

INSTRUMENTELE DE INTEGRARE ÎN CONCEPTUL INDUSTRY 4.0

Student:

Sîncă Alexei

Conducător:

conf.dr. Ivan Rușica

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Programul Ingineria Produsului și a Proceselor în Construcția de Mașini

Admis la susținere
Șef de departament: conf.dr. Sergiu Mazuru

” ____ ” _____ 2019

INSTRUMENTELE DE INTEGRARE ÎN CONCEPTUL INDUSTRY 4.0

Teză de master

Student: (Stîncă Alexei)

Conducător:(Ivan Rușica)

Chișinău – 2019

REZUMAT

STÎNCĂ ALEXEI. Instrumentele de integrare în conceptul industry 4.0. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi; Departamentul Tehnologia Construcțiilor de Mașini, 2019. Teză de master: pag. 73; desene – 32.

Lucrarea dată se referă la studiul dezvoltării conceptelor moderne de dezvoltare industrială cum este Industry 4.0. Au fost analizate abordările, principiile de proiectare și multiplele tehnologii-piloni. Se constată că digitalizarea și informatizarea sunt cele două procese majore ce permit contopirea realității „reale” cu realitate virtuală, inclusiv prin crearea așa numitei realități augmentate. Digitalizarea componentelor fizice, posibilitatea de comunicare a obiectelor fizice între ele prin intermediul tehnologiei Internet permit o avansare a industriei prin: promovarea eficienței operaționale (utilizarea activelor, reducerea costurilor operaționale, sporirea productivității angajaților), promovarea a noi produse și servicii (plăți pentru utilitate, servicii bazate pe software, evaluarea economică a datelor), trecerea la o economie de rezultate (plăți pentru rezultat, noi ecosisteme interconectate, platforme activate de piață) și trecerea la o economie autonomă (monitorizarea permanentă a cererii, automatizare totală, optimizarea și reducerea resurselor).

SUMMARY

STÎNCĂ ALEXEI. Integration tools in the Industry 4.0 concept. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical Engineering, Industrial Engineering and Transports; Department of Machine Building Technology, 2019. Master thesis: page 73; drawings - 32.

This paper refers to the development of modern concepts of industrial development such as Industry 4.0. The approaches, the design principles and the multiple technologies-pillars were analyzed. It is noted that digitization and computerization are the two major processes that allow the merging of "real" reality with virtual reality, including the creation of the so-called augmented reality. The digitalisation of physical components and the ability to communicate of the physical objects to each other through Internet technology allow industry to advance by: promoting operational efficiency (asset utilization, reducing operational costs, increasing employee productivity), promoting new products and services (utility payments, software-based services, economic data evaluation), the transition to a result-based economy (outcome payments, new interconnected ecosystems, market-driven platforms) and the transition to an autonomous economy (permanent demand monitoring, total automation, optimization and resource reduction).

Cuvinte cheie. proiectării constructive, Crearea de produse, întreprindere, sistem PDM, Autodesk Vault, modelare 3D, simulare numerică

Keywords. constructive designs, product creation, enterprise, PDM system, Autodesk Vault, 3D modeling, numerical simulation

CUPRINS

	Pag.
Întroducere	7
1. Conceptul Industry 4.0	8
2. Industrie 4.0. Tehnologii, principii, piloni, efecte si impacturi	18
2.1. Tehnologiile conceptului Industry 4.0	19
2.2. Principii de proiectare in cadrul conceptului Industrie 4.0	19
2.3. Pilonii progresului tehnologic al conceptului Industry 4.0	22
2.4. Principii de proiectare a produselor si proceselor in Industry 4.0	27
2.5. Impactul industriei 4.0	28
3. Componente structurale integratoare ale Industriei 4.0	31
3.1. e-Fabricarea (e-Manufacturing)	31
3.2. Sisteme Fizico-Cibernetice (Cyber-Physical Systems - CPS)	40
3.3. Tehnologia Machine to Machine (M2M)	46
3.4. Internetul Industrial al Lucrurilor (Industrial Internet of Things – IIoT)	54
3.5. Procese in „nori” (Processes in Cloud)	60
3.5.1. Computerizare in „nori” (Cloud Computing)	60
3.5.2. Fabricare fara implicare (Devolved Manufacturing)	65
3.6. Date mari (Big Data)	67
Concluzii	69
Bibliografie	71

Introducere

Rezultatul celor patru revoluii industriale reprezinta o bucla ce porneste la produse personalizate fabricate in mod individual si in momentul de fata tinde spre acelasi nivel de personalizare a produselor dar fabricate in cantitati mari in mod industrial.

