

## FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

### SZERSZÁMPÁLYA MEGHATÁROZÁSA KOMPLEX FELÜLETEK 3 TENGELYŰ NC SZERSZÁMGÉPEN VALÓ MEGMUNKÁLÁSA ÉRDEKÉBEN

REVNIC Ildikó\*), GYENGE Csaba\*\*), DAMIAN Mihai\*\*\*)

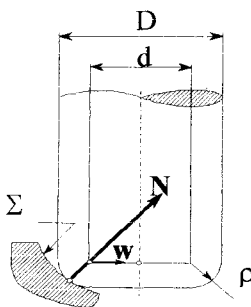
*SUMMARY* The processing of the complex surfaces on a 3-axis NC machine-tool allows to reach only the regions of the part that are accessible for a milling-tool with the axis parallel to the spindle of the machine-tool. The paper deals with the calculation of the too-path for processing complex parts on a 3-axis NC machine-tools equipped with a milling device that may be inclined.

#### 1. Általános szempontok

A dolgozat keretében a komplex felületek megmunkálási lehetőségeit mutatjuk be egy olyan mechanizmus segítségével, amely lehetővé teszi a szerszám elfordítását, úgy hogy annak tengelye egy  $\varphi$  szöget zárjon be a géptengellyel, és ily módon növeli a hozzáférhető felületet. Az általános programok, amelyeket a számítógép által irányított megmunkálás esetében használunk, nem foglalják magukba az ily módon irányított szerszám mozgásait. Az ilyen mechanizmussal ellátott szerszám gép technológiai képességei nagyon hasonlóak egy 5-tengelyű NC szerszám gép képességeihez. Az alapvető különbség a szerszám mozgásában áll, amely a 3-tengelyű NC szerszám gépek sajátossága.

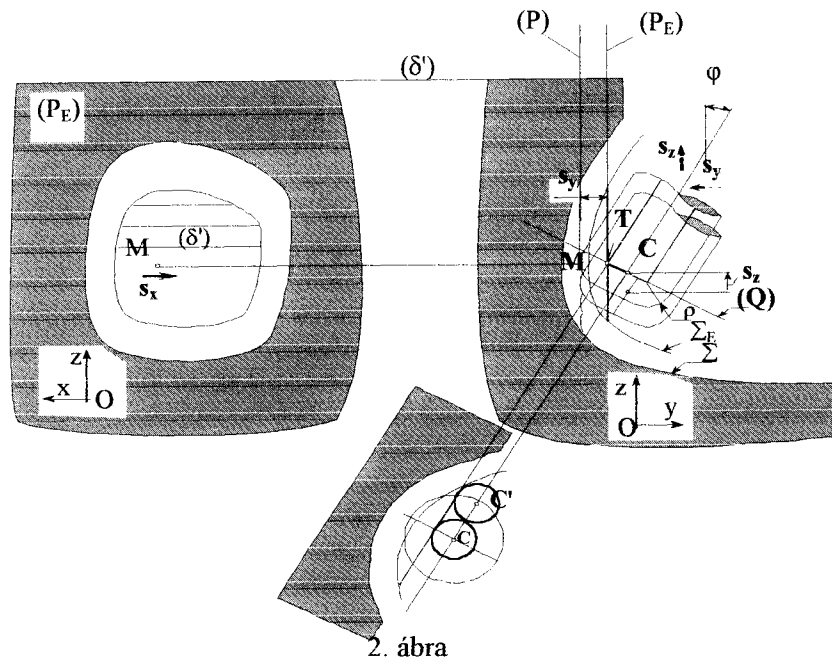
#### 2. A megmunkálás kinematikája

3.



A megmunkálást egy tórusz-végű újmaró végzi (1. ábra). Elsőként feltételezzük, hogy a maró-tengely elfordítása nélkül dolgozunk. A 2. ábrán feltüntettük azokat az adatokat amelyeket egy  $\Sigma$  felület nagyolásához használunk, akkor amikor a szerszám tengelyt nem fordítjuk el. A nagyolás abban az esetben lehetséges, ha a szerszámot úgy mozgatjuk hogy a munkadarab és a szerszám érintkezési pontja, vagyis az M pont, egy, az Ox tengellyel párhuzamos ( $\delta$ ) egyenesen helyezkedjék el.

