

UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE  
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE



# PROIECT DE DIPLOMĂ

Simularea interacțiunilor fizice  
Subtitlu (ex: versiunea 2018)

Cristian-Andrei SANDU

**Coordonator științific:**

Prof. dr. ing. Costin-Anton BOIANGIU

**BUCUREȘTI**

2018

UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST  
FACULTY OF AUTOMATIC CONTROL AND COMPUTERS  
COMPUTER SCIENCE DEPARTMENT



## DIPLOMA PROJECT

Diploma Project Title (eg: Diploma project template)  
Subtitle (eg: 2018 version)

Cristian-Andrei SANDU

**Thesis advisor:**

Prof. dr. ing. Costin-Anton BOIANGIU

**BUCHAREST**

2018

# CUPRINS

<b>1</b>	<b>Introducere</b>	<b>1</b>
1.1	Context . . . . .	1
1.2	Problema . . . . .	1
1.3	Obiective . . . . .	2
1.4	Soluția propusă . . . . .	2
1.5	Rezultatele obținute . . . . .	2
1.6	Structura lucrării . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Analiza Cerințelor / Motivație</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Studiu de Piață / Metode Existente</b>	<b>5</b>
3.1	Indicații formatare figuri . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Soluția Propusă</b>	<b>8</b>
4.1	Indicații formatare formule . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Detalii de implementare</b>	<b>9</b>
5.1	Indicații formatare tabele . . . . .	9
<b>6</b>	<b>Evaluare</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Concluzii</b>	<b>13</b>
	<b>Bibliografie</b>	<b>14</b>
	<b>Anexe</b>	<b>17</b>
	<b>Anexa A Extrase de cod</b>	<b>18</b>

## **SINOPSIS**

Lucrarea de față are obiectivul de a prezenta o serie de fenomene fizice ce țin de cinematica corpurilor solide, diferiți algoritmi și metode numerice utilizate pentru a simula aceste fenomene și punerea lor în aplicare sub forma unui simulator de interacțiuni mecanice, capabil să aproximeze și să afișeze în timp real mișcarea realistă a unui număr obiecte pe ecran. TODO: rezultate obținute pe scurt (o aplicație cu interfață grafică în stare să ruleze niște demo-uri + modificarea unor scenarii stabilite de dinainte)

## **ABSTRACT**

This aim of this thesis is to provide a closer look at a series of physical phenomena pertaining to the motion of solid objects, as well as to describe various algorithms and numerical methods used in motion simulation and implementing them inside a physics engine able to approximate and render the realistic motion of a number of objects in real time. TODO: rezultate obținute pe scurt (o aplicație cu interfață grafică în stare să ruleze niște demo-uri + modificarea unor scenarii stabilite de dinainte)

## MULȚUMIRI

(optional) Aici puteți introduce o secțiunea specială de mulțumiri / acknowledgments.

# 1 INTRODUCERE

Simularea interacțiunilor fizice pe un computer se realizează pe baza unui motor de fizică(eng. *physics engine*) care are rolul de a prelua starea scenei la un moment discret de timp  $t_i$  și de a determina starea la momentul  $t_{i+1}$ . Întrucât acest lucru se realizează într-un spațiu discret, se dorește de fapt obținerea unei aproximări cât mai bună a fenomenelor fizice din realitate. Pentru că fizica este un domeniu extrem de vast, lucrarea de față are ca subiect doar simularea interacțiunilor mecanice dintre corpuri, lăsând aprofundarea altor tipuri de forțe și fenomene la latitudinea cititorilor interesați de domeniu.

## 1.1 Context

Proiectul a luat naștere ca urmare a interesului autorului pentru mecanică și grafică pe calculator și dorința de a aprofunda pașii necesari implementării unui sistem informatic robust, realistic, ușor de folosit și plăcut vederii. Aplicabilitatea unui astfel de simulator se reflectă într-o multitudine de domenii: jocuri video, proiectare și testare de sisteme mecanice(complexitatea variind de la angrenaje simple până la mașini, avioane), balistică(de natură militară sau civilă), didactică(prin oferirea unei perspective ușor de urmărit și înțeles în studiul mecanicii).

