

# ANALIZA TEHNICO – ECONOMICĂ LA IMPLEMENTAREA ROBOȚILOR ÎN PROCESELE DE FABRICAȚIE

PANA Ana-Maria

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. Dana TILINĂ

## REZUMAT:

Acest articol prezintă o analiză realizată pe o linie de fabricație: se vor prezenta indicatorii modificați pe linia de fabricație Pinioane Fixe din Departamentul Cutii Viteze (randament operational, ppm-MU, FIP OC, ergonomie) la introducerea robotului ABB. Mai mult decât atât, este esențială această modificare deoarece se va trece la realizarea a 12000 pinioane fixe pe săptămână (în prezent se realizează 10000). De asemenea, pe linia studiată există probleme de Securitate: ulei pe sol-risc de accidentare pentru operatorii din posturi. Pentru acest lucru, se vor prezenta diferite metode de îmbunătățire a indicatorului 5S al acestui U.E.L. (Unitate Elementară de Lucru).

CUVINTE CHEIE: maximum randament operațional, robot, pinion, cost.

## 1 SCURTĂ PREZENTARE A RENAULT MECANIQUE ROUMANIE

Sectorul Cutii viteze TLx este integrat din punct de vedere organizatoric în Uzina Mecanica și Șasiuri, iar din punct de vedere juridic reprezintă uzina Renault Mécanique Roumanie (RMR).

Departamentul beneficiază de tehnologii inovatoare: cuptoare de preoxidare înainte de carbonitrurare, instalații de control 3D de ultimă generație, standuri de încercări pentru control acustic și vibrații, călire sub presă, mașini de transfer pentru uzinaj.

Producția de cutii de viteze este reprezentată prin 18 diversități de t14 și 8 diversități de t18, iar până în momentul de față s-au realizat:

- t14 – 1.220.667 unitați ;
- t18 – 460.089 unitați ;
- tlx – 1.680.756 unitați ;
- mdr(modul de întoarcere) – 470.680 unitați ;

Cutia de viteze TLx este o cutie manuală de ultimă generație și este prima cutie de viteze comună a Alianței Renault-Nissan. Are șase rapoarte și poate transmite un cuplu de până la 240 Nm. Este adaptată noilor motoare pe benzină de 1,8 și 2 litri și motoarelor diesel de 1,5 litri. Pinioane Fixe este unul din cele mai importante UEL-uri din departament, deoarece prezintă un nivel de complexitate ridicată din punct de vedere tehnologic, cu o mare diversitate de referințe pe toate tipurile de viteze: viteza 3, 4, 5, 6 (fig. 1 – principalii clienți la nivel Mondial).

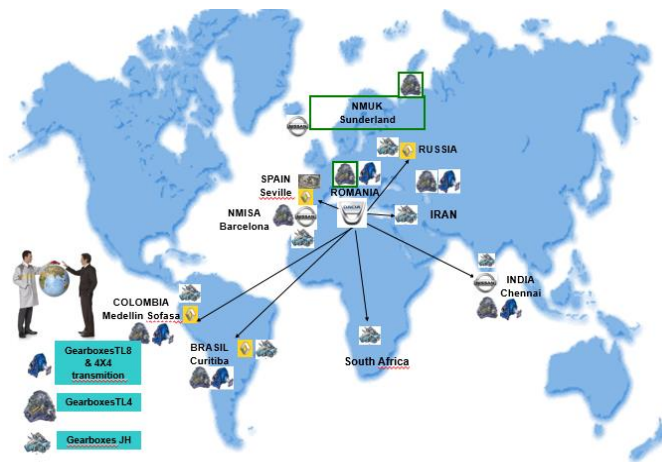


Fig. 1. Clienți Pinioane Fixe la nivel Mondial

## 2 SITUAȚIA ACTUALĂ A LINIEI DE FABRICAȚIE PINIOANE FIXE

În U.E.L. analizat există o multitudine de utilaje: Famar (Italia) și Murata (Japonia) pentru strunjire, Ekin și Aumat pentru Broșare, Liebherr (Germania) pentru Frezare, Sanyo și Wera pentru șanfrenare, Sicmat pentru șevaurire, Icom (Italia) pentru spălare și Axorys pentru Controlul Șoc. În fig. 2 este prezentată implantarea liniei de fabricație. S-a încercuit postul în care urmează să se introducă un robot industrial. Postul de control șoc nu apare în această implantare deoarece acesta se află în partea opusă a clădirii.

