



Universitatea
Transilvania
din Braşov

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea: Facultatea de Inginerie tehnologică și management industrial

Andrei-Mihai LUCHIAN

Contribuții la gestiunea
sistemului informațional al
multi - UAV/hibrid UAV-UGV

Contribution regarding the
informational management
system for multi UAV/hibrid
UAV-UGV

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător științific

Prof.dr.ing. Mircea BOȘCOIANU

BRAȘOV, 2020

D-lui (D-nei) prof.univ.dr.ing. BOȘCOIANU Mircea

În primul rând gândurile mele se îndreaptă către domnul profesor universitar doctor inginer Mircea BOȘCOIANU, care m-a atras către activitatea de cercetare și m-a îndrumat în perioada de pregătire și de elaborare a tezei de doctorat, căruia îi mulțumesc pentru răbdare, înțelegere și pentru stăruința permanentă în a mă îndruma către nou, original și inovativ.

Activitatea de elaborare a tezei a fost efectuată în cadrul departamentului de Aviație a Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă” din Brașov și a Departamentului de Inginerie și Management Industrial din cadrul Universității „Transilvania” din Brașov. Mulțumesc domnului asistent universitar doctor inginer Vasile PRISACARIU și lector universitar doctor inginer Cristian CONSTANTINESCU pentru suportul moral și baza materială pusă la dispoziție. Pentru cercetarea experimentală mulțumesc colectivului de la Aviație a Academiei Forțelor Aeriene „Henri Coandă” din Brașov pentru înțelegerea manifestată, pentru sugestiile primite pe timpul testelor experimentale.

Adresez mulțumiri domnilor referenți științifici prof.dr.ing. Laura BACALI, prof.dr.ing. Adrian STOICA, și prof.dr.ing. Angela REPANOVICI, atât pentru acceptul dumnealor de a fi membri ai comisiei de doctorat cât și pentru răbdarea și bunăvoința cu care au analizat această teză de doctorat.

Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Brașov
Nr. din

PREȘEDINTE: Prof.univ.dr.ing. OANCEA Gheorghe
CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC: Prof.univ.dr.ing. BOȘCOIANU Mircea
REFERENȚI: Prof.univ.dr.ing. BACALI Laura
Prof.univ.dr.ing. STOICA Adrian
Prof.univ.dr.ing. REPANOVICI Angela

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat:
....., ora, sala

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa Universității Transilvania din Brașov, departamentul IMI, (str. Mihai Viteazul, nr. 5, corpul V al Universității), tel/fax: 0268-477113, sau la adresa de e-mail: riesigen@gmail.com

Totodată, vă invităm să luați parte la ședința publică de susținere a tezei de doctorat.

Vă mulțumim.

Cuprins

LISTĂ DE SIMBOLURI	7	7
LISTĂ DE ABREVIERI	8	8
INTRODUCERE	11	13
1. STUDIUL STADIULUI ACTUAL PRIVIND MANAGEMENTUL INFORMATIONAL ÎN SISTEMELE INFORMATICE	17	21
1.1. EVOLUȚIA PRIVIND MANAGEMENTUL INFORMAȚIONAL ÎN DOMENIUL CIVIL UAV ..	19.....	27
1.1.1. Definiții și concept	19.....	27
1.1.2. Considerații privind războiul bazat pe rețea	21.....	33
1.2. MANAGEMENTUL INFORMATIONAL ȘI IMPLICAȚII ÎN DOMENIUL MILITAR	23.....	37
1.2.1. Repere din domeniul militar	23.....	37
1.2.2. Determinări ale războiului bazat pe rețea în domeniul militar	24.....	39
1.2.3. Clasificarea și utilizarea războiului bazat pe rețea	26.....	40
1.2.4. Concluzii	27.....	42
1.3. STADIUL ACTUAL AL SISTEMELOR ROBOTIZATE HIBRIDE (UAV-UGV)	28.....	44
1.3.1. Sisteme hibride	28.....	44
1.3.2. Concluzii privind stadiul actual pentru modelarea și controlul UAV-urilor hibrid	29.....	47
2. REPERE TEORETICE PRIVIND TRANSMISIILE DE DATE	31	53
2.1. LINII DE TRANSMISIE.....	31.....	53
2.1.1. Generalități	31.....	53
2.1.2. Ecuațiile liniilor lungi în regim permanent sinusoidal	32.....	54
2.1.3. Parametrii secundari ai liniilor de transmisie	34.....	57
2.1.4. Mărimi care caracterizează propagarea prin liniile de transmisie	35.....	61
2.1.5. Regimurile de propagare prin linii de transmisie	38.....	67
2.2. I.S.D.N. (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK)	40.....	71
2.2.1. Generalități	40.....	71
2.2.2. Transmiterea semnalelor (Signaling) în rețelele I.S.D.N.	48.....	85
2.2.3. Protocoale I.S.D.N.	49.....	88
2.3. CONSIDERAȚII PRIVIND FAULT-DETECTION	51.....	89
2.3.1. Introducere în fault detection	51.....	89
2.3.2. Arhitectura unui sistem FDI, sistemul FDI neliniar și tipurile de celule folosite la filtrare în aviație	53.....	98
2.4. CONCLUZII PRIVIND TRANSMISIILE DE DATE ȘI FAULT DETECTION ISSUES LA SISTEMELE HIBRIDE MULTIAGENT	60.....	109
2.4.1. Sisteme multi-agent și sisteme hibride	61.....	110
2.4.2. Automatizarea avansată a transportului aerian	62.....	111
2.4.3. Literatură pentru sisteme hibride	64.....	113
3. METODE DE ANALIZĂ PRIVIND OPTIMIZAREA MANAGEMENTULUI INFORMAȚIONAL	67	117
3.1. INTRODUCERE	67.....	117
3.1.1. Rolul organizatoric al unui sistem informațional	68.....	118
3.1.2. Necesitățile cerințelor informaționale	69.....	119
3.2. METODA MULTICRITERALĂ AVANSATĂ.....	70.....	120
3.2.1. Fuzzy AHP și AHP Clasic	71.....	121
3.2.2. AHP test classic combinate cu fuzzy	72.....	122
3.2.3. Concluzii AHP classic combinate cu fuzzy	73.....	123
3.3. SIMULĂRI NUMERICE PRIVIND OPTIMIZAREA ENERGETICĂ A MANAGEMENTULUI DE DATE ÎN SISTEMUL MULTIAGENT HIBRID	74.....	124
3.3.1. DEEC (distributed energy-efficient clustering algorithm)	74.....	124
3.3.2. LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy Protocol) ...	76.....	126
3.4. SIMULĂRI NUMERICE PRIVIND OPTIMIZAREA CARACTERISTICILOR ENERGETICE A ECHIPAMENTELOR RADIOELECTRONICE DE LA BORDUL UAV-UGV.....	77.....	127
3.4.1. Comparație între LEACH și DEEC	77.....	127
3.4.2. Concluzii	78.....	127

3.5. SIMULĂRI NUMERICE PRIVIND OPTIMIZAREA CARACTERISTICILOR GEOMETRICE ȘI MASICE A ECHIPAMENTELOR RADIOELECTRONICE DE LA BORDUL UAV-UGV	78.....	128
3.6. CONCLUZII	79.....	129
4. VEHICULE FĂRĂ PILOT - O TENDINȚĂ MILITARĂ ACTUALĂ	81.....	133
4.1. INTRODUCERE	81.....	133
4.2. NOTE DESPRE ISTORIA (MILITARĂ) VEHICULELOR FĂRĂ PILOT	82.....	134
4.3. METADATE ȘI CONȚINUTUL ACESTORA	83.....	139
4.4. FILTRAREA INFORMAȚIILOR	84.....	140
5. CERCETĂRI EXPERIMENTALE	87.....	147
5.1. MANAGEMENTUL CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE	87.....	147
5.1.1. <i>Concepte</i>	87.....	147
5.1.2. <i>Etape</i>	88.....	148
5.1.3. <i>Logistică</i>	89.....	149
5.2. PRELEVAREA ȘI ANALIZAREA DATELOR	89.....	149
5.2.1. <i>Prelevarea datelor</i>	89.....	149
5.2.2. <i>Analiza datelor</i>	94.....	154
5.2.3. <i>Studiu de caz</i>	95.....	156
6. CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE, DISEMINAREA REZULTATELOR ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	97.....	159
6.1. CONCLUZII	97.....	159
6.1.1. <i>Concluzii teoretice</i>	102.....	164
6.1.2. <i>Concluzii experimentale</i>	102.....	164
6.2. CONTRIBUȚII PERSONALE	102.....	164
6.2.1. <i>Teoretice</i>	102.....	164
6.2.2. <i>Experimentale</i>	103.....	164
6.3. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	103.....	165
6.4. DISEMINAREA REZULTATELOR	106.....	168
BIBLIOGRAFIE	107.....	171

Contents

LIST OF SYMBOLS 7.....7

LIST OF ABBREVIATIONS 8.....8

INTRODUCTION 11.....13

1. STUDY OF THE CURRENT STATE REGARDING INFORMATIONAL MANAGEMENT IN
COPMUTER SYSTEMS 17.....21

 1.1. EVOLUTION REGARDING INFORMATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS IN THE CIVIL FIELD OF UAV
 19.....27

 1.1.1. *Definitions and concepts* 19.....27

 1.1.2. *Considerations for network centric warfare* 21.....33

 1.2. INFORMATION MANAGEMENT AND MILITARY IMPLICATIONS 23.....37

 1.2.1. *Military landmarks* 23.....37

 1.2.2. *Determinations of network centric warfare in the military*
 24.....39

 1.2.3. *Classification and use of network centric warfare* .26.....40

 1.2.4. *Conclusions* 27.....42

 1.3. CURRENT STATE OF HYBRID ROBOTIC SYSTEMS (UAV-UGV) 28.....44

 1.3.1. *Hybrid systems* 28.....44

 1.3.2. *Conclusions on the current state of modeling and control of
 hybrid UAV's* 29.....47

2. THEORETICAL REFERENCES REGARDING DATA TRANSMISSIONS 31.....53

 2.1. LINES OF TRANSMISSION 31.....53

 2.1.1. *General* 31.....53

 2.1.2. *Equations of long lines in permanent sinusoidal regime*
 32.....54

 2.1.3. *Secondary parameters of transmissons lines* 46.....57

 2.1.4. *Quantities that characterize propagation through transmission
 lines* 35.....61

 2.1.5. *Transmission regime through tranmission lines* 38.....67

 2.2. I.S.D.N. (INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK) 40.....71

 2.2.1. *General* 40.....71

 2.2.2. *Signaling in I.S.D.N* 48.....85

 2.2.3. *I.S.D.N. protocols.* 49.....88

 2.3. CONSIDERATIONS REGARDING FAULT-DETECTION 51.....89

 2.3.1. *Introduction in fault detection* 51.....89

 2.3.2. *Architecture of an FDI system, non-linear FDI system and cell
 type used in aviation filtering* 53.....98

 2.4. CONCLUSIONS ON DATA TRANSMISSION AND FAULT-DETECTION ISSUES FOR MULTIAGENT HYBRID
 SYSTEMS 60.....109

 2.4.1. *Multi-agent systems and hybrid systems* 61.....110

 2.4.2. *Advanced automation of air transport* 62.....111

 2.4.3. *Literature for hybrid systems* 64.....113

METHODS OF ANALYSIS ON INFORMATION MANAGEMENT OPTIMIZATION . 67.....117

 3.1. INTRODUCTION 67.....117

 3.1.1. *The organizational role of an information system* .. 68.....118

 3.1.2. *Information requirements* 69.....119

 3.2. ADVANCED MULTIRITERAL METHOD 70.....120

 3.2.1. *Fuzzy AHP and AHP Clasic* 71.....121

 3.2.2. *AHP test classic combined with fuzzy* 72.....122

 3.2.3. *Classic AHP locks combined with fuzzy* 73.....123

 3.3. DIGITAL SIMULATIONS ON ENERGY OPTIMIZATION OF DATA MANAGEMENT IN THE
 HYBRID MULTIAGENT SYSTEM 74.....124

 3.3.1. *DEEC (distributed energy-efficient clustering algorithm)*
 74.....124

3.3.2. LEACH (<i>Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy Protocol</i>)	76	126
3.4. NUMERICAL SIMULATIONS REGARDING THE OPTIMIZATION OF THE ENERGY CHARACTERISTICS OF THE RADIOELECTRONIC EQUIPMENT ON THE UAV-UGV BOARD	77	127
3.4.1. <i>Comparison between LEACH and DEEC</i>	77	127
3.4.2. <i>Conclusions</i>	78	128
3.5. NUMERICAL SIMULATIONS REGARDING THE OPTIMIZATION OF THE GEOMETRIC AND MASS CHARACTERISTICS OF THE RADIOELECTRONIC EQUIPMENT ON THE UAV-UGV BOARD	78	128
3.6. CONCLUSIONS	79	129
4. PILOT-FREE VEHICLES - A CURRENT MILITARY TREND	81	133
4.1. INTRODUCTION	81	133
4.2. NOTES ON THE (MILITARY) HISTORY OF PILOT-FREE VEHICLES	82	134
4.3. METADATA AND THEIR CONTENT	83	139
4.4. FILTERING INFORMATION	84	140
5. EXPERIMENTAL RESEARCH	87	147
5.1. MANAGEMENT OF EXPERIMENTAL RESEARCH	87	147
5.1.1. <i>Concepts</i>	87	147
5.1.2. <i>Stages</i>	88	148
5.1.3. <i>Logistics</i>	89	149
5.2. DATA COLLECTION AND ANALYSIS	89	149
5.2.1. <i>Data collection</i>	89	149
5.2.2. <i>Data analysis</i>	94	154
5.2.3. <i>Study case</i>	95	156
6. FINAL CONCLUSIONS, PERSONAL CONTRIBUTIONS, DISSEMINATION OF RESULTS AND FUTURE RESEARCH DIRECTIONS	97	159
6.1. CONCLUSIONS	97	159
6.1.1. <i>Theoretical conclusions</i>	102	164
6.1.2. <i>Experimental conclusions</i>	102	164
6.2. PERSONAL CONTRIBUTIONS	102	164
6.2.1. <i>Theoretical</i>	102	164
6.2.2. <i>Experimental</i>	103	165
6.3. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS	103	165
6.4. DISSEMINATION OF RESULTS	106	168
BIBLIOGRAPHY	107	171

