

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**

DIN CLUJ-NAPOCA

**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

**Managementul studiilor clinice bazat pe tehnologia blockchain**

**LUCRARE DE LICENȚĂ**

Absolvent: **Alin Dan ȚANDEA**

Conducător științific: **asis. Ing. Cosmina Ivan**

**2018**

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**

DIN CLUJ-NAPOCA

**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE  
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

DECAN,  
Prof. dr. ing. Liviu MICLEA

DIRECTOR DEPARTAMENT,  
Prof. dr. ing. Rodica POTOLEA

Absolvent: **Alin Dan ȚANDEA**

**Managementul studiilor clinice bazat pe tehnologia blockchain**

1. **Enunțul temei:** *Scurtă descriere a temei lucrării de licență și datele inițiale*
2. **Conținutul lucrării:** *(enumerarea părților componente) Exemplu: Pagina de prezentare, aprecierile coordonatorului de lucrare, titlul capitolului 1, titlul capitolului 2, titlul capitolului n, bibliografie, anexe.*
3. **Locul documentării:** *Exemplu: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Departamentul Calculatoare*
4. **Consultanți:**
5. **Data emiterii temei:** 1 Noiembrie 2016
6. **Data predării:** 21 Februarie 2018 *(se va completa data predării)*

Absolvent: \_\_\_\_\_

Coordonator științific: \_\_\_\_\_





**UNIVERSITATEA TEHNICĂ**

DIN CLUJ-NAPOCA

**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE  
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

**Declarație pe proprie răspundere privind  
autenticitatea lucrării de licență**

Subsemnatul(a)

\_\_\_\_\_, legiti-  
mat(ă) cu \_\_\_\_\_ seria \_\_\_\_\_ nr. \_\_\_\_\_  
CNP \_\_\_\_\_, autorul lucrării \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
elaborată în vederea susținerii examenului de finalizare a studiilor de licență la Facul-  
tatea de Automatică și Calculatoare, Specializarea \_\_\_\_\_  
din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, sesiunea \_\_\_\_\_ a an-  
ului universitar \_\_\_\_\_, declar pe proprie răspundere, că această lucrare este  
rezultatul propriei activități intelectuale, pe baza cercetărilor mele și pe baza informațiilor  
obținute din surse care au fost citate, în textul lucrării și în bibliografie.

Declar, că această lucrare nu conține porțiuni plagiate, iar sursele bibliografice au  
fost folosite cu respectarea legislației române și a convențiilor internaționale privind drep-  
turile de autor.

Declar, de asemenea, că această lucrare nu a mai fost prezentată în fața unei alte  
comisii de examen de licență.

În cazul constatării ulterioare a unor declarații false, voi suporta sancțiunile admin-  
istrative, respectiv, *anularea examenului de licență*.

Data

\_\_\_\_\_

Nume, Prenume

\_\_\_\_\_

Semnătura

**De citit înainte** (această pagină se va elimina din versiunea finală):

1. Cele trei pagini anterioare (foaie de capăt, foaie sumar, declarație) se vor lista pe foi separate (nu față-verso), fiind incluse în lucrarea listată. Foaia de sumar (a doua) necesită semnătura absolventului, respectiv a coordonatorului. Pe declarație se trece data când se predă lucrarea la secretarii de comisie.
2. Pe foaia de capăt, se va trece corect titulatura cadrului didactic îndrumător, în engleză (consultați pagina de unde ați descărcat acest document pentru lista cadrelor didactice cu titlaturile lor).
3. Documentul curent **nu** a fost creat în MS Office. E posibil să fie mici diferențe de formatare.
4. Cuprinsul începe pe pagina nouă, impară (dacă se face listare față-verso), prima pagină din capitolul Introducere tot așa, fiind numerotată cu 1.
5. Vizualizați (recomandabil și în timpul editării) acest document
6. Fiecare capitol începe pe pagină nouă.
7. Folosiți stilurile predefinite (Headings, Figure, Table, Normal, etc.)
8. Marginile la pagini nu se modifică.
9. Respectați restul instrucțiunilor din fiecare capitol.

