

PROGRAMAREA ȘI SIMULAREA UNEI HALE DE PRODUCȚIE ȘI DEPOZIT COMPLET AUTOMATIZATĂ

Samuel CHICU

Inginerie Electrică și Informatică Industrială, Inginerie Electrică și Calculatoare, Facultatea de Inginerie din Hunedoara, Universitatea "Politehnica" Timișoara, Hunedoara, România

Autorul corespondent: Samuel CHICU, e-mail: samychicu814@gmail.com

Îndrumătorul/coordonatorul științific **Raluca Oana Sonia ROB**, șef lucrări doctor inginer, Universitatea "Politehnica" Timișoara, Facultatea de Inginerie din Hunedoara, Departamentul de Inginerie Electrică și Informatică Industrială

Rezumat. *Lucrarea de față prezintă procesul de programare și simulare a unei hale de producție și depozit complet automatizate, utilizând un controler logic programabil (PLC) și aplicația Factory I/O. Scopul acestui proiect este de a demonstra eficiența și funcționalitatea sistemelor automatizate în mediul industrial.*

Se descriu componentele principale ale sistemului, inclusiv PLC-ul, senzorii și actuatorii, care sunt interconectate pentru a asigura funcționarea corectă a întregului proces. Apoi, se detaliază procesul de programare a PLC-ului, unde sunt definite intrările și ieșirile, secvențele logice și algoritmul de control pentru a coordona operațiunile din hala de producție și depozit.

Aplicația Factory I/O este utilizată pentru a simula întregul sistem și a testa eficiența programului PLC într-un mediu virtual. Această simulare permite identificarea și remedierea potențialelor erori sau probleme înainte de implementarea într-un mediu real.

Prin integrarea PLC-ului și a aplicației Factory I/O, se demonstrează capacitatea sistemului de a gestiona și controla diverse operațiuni, precum manipularea materialelor, asamblarea produselor și gestionarea stocurilor în mod eficient și precis. Această abordare oferă o soluție viabilă și scalabilă pentru optimizarea proceselor de producție și depozitare în industrie.

Cuvinte cheie: *Automatizări Industriale, PLC, Robotică, Automatizarea proceselor industriale, Depozitare inteligentă*

Introducere

Conceptul de automatizare a proceselor tehnologice face parte din cea de a 3-a revoluție industrială ce a avut loc în istoria omenirii. Pentru o înțelegere profundă și deplină despre cum funcționează și care sunt etapele automatizării unui proces s-au efectuat diverse studii pentru anumite situații în care munca se prestează manual, de către om. La nivel internațional există un trend în rândul marilor corporații și industrii (mai ales a celor din domeniul producției) de a elimina munca efectuată manual, ce are caracter repetitiv, tocmai pentru eficientizarea costurilor și resurselor.

Automatizarea poate fi definită ca fiind tehnologia prin care un proces este realizat fără asistență umană. Oamenii pot fi prezenți, dar procesul în sine funcționează în cadrul propriei autodirecții.

În cadrul unui sistem automatizat, se pot regăsi cele trei componente esențiale:

1. Puterea;
2. Un program cu un set de instrucțiuni bine definite și stabilite într-o ordine cunoscută;
3. Un sistem de control pentru executarea instrucțiunilor.

În acest moment, în lume sunt prezente trei tipuri de automatizări:

- Automatizare fixă, în care etapele de prelucrare sau de asamblare și secvențele de lucru sunt stabilite de configurația echipamentului;

- Automatizare programabilă, unde echipamentul este proiectat cu capacitatea de a schimba programul de instrucțiuni, pentru a permite producerea de piese sau de produse diferite;
- Automatizare flexibilă, o extensie a automatizării programabile, caracterizată de eficiența din punct de vedere al timpului. Practic, nu există niciun timp de producție pierdut, în ceea ce privește modificarea de configurare sau de reprogramare.