LISTĂ DE SIMBOLURI

A	=	Amplitudinea
π	=	Pi
F	=	Frecvența
ω	=	Pulsația semnalului
ω_0	=	Pulsația de tăiere
R_1	=	Rezistența pe unitatea de lungime
C_1	=	Capacitatea pe unitatea de lungime
φ	=	Caracteristica de filtrare
τ_g	=	Caracteristicile de timp de grup
ξ	=	Epsilon
N_t	=	Numărul de evenimente
λ	=	Lungimea de undă
L_1	=	Inductanța pe unitatea de lungime
G_2	=	Conductanța pe unitate de lungime
R_{iz}	=	Rezistența de pierderi din izolație
R_2	=	Rezistența de pierderi din conductor
C_2	=	Capacitatea de acumulare a energiei electrice
L_2	=	Capacitatea de acumulare a energiei magnetice
Δz	=	Elementul de lungime al liniei
γ	=	Constanța de propagare
Z_c	=	impedanța caracteristică
t_1	=	Valoarea amplitudinii tensiunii
\underline{Z}_s	=	Sarcină complexă

LISTĂ DE ABREVIERI

AI	=	Artificial Intelligence
AHP	=	Analytic hierarchy process
AODI	=	<i>Always On/Demand I.S.D.N.</i>
ATC	=	Air Traffic Control
B7ZS	=	Bipolar 7 Zero Supression
B8ZS	=	Binary Eight Zero Substitution
BAP	=	<i>Band Allocation Protocol</i>
B-I.S.D.N.	=	Broadband I.S.D.N.
BRA	=	Basic rate access
CAG	=	Cluster Ahead Generation
COP	=	Common Operation Picture
COTS	=	Convernces of tehnological systems
DBMS	=	Data Based Management Systems
DEEC	=	Distributed energy-efficient clustering
DLC	=	<i>Data Link Connection</i>
DM	=	Data Mining
DSS	=	Decision Support System
DW	=	Data Warehouse
EDP	=	Electronic data processing
EIS	=	Executive Informatic Systems
ERP	=	Energy Resource Planification
ES	=	Expert System
FAA	=	Administrația Federală a Aviației
FDI	=	Algoritmul de detecție și identificare
KMS	=	sisteme de gestiune a cunoștințelor falsificate
LEACH	=	Low-energy adaptive clustering hierarchy
LRU	=	Least Recently Used
I.S.D.N.	=	Integrated Services Digital Network
MAUT	=	Multi Autonomous Unit Transition

MCDM	=	Multi Criterial Decision Making
MET	=	Minimal Energy Transmission
MIS	=	Management Informatic Systems
MIOX	=	Multiprotocol Interconnect Over X.25
MMAE	=	Mechanical, Materials and Aerospace Engineering
MOLP	=	Multi Objective Leaf Protocol
MCDA	=	Multi Criterial Decision Acquisition
NASA	=	National Aeronautics and Space Administration
N.A.T.O.	=	North Atlantic Treaty Organization
NCO	=	Network Centric Operation
NCW	=	Network Centric Warfare
NT	=	Terminat de rețea
OODA	=	Observation- Orientation-Decision- Action
OODAE	=	Observation- Orientation-Decision- Action-Effect
OLAP	=	Online analytical processing
OSI	=	Open System Interconnection
PPP multiplă	=	PPP <i>Multilink Bundle</i>
PRA	=	Primary rate access
RAI	=	Remote Alarm Indication
RBR	=	Războiul bazat pe rețea
TA	=	Convertor ce convertește semnalul analogic în digital
TDM	=	Time Division Multiplexing
TE	=	<u>Punct-la-punct</u>
TI	=	Tehnologia informației
TMM	=	Testing maturity model
TPC-C	=	Third Party Call Control
TPS	=	Transition processing system
SAPI	=	Service Access Point Identifier

SDH	=	Synchronous Digital Hierarchy
SEP	=	Stable Election Protocol
DBMS	=	Sistem de Gestione a Bazelor de Date
S.U.A	=	Statele Unite ale Americii
UAS	=	Unmanned Aerial System
UAV	=	Unmanned Aerial Vehicle
U.S.	=	United States
VGA	=	Video Graphic Array
YCSB	=	Yahoo Cloud Serving Benchmark

INTRODUCERE

Justificarea tematicii abordate în lucrare

Prezenta temă de cercetare a pornit de la ideea de a găsi soluții optime de înlocuire a sistemelor informatice clasice de control din compunerea sistemelor hibride multi-UAV, hibrid UAV-UGV (unmanned aerial vehicles - unmanned ground vehicles) cu sisteme informatice optime de gestionare a datelor din cadrul managementului informațional, prin introducerea bazelor de date inspirate din domeniul informatic pentru o clasificare eficientă a datelor și un mod de filtrare a acestora în funcție de situația solicitată, având abordarea conceptuală din figura de mai jos.

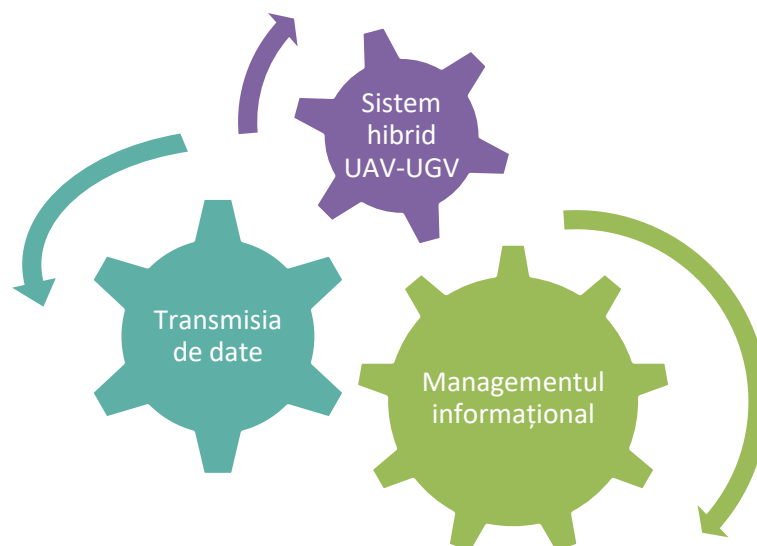


Figura 1. Sistemul informatic de management al sistemelor UAV-UGV

Scopul al acestei lucrări este studiul, concepția, dezvoltarea și verificarea unei transmisii de date dintr-un sistem aerian robotizat sau sistem hibrid robotizat către o stație de recepție la sol.

Obiectivul cercetării este cuantificarea informațiilor optime prin utilizarea unei transmisii de date realizate între sistemele aeriene robotizate / sistemele hibrid robotizate, cu posibilitatea de creare a unei baze de date de tip management informațional pentru sistemul de comandă și control.

Obiectivul procesului de optimizare și management a fost găsirea unei căi optime de transmisie, creșterea puterii de emisie și codificarea datelor, menținându-se caracteristicile de frecvență ale vectorului aerian / hibrid. Comparativ cu sistemele informatice clasice, se dorește obținerea unui sistem aerian robotizat / hibrid, cu caracteristici și performanțe de date optime pentru transmisia la sol a informațiilor.

Demersurile de cercetare din această lucrare are în vedere evidențierea a faptului că utilizarea bazelor de date la sistemele aeriene robotizate reprezintă un subiect de actualitate întrucât, în pofida numeroaselor preocupări privind analizele teoretice și experimentale, nu s-a ajuns la un consens asupra performanțelor, capacităților, posibilităților de aplicare a sistemelor informatice în sisteme hibride UAV-UGV și asupra posibilelor interferențe/distorsiuni ce pot apărea pe parcursul diferitelor aplicații.

Lucrarea sintetizează informațiile referitoare la managementul informațional al sistemelor de tip multi-UAV, hibrid UAV-UGV prin aplicarea transmisiilor de date criptate / necriptate și își propune obținerea și

implementarea unui algoritm ce dezvoltă o structură de analiză arhitecturală optimă pentru stabilirea distorsiunilor ce pot apărea în zona de interes.

Limitele cercetării

Domeniul de cercetare este managementul transmisiilor de date cu accente pe analiza interferențelor ce pot apărea în configurația sistemelor multi-UAV / hibrid UAV-UGV.

Importanța și actualitatea temei

Motivația principală pentru utilizarea unui astfel de sistem în transmisia de date și managementul acestuia este costul redus de exploatare în comparație cu sistemele pilotate clasice. Dezvoltarea unor algoritmi în selecționarea datelor din managementul informațional constituie una din tendințele de cercetare.

La nivel mondial sistemele hibride robotizate (unmanned hybrid systems - UHS) sunt într-o continuă expansiune, atât ca soluții constructive, cât și ca misiuni pe care le pot îndeplini. Dacă la început utilizarea sistemelor hibride robotizate era exclusiv militară, în prezent acestea au o utilizare vastă și în domeniile civile. Sistemele hibride utilizează o mare varietate de date, atât din punct de vedere al configurațiilor cât și din punct de vedere a caracteristicilor de zbor și a senzorilor.

În România domeniul de utilizare a UHS-urilor se situează mai ales în zona teoretică. Trebuie remarcate unele preocupări privind concepția și realizarea transmisiilor de date la sisteme hibride de în mediile academice și de cercetare. La momentul actual nu există o legislație pentru astfel de sisteme deoarece lipsește partea de testare operațională.

Transmisia de date în cadrul sistemelor UHS ar oferi un avantaj operațional, atât din punct de vedere al costurilor cât și din punct de vedere al exploatarei în comparație cu transmiterea clasică a informațiilor între vectorii aerieni. Tendința utilizării managementului informațional este în continuă creștere atât în domeniul civil cât și în cel militar, ceea ce duce la creșterea interoperabilității dintre sistemele hibride UAV-UGV și aeronavele / vehiculele pilotate.

Prin utilizarea unor astfel de sisteme domeniul național se poate satisface o serie de nevoi cu costuri scăzute comparativ cu alte tehnologii mature. Un exemplu ar fi îmbunătățirea securității naționale prin transmiterea datelor în timp real de la sol și din aer. Nevoile enumerate constituie misiunile acestor sisteme, atât în prezent cât și în viitor.

Titlul tezei și obiectivele tezei propuse spre rezolvare

Teza cu titlul ***Contribuții la gestiunea sistemului informațional al multi - UAV/hibrid UAV-UGV*** nu pretinde că soluționează toate problemele implicate de managementul informațional pentru sistemele hibride robotizate. Considerăm însă că modul de abordare oferă o primă soluție de implementare a conceptelor transmisiilor de date îmbunătățind astfel caracteristicile, performanțele și bazele de date.

