PROIECT 3

Conducerea inteligentă, cu tehnici avansate și navigația bazată pe senzori performanți și sisteme servoing vizuale a Sistem Autonom Complex -Asistent Robotic Personal SAC-ARP și Sistem Autonom Complex -Vehicul Autonom Multidirecțional SAC-VAM integrate în tehnologii de asistare medico-socială și deservire de linii fabricație felxibilă de precizie, de laborator (linii de mecatronică) și industriale

ETAPA 3 2020

Testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator; Integrarea SAC-ARP în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicească; Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann; Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de P/R, Festo MPS200

CUPRINS

REZULTATE OBȚINUTE 3

Act 3.9 -Testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator; -Diseminare rezultate... 3

Act 3.10 -Integrarea SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicească; -Diseminare rezultate 6

Sistemul Visual servoing al SAC-ARP sau SAC-VAM 6

Act 3.11 -Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann 9

Obiectivele sistemului complex: 12

Sistemul complex asigura următoarele performante: 13

Sistemul PLC de acționare a liniei HERA&HORSTMANN 17

Celula flexibilă cu Manipulator ABB 17

Sistemul Central de achiziție de date și conducere 18

Act 3.12 Integrarea sistemelor autonome complexe SAC_ARP si SAC VAM 19

Arhitectura sistemului central de automatizare a liniei flexibile asamblare/dezasamblare 20

Sistem autonom complex (SAC-ARP sau SAC-VAM) 20

Modelul hibrid al procesului de transport si dezasamblare pentru recuperarea componentelor 21

Sistemul central de automatizare proiectat . Interfața HMI 22

Cercetările Etapei 3 răspund obiectivelor de cercetare aferente ***Activităților 3.9, 3.10, 3.11, 3.12*** din planul de realizare al proiectului complex, si au condus in final la implementarea si testarea in regim de laborator a conducerii în timp real a unui Sistem Integrat pentru Fabricație Flexibila (SIFF), deservit de sisteme autonome complexe, SAC-ARP si SAC-VAM. In acesta etapă s-a definitivat structura hardware a sistemului de producție, adică s-a realizat completarea sistemului existent, destinat fabricației in flux, cu o celulă de dezasamblare flexibilă echipată cu manipulator industrial ABB si a fost realizata si implementata in timp real structura de conducere pentru asigurarea capabilității de procesare/reprocesare a liniei de fabricație utilizând sistemele autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM, care echipate cu algoritmi de conducere care dau autonomie, pot fi utilizate si in aplicații intra si extra spitalicești.

REZULTATE OBȚINUTE

-Sistem servoing vizual mobil plasat pe manipulatoarele care echipează SAC-ARP și SC-VAM;

- SAC-ARP si SAC-VAM integrate în tehnologia de asistare personală intra/extra spitalicească:

-SAC-VAM testat în acțiuni de salvare în teren accidentat;

-SAC-ARP și SAC-VAM integrate într-o tehnologie hibridă de deservire pe linii de fabricație f de precizie, de A/D si P/R, in regim de laborator;

- Rezultate ale testării în laborator a conducerii liniilor flexibile de fabricație integrate în tehnologii hibride de fabricație flexibilă de precizie, asistate de SAC-ARP și SAC-VAM;

Act 3.9 -Testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator; -Diseminare rezultate

Au fost testate structurile de la Etapa2-2019 pentru roboții Pioneer 3Dx si PeopleBot implicați in preluarea pieselor recuperate din stația de dezasamblare. Pentru navigație au fost validați algoritmii de evitare a obstacolelor si de deplasare in timp prescris, cu scopul de a asigura sincronizarea cu linia de fabricație si/sau cu cerințele impuse de utilizatorul din spital. S-a făcut testarea structurilor de conducere și navigație a sistemelor autonome complexe, SAC-ARP și SAC-VAM, în regim de laborator***.*** Sistemele SAC-ARP au fost echipate cu sisteme de navigație pentru ocolirea obstacolelor și cu algoritmi trajectory tracking pentru deplasare in timp stabilit. Aceste structuri de conducere au fost integrate in în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicescă, în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann, si în

tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de P/R, Festo MPS200.

SAC-ARP considerat in aceasta etapa este ansamblul format din robotul mobil (WMR) (PeopleBot), braț robot (Cyton) și cameră (Logitech).

Camera video este plasată pe ultima secțiune a manipulatorului (lângă efectorul final). WMR are sarcina de a muta manipulatorul robotic cu componenta P4-R de la S0 la depozitul stației de lucru S4.

Mișcarea WMR este controlată cu un algoritm de urmărire a traiectoriei: aceasta înseamnă că WMR se deplasează pe o cale dorită într-un timp dat, fără a depăși restricțiile (de exemplu, limita de viteză / accelerare).