## 1.2 Problema

Se dorește obținerea unei aplicații care să ofere utilizatorului capabilitatea de a rula simulări pentru niște scenarii definite programatic și editabile în timpul execuției printr-o interfață grafică. Se disting, prin urmare, două subprobleme de rezolvat:

1. motorul de fizică care să simuleze mișcarea și interacțiunile corpurilor din scenă
2. interfața cu utilizatorul

## 1.3 Obiective

În continuarea celor spuse anterior, sunt delimitate următoarele obiective atinse în elaborarea lucrării de față și a aplicației asociate:

- alegerea unei reprezentări robuste pentru starea(din punct de vedere cinematic) unui obiect al scenei
- integrarea mărimilor secundare(de ex. accelerația, viteza) în vederea obținerii stării noi a obiectului
- detecția potențialelor coliziuni între obiecte
- generarea punctelor de contact între obiectele aflate în coliziune
- rezolvarea contactelor generate cu un răspuns realist
- desenarea obiectelor pe ecran
- implementarea unui algoritm de ray-casting pentru selectarea unui obiect de pe ecran cu ajutorul mouse-ului
- implementarea unei interfețe grafice pentru controlul simulării și modificarea de elemente ale scenei

## 1.4 Soluția propusă

În vederea atingerii tuturor obiectivelor de mai sus, este propusă o aplicație OpenGL, capabilă să preia input-ul utilizatorului și să deseneze un număr de scenarii demonstrative. Backend-ul (motorul de fizică în sine) va urmări o arhitectură clasică, folosită cu succes în alte proiecte asemănătoare(ex: [2], [3]). Funcționarea simulatorului este asigurată de o buclă infinită în care la fiecare iterație sunt realizate, pe rând: tratarea input-ului utilizatorului, integrarea corpurilor solide, detecția coliziunilor, rezolvarea lor, desenarea în contextul OpenGL.

## 1.5 Rezultatele obținute

TODO:Descriere pe scurt a rezultatelor obținute, eventual de ce acestea sunt importante față de alte soluții sau studii.

## 1.6 Structura lucrării

În continuare voi prezenta pe scurt fiecare secțiune a acestei lucrări, care urmărește, în mare, șablonul oficial.

2. **Motivație și analiza cerințelor:** vor fi detaliate atât motivația realizării proiectului propus, cât și funcționalitățile oferite de aplicație, în raport cu cerințele care trebuie acoperite.
3. **Metode existente:** vor fi analizate metodele disponibile pentru atingerea fiecăruia dintre obiectivele propuse, modul în care acestea sunt folosite în soluții similare și o evaluare a acestor metode. Fiecare subproces al simulatorului va avea propria subsecțiune.
4. **Soluția propusă:** vor fi motivate alegerile și deciziile luate la nivel structural, iar soluția va fi descrisă pe larg, din punct de vedere teoretic.
5. **Detalii de implementare:** va fi prezentată arhitectura aplicației și orice detalii de implementare considerate a fi relevante(algoritmi folosiți, etapele dezvoltării - cu dificultăți întâmpinate și soluții descoperite)
6. **Evaluare:** analiză a performanțelor aplicației și a gradului de atingere a obiectivelor propuse
7. **Concluzii:** este sumarizat întreg proiectul, trecând din nou peste elementele constitutive(obiective, implementare, rezultate obținute); în plus, sunt oferite perspective pentru dezvoltarea ulterioară a proiectului.



## 2 ANALIZA CERINȚELOR / MOTIVAȚIE

[*Dezvoltare de produs*] Acest capitol va analiza cerințele produsului din prisma potențialilor clienți și a scenariilor de utilizare preconizate, urmând a fi generată o lista de funcționalități.

[*Cercetare*] Acest capitol va introduce motivația realizării proiectului propus.