Pornind de la aspectele anterioare, autorul și-a propus rezolvarea următoarelor obiective principale, din care rezultă cele specifice:

a. Analiza critică a stadiului actual în domeniul managementului informațional al sistemelor UHS:

- analiza bibliografică privind stadiul actual al managementului informațional în domeniul sistemelor robotizate cu referire la rolul și importanța lor;

- analiza stadiului actual privind cercetările și realizările managementul informațional pentru sistemele hibride robotizate;

- dezvoltarea aspectelor tehnice ale managementului informațional cu privire la sistemele hibride robotizate;

b. Studiul influenței transmisiei de date asupra performanțelor managementului informațional al UHS:

- evidențierea indicilor transmisiilor de date și a posibilităților de a le îmbunătăți;

- evaluarea caracteristicilor și a calității transmisiilor de date pentru sistemele hibride robotizate prin metode software de management / organizare a datelor;

- analiza influenței parametrilor transmisiei de date asupra managementului informațional al sistemelor hibride;

c. Concepția, dezvoltarea și testarea unei transmisii de date pe sisteme multi-UAV, hibrid UAV-UGV:

- sinteza metodelor principale de calcul al transmisiilor de date, bazate pe literatura de specialitate;

- analiza teoretică privind utilizarea transmisiilor de date pentru managementul informațional al sistemelor hibride robotizate;

- proiectarea și realizarea unui soft pentru simularea unei transmisii de date dintre un vector aerian și un vector terestru;

- modelarea unei transmisii de date în vederea creării unei baze de date pentru managementul informațional;

- analiza modelelor fizico-matematice ale conceptului transmisiilor de date și fault detection;

- cercetarea managementului informațional al transmisiilor de date între prin simulări;

d. Cercetări experimentale privind transmisia de date și managementul informațional:

- realizarea unor cercetări practice privind transmisia de date la sistemele robotizate multi-UAV, hibride UAV-UGV;

- efectuarea cercetărilor experimentale în condiții reale de zbor, prin realizarea unei baze de date în timp real ce poate fi analizată și prelucrată ulterior;

- măsurarea datelor de zbor și crearea unui grafic de analiză al lor;

- măsurarea performanțelor de zbor prin intercalarea datelor din mai multe zboruri;

- culegerea și analiza datelor provenite din experimente și evidențierea acestora prin diagrame și studii de caz.

Pentru atingerea acestor obiective cercetarea s-a desfășurat în trei direcții principale: teoretică, computațională și experimentală. Metodologia de cercetare constă într-o succesiune de etape, evidențiate în diagrama din figura 2.

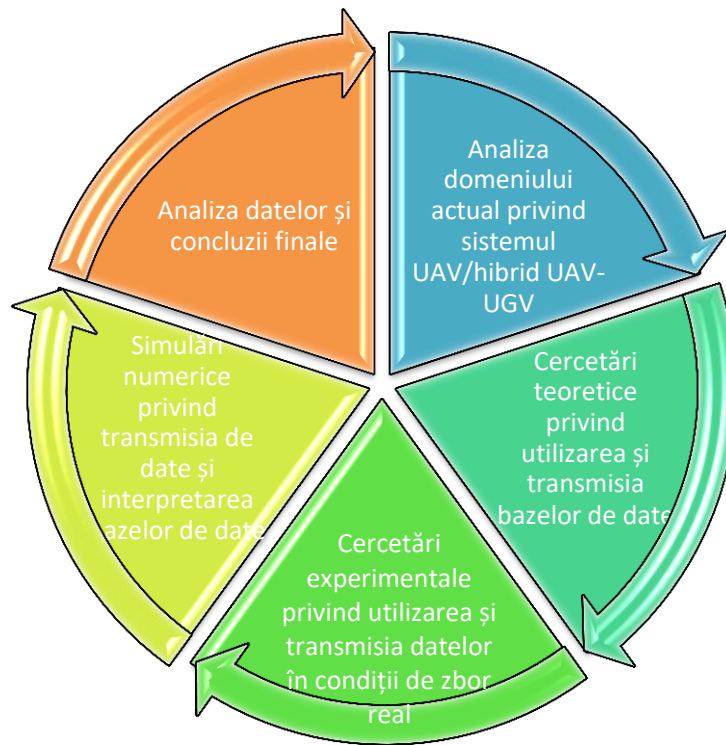


Figura 2. Metodologia de cercetare

Lucrarea este elaborată pe 6 capitole, dezvoltate pe 178 pagini astfel:

În primul capitol, cu titlul **Studiul stadiului actual privind managementul informațional în sistemele informatice**, se face o trecere în revistă a domeniului managementului informațional; capitolul include o serie de repere istorice, evoluția managementului informațional în sistemele informatice și sistemele hibrid robotizate UAV-UGV, aspecte privind arhitectura, operarea, clasificarea managementului informațional, dar și repere din domeniul militar. În urma cercetării asupra stadiului actual au fost evidențiate următoarele aspecte:

- unificarea sistemelor de comunicații, având în vedere că în secolul XXI sistemele IT independente sunt pe cale de dispariție;
- conglomerarea de date de la toate categoriile de forțe pentru o gestionare optimă a situației militare (sprijin C2 - command and control);
- globalizarea echipamentelor (influența internetului asupra tuturor echipamentelor);
- crearea unor VPN-uri sau rețele federalizate militarizate la nivel strategic, operațional și tactic;
- apariția unei revelații în comunicarea și interconectarea rețelelor militare cu rețelele de misiune (rețele centrale de război).

În încheiere se prezintă unele metode și moduri de operare a sistemelor hibrid robotizate UAV-UGV, printre care ne reamintim de metoda clasică Mechanical, Materials and Aerospace Engineering-MMAE și EMMAE (Extended Mechanical, Materials and Aerospace Engineering) care în ziua de astăzi este înlocuit de un sistem fault detection cu filtru Kalman.

Capitolul 2, intitulat **Repere teoretice privind transmisiile de date**, cuprinde aspecte privind liniile de transmisie folosite în sistemele hibrid robotizate UAV-UGV. Chiar dacă au existat progrese la diferite experimente

privind sistemele fault-detection și încep să apară diferite soluții pentru evitarea acestor obstacole la sistemele ad-hoc costurile de cercetare și integrare rămân ridicate. Cu alte cuvinte, direcția nouă de dezvoltare, mai exact siguranța sistemelor (deblocarea erorilor și controlul sistemelor defecte) reprezintă o adevărată provocare financiară atât din punct de vedere hardware, dar și din punct de vedere software, mai ales în ceea ce privește sistemele de tip multi-layer. Protocoalele de ierarhizare facilitează datele complexe ale sistemelor și automat interconexiunea discretă. Însă matematica acestor sisteme mixte (hibride) devine din ce mai interesantă mulțumită acțiunilor sale bazate pe neliniaritatea controlului, dar în același timp integrează diferite modele, cum ar fi algoritmi noi pentru sintetizarea controlului și ecuații diferențiale într-o formă unică.

În Capitolul 3, intitulat **Metode de analiză privind optimizarea managementului informațional**, se prezintă o serie de programe ce pot ierarhiza și prioritiza anumite informații.

Platformele de optimizare trebuie să aibe capacitatea de a procesa și gestiona volume imense de informații de la diverse surse (grupuri și oameni), însă nu trebuie ignorate procesele de scalabilitate, filtrare și „capacitatea de replică” (răspuns asupra nevoilor user-ilor). Pentru a face față tuturor nevoilor user-ilor, aceste platforme trebuie să aibe capacitate de adaptabilitate ridicată pentru a cuprinde toate informațiile necesare, dar în același timp să aibe măsuri de protecție a datelor. Acestea reprezintă un cost ridicat al platformelor deoarece pe lângă capacitatea de stocare ridicată și banda de date ce trebuie alocată, sunt necesare softuri (antivirus, data protection, VPN), care reprezintă de altfel alte cheltuieli necesare pentru asigurarea integrității datelor. Optimizarea datelor din platforme este unul din obiectivele principale ale oricărei întreprinderi/proiect sau instituție reprezentând informații sau date verificate, validate și protejate. Multe organizații se confruntă cu aplicarea acestor date optimizate deoarece costurile sunt prea ridicate și acestea necesită diverse echipamente pentru a putea funcționa la capacitatea solicitată de clienți. Una din soluții care începe să fie folosită mai des în organizații este clouding, însă trebuie aplicate diverse protocoale pentru a asigura un flux de lucru continuu, respectând astfel și măsurile de protecție a datelor.

De asemenea, se face și o comparație între două protocoale, precum și o simulare numerică a performanțelor acestora.

În Capitolul 4, intitulat **Vehicule fără pilot - o tendință militară actuală** este prezentată ierarhizarea sistemelor fără pilot, tipurile de date ce aparțin acestor sisteme și filtrarea acestora.

Bazele de date extinse trebuie să suporte informații multidimensionale deoarece diferitele sisteme de vehicule fără pilot sunt operate în arii necunoscute (nefamiliare). Procesarea acestor date (interogări) într-un ritm alert poate duce la asigurarea unui succes al acestor echipamente, dar de asemenea poate duce și la un declin al acestora dacă bazele de date nu sunt securizate cu protocoale și verificate înainte de executarea unui obiectiv. Însă filtrarea datelor și aplicarea unor protocoale devin o necesitate în orice sistem informatic din secolul XXI, deoarece reprezintă o măsură de protecție, mai ales asupra atacurilor cibernetice.

În Capitolul 5, intitulat **Cercetări experimentale** se prezintă managementul informațional în sistemele hibrid UAV-UGV, metodele experimentale utilizate și modelul programului pentru gestionarea mai eficientă a datelor. Construirea unui algoritm/soft pentru analiza spectrală a unei erori (căderi/întrerupere a unei transmisii de date în timp real) reprezintă o provocare în ziua de astăzi deoarece, chiar dacă există

protocoale și măsuri de protecție a datelor acestea nu pot fi în siguranță permanentă deoarece sistemele și rețele independente încetează să mai existe. Acest motiv se datorează bibliotecilor foarte mari de date ce trebuie adaptate permanent (cu un transfer prin medii de stocare de tip stick, HDD extern), fiind mai ușoară conectivitatea la internet (adaptarea permanentă a acestora în timp real). În același timp ne confruntăm cu intercalarea datelor de diverse tipuri, creând confuzii între acestea. Modul de soluționare pentru aceste probleme ar fi identificarea necunoscutelor și crearea unui soft cu generare de grafic pentru a înțelege anomalia, dar în același timp introducând o linie de cod de tip enhancement (analiza anomaliei) mărinđ aria de cercetare.

Capitolul 6 sintetizează concluziile finale ale cercetării, evidenținđ totodată și contribuțiile (teoretice / experimentale ale) autorului. Documentarea și fundamentarea demersurilor științifice s-a efectuat cu ajutorul a peste 400 de referințe bibliografice diverse (din care au fost selectate 98). Documentarea s-a bazat mai ales pe referințe elaborate după anul 1990.

Valorificarea rezultatelor obținute

Diseminarea rezultatelor obținute în urma cercetărilor efectuate pentru rezolvarea temei a constat în 3 rapoarte de cercetare (ce au constituit fundamentele prezentei teze), un total de 24 articole (5 ISI, 19 BDI) și (nu în ultimul rând) participări la comunicări științifice naționale și internaționale.

1. Studiul stadiului actual privind managementul informational în sistemele informatice

Sistemele informatice din secolul 21 cuprind o arie vastă și complexă de date, pe care o persoană o poate gestiona mai ușor dacă sunt prestabilite anumite protocoale. Datorită varietății mari de sisteme de management, subiectul abordat în lucrare va reflecta un eșantion de date și punctul de vedere al autorului cu privire la evoluțiile transimisiilor de date. De asemenea, dacă au existat efecte multiple în zona prestabilită se vor selecționa câteva exemple ilustrative pentru conceptele respective. Acest fapt nu spune că un rezultat este mai important decât altul. Accentul principal al acestei lucrări va fi asupra sistemelor informatice utilizate la nivel de microstructură și, într-o mai mică măsură, a sistemelor utilizate pentru a sprijini echipele la acest nivel (de exemplu, modele de simulare sau de optimizare, sisteme de informații geografice etc.) care furnizează coordonate și situația locală pentru celelalte echipele mobile.

Totuși există mai multe cadre care pot fi utilizate pentru a defini și descrie sistemele de management informațional. Unele dintre acestea vor fi folosite pentru a discuta concepte importante.

Utilizându-se mai mult decât un tip de management de informații, constatăm dificultatea de a alege un sistem informatic optim. Eficiența unui sistem informatic și al managementului acestuia constă în specificitatea acestuia, datele sale neputând fi folosite în alte sisteme.

Într-un final voi aborda perspectiva istorică a managementului informațional, oferind astfel date asupra modului de evoluție și adaptibilității acestora, exemplificând conceptele din timpul testării.

Datele sunt brute: figuri, obiecte, etc., pe când informațiile sunt date prelucrate și utilizate pentru a lua unele decizii. Pentru a converti datele în informații este necesar un proces amplu de decizie și confirmarea mai multor resurse pentru a fi sigur de acele date. De cele mai multe ori avem un volum mare de date, însă inutile, insuficiente pentru a stabili dacă o informație este bună sau nu. Din acest motiv succesul factorilor de decizie este variabil.

