

LABORATOR DE MODELARE ȘI SIMULARE A SISTEMELOR DE PRODUȚIE

Responsabil: Prof. dr. ing. Florin Blaga

DESCRIERE TEHNICĂ	2
--------------------------	----------

TEME DE CERCETARE	4
--------------------------	----------

LISTĂ LUCRĂRI REPREZENTATIVE	5
-------------------------------------	----------

PARTENERI	9
------------------	----------

DESCRIEREA TEHNICĂ

1. Arhitectura generală

Arhitectura generală a Laboratorului de Modelare și Simulare a Sistemelor de Producție este structurată pe un model integrat, multi-nivel, care combină modelarea formală, simularea computațională și integrarea Digital Twin într-un cadru coerent de cercetare doctorală.

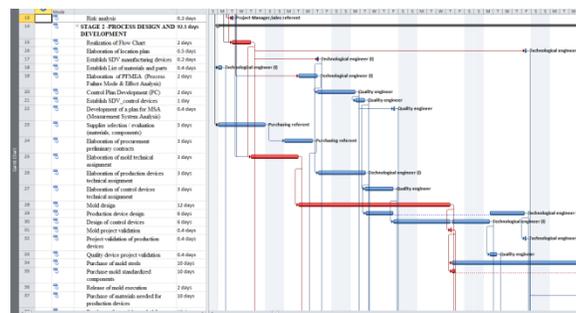
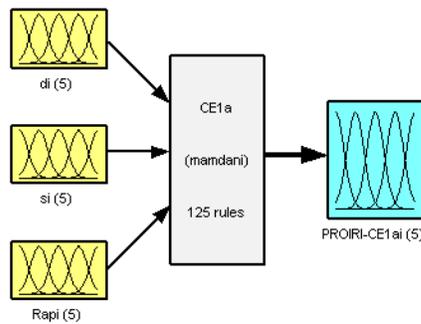
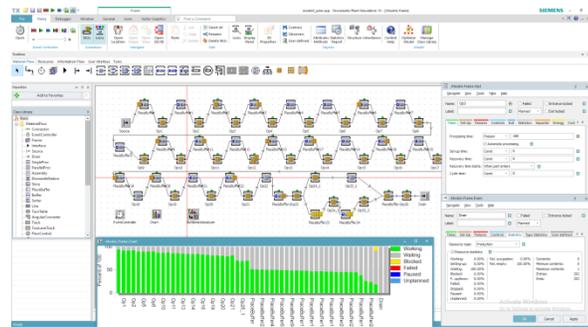
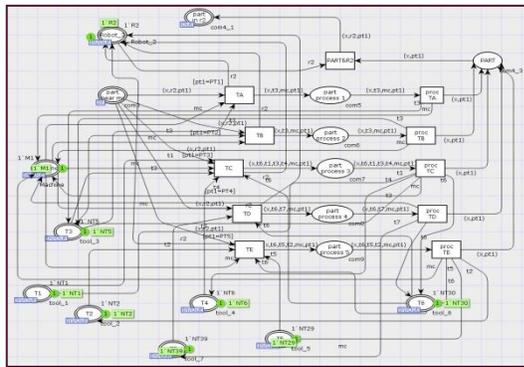
Primul nivel al arhitecturii este dedicat modelării formale, utilizând Rețele Petri clasice și Rețele Petri Colorate, pentru descrierea riguroasă a logicii sistemelor de producție, analiza proprietăților de siguranță și prevenirea blocajelor. Acest nivel asigură fundamentarea matematică a cercetărilor și validarea teoretică a modelelor.

Al doilea nivel este reprezentat de simularea discrete-event și analiza numerică, care permit evaluarea performanței sistemelor, testarea scenariilor alternative și optimizarea fluxurilor tehnologice înainte de implementarea fizică.

Al treilea nivel integrează conceptul de Digital Twin, realizând corelarea dintre modelul formal, modelul simulativ și sistemul fizic real. Această integrare permite analiză predictivă, validare a modificărilor tehnologice și dezvoltarea de sisteme industriale inteligente.

Arhitectura este concepută pentru a permite extinderea către integrarea inteligenței artificiale și a metodelor hibride simbolic–neurale, susținând cercetarea doctorală în domeniul sistemelor autonome de producție.