Identificarea problemei și a soluției

În majoritatea firmelor din domeniul producției de componente (automotive, electrocasnice, telefonie etc) se utilizează o varietate de echipamente (ex. mașini injecție termoplast/elastomer, CNC-uri etc) care, în cadrul procesului tehnologic de fabricație, transformă materia primă în produs finit (ex. granule de plastic -> găleți de plastic). Având în vedere că este vorba de producție în serie, cantitățile de piese ce sunt produse pot fi foarte mari (stând sub denumirea de "high-runner"). Piese realizate cu ajutorul acestor echipamente necesită a fi preluate, sortate și depozitate în cutii, paleți sau containere (în funcție de dimensiunea și rolul acestor piese). Uneori, cerințele clienților sau specificul piesei (de exemplu, piesă de suprafață în interiorul unui autovehicul) necesită o organizare precisă în elementele de stocare care să prevină zgârierea sau deteriorarea lor. Procesul acesta stă denumit sub numele de "Paletizare". De obicei acest proces implică operatori (muncitori necalificați).

După producerea și paletizarea pieselor este necesar ca acestea să fie transferate în zona de depozitare în departamentul logistic pentru a fi depozitate pe rafturi până la livrarea lor către clienți. Prin urmare, transferul și depozitarea pieselor produse implică de asemenea factorul uman, având ca sarcină uneori și scanarea și/sau lipirea anumitor etichete.

Deficitul forței de muncă în România la nivelul anului 2018 era de 600 000 oameni, acest deficit fiind în creștere până în anul 2023 [1]. La acest lucru se adaugă și fluctuațiile de personal cu care companiile se confruntă.

Pentru mediul de afaceri aceste aspecte înseamnă pierderi financiare datorate opririi utilajelor din cauza lipsei de muncitori, cheltuieli cu formarea noilor angajați care, ulterior, părăsesc compania, precum și concedii de odihnă și concedii medicale pentru operatorii care rămân în companie.

Companiile au căutat diverse modalități de a-și eficientiza costurile și de a reduce pierderile, încercând să automatizeze cât mai multe procese. În ceea ce privește procesele ce le-am amintit mai sus, s-a constatat că un robot și un ansamblu automatizat poate înlocui operatorul uman, economisind astfel bani și timp. În acest scop, am dezvoltat un program care să automatizeze o întreagă hală de producție, de la materia primă până la depozitarea produselor finite în depozit.

Analiza hardware a soluției

Pentru a efectua simularea din punct de vedere hardware a proceselor industriale, se va folosi programul Factory I/O.

Factory I/O este un simulator 3D a unei fabrici pentru învățarea tehnologiilor de automatizare. Conceput pentru a fi ușor de utilizat, permite construirea rapidă a unei fabrici virtuale folosind o selecție de piese industriale comune [2] (Fig. 1).