LINIA PINIOANE FIXE PA  
10000 CV/SAPTAMANA

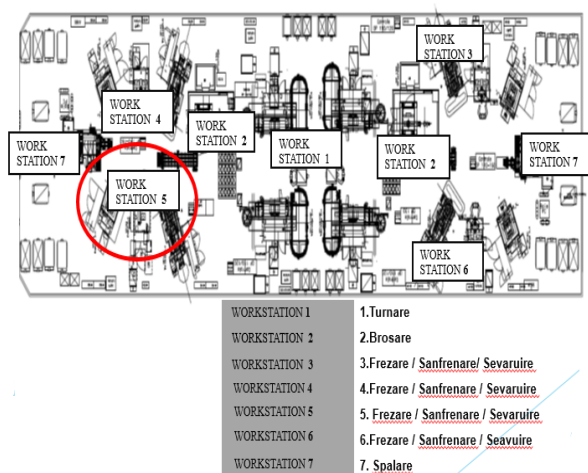


Fig. 2. Prezentare linie fabricație Pinioane Fixe

S-a decis introducerea unui robot in postul 5 deoarece exista o multitudine de probleme: lovituri pe dantura pinioanelor(manipulare neconformă a piesei), timpi de ciclu depășiți, frecvență de control nerespectată de operator(impact în calitatea piesei finale). Cele 4 tipuri de pinioane fixe pentru vitezele a 3-a, a 4-a, a 5-a și a 6-a au aspectul următor(fig. 3) :

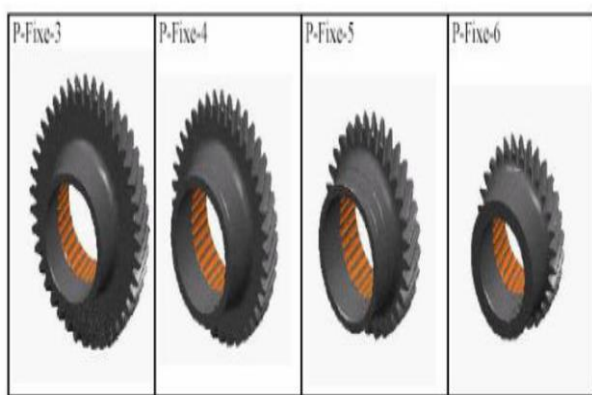


Fig. 3. Pinioane Fixe

Acestea sunt montate pe linia de Asamblaj Cutii Viteze, mai exact pe arborele primar. Dantura realizate este primordiară: pot exista efecte la client dacă aceasta nu este realizată corespunzător(rapoartele de control trebuie sa fie în intervalul de toleranța stabilit de echipa Inginerie în Fisa Tehnică de Control sau in Planul de Supraveghere.

<sup>1</sup> Specializarea Conceptie si Management in Productica, Facultatea IMST;

E-mail: [ana\\_pana92@yahoo.com](mailto:ana_pana92@yahoo.com);

## 2.1. Activități principale la introducerea robotului

Se vor urmări următoarele activități pentru punerea în funcțiune a robotului, după care se va verifica planningul din fig. 4:

- 1) Intocmirea unui Caiet de Sarcini care să cuprindă toate cerințele necesare implantării robotului ABB în linia de fabricație;
- 2) Construirea unui planning de activități precum și stabilirea piloților pentru fiecare activitate în parte;
- 3) Realizarea cercetării de către o echipă specializată precum și realizarea unei simulări informatice privind implantarea robotului;
- 4) Realizarea simulării într-un mediu de lucru virtual cu timpii de ciclu reali;
- 5) Punerea în aplicare a planului de afacere și obținerea validărilor tuturor funcțiilor suport implicate în acest proiect;
- 6) Efectuarea transferului tehnologic în vederea punerii în funcțiune a robotului ABB.

Toate aceste etape sunt urmărite de echipa special creată pentru acest proiect care are un reprezentant de la fiecare meserie în parte: fabricație, mentenanță, logistică, inginerie, etc. Fiecare dintre acestia au un rol foarte bine definit în proiect.