În ansamblu, arhitectura generală oferă un cadru metodologic robust, care asigură coerență între modelare teoretică, simulare aplicată și validare experimentală, aliniat cerințelor Industry 4.0 și 5.0.



2. Infrastructură hardware

Laboratorul este dotat cu infrastructură informatică dedicată activităților didactice și de cercetare avansată în domeniul modelării și simulării sistemelor de producție.

Stații de lucru

- 12 stații de calcul performante
- Arhitectură multicore pentru simulări discrete-event și modelare formală
- Capacitate de procesare paralelă pentru experimente stocastice
- Rețea locală LAN pentru partajare modele și date
- Sistem centralizat de stocare pentru proiecte de cercetare

Configurație funcțională

Stațiile de lucru sunt utilizate pentru:

- Modelare formală a sistemelor discrete
- Simulare numerică și stocastică
- Analiză multi-scenariu
- Optimizare parametrică
- Dezvoltarea prototipurilor Digital Twin

2 Infrastructură software

Laboratorul utilizează o platformă software integrată care permite modelare formală, simulare industrială și analiză avansată.

Software pentru modelare formală

- **CPN Tools** – modelare și analiză Rețele Petri Colorate
- **Visual Object Net++** – modelare cu Rețele Petri clasice și temporizate

Utilizare: modelarea fluxurilor industriale; analiza proprietăților formale (safety, liveness, boundedness); verificarea blocajelor și a conflictelor.

Software pentru simulare și optimizare

- **MATLAB (Academic Use)** – analiză numerică, optimizare, sisteme fuzzy
- **Tecnomatix – Process Simulate** – simulare industrială și analiză flux tehnologic
- **Microsoft Project** – planificarea și managementul proiectelor
- **Instrumente statistice și analitice** pentru evaluarea performanței

Capabilități software integrate

Infrastructura software permite: modelare discrete-event; simulare stocastică; analiza șirurilor de așteptare; optimizare multi-obiectiv; implementarea de modele Digital Twin; integrarea modelelor formale cu date experimentale

Integrarea Rețelelor Petri în arhitectura laboratorului

Rețelele Petri și Rețelele Petri Colorate reprezintă nucleul metodologic al laboratorului pentru: modelarea sistemelor de producție concurente; sinteza controlului supervisory; validarea formală a logicii de proces; modelarea celulelor de fabricație flexibilă; detectarea deadlock-urilor

Digital Twin în laborator

Laboratorul dezvoltă modele Digital Twin structurate pe trei niveluri: model fizic (sistem industrial real); model simulativ (discrete-event); model formal (Rețea Petri pentru validare logică).

Această arhitectură permite: analiză predictivă; testare „what-if”; Optimizare înainte de implementare fizică; validare formală a modificărilor tehnologice

TEME DE CERCETARE

Modelare formală a sistemelor de producție

- Rețele Petri temporizate și stocastice;
- Workflow nets pentru procese industriale;
- Model checking pentru sisteme discrete;
- Sinteza automată a controlului supervisory;
- Detectarea și prevenirea blocajelor.

Rețele Petri Colorate în sisteme industriale complexe

- Modelarea parametrizată a resurselor;
- Integrarea regulilor de prioritate;
- Modelarea sistemelor flexibile de producție;
- Extinderea CPN pentru medii distribuite;
- Analiza performanței prin simulare formală.

Digital Twin pentru sisteme de producție

- Arhitecturi Digital Twin validate formal;
- Sincronizare între model și proces fizic;
- Integrarea datelor în timp real;
- Analiză predictivă;
- Optimizare bazată pe simulare.

Integrarea Inteligenței Artificiale

- Programarea automată a producției;
- Optimizarea fluxurilor industriale;
- Sisteme decizionale fuzzy;
- Arhitecturi neuro-simbolice (Petri Net + AI);
- Predicția blocajelor și a instabilităților.

Optimizarea și analiza performanței

- Modelare cu șiruri de așteptare;
- Optimizare multi-criterială;
- Analiza sensibilității parametrilor;
- Evaluarea robusteții sistemelor industriale.

