

**Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admis la susținere**

**Șef departament TSE: conf. univ., dr. Sava Lilia**

**„\_” \_\_\_\_\_ 2023**

**ANALIZA EFICIENȚEI ȘI PROIECTAREA SISTEMULUI  
DE COMANDĂ AL ECHIPAMENTULUI PRIMAR DE  
PRODUCERE A CIMENTULUI**

**Teză de master**

**Masterand: \_\_\_\_\_ Rusnac Ion**

**Coordonator: \_\_\_\_\_ dr.,conf.univ. Ciclici Vladimir**

**Consultant: \_\_\_\_\_ dr.,conf.univ.. Șestacova Tatiana**

**Chișinău, 2023**

# ADNOTARE

**Autor:** Rusnac Ion, gr. SISRC-211M

**Tema:** “Analiza eficienței și proiectarea sistemului de comandă al echipamentului primar de producere a cimentului”

**Structura lucrării:** constă din pagini de titlu, aviz, rezumat, introducere, capitolul 1, capitolul 2, capitolul 3, concluzii, bibliografie.

**Cuvinte-cheie:** sisteme Simatic S7, Simatic PCS 7, WinCC, WinCC Run Time, monitorizarea sistemului de comandă, stocarea datelor.

**Scopul lucrării:** analiza eficienței echipamentului existent și proiectarea unui sistem optimizat de comandă cu scopul de a îmbunătăți performanța procesului și diminua opririle neplanificate a cuptorului de ciment.

## **Obiectivele:**

1. Analiza înainte și după proiectarea sistemului de comandă al echipamentului primar de producere a cimentului;
2. Elaborarea schemelor electronice pentru sistemului de comandă;
3. Elaborarea soft PCS S7 pentru sistemul de comandă al tunurilor pneumatice;
4. Implementarea controlului de la distanță al sistemului;
5. Efectuarea calculelor fiabilității sistemului de comandă;
6. Implementarea sistemului de comandă de la distanță în timp real a tunurilor pneumatice;
7. Efectuarea evaluării tehnico-economice a implementării sistemului de comandă elaborat.

**Metodele aplicate:** Sisteme Simatic S7, metoda soft și electronice.

## **Rezultatele obținute:**

În urma implementării acestui proiect au fost obținute următoarele rezultate:

**Rezultate tehnice:** a fost efectuată o analiză complexă a sistemului existent de tunuri pneumatice și a modului lor de operare. A fost efectuat un calcul tehnic pentru proiectarea unui sistem mai performant și optimizat. La fel, a fost definit și implementat un mecanism de acționare și operare de la distanță. Au fost efectuate lucrări de instalare și stabilire conexiuni. Și pe final, a fost studiat impactul sistemului nou asupra procesului integral de producere a cimentului.

**Rezultate economice:** au fost estimate costurile suportate de uzină din cauza opririlor accidentale de echipament, cauzate de blocarea materialului. Din cauza opririlor și pornirilor multiple a fost stabilit că se consumau volume adiționale de combustibili, în valoare totală de aproximativ doua milioane de lei anual. Implementarea acestui proiect a redus la zero toate opririle de echipament, astfel fiind reduse și costurile adiționale menționate mai sus. Calculul costului de combustibil și calculul total de investiții necesare a demonstrat fezabilitatea și eficiența proiectului din punct de vedere economic.

# SUMMERY

**Author:** Rusnac Ion, gr. E-161

**Title :** Efficiency analysis and design of the primary cement production equipment control system

**Thesis structure:** title pages, opinion, summary, introduction, chapter 1, chapter 2, chapter 3, conclusions and bibliography.

**Keywords:** systems Simatic S7, Simatic PCS 7, systems LOGO, STX LITE 5 antennas, automated system monitoring, data storage.

**Thesis purpose:** efficiency analysis of the existing equipment and design of an optimized control system with the aim to improve the performance of the process and to reduce unplanned shutdowns of cement kiln.

## **Objectives:**

1. Before / After analysis of the control system design for primary production equipment
2. Elaboration of the structure scheme of the automated system for remote control;
3. Development of PCS S7 software for the control system of pneumatic guns;;
4. Implementation of remote control of the system; ;
5. Calculations of the reliability of the control system; ;
6. Implementation of the real-time remote control system of pneumatic guns;;
7. Technical and economical evaluation of the command system implementation.

**Applied methods:** Simatic S7 systems, soft and electronic method.

## **Obtained results:**

After the implementation of this project, the following results were obtained:

**Technical results:** A complex analysis of the existing air gun system and their operation has been carried out. A technical calculation was performed for the design of a more efficient and optimized system. Likewise, a remote actuator and operating mechanism has been defined and implemented. Installation and connection work has been carried out. Finally, the impact of the new system on the integral cement production process was studied.