Nr.crit	Actiuni	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	Responsabil
1	Prezentare dosar + validare sursa finantat	R																							
2	Lansare comenzi materiale	P	—	R																					
3	Aprovizionare materiale si piese schimb				P	P	P	—	P							R									
4	Realizare studii si programe				R	R	R	—	R																
5	Montare robot pe pozitie								R																
6	Montare senzori, PLC, sistem wireless								P	P	P	P	P	P	P									P2	
7	Stabilire si validare mod de functionare								P	P	P	P	P	R											
8	Introducere tavi colectare ulei												P	—	P										P2
9	Testare robot												P	P	—	P	P								P2
10	Validare finala													R											

Fig. 4. Planning introducere robot

## 2.2. Avantaje introducerea roboți

Roboții furnizează o multitudine de beneficii într-o lume plină de aplicații variate și transformă productivitatea și eficacitatea. Prin integrarea lor în munca cotidiană din interiorul fabricii rezultă foarte multe ieșiri, calitate înaltă și flexibilitate în procesele de producție. Ultimele statistici realizate de Federația Internațională a Roboților (IRF) indică un număr record de roboți industriali instalați pretutindeni. Acest lucru nu este de mirare, ținându-se cont de evidențele care arată de ce este bine să investim în automatizări. În anii trecuți s-a ajuns la un număr de aproximativ 1.3 milioane de mașini.

Se vor prezenta 10 din cele mai comune motive pentru alegerea unui robot:

- 1) Reducerea costurilor operatorii – sunt direct costurile, făcând o comparație cu ceea ce câștigă un operator (se va detalia pe parcursul lucrării această informație). De exemplu, roboții au ajutat Marea Britanie să se bucure de un „succes automat” în fața concurenților din Europa Centrală. La fabrica din Wadebridge, Cornwall performanța a crescut cu peste 100% prin instalarea unui robot ABB IRB 140.
- 2) Îmbunătățirea calității – roboții elimină problemele. Unul din cele mai bune exemple în acest caz este cel al fabricii Farem din Portugalia, producătoare de oțel. Prin introducerea primului robot, fabrica s-a putut extinde deoarece nu mai era vulnerabilă datorită problemelor de calitate întâlnite până la acel moment.
- 3) Îmbunătățirea muncii operatorilor – cu ajutorul roboților se pot îmbunătăți condițiile de muncă ale operatorilor din echipă. Nu va mai fi nevoie să lucreze într-un mediu neprielnic (utilajele degajă caldura, există riscuri de securitate, etc). Mai mult, prin învățarea operatorilor cum se utilizează roboții, ei pot presta o muncă mult mai valoroasă și vor fi stimulați. Munca este mult mai puțin solicitantă la o companie din Statele Unite ale Americii. Mediul este mai curat și orele de lucru sunt mai puține.
- 4) Creșterea numărului de piese realizate – roboții pot fi lăsați să lucreze peste noapte și în weekenduri nefiind nevoie de mulți operatori. Acest lucru duce la mărirea numărului de piese realizate și de respectare

a termenelor. Robotul se programează pe modul „offline” ca de exemplu la una din Uzinele din Australia unde acesta este programat să lucreze 12 ore, productivitatea crescând cu 80%.

- 5) Flexibilitatea liniei – roboții conferă flexibilitate liniei de producție. Odată programați, aceștia pot ușor să modifice programul, ajutând operatorul să facă schimbările necesare filmului de fabricație cu minimum de efort (pe linia de fabricație de la motorul H4 există o diversitate de motoare realizate).
- 6) Reducerea pierderilor – se reduc pierderile prin funcționarea robotului la viteze mari și cu precizie bună în comparație cu un operator.
- 7) Îmbunătățirea securității – la Dacia, securitatea este pe primul loc, motiv pentru care numărul de accidente scade deoarece operatorul nu mai intră în contact cu scula sau cu alte componente care îl pot răni. În unele posturi care sunt cotate de către ergonom în roșu sau pun în pericol sănătatea operatorilor se pot introduce roboți.
- 8) Probleme de recrutare – specialiștii în industria constructoare de mașini sunt greu de găsit, iar dacă sunt găsiți vor cere salarii mari. Roboții oferă flexibilitate și prin setarea lor pot face același lucru ca și un operator foarte bun.
- 9) Reducerea costurilor capitale – cererea crește în momentul în care se observă o respectare a termenelor. Plus de asta, nu există alte pierderi.
- 10) Economia de spațiu - roboții pot fi montați în diferite configurații astfel încât să nu încurce.