# Cuprins

<b>Capitolul 1</b>	<b>Introducere - Contextul proiectului</b>	<b>11</b>
1.1	Contextul proiectului . . . . .	11
1.1.1	Subsection . . . . .	11
<b>Capitolul 2</b>	<b>Obiectivele Proiectului</b>	<b>13</b>
2.1	Titlu . . . . .	13
2.2	Alt titlu . . . . .	13
<b>Capitolul 3</b>	<b>Studiu Bibliografic</b>	<b>14</b>
3.1	Rețea de afaceri . . . . .	14
3.1.1	Definitie . . . . .	14
3.1.2	Starea actuală . . . . .	14
3.1.3	Rețele de afaceri decentralizate . . . . .	15
3.2	Blockchain . . . . .	16
3.2.1	Baza de date distribuită . . . . .	16
3.2.2	Securizarea datelor prin criptografie . . . . .	17
3.3	Topologii rețele . . . . .	17
<b>Capitolul 4</b>	<b>Analiză și Fundamentare Teoretică</b>	<b>19</b>
4.1	Titlu . . . . .	19
4.2	Alt titlu . . . . .	19
<b>Capitolul 5</b>	<b>Proiectare de Detaliu și Implementare</b>	<b>20</b>
<b>Capitolul 6</b>	<b>Testare și Validare</b>	<b>21</b>
6.1	Titlu . . . . .	21
6.2	Alt titlu . . . . .	21
<b>Capitolul 7</b>	<b>Manual de Instalare și Utilizare</b>	<b>22</b>
7.1	Titlu . . . . .	22
7.2	Alt titlu . . . . .	22

<b>Capitolul 8 Concluzii</b>	<b>23</b>
8.1 Titlu . . . . .	23
8.2 Alt titlu . . . . .	23
<b>Bibliografie</b>	<b>24</b>
<b>Anexa A Secțiuni relevante din cod</b>	<b>25</b>
<b>Anexa B Alte informații relevante (demonstrații etc.)</b>	<b>26</b>
<b>Anexa C Lucrări publicate (dacă există)</b>	<b>27</b>

# Capitolul 1

## Introducere - Contextul proiectului

Titlul capitolului se bazează pe Heading 1 style, numerotat cu o cifra (x. Nume capitol), font Times New Roman de 14, Bold.

Ce se scrie aici:

- Contextul
- Conturarea domeniului exact al temei
- Reprezintă cca. 5% din lucrare

### 1.1 Contextul proiectului

Fontul folosit implicit în acest document este Times New Roman, dimensiune de 12, conform Normal style, cu spațiere la 1 rând (Paragraph, Line spacing de 1.0) și Justify. Pentru prima linie din fiecare paragraf se folosește indentare (implicit în Normal Style), iar între paragrafe succesive nu se lasă distanță suplimentară<sup>1</sup>.

#### 1.1.1 Subsection

Fiecare tabel introdus în lucrare este numerotat astfel: Tabel x.y, unde x reprezintă numărul capitolului iar y numărul tabelului din capitol. Se lasă un rând liber între tabel și paragraful anterior, respectiv posterior (table 1.1).

Fiecare figură introdusă în text este citată (de ex: în figura x.y este prezentată ...) și numerotată. Numerotarea se face astfel Figura x.y unde x reprezintă numărul capitolului iar y numărul figurii în acel capitol. E.g.: figure 1.1.

Fiecare capitol începe pe pagină nouă.

