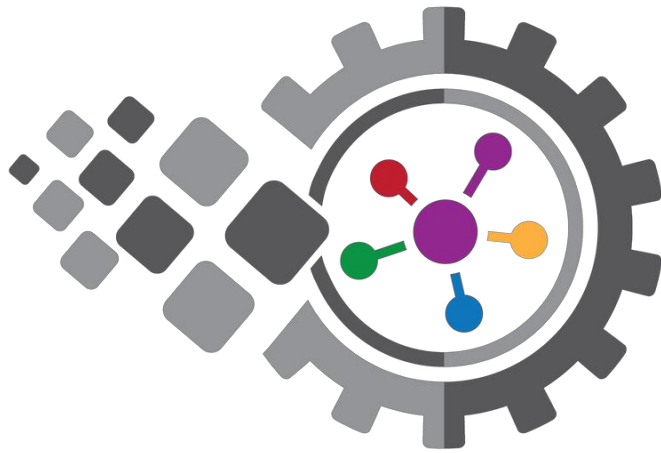


Digital Manufacturing Master's degree to set specialists for the dawn of
the **industry 4.0**



DIGIMAN 
master programme for digital manufacturing

Project number:
2019-1-RO01-KA203-063486

Rapid Tooling for Competitive AM

Teaching Note

Table of Content

Presentation	3
Objective	3
Target Group	4
Learning Aims	4
Structure	5
Student Workload (Hours)	5
Evaluation	5
Additional Information	5
Selected references	5

DIDACTIC UNIT**UNIT TITLE:** *Rapid Tooling for Competitive AM***Presentation**

The purpose of the course is to ensure the accumulation of technical competences on how to make AM more competitive for industrial production. The course deals with aspects related to Rapid Tooling (RT), which are innovative technologies working with master models made by AM, which are further used for low and medium volume production of complex parts, made from different materials (plastics, metals, composite materials, etc.). On successful completion of this module a student should be able to:

- Obtain advanced knowledge and good understanding of the theory, principles and applicability of: different RT techniques: Silicone rubber moulding, Metal spray tooling for injection moulding, Investment casting, Selective Laser Sintering, Selective Laser Melting, etc.;
- Discuss and select the appropriate RT methods, which should take advantage of the master models made by 3D printing;
- Explain the competitive industrial applications of AM;
- Describe the main factors which have significant influence of the AM competitiveness and what are the main criteria to select the appropriate tooling route (volume production, type of material, complexity of the part, etc.).

Objectives

- Understand the principles of when and how AM could be a competitive technology for industrial production, not only an interesting method within the research laboratories
- Learn the basic Rapid Tooling methods and industrial applications of the patterns made by 3D printing
- Understand the principles of direct and indirect RT methods
- Select the appropriate RT techniques for specific industrial or medical applications of AM

Target Group

The target group for the *Rapid Tooling for competitive AM* lecture, within the DIGIMAN project, are mainly Master students in the fields of Mechanical/Industrial/Materials/Engineering, Informatics, and Industry 4.0.

Syllabus/Indicative content

- Moving AM from research laboratories to industrial production
 - Design for AM and virtual prototyping
 - Transferring the CAD model to the AM machines
 - The need and importance of AM for RPD
 - How to select the adequate AM method, for specific applications
- Vacuum Casting by SRM (Silicone Rubber Molding)
 - How does SRM works?
 - How to cast parts into SRM?
- Investment casting of metal parts and applications
- Rapid tooling by SLM
 - Steps and procedure in the SLM process
 - Simulation of SLM process
 - Technological parameters
 - Heat treatment for stress releasing
 - Supports removal and finishing the SLM parts

Learning Aims

On successful completion of this module a student should be able to:

- Evaluate the specific productions requirements (e.g. volume production, type of material, complexity of the part), in order to select the suitable AM process to print the master model;
- Investigate, which are the available RT techniques, suitable to use the master model (printed from a simulant material), in order to get a low volume production of the parts, made from final material;
- Evaluate the possibilities of using AM in Rapid Product Development, where functional tests of the new product are required and the complex parts have to be made from final materials;
- Design the appropriate RT technology, select the splitting line, gating, venting for vacuum casting, investment casting, metal spray tooling, etc.;
- Coordinate the tasks distribution between the operators according to the work plan as well as manage the links between them;

Tasks

- Multiple choice questions and exercises;
- Practical setting up of the splitting line, gating, venting for vacuum casting, investment casting, metal spray tooling, for a group case study based on specific requirements for a particular industrial application.

