

Gépipari Automatizálás II.

2008. 11. 27.

NC/CNC

Mi az NC, CNC?

Az **NC** amely a **Numerical Control** angol szavak kezdőbetűiből származik és a magyar fordítása "számvezérlés" jelent. Számjegyvezérlésű gép, berendezés.

A **CNC** (**Computer Numerical Control**) olyan számvezérlésű berendezés, amely szabadon programozható *mikroszámítógépet* is tartalmaz. Működését alapvetően a beépített mikroszámítógép programozása határozza meg. Ez a CNC-berendezés szoftvere. A szerszámgép optimálisan működtethető, mivel a CNC több részegységet vezérel, felügyel a kenésidőre, a holtjáték kivételére, a biztonsági reteszelésekre, az általános hibaállapot kijelzésére.

Az NC-technika fejlődéstörténete.

1808. J. M. Jaoquard, francia selyemszövő és mechanikus a róla elnevezett szövőszéken lyukkártyákat alkalmazott. Ez jelentette a cserélhető adathordozó feltalálását.

1863. M. Fourneaux Pianola: automatikus zongora -- papír adathordozó + segédfunkció

1938. C. E. Shannon, amerikai matematikus doktori disszertációjában arra az eredményre jutott, hogy gyors számítás adatátvitel csak bináris formában, a **Boole-algebra** felhasználásával történhet, és a megvalósítás eszközei az elektronikus kapcsolók lehetnének. Shannon dolgozta ki a mai számítógépek, illetve számjegyvezérlések alapelveit.

1946. J. W. Mauchly és J. P. Eckert az USA-ban elkészítette az első digitális számítógépet. Ők teremtették meg az elektronikus adatfeldolgozás alapjait.

Az NC-technika fejlődéstörténete.

1949-52. J. Parsons és az M. I. T. (Massachusetts Technológiai Intézet) fejlesztett ki egy rendszert, amelyben a munkadarab megmunkálását közvetlenül egy számítógép vezérelte (függőleges orsójú marógép), elektronsöves (3D-s lineáris interpoláció). Az elképzelés négy lényeges tétele, a következő volt:

1. Egy pálya elérendő pontjainak tárolása lyukkártyákon.
2. A lyukkártyák adatainak automatikus beolvasása a gépbe.
3. A beolvasott helyzetek folyamatos kiadása és közbenső értékek számítása annak érdekében, hogy
4. a szervomotorok a tengelyek mozgását vezérelni tudják.

Az NC-technika fejlődéstörténete.

- 1954. BENDIX cég megvásárolta a Parsons-féle szabadalmat, és megépítette az első iparilag gyártott NC-t (elektroncsöves).
- 1958. APT (Automatically Programmed Tools = Automatikusan programozott szerszámok).
- 1959. A Hannoveri Vásáron mutatkozott be először NC Európában.
- 1960. Tranzisztor megjelenése a vezérlésben.
- 1965. Automatikus szerszámcsereelő.
- 1968. Integrált áramkörök (IC-k) a vezérlésben.
- 1969. DNC (direkt NC).
- 1970. Automatikus palettacserelő, (munkadarab-cseréhez).

Az NC-technika fejlődéstörténete.

1972. SNC (tárolós NC) és CNC (Computer NC).

1975. Automatikus szerszámkorrekció.

1976. Mikroprocesszorok a CNC-ben.

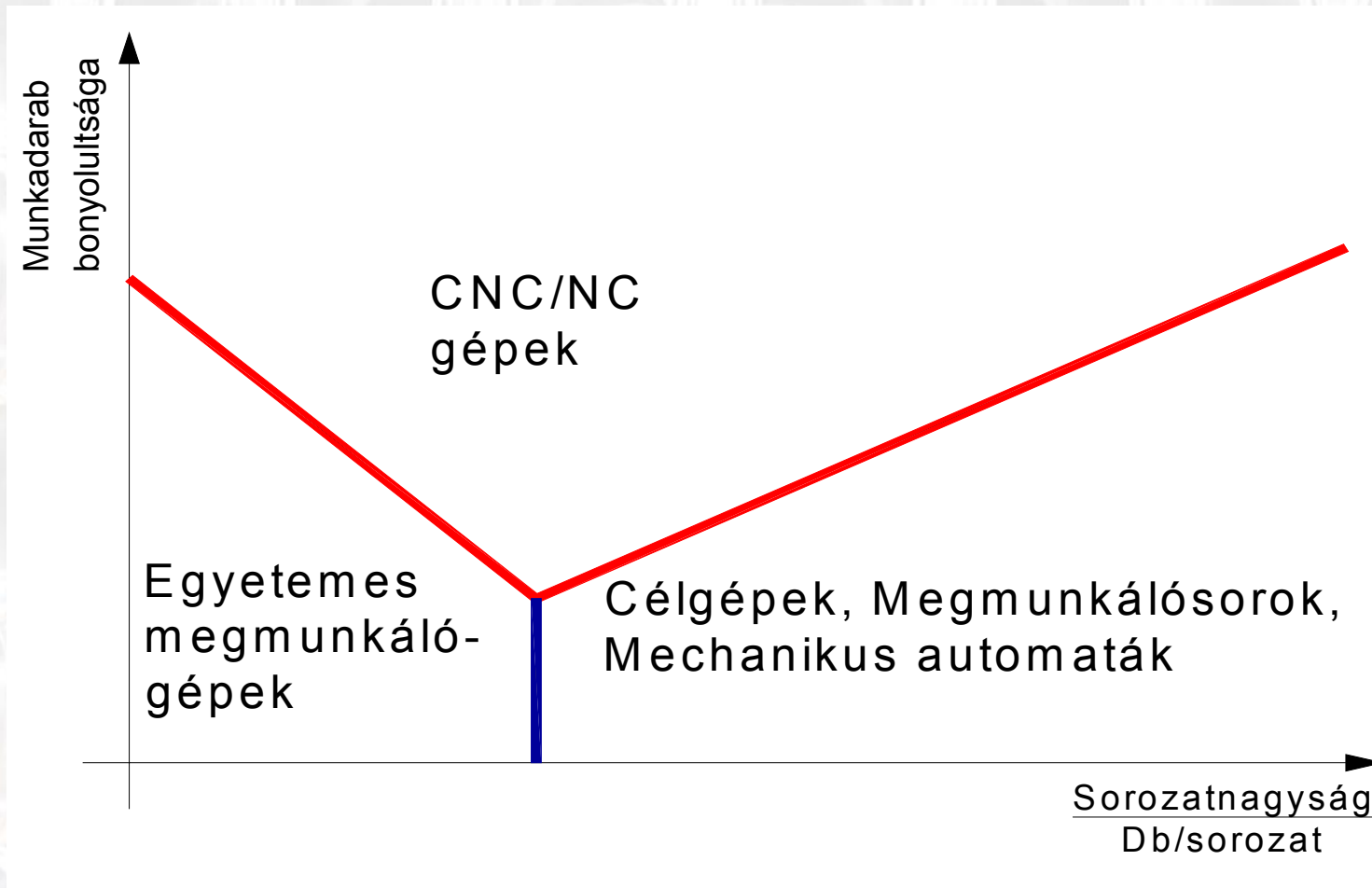
1978. Felügyeletnélküli (ember) gyártórendszer.

1979. CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing = számítógéppel segített tervezés/gyártás) ipari alkalmazása.

1982/83. Transzfersorokat fokozatosan rugalmas gyártócellák (FMC), rugalmas gyártósorok (FMS) váltják fel.

1963-64 Első magyar NC, a Csepelen gyártott ERS 200 szakaszvezérlésű eszterga a Budapesti Nemzetközi Vásáron (BNV).

Az NC, CNC szerszámgépek fontosabb alkalmazási területei.



Az NC, CNC szerszámgépek fontosabb alkalmazási területei.

Az NC-gépek terjedése az 1960-as évektől rohamosan növekszik. Alkalmazási területe állandóan bővül. A gépiparban a hagyományos gépeknek megfelelő NC forgácsoló szerszámgépek mellett egyre gyakrabban találhatunk NC szikraforgácsoló, láng-, lézer- és vízsugaras vágó, kivágó, és egyéb berendezéseket.

Az NC-gépeket elsősorban az egyedi és kissorozatú gyártás automatizálásának megvalósítására találták ki. Ma, a prototípus és nullszériagyártás mellett az NC-gépeket a sorozat, és a tömeggyártás rugalmas gépsoraiban is megtalálhatjuk.

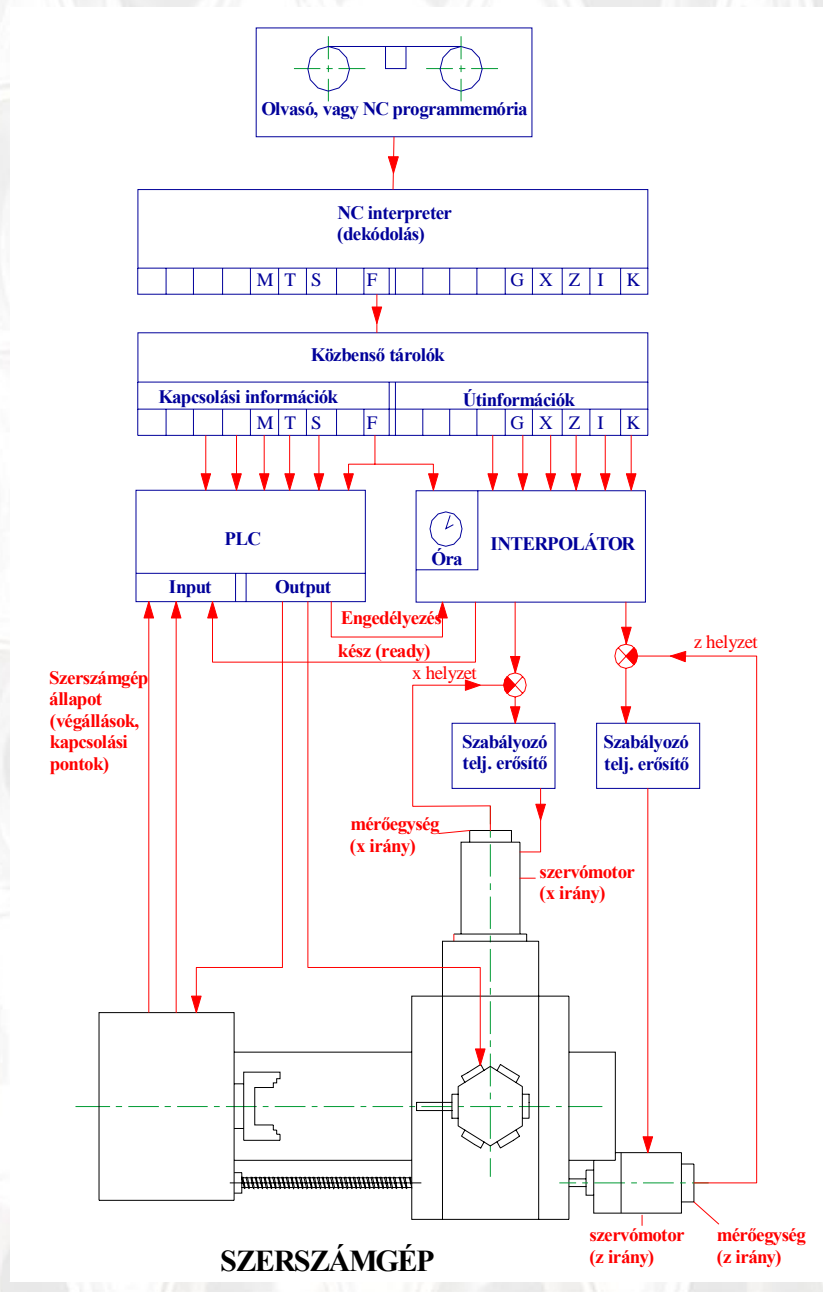
Az NC szerszámgépek előnyei.