Dacă proiectul de licență face parte dintr-un proiect mai amplu (de exemplu un proiect complex, la care lucrează 2 studenți (ex: 1 student la front-end-ul aplicației, 1 student la back-end-ul aplicației), în acest capitol va fi explicat pe scurt ansamblul proiectului și ce parte din proiect este adresată de lucrarea propusă.

Criterii pentru calificativul *NeSatisfăcător*:

- [*Dezvoltare de produs*] Cerințele sunt imaginate de student pe baza unei analize a pieței;
- [*Cercetare*] Nu se oferă o motivație validă.

Criterii pentru calificativul *Satisfăcător*:

- [*Dezvoltare de produs*] Există un interviu, un client, analiza cerințelor este elaborată pe baza interviului;
- [*Cercetare*] Motivația este doar personală.

Criterii pentru calificativul *Bine*:

- [*Dezvoltare de produs*] Proces iterativ pe baza unor interviuri cu mai mulți clienți, dezvoltare MVP, reevaluare cerințe;
- [*Cercetare*] Motivația este legată de o necesitate științifică / tehnică explicită.

### 3 STUDIU DE PIAȚĂ / METODE EXISTENTE

[*Dezvoltare de produs*] Ce soluții similare există pe piață? Care sunt limitările lor / pentru ce cazuri de utilizare sau pentru ce tip de clienți produsele existente pe piață nu răspund cerințelor? Care sunt indicatorii pe baza cărora sunt evaluate aceste produse, de către potențiali clienți, și unde sunt lipsurile/ care este oportunitatea generată de lipsurile acestea?

[*Cercetare*] Metode existente (sau “State of the Art”) se referă, de regulă, la nivelul curent de dezvoltare: care este starea curentă a domeniului, unde ne găsim, care este contextul. Care sunt soluțiile actuale prezente în literatura de specialitate și care sunt limitările lor? Ce direcții de explorare sunt recomandate în literatura de specialitate? Literatura de specialitate se referă la articole științifice recente, publicate în reviste cu factor de impact mare, sau în volumele unor conferințe de top, sau în cărți.

[*Ambele*] În încheierea acestui capitol se dorește descrierea tehnologiilor folosite în lucrare, cu alternative și cu argumente convingătoare calitative și cantitative.

Criterii pentru calificativul *NeSatisfăcător*:

- [*Dezvoltare de produs*] Sunt analizate superficial câteva produse de pe piață;
- [*Cercetare*] analiza literaturii limitată la grupuri de cercetare din România;
- [*Ambele*] Sunt descrise tehnologiile folosite în lucrare.

Criterii pentru calificativul *Satisfăcător*:

- [*Dezvoltare de produs*] Există un interviu, un client, analiza cerințelor este elaborată pe baza interviului.
- [*Cercetare*] analiza literaturii de specialitate din lume, fără poziționarea precisă a lucrării în peisajului domeniului studiat;
- [*Ambele*] Sunt descrise câteva tehnologii alternative pentru fiecare din tehnologiile folosite în lucrare. Există o argumentare referitoare la alegere.

Criterii pentru calificativul *Bine*:

- [*Dezvoltare de produs*] Proces iterativ pe baza unor interviuri cu mai mulți clienți, dezvoltare MVP, reevaluare cerințe;
- [*Cercetare*] analiza literaturii de specialitate din lume, cu poziționarea precisă a lucrării în peisajul actual al domeniului studiat;
- [*Ambele*] Sunt descrise tehnologii alternative. Sunt analizate cantitativ și calitativ, folosite benchmarkuri și teste efectuate de student. Analiza este rezumată prin tabele și grafice.