Direcții doctorale propuse

1. Digital Twin validat formal prin Rețele Petri Colorate;
2. Sinteza automată a controlului în sisteme de producție flexibile;
3. Modelare hibridă Petri Net – Deep Learning;
4. Sisteme autonome de producție bazate pe modelare formală;
5. Optimizarea distribuită a sistemelor industriale;

LISTA 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 de Modelare și Simulare a Sistemelor de Producție*

1. Claudiu-Ioan INDRE, Florin BLAGA, Dan Claudiu NEGRĂU, Voichița-Ionela HULE, Lajos VEREȘ, Mihai Dan GROZA
PROJECT MANAGEMENT OF Z TRANSPORT CONVEYOR PRODUCT ASSIMILATION PROJECT USING MICROSOFT PROJECT
ACTA TECHNICA NAPOCENSIS. Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering
Vol. 68, Issue Special II, PAG. 561- 570, July 2025
ISSN: 1221-5872; eISSN: 2393-2988
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2836/2235>
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/WOS:001652046500011>
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=JScvmocAAAAJ&sortBy=pubdate&citation_for_view=JScvmocAAAAJ:5ugPr518TE4C
Accession Number: WOS:001652046500011
2. Alin Florin POP, Claudiu INDRE, Florin BLAGA, Voichița HULE, Lajos VEREȘ, Traian BUIDOȘ,
IMPROVING THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING SYSTEMS BY MODELING WITH SPECIFIC ELEMENTS FROM SIMPY LIBRARY,
ACTA TECHNICA NAPOCENSIS. Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering
Vol. 68, Issue Special II, PAG. 571- 578, July 2025
ISSN: 1221-5872; eISSN: 2393-2988
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2837/2236>
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/WOS:001652046500012>
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=JScvmocAAAAJ&sortBy=pubdate&citation_for_view=JScvmocAAAAJ:bnK-pcrLprsC
WOS:001652046500012
3. Prada, G.; Tamasan, M.; Lucaciu, R.; Blaga, F.; THE IMPLEMENTATION OF A DECISION-MAKING SYSTEM BASED ON FUZZY LOGIC FOR OPTIMIZING PRODUCTION SCHEDULING OF PLASTIC PARTS MANUFACTURED BY INJECTION MOLDING
ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING
Volume 68, Page199-206, Special Issue SI; ISSN 1221-5872; eISSN 2393-2988
Published: MAY 2025
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2800>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001612666100009>
WOS:001612666100009

4. Blaga, F., Alin, P., Cristea, A., Nastor, G., Hule, V., Buidos, T. (2025). FUZZY SYSTEM FOR DETERMINING THE PARAMETERS FOR LASER CUTTING WITH COMPRESSED AIR.
In: Rackov, M., Miltenović, A., Banić, M. (eds) MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN IN MECHANICAL ENGINEERING, KOD 2024 Volume174; Page: 452-460
DOI: 10.1007/978-3-031-80512-7_45
Book Series: Mechanisms and Machine Scienceam.
IDocument Type: Proceedings Paper
WOS:001457382100045
ISBN:978-3-031-80514-1; 978-3-031-80512-7; 978-3-031-80511-0; ISSN: 2211-0984; eISSN: 2211-0992
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001457382100045>
Current Publisher: SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING
AGGEWEBESTRASSE 11, CHAM, CH-6330, SWITZERLAND
https://doi.org/10.1007/978-3-031-80512-7_45
Published 02 January 2025;Publisher Name: Springer, Cham
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-80512-7_45
5. Alin Florin POP, Florin BLAGA, Vlad Stefan NÂPÂRLICĂ, Voichița HULE, Claudiu INDRE, Lajos VEREȘ
THE USE OF HIERARCHICAL MODELS WITH COLORED PETRI NETS IN THE STUDY OF ROBOTIC MANUFACTURING PERFORMANCE
ACTA TECHNICA NAPOCENSIS. Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering
Vol. 68, Issue Special I, PAG. 191- 198, May, 2025
ISSN: 1221-5872; eISSN: 2393-2988
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2800/2206>
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ro&user=JScvmocAAA&sortby=pubdate&citation_for_view=JScvmocAAA&J-pR_7NvFogC
6. TÂMĂȘAN Mihai, PRADA Gabriel, POP Florin Alin, BLAGA Florin ,ID-112:
INTEGRATED CAE/CAD SYSTEM FOR PARAMETRIC DESIGN OF MECHANICAL ASSEMBLIES, 27th Edition of INNOVATIVE MANUFACTURING ENGINEERING & ENERGY CONFERENCE, October 12-14, 2023, Chisinau, Republic of Moldova
https://imane.utm.md/wp-content/uploads/2023/10/PROGRAM_FINAL_IManEE23_06.10.23.pdf
ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS
MECHANICS AND ENGINEERING
Volume67, Issue2, Page 815-822, Special Issue SI, ISSN 1221-5872; eISSN: 2393-2988
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2454>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001362561700039>
WOS:001362561700039

