forgó és a szán haladó mozgása között kötött kapcsolat valósul meg. Az összerendelést a főorsón lévő szögadó biztosítja, amely 0 átmenetnél (0°-os helyzeténél) indítja a szánt mozgató lineáris interpolátort. Az interpolátor vezérlő impulzusait a szögadó szolgáltatja. Ennek bekapcsolására szolgál a **G33**-as kód.

G33 X... Z... I... K...

X, Z: a menet végpontjának koordinátái

I, K: interpolációs állandók. A menetemelkedés X, ill. Z tengelyre vett vetületei.



A programozott menetemelkedés lehet:

- állandó: G33
- növekvő: G34
- csökkenő: G35

Növekvő és csökkenő menetemelkedés programozásakor a fordulatonkénti menetemelkedés-változást F címmel adjuk meg.

A változó emelkedésű metesztergálás programozása, G34, G35

Változó menetemelkedésű menetek programozása az előzőekhez hasonlóan történik. Meg kell adni a menetemelkedés fordulatonkénti növekedését, ill. csökkenését.

a) Növekvő menetemelkedés, **G34**

N10 G34 G90 Z100. K2. F0.1

K2. az eredeti - kezdeti – menetemelkedés (p=2 mm)

F0.1 a menetemelkedés növekmény fordulatonként, pl.: 10 fordulat után a menetemelkedés 3 mm lesz.

b) Csökkenő menetemelkedés, **G35**

N10 G35 G90 Z100. K9. F0.4

K9. az eredeti menetemelkedés (p=9 mm)

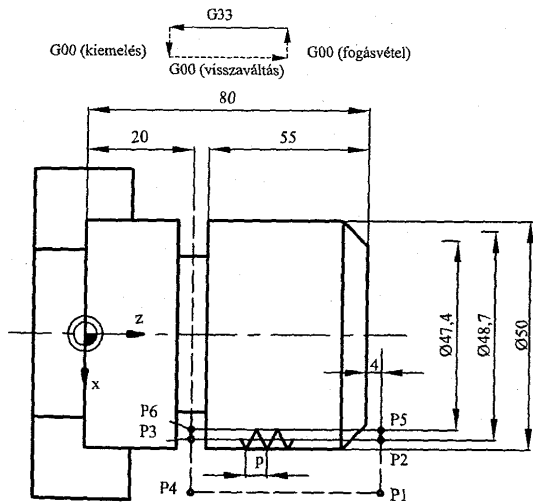
F0.4 a menetemelkedés-csökkenés fordulatonként, pl.: 10 fordulat után a menetemelkedés 5 mm lesz (nincs előjel!).

A menetemelkedés fordulatonkénti változása a kezdő (p_k) és végső (p_v) menetemelkedésből számolható, a menethossz (L) ismerete alapján:

$$F = \frac{p_v^2 - p_k^2}{2L - p_k - p_v}$$

Hengeres menet programozására példa:

abszolút rendszerben



| | | | | |
|-----|-----|-------|------|------|
| N10 | G90 | S950 | | |
| N11 | G00 | X56. | Z84. | (P1) |
| N12 | | X48.7 | | (P2) |
| N13 | G33 | Z20. | K2. | (P3) |
| N14 | G00 | X56. | | (P4) |
| N15 | | Z84. | | (P1) |
| N16 | | X47.4 | | (P5) |
| N17 | G33 | Z20. | K2. | (P6) |

5. A forgácsolósebesség programozási lehetősége.

A forgácsolási sebesség programozása tényleges sebesség értékkel vagy fordulatszámmal történhet.

A sebesség programozása

- *V-címmel*

A V-címet követően a forgácsolási sebességet m/min egységben kell megadni.

G96 kóddal együtt a vezérlés a sebességet állandónak tartja és esztergálásnál az átmérő (x_i) változásból számolja az aktuális fordulatszámot:

$$n_i = \frac{1000 \cdot v_{\text{prog}}}{x_i \cdot \pi}$$

- *S-címmel*

G96 Sv Pp

G96: az állandó forgácsolási sebesség bekapcsolása;

v: forgácsolási sebesség;

P: a tengely kódja, amelyre a programozott sebesség vonatkozik $p=1$ az 1-es tengely, $p=2$ a 2-es tengely;

G97: az állandó forgácsolási sebesség törlése

pl.: G90 G96 G01 X100. Y200. V200

a forgácsolási sebesség: $v=200$ m/min

A fordulatszám programozása

Régebbi vezérlésnél nem a tényleges fordulatszámot programozták, hanem egy kódot, pl.:

$n=63 \rightarrow S1$

$n=90 \rightarrow S2$

$n=125 \rightarrow S3$

A CNC-vezérlések általában ötjegyű tényleges fordulatszámértéket képesek fogadni.

