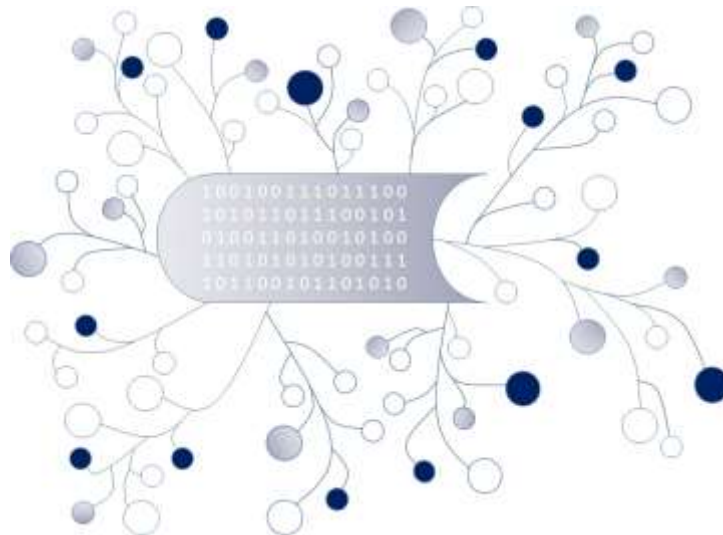




# Digi-VET

## Promovarea digitizării și industriei 4.0 în învățământ și formarea profesională



### IO4 – Material de învățare la clasă pentru elevi

#### Modul B – Industria 4.0. Termeni și istorie

*Autor: A.O.A. Arges*





## CUPRINS:

### 1. Evoluția tehnologiilor de la prima revoluție industrială până în prezent.

1.1. Scurta incursiune si explicatii.....	2
1.2. Tema – Video si intrebari .....	5

### 2. Industria 4.0

2.1 Scurta istorie si termeni .....	6
2.1.1. Caracteristicile fundamentale ale Industry 4.0 .....	6
2.1.2. Concepte specifice .....	7
2.2. Makerspace-urile și producția aditiva .....	9
2.3. Tema Intrebari si raspunsuri .....	11



## 1. Evoluția tehnologiilor de la prima revoluție industrială până în prezent

### 1.1. Scurta incursiune si explicatii

Istoric vorbind, societatea industrială a fost precedată de societatea agricolă care a început să dispară la sfârșitul secolului al XVIII-lea.

Tehnologiile de prelucrare a materialelor au evoluat disruptiv de la apariția lor până în prezent, putând fi definite patru mari revoluții industriale (denumite în literatură Industry 1 până la Industry 4)<sup>1</sup>. Prima revoluție industrială, care a început în ultimele decade ale secolului al XVIII-lea, este caracterizată de introducerea echipamentelor mecanice de producție acționate de forța apei sau a aburului. A doua revoluție industrială a debutat la sfârșitul secolului al XIX-lea. Specific acestei revoluții este utilizarea acționării electrice a echipamentelor de producție și realizarea unei producții de masă bazată pe divizarea muncii. A treia revoluție industrială a demarat în deceniul 8 al secolului al XX-lea odată cu apariția Controlerelor Programabile Logice (PLC). Caracteristica de bază a acesteia este utilizarea sistemelor electronice și a tehnologiei informației în automatizarea producției. În momentul de față, ne găsim în perioada de început a celei de-a patra revoluții industriale (Industry 4.0), caracterizată de utilizarea sistemelor cyber-fizice în procesele de producție. Revoluția Industry 4.0 prevede că produsul care urmează să fie fabricat este capabil să interacționeze cu echipamentele de fabricație (mașini și roboți) și să transmită acestora cerințele pentru următoarea fază a procesului de prelucrare, realizându-se, astfel, conectivitatea între elementele procesului. Se realizează, astfel, un sistem inteligent de producție capabil să comunice și să ia decizii optime în mod autonom. O prezentare grafică a celor patru revoluții industriale<sup>2</sup> este reprezentată în Figura 1.