---

<sup>1</sup>Sunt rezolvate automat de Latex



Tabelul 1.1: Rezultate

Case	Method#1	Method#2	Method#3
1	50	837	970
2	47	877	230
3	31	25	415

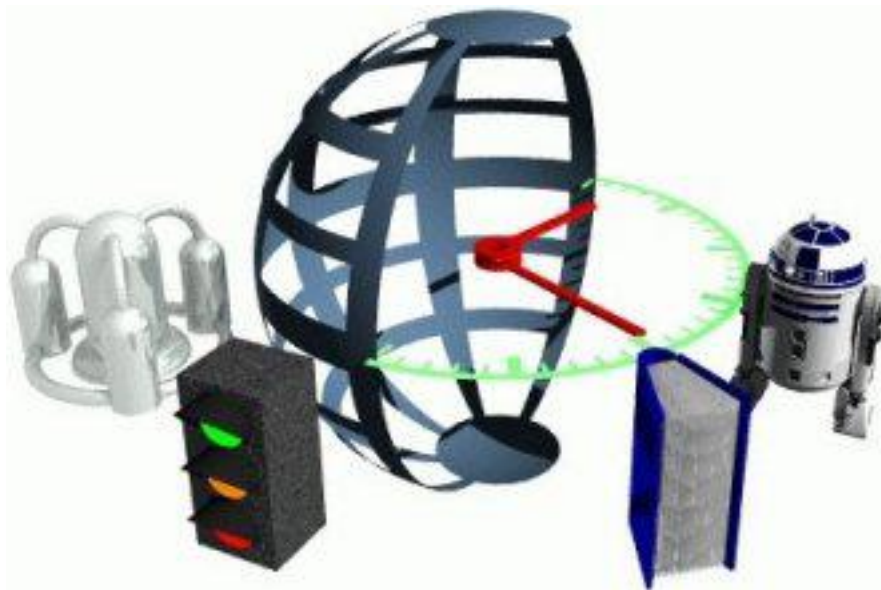


Figura 1.1: Numele figurii

# Capitolul 2

## Obiectivele Proiectului

În acest capitol se prezintă tema propriu-zisă (sub forma unei teme de proiectare sau cercetare, formulată exact, cu obiective clare - 2-3 pagini și eventuale figuri explicative).  
Reprezintă cca. 10% din lucrare.

**2.1 Titlu**

**2.2 Alt titlu**

# Capitolul 3

## Studiu Bibliografic

Managementul și reglementarea proceselor din cadrul unui studiu clinic reprezintă o provocare datorită numărului mare de entități implicate în organizarea unui studiu clinic. Acest capitol prezintă unele concepte necesare pentru o mai bună înțelegere a soluției propuse și a avantajelor acesteia. Capitolul continuă cu o prezentare a soluțiilor existente pentru managementul studiilor clinice, oferind o analiză a avantajelor și dezavantajelor oferite de aceste abordări.

### 3.1 Rețea de afaceri

#### 3.1.1 Definiție

O rețea de afaceri reprezintă o rețea complexă de companii ”unde scopul este de a susține cerințele informaționale și operaționale ale afacerii cum ar fi cele de marketing, contabilitate ...”[1]. Un alt aspect important al unei rețele de afaceri este că aceasta nu înglobează doar afacerea în sine ci implică și unele entități din exterior care susțin activitatea rețelei cum ar fi furnizorii sau distribuitorii.

În cazul studiilor clinice o rețea de afaceri poate fi formată din participanții direcți la activități(ex. centrele medicale în care se desfășoară studiile clinice), precum și părțile care susțin activitatea studiilor clinice(ex. furnizori, instituții de reglementare...)

#### 3.1.2 Starea actuală

Rețelele existente de afaceri folosesc în prezent metode similare pentru stocarea informațiilor. Entitățile implicate tranzacționează între ele, însă mențin înregistrări proprii referitoare la tranzacțiile efectuate. În cele mai multe cazuri o autoritate centrală în care toate părțile implicate au încredere intermediază tranzacțiile și schimbul de informații din cadrul rețelei. Conceptul descris mai sus este ilustrat în figura 3.1.



Figura 3.1: Rețele de afaceri centralizate[2]

Această metodă prezintă o complexitate redusă dar produce în același timp unele dezavantaje. Partajarea informațiilor este efectuată indirect, responsabilă de acest lucru fiind autoritatea centrală. Din acest motiv procesul este încetinit, implicând costuri suplimentare. Stabilirea corectitudinii informațiilor devine dificilă în momentul în care părțile implicate dețin înregistrări diferite referitoare la tranzacții.

Printre sistemele care folosesc o astfel de abordare se numără Oracle Siebel Clinical Trial Management System[3]. Sistemul oferă posibilitatea cercetătorilor de a organiza și colecta date în cadrul unui studiu clinic, fiind astfel simplificată activitatea acestora. Datele sunt colectate într-o bază de date centrală. Partajarea datelor între participanți are loc fie prin implicarea unei autorități centrale, fie prin folosirea unor mijloace nesigure. Aceste mijloace sunt inefficiente și reprezintă un risc în ce privește protejarea datelor cu caracter sensibil.

### 3.1.3 Rețele de afaceri decentralizate

O altă abordare pentru realizarea unei rețele de afaceri reprezintă utilizarea unei rețele decentralizate. O astfel de metodă presupune folosirea unui registru comun, replicat de către fiecare participant din rețeaua de afaceri. Procesul de salvare a tranzacțiilor în cadrul registrului este de asemenea partajat, fiecare participant la rețea participând la procesul de validare și memorare a tranzacțiilor efectuate. Este eliminată astfel nevoia unei autorități centrale, părțile implicate având încredere că tranzacțiile salvate în registrul comun sunt valide.

Figura 3.2 ilustrează structura unei rețele de afaceri decentralizate. O astfel de rețea este

similara cu o retea blockchain.