**Economic evaluation:** Have been estimated the costs incurred by the plant due to accidental equipment stops caused by material blockage. Due to multiple stops and starts, it was established that additional volumes of fuels were consumed, leading to about two million lei of annual expenses. The implementation of this project has reduced all equipment stops to zero, thus reducing the additional costs mentioned above. The calculation of the fuel cost and the total calculation of the necessary investments proved the feasibility and the efficiency of the project from an economic point of view.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>7</b>
<b>1. ANALIZA EFICIENȚEI SISTEMULUI ACTUAL DE COMANDĂ A ECHIPAMENTULUI PRIMAR DE PRODUCERE A CIMENTULUI.....</b>	<b>8</b>
1.1 Analiza eficienței procesului până la modernizarea sistemului de control .....	8
1.2 Analiza eficienței procesului după implementarea sistemului modernizat.....	15
1.3 Scopul și obiectivele.....	27
<b>2. PROIECTAREA SISTEMULUI DE COMANDĂ A ECHIPAMENTULUI PRIMAR DE PRODUCERE A CIMENTULUI.....</b>	<b>28</b>
2.1 Proiectarea schemei funcționale a sistemului de comandă.....	28
2.2 Proiectarea algoritmului de funcționare a sistemului de comandă.....	29
2.3 Proiectarea schemelor electronice a sistemului de comandă.....	30
2.4 Elaborarea soft PCS S7 pentru sistemul de comandă al tunurilor pneumatice.....	33
2.5 Proiectarea imaginii în WinCC pentru sistemul de comandă.....	53
2.6 Cerințe tehnice a echipamentului.....	67
2.7 Calculul Fiabilității.....	70
<b>3. EFECTUAREA EVĂLUĂRII TEHNICO-ECONOMICE A IMPLIMENTĂRII SISTEMULUI DE COMANDĂ ELABORAT.....</b>	<b>75</b>
3.1 Determinarea efectului științific.....	75
3.2 Determinarea efectului economic a sistemului de comandă.....	75
3.3 Prezentarea funcționării sistemului de comandă a tunurilor pneumatice.....	80
<b>CONCLUZII .....</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>83</b>

## INTRODUCERE

Evoluția constantă pe care o trăim astăzi a adus în fiecare segment, domeniu de activitate, industrie, noi necesități, cerințe și, printre acestea, nevoia constantă de a automatiza procesele care anterior erau efectuate de oameni și sisteme electromecanice și acum încorporează chiar și sisteme de inteligență artificială. Dacă să vorbim de industria contemporană, ramura în care îmi exercez activitatea, automatizarea proceselor tehnologice aduce numeroase beneficii în ceea ce ține de performanța, productivitate și optimizare. Un proces automatizat de fabricație, fie aceasta activitatea de fabricare a produselor alimentare, igiena sau materiale de construcție, înseamnă un produs final cu o calitate superioară și mai competitiv datorită unor factori precum standardizarea procesului și produsului, viteza de producție, programul de producție continuu, reducerea deșeurilor și mai puține șanse de a comite greșeli.

În acest sens, uzina de ciment LAFARGE CIMENT MOLDOVA, S.A”, lider pe piața materialelor de construcții, se focusează pe o modernizare impunătoare a procesului tehnologic de producere a cimentului și a utilajelor de automatizare.

Acest Proiect a fost ales ca subiect al prezentei lucrări deoarece implementarea lui a adus un aport semnificativ în eficiența și modernizarea echipamentului primar de producere a cimentului, totodată complexitatea acestuia fiind o provocare (în sensul pozitiv al cuvântului) în activitatea mea în cadrul uzinei. Proiectul descris mai jos constă în instalarea unui sistem de tunuri pneumatice care permit evitarea blocajelor de material în echipamentul de producere, mai exact în Cuptorul rotativ, unde se arde mixul de materie primă și în Turnul de cicloane care joacă rolul unui schimbător de căldură pentru gazele fierbinți din Cuptor și materia primă.

Inițial, echipamentul care prezintă risc de lipituri și respectiv blocare de material a fost dotat cu 30 de tunuri pneumatice care operau în mod haotic și necontrolat de către operatori. Astfel, eficiența lor era evaluată ca una scăzută deoarece problema blocării materialului pe flux era periodic prezentă. În anul 2019, la nivel de uzină a fost setat un obiectiv prioritar și urgent de reducere la minim blocările pe Turnul de Cicloane. A fost efectuată analiza completă a întregului sistem și a fost propusă proiectarea și instalarea a 50 de tunuri pneumatice adiționale, cu un sistem de comandă automatizat și controlat la distanță de către operatori din camera de comandă.