Particularitatea celei de a patra Revoluții industriale este acel fapt ca rezultatele ei nu sunt apreciate dupa producerea ei ci in timp real cu posibilitatea de a monitoriza procesele si rezultate si de a lua decizii in regim on-line. Bazată pe digitalizare, informatizare, comunicare, pe sisteme fizico-cibernetice, pe contopirea lumii reale cu cea virtuala ea (revolutia a patra) promoveaza eficienta operaționala, dezvoltarea a produse principial noi, trecerea la o economie de rezultate si trecerea la economia autonoma.

Numărul tehnologiilor care trec prin această prefacere e impresionant: softuri inteligente, mașini unelte automatizate, sisteme și rețele de comunicare extrem de mari și de rapide, roboți cu precizie uimitoare, materiale cu caracteristici remarcabile, procese de fabricatie noi (tehnologii aditive), o gamă întregă de servicii online.

Toate acestea pot fi caracterizate prin abordari noi ale proceselor de proiectare (interconectare: colaborare, standarde, securitate; transparența informațiilor: analize date, asigurarea cu informatii; decizii descentralizate si asistență tehnică: virtuala, fizica), prin noi principii de proiectare (interoperabilitatea, virtualizarea, descentralizarea, capacitatea de functionare în timp real, orientarea la servicii, modularitatea), prin tehnologii cheie care permit o integrare fara precedent a tuturor fenomenelor si proceselor industriale cum ar fi: Autonomia Robotilor (Autonomus Robots); Sisteme Fizico-Cibernetice (Ciber-Physical Systems –CPS); Simulare (Simulation); Integrarea pe orizontala și pe verticală (Horizontal and Vertical Integration); Internetul Industrial al Lucrurilor (Industrial Internet of Things – IIoT); Securitatea Cibernetica (Cybersecurity); Fabricarea Aditiva (Additive Manufacturing); Procese in “Cloud” (Processes in “Cloud”); Realitatea Augmentata (Augmented Reality - AR); Date Mari și Analize (Big Data and Analytics); Internetul Serviciilor (Internet of Services - IoS); Fabrica Inteligenta (Smart Factory).

Conceptul Industry 4.0 (Germania) ca si celelalte cencepte nationale (Advanced Manufacturing Partnership 2.0, SUA; Catapult Center, Marea Britanie; Intelligent Factories Clusters, Italia; Intelligent Factories Clusters, Belgia; Made in China 2025, China; Revitallization/Robotics Strategy, Japonia; Manufacturing Innovation 3.0, Coreea de Sud; Industry of the Future, Franta) este elaborate intr-o industrie moderna si dezvoltata, dar este deschis si liberar, ofera tuturor tarilor a sansa de dezvoltare industrială, indiferent de nivelul actual atins.

Bibliografie

1. Reiner Anderl. Industrie 4.0. Fundamentals, Scenarios for Application and Strategies for Implementation. Disponibil la:
https://dwih.com.br/sites/default/files/galeria/arquivos/pp_reiner_anderl.pdf
2. Wolfgang Wahlster. Industrie 4.0: Cyber-Physical Production Systems for Mass Customization. Disponibil la: http://www.dfki.de/wwdata/German-Czech_Workshop_on_Industrie_4.0_Prague_11_04_16/Industrie_4_0_Cyber-Physical_Production_Systems_for_Mass_Customizations.pdf
3. Implementation Strategy Industrie 4.0. Report on the results of the Industrie 4.0 Platform. January 2016. Disponibil la: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Implementation-Strategy-Industrie-40-Report-on-the-results-of-the-Industrie-40-Platform.html>
4. Mario Hermann, Tobias Pentek, Boris Otto. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Disponibil la: https://www.thiagobranquinho.com/wp-content/uploads/2016/11/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf
5. Max Blanche. The Industrie 4.0 transition. How it reshuffles the economic, social and industrial model. Disponibil la: <https://www.retis.be/wp-content/uploads/Lindustrie-4.0-red%C3%A9fini-le-mod%C3%A8le-social-%C3%A9conomique-et-industriel-par-Michel-Vlasselaer-FocusEbusiness.pdf>
6. Max Blanchet. The Industrie 4.0 transition. Disponibil la:
http://learn.skillman.eu/pluginfile.php/732/mod_resource/content/0/2.%202.02_Max-Blanchet_WMF2016.pdf
7. R. Bergher. The Industry 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model. Disponibil la:
<https://www.rolandberger.com/en/Publications/The-Industrie-4.0-transition-quantified.html>
8. M. Rubmann et al. Industry 4.0. The future of productivity and growth in manufacturing industries. Disponibil la: <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>
9. Raoul Iovanut. Industrie 4.0 – noua revolutie industrială. Viitor sau prezent? Disponibil la:
<https://www.euroconferinte.ro/2017/prezentari/Industrie%204.0.pdf>

