

LABORATORUL INDUSTRY 4.0

Responsabil: Conf.dr.ing. Spoială Viorica

DESCRIEREA TEHNICĂ	2
---------------------------	----------

TEME DE CERCETARE	5
--------------------------	----------

LISTĂ LUCRĂRI REPREZENTATIVE	6
-------------------------------------	----------

PARTENERI	8
------------------	----------

DESCRIEREA TEHNICĂ

1. Arhitectura generală

Infrastructura laboratorului este formată din 8 calculatoare și un grup de 4 echipamente de comandă digitală avansată a motoarelor electrice, de tip industrial, conectate la 4 laptop-uri. De asemenea, în laborator există plăci de dezvoltare cu microcontroler ATMega328 și RaspberryPi, precum și componente specifice controlului automat al proceselor cu microcontroler: senzori, leduri, minidisplays-uri, micromotoare.



Laboratorul Industry 4.0 este amplasat în clădirea T, fiind renovat și modernizat recent, având un sistem de iluminat modern și un panou de distribuție electrică securizată cu siguranțe automate și siguranțe diferențiale.



2. Infrastructura hardware

Cele **8 calculatoare** sunt de tip all-in-one, **Neo 50a 27 Gen 5 Desktop (ThinkCentre)** și au următoarea configurație:

- procesor: 13th Gen Intel(R) Core(TM) i7-13620H (2.40 GHz)
- memorie RAM: 32 GB
- memorie de stocare de tip SSD: 1 TB

- placă de rețea pentru conexiune la internet
- monitor: 27" FHD, touch support cu 10 puncte de atingere
- tastatură și mouse wireless
- sistem de operare: Windows 11 Pro.

Cele **4 echipamente de tip industrial**, denumite Unidrive-M700 au, fiecare dintre ele, următoarele componente:

- **un servomotor sincron trifazat cu magneți permanenți**, cu următoarele date nominale:
 - o tensiunea nominală $U_N = 230 \text{ V}$;
 - o turația nominală $n_N = 3000 \text{ rot/min}$;
 - o curentul nominal $I_N = 1,6 \text{ A}$;
 - o constanta de cuplu $K_t = 0,93 \text{ Nm/A}$;
 - o constanta tensiunii electromotoare $K_e = 57 \text{ V}$;
 - o constanta termică de timp $\tau = 89 \text{ s}$;
 - o numărul de poli $2p = 10$;
- **un convertor indirect de frecvență (driver)**, care alimentează servomotorul sincron cu tensiune și frecvență variabile;
 - o convertorul se alimentează de la o sursă de tensiune alternativă monofazată de 230 V și este format dintr-un circuit redresor, un filtru și un invertor trifazat care va alimenta statorul motorului;
 - o invertorul este realizat cu tranzistoare bipolare cu poartă izolată, IGBT, care sunt controlate digital printr-un software dedicat;
- **2 encodere, Drive P1** de tip EnDat (traductor absolut pe 16 biți cu o singură rotație) și **Drive P2** de tip AB (traductor incremental);
 - o encoderul Drive P1 detectează poziția rotorului motorului în fiecare moment și în funcție de aceasta vor fi comandate tranzistoarele invertorului;
 - o encoderul Drive P2 este un encoder liber care permite generarea unei referințe de poziție pentru rotorul motorului;
- **un mini display LCD cu o minitastatură**, pentru parametrizarea sistemului și pentru afișarea unor informații privind starea motorului și a diferiților parametri ai sistemului;
- **o placă de rețea (modul Ethernet)** pentru conexiunea la un calculator prin cablu sau wireless; fiecare sistem poate fi considerat un minicalculator, care se conectează la laptop prin cablu Ethernet, având o adresă de IP prin care se identifică, creându-se o rețea locală între 2 calculatoare;
- **un modul PLC** pentru controlul proceselor industriale care înglobează motoare sincrone cu magneți permanenți controlate digital.

Laptop-urile care conțin programele de control ale sistemelor Unidrive-M700 și ale sistemelor cu microcontroler au următoarea configurație:

- procesor: Intel(R) Core i3-7020U CPU @ 2.30 GHz
- memorie RAM: 8 GB
- memorie de stocare de tip SSD: 119 GB
- placă de rețea pentru conexiune la internet
- monitor

- mouse wireless sau cu fir.

Laboratorul este dotat și cu un videoproiector.

3. Software

Cele 8 calculatoare all-in-one au instalate următoarele programe cu licență:

Cele 4 sisteme Unidrive-M700 sunt programate cu ajutorul programului licențiat **Unidrive M-Connect**, care este realizat special în scopul controlului digital al motoarelor electrice de curent alternativ, alimentate prin convertoare de frecvență. Programul este organizat pe meniuri, care conțin foarte mulți parametri cu funcții specifice anumitor regimuri de funcționare. Controlul sistemului este automat, programul având incluși parametri care realizează o reglare în cascadă a poziției, vitezei și cuplului, prin regulatoare automate de tip PID, realizate digital.

De asemenea, pentru sistemele de tip industrial este esențială utilizarea automatelor programabile (PLC-uri). Deoarece fiecare sistem are inclus un modul PLC, pentru programarea acestuia în concordanță cu sistemul Unidrive-M700 se folosește programul licențiat **Machine Control Studio**, care este un mediu de dezvoltare bazat pe **Codesys**, conceput special pentru echipamentele Control Techniques.

Programele **Unidrive M-Connect**, **Machine Control Studio** și mediul de dezvoltare **Arduino IDE** sunt instalate pe laptopuri. De asemenea, sistemul de operare al laptopurilor este **Windows 10 Home** cu licență.