Dealungul timpul conceptul datelor a fost extins prin adăugarea de interferențe sau cunoștințe din trecut. Astfel odată cu creșterea în ierarhie, crește valoarea și scade volumul datelor, iar cine dobândește cunoaștere va lua o hotărâre „rafinată”. Sistemele de management informațional încearcă să convertească datele în informații pentru factorii de decizie, acestea fiind la final de cea mai bună calitate. Însă, cu cât este mai mare volumul de informații este mai consistent, cu atât va fi mai dificilă luarea unei decizii, mărinde astfel valoarea informației.

Alt concept pune accent pe valoarea informațiilor, care reprezintă schimbarea comportamentului decizional în funcție de cauză. Prin acest fapt se remarcă faptul că orice informație liberă nu este și bună, iar orice informație care nu schimbă decizia în favoarea beneficiarului nu are nici o valoare.

Multe persoane presupun că dacă investesc într-un sistem de informare „mai bun”, decizia va fi una optimă. Însă sistemul „mai bun” nu poate tot timpul să ofere decizii mai bune, uneori oferă ceva mai scăzut, astfel costul investiției devenind inutil. De asemenea, neștiind beneficiile unui sistem mai performant, investiția poate fi privită ca un risc.

Filtrarea informațiilor este necesară pentru un lider, deoarece fără aceasta multe probleme nu vor putea fi soluționate. Informațiile de tip descriptiv includ înregistrări, teste, senzori, analiza transmisiei și coordonate geografice. Acestea sunt utilizate pentru a asigura și alte tipuri de informații. De exemplu, informațiile de tipul „ce este” sunt necesare pentru a furniza restricții în analiza alternativelor.

Informațiile descriptive sunt o necesitate, dar nu satisfac complet necesarul pentru soluționarea unor probleme.

Alt tip de informație este cea de diagnosticare, identificându-se cu condițiile: „ce este greșit”, unde este „ceea ce este greșit” și poate fi măsurat ca diferența dintre „ceea ce este” și „ce ar trebui să fie”. Aceste informații au două utilizări majore: definirea problemei și disponibilitatea informațiilor obținute pentru soluționarea situației.

Nivelul informațiilor este prea scăzut? Rata informațiilor pentru luarea unei decizii este prea mică? La aceste tipuri de întrebări nu se poate răspunde numai cu informații descriptive (cum ar fi senzori, camere video și GPS).

Un lider/manager de informații trebuie să prestabilească norme sau standarde care, în comparație cu misiunea vor dezvălui un domeniu de risc. Odată identificată o problemă liderul va lua măsuri corective pentru a-și atinge obiectivele. Pentru ca acest fapt să fie bine punctat informațiile trebuie să fie adecvate, fiabile, și descriptive împreună cu normele sau standardele corespunzătoare misiunii. Informațiile sunt ineficiente dacă nu răspund la întrebările „ce este” și „ce ar trebui să fie”.

Informațiile predictive fac referință la întrebarea „ce se întâmplă dacă ...” și apar după ce se răspunde la întrebările „ce este” și „ce ar trebui să fie”. Aceste sunt realizate în urma analizei unor eventuale evenimente și dacă sunt extrem de valoroase, rezultatele acestora devin „de dorit”. Folosind predictivitatea putem defini probleme sau evita anumite situații pe viitor. Atunci când este stabilită o situație, un lider/manager va analiza și va propune cel puțin o alternativă pentru a rezolva situația. Sunt necesare multe informații în avans pentru a reduce riscul și incertitudinea cu privire la tehnologie, oameni, echipamente, etc. care afectează obiectivul. Aceste informații sunt viabile în formularea planurilor de misiune și examinarea impactului asupra pierderilor de vieți și pierderilor financiare aferente. Informațiile predictive pot adesea lua mai multe forme: Care sunt costurile de fabricație anul acesta? Cât de mult capital va fi necesar pentru modernizarea echipamentelor actuale? Care ar fi diferența dintre folosirea unui sistem hibrid multi-agent UAV-UGV și sistem aeropurtat cu personal uman?

Managementul informațional a folosit dealungul timpului diverse modele de simulare și alte instrumente de testare pentru a prestabili schimbările ce pot apărea în diverse situații.

Nucleul tuturor sarcinilor de management o reprezintă decizia. Pentru fiecare problemă cu care orice lider/manager se confruntă există un mod optim de acțiune. Însă, corectitudinea unei decizii nu poate fi măsurată. Rareori, în anumite circumstanțe cu bareme foarte bine prestabilite, o decizie poate fi măsurată. Alegerea unei decizii se bazează exclusiv pe cunoștințele, ipotezele și condițiile prestabilite de către lider/manager.

Ultimele informații, care sunt adesea ignorate, sunt cele prescriptive. Acestea răspund la întrebarea „ce trebuie făcut”. Pentru a obține informații prescriptive sunt necesare informații predictive, care însă nu sunt neapărat necesare pentru luarea deciziilor. Dacă evaluăm rezultatele previziunilor odată cu obiectivele vom oferi baza unei decizii. De exemplu, liderul/managerul are în vedere schimbarea traseului unui misiuni. Alternativa nouă are o predictibilitate mai ridicată decât cea veche și necesită o monitorizare mai atentă. Decizia de schimbare a traseului misiunii depinde exclusiv de nivelul informațiilor colectate pe traseul nou și costul echipamentelor. Astfel, scopurile și obiectivele unui lider/manager vor fi îndeplinite.

1.1. Evoluția privind managementul informațional în domeniul civil UAV

1.1.1. Definiții și concept

1. Detecția obiectivelor detectate vizual, localizarea și urmărirea acestora cu multiple aeronave UAV

a. Definirea evenimentului

Statusul complet este compus (estimativ) din statusul tuturor evenimentelor. N_t (numărul de evenimente) poate varia în funcție de timp. Apoi timpul t este reprezentat de vectorul $x_t = [x_{1,t}^T, \dots, x_{N_t,t}^T]^T$. Fiecare potențial de alarmă (i) este definit de funcția:

$$x_{i,t} = \begin{pmatrix} p_{i,t} \\ \dot{p}_{i,t} \\ \theta_i \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

b. Funcția de vizualizare

Segmentarea algoritmilor:

Funcția de procesare a imaginii ar trebui să diferențieze obiectul urmărit de imaginea plană în mișcare și să diferențieze față de background. Mai mult, algoritmi vor obține o serie caracteristici ce sunt în relație cu obiectul θ . Pentru a include obiectul în platforma de probabilistică, trebuie să relaționeze următoarele caracteristici:

$$p(z_t|x_t) = p(z_t|p, \dot{p}, \theta), \theta \in \Gamma$$

Va fi folosit un singur model simplist. Este caracterizat prin segmentarea algoritmilor în două valori:

- Probabilitatea de detecție P_D , un obiect de clasă ce se află în raza de descoperire, și devine eficientă atunci când $p(z_t|p, p, \theta = \text{execută foc})$
- Probabilitatea de alarmă falsă P_F , este generată de algoritm atunci când nu există nici un obiect în raza de acțiune a camerei $p(z_t|p, p, \theta = \text{nu execută foc})$ (Bouyssou, et al., 2000)

c. Proiectarea geometriei

Urmărind acest model, fiecare punct din spațiu (p) corespunde cu un pixel (m) de pe programul de imagistică și relaționează prin formula $sm_t = A(R_t - t_t)p_t$, p și m sunt coordonate omogene, A matricea internă de calibrare a camerei, R_t și t_t sunt referințele de rotație și translație a sistemului, făcând parte și din estimarea de stare a UAV (q_i).

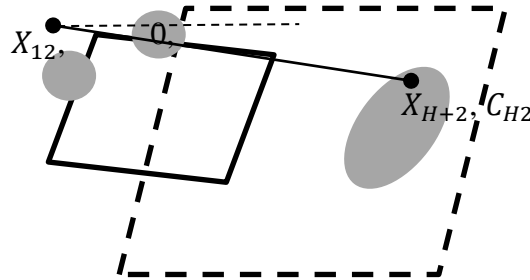


Figura 1.1. Propagarea neregulilor utilizând procedura localizare de tip GEO

2. Filtrarea informațiilor de la multi-UAV bazate pe detecție și localizare

Cunoașterea primordială va fi descrisă la un anumit punct ca și o distribuție primordială $p(x_0) \sim N(\mu_0, E_0)$. Dacă la timpul t este o funcție liniară, atunci la t-1 plus zgomot Gaussian $v_t \sim N(0, R_t)$ și măsurătorile sunt funcții liniare ale statutului zgomotului Gaussian $\epsilon_t \sim N(0, S_t)$:

$$x_t = A_t x_{t-1} + v_t \quad (1.6)$$

$$z_t = M_t x_t + \epsilon_t \quad (1.7)$$

după care filtrele Bayes reduc valorile la filtrele KALMAN. (Buckley, Ranking Alternatives Using Fuzzy Members, 1985/a) (Buckley, Fuzzy Hierarchical Analysis, 1985/b)

Algoritmul filtrului de informații $\xi_{t-1}, \Omega_{t-1}, z_t$:

- 1) $\psi_t = A_t^{-T} \Omega_{t-1} A_t^{-1}$
- 2) $\Omega_t = \psi_t - \psi_t (R_t^{-1} + \psi_t)^{-1} \psi_t$
- 3) $\bar{\xi}_t = \bar{\Omega}_t A_t \Omega_{t-1}^{-1} \xi_{t-1}$

- 4) $p(x_t|z^{t-1}) \sim N(\overrightarrow{\Omega_t^{-1}\xi_t}, \overrightarrow{\Omega_t^{-1}})$
- 5) $\Omega_t = \overrightarrow{\Omega_t} + M_t^T S_t^{-1} M_t$
- 6) $\xi_t = \overrightarrow{\xi_t} + M_t^T S_t^{-1} z_t$
- 7) $p(x_t|z^t) \sim N(\Omega_t^{-1}\xi_t, \Omega_t^{-1})$

Algoritmul filtrului de informații a traiectoriei ξ^t, Ω^t

- 1) $\overrightarrow{\Omega}^t = \text{Augment}_{Matrix}(\Omega^{t-1}) + \begin{pmatrix} I & & \\ -A_t^T & R_t^{-1}(I - A_t) & 0^T \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
- 2) $\overrightarrow{\xi}^t = \text{Augment_Vector}(\xi^{t-1})$
- 3) $\Omega^t = \overrightarrow{\Omega}^t + \begin{pmatrix} M_t^T S_t^{-1} M_t & 0^T \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$
- 4) $\xi^t = \overrightarrow{\xi}^t + \begin{pmatrix} M_t^T S_t^{-1} z_t \\ 0 \end{pmatrix}$

ξ_0	Ω_{00}	Ω_{01}							
ξ_1	Ω_{10}	Ω_{11}	Ω_{12}						
ξ_2		Ω_{21}	Ω_{22}	Ω_{23}					
ξ_3			Ω_{32}	Ω_{33}	Ω_{34}		•	•	•
ξ_4				Ω_{43}	Ω_{44}	Ω_{45}			
ξ_5					Ω_{54}	Ω_{55}			
•				•			•		
•				•				•	
•				•					Ω_{m-n}
ξ_n								Ω_{n-1}	Ω_n

Figura 1.4. Structura completă a matricii traiectoriei

Filtrul de angajare a informației pentru multi-robot

$$\Omega_t = \overrightarrow{\Omega_t} + \sum_{j=1}^M M_{j,t}^T S_{j,t}^{-1} M_{j,t} \quad (1.8)$$

$$\xi_t = \overrightarrow{\xi_t} + \sum_{j=1}^M M_{j,t}^T S_{j,t}^{-1} z_{j,t} \quad (1.9)$$

1.1.2. Considerații privind războiul bazat pe rețea

În urma problemelor militare s-a dezvoltat Războiul Bazat pe Rețea (RBR) sau Network Centric Warfare (NCW), inițiat de către armata S.U.A. după încheierea Războiului Rece. Principiul de bază pentru fundamentarea acestui concept este adaptarea domeniului militar la evoluția societății, consecință a accesului la informații. Schimbările generate de evoluția tehnologică a sistemelor informaționale au fost necesare pentru a putea eficientiza standardele de muncă ale organizațiilor. Astfel, operațiunile militare trebuie să se manifeste ca și cum ar fi o afacere economică eficientă, supunându-se totodată unor modele acționale, cum ar fi:

- acces către opțiuni strategice rapide și eficiente pentru a putea asigura adaptabilitatea sau chiar supraviețuirea în medii ce se află într-o permanentă schimbare;
- focalizarea dinspre platformă către rețea, cu limitele specifice pentru acțiuni;
- participanții nu trebuie să fie tratați individuali, ci ca și cum ar face parte dintr-un întreg, ce se află într-o permanentă schimbare.

Odată cu diversificarea misiunilor, pot fi reduse efectivele militare la limitele minime, fără ca prin aceasta să fie afectată credibilitatea armatelor din punct de vedere politic și economic.