---

<sup>1</sup> Industry 4.0 started. Is it ready Romania for the challenges of this new revolution? - DOREL BANABIC *Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, România*

<sup>2</sup> W. Wahlster, *Das Internet der Dinge als Innovationstreiber: Vernetzte Produktions-, Mobilitäts- und Energiesysteme*, 6 Innovation – Unternehmertipfel 2012, Hannover, 13.





# Industrial Revolution

## 1. Industrial Revolution

- End of 18th
- Mechanization

## 2. Industrial Revolution

- Start of 20th Century
- Electrification

## 3. Industrial Revolution

- Start of 70ies
- Digitization

## 4. Industrial Revolution

- today
- Conectivity

Fig. 1. Own figure, followed Banabic, D. (2016), p. 195.

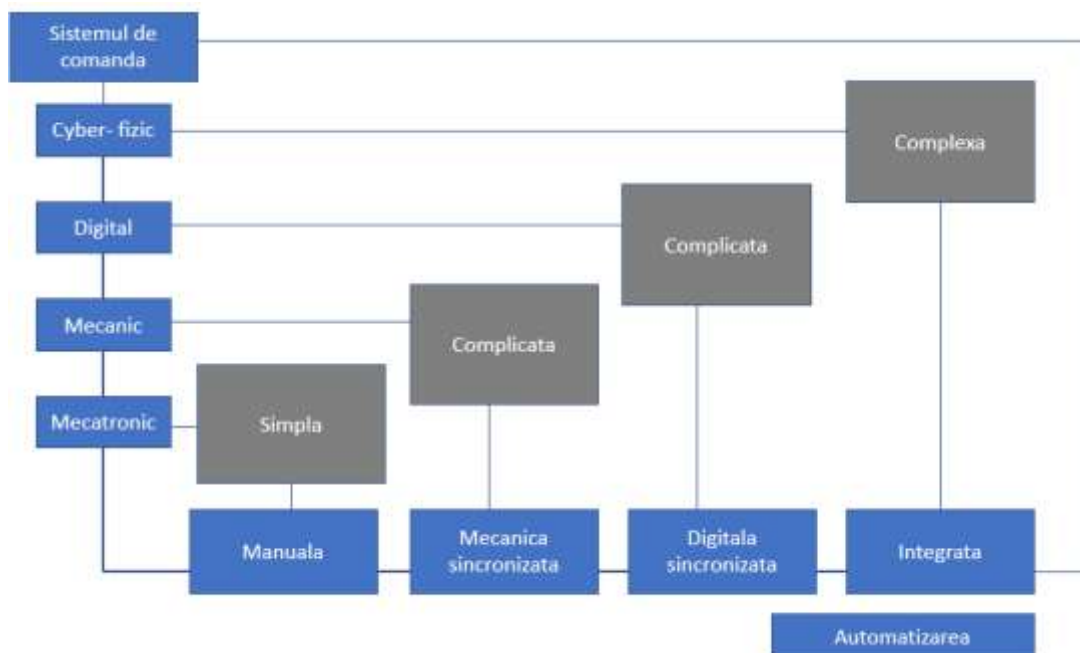


Fig. 2. Own figure, followed Banabic, D. (2016), p. 196.



Dacă privim istoria tehnologiilor din punctul de vedere al adaptării la cerințele consumatorului<sup>3</sup>, o putem periodiza în următoarele patru etape (Fig. 3).