TEME DE CERCETARE

Activitatea științifică desfășurată în cadrul laboratorului este concentrată pe studiul controlului digital al acționărilor electrice cu mașini de curent alternativ și integrarea acestora în sisteme industriale controlate cu automate programabile și microcontrolere.

Teme științifice principale

- Studiul construcției moderne a mașinilor electrice de curent alternativ.
- Studiul convertoarelor electronice indirecte de frecvență controlate digital.
- Studiul encoderelor digitale moderne.
- Corelația dintre parametrii sistemului Unidrive-M700 și programul automatului programabil.
- Conectarea sistemelor Unidrive-M700 în modul master-slave.
- Controlul automat cu regulatoare automate digitale a sistemelor de acționare electrică cu mașini de curent alternativ.
- Controlul automat al sistemelor cu microcontrolere.
- Conducerea proceselor cu PLC-uri

LISTA DE LUCRĂRI REPREZENTATIVE

În continuare este prezentată lista lucrărilor științifice publicate în ultimii cinci ani în cadrul grupului de cercetare, pentru realizarea cărora a fost utilizată infrastructura Laboratorului Industry 4.0.

[1] H. Silaghi, V. Spoiala, C. Costea, D. Spoiala, S. Dale, T. Barabas, A. Silaghi, "*Field Orientation Control of a PMSM Electrical Drive System with Application in Hybrid Electric Vehicle*", 2022 IEEE International Conference on Automation, Quality and testing, Robotics (AQTR), IEEEExplore (ISI Proceeding), DOI: 10.1109/AQTR55203.2022.9802045.

[2] Viorica Spoiala, "*Image Semantic Segmentation Used in Automatics*", 17th International Conference of Modern Electric Systems (ICEMES 2023 - IEEEExplore), June 9-10, 2023, Oradea, Romania.

[3] Helga Silaghi, Viorica Spoială, Claudiu Costea, Liliana Măgdoi, Jan Gamec, Alexandru Marius Silaghi, "*Energy Quality Analysis of Electrical Drive Systems with Induction Machine*", 17th International Conference of Modern Electric Systems (ICEMES 2023 - IEEEExplore), June 9-10, 2023, Oradea, Romania.

[4] Viorica Spoiala, "*Data Acquisition from Microcontrollers and Their Publication Through AWS-IoT*", 18th International Conference of Modern Electric Systems (ICEMES 2025), May 29-30, 2025, Oradea, Romania.

[5] Viorica Spoiala, "*Advanced Methods Used for the Position and Speed Control of the Electrical Drives with PMSM Motors*", Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEE), University of Oradea, volume 18, issue 1, 2025.

[6] Viorica Spoiala, "*A study about a microcontroller-based tracking system for photovoltaic panels*", The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty of Targoviste, ISSN: 1843-6188, volume 25 (2025), issue 2.

[7] Dulgheriu Vasile-Alexandru, Gergely Eugen, Coroiu Laura, Linawati Linawati, "Versatile Control of an Automotive Assembly Line by using Programmable Logic Controllers", 2023 17th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES), June 09-10 2023, Oradea, Romania, DOI: 10.1109/EMES58375.2023.10171789, indexată IEEEExplore

[8] Eveline Mihok-Ecsedi, Eduard Mihok-Ecsedi, Laura Coroiu, Liliana Măgdoi, Eugen Gergely, Mihai Abrudean, Design of a High Performance Automatic Test Needle Receptacles Insertion Machine for Printed Circuit Board Assemblies Test Fixtures, 18th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES 2025, ISBN: 979-8-3315-2577-4, 29-30 May 2025, DOI: 10.1109/EMES65692.2025.11045621, indexată IEEEExplore

[9] Dulgheriu, VA ; Gergely, EI; Coroiu, L; Silaghi, HM; Codoban, A, "Design of the Control System of a Flexible Line for Manufacturing Metallic Parts by Using Programmable Logic Controllers", 2024 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATION, QUALITY AND TESTING, ROBOTICS, AQTR, MAY 16-18, 2024, Cluj-Napoca, ROMANIA, Page 223-228, DOI 10.1109/AQTR61889.2024.10554142, indexată ISI

[10] Viorica Spoiala, Helga Silaghi, Dragos Spoiala, Applied Mathematics in the Numerical Modelling of the Electromagnetic Field in Reference to Drying Dielectrics in the RF Field, Mathematics 2024, 12(4), 526; ISSN 2227-7390, <https://doi.org/10.3390/math12040526>, February 2024, Special Issue Applied Mathematics and Intelligent Control in Electrical Engineering, WOS:001169781000001, F.I. 2,4, indexată ISI (Q1)

[11] Kared Trusha, Silaghi Helga, Matthias Rudolph, Silaghi Andrei, Rohde Ulrich, Design of a Fixed IF Down-Conversion Double-Balanced Mixer for UHF Band Applications, Sensors 2025, 25(3), 608; e-ISSN 1424-8220, <https://doi.org/10.3390/s25030608>, February 2025, WOS:001419488500001, F.I. 3,4, indexată ISI (Q2)

PARTENERI

În 29 octombrie 2018, a fost inaugurat în clădirea T a Universității din Oradea un laborator „Industry 4.0”, primul laborator de convertizoare de frecvență, motoare și automatizare industrială dedicat studenților din cadrul departamentelor Ingineria Sistemelor Automate, Inginerie Electrică și Electronică a Facultății de Inginerie Electrică și Tehnologia Informației.

Acest laborator a fost amenajat sub directă coordonare a unei echipe de la firma Nidec Oradea, incluzând renovarea sălii și dotarea acesteia cu motoare, sisteme de control pentru motoare și diferite instalații și echipamente de automatizare.

Cea mai mare parte a infrastructurii Laboratorului Industry 4.0 este achiziționată de la firma Nidec Oradea cu care colaborăm permanent.