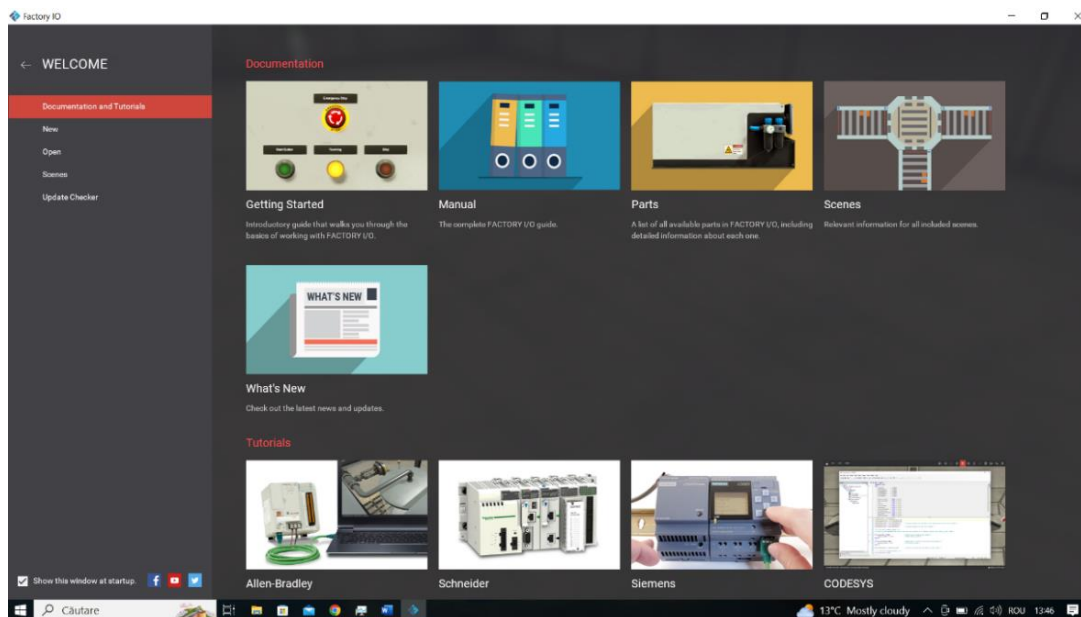


Figura 1. Meniul principal al aplicației Factory I/O

a. Construirea layout-ului

Pentru construirea unui layout nou se selectează opțiunea ”NEW” din meniul principal. Din caseta afișată în partea dreaptă se aleg elementele necesare configurării hăii de producție. (ex. roboți, celule de producție, benzi transportoare, senzori etc) (Fig. 2).



Figura 2. Layout configurat

b. Configurarea setărilor

După ce se construiește layout-ul cu dispozitivele necesare simulării este nevoie de configurarea tipului de PLC folosit, intrările (INPUT) și ieșirile (OUTPUT).

Se apasă FILE ->Drivers->Configuration. Se alege tipul PLC-ului (S7-PLCSIM), modelul PLC-ului (S7-1500), I/O Config și I/O Points (Fig. 3).

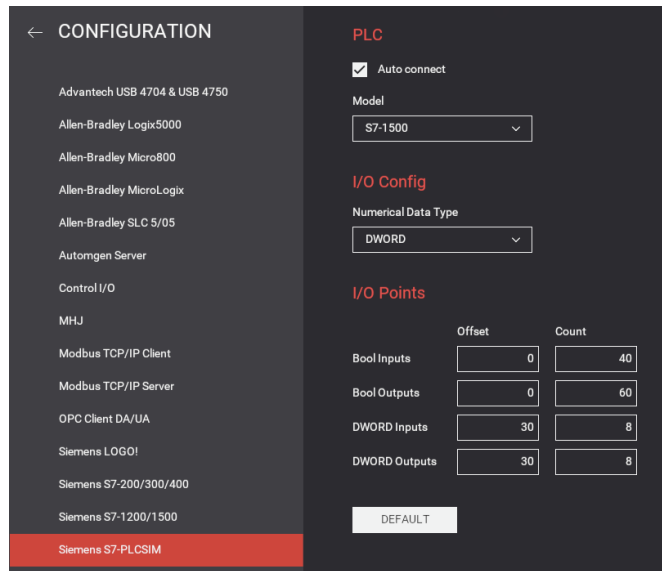


Figura 3. Configurare setări

c. Maparea intrărilor și a ieșirilor

Pentru a mapa intrările și ieșirile care vor fi folosite se apasă BACK, în fereastra DRIVER. Cu drag&drop se vor lega intrările din partea stângă la intrările (SENSORS) în PLC iar din partea dreaptă ieșirile (ACTUATORS) în PLC (Fig. 4).