- Nagy pontosság, állandó minőségű mdb.
- Növekvő termelékenység
- Minőségjavulás
- Átfutási idő csökkenthető
- Műveletkoncentráció
- Készülék és speciális szerszám csökkenés
- Technológiai fegyelem javulása
- Szériák közötti átállási idő csökken
- Gyorsabb, olcsóbb konstrukcióváltoztatás
- Rugalmasabb gyártás
- Jobban megközelíthető optimális sorozatnagyság
- Létszám-, és szakmunkás-megtakarítás
- Hiányosságok felderítése a programozás során (tűrés, rajz, méret, stb.)
- Helyszükséglet, és raktárterület csökkenése

Az NC szerszámgépek hátrányai.

- Magas beszerzési költség
- Jelentős járulékos költségek
- Növekedő karbantartási költség
- Növekedő személyi feltételek az előkészítés során
- Fokozott igény az előgyártmánnyal szemben
- Gyengébb MKGS rendszer a nagyobb műveletkoncentráció és/vagy a rugalmasabb készülékezés miatt.

Az NC vezérlés sematikus ábrája.



A számvezérlésű gépek vezérlési rendszerei

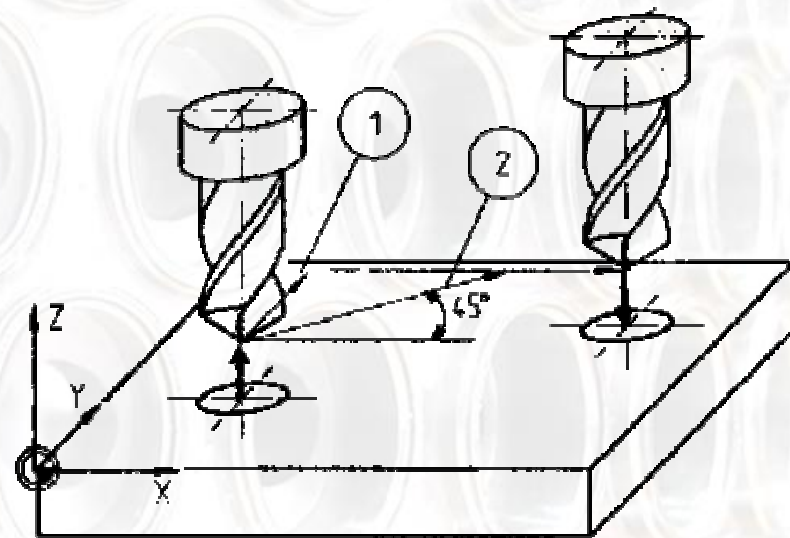
A vezérlőberendezés feladata, hogy a betáplált információknak megfelelően a kapcsolási, a helyzet-meghatározási feladatokat, valamint az egész munkafolyamat együttes irányítását megoldja. Ilyen kapcsolási feladatok a különféle fő- és mellékmozgások sebességeinek, segédüzemi berendezéseknek megfelelő időben való be- és kikapcsolása. A helyzet-meghatározási feladatok alatt a munkadarab és a szerszám egymáshoz viszonyított helyzetének, tehát a szánok mozgásának meghatározását értik.

A helyzetreállítás szempontjából készülnek:

1. pontvezérlésű,
2. szakaszvezérlésű és
3. pályavezérlésű szerszámgépek.

A számvezérlésű gépek vezérlési rendszerei

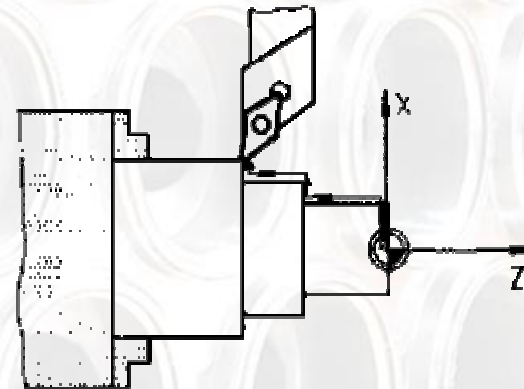
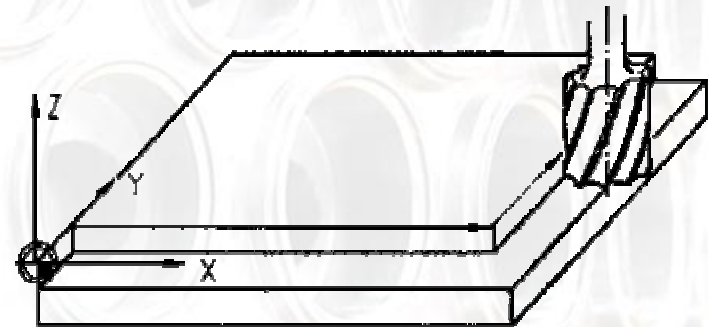
A **pontvezérlésű gépeknél** nincs funkcionális összefüggés a különféle koordináta irányú mozgások között. A vezérelt elmozdulás közben megmunkálás nincs. Egyidejűleg két koordináta irányban is lehetséges elmozdulás. Tipikus példája az ilyen gépnek a koordináta fúrógép. Az egyes megmunkálási pontokat a nullpontból (origóból) induló X, Y koordinátákkal kell megadni.



A számvezérlésű gépek vezérlési rendszerei

Szakaszvezérlésnél szintén nincs összefüggés a különféle koordináta irányú mozgások között. A szerszám viszont a szánmozgásoknál valamely koordináta irányában fogásban lehet. A szerszám a kiinduló ponttól a befejező pontig egyenes mentén mozog valamely tengely irányában. Előfordulhat különböző előtolómozgások egyidejű bekapcsolásával a koordinátatengellyel meghatározott szög alatti egyenes vonalú mozgás létesítése is.

A pont és szakaszvezérlésű gépeknél nem követelmény a tengelyenkénti önálló mellékhajtómű és a fokozatmentes sebesség. Felépítés szempontjából ezek a gépek hasonlítanak legjobban a hagyományos gépekre.



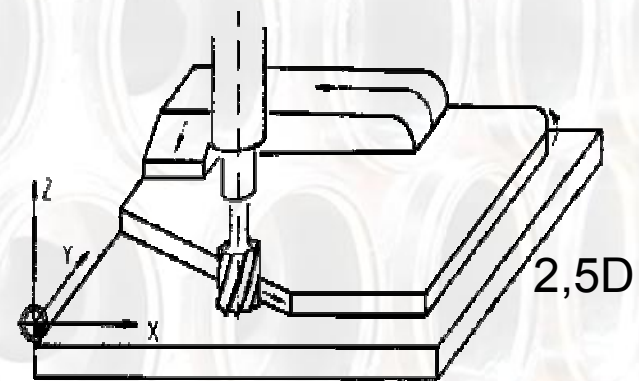
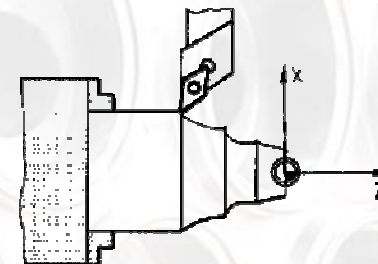
A számvezérlésű gépek vezérlési rendszerei

A pályavezérlésű szerszámgepeknél a különféle irányú mozgások között funkcionális összefüggés van. Így a szerszámok és a munkadarabok egymáshoz viszonyított mozgása valamilyen függvénykapcsolattal adható meg. Ilyenek például a profilköszörűk és profilesztergák. A kontúrvonalat megadó görbét a gép elemi útszakaszok sorozatával közelíti meg, vagyis a pályát szakaszokra bontja és azt valamilyen más görbével közelíti meg. A pályavezérlésnél az információs adatok száma sokkal nagyobb, mint a pont- és szakaszvezérlésű gépeknél. A gép az adatok feldolgozását, vagyis a pálya közelítőgörbéje adatainak meghatározását a CNC belső számítógépével végzi el. Ezt a berendezést **interpolátornak** nevezik .

