A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2011

CONCEPȚIA ŞI PROIECTAREA ROBOȚILOR MODULARI SERIALI TTTR ŞI TTRT SUSPENDAȚI

Nicusor-Iosif URSA, Viorel ISPAS, Ramona-Maria GUI (căs.LUNG)

THE CONCEPT AND DESIGN OF THE SUSPENDED TTTR AND TTRT SERIAL MODULAR ROBOTS

This paper presents the concept and design of the suspended TTRT and TTTR serial robots, prepared for the radiators flow operation, made at SC RAAL SA Bistrița. The modular construction of the robots was opted. Thus, the supporting structure of the robots, the longitudinal translation modules and the horizontal transverse, the drive mechanisms, the translation sled, the translation sleepers, the vertical translation and rotation modules were designed. All of these subassemblies were included in the assemble of TTRT and TTTR robots. In the final part of the paper the authors make reference to the comand and control operating system of the robots.

Keywords: Longitudinal translational mode, the translation cross, drive mechanism, translational sled, drive system
Cuvinte cheie: modul de translație longitudinală, traversă de translație, mecanism de antrenare, sania de translație, sistem de acționare

1. Prezentarea constructivă

Aceaste variante de roboți răspund tuturor cerințelor de robotizare a procesului de pastare şi asigură o foarte bună conexiune cu activitatea de după, adică depunerea matricelor pe căruciorul instalației de uscare şi brazare. Este importantă manipularea matricelor pe tot parcursul procesului de brazare şi sosirea acestora într-o poziție favorabilă care să permită minimul de transfer manual pe căruciorul de

brazare. Această soluție poate răspunde unei dezvoltări continue fără modificări importante, doar cu adăugiri relativ mici care vor fi o consecință a cercetărilor în ce priveşte rigiditatea ansamblului matrice şi a folosirii sau nu a unei benzi de alimentare a robotului în amonte cu subansamble tip matrice.

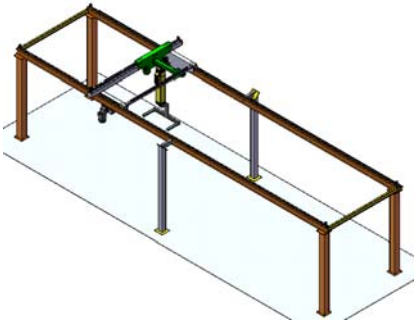

Fig. 1 Robot tip portal TTRT

Dacă soluțiile constructive sunt bine alese se poate considera că aceasta poate deveni soluția finală, chiar dacă este cea mai costisitoare şi mai consumatoare energetic. Are mari perspective. Realizarea acestei variante constructive are în vedere aria ce trebuie deservită, precizia de poziționare, energia consumată şi minimizarea prețului de cost prin utilizarea a cât mai multe componente standardizate.

În figura 1 este prezentat robotul TTRT împreună cu structura de susținere, iar în figura 2 se poate distinge mai bine detaliul conceptual al acestuia. Mişcarea de translație transversală se realizează cu două motoare şi mecanismele acestora, care acționează pe fiecare grindă de rulare. Grinda transversală are forma unui