- Perioada dinaintea primei revoluții industriale (cea a producției artisanale) este caracterizată prin aceea ca fiecare produs era proiectat și realizat pentru un anumit client (încălțăminte, hainele, harnașamentele pentru cai etc.).
- Revoluția industrială din secolele XVIII și XIX a condus la o creștere a productivității și a volumului de producție pe variante de produs, ceea ce a făcut ca, la începutul secolului al XX-lea, să se treacă la o altă paradigmă, aceea a producției de masă (introdusă de Ford în fabricația modelului de automobil Ford T). În această etapă sunt fabricate un număr limitat de produse, acestea fiind realizate într-un număr foarte mare (de masă), presupunându-se că vor fi suficienți cumpărători pentru ele. Anul 1955 se consideră a fi caracteristic pentru producția de masă, fiind anul cu volumul cel mai mare de producție pentru o anumită variantă de produs. Începând cu acest an, de cotitură, varietatea produselor crește, iar numărul de produse pe o variantă începe să scadă.
- Anul 1980 este anul trecerii într-o nouă etapă, aceea a personalizării de masă (mass customization), în care clientul selectează produsul dorit, dintr-o listă de opțiuni, înaintea realizării acestuia (exemplu clasic este cel al alegerii configurației autoturismului de către client pe baza unei liste de variante și apoi lansarea acestuia în producție).
- Cea de-a patra etapă tehnologică este aceea a producției personalizate care începe în prima decadă a secolului XXI. În această perioadă, opțiunile produsului sunt alese de către client, cumpărate de la producător și apoi realizate cu sisteme avansate de prelucrare. Un rol esențial la saltul tehnologic în inovări tehnologice, care au fost aplicate la scară industrială: tehnologiile rapid prototyping, denumite mai nou, tehnologii de tip Additive Manufacturing, cloud manufacturing (termen adoptat prin similitudine cu termenul de cloud computing), realitatea augmentată, simularea stohastică etc.

---

<sup>3</sup> D. Banabic, Digitizarea fabricației: a patra revoluție industrială, Proc. Conferinței ASTR, Târgu Mureș, 6-7 Oct. 2016



