

Raport stiintific

privind implementarea proiectului PN-II-ID-PCE-2011-3-064,

CONDUCEREA AVANSATA A SISTEMELOR DE FABRICATIE REVERSIBILE, DE ASAMBLARE SI DEZASAMBLARE, UTILIZAND ROBOTI MOBILI ECHIPATI CU MANIPULATOARE ROBOTICE *in perioada octombrie – decembrie 2011*

In propunerea de proiect, pentru anul 2011 s-au prevazut urmatoarele obiective:

OB1) Obținerea de modele cinematice si dinamice pentru robotii mobili cu doua roti motoare si una directoare (2DW/1SW), cu doua roti motoare si doua directoare (2DW/2SW) si cu patru roti motoare si directoare 4DW/SW, echipati cu manipuloare robotice pentru transportul sarcinilor de greutate: mica, medie si mare.

Pentru a face reversibila o linie flexibila de asamblare, adica sa execute si dezasamblare, se vor utiliza roboti mobili echipati cu manipuloare robotice care vor transporta din punctele de dezasamblare catre magaziiile de unde se preiau piesele pentru asamblare.

Pentru transportul pieselor de greutate mica (pana la 450g) se utilizeaza robotul mobil 2DW/1SW, Pioneer 3-DX ce are montat manipulatorul cu articulatii si brate rigide Pioneer 5-DOF Arm (figura 1). Conducerea ansamblului manipulator robotic-platforma mobila s-a diseminat prin lucrarea la care prim autor este directorul de proiect, Alina Voda iar printre coautori sunt doi cercetatorii seniori din echipa proiectului, Adrian Filipescu si Eugenia Minca:

A. Besançon-Voda, A. Filipescu, I. Susnea, E. Minca, "Control and Obstacle Avoidance of a Mobile Platform Used as Robotic Assistant for Elderly and Disabled", The 6th National Conference on "Control Architectures of Robots", May 24-25, 2011, Grenoble, FRANCE;



Figure 1



Figure 2



Figure 3

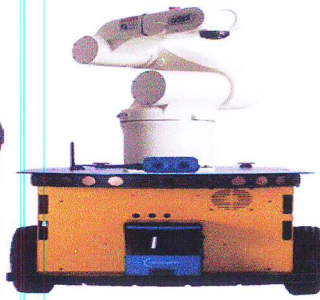


Figure 4

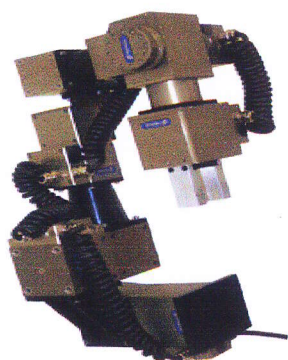


Figura 5



Figura 6

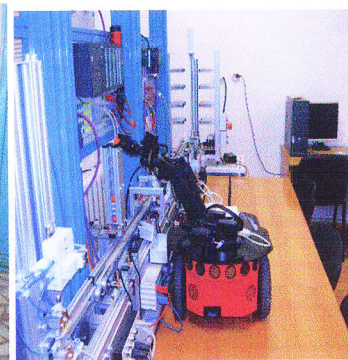


Figura 7



Figura 8

Pentru transportul pieselor de greutate medie (pana la 1kg) se utilizeaza robotul mobil 2DW/2SW, PatrolBot (Figura 2) care permite montat manipulatorul cu articulatii si brate rigide Cyton 2 Premium P-Series Robot Arm. Manipulatorul este prevazut a se achizitiona in decursul anului 2012, iar platforma mobila PatrolBot echipata cu manipulatorul care sa deserveasca liniile flexibile de fabricatie, va face obiectul cercetarii in anul urmator.

Pentru transportul pieselor de greutate mare (pana la 5 kg) se utilizeaza robotii mobili: 2DW/2SW, PowerBot (Figura 3 si 4) si 4DW/SW Seekur (Figura 6) care permit montarea manipuletoarelor cu articulatii si brate rigide 5-DOF Adept Robot Arm (Figura 4) si PowerCube Arm for PowerBot (Figura 3 si 5). Manipulatoarele se vor achizitiona in decursul anului 2012.