## CONCLUZII

Proiectul realizat cuprinde analize, studii și proiectări, toate fiind orientate spre atingerea obiectivului setat: analiza eficienței și proiectarea sistemului de comandă a tunurilor pneumatice în industria de producere a cimentului. Obținerea unui mecanism de manipulare și motorizare eficient și fiabil este o succesiune de etape expuse rezumativ mai jos, fără de care nu ar fi posibilă atingerea rezultatului așteptat. Astfel scopurile și rezultatele au fost:

### 1. *Analiza înainte și după proiectarea sistemului de comandă al echipamentului primar de producere a cimentului;*

- Implementarea sistemului de deblocare cu gestionare la distanță a cuprins mai multe etape, dintre care studiul de caz și analiza problemei; evaluarea soluțiilor care ar putea fi aplicate și ar îmbunătăți eficiența echipamentelor existente; proiectarea și calculele tehnice și economice; lucrările de instalare și reglare setări. Toți acești pași au fost descriși detaliat și concluzionați prin analiza procesului de producere după implementarea modificărilor. Astfel a fost demonstrată în practică fiabilitatea și rentabilitatea sistemului propus.

### 2. *Elaborarea schemelor electronice pentru sistemului de comandă;*

- Au fost realizate schemele electronice destinate sistemului de comandă, descrise principiile de funcționare a schemelor și conectarea comenzilor efectuate cu controlerul ET 200M. Adicional au fost specificate componentele folosite în realizarea schemelor electronice și rolul fiecăruia.

### 3. *Elaborarea soft PCS S7 pentru sistemul de comandă al tunurilor pneumatice;*

- A fost elaborat softul PCS S7, soft care coordonează cu sistemul de comandă automatizat care se bazează pe funcționarea după timp pauză și timp ciclu a tunurilor pneumatice. Au fost descrise toate etapele necesare pentru crearea și elaborarea unui proiect nou, toate etapele de configurare în Step 7 și o scurtă descriere a elementelor logice folosite în sistemul de comandă.

### 4. *Implementarea controlului de la distanță al sistemului;*

- După crearea și încărcarea softului PCS S7 a fost creată o imagine nouă în Wincc, unde s-au stabilit conexiunile necesare pentru operarea și controlul de la distanță a sistemului de comandă. La fel au fost enumerate și descrise toate etapele de stabilire a conexiunii, modul de comunicare cu un procesor și de creare a unei imagini pentru WinCC run time.

##### *5.Efectuarea calculelor a fiabilității sistemului de comandă;*

- Prin calculul fiabilității a fost obținut o probabilitate de funcționare fără refuz foarte înaltă luând în considerare condițiile de exploatare al sistemului  $P_s = 0,961$ , paramentru care este mai mare decât  $P_{cer} = 0.95$ . Timpul mediu de bună funcționare obținut este de 2487,93 cu un coeficient de garanție  $kg = 0,4$  ani, ceea ce înseamnă că peste 0,4 ani va fi nevoie de mentenanță preventivă a sistemului de comandă.

##### *6.Implementarea al sistemului de comandă de la distanță în timp real a tunurilor pneumatice;*

- Modul de funcționare a sistemului de comandă automatizat poate fi prezentat în timp real prin intermediul WinCC RunTime.

##### *7.Efectuarea evaluării tehnico-economice a implimentării sistemului de comandă elaborate.*

- A fost constatat că din cauza lipsei unui system operational efficient care ar ajuta la prevenirea riscului de formare lipituri și blocare material, în anul 2019 au fost suportate pierderi în valoare de 2 649 812 lei. Această sumă, raportată la valoarea investiției și a costurilor operaționale, la fel ca și la rezultatele obținute în urma implementării proiectului, ne demonstrează eficacitatea impunătoare care a fost atinsă până în prezent. Cu atât mai mult, în contextul crizei energetice care a impactat toate țările, uzina de ciment în special trebuie să acorde foarte multă atenție consumului de energie termică și electrică, optimizând toate procesele și toate mecanismele.

## BIBLIOGRAFIE

1. PLC program SIMATIC STEP7 [citat 10.10.2022] Disponibil:  
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/step7-tia-portal.html>
2. Controlerele Simatic S7-400. [citat 10.10.2022] Disponibil:  
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-400.htm>
3. Simatic PCS 7. [citat 15.10.2022] Disponibil:  
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/process-control/simatic-pcs-7.html>
4. ET 200M și modulele folosite. [citat 20.10.2022] Disponibil:  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/5000114>
5. Simatic WinCC . [citat 25.10.2022] Disponibil:  
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/11841504/how-do-you-integrate-an-existing-wincc-project-into-a-step-7-project-?dti=0&lc=en-WW>
6. Proiectarea schemilor electronice [citat 27.04.2020] Nepubl: [Standarde interne Lafarge Ciment \(Moldova\) S.A](#)
7. Determinarea efectului economic [citat 28.04.2020] Nepubl: [Calculul pentru efectul economic al sistemului de comandă Lafarge Ciment \(Moldova\) S.A în anul 2020](#)