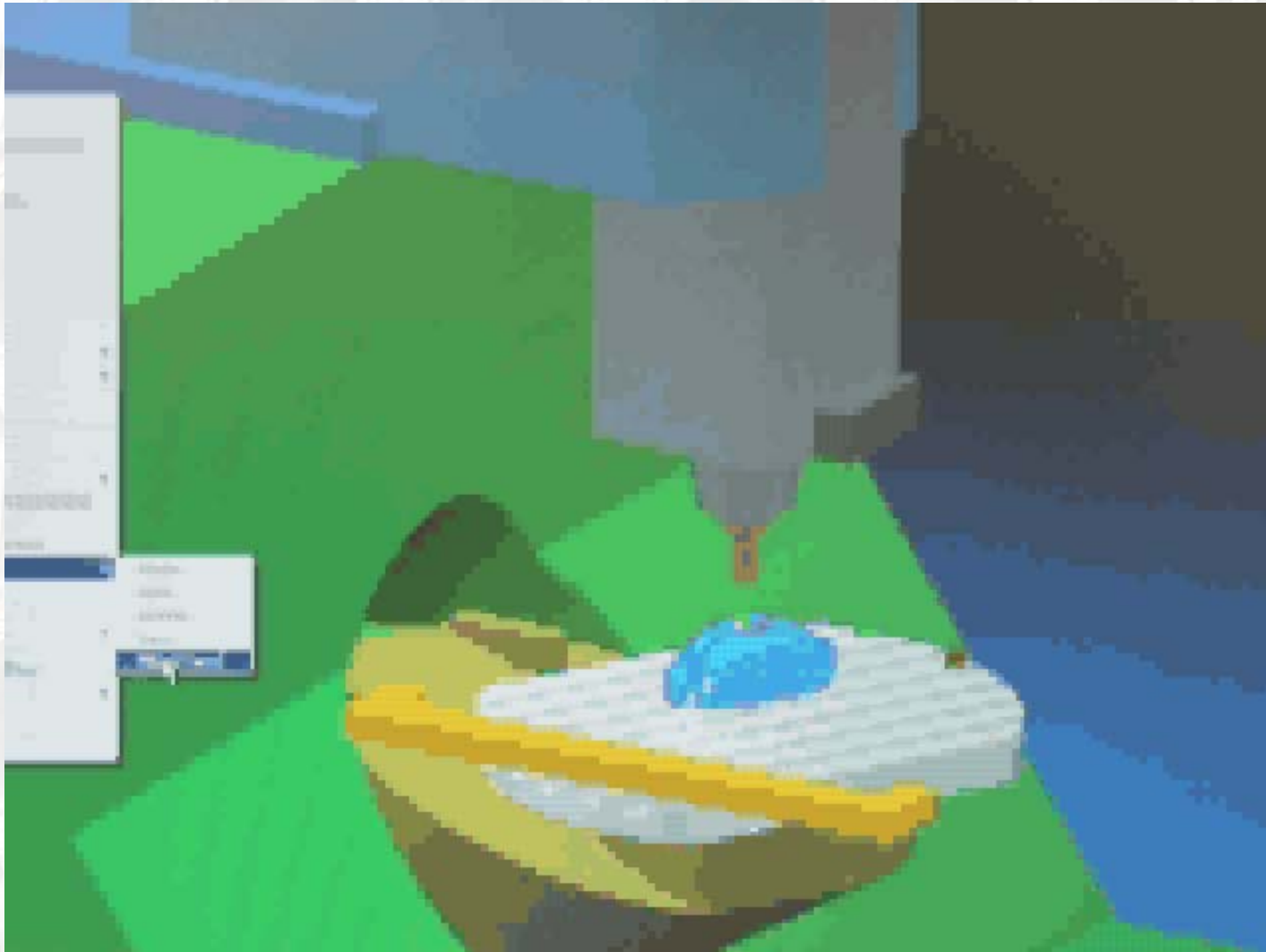
Pályavezérlésű gépeknél minden tengelyen önálló, fokozatmentesen szabályozható sebességű mellékajtómű szükséges. Az interpolátor az egyes tengelysebességek folyamatos változtatásával biztosítja a mindenkor szükséges térbeli pályamenti eredő sebességvektor beállítását.

A számvezérlésű gépek vezérlési rendszerei

Ahány tengely összhangban vezérelhető, annyi dimenziós pályavezérlésről (D) beszélhetünk. Tehát a dimenziószám az eredő sebességvektor különböző tengelyek irányába eső sebességkomponensek száma. Ha az NC nem képes minden tengelyt összhangban mozgatni (azaz pályavezérelni) a fennmaradó (csak szakaszvezérelhető) tengelyeket fél dimenziószámmal jelölték. A felső ábra 2D pályavezérlést, az alatta levő ábra 2.5D pályavezérlést mutat. Ez utóbbi "teraszos" megmunkálást jelent, azaz síkban (2D) pályavezérelhető és a harmadik tengely mentén szakaszos elmozdulást eredményez.

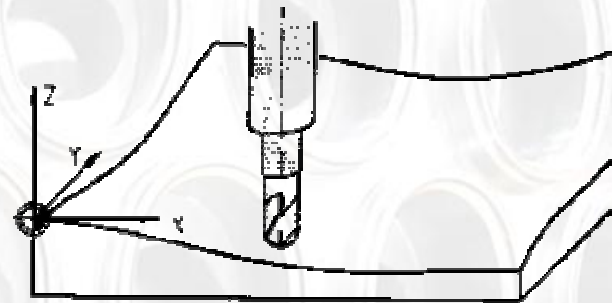


Folyamatos 5D megmunkálás szimulációja



A számvezérlésű gépek vezérlési rendszerei

Valódi térbeli alakzatok általában 3-5D pályavezérléssel munkálhatók meg, mert a geometria lekövetése mellett a maró optimális helyzetét is be kell állítani. A fenti ábra egy térbeli alakzat megmunkálását mutatja. Az alsó ábrán látható egy DeckelMaho DMU 70eVolution 5 tengelyes megmunkálóközpont. Függőleges főorsó, billenőasztal körasztallal.



3-5D



A DNC kialakulásának okai

DNC (**Direct Numeric Control**) – közvetlen számjegyvezérlés)

Az 1970-es évek elejéig a szerszámvezérléseket kizárólagosan elektronikai kombinációs és szekvenciális hálózatokból építették fel. Ez azt jelentette, hogy a vezérlés építőköveit létrehozták megfelelő áramköri elemekből (elektroncső, relé, félvezető, IC), majd ezeket az adott szerszámgép feladatainak megfelelően fixen összekapcsolták, összehuzalozták. Az így létrehozott merev NC vezérlés csak az adott szerszámgép NC-specifikus feladatait tudta ellátni. Más vezérlésű feladatra való átállítása, vagy akár feladat bővítése, változtatása új kapcsolást, áthuzalozást igényelt.

Az NC programvezérlések felépítése és a feladatokból fakadó primitív nyelvük azt eredményezték, hogy a gyártmányszerkesztés és a tulajdonképpeni gyártásfolyamat között az egész információátvitel alapvetően megváltozott.

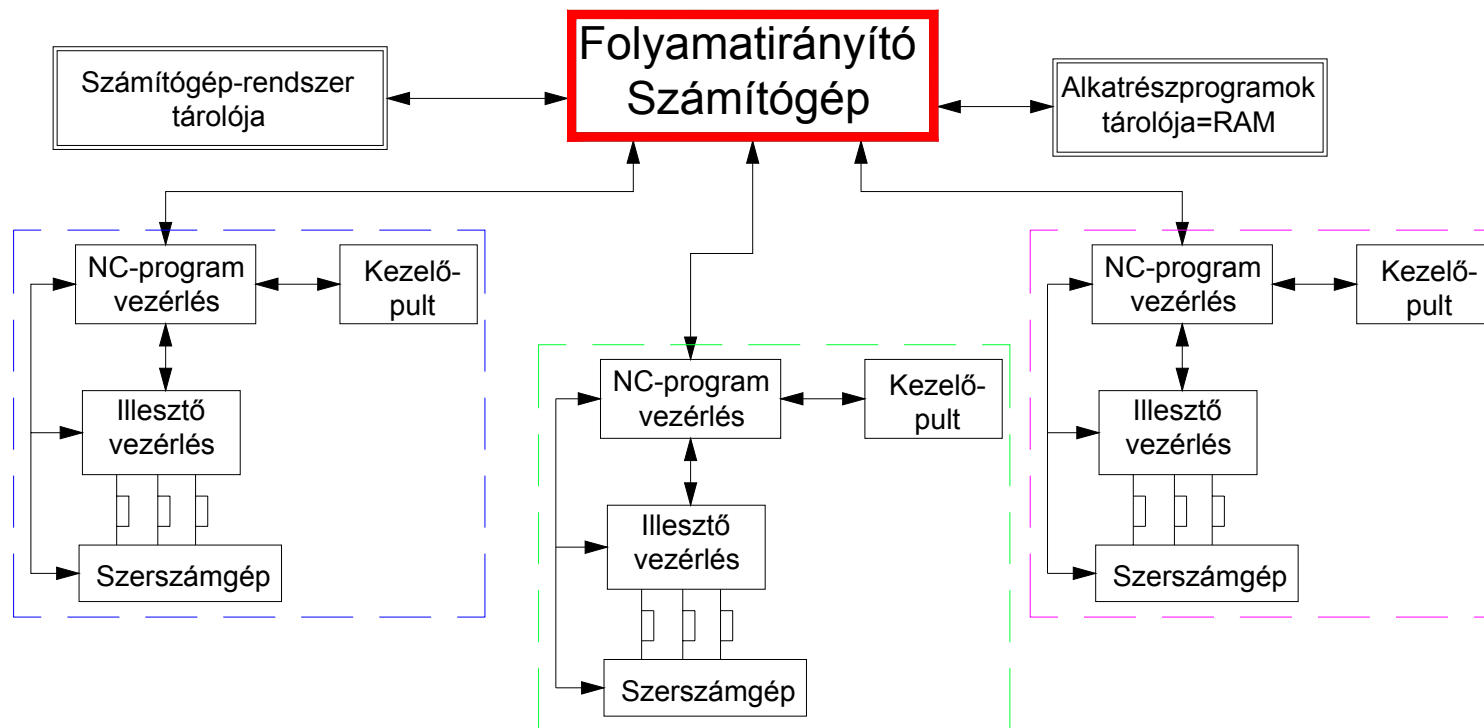
A DNC kialakulásának okai

Az alkatrészprogramokat tartalmazó információhordozókat (esetek többségében lyukszalag) még a felhasználás előtt tárolni, végteleníteni, rendezni, kiválogatni és a megfelelő szerszámgéphez eljuttatni, elosztani is kellett. A programozótól érkező lyukszalag azonban nem mindig volt alkalmas a szerszámgép irányítására. A gyakorlatban a lyukszalagokat üresben, szerszámforgácsolás nélkül vagy valamilyen puha anyagú próbadarabokon kipróbálva futtatták le először. Ennél az ún. **programbelövésnél** állapíthatták csak meg igazán azt, hogy melyik programmondát jó, vagy szorul változtatásra, kiegészítésre. A programbelövésnél felfedezett hiba mindenképpen állásidőt eredményezett. Ez a gépi időkiesés akkor is fellépett, ha valaki az első munkadarab elkészítése után optimálisabb forgácsolási paramétereket akart programba bevinni.

A DNC kialakulásának okai

Elsősorban a lyukszalaggal együtt járó problémák miatt az NC-technika rohamos elterjedése megtorpant a '60-as évek végére. Ezen problémák kiküszöbölésére alkották meg a DNC-elvet.

A folyamatirányító számítógép az előbb említett tisztán szervezési feladatokat (adattárolás, adatelosztás, adatkezelés) látta el több programvezérlés számára.