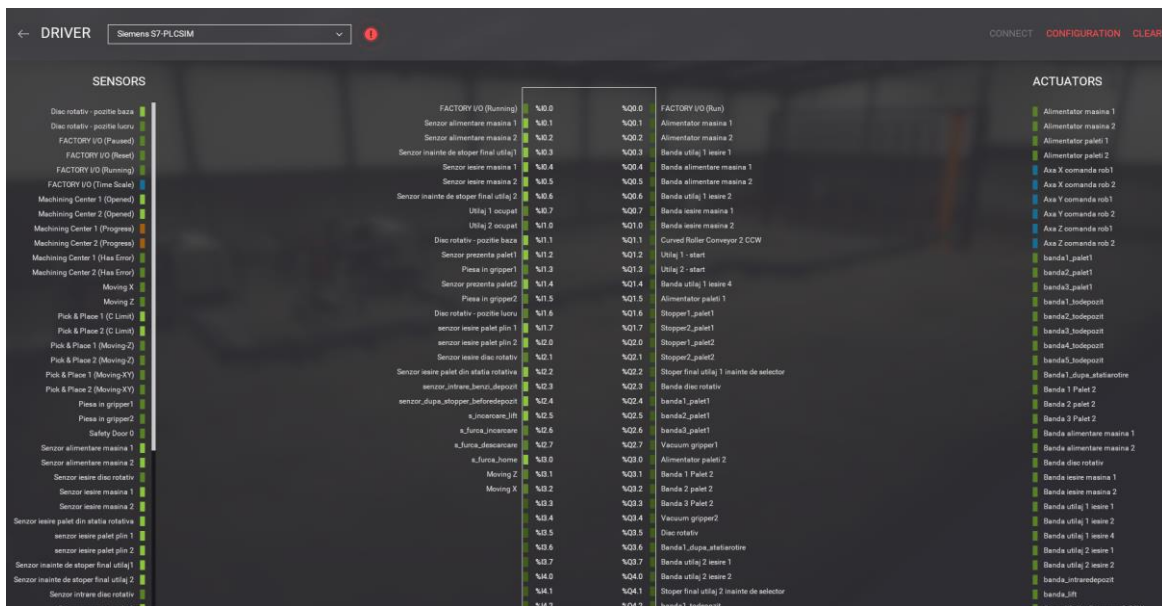


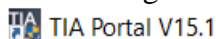
Figura 4. Maparea intrărilor și ieșirilor

Programarea PLC-ului

Programarea PLC-ului a fost făcută folosind aplicația TIA PORTAL V15.1 de la Siemens. TIA (Totally Integrated Automation) permite programarea facilă a unei automatizări, reducând costurile de producție și mărirea eficienței unei companii.

a. Deschiderea și crearea unui nou proiect în programul TIA PORTAL

Programul TIA PORTAL V15.1 se deschide făcând dublu-click pe pictograma acesteia



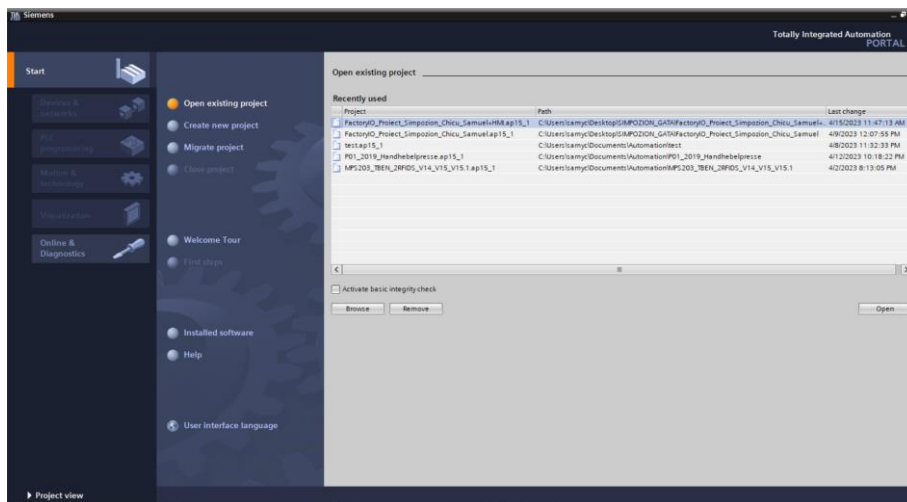


Figura 5. Programul TIA PORTAL V15.1

Deoarece se folosește programul FACTORY I/O pentru simularea fabricii va fi necesar un fișier special care va permite să se realizeze conexiunea PLC-ului la FACTORY I/O. Fișierul se găsește și se descarcă la adresa https://realgames.b-cdn.net/fio/tutorials/FactoryIO_Template_S7-1500_V15.zip