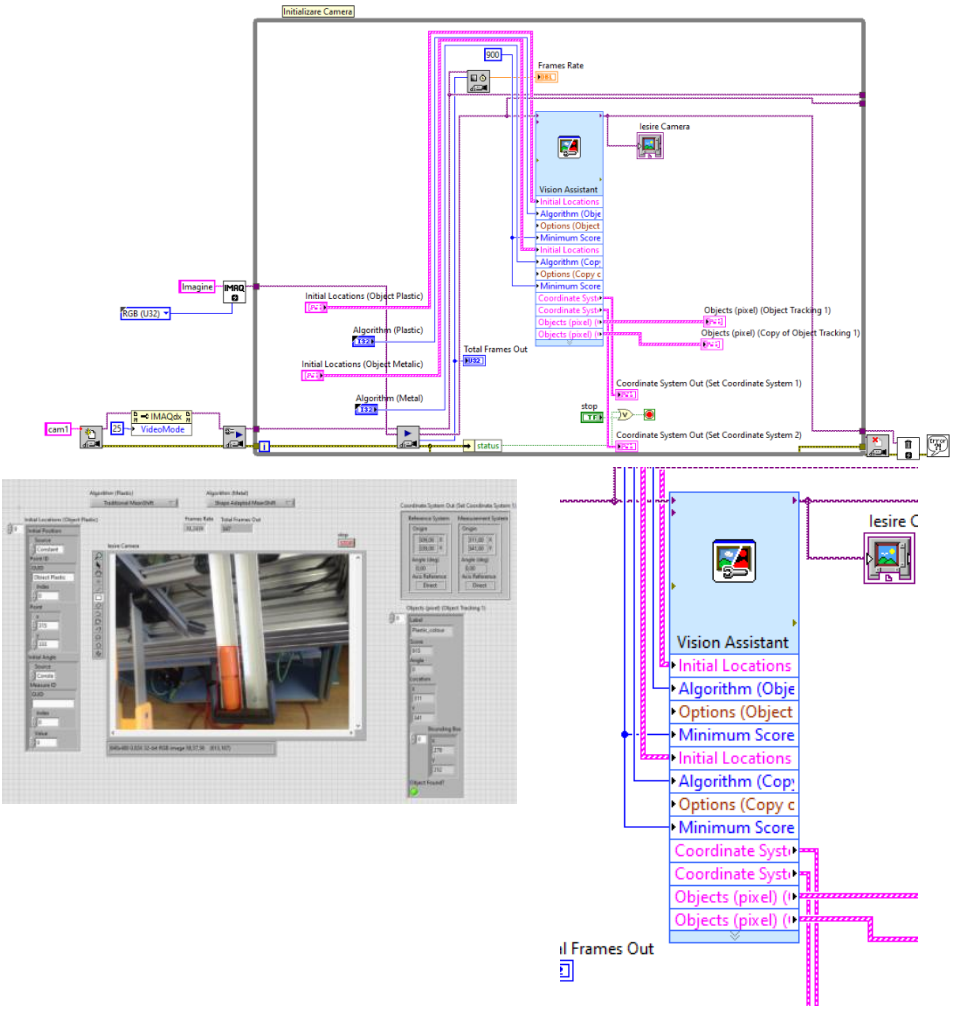


Figura 1

Pentru a prelua componenta P4-R de pe stația de lucru S0, este propus un algoritm pentru a detecta poziția exactă a componentei, utilizând LabView (Fig.1). Acesta este utilizat în continuare pentru a controla efectorul final al manipulatorului, pe baza datelor achiziționate de la camera video. Acesta este modul în care funcționează algoritmul servoing vizual mobil.

Acest algoritm este util deoarece WMR cu brațul robot nu este întotdeauna în aceeași poziție (în același punct) în fața stației de lucru pentru dezasamblare (S0).

Acest lucru se întâmplă din cauza incertitudinilor modelului, din cauza alunecărilor WMR sau eventualelor denivelari ale suprafației.

SISTEMUL UTILIZAT pentru VALIDAREA REZULTATELOR OBȚINUTE ÎN ETAPA3 2020

Figura 2

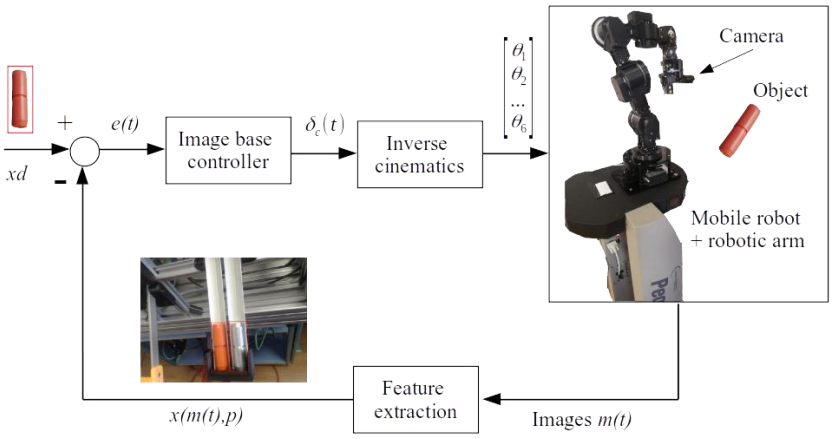
Act 3.10 -Integrarea SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologiile de asistare personală intra/extra spitalicească; -Diseminare rezultate

Pentru integrarea SAC_ARP și SAC-VAM in tehnologiile de asistare intra si extra spitalicească, au fost îmbunătățiți algoritmii de navigație, cu ocolirea obstacolelor fixe si mobile, dezvoltați in Etapa 2 și algoritmii de deplasare prin spatii înguste (uși, sau culoare înguste). Aceștia au fost completați cu algoritmii de preluare de obiecte utilizând algoritmi bazați pe servoing visual, algoritmi utilizați și in sistemele complexe de deservire a liniilor de fabricație flexibilă. Algoritmii de preluare de obiecte sunt strict necesari pentru dezvoltarea tehnicilor de asistare personală.

Sistemul Visual servoing al SAC-ARP sau SAC-VAM

Pașii principali ai algoritmului de control sunt:

1) extrage informații vizuale utile pentru a calcula caracteristicile obiectului;

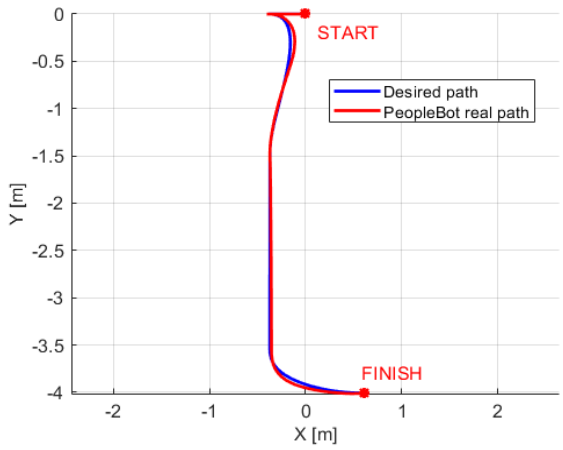


2) utilizează aceste informații ca intrări pentru bucla de control (știind că se calculează eroarea dintre caracteristicile vizuale curente și valorile dorite ale acelor caracteristici);

Figura 3

3) comenzile (ieșirile) (de exemplu, viteza brațului robotului) sunt calculate pentru a reduce eroarea, asa cum se vede in Fig.3 in care este reprezentată schema bloc a structurii de conducere bazate pe servoing visual.

Implementarea în timp real are ca scop identificarea obiectelor și transportul lor in

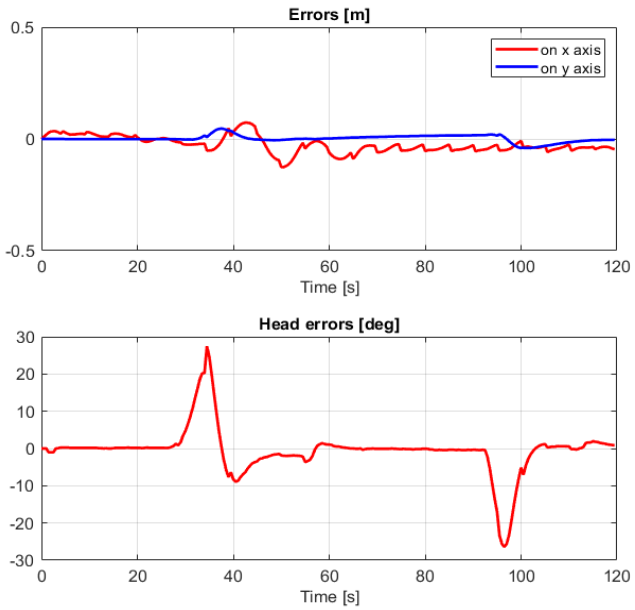


punctele corespunzătoare (fiecare dintre cele 4 obiecte, are câte un punct de destinație asociat) . Pentru a îndeplini această sarcină, SAC-ARP trebuie să identifice și să preia obiectul de la stația S0 (acesta este algoritmul de control bazat pe servoing vizual) și să il livreze la stația de destinatie.