A DNC-elv legfontosabb jellemzői

- A DNC folyamatirányító számítógép szoftverrel, azaz programokkal vezérli és on-line, azaz közvetlen kábeles kapcsolattal oldja meg az adatok tárolását, kezelését, és real-time, azaz valós idejű elosztását.
- A vezérelt szerszámgépek, berendezések általában hardver úton, azaz huzalozott logikával végzik el az adott feldolgozást, amibe a folyamatirányító számítógép nem avatkozik bele.
- A folyamatirányító számítógéphez kapcsolt DNC perifériák, azaz szerszámvezérlések, pl. lyukszalagolvasó csatlakoztatásával önállóan is működőképeseek.

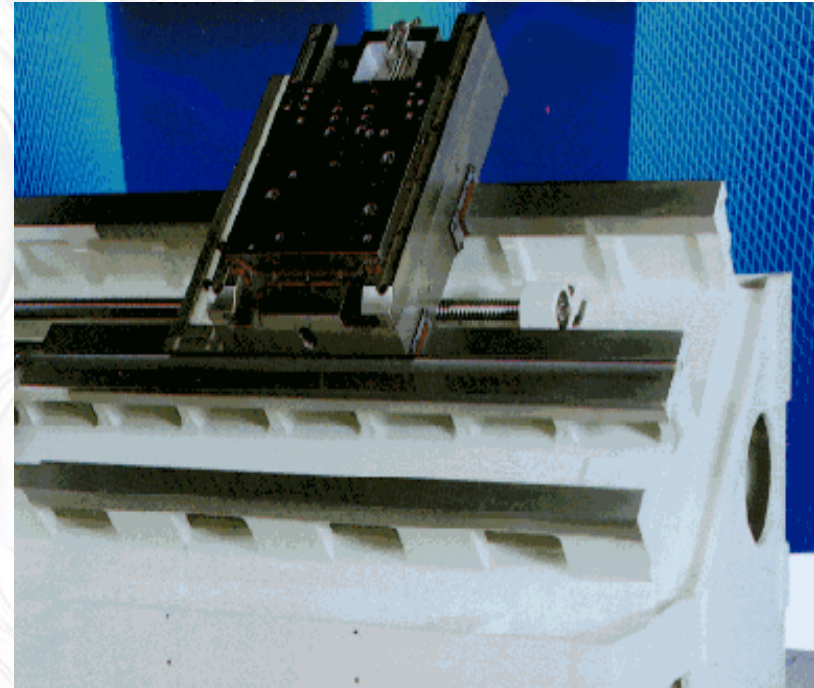
A DNC rendszer kiépítése több szerszámgép vezérlését feltételezi. Mivel az egész folyamatirányító számítógépes rendszer kiépítése a szoftver megírása csak akkor fizetődött ki, ha megfelelő számú NC gép irányítását látta el, ezért nem volt gazdaságos, csak nagy rendszerek mellett.

CNC-gép

A CNC gép külső jegyeiben is eltér a kézi működtetésű gépektől. A képernyő a program kijelzésére és a billentyűzet a program beadására, illetve módosítására. Robosztus, merev felépítésű, jellemzője a gépet beborító burkolat. Nincsenek, vagy nem a megszokott helyen találhatóak a kézi vezérlőelemek. Speciális konstrukciós megoldásokkal is találkozni, hol a szerkezeti elemek hasonlóak, de a gép felépítése eltér.

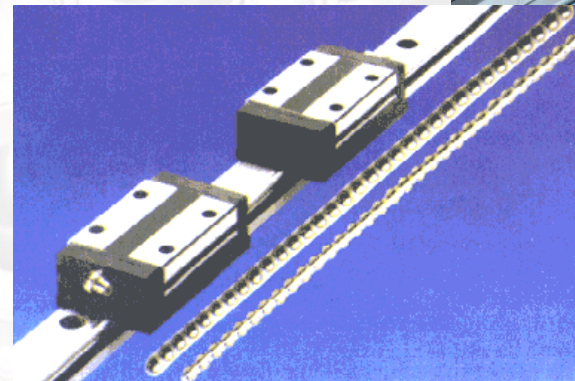
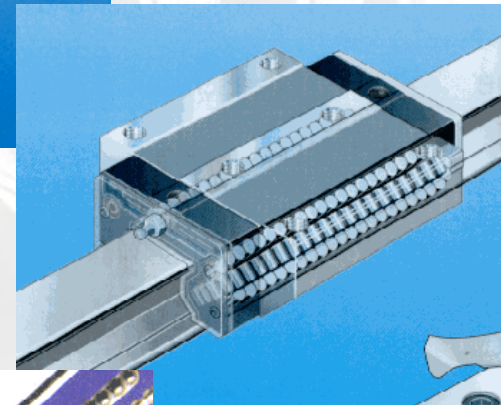
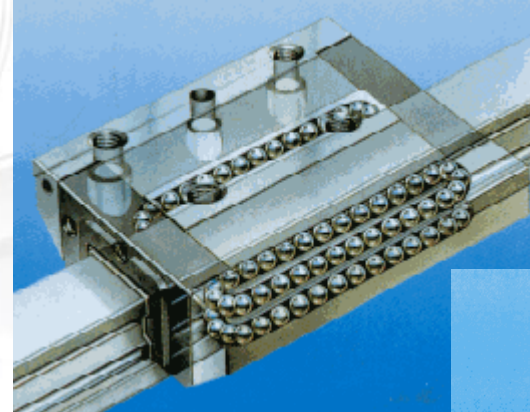
A CNC-gépek fő részei

Gépágy. Az ágy, vagy az állványszerkezet a szerszámgép alapja. Ez hordozza a gép összes aktív vagy passzív elemét, az orsókat, szánokat, asztalokat, sokszor a vezérlést is erre erősítik fel. Az állványszerkezet hegesztett acélból, öntöttvasból vagy úgynevezett kompozit betonból készül. Legfontosabb szempontok a merevség, rezgéscsillapító-képesség, hőstabilitás.



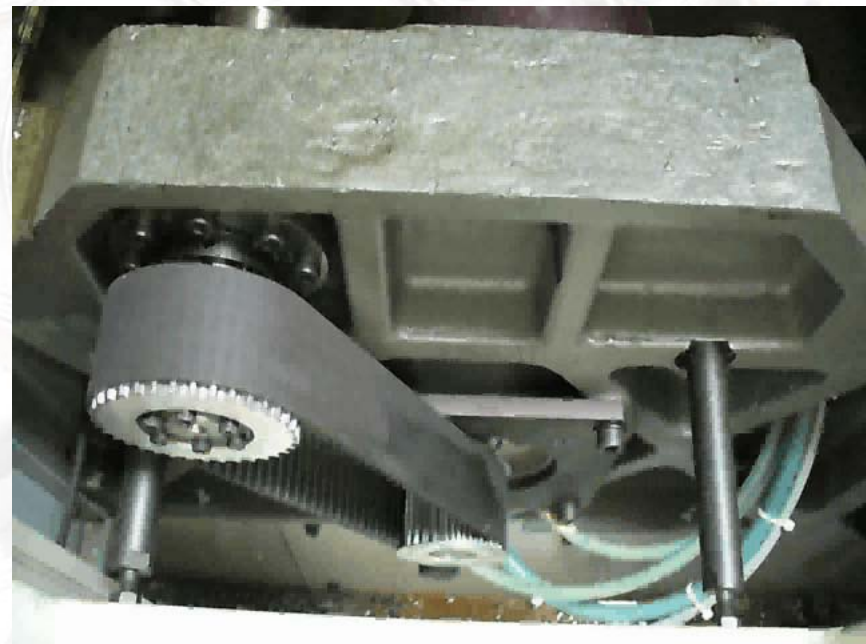
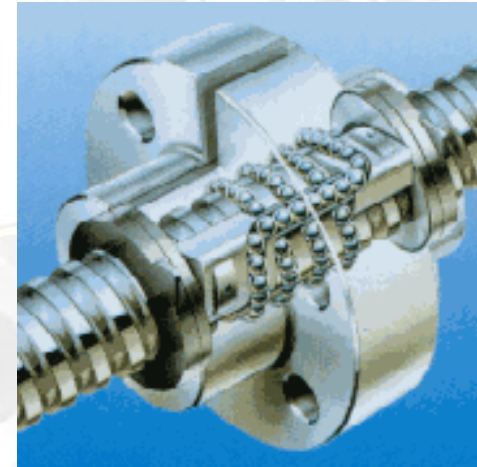
A CNC-gépek fő részei

Vezetékek. Napjainkban gördülő vezetékeket alkalmaznak a forgácsoló szerszámgépek döntő többségénél. Ezek lehetnek golyós illetve görgős kivitelűek a terhelés függvényében. Lágyság, nagy sebességű megvezetés, optimális futási tulajdonság, hosszú élettartam és karbantartás-mentesség a jellemzőjük. A golyók, ill. görgők kenőanyagkamrákban vannak, amelyek lehetővé teszik az egyenletes futást csekély hőfejlődés mellett, jelentősen csökkentve a mozgatási ellenállást.



A CNC-gépek fő részei

Mozgató orsók. A lineáris szánok mozgását leggyakrabban golyósorsó - anya párral oldják meg. Az orsó és az anya közötti kapcsolatot a golyók biztosítják. A súrlódás hatásfoka jó (kb. 0,95), a hézagmentesség, a nagy merevség pontos mozgást tesz lehetővé. Holtjáték kiküszöbölésére előfeszítést alkalmaznak. A golyók visszavezetését VV taggal V. áthidaló elemmel oldják meg.



A CNC-gépek fő részei

Motorok. Szabályozott egyenáramú (DC) vagy váltóáramú (AC) hajtómotorral közvetlenül hajtva, az orsó elfordulását mérve (közvetett útmérés) pontos szánmozgást lehet elérni. Főhajtóműveknél az asszinkron váltóáramú (AC) motorokat alkalmazzák. Az előtoló hajtások motorjainak (pozícionáló motorok) legfontosabb tulajdonsága a nagy, ugyanakkor egyenletes gyorsító - lassító képesség.

Útmérők. Mérési eljárás szerint lehetnek abszolút vagy növekményes mérőrendszerek.