## 3 ROBOT ABB PINIOANE FIXE

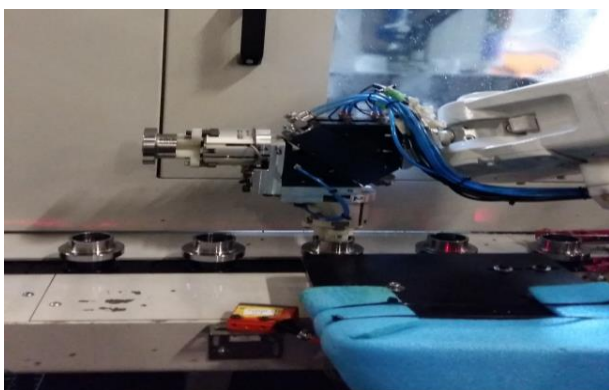
Prin introducerea robotului ABB pe această linie de fabricație se dorește atât atingerea unui câștig pe parte financiară, cât și simplificarea întregului proces de lucru. Pentru a putea realiza acest lucru, echipa dedicată pentru acest proiect a introdus robotul în linia de fabricație. După realizarea tuturor demersurilor, s-a pus în funcțiune robotul ABB care realizează transferul piesei de la Op. 130 Brosare la Op. 140 Frezare, după care piesa este mutată la

utilajul Gleason. În final, aceasta este introdusa pe baia de spalat (fig. 5).



**Fig. 5 .** Conveior transfer piesă

În etapa de realizare a testelor cu robotul ABB, au existat o serie de probleme care puteau avea un puternic impact în indicatorul de M.U.(rebut) al U.E.L.ului. Acest lucru a fost posibil, deoarece nu a existat o corelare între senzorul manipulatorului robotului ABB și conveiorul de intrare al bii de spalat ICOM. Nu exista o temporizare care să permita pieselor să treacă la o anumita perioadă de timp, astfel încat acestea sa nu se poată lovi pe dantura. Din acest motiv, a fost introdus un program masină la utilajul Gleason PF5 care nu permite introducerea pieselor pe conveior doar la un anumit interval de timp, piesele neconforme cu lovituri pe dantură fiind astfel eliminate.



**Fig. 6 .** Post de lucru adaptat

Securitatea este indicatorul primordial al Uzinei Mecanica și Șasiuri Dacia. De aceea, s-au luat în calcul și acele momente în care poate exista riscul de nefuncționare al robotului ABB din diferite

motive(lipsa piesa de uzura, sistem de groseraje blocat, programe modificate, etc). Din acest motiv, incinta robotizată a fost adaptă situației în care operatorul poate lucra în post(foto 6 – risc accidentare în momentul deservirii postului sau în cel în care operatorul schimbă rafala), motiv pentru care zone cu potențial risc s-au securizat.

Operatorii seniori, dar și cei care se ocupă de robot au fost formați în primul rând pentru respectarea regulilor de bază ale securității, mai exact este interzis accesul în incinta robotizată fara lacăt personalizat(foto 7). Aceștia au obligativitatea să blocheze energiile la momentul intrării în incintă. ISEPA(intervenție sub energie cu protecție alternativă) se realizează doar cu acordul ierarhiei de care persoane formate din cadrul departamentului Mentenanță. Este strict intrzisă realizarea acestei proceduri de către operatorii din linia de fabricație.



**Fig. 7 .** Sistem lăcătuire incintă robotizată

Calitatea este de asemenea un indicator foarte important. Pe linia de uzinaj PF5 există probleme în realizarea pieselor conforme deoarece sculele cu care se lucrează crează diferite situații(durată de viața nerespectată, ascuțire sculă neconformă, corecție eronată în programul mașinii, etc). Din acest motiv, unele piese trebuiesc reintroduse în utilajul Gleason pentru a realiza procesul de reșevăruire. Prin urmare, a fost realizat un program introdus în panoul de comandă al robotului ABB care sa permită operatorului să aleagă procesul de reșevaruire în momentul în care este necesar(foto 8). Piesele sunt introduse pe un conveior special intodus în incinta robotizată, este selectat programul de reșevaruire, iar manipulatorul robotului realizează ciclul normal. Se poate discuta și despre ergonomia postului de lucru, deoarece s-a creat un suport cadru pentru a pune cutiile cu piese în zona conveiorului pentru piese de reșevăruit, astfel încât operatorul care deservește postul să realizeze cât mai puține mișcări.