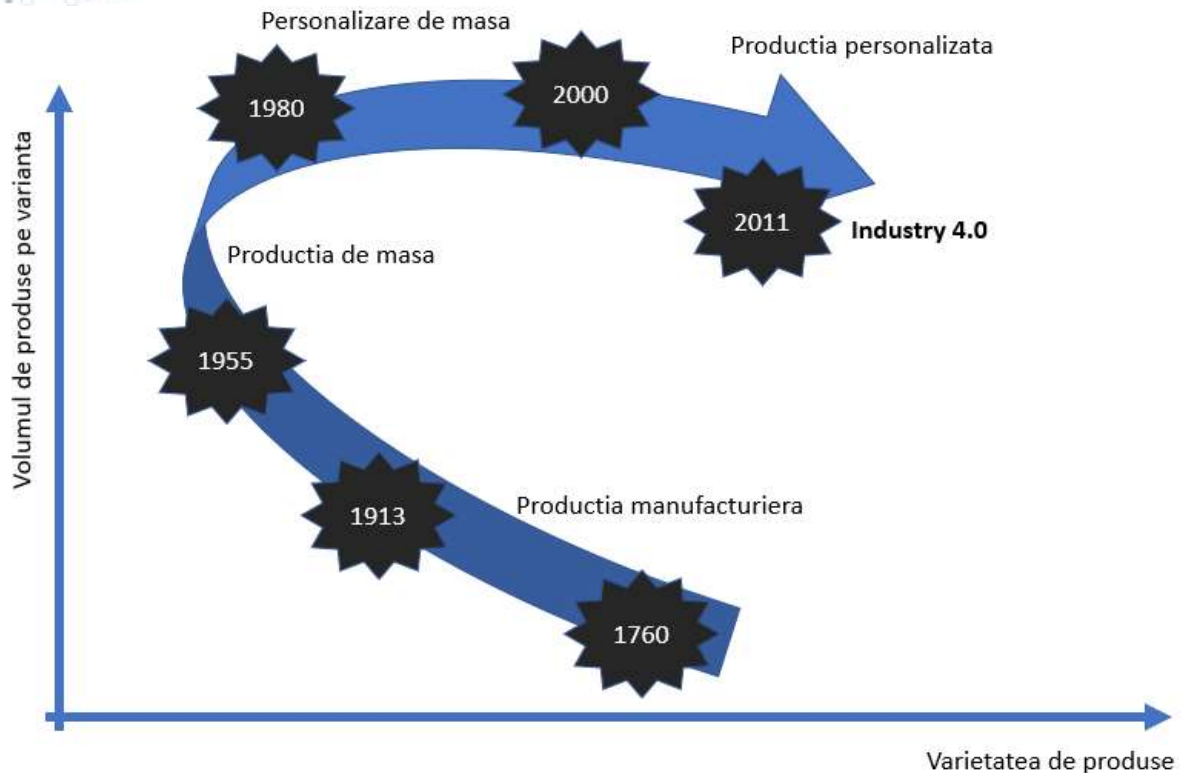


Fig. 3. Own figure, followed Banabic, D. (2018), S. 8.

Din cele de mai sus rezultă că tehnologiile de fabricație au parcurs o dezvoltare ciclică, de la producția artizanală personalizată (orientată pe individ), la producția de masă (orientată pe produs), apoi la cea personalizată de masă (orientată pe grupuri de consumatori) și revenind înapoi la producția personalizată (orientată pe consumatorul individual).

### Concluzie:

**Prima revoluție industrială** s-a produs atunci când puterea apei și puterea aburului au pus în mișcare mecanizarea manufacturării. **A doua revoluție industrială** a început odată cu introducerea energiei electrice, a benzii rulante și a producției în masă, iar **a treia revoluție industrială** s-a bazat pe introducerea automatizării și a mijloacelor IT în procesele de producție. **Industria 4.0** introduce conceptul de fabrică inteligentă ("smart factory"), asemănător cumva cu conceptul de oraș inteligent ("smart city"), în care un ecosistem modular de sisteme cyber-fizice monitorizează procesele fizice, creează o copie virtuală a acestora și iau decizii descentralizate<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Ce este Industria 4.0? - Ionuț Țața, CEO Iceberg



## 1.2. Tema:

1. **Urmariti va rog urmatorul clip video referitor la istoria Industriei 4.0.**  
<https://www.youtube.com/watch?v=v9rZOa3CUC8>

**Rog notati elementele esentiale!**

**2. Raspundeti la urmatoarele intrebari (o singura varianta corecta):**

1. Ce considerati ca va caracteriza industria 4.0?

- Existenta unor: roboți, drone, vehicule autonome, imprimante 3D, inteligență artificială (AI), Internet of Things (IoT), cloud computing, nanotehnologie
- Faptul că toate acestea de mai sus comunică, analizează informațiile și pot acționa singure pe baza acestor informatii.
- Viteza cu care se pot lua decizii.
- Securitatea datelor





## 2. Industria 4.0

### 2.1. Istorie si termeni.

Inițiativa Industrie 4.0 a fost introdusă de guvernul german în anul 2011, în cadrul târgului de la Hanovra. La scurt timp, această inițiativă a fost urmată de alte state sub diferite denumiri: Factory of the Future (Franța și Italia), Catapult (UK), «Smart Manufacturing» în US, respectiv «Made in China - 2025» în China sau «Innovation 2025» în Japonia. Termenul a devenit extrem de popular odată cu inițiativa Forumului Economic Mondial de a organiza o dezbatere pe această temă în cadrul unei întâlniri la Davoz, organizată în ianuarie 2016 de către Klaus Schwab, fondatorul și coordonatorul acestei organizații. Industry 4.0 este caracterizată de automatizarea, digitizarea și interconectarea tuturor componentelor din procesele de producție.

#### 2.1.1. Caracteristicile fundamentale ale Industry 4.0 sunt<sup>5</sup>:

- (1) IA și Machine Learning;
- (2) Blockchain;
- (3) IIOT, Internetul lucrurilor în industrie;
- (4) realitatea virtuală;
- (5) realitatea augmentată;
- (6) realitatea mixtă sau hibridă;
- (7) roboții și coboții;
- (8) mașinile autonome.