Figura 4 -Traiectoria dorită

Conducerea navigației bazată pe Trajectory Tracking trebuie să asigure nu numai planificarea drumului pe care se face deplasarea (așa cum se poate vedea „calea„ dorită în Fig.4), ci și profilurile de viteză (dimensiunea temporală - vezi Fig.5). Fig.5 și Fig.6 arată grafic rezultatele obținute in urma implementării in timp real pe SAC-ARP (format din WMR PeopleBot si manipulator Kyton echipat cu sistemul servoing vizual).

Figura 5



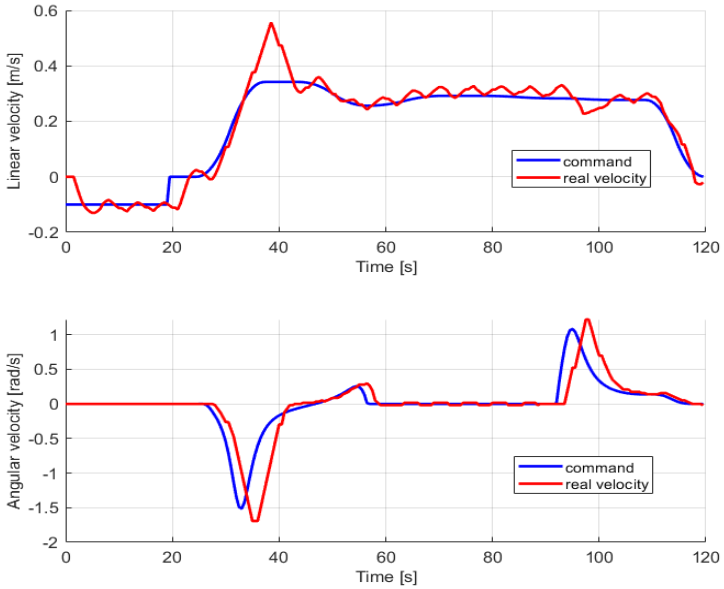


Figura 6

Rezultatele experimentului în timp real sunt prezentate în Fig.4, unde este afișată calea urmată SAC-ARP . Controlerul pentru gestiunea navigației este utilizat pentru a rezolva problema de urmărire a traiectoriei cu erori minime. Fig.5 și Fig.6 arată grafic rezultatele experimentale ale algoritmului de conducere de tip „sliding-mode”” utilizat pentru SAC-ARP în ceea ce privește dinamica erorii și vitezele liniară și unghiulară. Se vede foarte ușor cum controlerul proiectat, poate urmări cu precizie, traiectoria SAC-ARP sau SAC-VAM. Soluția problemei de navigație in timp minim (Trajectory Tracking) se bazează pe proiectarea unui regulator de tip „Sliding Mode”.

Act 3.11 -Integrarea sistemelor autonome complexe SAC-ARP și SAC-VAM în tehnologii hibride de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică, de A/D, Hera&Horstmann;

Una dintre problemele principale referitoare la sistemele flexibile de fabricație sau de asamblare este productivitatea. Există diferite moduri de a aborda această problemă, printre care ordonarea sarcinilor, atribuirea reactivă a sarcinilor sau încercarea de reutilizare / reprocesare a pieselor neconforme.

In aceasta etapă, a fost realizată o aplicație de conducere în timp real pentru a asigura capacitatea de reutilizare / reprocesare a pieselor neconforme într-o linie flexibilă de fabricație Mechatronics (FMML) asa cum se poate vedea in Fig.7. Linia flexibilă de fabricație, luată în considerare pentru aplicație, este o linie HERA &

Horstmann Assembly Mechatronics (AML). În această etapa a fost realizata aplicația de conducere în timp real a SAC-ARP si SAC_VAM (a robotului mobil cu roți (WMR) echipat cu un manipulator 7DOF care are un sistem de servoing vizual mobil (VSS). VSS folosește arhitectura Eye-in-Hand pentru a efectua sarcini de preluare si transfer a obiectelor cu poziții a priori necunoscute. Sistemele robotizate autonome folosesc sistemele servoing visual pentru a-si creste capabilitățile de autonomie. Roboți mobili care integrează controlul servoing visual pentru a facilita apucarea și manipularea obiectelor pe care le transfera autonom la destinație, sunt principalele subiecte ale etapei. Simulările în Matlab sunt efectuate folosind, iar avantajele și dezavantajele sunt ilustrate și discutate. Proiectarea software-ului de control de astăzi ne permite să propunem componente elementare care pot fi combinate pentru a crea aplicații portabile de nivel înalt. Mai mult, viteza crescândă a microprocesoarelor ne permite să dezvoltăm mai mult de un algoritm de procesare a imaginilor în timp real pe o stație de lucru simplă.