A mérési eljárás szerint: Abszolút, növekményes

A mért értékek érzékelése szerint: Analóg, digitális

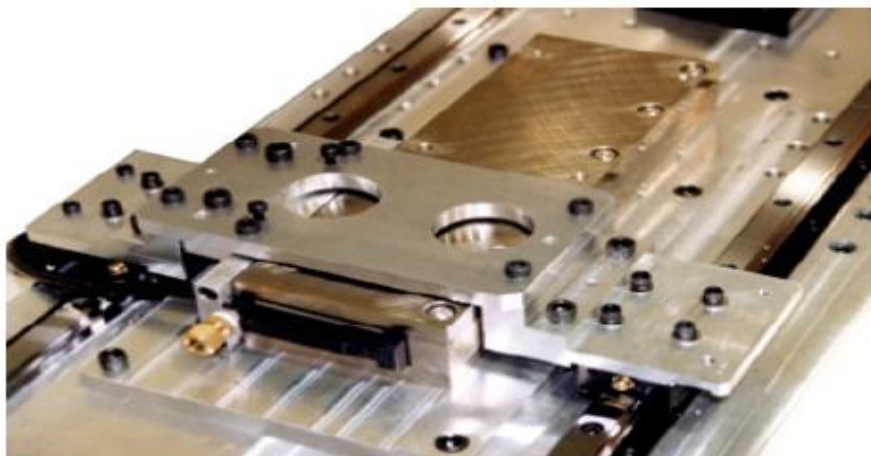
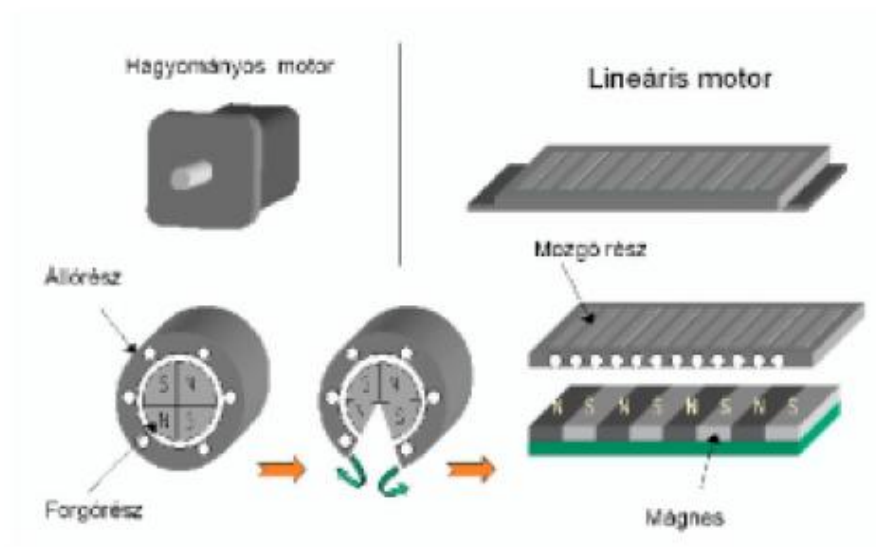
A mérés helye alapján: Közvetlen, Közvetett

A CNC-gépek fő részei

Szerszámtartók. Külön érdemes itt megemlíteni a CNC forgácsológépek szerszámtartóit, melyek önálló szerkezeti egységként az egyik legfontosabb szerepet töltik be a gép felhasználhatósága során. A szerszámváltás automatikusan történik, pontos és gyors.

Kezelőpanel. Tartalmazza a kijelző egységet, valamint a nyomógombokat. A nyomógombok két részből állnak. Az NC tasztaturából, amelyek a szerkesztő, adatbeviő és funkció gombokat tartalmazzák, valamint a gépi tasztatúrából, amely az üzemmódváltó, tengelymozgató, stb. gombokat foglalja magában.

Lineáris motor

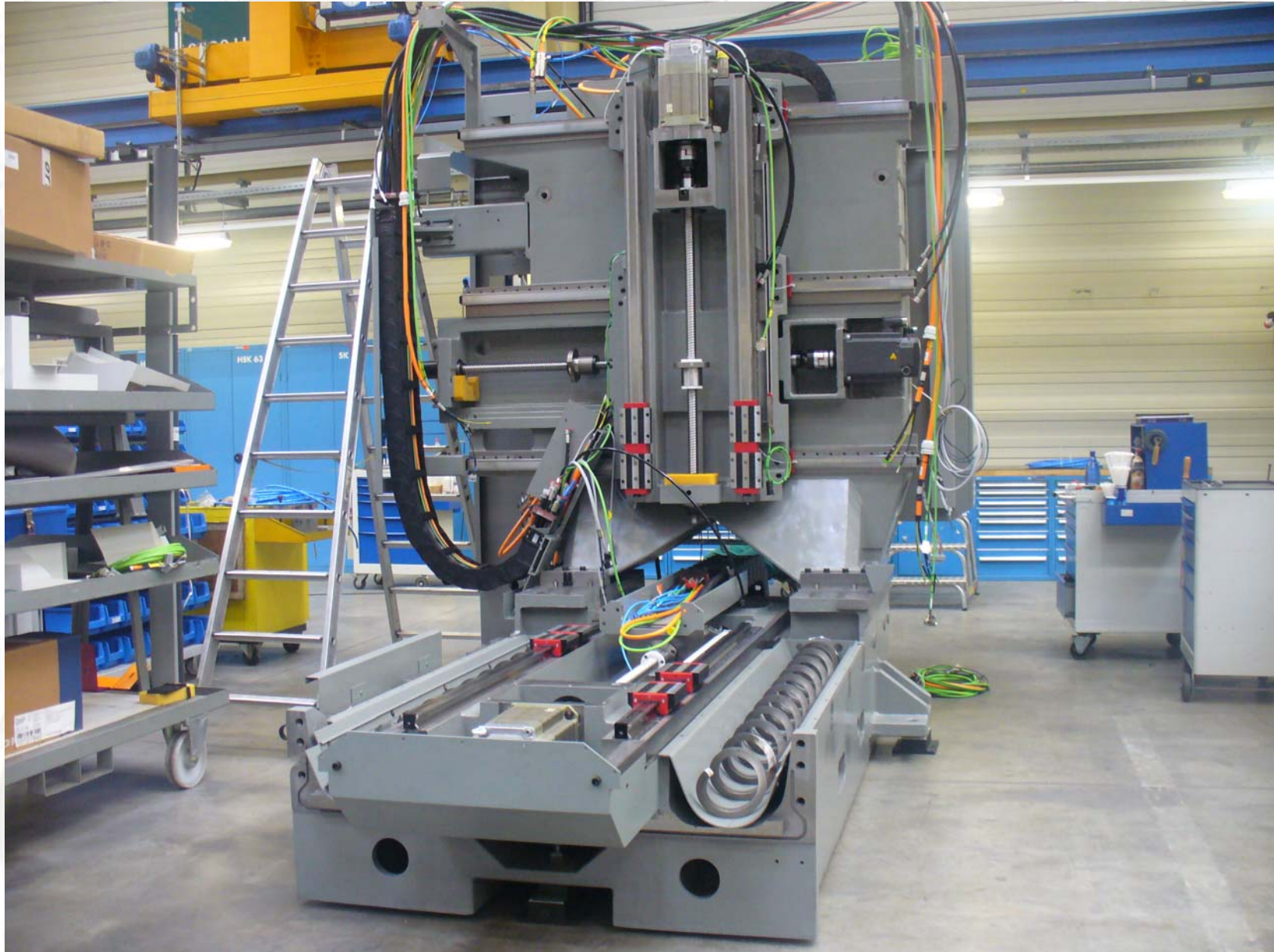


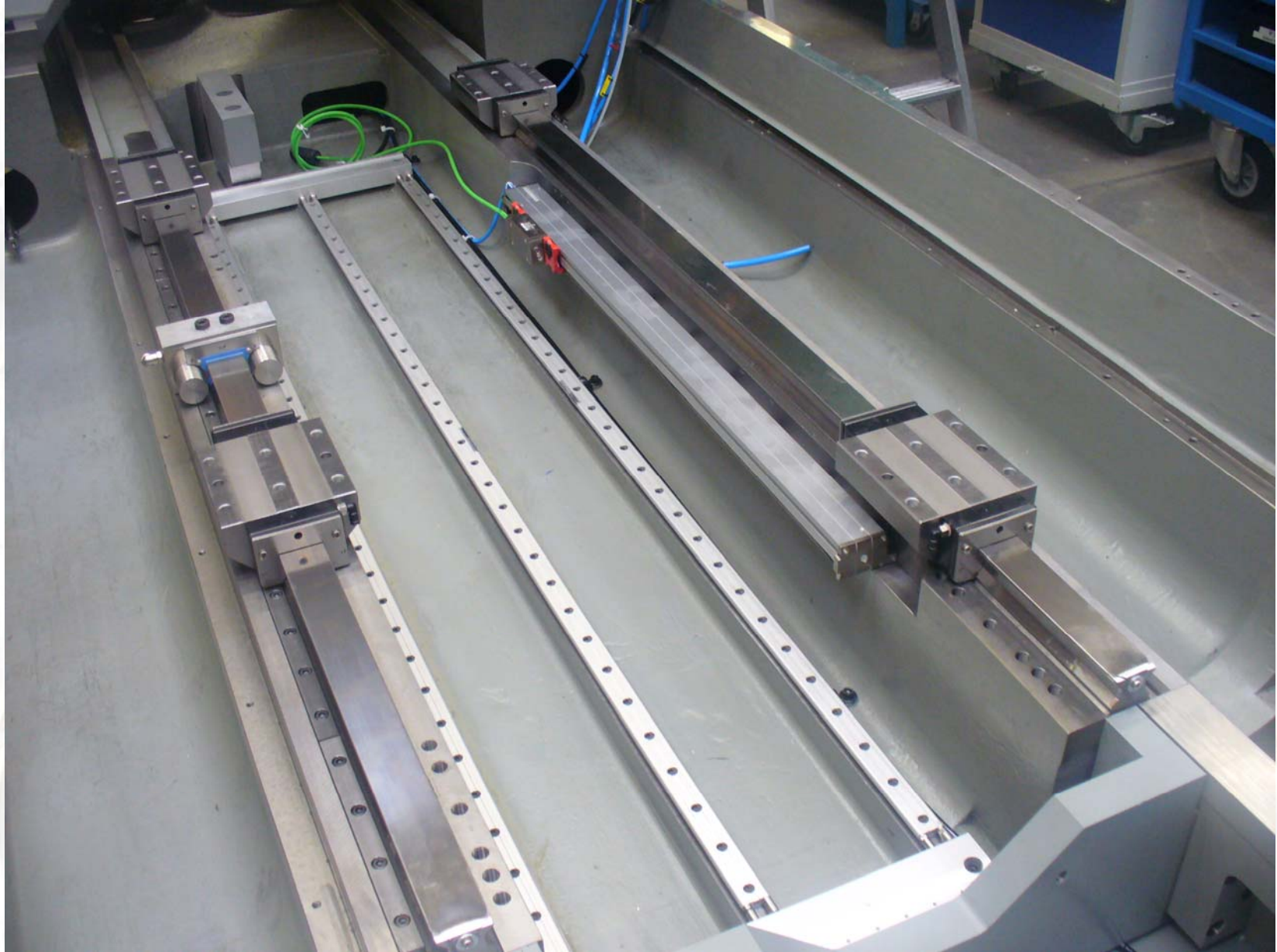
Lineáris motor előnyei

- Elméletileg korlátlan lökethossz valósítható meg.
- Megvalósítható legnagyobb sebesség 10 m/s, ez nagyságrenddel nagyobb mint a golyós orsónál.
- A megvalósítható gyorsulást a mozgatandó tömeg korlátozza, a motor elméletileg 10 g gyorsulást is meg tud valósítani. (Kábel korlát)
- Elméleti karbantartás nem igényel, mert nincs mechanikus kapcsolat a mozgó alkatrészeknél, tehát nincs kopás.
- Megfelelő szabályozó berendezéssel az álló helyzet kb.: 900 N/ μ m merevséggel tartható.
- Pontos mérőrendszerrel és szabályozással a helyreállási pontosság 1 μ m alatt, az állandó sebesség 0.01% ingadozással tartható.
- Egy állandó mágneses részhez több, egymástól függetlenül vezérelhető gerjesztett rész is kapcsolható.

