

Stružnica s Sinumerik 840Di sl krmiljem

Marko Franc¹, dr. Aleš Hace²

APP Marijan Franc s.p. Goriški vrh 66, Dravograd ¹

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Smetanova ulica 17, Maribor ²

marko.franc@uni-mb.si, ales.hace@uni-mb.si

Lathe with the Sinumerik 840Di sl control

The manufacturer main goals are to satisfy the customer, earn money and to be ahead of the concurrence etc.. To achieve good compromise for certain criteria, he needs "sufficient" machines. This article describes retrofitting steel lathe Poreba, which is installed at Serpa d.o.o. Ravne. In retrofitting Sinumerik 840Di sl is used. During retrofitting the lathe is modified and different work pieces can be processed.

1 Uvod

Cilj proizvodnje so kvalitetni izdelki, kateri so izdelani z visokim izkoristkom, saj imajo le ti velik doprinos podjetju. Za doseg takšnih izdelkov je potrebno izpolniti mnogo faktorjev in eden od njih so dobri obdelovalni stroji. Članek opisuje obnovo in modifikacijo stružnice, ki se nahaja v podjetju Serpa d.o.o. Ravne. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 1994, osnovna dejavnost podjetja je vzdrževanje strojev.

Osnova je stružnica s krmiljem Sinumerik 520c, katero temelji na industrijskem računalniku. Programiranje je potekalo z luknjastim trakom, kateri se je prepisal v delovni pomnilnik velikosti 2 x 8 kB (feritna jedra), kar je predstavljalo določeno omejitev pri struženju zahtevnejših programov. Krmilni del je ločen in sicer Simatic S31. Dodaten izhod za luknjač je omogočal »tiskanje« programov. Celotno krmilje je bilo zelo distribuirano.

Obnova stružnice je bila izvedena s krmiljem Sinumerik 840Di sl, katero je zamenjalo dotrajano krmilje. Prav tako se je izvedla tudi modifikacija konstrukcije stružnice, katero

omogoča po končani obnovi obdelavo večjih obdelovancev.

Cilj obnove je izboljšati stružnico, kar pomeni lažje manipuliranje s stružnico, natančnost struženja, vodenje zgodovine, hitrost in drugo.

Članek opisuje osnovne komponente, ki so se uporabile pri obnovi in stružnico. Po pregledu zahtev sledi potek obnove in prikaz rezultatov obnove. Zahtevnost obnove prikazuje kratek opis vloženega dela.

2 Sinumerik krmilje

Sinumerik je produkt podjetja Siemens, ki je primeren za široko rabo na področju NC strojev. Od stružnic, rezkalnic, obdelave mehkih in trdih materialov ter drugo.[5]

2.1 Sinumerik 840Di sl



Slika 1: Sinumerik 840Di sl [1]

Sinumerik 840Di sl je sodobno krmilje, kar pomeni integracijo numeričnega dela na PC platformi. Slika 1 prikazuje ključne komponente, ki so uporabljene pri obnovi stružnice:

- Industrijski računalnik
- Sinamics S120

- CU320 (ang. control unit) – osrednja enota vodenja
- ALM (ang. active line modul) – generira stabilizirano DC napetost (ang. DC link voltage)
- SMM/DMM (ang. Single/double motor module) – pretvorba DC napetosti (ang. DC link voltage) za vodenje motorjev
- ADI4 – A/D komponenta

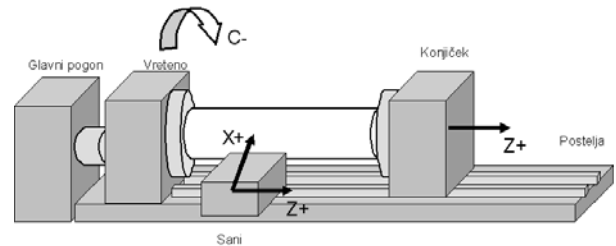
3 Stružnica

Stružnica je obdelovalni stroj, ki se uporablja za struženje obdelovanca. Obdelovanec opravlja krožno gibanje po kateremu potuje nož po željeni konturi. Izvedba krožnega gibanja in izvedba poteka konture noža je razložena z razlago sestavnih delov.[2]

Sestavni deli stružnice so:

- **Vretenjak** (ang. headstock), na katerega se pritrdi glava obdelovanca. Sestavljen je iz vretena, elektromotorja in gredi z zobniki, kateri omogočajo prenos vrtilnega gibanja elektromotorja na glavno vreteno. Vreteno omogoča nastavitvev obratov, katero se izvede z izbiro pogonske stopnje ter regulacijo glavnega pogona. [2],[4]
- **Konjiček** (ang. tailstock), na katerega se pritrdi zadnji del obdelovanca. Se ne vrti, vendar pa opravlja longitudinalni pomik.
- **Postelja** (ang. bed) predstavlja osrednji del stružnice in povezuje vreteno in konjiček po kateri potujejo poleg konjička tudi sani.
- **Sani** (ang. support), na katere so pritrjeni noži in implementirajo želeno konturo na obdelovanec v X in Z smeri.