Structure

- Interactive Lectures
- Laboratorial classes on 3D Printing, Vacuum Casting, Investment Casting and Selective Laser Melting

Student Workload (Hours)

• Contact Time Total	23 Hours
• Independent Learning Time	77 Hours
Total Learning Hours	100 Hours

Evaluation

The students will undertake a written test at the end of the semester, based on the teaching materials. The students should be able to select the correct answers/solutions, to different questions /tasks.

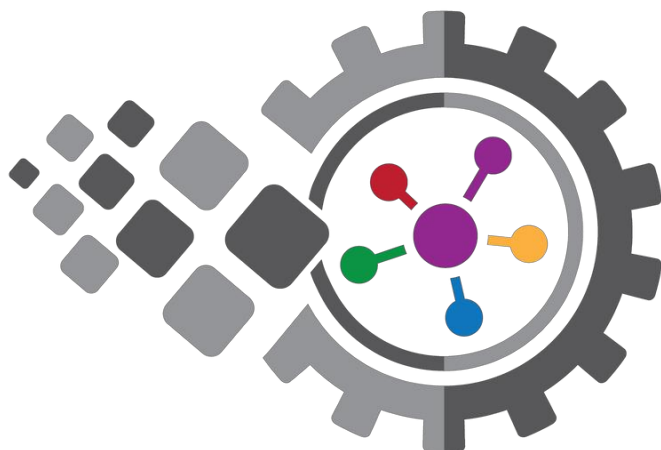
Additional Information

Students should be encouraged to gather more information on Rapid Tooling and competitive AM technologies, for their own personal interest.

Selected references

1. A. Gebhardt, J. Kessler, L. Thurn, 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing / Edition 2, Hanser, 2018
2. N. Balc (Ed.): "Modern Technologies in Manufacturing", - MTeM 2015, Trans Tech Publications (Switzerland), Volume 808, SBN-13: 978-3-03835-653-0
 - a. Book available online (open access): <https://www.scientific.net/AMM.808/book>
3. N. Balc (Ed.): "Advanced Manufacturing Technologies", MTeM 2017, MATEC Web Conf. (France), Volume 137 (2017), ISBN: 978-2-7598-9027-9
 - a. Book available online (open access): <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/51/contents/contents.html>
4. N. Balc, D. Leordean (Eds.): "Research and Applications in Manufacturing Engineering", MTeM 2019, MATEC Web Conf. (France), Volume 299, ISBN: 978-2-7598-9083-5
 - a. Book available online (open access): <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2019/48/contents/contents.html>

Digital Manufacturing Master's degree to set specialists for the dawn of
the **industry 4.0**



DIGIMAN 
master programme for digital manufacturing

Project number:
2019-1-RO01-KA203-063486

Pregătirea Rapidă a Fabricației Competitive

Sinteza cursului

Cuprins

Prezentare	3
Obiective	3
Grupul țintă	4
Structura cursului	4
Rezultatele învățării	4
Activități	5
Structura	5
Timp alocat	5
Evaluare	5
Informații suplimentare	5
Bibliografie	5

MODUL DIDACTIC

TITLU MODUL: *Pregătirea Rapidă a Fabricației Competitive*

Prezentare

Scopul cursului este de a asigura acumularea de competențe tehnice în domeniul AM și aplicarea lor direct în industrie. Cursul tratează aspecte legate de procesele Rapid Tooling (RT), care sunt tehnologii inovative, ce utilizează modele master realizate prin AM, pentru producția de piese complexe în serii mici și mijlocii, realizate din diferite materiale (plastice, metale, materiale compozite, etc.). La finalizarea cu succes a acestui modul, un student trebuie să fie capabil să:

- Obțină cunoștințe avansate și să înțeleagă partea teoretică, principiul de lucru și aplicabilitatea tehnologiilor RT: turnarea sub vid în matrițe din cauciuc siliconic, fabricarea matrițelor metalice prin pulverizare de metal topit, turnarea sub vid cu modele ușor fuzibile, sinterizarea selectivă cu laser, topirea selectivă cu laser, etc.;
- Analizeze și să selecteze procedeul RT adecvat și de asemenea, să utilizeze tehnologiile de printare 3D, pentru fabricația modelelor master.
- Explice aplicațiile industriale competitive ale AM;
- Descrie principalii factori care au o influență semnificativă asupra competitivității AM și care sunt principalele criterii de selectare a tehnologiei potrivite (seria de fabricație, tipul de material, complexitatea piesei, etc.).