### 3.1 Indicații formatare figuri

Figurile utilizate în document vor fi centrate și numerotate (de exemplu Figura 1). Orice figură ce nu este realizată de către autorul lucrării va fi în mod obligatoriu citată fie la final (de exemplu Figura 2 este preluată din documentul []), fie cel puțin într-o notă de subsol (a se vedea Figura 2). Orice figură ce depășește ca dimensiune 50% dintr-o pagină, va fi mutată la anexe. Toate figurile din cadrul tezei vor fi referite în text. Exemplu: Figura 1 prezintă o schemă de principiu pentru un amplificator inversor cu AO.

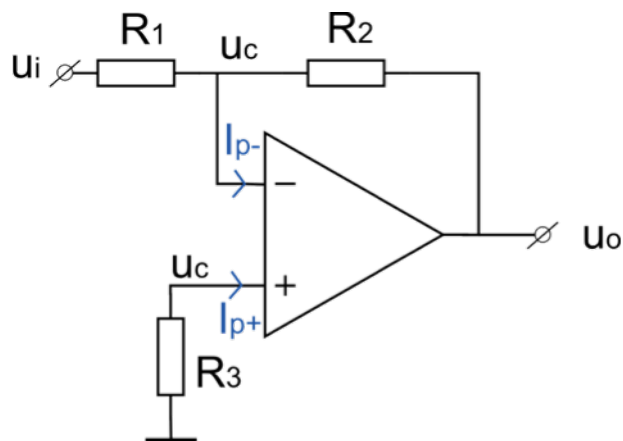


Figura 1: Amplificator inversor

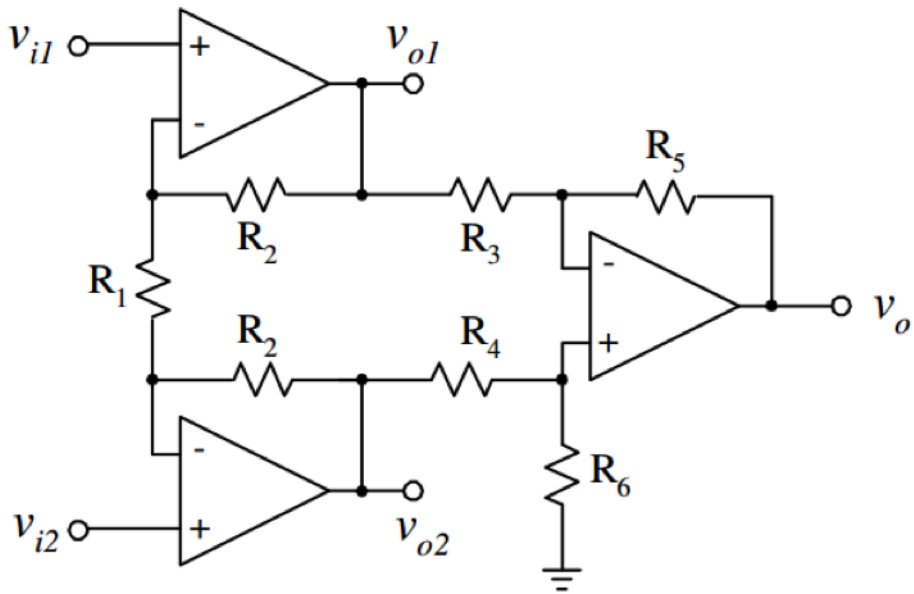


Figura 2: Amplificator de instrumentație cu 3 AO-uri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>© <http://www.ece.tamu.edu/sspalermo/ecen3205/Secton%201III.pdf>

## 4 SOLUȚIA PROPUȘĂ

Capitolul conține o privire de ansamblu a soluției ce rezolvă problema, prin prezentarea structurii / arhitecturii acesteia. În funcție de tipul lucrării acest capitol poate conține diagrame (clase, distribuție, workflow, entitate-relație), demonstrații de corectitudine pentru algoritmi propuși de autor, abordări teoretice (modelare matematică), structura hardware, arhitectura aplicației.

Criterii pentru calificativul *NeSatisfăcător*:

- Descriere în limbaj natural.

Criterii pentru calificativul *Satisfăcător*:

- Descriere + diagrame de baze de date, workflow, clase, algoritmi.