Rezultatele privind modelarea si conducerea platformelor mobile PowerBot si Seekur s-au diseminat prin urmatoarele lucrari, publicate in decursul anului 2011:

1. Filipescu, A.; Minzu, V.; Dumitrascu, B.; Filipescu, A.; Minca, E. Trajectory-tracking and discrete-time sliding-mode control of wheeled mobile robots, 2011 IEEE International Conference on Information and Automation, pp. 27-32, E-ISBN : 978-1-4577-0269-3, Print ISBN: 978-1-4577-0268-6, Digital Object Identifier : 10.1109/ICINFA.2011.5948958, 6-8 June 2011, Shenzhen, China.
2. Dumitrascu, B.; Filipescu, A.; Vasilache, C.; Minca, E.; Filipescu, A.; Discrete-time sliding-mode control of four driving/steering wheels mobile platform, The Proceedings of 19th IEEE Mediterranean Conference on Control & Automation, pp. 1076 – 1081, ISBN: 978-1-4577-0124-5, Digital Object Identifier : 10.1109/MED.2011.5983167, 20-23 June 2011, Corfu, Greece.
3. Dumitrascu, Bogdan; Filipescu, Adrian; Minzu, Viorel; Voda, Alina; Minca, Eugenia., Discrete-time sliding-mode control of four driving-steering wheels autonomous vehicle, Proceedings of the 30th Chinese Control Conference (CCC 2011), pp. 3620 – 3625, ISSN: 1934-1768, ISBN: 978-1-4577-0677-6, 22-24 July 2011, Yantai, China.
4. Bogdan Dumitrascu, Adrian Filipescu, Viorel Minzu and A. Filipescu Jr.; -Backstepping Control of Wheeled Mobile Robots, Proceeding of 15th IEEE International Conference in System Theory, Control and Computing, pp:206-211, 14-16 Oct., Sinaia, Romania, 2011, ISBN: 978-973-621-323-6;

Articol in carte publicata in Springer

1. Filipescu A., Minzu V. Filipescu A. Jr. Minca E. Discrete-Time Sliding-Mode Control of a MobilePlatform with Four Driving/Steering Wgeels, Lecture Notes in Electrical Engineering, 122, ISSN 1876-1100, Gary Lee Editor, Advances in Automation and Robotics, Vol. 1, LNEE 122, pp. 401–409. springerlink.com © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011, Selected Papers from the 2011 International Conference on Automation and Robotics (ICAR 2011), Dubai, December 1–2, 2011 ISBN 978-3-642-25552-6, e-ISBN 978-3-642-25553-3, DOI 10.1007/978-3-642-25553-3'

Echipa de cercetare apreciaza ca acest obiectiv a fost realizat in totalitate la nivelul anului 2011 si indicatorii de performanta, prevazuti prin propunerea de proiect, au fost realizati.

OB2) Proiectarea unui instrument Retea Petri Hibrida (RPH) dedicata pentru modelarea sistemelor hibride, linii reversibile de fabricatie deservite de roboti mobili echipati cu manipuloare robotice pentru modelarea componentelor temporale si cu variatie continua (Retele Petri cu viteza constanta).

In figurile 7 si 8, este prezentata arhitectura sistemului. Ea este compusa dintr-o platforma mobila, Pioneer-3DX, echipata cu manipulatorul robotic Pioneer3-DOF Arm. Linia flexibila este echipata cu PLC-ul

Siemens Simatic cu 5 module distribuite conectate pe magistrala Profibus. Platforma mobila are incorporata un microcontroler si un sistem WI-FI de comunicare la distanta. Linia assembleaza 5 pise (figura 9 si 10) si executa numai o dezasamblare partiala, numai a cilindrilor 4 si 5.