---

<sup>5</sup> M. Ruessmann et al, Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in manufacturing Industries, The Boston Consulting Group, April 2015.







tipare de comportament pentru fluidizarea traficului; identificarea preferințelor consumatorilor și personalizarea reclamelor și recomandărilor.

2. Conceptul Blockchain. Blockchain a câștigat popularitate după 2009, odată cu apariția monedei Bitcoin. Stuart Haber și W. Scott Stornetta au creat conceptul de blockchain (Internetul valorilor), date stocate în blocuri înlănțuite și securizate criptografic. În 2009, tehnologia blockchain a devenit soluția pentru tranzacții rapide, securizate și descentralizate. Tehnologia Blockchain redefinește conceptul de tranzacție. În absența unei entități centrale care păstrează, administrează și taxează informația, respectiv valoarea, tehnologia păstrează în ecuație doar subiecții tranzacției, inițiatorul și beneficiarul, eliminând părțile terțe. În cazul tehnologiei blockchain nu există costuri de tranzacție, doar costuri de infrastructură; blockchain redefinește conceptul de schimb, excluzând intermediarii tranzacției, există doar emițător (producător) și destinatar (utilizator).

3. Internetul lucrurilor în industrie (Industrial Internet of Things – IIOT). În domeniul industrial, IoT integrează mașinile inteligente, datele avansate și oamenii într-un ecosistem performant și fluent.

4. Realitatea virtuală (Virtual Reality/VR). Tehnologia RV emulează experiența interacțiunii cu mediul înconjurător, aducând-o cel mai aproape de realitatea cunoscută. RV ne permite să părăsim mediul real și să devenim parte integrantă dintr-o realitate alternativă, să interacționăm cu elementele care o compun; tehnologia creează o versiune a realității pe care creierul o percepe ca fiind reală deși ea nu există cu adevărat.

5. Realitatea augmentată (Augmented Reality/AR). Tehnologia AR seamănă cu RV însă nu are același efect de captivitate, utilizatorul nu pierde contactul cu mediul înconjurător. RA construiește o realitate alternativă pornind de la mediul real pe care-l îmbogățește cu elemente generate de computer.

6. Realitatea mixtă (Mixed reality/MR) sau hibridă este o tehnologie mai nouă decât AR și VR, care creează spații predominant virtuale, în care obiecte și oameni din lumea reală se integrează dinamic cu lumi proiectate, producând astfel medii și realități noi, unde obiecte digitale și fizice coexistă și interacționează.

7. Roboții și co-roboții sau coboții (roboți colaborativi creați după teoria jocurilor) industriali dispun de IA, capacități autonome de cogniție, decizie, învățare și adaptare. Sunt echipați cu senzori, tehnologii și sisteme inteligente, care îi conectează cu alte ecosisteme. Datorită





senzorilor și funcțiilor de ML roboții sunt conștienți de prezența oamenilor, a gradului de proximitate, a locului și contextului în care se află.

8. Mașinile autonome (Driverless). Tehnologia driverless oferă utilizatorilor un grad înalt de autonomie, mașina este complet autonomă.

Fabrica inteligentă se află în centrul Industriei 4.0. Scopul este crearea unei producții autonome în care oamenii, mașinile, plantele și produsele să comunice independent între ele. Așa-numitele sisteme cyber-fizice fac producția mai flexibilă și mai eficientă, modificând structura obișnuită a unui lanț de proces (5), ceea ce conduce în final la implementarea dorințelor individuale ale clienților la costuri care anterior erau posibile numai în producția de masă.

Pentru o înțelegere mai ușoară a diferenței dintre structurile lanțurilor de proces într-un sistem de fabricație clasic și unul specific pentru Industry 4.0, acestea s-au reprezentat sugestiv în Fig. 4 [5]. În sistemul clasic, procesul de producție se desfășoară într-un flux de fabricație bine definit, între celule de lucru independente, așa cum se vede în Fig. 4.a. În noul concept Industry 4.0 există un flux atât al produselor, cât și al datelor, integrate între ele (Fig.4.b).