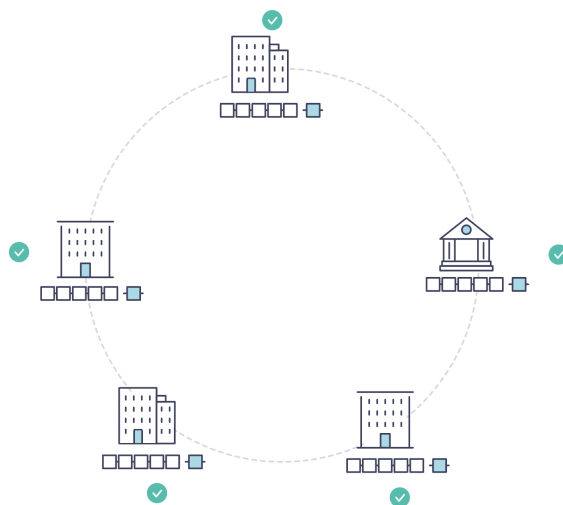


Figura 3.2: Rețele de afaceri decentralizate[2]

## 3.2 Blockchain

Termenul de blockchain a devenit cunoscut odata cu cresterea in popularitate a monedelor virtuale, in special a monedei virtuale Bitcoin. O retea blockchain poate fi definita ca fiind o baza de date distribuita, intretinuta de o serie de participanti care valideaza inregistrarile din cadrul retelei folosind o comunicare de tip peer-to-peer. Inregistrarile din cadrul retelei sunt securizate prin metode criptografice care asigura imutabilitatea datelor. Rezolvarea conflictelor din inregistrari se rezolva folosind algoritmi de consens.

### 3.2.1 Baza de date distribuită

Tehnologia blockchain foloseste o retea de tip peer-to-peer pentru a valida si propaga tranzactiile intre participantii din retea. Spre deosebire de abordarea client-server intr-o retea de tip peer-to-peer entitatile implicate au aceleasi privilegii si responsabilitati[4]. Figura 3.3 ilustreaza descrierea de mai sus. Spre deosebire de arhitectura client-server, arhitectura peer-to-peer ofera o toleranta la esec ridicata, oferita prin eliminarea punctului unic de esec.

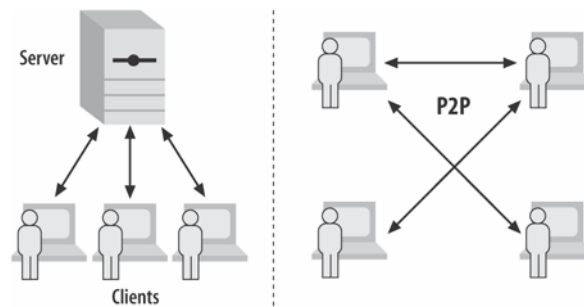


Figura 3.3: Retea client-server vs peer-to-peer[2]

O alta caracteristica a tehnologiei blockchain este replicarea datelor la fiecare peer din retea. Este eliminata astfel necesitatea de a avea o autoritate centrala care sa asigure corectitudinea datelor.

### 3.2.2 Securizarea datelor prin criptografie

Structura de date folosita pentru moneda virtuala Bitcoin este o lista invers inlantuita in care fiecare inregistrare, numita bloc, contine hash-ul blocului anterior, un timestamp si radacina Merkle a tranzactiilor, folosita pentru a verifica integritatea acestora[5]. Este asigurata astfel integritatea si imutabilitatea datelor stocate pentru structura de date. Modificarea unui bloc nu poate avea loc fara a fi modificate si blocurile anterioare din lista inlantuita.

### 3.2.3 Algoritmi de consens

## 3.3 Topologii rețele

În lucrarea [6], Paul Baran propune 3 tipuri de topologii pentru structura internului avand ca scop optimizarea acesteia. Figura 3.4 ilustrează cele trei topologii propuse de Baran pentru structura internetului: centralizat(a), decentralizat(b) si distribuit(c).

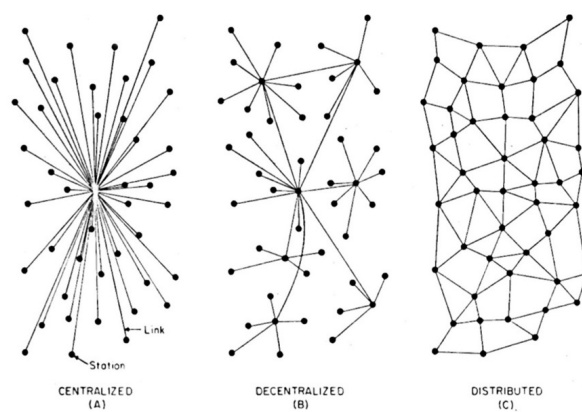


Figura 3.4: Topologii propuse[6]

În cazul internetului, Baran propune folosirea unei structuri distribuite arătând că o structură centralizată sau decentralizată ar fi vulnerabilă în cazul unor atacuri.