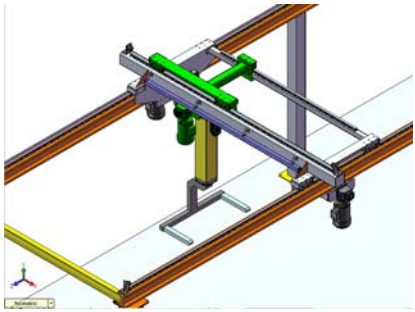

Fig. 2 Robotul TTRT, detaliu

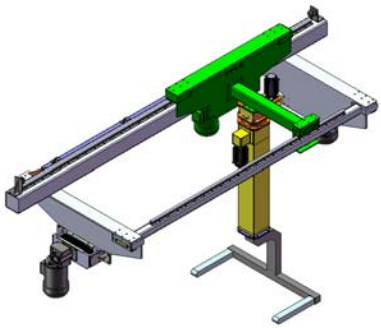

Fig. 3 Ansamblul de module echipat al robotului TTRT

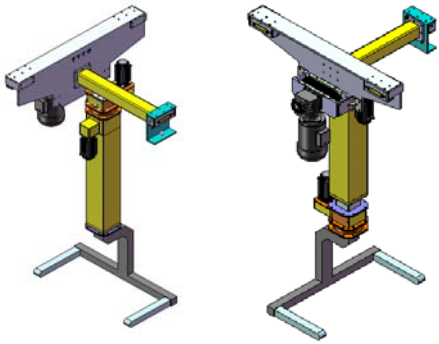

Fig. 4 Modulele TRT şi TTR ale robotului TTRT şi TTTR

subansamblu de tip cadru cu scopul de a mării rigiditatea sistemului. Pe acesta se deplasează modulul de translație orizontal transversal, figura 3, de care pot fi suspendate modulele de rotație-translație sau de translație-rotație, figura 5, [4], [1].

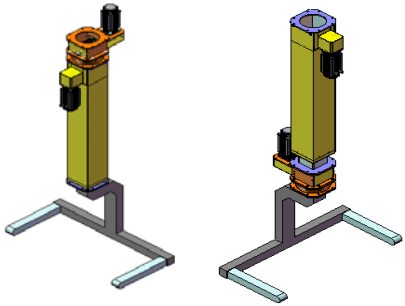

Fig. 5 Modulele RT şi TR ale robotului TTRT şi TTTR

2. Concepția şi structura de susținere a modulelor

Structura de bază din construcția robotului (figura 6), care susține modulele de acționare, asigură totodată şi calea de rulare şi deplasare pentru acestea pe axa longitudinală. Este realizată din țevi metalice cu secțiune rectangulară, fiind compusă din grinzile căii de rulare 2 şi stâlpii de susținere 4. Fixarea grinzii pe stâlpii de susținere este realizată clasic cu organe de asamblare. Stâlpii de susținere sunt sudați la partea inferioară de plăci de fixare prevăzute cu găuri pentru prinderea cu şuruburi de fundație, având sudate pe laturi eclise de rigidizare. La partea superioară a stâlpilor este o placă metalică ce asigură legătura cu grinda, asamblarea acestora fiind demontabilă [12]. Pe grinda căii de rulare se fixează în partea superioară ghidajele 2 pe care rulează modulul de translație pe orizontală, iar în partea inferioară cremaliera cu care angrenează acest modul. Amplasarea cremalierei dedesuptul grinzii asigură o mai redusă expunere la încărcarea acesteia cu particole mecanice şi praf din atmosferă şi o mentenanță îmbunatățită.

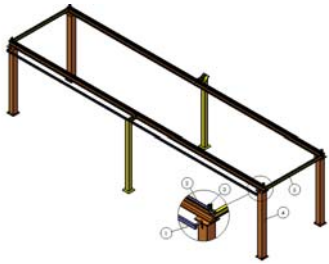

Fig. 6 Structura de susținere

Pe această structură se mai montează jgheabul portcablu 1 pentru cablurile de alimentare cu energie electrică şi cablurile aferente comenzii şi controlului robotului.

Pe capetele grinzii vor exista limitatorii de cursă pentru modulul de translație şi senzorul pentru poziția 0.

Modulul de translație orizontal longitudinal şi transversal

În structura mecanică a robotului industrial serial de tip TTTR, modulele de translație pe orizontală trebuie să asigure cursele cele mai lungi, în cazul de față este necesară o cursă de unsprezece metri. Analizând tipurile de transmisii cunoscute, capabile să asigure curse lungi, se consideră că varianta utilizării unei transmisii pinion–cremalieră satisface această cerință.