Încă de la începutul conflictului, în campania din Irak a armatei S.U.A. a fost folosit RBR. Rezultatele au demonstrat că se poate introduce un flux informațional unic, a unor structuri aparținând tuturor categoriilor de forțe, atât din perioada Războiului Rece, cât și din ultimele realizări din domeniul digitalizării și al comunicațiilor. Până în prezent muniția predominant folosită a fost cea a armelor inteligente, aproximativ 70%, fără ca acestea să fie devalorizate cele obișnuite. Fluxul informațional a permis folosirea categoriei de forțe cele mai eficiente pentru acel tip de misiune. Armata S.U.A. se auto-evaluează în permanență cu privire la modul de funcționare al conceptului pentru a proiecta viitoarele direcții de cercetare și dezvoltare.

Pentru a putea folosi RBR este nevoie de superioritate informațională. RBR poate fi definit ca modalitatea de a genera putere de luptă folosind o integrare în rețea a senzorilor, decidenților și executaților. Scopul este cunoașterea spațiului de luptă, viteza de conducere și de luare a deciziilor precum și accelerarea sau intensificarea operațiilor, realizându-se un anumit grad de autosincronizare. RBR convertește superioritatea informațională în putere de luptă prin interconectarea tuturor entităților din spațiul de luptă. NCW nu doar oferă posibilitatea culegerii datelor necesare din spațiul de luptă, dar și adaptabilitatea în funcție de orice schimbare intervenită în spațiul luptei. Este eliminat factorul surprindere. Astfel, superioritatea informațională devine capacitatea de colectare, procesare și transmitere a unui flux continuu de date și informații, dar totodată interzice inamicului să facă acest lucru.

Practic, utilizând RBR mărim viteza de luare a deciziei, decidenții nefiind condiționați de natura misiunii, componența grupării de forțe sau locația acestora. Drept urmare, acesta mai oferă și posibilitatea măririi ritmurilor operațiilor și posibilitatea unei reacții rapide în funcție de schimbare. Cele mai mari avantaje ale multor specialiști a fost asumarea unor riscuri scăzute în misiuni dificile și reducerea costurilor. Cu alte cuvinte a crescut eficiența misiunilor, în special în reducerea costurilor pentru acestea.

Modificările introduse de către RBR în acțiunile militare a dus la multe neînțelegeri. Pentru a avea o bună înțelegere asupra conceptului voi explica câteva teorii cheie: în cazurile clasice, dispersarea forțelor a reprezentat o constrângere în abilitatea de reacționa adecvat, neavând specialiști.

Sursa puterii RBR nu este locația forțelor sau mijloacelor în spațiul de luptă. Acest lucru oferă următoarele avantaje:

- asigură protecția sporită forțelor proprii;
- se reduce necesitatea de transport sau deplasări costisitoare, deoarece se optimizează transportul în funcție de necesitatea fiecăruia, fără a fi nevoie să trimită tot personalul.

1.2. Managementul informational și implicații în domeniul militar

1.2.1. Repere din domeniul militar

Transformarea apărării a revoluționat de la o platformă centrică la o gândire centrică în rețea. Transformarea se produce pentru a accelera ritmul de mișcare a forțelor, pentru a menține un ritm operațional neîncetat și pentru a angaja cu hotărâre dușmanul la momentul și locul alegerii ales de noi. Conversia nu schimbă sistemul existent, ci creează un nou tip de relație de comandă cu alte fundamente ale războiului. Aceasta necesită eforturi concentrate pentru a colabora îndeaproape cu partenerii de coaliție. Schimbarea la RBR mărește puterea de luptă prin îmbunătățirea evenimentelor de sincronizare a trupelor în spațiul de luptă. Multe departamente de apărare demonstrează creșterea puterii de luptă asociată cu o rețea solidă de capacități, de senzori, capcane, capacități de comandă și control (C2).

Războiul bazat pe rețea este o teorie emergentă a războiului în epoca informațională. Ea descrie amalgamarea strategiilor, campaniile emergente, metodele și procedurile. Este vorba despre comportamentul uman și organizațional. Acesta oferă un nou cadru conceptual care să examineze misiunile, operațiunile și organizațiile militare. Se concentrează asupra puterii de luptă care poate fi generată de legătura / crearea de rețele de întreprinderi de luptă împotriva războiului. Este ilustrată de capacitatea de a crea un nivel înalt de conștientizare comună, care poate fi utilizată prin sincronizare și operare centralizată în rețea pentru a atinge scopul comandantului (Laarhoven & Pedrycz, 1983).



Figura 1.5. Grilele de război bazat pe rețea

Principiul de bază al împărțirii între senzor, C2 și elementele de angrenare legat de comunicarea informațiilor, prezentat în figura 1.5, este un sistem învechit. În bătăliile de pe teren cu secole în urmă, spectatorii de pe colinele din vecinătatea câmpului de luptă puteau transmite interpretarea lor asupra stării bătăliei prin curieri. Informațiile colectate erau folosite pentru acțiune; generalul transmite din nou mesajul către trupe prin curieri. Conceptul modern al RBR diferă doar în grade de importanță: acum obiectivul nostru este de a integra toate entitățile care operează în medii diverse (mare, pământ, aer, spațiu). Aceste entități pot fi la mii de kilometri distanță și pot călători la sute sau mii de kilometri pe oră. Informațiile transmise în cadrul comunicării nu se limitează doar la propoziții, ci includ date ca fluxuri video, live și imagini, care reprezintă date în timp real.

RBR are nevoie de mult timp pentru a se maturiza. Cu toate acestea, au fost deja realizate câteva obiective semnificative legate de RBR. De exemplu, în timpul Operațiunii Iraqi Freedom, Forțele Aeriene ale Statelor Unite au zburat vehiculele aeriene fără pilot de la Global Hawk împotriva Irakului pentru a colecta date imagistice utilizând senzori. Informațiile au fost transmise prin intermediul legăturilor de comunicații prin satelit pentru analiză. Informațiile referitoare la țintă au fost retransmise înapoi elementelor Forțelor Aeriene ale S.U.A., care și-au angajat țintele. Toate acestea au durat doar câteva minute. În situațiile în care actualitatea informației era critică, informațiile despre senzorul Global Hawk puteau fi comunicate direct elementelor armate care se confruntau cu forțele adversare (Lootsma, 1997).

1.2.2. Determinări ale războiului bazat pe rețea în domeniul militar

Factorul timp influențează în mod decisiv orice ciclu de observare - orientare - decizie - acțiune, mai ales în contextul războiului modern. RBR asigură premisele reducere spectaculoasă a duratei acestor cicluri. Consecința este aceea că inamicul va fi sufocat din punct de vedere decizional și operațional, fiind astfel dominat în mod decisiv încă de la începutul operațiunilor de luptă. RBR poate asigura o extensie majoră a timpului pe câmpul de luptă față de operațiile convenționale (până la șase luni), fiind de mare ajutor decidenților în concepția planurilor de acțiune. S-a demonstrat faptul că forțele armate ce utilizează RBR nu au intrat în criză de timp din punct de vedere decizional, mărindu-și totodată și capacitatea de a răspunde cu promptitudine diverselor amenințări. Totuși automomia unei structuri sau micro-structuri necesită o planificare minuțioasă / detaliată din toate punctele de vedere (organizatoric, tehnic, uman, logistic și rezistență în timp). Astfel, anticiparea activităților și acțiunilor militare de mare anvergură devine mult mai complexă. Și aspectele suplimentare ce țin de timp vor avea efect asupra structurii de forțe RBR. Micro-structurile au o mobilitate ridicată ceea ce poate duce la comprimarea timpului de acțiune. Însă o campanie militară pe o perioadă lungă de timp nu există în condițiile în care RBR este prezent deoarece misiunile sunt îndeplinite cu succes într-un ritm mult mai alert decât în cele clasice.

Mulțimită acțiunilor integrate sau solitare rapide, federația combate adversarul într-un timp redus forțându-l să renunțe la luptă. Aceasta este posibilă printr-o acțiune decisivă asupra nucleului central al inamicului (îl neutralizează). Acțiunile spontane și continue au ca și efect reducerea spațiului de luptă stopând astfel orice posibilitate de manveră din parte forțelor inamice și minimizează pierderile (umane sau materiale). Avantajele RBR concomitent cu tehnicile de luptă îmbunătățite au redus semnificativ timpul de acțiune, astfel aducând confruntarea armată în secolul XXI. Grupările RBR vor fi structurate în dimensiunea temporală și încadrate în principiul suficienței acțiunilor. Aceste micro-structuri sau structuri vor trebui să mențină prin autosincronizare avantajul conflictului în intervalul de timp necesar pentru a obține efectul dorit, concomitent cu dotarea logistică și reguparea permanentă a trupelor. În esență o acțiune mai scurtă în teatru de acțiune în colaborare cu caracteristicile RBR va conduce implicit la o capacitate de protecție mai mare. Capacitatea de acționare în câmpul fizic de luptă și de comunicare cu protecția necesară asigurată, în condiții de siguranță crescute ale infostructurii, va duce la o creștere a sprijinului nemijlocit și eficient al forțelor implicate (Moga, Luchian, & Boboc, 2019).

Avansarea tehnologică, în special cea a comunicațiilor și informaticii concomitent cu experiența și capacitățile structurilor N.A.T.O. vor asigura condiții tot mai bune de supraviețuire (a unei micro-structuri / structuri) în teatru. Operațiile militare federalizate cunosc o evoluție semnificativă care aproape elimină pierderile umane și eșecurile. Situația ar putea deveni alta atunci când forțele inamice dispun de aceleași beneficii ale conceptului RBR. Totuși în situația strategică actuală, este greu de crezut că o țară sau o organizație poate dispune de același nivel de dotare din punct de vedere al RBR pentru a putea fi măcar la același nivel cu forțele N.A.T.O.. Conceptul RBR se află într-o strânsă legătură cu procesul de digitalizare, ceea ce presupune schimbarea limbajului natural cu cel binar / logic. Astfel fluxul informațional accede un nivel (al transmisiilor de date) ridicat, concomitent cu creșterea capacității de stocare, ceea ce se traduce într-un nivel de prelucrare a informațiilor tot mai ridicat, calitatea acestora fiind de asemenea pe un trend crescător.

O digitalizare poate fi realizată prin cel puțin două moduri:

- interconectarea sistemelor informaționale existente prin interfețe de rețelistică modernă;
- crearea unei rețele noi digitalizate capabile să prelucreze informații provenite din diverse surse (senzori de informații, senzori cu destinații multiple, sisteme C4ISR).

Interconectarea sistemelor independente actuale la rețele RBR este o soluție impusă. Practic digitalizarea constă în crearea unui sistem cu toate aceste mijloace (avionici, sisteme de conducere a focului, sisteme de senzori etc.) capabilă să ofere orice tip de informații centrului de comandă și control pentru a obține rezultatul „favorabil”.

Pentru a putea pune în funcțiune conceptul RBR trebuie analizate toate sistemele actuale ale acelei țări / organizații pentru ca mijloace care vor fi dispuse să fie compatibile ca și format cu cele ale forțelor amice / aliate (N.A.T.O., E.U., etc.). Însă există

riscul ca modernizarea structurilor să fie mult mai costisitoare decât schimbarea acestora (de exemplu, digitalizarea actualelor radare analogice de la litoral țării).

1.2.3. Clasificarea și utilizarea războiului bazat pe rețea

Eșaloanele intermediare pot fi reduse la minim folosind conceptul de război bazat pe rețea, iar structurile ierarhice de conducere pot fi înlocuite cu structuri de rețea/rețelistică.

Relația nou creată între informație și acțiune trebuie să fie eficientă, sigură, promptă și directă.

Pentru a putea implementa RBR trebuie respectate următoarele principii:

1. *Principiul rețelei* (integrarea tuturor mijloacelor de luptă, a elementelor și subsistemelor într-un sistem unitar). În limitele stabilite de RBR, fiecare element depinde de celălalt. Infrastructurile de rețea integrate aici cu scopul de a mări transferul de date au un rol deosebit de important. Ele sunt elemente tehnice și software care necesită întreținere și administrare. În structura forțelor trebuie să existe o formațiune de întreținere și menținere a rețelelor care să fie echipată corespunzător.
2. *Principiul unității*: constă în crearea unei entități care să emită factorii și etapele necesare pentru strategia de înzestrare, începând cu C.S.A.T. (Consiliul Suprem de Apărare al Țării), continuând cu S.M.Ap. (Statul Major al Apărării), modelul forței tip Joint și Departamentul de înzestrare (Departamentul de Armamente și Muniții). Acest principiu asigură informații optime pe durata concepției strategiei de înzestrare, cât și pe parcursul materializării conceptului RBR pe acea ramură. Această înarmare trebuie să fie unitară și să răspundă pe o perioadă lungă de timp (până la atingerea obiectivelor).
3. *Principiul compatibilității*. Acest principiu presupune dotarea structurilor (a forțelor de luptă, a comandamentelor operaționale, a structurilor de rețea) cu mijloace și tehnică compatibile cu cele ale forțelor alianței cu capabilități de tip RBR.
4. *Principiul eșalonării* constă în ordonarea cu mult discernământ, în funcție de prioritățile stabilite de conducerea strategică și politică.
5. *Principiul completitudinii*: îmbinarea acțiunilor de modernizare pentru mijloacele existente și a infrastructurii cu achiziționarea unor elemente noi de rețea, a unor sisteme de senzori cu destinație cât mai complexă.
6. *Principiul standardizării* este extrem de important pentru echiparea rețelelor centrale și a rețelelor legate de platformele de luptă. Este important faptul că respectivul principiu să fie racordat la cerințele RBR, deoarece nu toate structurile și funcțiunile țărilor care fac parte dintr-o alianță (N.A.T.O., E.U., etc.) să fie racordate la acest concept. Există doar o relație de completitudine și de non-contradicție.
7. *Principiul modularității* se aplică în mod deosebit structurii de forțe. Acest principiu influențează direct dotarea /

modernizarea acestor module. Practic un modul trebuie să aibe dotarea corespunzătoare (cu mijloace de luptă și structuri de rețea) pentru a acționa cu succes în orice misiune.