Sestavni deli in koordinatni sistemi so prikazani na sliki 2.



Slika 2: Sestavni deli

Obstaja več vrst stružnic, e.g. kopirna, avtomatska in numerično krmiljena stružnica (ang. CNC – computer numerical control). CNC nadomešča starejše izvedbe stružnic zaradi enostavnosti, e.g. nastavitvev, uporaba, uporabniški vmesnik in drugo. [3]

Članek opisuje stružnico Poreba TCG125, katere izdelava seže v leto 1978. Celotna teža stružnice je ocenjena na 30 ton. Omogoča 3 pogonske stopnje (1.6 – 315 rpm). Maksimalna teža obdelovanca je 30 ton, oziroma 35 ton z dodatnim podpornikom (lineto). Maksimalna dolžina obdelovanca je bila prvotno 4 m.

Pri obnovi stružnice so se implementirale razne modifikacije. Povsem novo krmilje, vključitev merilnih sistemov Heidenhain, podaljšanje postelje na 6 m. Staro krmilje se je nadomestilo s Sinumerik 840Di sl krmiljem.

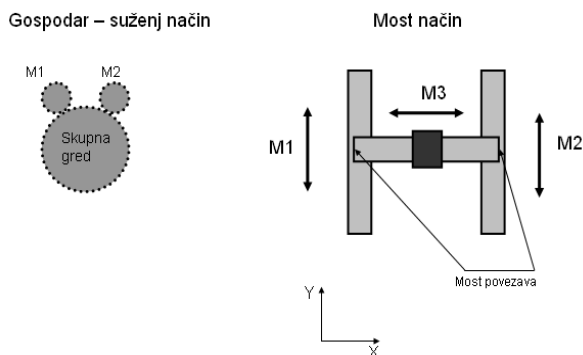
4 Potrebne opcije krmilja

Nekateri proizvajalci vključujejo v svoje izdelke razne funkcije, katere cilj je pomoč uporabniku za doseg želene cilja. Tako omogoča Sinumerik vključitev dodatnih osi, sinhronizacijo osi (gospodar – suženj in most način), 3D prikaz izdelave in mnogo drugih.

Ker je bilo potrebno pri zagonu stružnice vključiti nekatere funkcije, bodo le te opisane.

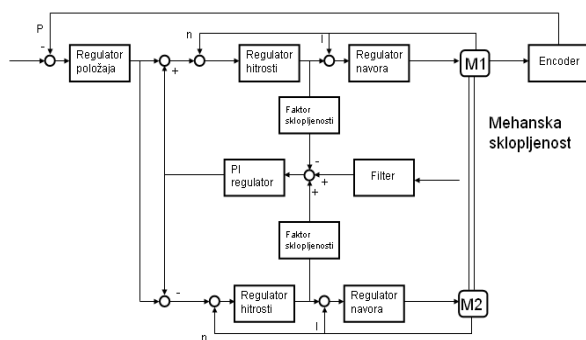
Pogon Z osi je izveden z dvema motorjema, razlog je pomanjkanje prostora. Takšna izvedba pogona zahteva vključitev opcije gospodar – suženj (ang. mater – slave), kjer dva motorja poganjata eno gred. Eden od teh motorjev je gospodar, kar pomeni, da je neposredno uporabljen v regulaciji položaja. Ker motor

nima dovolj moči mu »pomaga« dodaten motor v suženj načinu delovanja. Gospodar motor je v tem primeru voden položajno, medtem ko je suženj motor voden hitrostno. Zelo podoben je most (ang. Gantry) način, kjer sta oba motorja vodena pozicijsko. Slika 3 prikazuje razliko med opisanimi načinoma delovanja.



Slika 3: Različni načini sklopljenosti

Slika 4 prikazuje izvedbo regulacije gospodar – suženj načina sklopljenosti motorjev. V tem primeru sta sklopljena motorja M1 in M2. Motorja sta sklopljena mehansko, kjer je M1 voden položajno, M2 pa hitrostno. Faktor sklopljenosti določa razporeditev moči na določen motor.