**Câteva caracteristici specifice** noului concept de fabricație sunt: o comunicare integrată de-a lungul întregului ciclu de lucru (1); un mare grad de automatizare, ceea ce va duce la înlocuirea operatorilor care efectuează munci cu grad scăzut de calificare cu roboți (2); creșterea numărului de persoane cu calificare înaltă pentru monitorizarea și managementul luxului de fabricație (2); un grad ridicat de comunicare între mașini (Machine to Machine-M2M) respectiv între mașină și om (Machine to Human-M2H) (3); optimizarea întregului lanț de proces prin utilizarea unor programe de inteligență artificială în fiecare structură a lanțului tehnologic.



## 2.2. Makerspace-urile și producția aditivă

Una din caracteristicile Industriei 4.0 este accentul pe produse complexe din punct de vedere tehnologic care sunt realizate de către echipe mici și creative de experți cu educație transdisciplinară. Imprimantele 3D fac posibilă producția aditivă, care este mult mai eficientă din punct de vedere economic decât cea substractivă.

**Producția aditivă** presupune construirea de obiecte tridimensionale de orice formă prin adăugarea, nivel cu nivel, a unor straturi de material (plastic, metal etc.). În producția clasică industrială obiectele sunt realizate în mod substractiv, în sensul că se pleacă de la o cantitate mai mare de material din care este extras obiectul dorit. Exemplu: pentru realizarea unei figurine din lemn prin metode industriale, se pleacă de la o bucată mai mare de lemn din care este extrasă figurina. În cazul producției aditive, aceeași figurină poate fi realizată prin adăugarea unor straturi diferite de material extrudat (topit și modelat) de o imprimantă 3D. Avantajele producției aditive sunt multiple, plecând de la costuri mai reduse (consum redus de material și forță de muncă) până la posibilitatea de a realiza rapid obiecte necesare pentru a menține în funcțiune instalații complexe. Spre exemplu, în cazul defectării unei componente a unui vehicul, înlocuirea piesei defecte se poate face pe loc prin imprimarea 3D a unui model predefinit. Producția aditivă aduce beneficii atât în aplicații industriale cât și în domeniul militar unde se pot produce pe loc anumite componente necesare.

Makerspace-urile sunt spații transdisciplinare în care se pot realiza în mod creativ și colaborativ obiecte complexe din punct de vedere tehnologic folosind roboți, imprimante 3D și drone. Ele sunt un fel de laboratoare ale viitorului, în care experți cu educație transdisciplinară pot opera sau construi sisteme fizico-cibernetice. Este de remarcat că una din principalele caracteristici ale makerspace-urilor este transdisciplinaritatea, care presupune gestiunea simultană a dinamicii mai multor niveluri ale lumii înconjurătoare. Makerspace-urile sunt esențiale pentru implementarea Industriei 4.0 deoarece reprezintă spațiile în care sunt realizate noile produse și servicii bazate pe tehnologii și materiale avansate. Numărul de makerspace-uri este actualmente redus, însă pe măsură ce numărul de roboți va crește, acestea vor înlocui clasicele linii de asamblare industriale. Makerspace-urile vor fi în viitor principalul spațiu de producție de bunuri și servicii cu valoare economică.

Securizarea din punct de vedere cibernetic a makerspace-urilor este vitală pentru succesul comunităților care își construiesc avantajele competitive în jurul tehnologiilor avansate. Un eventual atacator nu trebuie să distrugă fizic makerspace-uri pentru a cauza daune. Este suficient să altereze sistemele software sau să extragă, în mod imperceptibil, datele care reprezintă rezultatele muncii creative a experților din makerspace-urile atacate. Neavând costuri de cercetare-dezvoltare, atacatorul va putea să arunce pe piață produse la cost mai mic realizate în makerspace-urile sale.