Criterii pentru calificativul *Bine*:

- Descriere + diagrame de baze de date, workflow, clase, algoritmi + descrierea unui proces prin care s-a realizat arhitectura/structura soluției.

### 4.1 Indicații formatare formule

Formulele matematice utilizate în document vor fi centrate în pagină și numerotate.

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k} \quad (1)$$

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right) \quad (2)$$

## 5 DETALII DE IMPLEMENTARE

În plus fata de capitolul precedent acesta conține elemente specifice ale rezolvării problemei care au presupus dificultăți deosebite din punct de vedere tehnic. Pot fi incluse configurații, secvențe de cod, pseudo-cod, implementări ale unor algoritmi, analize ale unor date, scripturi de testare. De asemenea, poate fi detaliat modul în care au fost utilizate tehnologiile introduse în capitolul 3.

Criterii pentru calificativul *NeSatisfăcător*:

- Sunt prezentate pe scurt scheme și pseudo-cod.

Criterii pentru calificativul *Satisfăcător*:

- Descriere sumara a implementării, prezentarea unor secvențe nerelevante de cod, scheme, etc.

Criterii pentru calificativul *Bine*:

- Descrierea detaliată a algoritmilor/structurilor utilizați; Prezentarea etapizată a dezvoltării, inclusiv cu dificultăți de implementare întâmpinate, soluții descoperite; (dacă este cazul) demonstrarea corectitudinii algoritmilor utilizați.

### 5.1 Indicații formatare tabele

Se recomandă utilizarea tabelelor de forma celui de mai jos. Font size : 9. Orice tabel prezent în teză va fi referit în text; exemplu: a se vedea Tabel 1.

Tabela 1: Sumarizare criterii

Calificativ	Criteriu	Observații
<b>Nesatisfacator</b>	Sunt prezentate pe scurt scheme și pseudo-cod	
<b>Satisfacator</b>	Descriere sumara a implementării, prezentarea unor secvențe nerelevante de cod, scheme, etc.	
<b><i>Bine</i></b>	Descrierea detaliată a algoritmilor/structurilor utilizați; Prezentarea etapizată a dezvoltării, inclusiv cu dificultăți de implementare întâmpinate, soluții descoperite; (dacă este cazul) demonstrarea corectitudinii algoritmilor utilizați.	Pot fi incluse configurații, secvențe de cod, pseudo-cod, implementări ale unor algoritmi, analize ale unor date, scripturi de testare.

## 6 EVALUARE

Acest capitol trebuie să răspundă, în principiu, la 2 întrebări și să se încheie cu o discuție a rezultatelor obținute. Cele două întrebări la care trebuie să se răspundă sunt:

1. **Merge corect?** (Conform specificațiilor extrase în capitolul 2); Evaluarea dacă merge corect se face pe baza cerințelor identificate în capitolele anterioare.
2. Cât de *Bine* merge / cum se compară cu soluțiile existente? (pe baza unor metrici clare). Evaluarea cât de *Bine* merge trebuie să fie bazată pe procente, timpi, cantitate, numere, **comparativ cu soluțiile prezentate în capitolul 3**. Poate fi vorba de performanță, overhead, resurse consumate, scalabilitate etc.

În realizarea discuției, se vor utiliza tabele cu procente, rezultate numerice și grafice. În mod obișnuit, aici se fac comparații și teste comparative cu alte proiecte similare (dacă există) și se extrag puncte tari și puncte slabe. Se ține cont de avantajele menționate și se demonstrează viabilitatea abordării / aplicației, de dorit prin comparație cu alte abordări (dacă acest lucru este posibil). Cuvântul cheie la evaluare este “metrică”: trebuie să aveți noțiuni măsurabile și cuantificabile. În cadrul procesului de evaluare, explicați datele, tabelele și graficele pe care le prezentați și insistați pe relevanța lor, în următorul stil: “este de preferat ... deoarece ...”; explicați cititorului nu doar datele ci și semnificația lor și cum sunt acestea interpretate. Din această interpretare trebuie să rezulte poziționarea proiectului vostru printre alternativele existente, precum și cum poate fi acesta îmbunătățit în continuare.