Se va dezarchiva fișierul descărcat și apoi se va apăsa butonul "Browse" din aplicația TIA pentru a căuta fișierul dezarhivat. Se va deschide fișierul cu dublu-click. Fiind un fișier special pentru conectarea cu FACTORY I/O, PLC-ul este deja predefinit și instalat în proiectul curent (CPU 1511-1 PN) împreună cu modulele de comunicație I/O. Pentru utilizarea în mediul industrial se poate folosi orice tip de PLC în funcție de specificul aplicației.

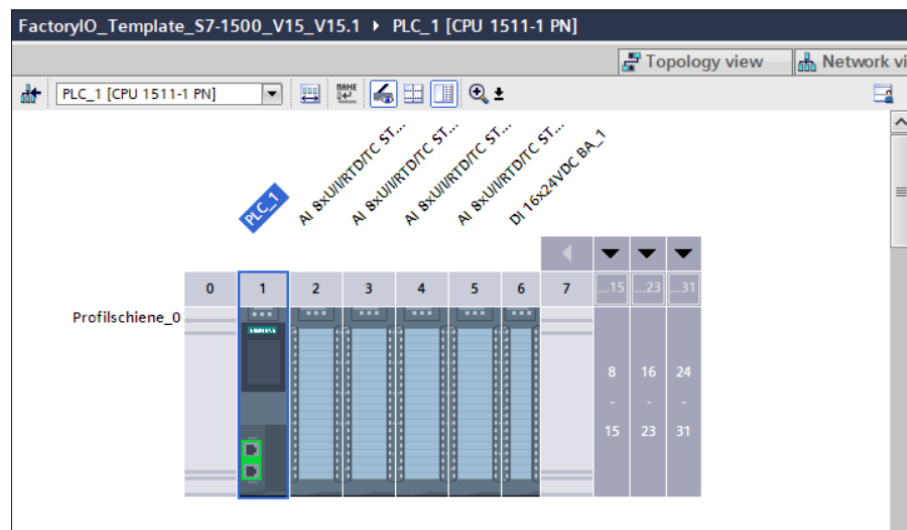


Figura 6. Vedere în interiorul programului, PLC și module de extensie I/O

b. Scrierea codului de program

Pentru programarea PLC-ului se va adăuga un program block nou (program cycle) din secțiunea "Devices". Deoarece vom avea nevoie de o conexiune specială între PLC și FACTORY I/O, sunt deja predefinite 2 program block-uri (un program cycle și un function block – FC) pentru realizarea acestuia. Programul este scris în limbajul de programare LADDER. Ladder Logic este unul dintre cele mai populare 5 tipuri de limbaje de programare PLC utilizate în mediile de producție. Înainte de controlerele logice programabile, fabricile de producție foloseau circuite bazate pe relee pentru a alimenta diferite sarcini în funcție de modul în care releele erau conectate împreună. Releele erau costisitoare, necesitau întreținere constantă și nu

puteau fi reconfigurate ușor. Pe măsură ce PLC-urile au preluat acest proces, a fost esențial să se păstreze o similaritate cu vechiul sistem; astfel, logica ladder a fost creată ca primul limbaj de programare PLC [3].