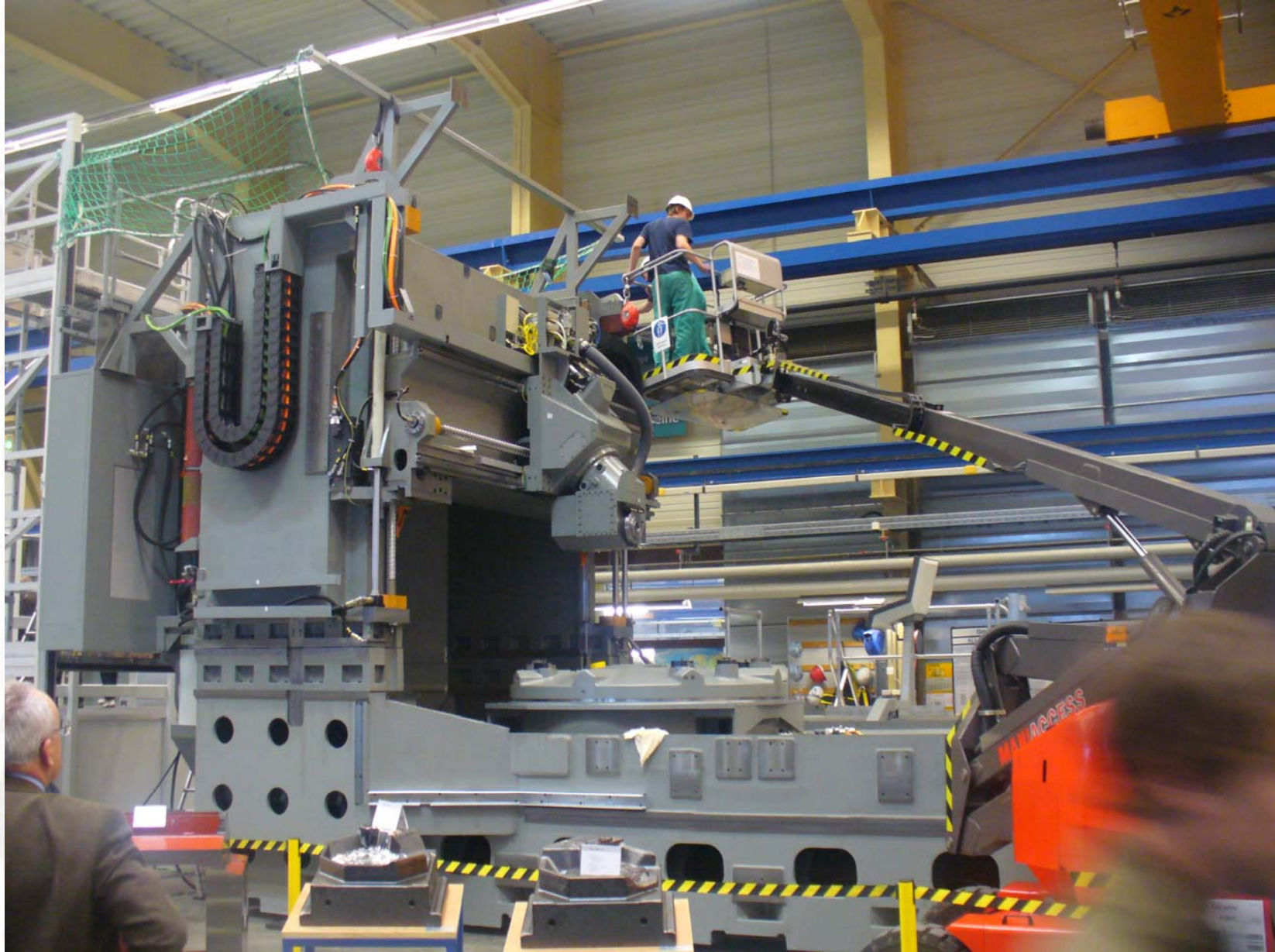
Lineáris motor hátrányai

- A gerjesztett részben jelentős veszteség hő keletkezik, amit kényszerhűtéssel kell elvezetni, hődeformáció miatt. A hűtése költséges.
- A nyitott mágneseket biztonságosan záró burkolattal kell elzárni. Az ilyen burkolat drága, és korlátozza a sebességet és gyorsulást.
- A gerjesztett rész erősáramú kábeleit, és a hűtővezetékek, csövek helyigényesek és a burkolathoz hasonlóan korlátoznak.
- A beépített motor keresztirányú helyigénye nagyobb, mint a golyósorsó-anya kapcsolaté.
- A motor nem, de a kiegészítő eszközök karbantartást igényelnek.