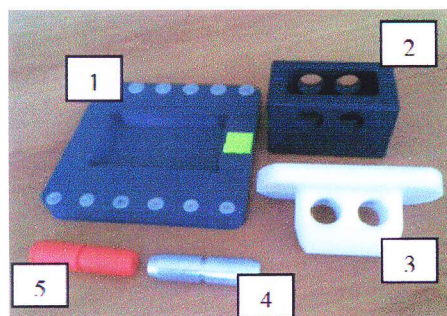


Figura 9 Componentele de asamblat

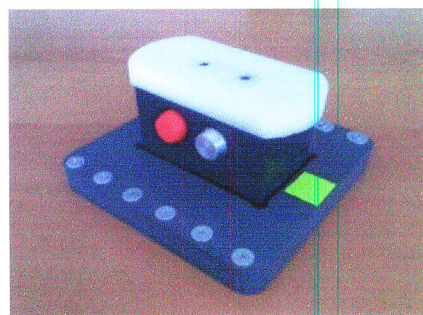


Figura 10 Produsul asamblat

Obiectivul final este de a face complet reversibila linia de asamblare, cu ajutorul platformelor mobile echipate cu manipuloare. Reversibilitatea consta in dezasamblarea completa a produsului asamblat si transportul componentelor din locurile unde se efectueaza operatiile de dezasamblare la magaziiile de depozitare de unde se preiau in operatiile de asamblare. Corespondenta cu liniile de fabricatie din mediul industrial consta in faptul ca la sfarsitul procesului de asamblare se face controlul de calitate si daca se constata ca este rebut, se declanseaza imediat procesul de dezasamblare pentru recuperarea si re folosirea componentelor bune. In laboarator, s-a considerat ca un produs asamblat este rebut daca cilindri 4 si 5 din figura 9 sunt din materiale diferite. Dezasamblarea pe care o permite linia se rezuma numai la scoaterea celor doi cilindri in doua sertarase distincte. Robotul mobil echipat cu manipulator preia fiecare cilindru din sertarul corespunzator si-l transporta in magazia de depozitare. In figura 13 este ilustrat un ciclu complet al procesului de dezasamblare a celor doi cilintri si transportul lor catre magazie. In figura 11 este ilustrata impartirea in taskuri si planificarea ordinii lor de executie. Scoaterea primului cilindru, starteaza un ciclul al robotului mobil echipat cu manipulator. Platforma mobila lucreaza sincronizat cu linia de mecatronica HERA. Conducerea roboatului mobil si comanda manipulatorului sunt realizate de la distanta, utilizand un algoritm de conducere sliding mode. Comanda manipulatorului este facuta in bucla deschisa, deoarece ca elemente de actionare in articulatii sunt motoare pas cu pas. Atat pentru conducerea robotului mobil Pioneer 3-DX cat si a manipulatorului Pioneer 3-DX, programul (in C++) utilizeaza functiile ARIA (Advanced Robotic Interface for Applications), pachet furnizat de firma producatoare a ansamblului robot mobil-manipulator robotic.

S-au cercetat doua abordari in modelarea intregului proces de asamblare/dezasamblare:

1. Abordarea Sistem cu Evenimente Discrete (SED). Intregul proces de asamblare si dezasamblare impreuna cu ciclul robotului mobil este asimilat ca un sistem cu evenimente discrete. Modelul de Retea Petri este dat in figura 12, si atat prin simulare cat si in conducerea in timp-real functioneaza cu rezultate satisfacatoare;
2. Abordarea hibrida (RPH), la care linia de mecatronica este partea discreta iar ciclul robotului mobil este considerat ca sistem continuu. In figura 14 este prezentat modelul RPH, care a fost testat atat prin simulare cat si in timp real cu rezultate superioare abordarii SED.