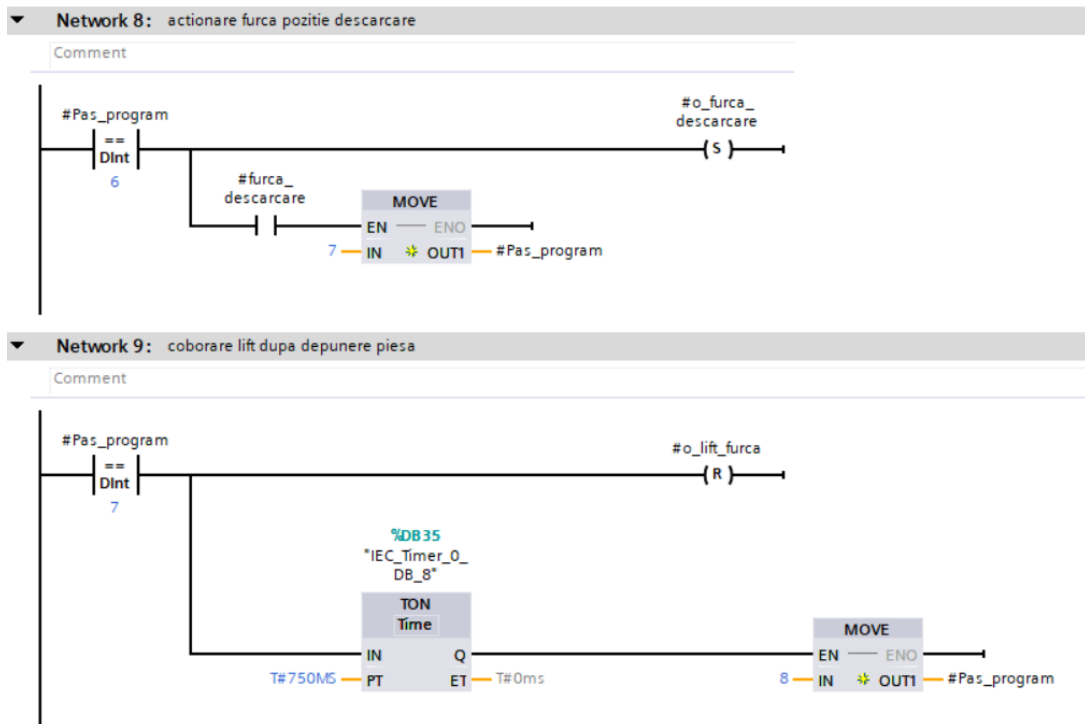


Figura 7. Fragment de program pentru secvența de depozitare autonomă

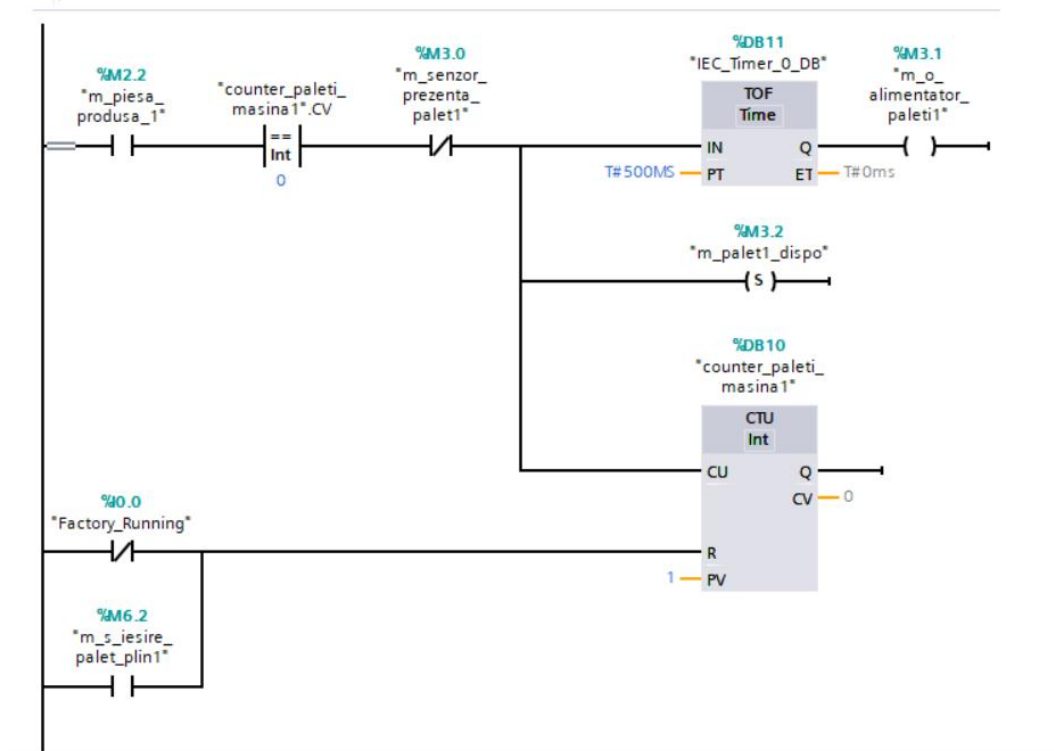


Figura 8. Fragment de program pentru alimentare paleți autonomă

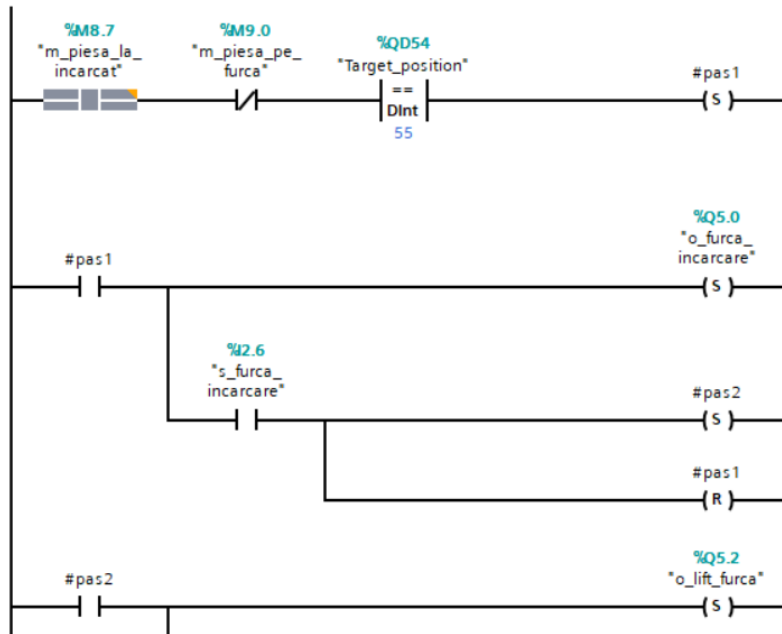


Figura 9. Fragment de program pentru funcționare lift depozit

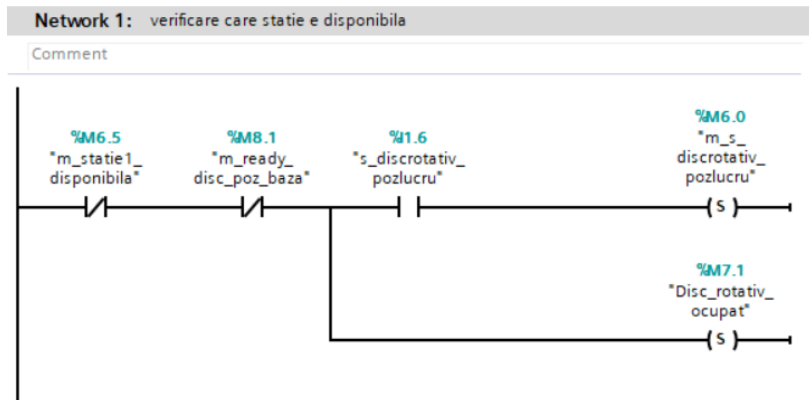


Figura 10. Fragment de program pentru stația de rotire

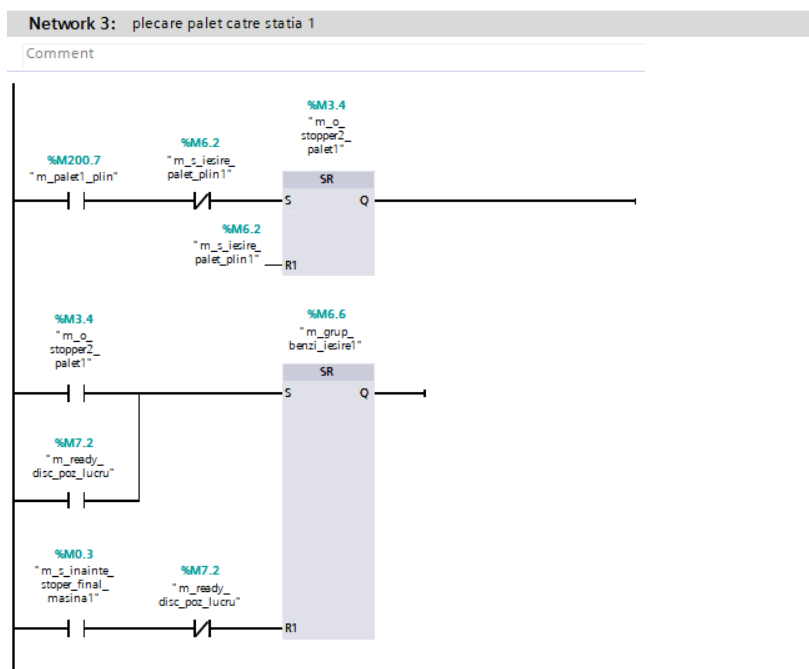


Figura 11. Fragment de program pentru plecare spre stația de rotire

Concluzii

Beneficiind de avansurile tehnologice, avem capacitatea de a îmbunătăți nu doar calitatea vieții personale, ci și de a optimiza și stimula producția în industrie. De exemplu, sistemele automate pot prelua sarcini periculoase sau dificile, precum operațiuni subacvatice sau manipularea substanțelor chimice