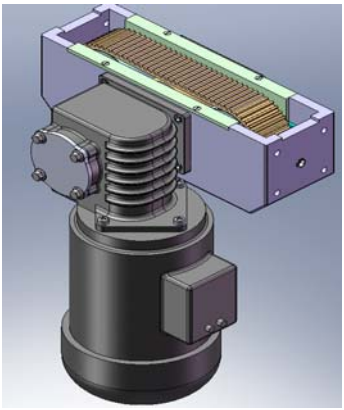

Fig. 7 Mecanism de antrenare translație

Soluțiile utilizate în prezent în industria roboților industriali au o mare varietate constructivă, capabilă să asigure curse pe lungimi mari, printre care şi o soluție hibrid pinion - cremalieră, precum cea prezentată în figurile 7 şi 8.

Soluția constructivă adoptată pentru modulele de translație pe orizontală (figura 7 şi 8), este un mecanism pinion - curea dințată – cremalieră, la care transmisia este realizată de cureaua dințată interpusă între pinion şi cremalieră.

Principiul de funcționare este a unui angrenaj plan, în acest caz cremaliera, dispusă pe lungimea căii de rulare longitudinale şi a traversei ce constitue a doua cale de rulare pe orizontală a acestor module. Pe aceste module rulează un pinion plan materializat de cureaua dințată pusă în mişcare de către un pinion cu dinți drepți cuplat la servomotorul cu reductor planetar încorporat, prin intermediul unui cuplaj permanent. Mişcarea realizată de cureaua dințată este asemănătoare mişcării realizate de o şenilă ce se deplasează pe o suprafață plană. Utilizarea curelei dințate conferă acestui mecanism silențiozitate în timpul funcționării, asigurând şi un contact fară jocuri între flancurile dinților ce sunt în contact. Montajul mecanismului este realizat în interiorul unei carcase prevăzută cu găuri filetate pe capete, în vederea fixării

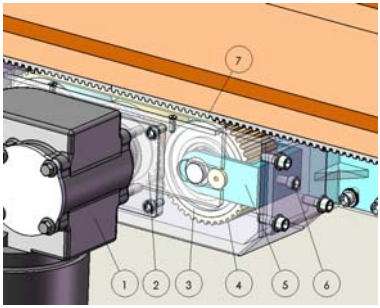

Fig. 8 Componența modulului de translație pe orizontală

de sania cu ghidaje, împreună cu care reprezintă un ansamblu mobil, ce se poate deplasa.

Lanțul cinematic al mecanismului de translație pe orizontală (figura 8) este compus din servomotor cu reductor planetar 6, cuplaj permanent cu element elastic 5, pinion de antrenare 4, curea sincronă dințată 3, role curea 2 şi cremalieră 1. Întinderea curelei sincrone dințate se realizează cu ajutorul mecanismului de întindere 7, din exteriorul carcasei prin intermediul unui şurub 8.

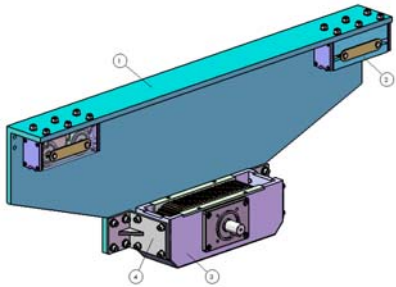

Fig. 9 Sanie de translație pe orizontală

Pentru asigurarea mobilității modulului de translație pe orizontală, acesta este montat pe o sanie (figura 9), ce culisează pe calea de rulare prin intermediul ghidajelor cu bile recirculabile 2. Corpul saniei 1 este o construcție sudată, având montate la partea superioară patru ghidaje şi tampoanele de protecție la coliziune 4. Pe partea laterală sunt montați suporții 6 pe care se fixează modulul de translație pe orizontală 3 şi rolele 5. La partea inferioară sania este prevăzută cu o flanşă 7, pentru cuplarea modulelor ce asigură deplasarea.