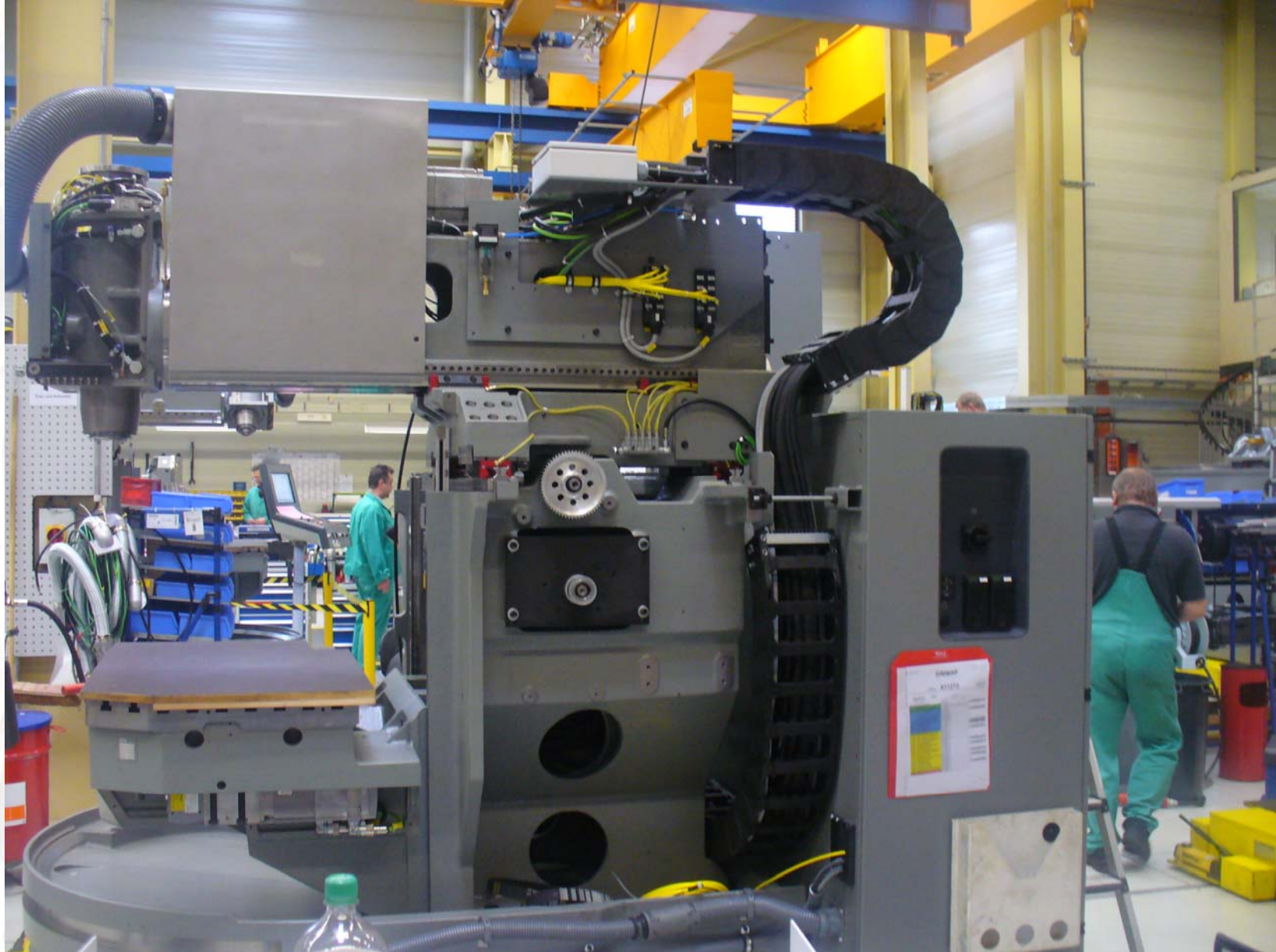






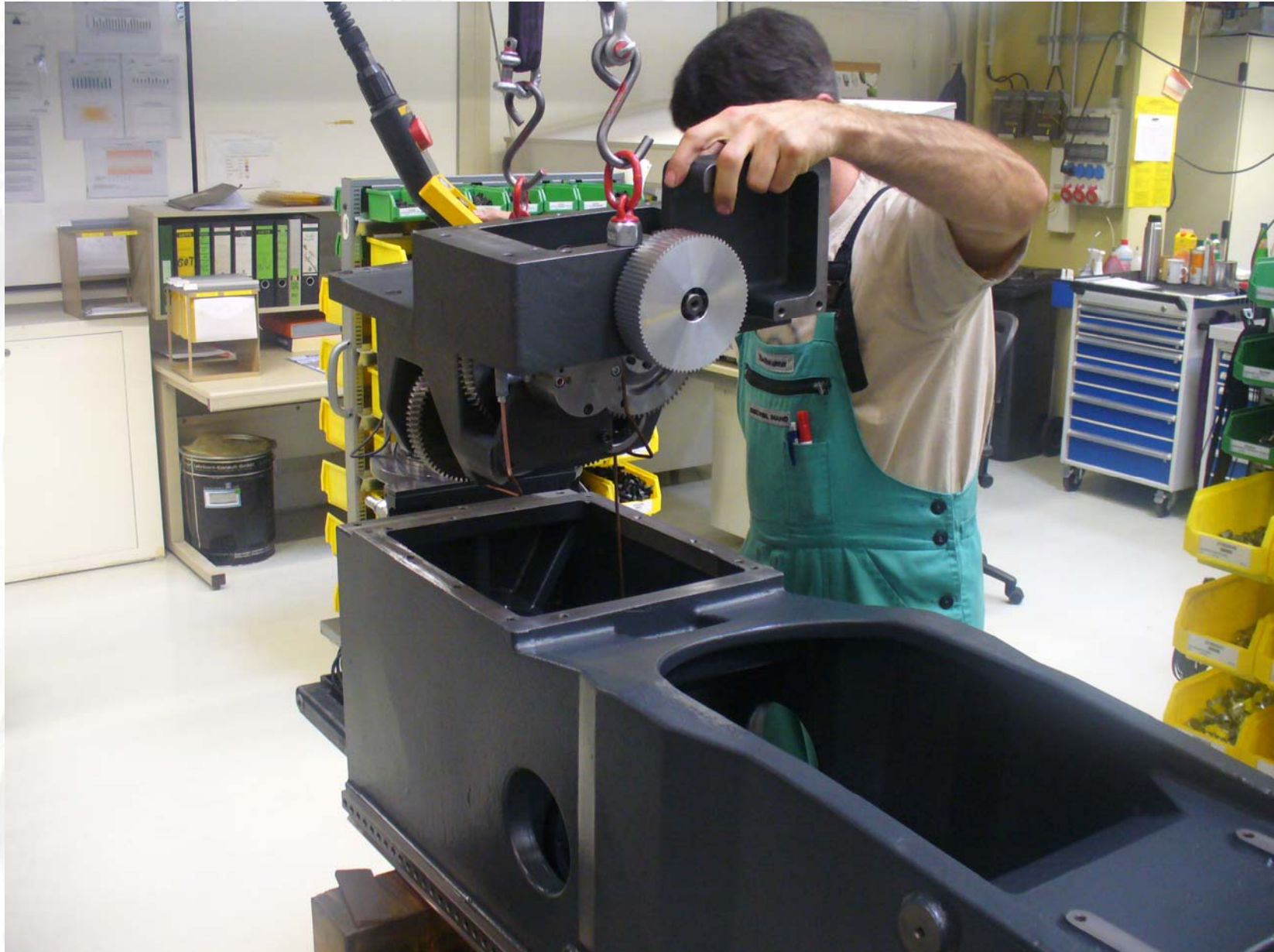














A számvezérlés elve

Az irányítástechnikában megkülönböztetnek vezérlést és szabályozást.

A **vezérlés** nyílt láncú, az adott parancs végrehajtását nem ellenőrzik. Azt csak az adott információkkal előre meghatározzák, majd végrehajtják. A vezérlés elvén működő gépeket *programkapcsolású* gépeknek nevezik. Ilyenkor a tárolóban elhelyezett program csak az egymás után következő műveletek sorrendjét adja meg. Tehát a vezérlő berendezés minden egyes művelethez, csak indító és leállító parancsot ad, de vezérelt munkaciklusban a munkát végrehajtó szerkezet nem áll a vezérlő szerv befolyása alatt.

A **szabályozás** zárt láncú, a kiadott utasítást a végrehajtott folyamat paramétereivel visszacsatolás útján összehasonlítják és ennek eredményeként a folyamatot korrigálják.

A számvezérlés elve

Ha szerszám gép irányító szerkezete zárt láncú, tehát szabályozási folyamatot lát el, akkor a gépet **programvezérlésű** szerszám gépnek nevezik.

A **számvezérlésen** olyan vezérlést értenek, ahol a gép megmunkálást végző részei mozgásának sorrendjét, nagyságát, sebességét a gépben, vagy a gépen kívül elhelyezett berendezéssel, például kapcsolókkal, lyukszalaggal előre beállítják, és a gép ennek alapján a műveleteket elvégzi. A vezérlő információk rögzíthetők mágnesszalagon is, vagy az egész szerszám gépet a számítógép technikában használatos memóriaegységben rögzített adatok alapján vezérlik. A programozás lehet teljes, de részleges is, amikor például csak egy munkaciklust, vagy csak egy tevékenységet (pl. szerszámváltás) végez el önműködően a szerszám gép.

A számvezérlés elve

Az irányító berendezésnek a munkafeladat teljesítéséhez információra van szüksége.

Az információkat jelekkel teszik érzékelhetővé. A jelek lehetnek analóg és digitális jelek.

Analóg a jel, ha a jellemezni kívánt paramétert valamely folyamatos fizikai állapottényező (pl.: feszültség) meghatározott értékével fejezik ki.

Digitális a jel, ha a paramétert számokban meghatározott jelek sorozataként adják meg. A digitális jelet szakaszos függvény írja le.

Kódolt információ az adatok analóg vagy digitális jelekben kifejezett alakja.

Végálláskapcsolók szerepe tulajdonképpen egyszerű fizikai kapcsoló. Első sorban a gép munkaterének behatárolására szolgál, végálláskapcsolóként, ill. vészvégállás-kapcsolóként. Másik feladata a szánok jeladóinak a referencijeleit segíti adott pozícióban felvenni. Kvalifikálja a nullimpulzusok jeleit, és mikor az NC referenciapont felvétel üzemmódban áthalad ezen a kapcsolón, akkor a legközelebbi nullimpulzus jelenti a gépi referenciapontot.

A PLC

PLC. Nem csak forgácsoló szerszámgépek, hanem más gépek automatizálása céljából fejlesztették ki a PLC (**P**rogrammable **L**ogic **C**ontroler) vezérlést. A PLC vezérlőegység közepes bonyolultságú munkafolyamatokat vezérel. A bemenő oldalon helyzetkapcsolók, nyomógombok, a kimenő oldalon pedig tengelykapcsolók, hidraulikus szelepek, mágneskapcsolók működnek. A vezérlőberendezés programozása egyszerű, lehet áramutas, Boole-algebrai írásmód, vagy PLC programnyelv is. A fejlettebb berendezések időzítő és számláló feltétel nélküli és feltételes ugró utasítások, szubrutinhívó utasítások, aritmetikai utasítások betáplálásával megközelítik egy folyamatirányító számítógép teljesítményét.

A PLC

A vezérlés és a szerszámgép közötti kapcsolat koordinálását a PLC végzi. A technológiai feladatok megoldásához a szánok mozgásán kívül szükség van:

- részben a szerszámgép állapotának jelzésére a vezérlő felé (részegységek üzemkészsége, vészállapotok, stb...)
- részben a programozható, nem szánmozgás jellegű parancsok közvetítésére a szerszámgép felé.

A CNC vezérlések többsége ezt a feladatot úgy oldja meg, hogy a vezérlő szabványokban rögzített értelmű 24V szintű jelet ad ki, ill. fogad. Ezeket a jeleket erre a célra készített berendezés -PLC- csatolja és alakítja át a konkrét szerszámgép igényei szerint. Ezek a logikai egységek :

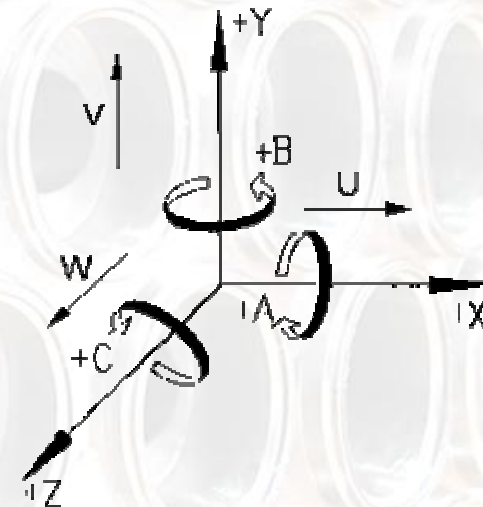
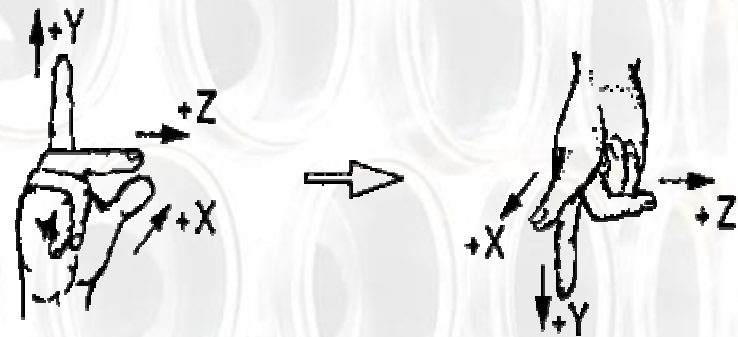
- értelmezik a szerszámgép felől érkező jeleket
- dekódolják ill. dialógusokra bontják a vezérlőtől érkező parancsokat,
- illetve ellátnak önálló, általában időfüggvényhez kötött feladatokat (pl. szánkenő ciklusok).

Az NC a programokat tárolja, azok parancsait lebontja és közvetíti a szervók és a PLC felé.

Koordináta rendszerek

A derékszögű (Descartes-féle) koordináta rendszer. A műszaki gyakorlatban is ezt használjuk kibővítve a "jobb sodrású" kifejezéssel.. Az első fő tengelyt X, a második fő tengelyt Y, a harmadik fő tengelyt pedig Z-nek nevezték el.

Egyes gépeken a munkadarab a koordinátatengelyek körül elfordulhat. Erre szükség lehet például megmunkálóközpontoknál, ahol egy felfogásban kell egy munkadarab több oldalát megmunkálni. A forgó tengelyeknek A, B, C, a szabványos elnevezése, amelyek pozitív forgásirányát a körasztalra merőleges lineáris tengely pozitív iránya határozza meg ($A \rightarrow X$, $B \rightarrow Y$, $C \rightarrow Z$). Mikor valamelyik tengely nem mindig párhuzamos az X, Y, Z, tengellyel, akkor P, Q, R, betűvel jelölhető (DIN 66217).