iar lista poate continua. Automatizarea proceselor industriale necesită adesea recalificare și instruire pentru angajații necalificați, crescând indirect nivelul de educație al populației. Cei care nu se adaptează la schimbările digitale riscă să fie lăsați în urmă.

De asemenea, implementarea tehnologiilor avansate înseamnă și oportunități noi pentru dezvoltarea afacerilor mici și mijlocii, care pot beneficia de costuri reduse și eficiență crescută prin automatizare. Totodată, există preocupări cu privire la impactul social al automatizării, inclusiv potențialele efecte asupra locurilor de muncă și distribuția veniturilor, în special pentru pozițiile slab calificate sau necalificate.

În general, implementarea acestor sisteme poate aduce beneficii substanțiale, dar trebuie gestionată cu atenție și înțelegere a limitărilor și implicațiilor lor. O abordare echilibrată ar trebui să vizeze maximizarea avantajelor aduse de automatizare, păstrând în același timp un echilibru între cerințele economice, tehnologice și sociale ale societății. Este esențial să se abordeze această tranziție cu precauție și responsabilitate pentru a asigura un viitor sustenabil și incluziv.

Bibliografie:

- [1] Dragos Versanu, *Deficitul forței de muncă în România*, <https://www.zf.ro/profesii/deficitul-de-forta-de-munca-in-romania-600-000-de-oameni-17044760>
- [2] *Factory I/O About*, <https://docs.factoryio.com/>
- [3] *PLC Programming | How to Read Ladder Logic*, <https://www.solisplc.com/tutorials/how-to-read-ladder-logic>
- [4] Chicu Samuel, "Simularea unui proces automatizat de paletizare simplă", SIMPOZION ȘTIINȚIFIC STUDENȚESC H D - 5 3 - STUD HUNEDOARA, 1 2 - 1 3 MAI 202 3
ISSN: 2501 - 280X