Slika 4: Regulacijska shema gospodar – suženj načina

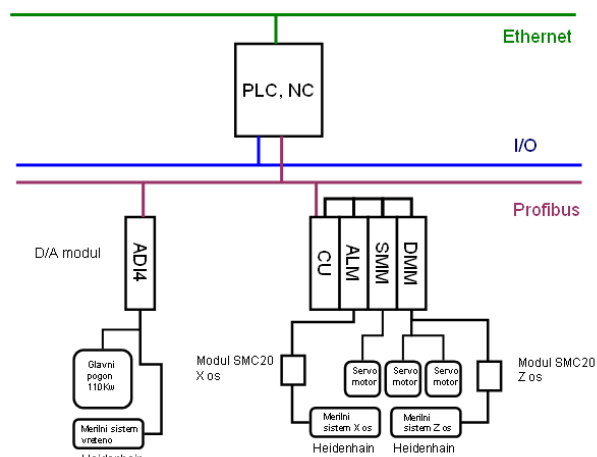
5 Potek obnove stružnice

Poleg obnove krmilja so bile izvedene tudi nekatere modifikacije v konstrukciji stružnice (npr. podaljšanje delovnega območja stroja iz 4 m na 6 m).

Slika 5 prikazuje topologijo vodenja stružnice, katera predstavlja konfiguracijo po obnovi. Topologijo bi načeloma lahko razdelili

na več delov. Najvišji nivo predstavlja PLK in NC, na katerem se nahaja HMI (ang. human machine interface). Ta nivo omogoča manipulacijo s strojem, e.g. vnos parametrov, ročno in avtomatsko upravljanje stroja, manipulacija z datotekami in drugo. Preko ethernetja obstaja možnost povezave na ostale stroje ali strežnike, kateri predstavljajo višji nivo, e.g. DNC, MES, ERP nivo. HMI dostopa do PLK na katerem teče program, ki upravlja z aktuatorji in sicer posredno ali neposredno.

Nižji nivo predstavljajo D/A moduli ter regulatorji servo pogonov. Najnižje se nahajajo motorji, ventili, aktuatorji, merilni sistemi in drugo.



Slika 5: Topologija vodenja

Programiranje in konfiguriranje komponent je potekalo v sledečih programskih okoljih:

- Simatic Manager Step7
- Drive ES – Starter
- SinuComNC

Stružnica deluje v ročnem in avtomatskem režimu. Ročni režim omogoča pomik posamezne osi oziroma dela stružnice, ter vklop ali izklop aktuatorjev. Vsak vhod in izhod sta krmiljena s PLK, za katerega je potrebno izdelati program. Za lažjo predstavbo so podane nekatere funkcije stroja:

- Pomik X, Z, SP osi
- Hitri pomik
- Vklop hidravličnega mazanja postelje

- Pomik konjička
- Zaklep konjička
- Vklon tekočega traku za odvoz odpadnega materiala
- Ter mnoge druge

Dodan je prikaz napak, katere je bilo potrebno vključiti v uporabniški vmesnik. Obstajajo različni razredi napak. Nekatere delujejo kot opozorilo in ne ovirajo delovanja, druge zahtevajo uporabnikovo potrditev, spet druge lahko popolnoma ustavijo stružnico.

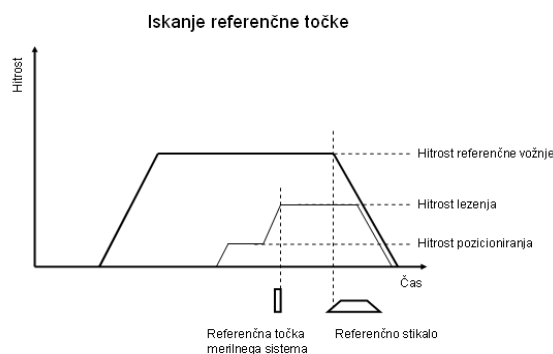
6 Parametriranje stružnice

Pri obdelavi obdelovanca je zelo pomembna natančnost, katero je mogoče doseči na več načinov. Razdelimo jih lahko na dva dela. Prvi, na katerega vplivamo s strojno opremo in sicer izvedba merilnega sistema, izvedba konstrukcije stružnice, izbira motorjev in ostali.

In drugi, na katerega vplivamo programsko oz. s parametri.

Nastavitev regulatorja za posamezno os, kateri mora delovati brez prenehajev, vendar mora biti istočasno dovolj dinamičen. **Nastavitev sledenja**, kjer morajo imeti vse osi »enako« dinamiko pogreška. Sledenje se opazi pri struženju krožnice, kjer krožnica ne bi bila popolna, če sledenje ni »enako«. **Nastavitev zračnosti** zobnikov se odpravi s pravilnim parametriranjem le tega. **Nastavitev gospodar – suženj** konfiguracije, mora biti nastavljena optimalno in sicer tako da imata oba motorja enak doprinos moči.