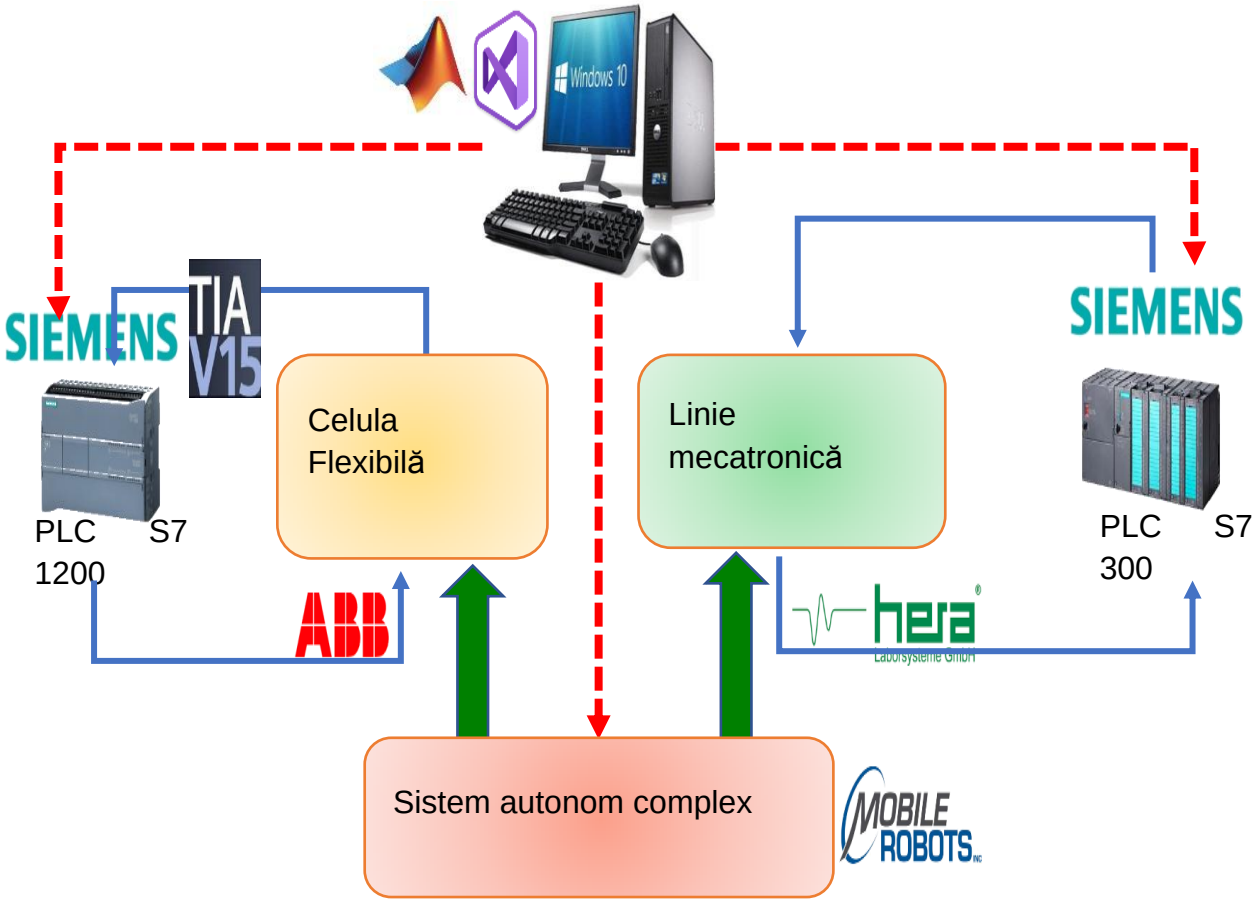
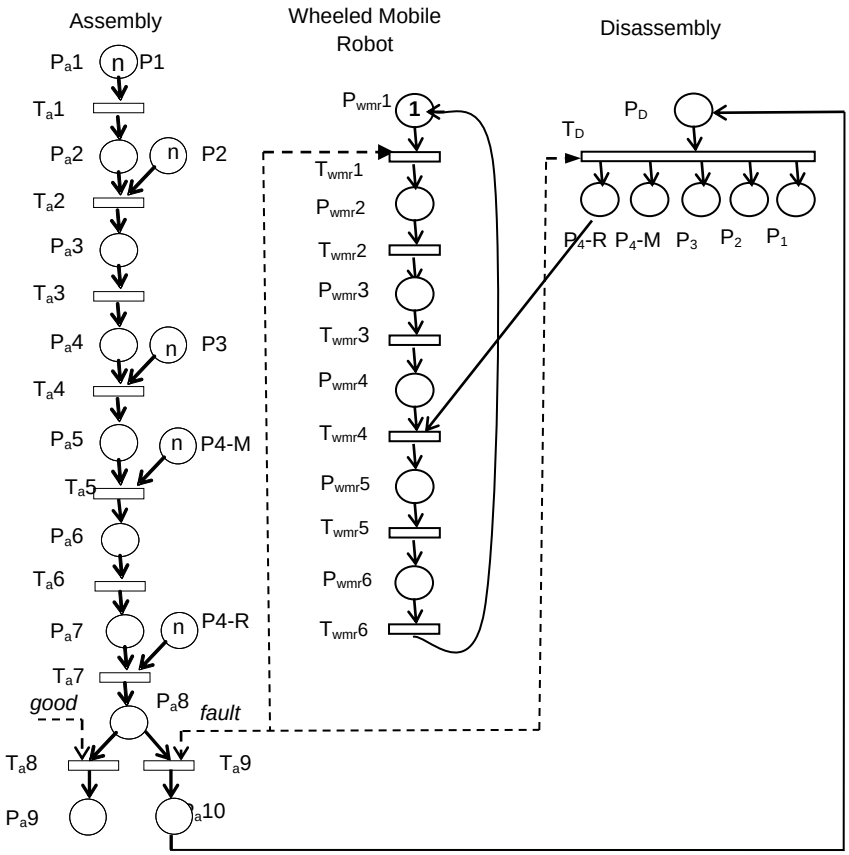


Figura 7

În această etapa, tehnica de conducere bazată pe servoing vizual aplicată, folosește datele furnizate de o cameră video pentru a controla mișcarea unui sistem de brațe robotizate este combinată cu controlul de urmărire a traiectoriei pentru robotul mobil care deplasează manipulatorul în sistemul de asamblare (sau in mediul intra-spitalicesc, echivalent). Controlul servoing-vizual înseamnă a utiliza datele vizuale calculate pentru a închide bucla de control al mișcării unui braț robot. Datele vizuale sunt obținute de la o cameră care este montată direct pe manipulatorul robotului (caz în care mișcarea robotului induce mișcarea camerei). Controlul servoing vizual se bazează pe tehnici din domeniile procesării imaginilor, viziunii computerizate și teoriei conducerii automate.

În Figura 8 este prezentată structura sistemului de fabricație flexibil bazat pe o linie de asamblare completata cu o stație de dezasamblare echipata cu un manipulator ABB si un Sistem Autonom Complex (SAC). Pe baza acestei structuri, este luat în considerare sistemul de asamblare flexibil completat cu o stație de lucru de demontare. Structura rezultată a sistemului flexibil de asamblare / dezasamblare este modelată utilizând rețelele Petri și apoi simulată pentru a verifica proprietățile cantitative și calitative. Sistemul de producție flexibil considerat de asamblare / dezasamblare este prezentat în Figura 8. De asemenea, pentru analiza, este



prezentat și modelul Rețea Petri, utilizat pentru simulare.