# Capitolul 4

## Analiză și Fundamentare Teoretică

Împreună cu capitolul următor trebuie să reprezinte aproximativ 60% din total.

Scopul acestui capitol este de a explica principiile funcționale ale aplicației implementate. Aici se va descrie soluția propusă dintr-un punct de vedere teoretic - explicați și demonstrați proprietățile și valoarea teoretică:

- algoritm utilizat sau propus
- protocoale utilizate
- modele abstracte
- explicații/argumentări logice ale soluției alese
- structura logică și funcțională a aplicației.

NU SE FAC referiri la implementarea propriu-zisă.

NU SE PUN descrieri de tehnologii preluate cu copy-paste din alte surse sau lucruri care nu țin strict de proiectul propriu-zis (materiale de umplură).

### 4.1 Titlu

### 4.2 Alt titlu



# Capitolul 5

## Proiectare de Detaliu și Implementare

Împreună cu capitolul precedent reprezintă aproximativ 60% din total.

Scopul acestui capitol este de a documenta aplicația dezvoltată în așa fel încât dezvoltarea și întreținerea ulterioară să fie posibile. Cititorul trebuie să identifice funcțiile principale ale aplicației din ceea ce este scris aici. Capitolul ar trebui să conțină (nu se rezumă neapărat la):

- schema generală a aplicației
- descrierea fiecărei componente implementate, la nivel de modul
- diagrame de clase, clase importante și metode ale claselor importante.

# Capitolul 6

## Testare și Validare

Aproximativ 5% din total

**6.1 Titlu**

**6.2 Alt titlu**

# Capitolul 7

## Manual de Instalare și Utilizare

În secțiunea de Instalare trebuie să detaliați resursele software și hardware necesare pentru instalarea și rularea aplicației, precum și o descriere pas cu pas a procesului de instalare. Instalarea aplicației trebuie să fie posibilă pe baza a ceea ce se scrie aici.

În acest capitol trebuie să descrieți cum se utilizează aplicația din punct de vedere al utilizatorului, fără a menționa aspecte tehnice interne. Folosiți capturi ale ecranului și explicații pas cu pas ale interacțiunii. Folosind acest manual, o persoană ar trebui să poată utiliza produsul vostru.

### 7.1 Titlu

### 7.2 Alt titlu

# Capitolul 8

## Concluzii

Cca. 5% din total. Capitolul ar trebui sa conțină (nu se rezumă neapărat la):

- un rezumat al contribuțiilor voastre
- analiză critică a rezultatelor obținute
- descriere a posibilelor dezvoltări și îmbunătățiri ulterioare

### 8.1 Titlu

### 8.2 Alt titlu

# Bibliografie

- [1] L. Lewis, *Managing Business and Service Networks*. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [2] Hyperledger. (2018) Hyperledger Fabric documentation. [Online]. Available: <http://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/>
- [3] G. W. Fegan and T. A. Lang, “Could an open-source clinical trial data-management system be what we have all been looking for?” *PLOS Medicine*, vol. 5, no. 3, pp. 1–3, 03 2008. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050006>
- [4] A. Davison, *Killer Game Programming in Java*. Oeilly Media, Inc., 2005.
- [5] S. Nakamoto, “Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system,” <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [6] P. Baran, “On distributed communications networks,” *IEEE Transactions on Communications Systems*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, March 1964.

# Anexa A

## Secțiuni relevante din cod

```
/** Maps are easy to use in Scala. */
object Maps {
  val colors = Map("red" -> 0xFF0000,
                   "turquoise" -> 0x00FFFF,
                   "black" -> 0x000000,
                   "orange" -> 0xFF8040,
                   "brown" -> 0x804000)

  def main(args: Array[String]) {
    for (name <- args) println(
      colors.get(name) match {
        case Some(code) =>
          name + " has code: " + code
        case None =>
          "Unknown color: " + name
      }
    )
  }
}
```

## Anexa B

**Alte informații relevante  
(demonstrații etc.)**

## **Anexa C**

### **Lucrări publicate (dacă există)**