7. Florin BLAGA, Alin POP, Cosmin GHERGHEA, Constantin BUNGĂU, Voichița HULE and Claudiu INDRE, FUZZY SETS APPROACH FOR DETERMINING FAILURE RISK INDICATORS, The 15th INTERNATIONAL CONFERENCE MODERN TECHNOLOGIES IN MANUFACTURING, MTeM 2023, Cluj-Napoca, ROMANIA, 18th - 21st October 2023
https://mtem.utcluj.ro/wp-content/uploads/2023/10/Final-Program-MTeM_2023_v3.pdf
 Publicat in: ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING
 Volume 67; Issue 1; Page: 363-370; Special IssueSI; ISSN: 1221-5872; eISSN: 2393-2988
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2392>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001328942700045>
 WOS:001328942700045
8. Andrei-Mihai PRADA, Gabriel PRADA, Mihai TĂMĂȘAN, Florin BLAGA, Lajos VERES DETERMINATION OF ORDER EXECUTION PRIORITY USING A FUZZY DECISION SYSTEM. THE CASE OF PRODUCTS OBTAINED BY INJECTION MOLDING OF PLASTIC
 Proceedings of the Review of Management and Economic Engineering 9th International, Management Conference 19-21 September, 2024, RETHINKING MANAGEMENT IN ADAPTIVE ENVIRONMENTS, , Editor: Florian LUNGU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, pp. 68- 76
 SSN 2247 – 8639 (print); ISSN 3061 – 3892 (online); ISSN-L 2247-8639
 Editura U.T.PRESS Str. Observatorului nr. 34 400775 Cluj-Napoca
 Indexed in the Zenodo database:
<https://zenodo.org/records/13890358>
9. Florin Blaga, Alin Florin Pop, Andreea Bianca Bodog, Voichita Hule and Ioan Lucaciu, THE USE OF PETRI NETS FOR THE PERFORMANCE EVALUATION OF ROBOTIC WELDING, 2023 17th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems, EMES 2023, Oradea, 9 June 2023 through 10 June 2023, Code 190633, ISBN 979-835031063-4,
 DOI 10.1109/EMES58375.2023.10171753,
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85166308785&origin=AuthorNamesList&txGid=fd8097f79f365b4fef238cc7bfe0fb2a&isValidNewDocSearchRedirection=false>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/10171753>