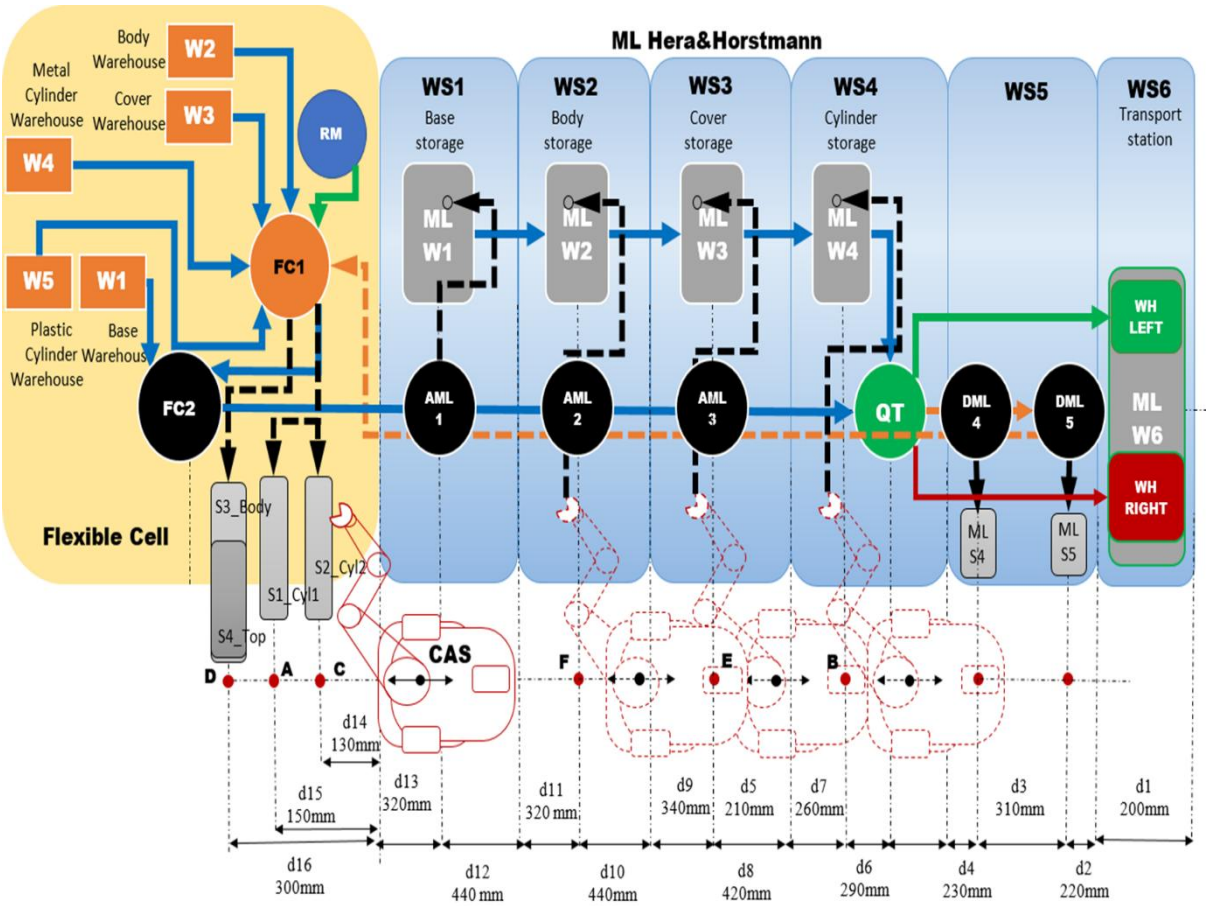


Figura 8

În sistemul de producție flexibil de asamblare / dezasamblare există câteva sarcini de îndeplinit. Linia inițială de asamblare / dezasamblare Mecatronică (A / DML) este compusă din 4 stații de lucru WS1, WS2, WS3 și WS4 unde este prelucrată asamblarea dintre piesa corespondentă și subansamblu. Pentru sarcina de demontare, se adaugă o stație de lucru, numită „Flexible Cell” din Figura 8, sau S0, care conține un manipulator industrial ABB, care efectuează operația de dezasamblare. Pentru a efectua reprocesarea, piesele rezultate în S0 trebuie identificate și apoi transportate la depozitul corespunzător al stației de lucru de asamblare. Pentru această sarcină se folosește SAC-ARP sau SAC_VAM (un robot mobil cu roți (WMR) echipat cu un manipulator). Sarcina WMR este de a livra piesa de la S0 la depozitul corespunzător al stației de lucru de asamblare în timp minim si cu ocolirea oricărui obstacol. Această sarcină este executată utilizând un algoritm de trajectory tracking. Sarcina SAC-ARP sau SAC_VAM este să identifice piesa (cu poziția necunoscută) și să o depună apoi în depozitul stației de lucru de asamblare corespunzătoare operației in care este implicată. Pentru această sarcina SAC-ARP sau SAC_VAM folosește o aplicație de conducere bazata pe servoing visual. Aceasta aplicație este implementata in timp real utilizând LabView.

Obiectivele sistemului complex:

1. **Modelarea** tuturor caracteristicilor liniei A/D/RML, cu Rețele Hibride Sincronizate Petri (SHPN). Pentru modelare se iau in calcul cele 2 aspecte:

- **componenta discretă** pentru operațiile de procesare, asamblare-dezasamblare elementare - Linia de Mecatronică/Linia Multifuncțională
- **componenta continuă** pentru deplasarea Sistemului Autonom Complex (SAC-ARP sau SAC -VAM) format din Robot Mobil (WMR) si manipulator robotic

2. **Simularea** Rețelelor Petri pentru a compatibiliza funcționalitatea discretă a liniei de mecatronică cu funcționalitatea continuă a CAS
3. **Conducerea** pentru cele 3 subsisteme:
   - **Celula flexibilă:** celulă flexibilă multifuncțională (FC) echipată cu IRB ABB 6-DOF. Programarea Manipulatorului Robotic ABB folosind RobotStudio si PLC-ul Siemens S71200
   - **Linia de mecatronică:** comanda de asamblare/dezasamblare se face strict prin "Sistemul Central"- PLC-ul Siemens S71200 și panou operator HMI
   - **Sistem autonom complex (CAS):** Poziționarea RM: trajectory-tracking și sliding-mode control (TTSMC). Preluarea și eliberarea piesei : tehnologia VSS "eye-in-hand"

Comunicarea dintre PLC-ul și CAS se face prin Ethernet , protocolul ModbusTCP

Sistemul complex asigura următoarele performante:

- **Flexibilitatea** -asamblarea a cel puțin 2 produse diferite.
- **Multifuncționalitatea**-tehnologia a fost implementată pe un A/D/RML conectat la o celulă flexibilă multifuncțională (FC) echipată cu manipulator robotic ABB 6-DOF, permițând asamblarea, dezasamblarea cu recuperare piese sau înlocuire componente.
- **Reversibilitatea**-dezasamblarea totală a piesei finale cu recuperarea de componente.
- **Repararea**-dacă piesa prelucrată nu trece testul de calitate și este eligibilă pentru reparare, aceasta este preluată de la ultimele stații ale A/D/RML și transportată la prima stație unde va fi luată în considerare pentru reparare.
- **Repetabilitatea**-întreg procesul de asamblare/dezasamblare și reparație se face automat în mod repetat pentru un număr dat de piese(cerință de producție).

În funcție de opțiunea aleasă in HMI si anume **Produs Tip 1** sau **Produs Tip 2**, se determină locația unde are loc asamblarea produsului si mutarea /transportul acestuia către punctul final de depozitare. Schema sistemului de fabricație este data in figura 9.