Criterii pentru calificativul *NeSatisfăcător*:

- Aplicația este testată dar rulează pe calculatorul studentului, nu există posibilități de testare, nu a fost validată cu clienți / utilizatori;
- Nu au fost realizate comparații cu alte sisteme similare.

Criterii pentru calificativul *Satisfăcător*:



- [*Dezvoltare de produs*] Există teste unitare și de integrare, există o strategie de punere în funcțiune (deployment), există validare minimală cu clienții / utilizatorii.
- [*Cercetare*] Principalele componente și soluția în ansamblu au fost evaluate din punct de vedere al performanței, însă nu sunt folosite seturi de date standard, există unele erori de interpretare a datelor.
- [*Ambele*] Discuție minimală asupra relevanței rezultatelor prezentate, comparație minimală cu alte sisteme similare.

Criterii pentru calificativul *Bine*:

- [*Dezvoltare de produs*] Teste unitare și de integrare, instrumente de punere în funcțiune (deployment) utilizate și care arată lucru constant de-a lungul semestrului, lucrare validată cu clienții / utilizatorii, produs în producție.
- [*Cercetare*] Componentele și soluția în ansamblu au fost evaluate din punct de vedere al performanței, folosind seturi de date standard și cu o interpretare corectă a rezultatelor.
- [*Ambele*] Discuție cu prezentarea calitativă și cantitativă a rezultatelor, precum și a relevanței acestor rezultate printr-o comparație complexă cu alte sisteme similare.

## 7 CONCLUZII

În acest capitol este sumarizat întreg proiectul, de la obiective, la implementare, și la relevanța rezultatelor obținute. În finalul capitolului poate exista o subsecțiune de “Dezvoltări ulterioare”.

Criterii pentru calificativul *NeSatisfăcător*:

- Concluziile nu sunt corelate cu conținutul lucrării;

Criterii pentru calificativul *Satisfăcător*:

- Concluziile sunt corelate cu conținutul lucrării, însă nu se oferă o imagine asupra calității și relevanței rezultatelor obținute;

Criterii pentru calificativul *Bine*:

- Concluziile sunt corelate cu conținutul lucrării, și se oferă o imagine precisă asupra relevanței și calității rezultatelor obținute în cadrul proiectului.

## BIBLIOGRAFIE

- NU utilizați referințe la Wikipedia sau alte surse fără autor asumat.
- Pentru referințe la articole relevante accesibile în web (descrise prin URL) se va nota la bibliografie și data accesării.
- Mai multe detalii despre citarea referințelor din internet se pot regăsi la:
  - <http://www.writinghelp-central.com/apa-citation-internet.html>
  - <http://www.webliminal.com/search/search-web13.html>
- Note de subsol se utilizează dacă referiți un link mai puțin semnificativ o singură dată; Dacă nota este citată de mai multe ori, atunci utilizați o referință bibliografică.
- Dacă o imagine este introdusă în text și nu este realizată de către autorul lucrării, trebuie citată sursa ei (ca notă de subsol sau referință - este de preferat utilizarea unei note de subsol).
- Referințele se pun direct legate de text (de exemplu “KVM [1] uses”, “as stated by Popescu and Ionescu [12]”, etc.). Nu este recomandat să folosiți formulări de tipul “[1] uses”, “as stated in [12]”, “as described in [11]” etc..
- Afirmările de forma “are numerous”, “have grown exponentially”, “are among the most used”, “are an important topic” trebuie să fie acoperite cu citări, date concrete și analize comparative.
  - Mai ales în capitolele de introducere, “state of the art”, “related work” sau “background” trebuie să vă argumentați afirmațiile prin citări. Fiți autocritici și gândiți-vă dacă afirmațiile au nevoie de citări, chiar și cele pe care le considerați evidente.
  - Cea mai mare parte dintre citări vor fi în capitolele de introducere “state of the art”, “related work” sau “background”.
- Toate intrările bibliografice trebuie citate în text. Nu le adăugați pur și simplu la final.
- Nu copiați sau traduceți niciodată din surse de informație de orice tip (online,

offline, cărți, etc.). Dacă totuși doriți să oferiți, prin excepție, un citat celebru - de maxim 1 frază- utilizați ghilimele și evident menționați sursa. .