A  $d$  átmérőjű henger (lásd a 2. ábrát) ugyancsak érinti a T pontban a ( $\delta'$ ) egyenest, amely a ( $\delta$ )-val párhuzamos és a ( $P_E$ ) síkban helyezkedik el.



2. ábra

A szerzők által ajánlott megmunkálási mód abban áll, hogy a szerszámot egy, az  $yOz$  síkkal párhuzamos síkban mozgatjuk addig amíg ez hozzáér a munkadarabhoz. A megmunkálás ezután a maró  $C$  középpontjának lineáris elmozdulása által történik. Ez a módszer megfelelőnek bizonyul, de a felület érdessége nagy. A simítási megmunkálást úgy valósítjuk meg, hogy a maró  $C$  középpontját sikerül egy, az  $yOz$  síkkal párhuzamos  $(Q)$  síkban tartanunk. A szerszám pályája meghatározott ha annak legalább egy pontja állandó érintkezésben van a  $\Sigma$  felülettel.

### 3. A szerszám-pálya meghatározása a nagyolási megmunkálás esetében

A CAD/CAM rendszer által használt mértani modellek általában NURBS-felületek (nem egyenletes racionális B-spline felületek). Ahhoz hogy azokat a  $(\delta')$  egyeneseket meghatározhassuk, amelyeken a szerszámhoz tartozó  $T$  pont mozog, a  $\Sigma_E$  felületet egy sor, egymástól egyenlő távolságra levő párhuzamos síkkal metsszük. A szerszám által követett egyenes azon a  $T$  pontok mértani helye, amelyek egy ilyen síkhoz (a 2. ábrán  $P_E$  sík) ugyanakkor a  $d$  átmérőjű hengerhez tartoznak (lásd 1. ábra). A  $T$  pont  $x$  és  $y$  koordinátái ismertek, ugyanis ezeket a  $P_E$  sík helyzete és a szerszám  $C$  középpontjának  $z$  koordinátája határozzák meg. Az 1. ábra jelöléseit felhasználva meghatározhatjuk a következő vektoriális egyenletet, amely a  $T$  és a  $C$  pontok koordinátái közötti kapcsolatot fejezi ki:

$$\mathbf{C} = \mathbf{T} + \left(\frac{d}{2} - \rho\right) \cdot \mathbf{w}, \tag{1}$$

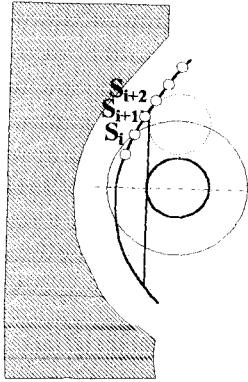
ahol a  $\mathbf{w}$  egységvektor, amely a  $(Q)$  síkban van, merőleges a szerszám tengelyére és tartalmazza a  $C$  pontot. A  $\mathbf{w}$  a következő vektoriális szorzattal határozható meg:

$$\mathbf{w} = \frac{\mathbf{a} \times (\mathbf{N} \times \mathbf{a})}{|\mathbf{a} \times (\mathbf{N} \times \mathbf{a})|} \tag{2}$$

Ahhoz hogy a  $(\delta')$  egyenesen való elmozdulás határpontját meghatározhassuk, számba kell vennünk a  $(Q)$  sík és a  $\Sigma_E$  felület metszetét.

A metszet egy görbe, amelyen felvesszünk egy sor  $S_i$  pontot (3. ábra) és meghatározzuk a következő korlátozást, ami megelőzi a szerszám és a megmunkálandó felület interferenciáját:

$$|CS_i| < (d/2 + \varepsilon) \quad (3)$$



3. ábra

Az  $\varepsilon$  paramétert azért vezettük be az (3)-as egyenletbe, mert az teszi lehetővé, a simítási megmunkáláshoz szükséges ráhagyást. Ez az egyenlet kifejezi a helyi interferencia feltételét, a marószerszám interferenciáját a  $T$  pont közelében és a tóruszos részen. Miután a hasonlóságokat meghatároztuk, ezt a módszert 5 tengelyű NC szerszámgépen is használhatjuk, [1], ellenőrizve az interferenciát. Az egyetlen különbség az interferencia-pontból való kilépésből áll.