În concluzie cele două module (al forței și al echipării) sunt interdependente. Începând cu anul 2003 la procesul de restructurare nu s-a mai ținut cont de personalul minim necesar pentru operarea tehnicii existente și nu au fost luate în considerare sistemele de arme necesare pentru a îndeplini condițiile alianțelor / acordurilor.

Principiul eficienței întregului sistem (de informații, C2) afirmă că aceasta este condiția prioritară în stabilirea oricărei strategii de înzestrare. Acest principiu vine în locul celui ierarhic, care nu mai este eficient în cadrul conceptului RBR.

Principiul upgrade constă în necesitatea sistemului de înzestrare de a se actualiza permanent, dar și de capacitatea lui. Actualizarea nu se supune doar unei voințe, nu este arbitrară, ci este o caracteristică a sistemului. Actualizarea se face prin restructurarea și reorganizarea componentelor, dar și prin adaptarea la noile condiții tehnologice, la hightech,

1.2.4. Concluzii

Era informațională, prin evoluțiile tehnologice rapide ce o caracterizează, promovează tehnologia de vârf (senzori și comunicații în rețelistică) ceea ce va conduce la schimbări radicale ale produselor erei industriale (în special la echipamentele militare), transformând modul de luptă al secolului XX, tot așa cum artileria a revoluționat războiul în secolul XV.

Capabilitățile RBR trebuie să fie extinse, iar această observație trebuie aplicată la o scară cât mai largă întregului sistem de apărare. Forțele întrunite trebuie să fie înglobate în rețeaua de misiune (la nivel strategic, operațional și tactic). Pentru a utiliza la nivel maxim potențialul RBR (adică creșterea puterii de luptă), doctrinele de operații trebuie să evolueze similar cu capabilitățile pe care le poate asigura RBR. Aliații / partenerii României, și-au dezvoltat propriile capabilități și concepte RBR. Operațiunile militare desfășurate în Balcani și Orientul Mijlociu au permis acestor state să aplice cu succes aceste strategii bazate pe RBR.

Existența unei strategii naționale pentru implementarea RBR ar avea o influență majoră în evoluția forțelor armate și în luarea deciziilor de investiții ale M.Ap.N. (Ministerul Apărării Naționale).

Un rol crucial în implementarea conceptelor și capabilităților RBR îl au experimentele, care reduc riscurile dezvoltării unor rețele necorespunzătoare vis a vis de cerințele operaționale și minimizând implicit și riscul neacceptării unor astfel de sisteme de către beneficiari.

În concluzie, nu trebuie achiziționate tehnologii de ieri, iar calea corectă de urmat este una extrem de clară: investițiile / dezvoltarea trebuie gândite privind spre viitor, adică spre tehnologia nouă, nu cea pe cale de dispariție.

Este nevoie de o strategie „perfectă” pentru anumite domenii care au fost ignorate din punct de vedere tehnologic. În opinia N.A.T.O., membrii alianței nu trebuie să dețină obligatoriu capacități RBR complete, însă echipamentele din dotarea existentă trebuie să fie capabile să asigure apărarea națională eficientă și adaptabile tehnologiilor noi. Dintotdeauna strategii adevărați au știut că victoria nu poate fi decât a celor capabili să anticipeze evoluțiile în caracterul războiului, cei care se resemnează în pasivitate față de aceste evoluții fiind întotdeauna învinși. Măcelul în care s-a transformat primul război mondial datorită faptului că ambele tabere au luptat folosind strategii învechite, neadaptate la evoluția sistemelor de armament, constituie poate cel mai bun exemplu în acest sens. Practic, acest război nu a avut învingători decât în urma jocurilor politice. În zilele noastre, nu este de imaginat o politică izolaționistă și nici ignorarea tehnicii moderne. Toate țările depun eforturi semnificative pentru a achiziționa tehnologii de ultimă generație, iar țara noastră este printre acestea (în special în domeniul comunicațiilor fiind situată pe locul 2 la nivel european și pe locul 12 la nivel mondial în 2017).

De remarcat este faptul că „tehnologia nu reprezintă un scop în sine, ci un mijloc de realizare a unui scop”.

În contextul abordărilor la nivel global, „tehnologia” depășește granițele tradiționale ale domeniului tehnic, tinzând să fie înțeleasă ca o aplicare practică a unui volum de cunoștințe, concepte operaționale și diverse tehnici, în scopul unei participări eficiente și efective la viața internațională în toate aspectele ei (politice, sociale, economice și militare) (Ribeiro, 1996).

1.3. Stadiul actual al sistemelor robotizate hibride (UAV-UGV)

1.3.1. Sisteme hibride

În lucrare a fost studiată posibilitatea de dezvoltare a unei strategii de urgență pentru anumite defecte ale unei UAV / hibrid UAV-UGV fiind evidențiate trei limitări principale ale punerii în aplicare a metodei clasice MMAE (Mechanical, Materials and Aerospace Engineering) pentru a izola defectele bazate pe ipotezele predefinite.

Noile generații de vehicule aeriene fără pilot (UAV) vor fi concepute pentru a realiza misiunea lor nu numai cu creșterea eficienței, dar și cu maimultă siguranță și securitate. Viitoarele UAV-uri vor fi operate cu algoritmi capabil să monitorizeze starea de funcționare a aeronavelor și de a lua măsuri, dacă acest lucru este necesar. Sistemele de control cu toleranță la erori al vehiculelor aeriene fără pilot de dimensiuni reduse nu ar trebui să sporească numărul de dispozitive de acționare sau senzori pentru a asigura exploatarea sigură a spațiului aerian.

Metoda clasică MMAE, în comparație cu metoda EMMAE (Extended Mechanical, Materials and Aerospace Engineering) sau MMAE modernizat, utilizează celule ale filtrelor Rauch și Sallen-Key pentru simplitatea și eficiența lor, acestea deținând și o stabilitate ridicată.

Odată cu utilizarea filtrelor Kalman, filtrele Sallen-Key și Rauch au devenit sisteme secundare, însă din cauza tehnicii învechite, în

domeniul aviației nu au fost modernizate toate aeronavele, astfel încât la orice sistem Fault Detection (FDI) să fie prezent un filtru Kalman.

Pe parcursul ultimilor ani, numărul de proiecte de cercetare și dezvoltare în scopul construirii unui sistem hibrid a crescut într-un ritm rapid. Sunt discutate principalele motive pentru utilizarea sistemelor hibride și diverse aplicații.

Dezvoltarea rapidă a tehnologiei a permis și utilizarea mai multor aplicații pentru sisteme având configurații diferite. Manipulatoarele de serie sunt realizate dintr-o serie de link-uri și articulații care se conectează la bază și sunt capabile de a realiza spațiu de lucru mare. Sistemele în serie au avantajele de spațiu mare de lucru, dexteritate ridicată și manevrabilitate, dar există și dezavantaje. Spațiul enorm de lucru duce de obicei la probleme de siguranță, cum ar fi o coliziune între dronă și mediul înconjurător, iar într-o zonă mare sunt necesare multe resurse. Erorile acumulate ale legăturilor conduc la o precizie scăzută. Mai mult decât atât, erorile de dimensiuni mari și consumul mare de putere prezintă un cost ridicat de mentenanță pentru sistem. Astfel, sistemele în serie sunt inadecvate pentru sarcini care necesită manipularea unor încărcături grele sau o precizie de poziționare bună.

1.3.2. Concluzii privind stadiul actual pentru modelarea și controlul UAV-urilor hibrid

Controlul formațiilor UAV folosind un schelet hibrid

Modelarea hibridă a unui singur UAV, poate fi extinsă la un sistem de tip multi-agent, folosind schema de control hibrid de supraveghere. Cu toate acestea, doar un număr mic de lucrări existente s-au axat pe controlul hibrid cooperativ de vehicule aeriene fără pilot. Cele mai multe proiecte de cercetare recente în acest domeniu doresc ca și controlul de formare să fie un sistem de cooperare al unui agent multiplu. În controlul de formare, este important ca UAV-urile să păstreze o anumită formație, în timpul unei traiectorii prestabilite. Mai mult decât atât, mediul este dinamic și, prin urmare, evitarea obstacolelor și a coliziunilor ar trebui să fie integrate în proiectarea de control. Mai mult, cea mai interesantă și mai dificilă problemă este reconfigurarea formației de zbor a vehiculelor aeriene fără pilot în timpul executării obiectivelor. În problema reconfigurării, formarea echipei UAV, ar trebui să poată să se schimbe, rupe sau să se îmbine fără a crește riscul deteriorării și odată cu aceasta să poată mări eficiența sistemului de protecție asupra obstacolelor.

2. Reperete teoretice privind transmisiile de date

2.1. Linii de transmisie

2.1.1. Generalități

Pentru a transmite energie electromagnetică de la generator la antenă și de la antenă la receptor, precum și între blocurile funcționale ale echipamentului în domeniul U.L. (unde lungi), U.M. (unde medii), U.S. (unde scurte), U.U.S. (unde ultrascurte) și decimetrice se folosesc cabluri filare, iar în domeniul microundelor se utilizează ghidurile de undă.

Liniile lungi sunt acelea a căror lungime fizică este comparabilă cu lungimea de undă a undei (electrice) transmise.

Liniile scurte sunt acelea a căror lungime fizică este mult mai mică comparativ cu lungimea de undă a undei (electrice) transmise.

De exemplu: un cablu coaxial cu lungimea de 15 m care face legătura între antenă și receptorul de televiziune ($\lambda = 1,5 \text{ m}$) este o linie lungă în timp ce o linie de transport a energiei electrice, cu lungimea de câțiva km reprezintă o linie scurtă deoarece la frecvența de 50 Hz corespunde lungimea de undă $\lambda = 6000 \text{ km}$.

În cazul liniilor scurte se poate accepta aproximarea că în orice moment de timp tensiunea și curentul sunt constante în lungul liniei, defazajul dintre ele depinzând numai de natura impedanței de sarcină (rezistivă, inductivă, capacitivă).

În cazul liniilor lungi, tensiunea și curentul variază în timp. În aceste linii au loc fenomene de propagare a undelor, iar transmisia energiei depinde de impedanța de sarcină și de parametrii distribuiți ai liniei (figura 2.1), care sunt următorii - în cazul liniilor de transmisie omogene:

R_1 - rezistența pe unitatea de lungime, $[\Omega/m]$;

L_1 - inductanța pe unitatea de lungime, $[H/m]$;

G_2 - conductanța pe unitate de lungime, $[S/m]$;

C_1 - capacitatea pe unitatea de lungime, $[F/m]$.

O linie reală este caracterizată și de o serie de parametri ce modelează pierderile:

- R_2 reprezintă rezistența de pierderi din conductor, numită și rezistența de pierderi longitudinală;
- $R_{iz} = \frac{1}{G}$ reprezintă rezistența de pierderi din izolație, numită și rezistența de pierderi transversală;
- C_2 reprezintă capacitatea de acumulare a energiei electrice;
- L_2 reprezintă capacitatea de acumulare a energiei magnetice.
- G se mai numește și *perditanță*.