10. Industrie 4.0. L'usine connectée. Disponibil la:
https://www.see.asso.fr/manifestation/9971_industrie-4-0-lusine-connectee
11. Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment.
Disponibil la: <https://www.cleverism.com/industry-4-0/>
12. M. Milošević et al. e-Manufacturing: Framework for a Collaborative Distributed Manufacturing.
Disponibil la: http://www.nordtech.ubm.ro/issues/2016/BSSC_v2016_issXXX_67to70.pdf
13. Cyber-physical system. Disponibil la: https://en.wikipedia.org/wiki/Cyber-physical_system
14. Laszlo Monostori et al. Cyber-physical systems in manufacturing. CIRP Annals -
Manufacturing Technology. 65(2):621–641. Disponibil la:
https://www.researchgate.net/publication/306426761_Cyber-physical_systems_in_manufacturing
15. Lihui Wang et al. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. DOI 10.1007/978-3-319-67693-7. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/320694900_Cloud-Based_Cyber-Physical_Systems_in_Manufacturing
16. Ioan Dumitrache. Cyber-physical-systems (CPS) – factor determinant în economia bazată pe inovare și cunoștințe. Disponibil la: <https://rria.ici.ro/cyber-physical-systems-cps-factor-determinant-in-economia-bazata-pe-inovare-si-cunostinte-art-05-vol-23-nr-4-2013/>
17. Machine to Machine. https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_to_machine
18. Jiafu Wan et al. From Machine-to-Machine Communications towards Cyber-Physical Systems.
Disponibil la: <http://elib.mi.sanu.ac.rs/files/journals/csis/27/100307.pdf>
19. Jan Holler et al. From Machine-to-Machine to the Internet of Things. Disponibil la:
http://www.mforum.ru/arc/iot-book_compressed_MForum.pdf
20. Machine To Machine Communications. ETSI TC M2M Overview. Disponibil la:
<https://www.ietf.org/mail-archive/web/smartobjectdir/current/pdfiZ5zTqvuvNV.pdf>
21. Internet of things. Disponibil la: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things
22. Industrial Internet of Things. Disponibil la:
https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Internet_of_Things
23. H. Boyes, B. Hallaq, J. Cunningham, T. Watson. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. Disponibil la:
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0166361517307285?token=DCC59BB120742FD4F7>

625517A9794EFFC5042DF5CF988C25E6A6711E95B39F1148C3329C5621C8D25F7109108
563A22D

24. Industrial internet of things (IIoT). Disponibil la:
<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Industrial-Internet-of-Things-IIoT>
25. Big Data. https://en.wikipedia.org/wiki/Big_data
26. Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services. Word Economic Forum. Industry Agenda, 2015. Disponibil la:
http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_IndustrialInternet_Report2015.pdf
27. What is Cloud Computing? Disponibil la: <https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/>
28. Alexa Huth and James Cebula. The Basics of Cloud Computing. Disponibil la: <https://www.us-cert.gov/sites/default/files/publications/CloudComputingHuthCebula.pdf>
29. Richard J Bateman, Kai Cheng. Extending the Product Portfolio with ‘Devolved Manufacturing’: Methodology and Case Studies. Disponibil la:
<https://pdfs.semanticscholar.org/4cf3/121372f13fd9bac021895a67e646c3eac737.pdf>
30. Richard J Bateman, Kai Cheng. Devolved Manufacturing. Disponibil la:
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/a032012>
31. Mert Onuralp Gökalp et al. Big Data for Industry 4.0: a conceptual framework. Disponibil la:
https://www.researchgate.net/publication/315472746_Big_Data_for_Industry_40_A_Conceptual_Framework.
32. Iurie Ciofu, Tatiana Nițulenco, Ioan-Lucian Bolunduț, Alexei Toca. Simbolizarea materialelor metalice în sistemele de standarde GOST (Rusia), STAS (România) și EN (Uniunea Europeană) Editura TEHNICA UTM, Chișinău, 2013
33. Sergiu Mazuru. Bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for: Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.
34. Slătineanu L., Coteață M., Pop N., Mazuru S., Coelho A., Beșliu I. Impact phenomena at the abrasive jet machining. *Nonconventional technologies Review* , nr. 1, 2009, p.96-99.
35. Mazuru S. and Casian M., *Theoretical and experimental aspects concerning elastic behavior in the grinding technological system*, *Advanced Materials Research*, Vol. 1036 (2014) pp 286-291.;
36. Casian M. and Mazuru S., *A study concerning the workpiece profile after grinding process of precessional gear wheels*, *Advanced Materials Research*, Vol. 1036 (2014) pp 292-297.;