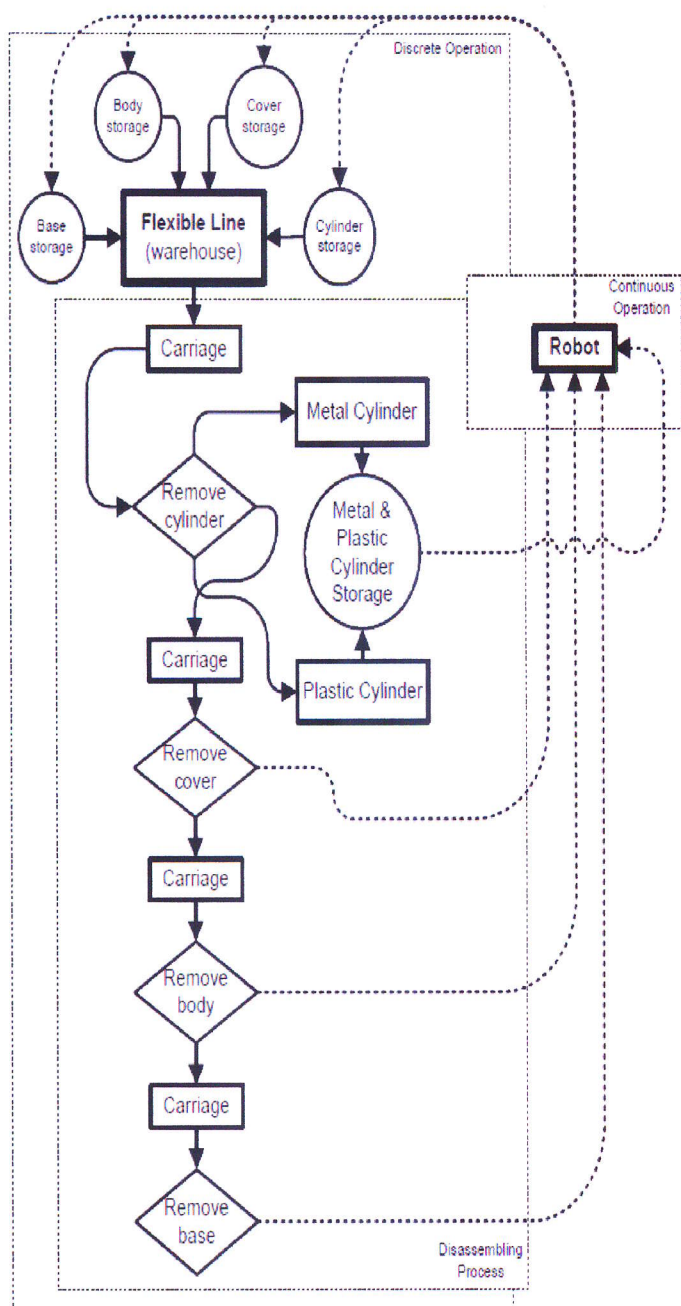


Figura 11 Planificarea taskurilor

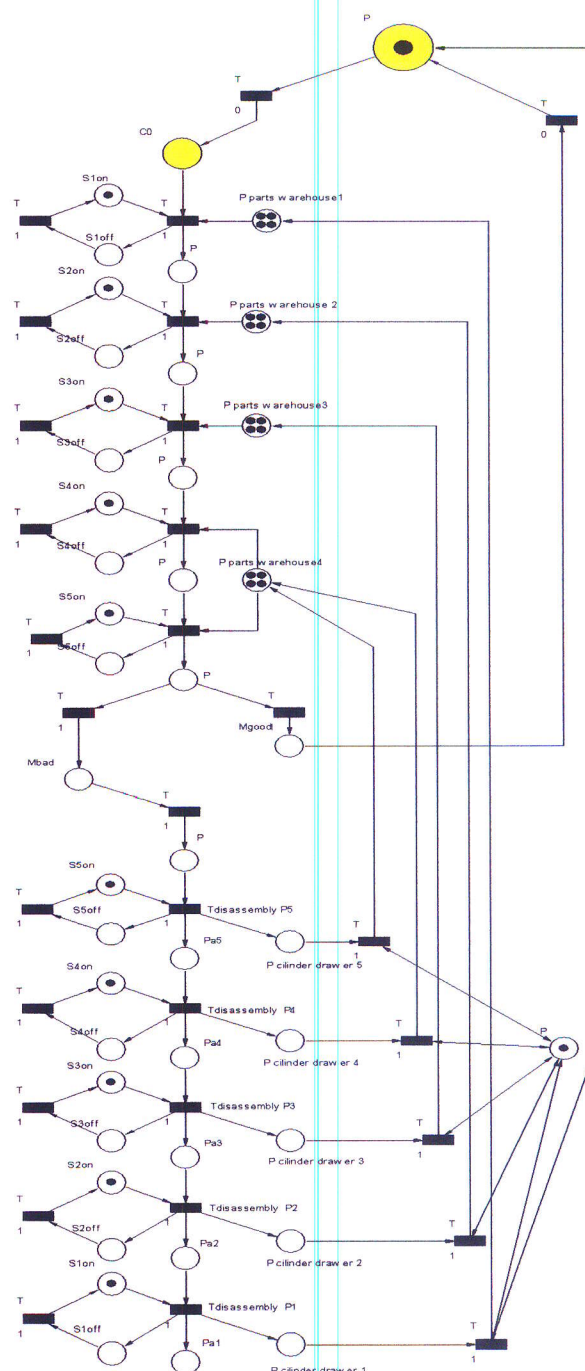


Figura 12 Modelul Retea Petri in abordare SED