Traversa de translație longitudinală

Traversa de translație longitudinală este confecționată din două sănii de translație pe orizontală solidarizate între ele cu două profile pătrate de secțiuni diferite fixate cu flanşe, nervuri şi organe de asamblare, după cum se poate observa în figura 10. Această soluție este

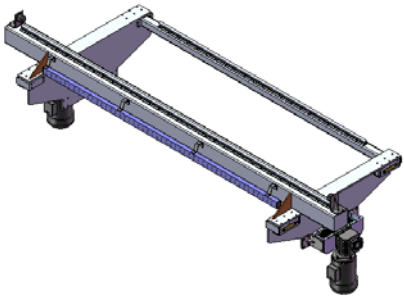

Fig. 10 Traversa de translație longitudinală

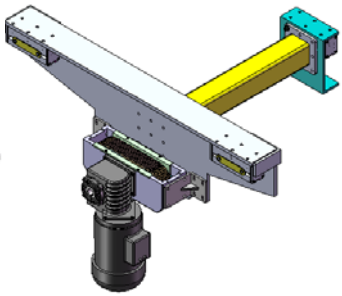

Fig. 11 Modulul de translație orizontal transversal

necesară pentru a preveni momentele de torsiune exercitate în secțiunea transversală a traversei în timpul deplasărilor orizontale longitudinale datorate forțelor de inerție.

Modulul de translație orizontal transversal

Modulul de translație orizontal transversal este compus dintr-o sanie de translație pe orizontală şi un profil pătrat de sprijin pe profilul pătrat mic al traversei de translație longitudinală, prin intermediul unui ghidaj cu bile recirculabile, figura 11 şi în conformitate cu [5], [8]. Modul în care se fixează acest modul pe traversa de translație longitudinală se poate vedea în figurile 3 şi 4.

Modulele de translație şi de rotație pe verticală

Pentru respectarea principiului de folosire a modulelor cât mai divers posibil în realizarea intregii familii de roboți propuşi, modulele de rotație şi de translație pe verticală se vor folosii de la variantele de roboți TRT1 şi TTR suspendați. La aceste module nu se mai face referire deoarece se identifică cu modulele similare de la variantele menționate, în lucrarea [4] şi vor păstra aceleaşi caracteristici tehnice şi funcționale. De remarcat este faptul că aceste module trebuie să fie montate în aşa fel încât să asigure întregului ansamblu robot o bună rigiditate şi consumuri energetice minime pentru a-l face eficient. Modul de integrare a modulului de rotatie împreună cu modulul de translație pe verticală se poate vedea în figurile 4 şi 5.

3. Comanda şi controlul sistemului de acționare

Tehnologia actuală a permis apariția unor servomotoare de curent continuu fără perii (*BrushLess DC*), cu gabarit redus, compacte, uşor integrabile în sisteme industriale, controlabile şi care nu necesită întreținere, cum sunt cele utilizate pentru acționarea modulelor robotului ce face obiectul prezentei lucrări.

Pentru comanda unui astfel de servomotor este necesară existența unui amplificator de putere ce are sarcina de a modula puterea de la rețea, sub acțiunea semnalului de control, pentru a o transmite motorului cu scopul execuției mişcării dorite. Acesta are două intrări, una de la sursa energetică de la rețea şi alta pentru semnalul de control furnizat de către un controller. Puterea electrică necesară pentru alimentare se obține de regulă printr-un transformator şi un redresor în punte necomandat. Controlerele au funcția de comandă a

motoarelor, controlând viteza conform cerințelor unui calculator central, fără a fi necesar să cunoască modelul cinematic al mişcării pe care o execută. Calculatorul central controlează funcția de mişcare, calculează poziția şi viteza pentru toate axele robotului, furnizând continuu informația la controllere, având tot timpul informații despre poziția şi viteza arborilor de ieşire ai motoarelor prin intermediul rezolverului integrat în corpul motorului şi a unui convertor digital analog.

Calculatorul compară datele primite cu valorile setate şi calculează semnalele proporționale, integrate şi derivate pentru compensarea PID, definind funcția de mişcare, fiind capabil să furnizeze datele dorite pentru fiecare controller de axă.

Astfel axele motoarelor se vor roti cu viteze diferite sau deloc, pentru a rezulta mişcarea dorită. Schema bloc pentru comanda şi cotrolul robotului este prezentată în figura 12 pentru un caz cu trei motoare, care este în principiu acelaşi şi pentru un număr diferit de motoare.