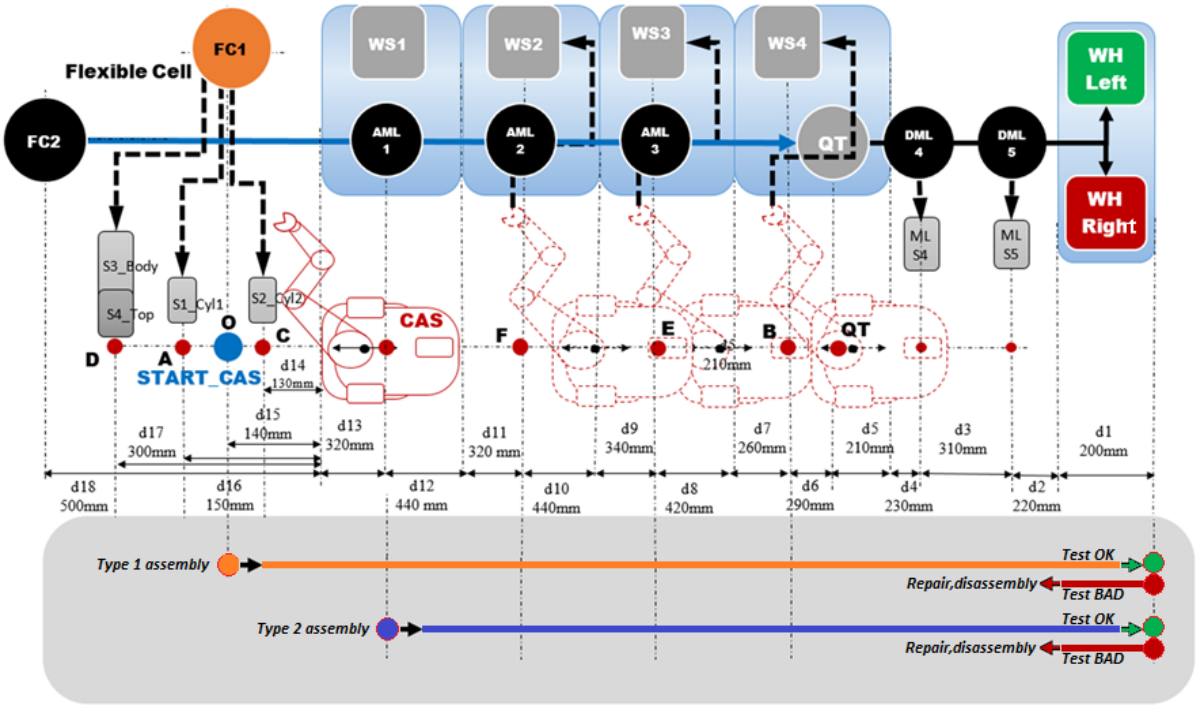


Figura 9

În această etapă, se face convenția că un produs final asamblat poate fi:

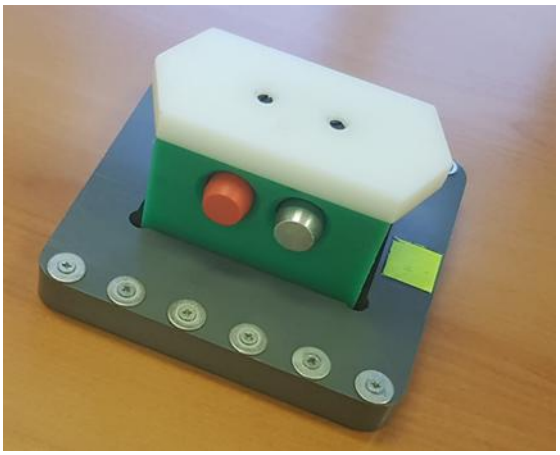
Satisfăcător calitativ dacă acesta conține doi cilindri de metal(culoare gri). Un astfel de produs final trebuie depozitat in Turnul de Depozitare(partea stânga)

Nesatisfăcător-Recuperabil dacă acesta conține cilindri de materiale diferite. Un astfel de produs final trebuie returnat pe linia de dezasamblare, în vederea recuperării componentelor și reparare. Un astfel de produs final trebuie transferat către stația de dezasamblare unde, in urma dezasamblării rezultă componentele care sunt returnate in depozitele stațiilor in care se efectuează operația de asamblare.

Nesatisfăcător-Nerecuperabil dacă acesta conține doi cilindri de plastic(culoare roșie). Un astfel de produs final trebuie depozitat in Turnul de Depozitare(partea dreaptă)

Fiecare produs final este alcătuit din 5 componente:

- palet (pallet)
- corp (body)
- capac (cover)
- cilindru metalic (metal cylinder)
- cilindru de plastic (plastic cylinder)

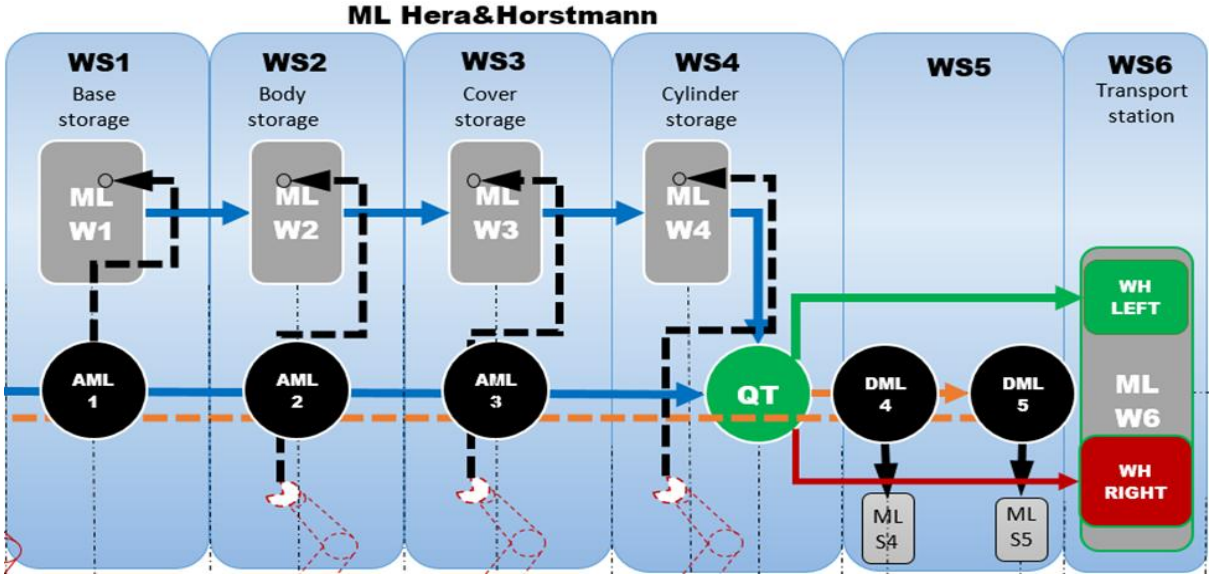


Linia/sistemul flexibil de asamblare/dezasamblare cu recuperare componente este formată din următoarele subsisteme, așa cum se poate vedea in Fig 10:

- **Celula flexibilă** cu manipulator robotic -model **ABB IRB120**
- Linie mecatronică **HERA&HORSTMANN** :
  - 5 stații (celule) de lucru (de A/D și depozitare piese lucru)
  - sistem de transport dintre stațiile de A/D de tip benzi transportoare
  - stație/sistem de manipulare și depozitare produse finale asamblate, sistem de tip lift (Turn Depozitare)
  - sistem de acționare/comandă a FMML, A/D/RML **HERA&HORSTMANN**, PLC-ul Siemens S7300
- **SAC** (Sistem Autonom Complex)**-**Robot Mobil (WMR) si manipulator robotic **Cyton** - folosit la transportul și reintroducerea pieselor recuperate în magaziile de piese aferente fiecărui tip de componentă

Sistemul central de achiziție de date și conducere al întregii linii FMML, A/D/RML precum si de acționare/comandă al **Celulei Flexibile** - PLC-ul Siemens

Structura liniei HERA&HORSTMANN



S71200

Figura 10

- **Stațiile de prelucrare WS1,WS2,WS3 și WS4**, prezintă câte o magazie de piese, în fiecare magazie găsindu-se un alt tip de componentă. În procesul de asamblare fiecare stație depune câte o piesă și transporta produsul către următoarea stație.