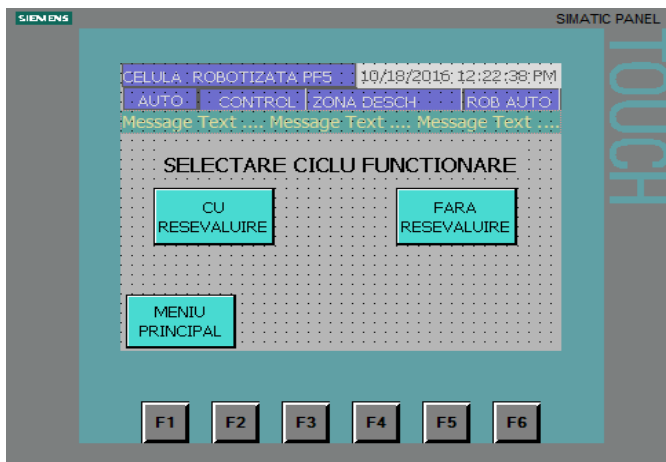


Fig. 8. Program pentru reșevăuire

#### 4 REZULTATE

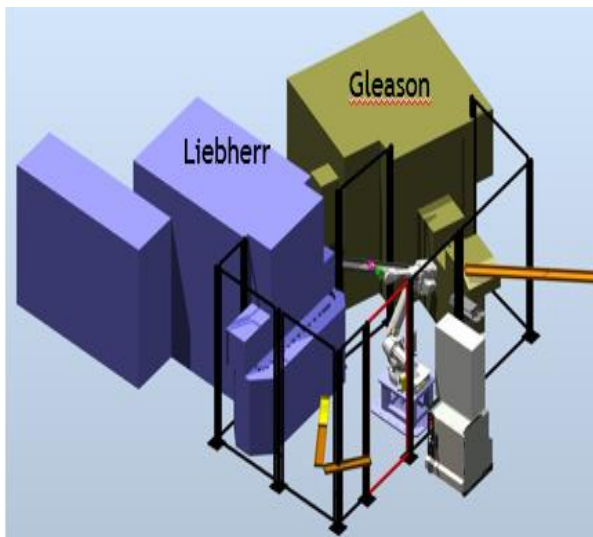


Fig. 8 . Post de lucru modificat

După introducerea robotului ABB pe linia de fabricație Pinioane Fixe s-au câștigat 3 operatori. Calculul costurilor este de 45000 KU, sumă ce va fi recuperate într-un an. Indicatorii impactați au fost de asemenea modificați: rebutul a scăzut cu 1000 ppm (părți per million), randamentul operațional a crescut cu două puncte, ergonomia postului s-a ameliorat, iar pe parte de costuri nu există depășire la nivel de lună. În concluzie, această soluție tehnică duce la stabilitate economică (fig. 8).

#### 5 BIBLIOGRAFIE

[1] Constantin, V., Palade, P., *Organe de mașini și mecanisme*, Editura Fundației Universitare Dunărea de Jos, Galați, 2004

- [2] Panaitopol, H., Udrea, C., Alexandrescu, A., Avram, M., *Roboți industriali și manipolatoare*, Editura Brenn, București, 1999
- [3] Militaru, C., Rohan, R., *Ingineria Calității*, Editura Brenn, București, 2004
- [4] Doicin, C., *Analiză economică în inginerie*, Editura Bren, București, 2003.
- [5] Chihalău, B., Gavriluță, C., Nițu, E., *Elemente specifice proceselor de fabricație pentru piesele de automobil*, Editura din Pitești, 2010
- [6] Zengxi, P., „Recent progress on programming methods for industrial robots”, nr. 28/2012, pp. 87-94, 2012
- [7] Temesguen, M., „Computationally efficient and robust kinematic calibration methodologies and their application to industrial robots”, nr. 37/2016, pp. 33-48, 2016
- [8] Borcoși, I., Popescu, L., Nebunu, D., „Line tracking robot”, 26-27 octombrie 2016
- [9] Yoonseok, P., „Service robot system with an informationally structured environment”, nr. 74/2015, pp. 148-165, 2015
- [10] Neagu, C., Catană, M., „Lot Sizing Model for Joint Manufacturing of Multiple Parts”, Proceedings of the 4th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies –ICAMaT, Editura Academiei Române, București, România, pp. 391-394, 2005
- [11] Realizări echipa IFA, revista GLOBAL, Dacia, iunie 2015
- [12] Abb România, Produse și servicii, [www.abb.ro](http://www.abb.ro), accesat în 10 decembrie 2015
- [13] Abb România, Abb Group, [www.abb.ro](http://www.abb.ro), accesat în 05 ianuarie 2016
- [14] Wikipedia, Roboți industriali, [www.wikipedia.ro](http://www.wikipedia.ro), accesat în 11 ianuarie 2016
- [15] Dicționar explicativ român, robot, [www.dex-online.ro](http://www.dex-online.ro), accesat în 11 ianuarie 2016
- [16] eBook 10 reasons to invest in robots, Roboți industriali, [www.ScienceDirect.com](http://www.ScienceDirect.com), accesat în 12 decembrie 2015
- [17] Lean Robotics White Paper, Roboți industriali, [www.ScienceDirect.com](http://www.ScienceDirect.com), accesat în 12 decembrie 2015