10. MIZGAN, Horea; GANEA, Macedon; BLAGA, Florin; DEPLOYMENT OF 3D VISION SYSTEMS INTEGRATED WITH ROBOTS IN TRACEABILITY SYSTEMS TO ACHIEVE DYNAMIC POSITIONING IN FULLY AUTOMATED LINES
 Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering; Volume 13187/2024; Article number: 131870E; Advances in 3OM: Opto-Mechatronics, Opto-Mechanics and Optical Metrology, 3OM 2023; Timisoara; 11 December 2023 through 14 December 2023; Code 200232
 ADVANCES IN 3OM: OPTO-MECHATRONICS, OPTO-MECHANICS, AND OPTICAL METROLOGY, 3OM 2023; Volume 13187; DOI 10.1117/12.3021866
 ISBN: 978-1-5106-8072-2/978-1-5106-8071-5; ISSN: 0277-786X; eISSN: 1996-756X; IDS Number: BX1WU
<https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/13187/131870E/Deployment-of-3D-vision-systems-integrated-with-robots-in-traceability/10.1117/12.3021866.short?webSyncID=2cdcc264-7153-a47b-bb4a-756aaac888c6&sessionGUID=2e4b66e6-301e-0d89-3e6c-271b023d9e0a>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001254158700014>
 WOS:001254158700014
11. INDRE Claudiu-Ioan, BLAGA Florin-Sandu, NEGRĂU Dan-Claudiu, HULE Voichița-Ionela, GROZA Mihai-Dan
 Implementation project management of a robotic manufacturing cell using the critical path method
 27th Edition of INNOVATIVE MANUFACTURING ENGINEERING & ENERGY CONFERENCE
 October 12-14, 2023, Chisinau, Republic of Moldova. https://imane.utm.md/wp-content/uploads/2023/10/PROGRAM_FINAL_IManEE23_06.10.23.pdf
 Publicata in: ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING, Volume 66, Issue 5, Page 281-290, Special Issue- SI, October 2023, ISSN: 1221-5872; eISSN: 2393-2988; IDS Number: YG1Z4
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2300/1762>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001267255200008>
 WOS:001267255200008
12. MIZGAN Horea, BLAGA Florin Sandu, ID-120: Contributions regarding the solution of the automatic on-the-fly adjustment during the working process with chip probe over the values of the cutting regimes at CNC machining centers and flexible cells, based on the principles of fuzzy sets,
 27th Edition of INNOVATIVE MANUFACTURING ENGINEERING & ENERGY CONFERENCE, October 12-14, 2023, Chisinau, Republic of Moldova
https://imane.utm.md/wp-content/uploads/2023/10/PROGRAM_FINAL_IManEE23_06.10.23.pdf
 Publicata in: ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING, Volume 66, Issue 5, Page 547-556, Special Issue- SI, October 2023, Indexata 24.07.2024; ISSN: 1221-5872; eISSN: 2393-2988; IDS Number: YG1Z4
<https://atna-mam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/2330/1792>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001267255200038>
 WOS:001267255200038
 IF=0,1 (Q4)

13. Pop, Alin Florin; Blaga, Florin Sandu; Bungau, Constantin, PARAMETERS STUDY OF THE DEEP DRAWING CYLINDRICAL PARTS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS AND EXPERIMENTAL VALIDATION, ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS MECHANICS AND ENGINEERING, Volume65, Issue1, Page 209-216, Special Issue SI, Published FEB 2022, Indexed 2022-04-06, ISSN: 1221-5872,
WOS:000773188500023
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000773188500023>
IF=0,1 (Q4)
14. Alin Pop, Florin-Sandu Blaga, Mircea-Petru Ursu, Tiberiu Vesselenyi & Constantin Bungău, USAGE OF COLOURED PETRI NETS FOR THE PERFORMANCE EVALUATION OF THE METALLOGRAPHIC SAMPLES ANALYSIS AUTOMATED SYSTEMS, ModTech International Conference *Modern Technologies in Industrial Engineering*, 2020, June 23rd-27th, Online edition, Paper ID: C-9,
WOS:000625330000088
MODTECH INTERNATIONAL CONFERENCE - MODERN TECHNOLOGIES IN INDUSTRIAL ENGINEERING VIII
Volume 916
ISSN: 1757-8981
DOI:10.1088/1757-899X/916/1/012088
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000889997300001>

PARTENERI

Infrastructura Laboratorului de *Laboratorului de Modelare și Simulare a Sistemelor de Producție* este utilizată în mod activ în cadrul unor colaborări științifice naționale și internaționale.

- **Horea MIZGAN** – olușionarea reglajului automat în timp real, în timpul procesului de lucru, utilizând sonda de aşchiere, asupra valorilor regimurilor de aşchiere la centrele de prelucrare CNC și în celule flexibile, pe baza principiilor mulțimilor fuzzy.
- **Sanjib Kumar SAREN**- Implementarea sistemelor fuzzy utilizând Rețele Petri Colorate ierarhice pentru modelarea unei celule de fabricație flexibilă. Identificarea comportamentului detaliat al celulelor de fabricație flexibilă utilizând Rețele Petri Colorate temporizate ierarhice.
- **Andreea Bianca BODOG** – Utilizarea rețelelor Petri pentru evaluarea performanței sudării robotizate.
- **Vlad Stefan NĂPĂRLICĂ** – Utilizarea modelelor ierarhice cu Rețele Petri Colorate în studiul performanței fabricației robotizate.
- **Andrei CRISTEA**- Sistem fuzzy pentru determinarea parametrilor de tăiere cu laser utilizând aer comprimat.
- **George NASTOR**- Sistem fuzzy pentru determinarea parametrilor de tăiere cu laser utilizând oxigen.