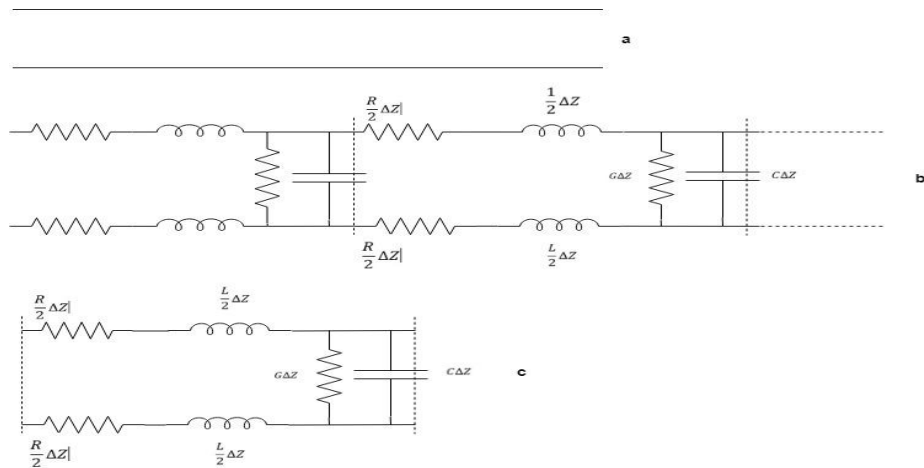


Figura 2.1. Linie de transmisie bifilară:

a) aspect fizic; b) circuit echivalent; c) element de linie

Liniile de transmisie pot fi :

- omogene, dacă constantele lor sunt distribuite uniform pe toată lungimea liniei;
- neomogene, dacă constantele lor sunt distribuite neuniform pe toată lungimea liniei (Yu, 2002).

La linia omogenă conductoarele au dimensiuni transversale constante pe toată lungimea și atât conductoarele cât și dielectricul dintre ele sunt medii omogene și izotrope.

Ținând cont de conductoarele care alcătuiesc liniile, acestea pot fi:

- simetrice, la care conductoarele sunt identice (figura 2.2, a);
- nesimetrice, la care conductoarele sunt diferite (figura 2.2, b).

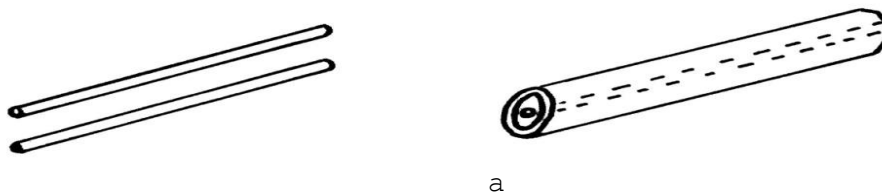


Figura 2.2. Tipuri de linii: a) - simetrică; b) - nesimetrică (coaxială)

2.1.2. Ecuațiile liniilor lungi în regim permanent sinusoidal

Se va considera cazul în care tensiunea și curentul în fiecare punct al liniei sunt funcții sinusoidale de timp, de aceeași frecvență f .

Se urmărește stabilirea unor relații între tensiune, curent și parametrii liniei, în funcție de timp și spațiu.

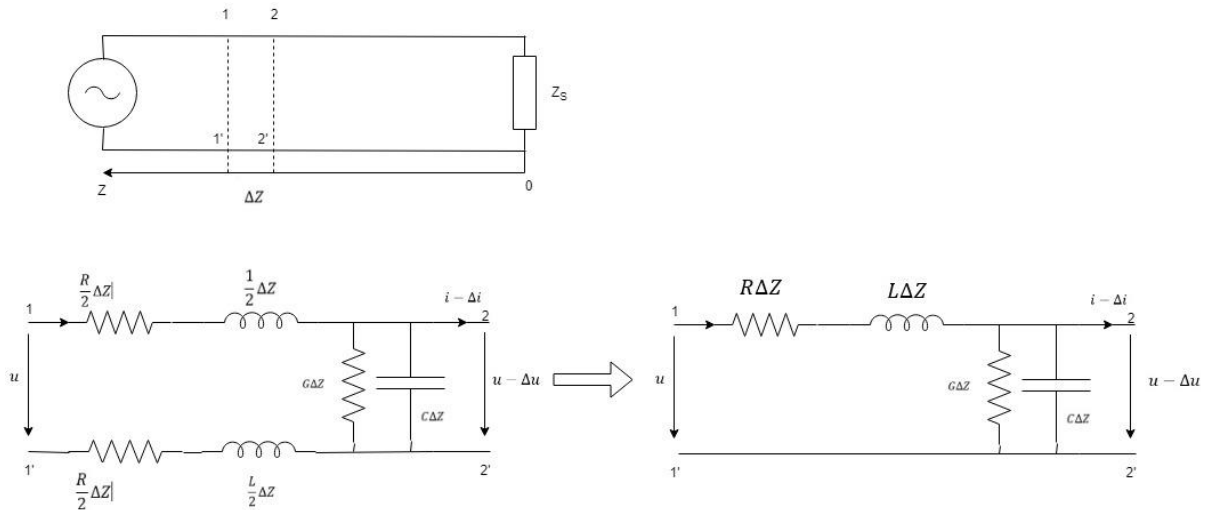


Figura 2.3. Figură explicativă pentru deducerea ecuațiilor liniilor

În figura 2.3. sunt reprezentate linia de transmisie, precum și elementul de linie de lungime Δz . Rezistența, conductanța, inductanța și capacitatea elementului de linie vor avea valorile: $R\Delta z$, $G\Delta z$ și $C\Delta z$.

Deoarece distanța Δz este foarte mică în raport cu lungimea de undă a semnalelor transmise, elementului de linie i se pot aplica legile cunoscute din electrotehnică.

Datorită căderilor de tensiune pe rezistență și inductanță, de-a lungul elementului de linie va avea loc o variație de tensiune în sens descrescător:

$$u - \Delta u = u - (R\Delta z)i - (L\Delta z)\frac{\partial i}{\partial t}$$

de unde rezultă:

$$\Delta u = (R\Delta z)i + (L\Delta z)\frac{\partial i}{\partial t}$$

(2.1)

De asemenea, datorită ramificării curentului prin conductanță și capacitate va avea loc o variație de curent:

$$i - \Delta i = i - \left[(G\Delta z)(u - \Delta u) + (C\Delta z)\frac{\partial (u - \Delta u)}{\partial t} \right],$$

de unde rezultă:

$$\Delta i = \left[(G\Delta z)(u - \Delta u) + (C\Delta z)\frac{\partial (u - \Delta u)}{\partial t} \right]$$

(2.2)

Deoarece $(G\Delta z)\Delta u$ este foarte mic el poate fi neglijat.

Aproximând $\frac{\partial}{\partial t}(u - \Delta u)$ prin $\frac{\partial u}{\partial t}$ împărțind relațiile (2.1) și (2.2) prin Δz și făcând $\Delta z \rightarrow 0$ se obțin ecuațiile:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial z} = Ri + L\frac{\partial i}{\partial t} \\ \frac{\partial i}{\partial z} = Gu + C\frac{\partial u}{\partial t} \end{cases} \quad (2.3)$$

(2.3) reprezintă un sistem de ecuații diferențiale cu derivate parțiale și coeficienți constanți cu necunoscutele $u(z,t)$ și $i(z,t)$, cunoscute în literatura de specialitate sub numele de „ecuațiile telegrafiștilor” (Weck, Klocke, Schell, & Rüenauver, 1997).

În regim permanent sinusoidal, tensiunea și curentul pot fi exprimate în complex sau complex simplificat:

$$\begin{cases} \underline{u} = \sqrt{2}Ue^{j\omega t} = \sqrt{2}Ue^{j(\omega t + \varphi_u)} \\ \underline{i} = \sqrt{2}Ie^{j\omega t} = \sqrt{2}Ie^{j(\omega t + \varphi_i)} \end{cases}$$

2.1.3. Parametrii secundari ai liniilor de transmisie

Propagarea semnalelor electrice prin linii este caracterizată de parametrii secundari ai acestora definiți în funcție de parametrii primari.

Aceștia sunt: impedanța caracteristică, Z_c și constanta de propagare, γ .

Impedanța caracteristică

Impedanța caracteristică este, în general, o mărime complexă, având expresia:

$$\underline{Z}_c = \sqrt{\frac{R+j\omega L}{G+j\omega C}} = |\underline{Z}_c|e^{j\varphi_c} \quad (2.13)$$

În (2.13)

$$\underline{Z}_c = \sqrt[4]{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{G^2 + \omega^2 C^2}} \quad (2.14)$$

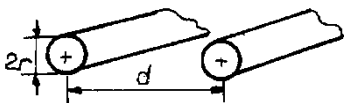

iar

$$\varphi_c = \frac{1}{2} \operatorname{atctg} \frac{\omega(LG - RC)}{RG + \omega^2 LC} \quad (2.15)$$

Pentru liniile utilizate la f.f.i sunt îndeplinite condițiile

$\omega L \gg R$ și $\omega C \gg G$, iar \underline{Z}_c reprezintă de fapt o rezistență: $Z_c \approx \sqrt{\frac{L}{C}}$, ceea ce înseamnă că la f.f.i. impedanța caracteristică depinde numai de construcția liniei, respectiv de dimensiuni și natura materialelor folosite. Relațiile de calcul pentru impedanța caracteristică a liniilor bifilare și coaxiale sunt date în tabelul 2.1, unde ϵ este permitivitatea relativă, iar λ este lungimea de undă.

Tabelul 2.1 Relațiile pentru impedanța caracteristică a liniilor bifilare și coaxiale

Parametru		
	Bifilar	Coaxial

Capacitate $\left[\frac{pF}{m}\right]$	$\frac{12,1\varepsilon}{\lg \frac{d}{r}}$	$\frac{24,1\varepsilon}{\lg \frac{r}{a}}$
Inductanță $\left[\frac{\mu H}{m}\right]$	$0,92 \lg \frac{d}{r}$	$0,46 \lg \frac{r}{a}$
Rezistență $\left[\frac{\Omega}{m}\right]$	$\frac{1,44}{r\sqrt{\lambda}}$	$\frac{0,72}{\sqrt{\lambda}} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{a}\right)$
Z_c	$\frac{276}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{d}{r}$	$\frac{138}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{r}{a}$

În figura 2.4 sunt reprezentate variațiile modulului și fazei impedanței caracteristice în funcție de ω , exprimate prin relațiile (2.14) și (2.15)

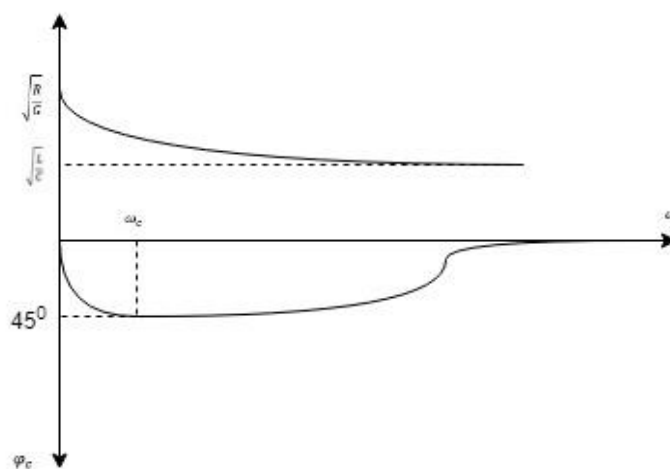


Figura 2.4 Variațiile modulului și fazei impedanței caracteristice funcție de frecvență

Din figura 2.4 se poate observa că pentru frecvențe foarte înalte (ω foarte mare), $\varphi \approx 0$, deci Z_c este o rezistență.

O interpretare electrică a impedanței caracteristice rezultă din relațiile (2.11):

$$\frac{U_d}{I_d} = -\frac{U_r}{I_r} = Z_c$$

Din relațiile (2.11), rezultă că pentru linia infinită ($z \rightarrow \infty$):

$$\underline{U} = \underline{U}_d \text{ și } \underline{I} = \underline{I}_d, \text{ iar}$$

$$Z_c = \frac{U}{I}$$

Liniiile de transmisie folosite în domeniul f.f.i au impedanța caracteristică de ordinul zecilor de Ω (50 Ω , 60 Ω , 75 Ω , 120 Ω , 300 Ω)
Constanta de propagare

2.1.4. Mărimi care caracterizează propagarea prin liniile de transmisie

Tensiunea și curentul în linie

Valorile instantanee ale mărimilor specifice liniei (tensiune și curent) rezultă considerând părțile reale ale lui \underline{U} și \underline{I} . Se obține:

$$u(z, t) = u_d(z, t) + u_r(z, t)$$

unde:

$$\begin{aligned} u_d(z, t) &= U_{dm} e^{\alpha_2 z} \cos(\omega t + \beta z + \Psi_d) \\ u_r(z, t) &= U_{dm} e^{-\alpha_2 z} \cos(\omega t - \beta z + \Psi_r) \end{aligned} \quad (2.20)$$

În mod analog:

$$i(z, t) = i_d(z, t) - i_r(z, t)$$

unde:

$$\begin{aligned} i_d(z, t) &= I_{dm} e^{\alpha_2 z} \cos(\omega t + \beta z + \varphi_d) \\ i_r(z, t) &= I_{rm} e^{-\alpha_2 z} \cos(\omega t - \beta z + \varphi_d) \end{aligned} \quad (2.21)$$

În figura 2.6 sunt reprezentate variațiile temporale și spațiale ale tensiunilor (directe și reflectate) fără a se lua în considerare faza inițială care este constantă și deci nu influențează caracterul legii de variație. Curbele continue reprezintă legea de variație (propagare) a tensiunii în lungul liniei la momentul $t=0$. După un scurt interval de timp Δt , tensiunea directă are valoarea $U_{dm} e^{\alpha_2 z} \cos(\omega \Delta t + \beta z)$. Tensiunea directă nu mai are valoarea maximă în origine ($z=0$) ci într-un punct O' unde $\omega \Delta t + \beta z = 0$ (adică $z = -\frac{\omega \Delta t}{\beta}$). Deci toate maximele și zerourile tensiunii se deplasează în sensul pozitiv al axei Oz . Tensiunea poate fi interpretată ca o undă variabilă în timp ce se deplasează spre capătul cu sarcina (unda directă) sau spre generator (unda reflectată).