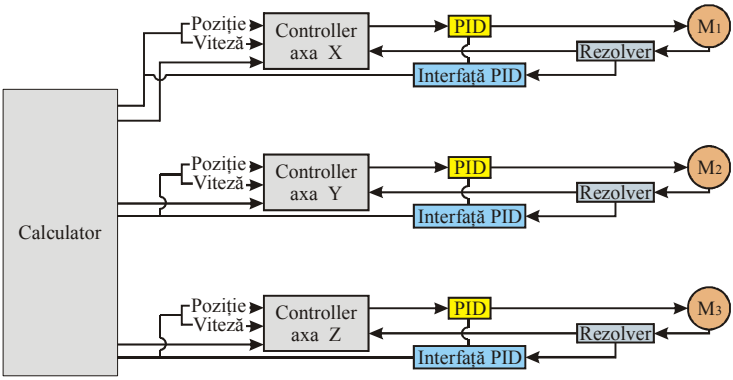

Fig. 12 Schema bloc

Sarcinile robotului sunt definite de programe scrise de către utilizator în funcție de aplicația dorită, cu ajutorul unui soft pus la dispoziție de către producător şi livrat odată cu echipamentele necesare realizării sistemului de acționare.

Pentru acționarea şi controlul motoarelor ce acționează axele robotului, din catalogul firmei *Parker* se pot alege următoarele echipamente:

- amplificatoare tip Compax3 S075V4;
- controller de tipul ACR9000 4U;
- interfață de tip EPX08T–XACA–1, cu display analog rezistiv touchscreen.

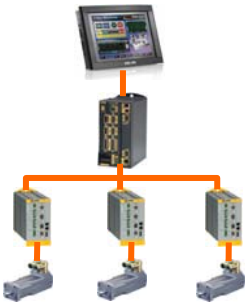

Fig. 13 Arhitectura sistemului de acționare, comandă şi control

Arhitectura sistemului este exemplificată în figura 13.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pop, I.I., Ispas, V., Ispas, Vrg., *Noi soluții de acționare utilizate în construcția oboților industriali*, al IV-lea Simpozion Internațional TMM-IFTOM, vol. II-2, pag. 345-353, Bucureşti, 4-9 iulie 1985.

[2] Pop, I., Ispas, V., Ispas, Vrg., *Considerații asupra concepției şi realizării unor module de rotație noi din structura roboților industriali, al VII-lea Simpozion național de roboți industriali*, vol. I. p. 88-95, Bucureşti, 1987.

[3] Pop, D., Tudose, L., ş.a., *Reductoare cu două trepte- calculul angrenajelor*, Editura Todesco, Cluj Napoca, 2003.

[4] Ursa, N.I., *Contribuții la calculul şi construcția structurii mecanice a roboților industriali seriali utilizați la fabricarea radiatoarelor,* Teză de doctorat, Cluj-Napoca, 2011.

[5] * * * Documentație Soft SOLID WORKS.

[6] * * * Documentație Soft INVENTOR.

[7] * * * http://telerobot.mech.www.edu.an//.

[8] * * * International Federeation of Robotics (IFR), Stockholm, Sweden.

[9] * * * *Oilcoolers,* HP& HPC -3x4 V, Prospect catalog, Nissens 2004.

[10] * * * *Oil Coolers,* Industria Bustese Scambiatori, IBS, Catalog, 2004.

[11] * * * Organe de maşini - Standarde şi comentarii, Editura tehnică, Bucureşti, 1970.

[12] * * * Plăci şi Bare. Catalog RAAL, Bistrița, România, 2005.

[13] * * * STAS-uri Organe de Maşini.

Drd.Ing. Nicuşor Iosif URSA
S.C. RAAL S.A. Bistrița
Prof.Dr.Ing. Viorel ISPAS
Facultatea de Construcții de Maşini, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca
e-mail: ispasviorel@yahoo.com, membru AGIR
Drd.Ing. Ramona Maria Gui (căs. Lung)
Facultatea de Construcții de Maşini, Universitatea Tehnică Cluj Napoca
e-mail: guiramona@yahoo.com