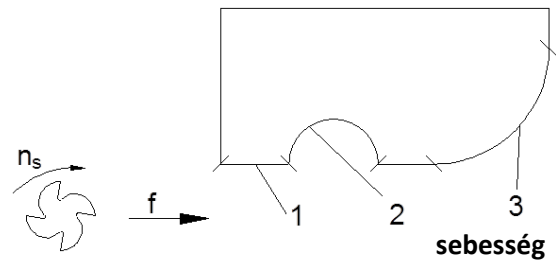
pl.: N10 S1400

6. Tekintsük az ábrán látható kontúr marását. A programozás szerint legyen a szerszám vezérelt pontja annak középpontja (nincs aktív pályakövetés). Adja meg relációjelekkel, hogy a számozott szakaszokon azonos felületminőség eléréséhez hogyan változtatná a pályamenti előtolást! Válaszát indokolja!

$$v_{f1} > v_{f2}$$

$$v_{f1} < v_{f3}$$

A konvex szakaszon a szerszám kerületén nagyobb, konkáv esetben kisebb előtolási tapasztalható, így ennek megfelelően kell korigálni.

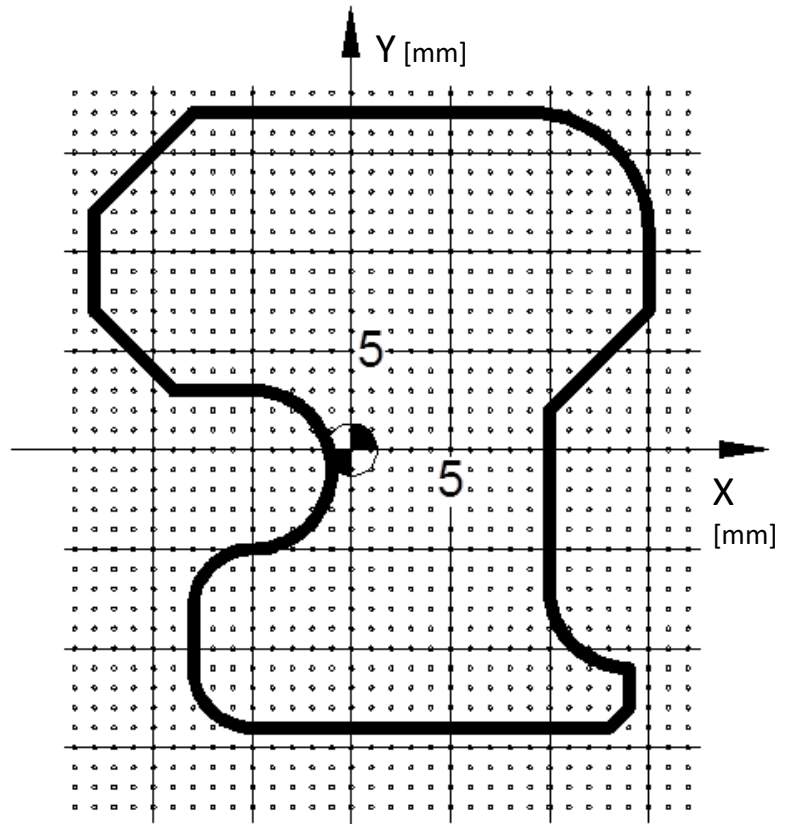


7. Adott egy kontúrmarás programja.

Rajzolja meg a vezérelt szerszámpályát a mellékelt koordináta-rendszerben! (Sinumerik 810D/828D)

```

T01    M6
S1500  M3
G00    G54    G90    Z100
X14    Y-13
Z3
G01    F650    Z-0.7
Y-11
G02    X10    Y-7    I0    J4
G01    Y2
G91    X5    Y5
Y4
G03    X-6    Y6    I-6    J0
G01    X-22   U-5
Y-10
G90    X-9    Y3
X-5
G02    X-5    Y-5    I0    J-4
G03    X-8    Y-8    I0    J-3
G01    Y-14   U3
X13
G91    X1    Y1
G00    Z100
M02
    
```



8. Egy forgástest nullpontját a Sinumerik 828D által felajánlott 4-pontos módszerrel akarjuk felvenni. Rajzolja be, hogy az ábrán látható érintési pontok regisztrálása esetén hova kerül a nullpont!