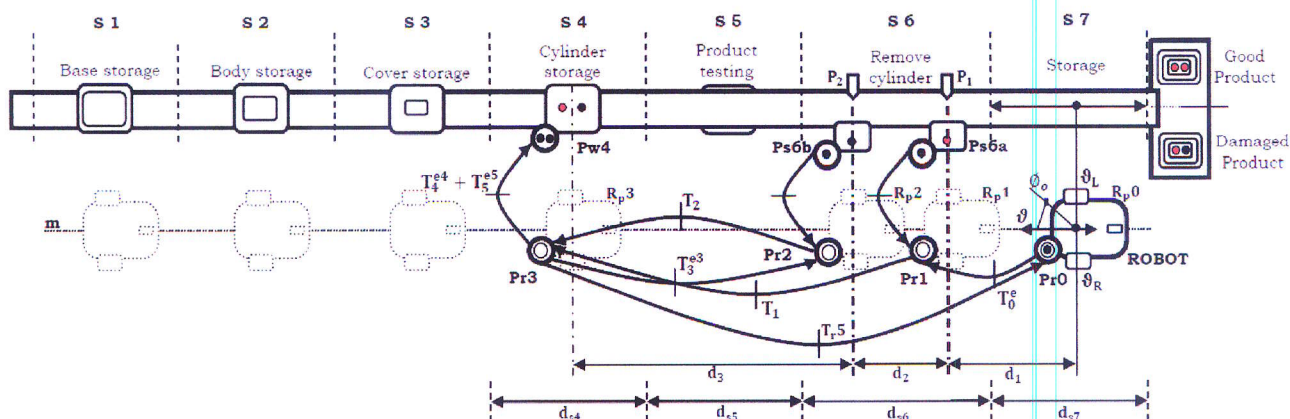


Figura 13. Operatiunile de dezasamblare a cilindrilor si transportul lor catre magazia de depozitare de catre platforma mobila echipata cu manipulator