- **Stația WS4** mai conține un sistem de testare a produsului final înainte ca acesta să fie transportat și depozitat sau returnat. În funcție de testarea efectuată, sistemului de conducere central selectează locația unde va fi depozitat noul produs(stânga sau dreapta). Testarea este efectuată cu ajutorul a trei traductoare inductive.

Sistemul PLC de acționare a liniei HERA&HORSTMANN

Structura de acționare este de tip distribuită și este formată dintr-un PLC, **SIEMENS**

Simatic S7-300.

- magistrala PROFIBUS DP
- 6 Module I/O SIEMENS ET200S-IM 151-1 distribuite pe fiecare dintre stații
- panou operator HMI SIEMENS Simatic TP 177

Celula flexibilă cu Manipulator ABB

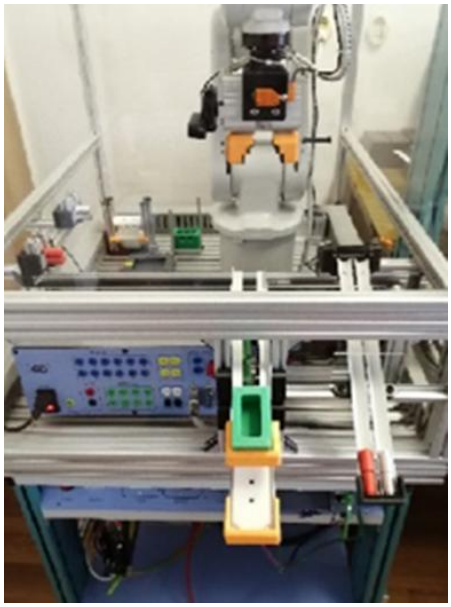
Structura celulei si elementele componente sunt reprezentate in Figura 5:

- Manipulator RM ABB IRB120 (6 grade de libertate) și gripper electric adaptat pieselor prelucrate
- Magazie Piese
- Sistem de control PLC SIEMENS S7-1200 și HMI SIEMENS KTP 700

Funcțiunile acestei stații in cadrul sistemului hibrid de deservire linii de fabricație flexibilă de precizie, de laborator, de mecatronică:

Cu ajutorul sistemului de comandă (Automat programabil Siemens S71200) acesta preia una din următoarele funcții

- **Asamblare Piesă** (Asamblare /Preluare cilindrii predefiniți)
- **Dezasamblare Piesă** (Demontare componente și reintroducerea in magaziile de piese)
- **Schimbare Cilindru** defect-Piesa provine din retur de la Linia HERA&HORSTMANN
- **Scanare Stație** -Calculul componentelor existente in stoc din fiecare piesă



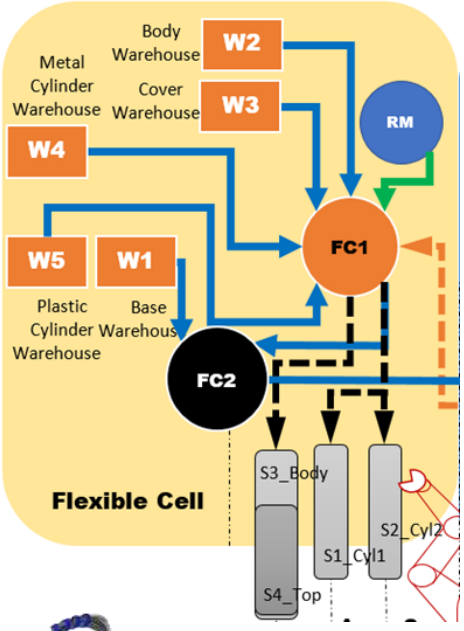


Figura 5

Sistemul Central de achiziție de date și conducere

Structura de acționare este de tip distribuită și este formată dintr-un PLC, **SIEMENS Simatic S7-1200**. Acesta se conectează pe

- magistrala PROFIBUS DP

cu linia HERA&HORSTMANN

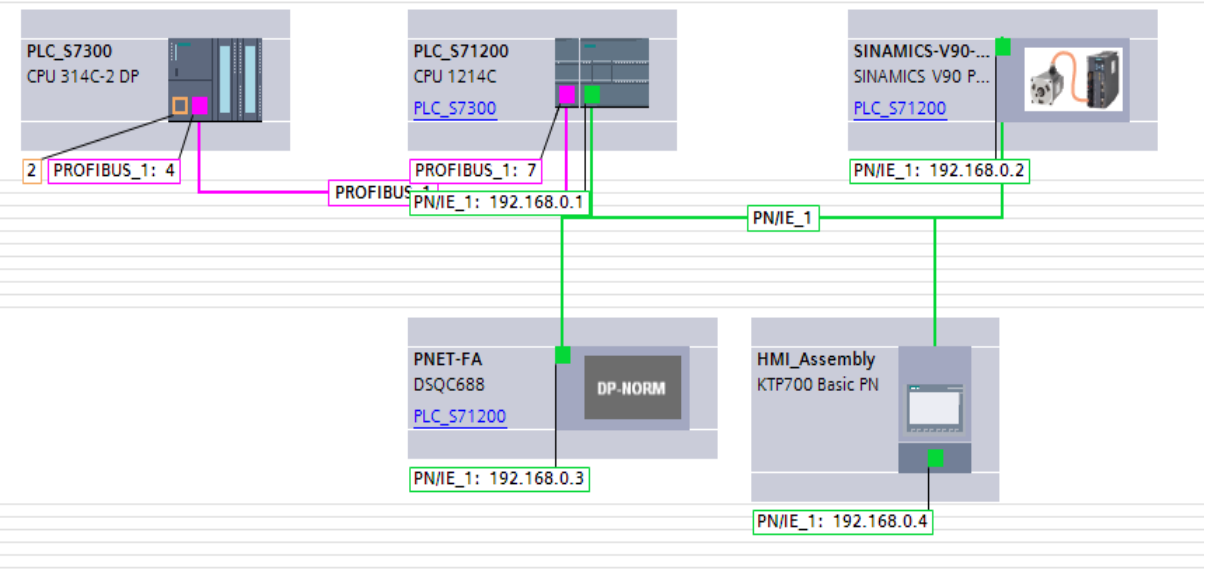
- Protocol ProfiNet
  - robotul manipulator ABB IRB120
  - panoul operator SIEMENS HMI KTP 700
  - Servomotor banda transportoare Celula Flexibila RM
- **Protocol Modbus TCP** - cu Sistemul de acționare al Robotului Mobil WMR

Comanda de asamblare/dezasamblare și de prelucrare/reparare se face strict prin intermediul acestui Sistem Central.