Obiective

- Înțelegerea principiilor și capacitatea de a ști când și cum AM ar putea fi o tehnologie competitivă pentru industrie și nu doar o metodă interesantă în laboratoarele de cercetare
- Învățarea principiilor de bază a metodelor Rapid Tooling și aplicațiile industriale care utilizează modele master fabricate prin imprimare 3D
- Înțelegerea metodelor RT directe și indirecte
- Selectarea metodei RT corespunzătoare, pentru aplicații industriale sau medicale

Grupul țintă

Grupul țintă cărui i se adresează modulul de curs *Pregătirea Rapidă a Fabricației Competitive*, dezvoltat în cadrul proiectului DIGIMAN, sunt studenți masteranzi în domeniile Inginerie Mecanică/ Industrială, Materiale, Informatică și Industria 4.0.

Structura cursului

- Transferul tehnologiilor AM din laboratoarele de cercetare, direct în industrie
 - Proiectarea pentru AM și dezvoltarea de prototipuri virtuale
 - Transferul modelului CAD la echipamentele AM
 - Necesitatea și importanța AM pentru dezvoltarea rapidă de produse
 - Cum se selectează metoda AM adecvată, pentru aplicații specifice
- Turnarea sub vid în matrițe din cauciuc siliconic (CS)
 - Metoda de fabricație a matrițelor din CS
 - Cum se toarnă piese în matrițele din CS
- Turnarea sub vid a pieselor metalice și aplicații
- Fabricația prin SLM
 - Etapele și metodele utilizate la procesul SLM
 - Simularea procesului SLM
 - Parametri tehnologici
 - Tratament termic de detensionare
 - Îndepărtarea suportilor și finisarea pieselor fabricate prin SLM

Rezultatele învățării

La finalizarea cu succes a acestui modul, un student ar trebui să poată să:

- Evalueze cerințele specifice de producție (de exemplu, seria de fabricație, tipul de material, complexitatea piesei) și să selecteze procesul AM adecvat, pentru fabricația modelului master;
- Să studieze, care sunt tehnologiile RT disponibile, adecvate pentru a utiliza modelul master (fabricat printr-o tehnologie AM), în vederea fabricării unor piese în serie mică de fabricație, din materialul final;
- Evalueze posibilitățile de utilizare a tehnologiilor AM în dezvoltarea rapidă a produsului, în cazul în care sunt necesare teste privind funcționalitatea noului produs și piesele complexe trebuie să fie realizate din materialul final;
- Proiecteze tehnologia RT corespunzătoare, selecteze planul de separație, rețeaua de alimentare cu material, canalele de aerisire pentru turnare sub vid, turnarea pieselor metalice, turnarea în matrițe realizate prin pulverizare de metal topit, etc.;
- Coordoneze repartizarea activităților între operatori, conform planului de lucru, precum și gestionarea legăturilor dintre aceștia;

Activități

- Întrebări și exerciții cu variante multiple de răspuns;
- Activități practice, pe echipe (privind alegerea planului de separație, stabilirea rețelei de alimentare cu material, a canalelor de aerisire pentru turnare sub vid, turnarea pieselor metalice, fabricația matrițelor metalice prin pulverizare de metal topit) pentru un studiu de caz, bazat pe cerințe specifice pentru o anumită aplicație industrială.

Structura

- Cursuri interactive
- Aplicații în domeniul printării 3D, turnarea sub vid, turnarea metalelor și topirea selectivă cu laser

Timp alocat

• Cursuri și aplicații	23 Ore
• Studiu individual	77 Ore
Total ore	100 Ore

Evaluare

Studentii vor susține o probă scrisă la finalul semestrului, pe baza materialelor didactice. Studentii trebuie să selecteze răspunsurile/soluțiile corecte, la diferite întrebări/activități.

Informații suplimentare

Studentii trebuie încurajați să colecteze mai multe informații despre fabricația rapidă și tehnologiile de fabricație competitivă, pentru propriul lor interes personal.

Bibliografie

1. A. Gebhardt, J. Kessler, L. Thurn, 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing / Edition 2, Hanser, 2018
2. N. Balc (Ed.): "Modern Technologies in Manufacturing", - MTeM 2015, Trans Tech Publications (Switzerland), Volume 808, SBN-13: 978-3-03835-653-0
 - a. Book available online (open access): <https://www.scientific.net/AMM.808/book>
3. N. Balc (Ed.): "Advanced Manufacturing Technologies", MTeM 2017, MATEC Web Conf. (France), Volume 137 (2017), ISBN: 978-2-7598-9027-9
 - a. Book available online (open access): <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/51/contents/contents.html>
4. N. Balc, D. Leordean (Eds.): "Research and Applications in Manufacturing Engineering", MTeM 2019, MATEC Web Conf. (France), Volume 299, ISBN: 978-2-7598-9083-5
 - a. Book available online (open access): <https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2019/48/contents/contents.html>