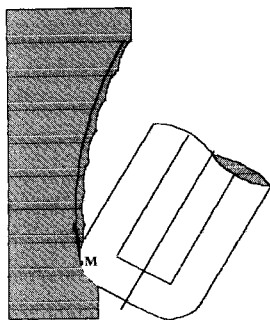
#### 4. A szerszám pályá meghatározása a simítási megmunkálás érdekében

A simítási megmunkálás érdekében, feltételezve hogy a szerszám tengelyt az  $yOz$  síkban elfordítjuk (lásd 2. ábra), úgy kell a szerszámot mozgatnunk, hogy annak  $C$  középpontja a  $yOz$  síkkal párhuzamos  $(P)$  síkban maradjon (4. ábra).

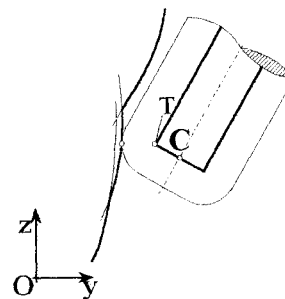
Meghatározhatjuk a szerszám középpontjának helyzetét, ha felhasználjuk a  $\Sigma$  felülethez tartozó  $M$  pont koordinátáit és annak helyzetvektorát, amely  $\mathbf{r} = \mathbf{r}(u, v) = x(u, v)\mathbf{i} + y(u, v)\mathbf{j} + z(u, v)\mathbf{k}$ , tehát a szerszám  $C(u, v)$  középpontja [4]:

$$\mathbf{C} = \mathbf{r} + \rho \frac{\mathbf{N}}{|\mathbf{N}|} + \left( \frac{D}{2} - \rho \right) \frac{\mathbf{w}}{|\mathbf{w}|} \quad (4)$$

A fenti (4)-es egyenlet a  $\Sigma_C(u, v)$  felület egyenlete. A szerszám pályát a  $\Sigma_C$  felület és a  $yOz$  síkkal párhuzamos  $(P)$  sík metszete határozza meg. Az ily módon megmunkált felület azonban valószínűleg nem folytonos részeket is tartalmaz.



4. ábra



5. ábra

A simítás esetében megjelenhető interferencia nagyobb figyelmet igényel mint a nagyolásnál megjelenő interferencia. A szerszám oldalfelülete és a megmunkálandó felület közötti interferencia korlátozza a szerszám által a (P) síkban leírt pályát. A szerszám tórikus részének a  $\Sigma$  felülettel való interferenciája akkor jelenik meg, amikor a  $C(u,v)$  felület és a (P) sík metszete a metszési görbe. Ezen probléma megoldása érdekében a szerszám pályának csak olyan pontokat kell tartalmaznia amelyeken a szerszám áthaladhat. (lásd 5. ábra). A szükségtelen pontok eltávolításának algoritmusai nem komplikáltak, bemutatása a [3]-ban megfelelő.

## 5. Következtetések

Matematikai szempontból világos, hogy a megoldás nem nagyon körülményes, a pályameghatározás ugyanis a használatos CAM rendszerre alapozódik és hasznos lehet olyan megmunkálóknak akik nem rendelkeznek 5 tengelyű NC szerszámgéppel.

### KÖNYVÉSZET

- [1] Rubio, W., Damian, M., Pastor, F. Usinage des formes complexes sur centre d'usinage 5 axes. In: MTM-93, A II-a conferință științifică internațională « Mașini și tehnologii moderne ». Cugir, 1993.
- [2] Gyenge, Cs. Application of the Frenet's trihedron in the planing form manufacturing technology of helical surfaces. GEPGYARTASTECHNOLOGIA, Budapest n°. 5-6, 1992.
- [3] Damian, M., Rubio, W. Proiectarea asistată de calculator a formei și tehnologiei reperelor. Casa cărții de știință, Cluj-Napoca, 1999.
- [4] Marciniak, K. Geometric Modelling for Numerically Controlled Machining. Oxford University Press, 1991.

\*) Doktorandusz, Kolozsvári Műszaki Egyetem (K.M.E), Románia

\*\*\*) Tszv. egyetemi tanár, K.M.E, Románia

\*\*\*\*) Egyetemi docens, K.M.E, Románia

K.M.E, str. Muncii, nr.103-105, cat T.C.M, 3400 Cluj-Napoca, Románia

Tel/Fax: 0040-64-415051

E-mail: Ildi\_Revnic@yahoo.com / cgyenge@tcm1.east.utcluj.ro / Damian\_Mihai@yahoo.com