37. Chereches T, Lixandru P., Mazuru S., Cosovschi P. and Dragnea D. Numerical Simulation of Plastic Deformation Process of the Glass Mold Parts. *Applied Mechanics and Materials* Vol. 657 (2014) pp 126-132.;
38. Stanislav DUER, Radoslav DUER, Sergiu MAZURU. "Determination of the expert knowledge base on the basis of a functional and diagnostic analysis of a technical object" . *Neconventional Tehnologies revive* volume XX no.2/2016 (2016). Timisoara Romania pp . 23-29, ISSN: 2359-8646;
39. Bostan I, Mazuru S. Vaculenco M and Scaticailov S Processes generating non-standard profiles variable convex- concav of precessional gear. *Journal of Engineering Sciences and Innovation*. Volume 5, Issue 2 / 2020, pp. 111-122.
40. Slatineanu L., Toca A., Mazuru S., Dodun O., & Coteata M. Theoretical Model of the Surface Roughness at the End Milling with Circular Tips *Annals of DAAAM for 2008 & Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium*, , Editor B. Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2008, pp.1273-1274.
41. Bostan I., Mazuru Sergiu. Influence of the grinding parametrs on the characteristics of gears teeth outerlayer. First part. *Proceedings of The 13th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Inovation IASI & Chisinau ModTech 2009*.
42. Bostan I., Mazuru Sergiu. Influence of the grinding parametrs on the characteristics of gears teeth outerlayer. Second part. *Proceedings of The 13th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Inovation IASI & Chisinau ModTech 2009*.
43. Mazuru S. System reliability and optimization processing parametrs for its accuracy of elements. First part. *The 14th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2010, 20-22 May, 2010 Slănic Moldova Romania*.
44. Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation tehnology hardening chemical – heat. *Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX). Fasc. 2a 2010*
45. Slătineanu, L., Gonçalves-Coelho, A., Coteață, M., Uliuliuc, D., Grigoraș (Beșliu), I., Mazuru, S. Teaching students the basics of designing experimental research equipment. *ICAD 2011. Proceedings of the 6th International Conference on Axiomatic Design*. Editor: Mary Kathryn Thompson, KAIST, Daejeon, Republic of Korea, pag. 195-203.

46. Mazuru S., Scaticailov S. , Mazuru A. Some aspects of the nitriding process of parts in machine construction. Conference: 11th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies. Bucuresti, Romania IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012011.
47. Mazuru S., Scaticailov S. The role of the friction process in abrasive grain micro cutting technology. Conference: 11th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies. Bucuresti, Romania IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010.
41. Iurie Ciofu, Tatiana Nițulenco, Ioan-Lucian Bolunduț, Alexei Toca. Studiul și Ingineria Materialelor (materiale nemetalice). Sticla. Chisinau, Editura UTM, 2014, 256 pag.
42. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
43. Bostan I., Mazuru Sergiu Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției. Buletinul Institutului Politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc Iași 749–752
44. Sergiu Mazuru, Metode și procedee de fabricare aditivă: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 144 p.
45. Adrian BUT, Sergiu MAZURU, Serghei Scaticailov Fabricația asistată de calculator: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 179 p.
46. Roman Somnic, Sergiu Mazuru. Analiza importanței și structura industriei constructoare de mașini. Tehnica UTM. 2013 pp. 378-380.
47. Mazuru Sergiu, Casian M and Scaticailov S 2017 Adv. Mat. Res. 112 01026
48. Vlase A Mazuru Sergiu, and Scaticailov S 2014 Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat (Chișinău: Tehnica-UTM)
49. Mazuru Sergiu and Scaticailov S 2018 Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate Univ. Tehn A Moldovei (Chișinău: Tehnica-UTM)
50. Bostan I., Mazuru Sergiu Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției. Buletinul Institutului Politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc Iași 749–752
51. Bostan I Dulgheru V Glușco C and Mazuru Sergiu 2011 Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău: Bons Offices)
52. Mazuru S 2010 Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat (Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX) Fasc 2a)

53. Bostan I, Mazuru S and Botnari V 2011 Cinetic process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation Vadul lui Voda Moldova România)

54. Bostan I, Mazuru S. Vaculenco M and Scaticailov S Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating IX international congress “Machines Technologies Materials 2012” Varna Bulgaria Vol I.

55. Sergiu Mazuru. Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. Thesis for: Doctor of Technical Sciences.2019, UTM. DOI:10.13140/RG.2.2.19477.76005

56. Iațhevici Vadim, Mazuru, Sergiu. Mechanisms for stimulating innovation and technology transfer in the Republic of Moldova. Revista ”Intellectus” nr. 3/2014.

57. Sergiu Mazuru, Bazele proiectării dispozitivelor: Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2001. – 182 p.

58. Sergiu Mazuru. bearing capacity of precessional transmissions with gear change . Thesis for: Doctor degree..1996, UTM. DOI: 10.13140/RG.2.2.36211.35366.