O importanță deosebită o au **makerspace-urile educaționale** deoarece copiii trebuie să învețe de mici să gândească transdisciplinar. Pentru a fi angajabili în societatea viitorului, copiii de astăzi trebuie să învețe să fie creativi tehnologic, să gândească transdisciplinar, să



programeze computere, să aibă abilități critice, să stăpânească modalități de expresie a ideilor complexe prin digital storytelling.

În concluzie, putem afirma că securitatea cibernetică și inteligența artificială reprezintă domenii cheie pentru cei care doresc să fie printre câștigătorii Industriei 4.0. Securizarea sistemelor fizico-cibernetice, care vor funcționa frecvent în makerspace-uri, este un aspect esențial într-o lume în care datele și software-ul devin principalele valori economice.



### 2.3. Tema:

#### Raspundeti la urmatoarele intrebari (variante corecte multiple):

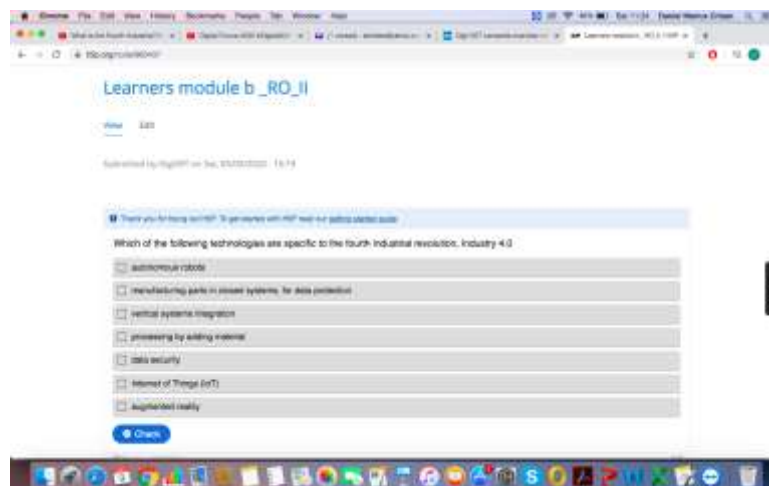
3. Industria 4.0 este caracterizata de:

- a) Automatizarea tuturor componentelor
- b) Neinterventia omului in procesul de fabricatie
- c) Interconectarea tuturor componentelor din procesul de productie
- e) Existența unui sector IT foarte performant
- f) Nevoia sporita de securitate a datelor
- g) Digitizare.



4. Care dintre tehnologiile de mai jos sunt specifice celei de-a patra revoluții industriale, Industry 4.0

- a) internetul obiectelor (Internet of Things-IoT),
- b) integrarea sistemelor pe verticală
- c) securitatea datelor,
- d) manufacturarea pieselor în sisteme închise, pentru protecția datelor
- e) prelucrarea prin adăugare de material,
- f) realitatea augmentată,
- g) roboții autonomi.





### (Further) References

Bahrin, M. A. K.; Othman, M- F.; Azli, N. H. N.; Talib, M. F. ( 2016): INDUSTRY 4.0: A REVIEW ON INDUSTRIAL AUTOMATION AND ROBOTIC. Jurnal Teknologi , Centre for Artificial Intelligence and Robotic, Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia. Link: [https://www.researchgate.net/profile/Fauzi\\_Othman/publication/304614356\\_Industry\\_40\\_A\\_review\\_on\\_industrial\\_automation\\_and\\_robotic/links/57ac15aa08ae3765c3b7bab8.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fauzi_Othman/publication/304614356_Industry_40_A_review_on_industrial_automation_and_robotic/links/57ac15aa08ae3765c3b7bab8.pdf)

Geisberger E, Broy M (2012) agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. acatech, München.

Kagermann, H.; Wahlster, J. Helbig (2013): Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Ulrike Findelee: Acatech – National Academy of Science and Engineering.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. *et al.* (2014): Industry 4.0. *Bus Inf Syst Eng* **6**, 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>

William M. D. (2014): Industrie 4.0 - Smart Manufacturing For The Future. Berlin: Germany Trade & Invest.