Po končanem parametriranju dinamike stružnice sledi **nastavitev referenčne vožnje** in njene pozicije, katera mora biti vedno na isti poziciji. To je izvedeno tako, da se določena os zapelje na referenčno stikalo, zazna njen konec in se odpelje v naslednjo ničelno točko merilnega sistema. Iskanje referenčne točke je prikazano na sliki 6.[6]



Slika 6: Referenčna vožnja

7 Prve ugotovitve obnove

Obnovljena stružnica deluje v tolerančnem območju 10 μm , kar je povsem zadovoljivo (merilne letve imajo natančnost 5 μm , kjer je referenčna točka postavljena na 20 mm).

Omogočena je dodatna kontrola poteka konture, ki je izvedena programsko v HMI vmesniku:

- Nastavitev tolerančnih vrednosti (groba in fina nastavitev)
- Spremljanje sledenja in napake pomika osi
- Nastavitev pomika sani v relaciji vretena – mm/rpm

Slika 8 prikazuje testni izdelek, na katerem so prikazane osnovne poti struženja:

- Ravni in poševni pomik
- Krožni pomik (konkaven in konveksen)

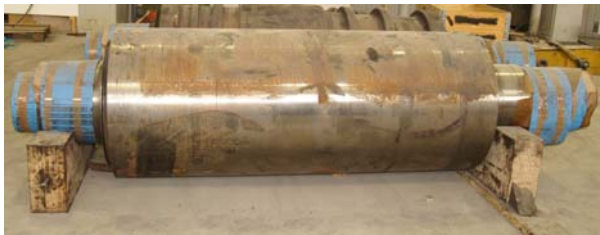


Slika 7: Testni izdelek

Obnovljena stružnica ima sledeče prednosti:

- Prenos obdelovalnih programov preko vmesnika (USB, mrežni)
- Lažji vnos podatkov
- Možnost vodenja zgodovine
- Prikaz simulacije struženja
- Ethernet povezava
- Možnost obdelave večjih dimenzij obdelovancev
- Prijaznejši HMI
- Izbira pogonskih stopenj poteka samodejno z osciliranjem glavnega pogona
- Lažja kontrola poteka konture

Slika 8 prikazuje primer obdelovanca s težo 16 ton.



Slika 8: Obdelovanec – valj 16 ton

Slika 9 prikazuje potek struženja valja s slike 8. Obdelovalna orodja (noži) so implementirana v HMI vmesniku, kjer vsebujejo njegove dimenzije ter grobo in fino nastavitve obrabe.



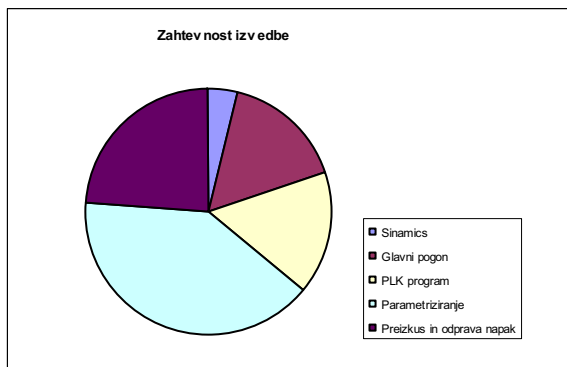
Slika 9: Potek obdelave



Slika 10: Obnovljena stružnica

8 Zahtevnost obnove

Celoten potek obnove je mogoče opredeliti glede na zahtevnost in količino vloženega časa. Slika 11 prikazuje posamezne odseke obnove ter njihovo opredelitev. Najzahtevnejši del izvedbe predstavlja parametriranje, takoj za tem je preizkus in odprava napak. Izdelava PLK programa in zagon vretena je potekala razmeroma hitro.



9 Zaključek

Cilj obnove je izboljšanje izkoristka in poenostavitev manipulacije s stružnico, kar je

bilo izvedeno v predvidenem roku. Osnova strežbe s strojem so ostale stružnice z nekaj nadgradnjami, kar skrajša potrebno učenje končnega uporabnika. Prenos obdelovalnih programov poteka preko vmesnika (USB ali mrežni), kar močno poenostavi predhodni vnos, ki je potekal z luknjastim trakom. Prav tako se je odpravil problem pomnilnika, ki je pred obnovo predstavljal določeno omejitev.

10 Literatura

- [1] <http://www.automation.siemens.com/mc/mc-sol/de/3292cb0a-4d46-45eb-bb65-d8c450971fc4/index.aspx>
- [2] <http://wapedia.mobi/sl/Struženje>
- [3] <http://wapedia.mobi/sl/Stružnica>
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Lathe_\(metal\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lathe_(metal))
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Sinumerik>
- [6] SIEMENS, Sinumerik 840D/840Di/810D Funktionsbeschreibung Grundmaschine, Funktionshandbuch, Ausgabe 10.2004
- [7] SinuTrain, Beginner's Manual: Milling and turning Sinumerik 810D/840D/840Di, Training Documentation 10/2003