- Dacă reformulați idei sau creați un paragraf rezumat al unor idei folosind cuvintele voastre, precizați cu citare (referință bibliografică) sau cu notă de subsol sursa sau sursele de unde ați preluat ideile.

Trebuie respectat un singur standard de trimiteri bibliografice (citare), dintre următoarele alternative:

- APA (<http://pitt.libguides.com/c.php?g=12108&p=64730>)
- IEEE (<https://ieee-dataport.org/sites/default/files/analysis/27/IEEE%20Citation%20Guidelines.pdf>)
- Harvard (<https://libweb.anglia.ac.uk/referencing/harvard.htm>)
- Cu numerotarea referințelor în ordine alfabetică sau în ordinea apariției în text (de exemplu, stilul cu numere folosit de unele publicații ACM - <https://www.acm.org/publications/authors/reference-formatting>)

În Latex este foarte ușor să folosiți referințe într-un mod corect și unitar, fie prin adăugarea unei secțiuni `\begin{thebibliography}` (vezi la sfârșitul acestei secțiuni), fie printr-un fișier separat de tip bib, folosind comanda `\bibliography{}`, așa cum procedăm mai jos prin folosirea fișierului “bibliography.bib”. În orice caz, în Latex va trebui să folosiți comanda `\cite{}` pentru a adăuga referințe, iar această comandă trebuie folosită direct în text, acolo unde vreți să apară citația, ca în exemplele următoare:

- Articol jurnal: [5];
- Articol conferință: [1];
- Carte: [4];
- Weblink: [6];

**Important:** în această secțiune de obicei apar doar intrările bibliografice (adică doar listarea referințelor). Citarea lor prin comanda `cite` și explicații legate de ele trebuie facute în secțiunile anterioare. Citarea de mai sus a fost făcută aici doar pentru exemplificare.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] *Proc. 23rd International Symposium on Distributed Computing (DISC, Elche, Spain, September 2009)*, volume 5805 of *Lecture Notes in Computer Science*, Berlin, Germany, 2009. Springer.
- [2] Erin Catto. Box2D. <https://github.com/erincatto/Box2D>, 2014.
- [3] Erwin Coumans. Bullet Physics. <https://github.com/bulletphysics/bullet3>, 2017.
- [4] Michel Goossens, Frank Mittelbach, and Alexander Samarin. *The L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Companion*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1993.
- [5] A. Amira H. Baali, H. Djelouat and F. Bensaali. Empowering technology enabled care using iot and smart devices: A review. *IEEE Sensors Journal*, 322(10):891–921, 1905.
- [6] J. Silva-Martinez. Elen-325. introduction to electronic circuits: A design approach,. <http://www.ece.tamu.edu/~spalermo/ecen325/Section%20III.pdf>. Last accessed: 28 February 2018.

## ANEXE

Anexele sunt opționale. Ce poate intra în anexe:

- Exemplu de fișier de configurare sau compilare;
- Un tabel mai mare de o jumătate pagină;
- O figura mai mare de o jumătate pagină;
- O secvență de cod sursa mai mare de o jumătate pagină;
- Un set de capturi de ecran (“screenshot”-uri);
- Un exemplu de rulare a unor comenzi plus rezultatul (“output”-ul) acestora;
- În anexe intră lucruri care ocupă mai mult de o pagină ce ar întrerupe firul natural de parcurgere al textului.

## A EXTRASE DE COD

...