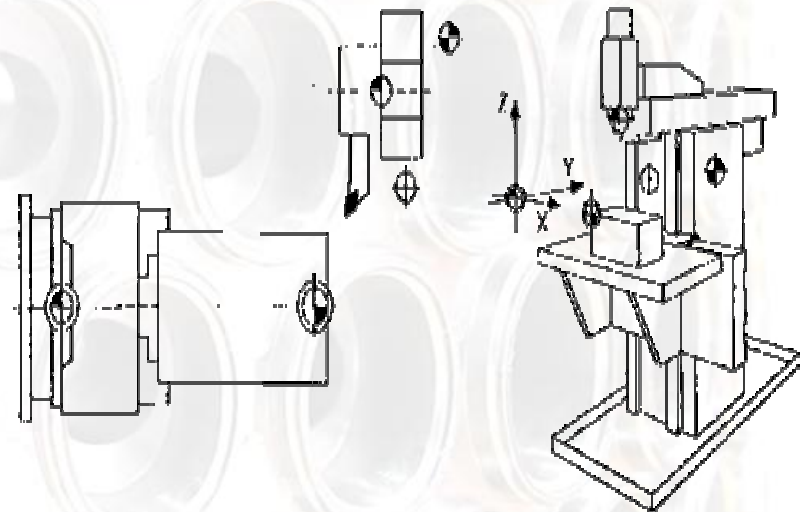


Vonatkoztatási pontok

Gépi nullpont, M: A *gépi nullpont* a gép nem változó - nem eltolható koordináta rendszerének kezdőpontja (nullpontja). Ezt a pontot a gép gyártója rögzíti, és a gépen lévő összes további koordináta rendszer és vonatkoztatási pont kiindulási pontja.

Munkadarab nullpontja, W: A *munkadarab nullpontja* a munkadarab koordinátarendszerének kezdőpontja (nullpontja). Ez a pont szabadon választható, és gép beállításakor vagy a program kezdetén a gépi nullpontra, illetve a referenciapontra vonatkoztatva rögzítik.

-  Gépnullopont
-  Referenciapont
-  Szerszám vonatkoztatási pont
-  Munkadarabnullpont
-  Szerszámcserepont



Vonatkoztatási pontok

Referenciapont, R: A *referenciapontot* a szerszámgyártója választja meg, amelyet azért rögzítenek, hogy a szerszámot (pl. a munka megkezdése előtt) pontosan meghatározott kiindulási helyzetbe lehessen beállítani.

A referenciapont a szerszám- és szánmozgás mérőrendszerének hitelesítésére és ellenőrzésére alkalmas és használatos.

A referenciaponttal a mérőrendszernek egy alkalommal, pl. a gép bekapcsolása után tájolást adnak, ezáltal a gép munkaterében minden pont egyértelműen elérhető.

A referenciapont általában a munkatér határán található, és automatikusan elérhető. A referenciapont beállítása a vezérlőberendezés bekapcsolása után lehetővé teszi az útmérő rendszer hitelesítését.

A referenciapont koordinátái a gépi nullapontra vonatkoztatva mindig ugyanazok, pontosan ismert számértékek.

A CNC gyártástervezés szempontjai

1. A **felfogási terv** tartalmazza a munkadarab azonosításához szükséges adatokat, a munkadarab vázlatát a felfogáshoz szükséges főbb méretekkel, a munkadarab koordinátáit a gép koordinátaíhoz viszonyítva, valamint a befogókészülék megnevezését. Az elkészítéséhez szükséges segédleten fel kell tüntetni a gép felfogóelemeinek jellemző méreteit, a programozható munkatartományt.
2. A **megmunkálási terv** a művelettervhez, műveleti utasításhoz hasonlóan tartalmazza a munkalépéseket, a technológiai adatokat, a szerszámterv azonosítási számát és a munkadarab azonosításához szükséges adatokat. A segédletek a technológiai tervezéshez szükséges szempontokat tartalmazzák.

A CNC gyártástervezés szempontjai

3. A **szerszámterv** a műveleti sorrendnek megfelelő szerszámok adatait és a hozzájuk tartozó technológiai adatok kódjeleit, a szerszámok vázlatát, beállítási méretét tartalmazza.
4. A **koordinátaterv** a munkadarabnak a programozás koordinátarendszerében való ábrázolása. Elkészítésének alapja a felfogási terv, mint segédlet. A koordinátaterv tartalmazza a megmunkáláshoz szükséges összes útinformációt, a munkadarab és a szerszám relatív pályáját.
5. A **programlap** az előbbi tervek alapján állítható ki és a megmunkálási terv szimbolikus leírását tartalmazza. Segédletként a gép kódtáblázatára van szükség, amely a gépen beállítható technológiai adatok kódjelét tartalmazza

CNC kiegészítő berendezések

Hűtés – Főorsón kívül és keresztül



CNC kiegészítő berendezések

Lézeres szerszámbemérés



Programnyelv szerkezete

A CNC vezérlések programozási nyelve - hasonlóan a számítógépi programnyelvhez - speciális szintaxissal és szemantikai szabályokkal rendelkezik. Ma már kizárólag a címkódos rendszert használják. A címzési eljárás segítségével a szavak a mondaton belüli helyüktől függetlenül dekódolhatók, így a szavak sorrendje kötetlen. A programlap tartalmazza a megmunkáláshoz szükséges valamennyi kapcsolási és útinformációt is.

A szimbolikus nyelv lehet betűkből (alfabetikus), számjegyekből (numerikus) és betű és számjegyekből álló (alfanumerikus). Ez utóbbi a legelterjedtebb. A program *mondatokból* áll. Egy mondat minden olyan adatot tartalmaz, amely egy művelet végrehajtásához szükséges. Minden mondat több *szóból* áll. Minden szónak meghatározott jelentése van. A szó egy betű és számjegyek kombinációja. A betűt *címnek* nevezzük.

Programnyelv szerkezete

A programmondat felépítési szabályait a *programozási utasítások* tartalmazzák, ezek vezérlőberendezésenként különböznek egymástól. Az eltérő programozási utasításokban azonban sok azonos kód is van.

Az alfanumerikus nyelv esetében az egyes utasítások betű- és számjelekből állnak. A betűjel mint "címezés" alapján kerülnek az egyes utasítások a funkciónak megfelelő tároló- vagy elosztóegységbe. A számjelek az egyes funkciókon belüli utasításadatokat tartalmazzák. Az alfanumerikus rendszernél az utasítások sorrendje (szórend) nem kötött, változatlan utasításokat nem kell még egyszer leírni. A programozás egyszerűbb.

Programnyelv szerkezete

Általánosságban megemlítjük azokat az információkat, amelyeket egy programrésznek tartalmazni kell. Ezek a következők (MSZ 9226-73 szerint) :

- a programazonosító
- a mondatformátum sorszáma (mondatszám) (N)
- koordinátaértékek, geometriai információk
(X, Y, Z, A, B, C, I, H, K)
- művelet-előkészítő (G) funkciók
- kapcsolási, vagy más néven segédfunkciók (M)
- fordulatszám kódja (S)
- szerszám kódja (T)
- szerszámkorrekció kódja (H, D)
- előtolás kódja (F)
- programciklusra vonatkozó utasítások.

Programnyelv szerkezete

A szavak tartalmilag négy nagyobb csoportba sorolhatók: programtechnikai, geometriai, technológiai, programszervezési. A szó általában egyetlen gépi funkcióra vonatkozó utasítás. A mondat egy pályaelemhez vagy akár egy teljes műveletelemhez tartozó összes utasítást tartalmazza. A vezérlés a cím megfejtésével (dekódolás) értelmezi az adatokat. Elvileg teljesen közömbös, a különböző gépfunkciókhoz milyen címbetűket rendelünk hozzá. Az egységesítés azonban elengedhetetlen feltétel, így az egyes vezérlések az ISO előírásokhoz ragaszkodnak. MSZ 9226 és az MSZ 9227.

Programnyelv szerkezete SIEMENS 840D

```
; %_N_12_furat2_MPF
;$PATH=/_N_WKS_DIR/_N_16_WPD
N1 MSG(" PostProc. DP1461 : Option File SZE3 ")
N2 G71 G90 G94
N3 G54 G17
N4 MSG(" TOOL TYPE : DRILL : TOOL ID. d12furo ")
N5 MSG(" TOOL DIA. 12.0 : TIP RAD 0.0 : LENGTH 60.0 ")
; -----
; Biztonsagi Pontra Pozicionalas
; -----
N6 TRAFOOF
N7 G53 G0 Z0.0 D0
N8 G53 X-800.0 Y-600.0
N9 T7 M06
N10 G64 M74
N11 S1500 M03 D1
N12 MSG(" TOOLPATH= 16 ")
N13 G0 B35.074 C-77.728
. *****
;
; Koordinata Transzformacio
. *****
;
N14 TRAORI
N15 G54
N16 ATRANS X-148.286 Y-78.373 Z58.04
N17 AROT X24.604 Y0.135 Z-0.618
N18 FFWON
N19 G1 X-0.369 Y21.034 F3000
N20 Z10.0
N21 X-47.357 Y22.077 M08
N22 F150
N23 ; MSG(RTP ,RFP ,SDIS ,DP ,DPR ,FDEP ,FDPR,DAM,DTB,DTS,FRF,VARI )
N24 MCALL CYCLE83 (-76.657 ,0.0 ,4.999 , -30.0 ,30.0 , -30.0 ,30.0 , 1 ,0.0 , , 1 , 0)
N25 X-47.357 Y22.077
N26 MCALL
N27 ; M17
N28 G0 Z-76.657
N29 M09
```

```
; %_N_Terasz_MPF
;$PATH=/_N_WKS_DIR/_N_4_WPD
N1 MSG(" PostProc. DP1461 : Option File DMU70VSiemens840D-1 ")
N2 G71 G90 G94
N3 G54 G17
N4 TRAFOOF
N5 MSG(" TOOL TYPE : ENDMILL : TOOL ID. 63-as ")
N6 MSG(" TOOL DIA. 63.0 : TIP RAD 0.0 : LENGTH 100.0 ")
N7 T5 M06
N8 G64 M74
N9 S5000 M03 D1
N10 MSG(" TOOLPATH= 4 ")
N11 G1 X-333.075 Y-141.833 Z140.0 F16000
N12 Z135.0 M08
N13 Z128.0 F1000
N14 X-323.075 F2000
N15 X-321.5
N16 X31.5
N17 Y-107.167
N18 X-321.5
N19 Y-72.5
N20 X31.5
N21 Y-37.833
N22 X-321.5
N23 Y-3.167
N24 X31.5
N25 Z140.0 F16000
N26 X-333.075 Y-141.833
N27 Z135.0
N28 Z126.0 F1000
N29 X-323.075 F2000
```