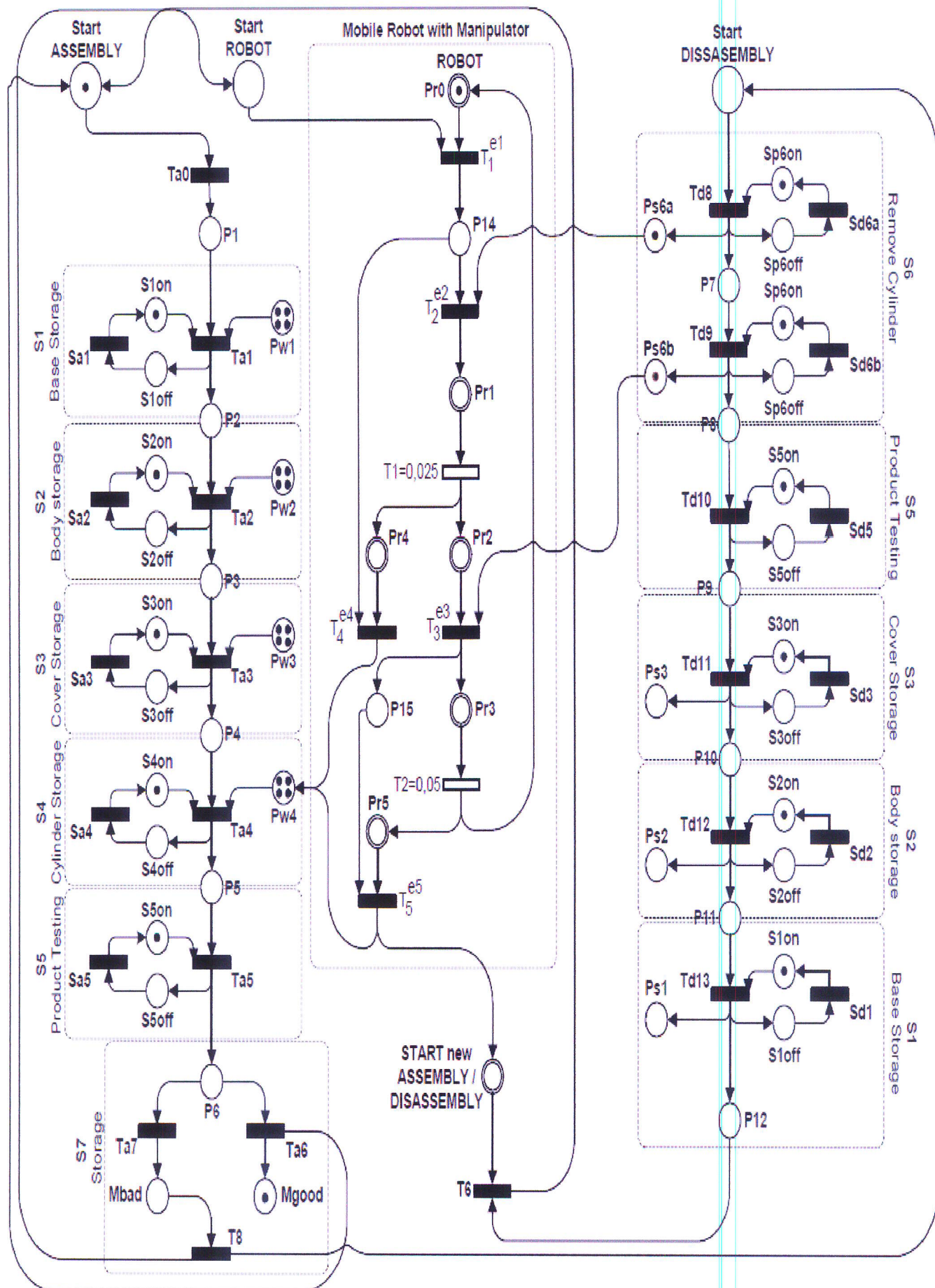


Figura 14. Modelul in abordare hibrida (RPH)

La obiectivul al doilea s-au diseminat rezultatele prin urmatoarele lucrari publicate sau trimise spre publicare

1) Adrian Radaschin, Adrian Filipescu, Viorel Minzu, Eugenia Minca and Adriana Filipescu Jr.-Adaptive disassembly sequence control by using mobile robots and system information, Proceedings of 15th IEEE International Conference in System Theory, Control and Computing, pp: 499-505, 14-16 Oct., Sinaia, Romania, 2011, ISBN: 978-973-621-323-6, Indexed IEEE Xplore;

2) A. Radaschin, A. Voda, E. Minca, A. Filipescu-Task Planning Algorithm in Hybrid Assembly/Disassembly Process, 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing(INCOM2012, 23-25 May 2012, Bucharest, Romania.

3) Adrian Filipescu, Eugenia Minca, Alina Voda Hybrid System Control of an Assembly/Disassembly Mechatronic Line Using Robotic Manipulator Mounted on Mobile Platform, The 7th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA 2012), 18 - 20 July 2012, Singapore

4) Adrian Radaschin*, Alina Voda, Eugenia Minca, Adrian Filipescu, Séquence hybride pour le contrôle du désassemblage à l'aide de robot mobile", CIFA 2012, Septième Conférence Internationale Francophone d'Automatique, Grenoble, France, 4-6 juillet 2012.

Echipa de cercetare apreciaza ca acest obiectiv a fost realizat in totalitate la nivelul anului 2011 si indicatorii de performanta prevazuti prin propunerea de proiect au fost realizati.

Pentru anul 2012 se va continua cu definitivarea obiectivului de a face complet reversibila linia de asamblare HERA, prin asimilarea pieselor 2 si 3 din figura 9 ca fiind de greutate medie iar a paletului piesa 1 ca fiind de greutate mare. Pentru transportul pieselor de greutate medie se va utiliza platforma mobila PatrolBot aflata in dotare la UDJG iar manipulatorul robotic corespunzator se va achizitiona. Pentru transportul piesei de greutate mare se vor utiliza platformele mobile PowerBot si SEEKUR, aflate in dotare, iar manipulatorii robotici corespunzatori se vor achizitiona. De asemenea se va lucra si la echilibrarea a doua linii flexibile de fabricatie, deservite tot de roboti mobili echipati cu manipuloare.

Director proiect,

Alina Voda