Act 3.12 Integrarea sistemelor autonome complexe SAC_ARP si SAC VAM în tehnologii de deservire linii de fabricație flexibila de precizie, de laborator, de mecatronica , de P/R, Festo MPS200;

.

Arhitectura sistemului central de automatizare a liniei flexibile asamblare/dezasamblare



Sistem autonom complex (SAC-ARP sau SAC-VAM)

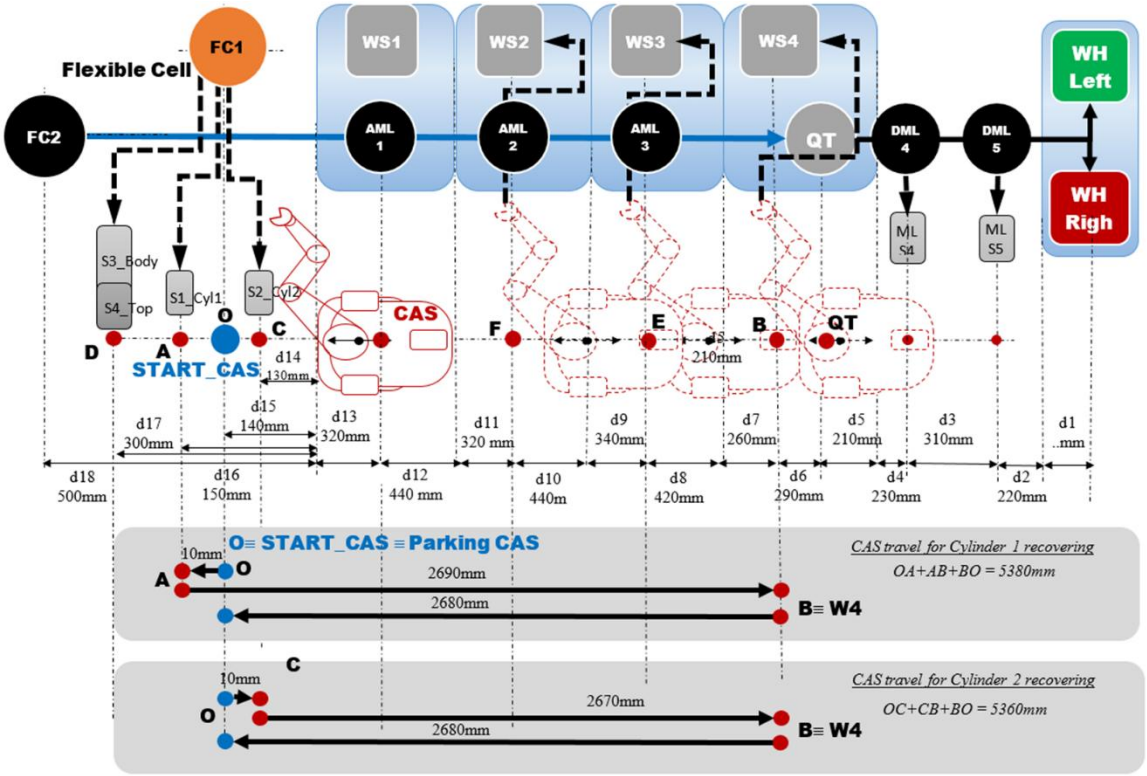
SAC-ARP (sau **SAC-VAM**)-folosit la transportul și reintroducerea pieselor recuperate în magaziile de piese aferente fiecărui tip de componentăRobot Mobil (WMR) – MobileRobots PeopleBot

- trajectory-tracking și sliding-mode control (TTSMC)

➨ Manipulator robotic Cyton 7-DOF Arm (RM)

- tehnologia VSS “eye-in-hand”, camera este situată la capătul efector al RM.

- **Protocol Modbus TCP** – Sincronizare PLC S7-1200 <-> Sistemul de acționare al Robotului Mobil WMRModelul procesului de asamblare



Modelul hibrid al procesului de transport si dezasamblare pentru recuperarea componentelor

Figura 11

Modelul sistemului este hibrid, fiind caracterizat de dinamica cu evenimente discrete ce modelează funcționarea liniei flexibile, deci procesele din stațiile de prelucrare

WS1-WS4 si de dinamici continue ce caracterizează SAC-ARP sau SAC-VAM, care deservește linia.

In Fig.11 este data structura sistemului format din linia de asamblare flexibilă deservită de SAC-ARP sau SAC-VAM si cu distantele pe care trebuie sa le parcurgă acesta pentru a recircula piesele recuperate in urma dezasamblării din „flexible Cell”,S0.

Pentru conducerea acestui sistem hibrid, a fost proiectata un supervizor cu o interfață HMI.

Sistemul central de automatizare proiectat . Interfața HMI

Interfața HMI, proiectată pentru a realiza conducerea sistemului complex, urmărește desfășurarea procesului de asamblare şi generează semnalele de sincronizare

pentru deplasarea SAC-ARP sau SAC-VAM, care trebuie sa preia piesele dezasamblate, cu scopul de a le aduce, pentru reprelucrare in stațiile in care se face asamblarea bolțurilor.

Aceeași interfață HMI, permite si intervenția operatorului, in regim manual, pentru oprirea procesului, sau pentru pornire, după o oprire necontrolabilă.

Diseminare rezultate

-*Improved Image Processing Algorithm for Quality Test on a Flexible Manufacturing Mechatronic Line*, Marius-Adrian Păun, Eugenia Minca, Adrian Filipescu, Octavian Gabriel DUCA, Adriana Filipescu, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania during October 8-10, **2020,** *(in curs de indexare)*

- *Optimal control of a flexible assembly technology on a mechatronics line with integrated industrial robotic manipulators*, Octavian Duca, Eugenia Minca , Adrian Filipescu , Henri-George Coanda , Florin Dragomir , Adriana Filipescu, Journal: Sensors, Manuscript ID: SENSORS, 981733, **2020**, pg.921-926, 978-1-7281-9809-5/20/$31.00 © 2020 IEEE

-*Manufacturing Technology on a Mechatronics Line Assisted by Autonomous Robotic Systems, Robotic Manipulators and Visual Servoing Systems*, Adrian Filipescu, Eugenia Mincă, Adriana Filipescu, Henri-George Coandă, Journal name: Actuators, Manuscript ID: actuators-991918, (*in evaluare*), **2020**

- *Hybrid Co, ntrol Application Using Mobile Visual Servoing for Flexible Manufacturing Mechatronics Line*, Daniela Cernega, Razvan Solea, 24rd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), Sinaia, Romania during October 8-10, 2020, pp 636-641 *(in curs de indexare)*