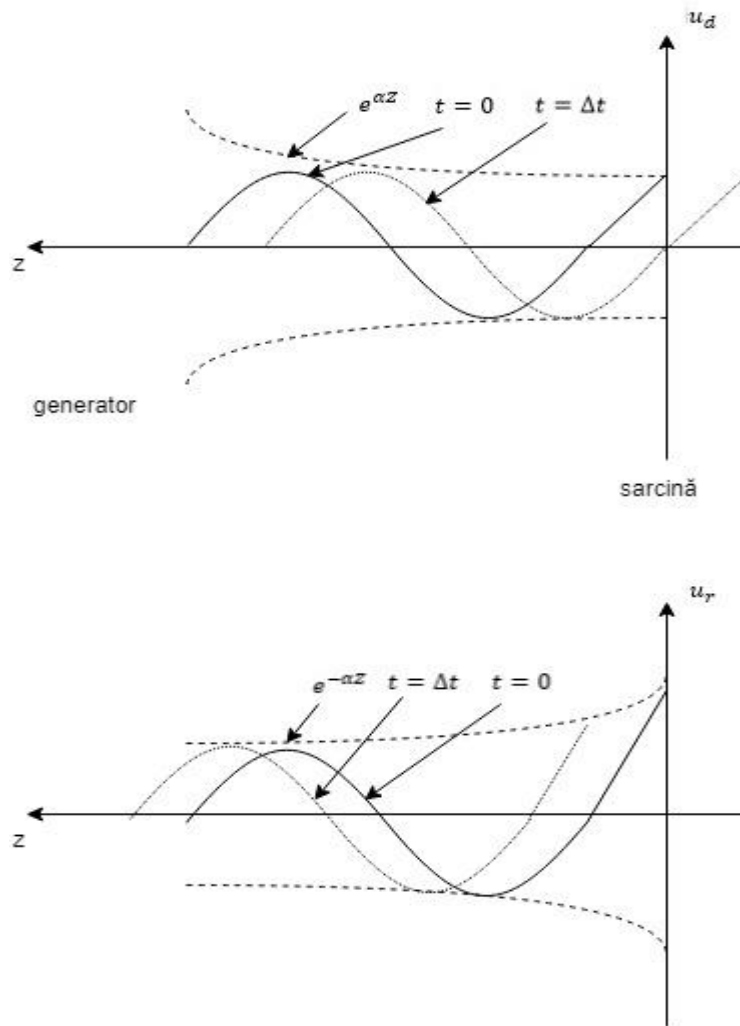


Figura 2.6. Reprezentarea lui u_d și u_r

Curentul care se exprimă printr-o lege asemănătoare se propagă pe linie în același mod. Punctele de maxim ale curentului coincid cu punctele de maxim ale tensiunii dacă $\varphi_d = \Psi_d$, respectiv $\varphi_r = \Psi_r$.

Propagarea pe liniile de transmisie poate fi studiată și din punctul de vedere al câmpului electromagnetic, întrucât tensiunea dintre conductoarele liniei dă naștere unui câmp electric, iar curentul din conductoare dă naștere unui câmp magnetic. Rezultă că prin aplicarea unei tensiuni electromotoare la intrarea liniei, în dielectricul dintre conductoare ia naștere un câmp electromagnetic care se deplasează de-a lungul liniei; propagarea energiei va avea loc după vectorul Poynting, adică pe direcție perpendiculară pe vectorii \vec{E} și \vec{H} .

Viteza de fază

În cazul general al propagării undelor electromagnetice se obțin pentru vectorii câmp electric, \vec{E} și câmp magnetic, \vec{H} , expresiile complexe:

$$\underline{E}_d = E_d(r)e^{j[\omega t - g(r)]}$$

$$\underline{H}_d = H_d(r)e^{j[\omega t - g(r)]}$$

pentru unda directă, unde $g(r)$ este o funcție scalară.

Suprafețele $\omega t - g(r) = ct$ se numesc *suprafețe de egală fază* sau *suprafețe de undă*.

Am arătat că unda directă în cazul propagării unui semnal pe o linie adaptată este:

$$u_d(z, t) = U_{dm} e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z + \varphi_d)$$

deosebită de relația (2.20) prin faptul că z a fost înlocuit cu $-z$ deoarece s-a considerat originea sistemului de coordonate la generator. Unda este reprezentată în figura 2.7.

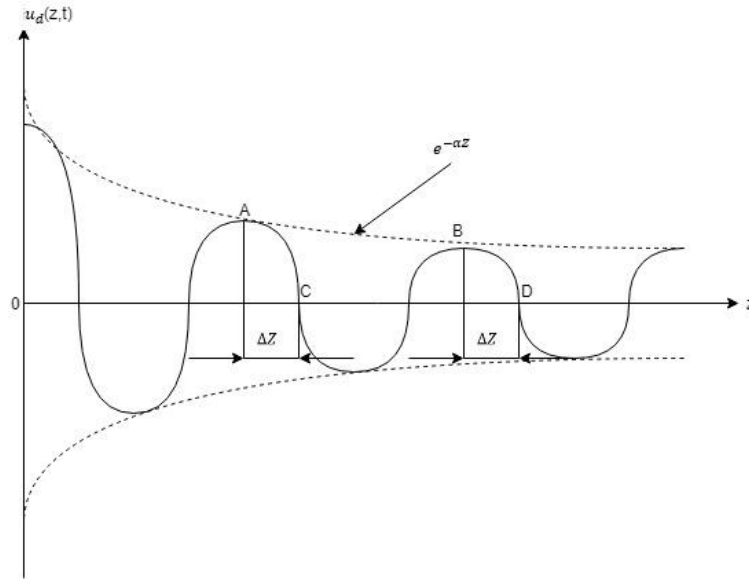


Figura 2.7. Reprezentarea lui $u_d(z, t)$

Punctele A și B sunt puncte de fază egală (tensiunea are aceeași fază); la fel punctele C și D. și așa mai departe.

Punctele de egală fază se deplasează de-a lungul axei z în timp. Pentru a găsi viteza de deplasare a acestor puncte (viteza de fază), punem condiția de fază egală, adică constantă:

$$\omega t - \beta z + \varphi_d = \text{constant}$$

Rezultă:

$$\omega - \beta \frac{dz}{dt} = \frac{\omega}{\beta} = V_f \quad (2.24)$$

2.1.5. Regimurile de propagare prin linii de transmisie

Regimurile de propagare prin linii de transmisie, în funcție de impedanța de sarcină, pot fi:

- regimul de unde progresive: $\underline{Z}_S = \underline{Z}_C$;
- regimul de unde staționare: $\underline{Z}_S = 0$; $\underline{Z}_S = \infty$; $\underline{Z}_S = \pm jX$;
- regimul mixt de propagare: $\underline{Z}_S = R_S \pm jX_S$.

Pentru început considerăm că linia nu are pierderi ($\alpha = 0$).

- Regimul de unde progresive

În expresiile generale (2.11) se înlocuiesc: $\gamma = j\beta$ și $Z_S = Z_C = \frac{U_S}{I_S}$, rezultând $\underline{U} = \underline{U}_S e^{j\beta z}$, $\underline{I} = \underline{I}_S e^{j\beta z}$.

Din aceste relații rezultă: $u(z, t) = U_{Sm} \cos(\omega t + \beta z + \varphi_S)$ și $i(z, t) = I_{Sm} \cos(\omega t + \beta z + \varphi_S)$

Cele două mărimi sunt reprezentate în figura 2.9.

Deoarece sarcina este pur rezistivă $\varphi_2 = \varphi_1 = 0$.

Unda se deplasează prin linie cu viteza luminii, astfel că, dacă ea este emisă continuu, în orice loc de pe linie tensiunea și curentul măsurat sunt constante.

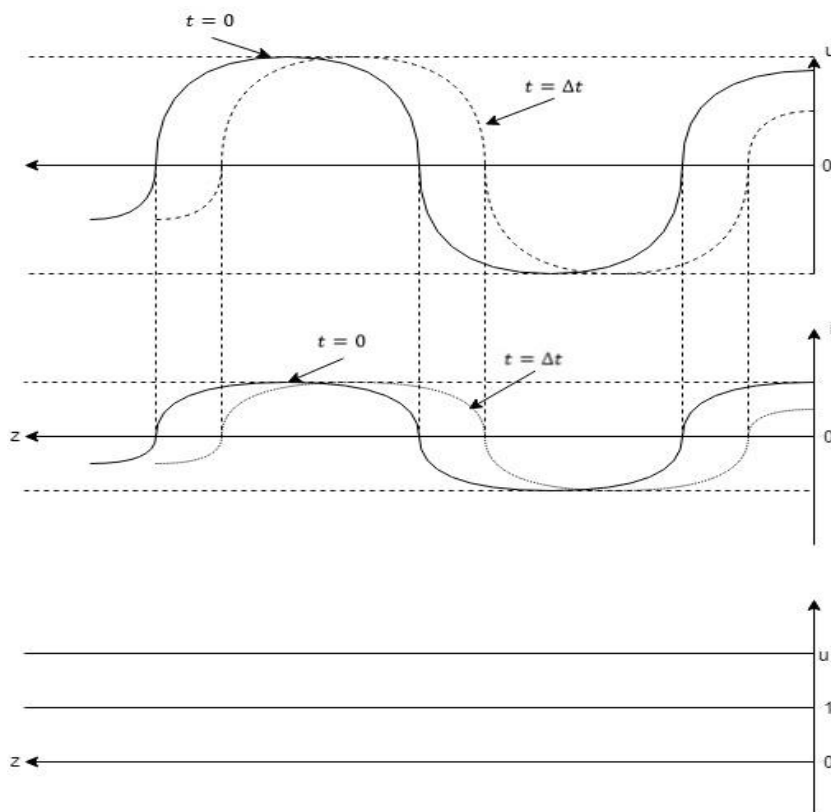


Figura 2.9. Tensiunea și curentul prin linie în regim de unde progresive.

b) Regimul de unde staționare

În acest regim pe linie există unde reflectate (tensiune și curent). Înlocuind în (2.11) valorile particulare ale lui Z_S pentru care reflexia este totală, se obțin relațiile ce exprimă variația tensiunii și curentului pe linie (Luchian, Moga, & Boboc, Computing Of Perfect Bayesian Equilibrium Involved In Radio-Jamming Warfare Based On Incomplete Information Dynamic Games With Known Chance p., 2019).

b.1) $Z_S = 0 \Rightarrow \underline{U}_S = 0$ rezultă $\underline{U} = I_S Z_C \frac{e^{\gamma z} - e^{-\gamma z}}{2}$

Linia considerată este fără pierderi, deci $\alpha = 0$ și $\gamma = j\beta$, rezultând:

$$\underline{U} = I_S Z_C \frac{e^{\gamma z} - e^{-\gamma z}}{2} = j I_S Z_C \sin \beta z \quad (2.30)$$

În mod similar, plecând de la relația curentului, se obține:

$$\underline{I} = I_S \cos \beta z \quad (2.31)$$

Pentru găsirea valorilor instantanee reale (cele de mai sus sunt valorile efective complexe) se introduc mărimile complexe ca funcții armonice de timp:

$$\underline{u} = \sqrt{2} \underline{U} e^{j\omega t}, \underline{i} = \sqrt{2} \underline{I} e^{j\omega t}$$

$$\underline{u} = j\sqrt{2} I_S Z_C \sin \beta z e^{j\omega t} = \sqrt{2} I_S e^{j\varphi_{I_S} Z_C \sin \beta z} e^{j(\omega t + \frac{\pi}{2})}$$

Dar $\varphi_{I_S} = 0$ deoarece este vorba de curentul din origine care este maxim, rezultând:

$$u = \sqrt{2} I_S Z_C \sin \beta z e^{j(\omega t + \frac{\pi}{2})}$$

În mod asemănător se obține $i(z, t) = \sqrt{2} I_S \cos \beta z \cos \omega t$.

Reprezentarea celor două mărimi este dată în figura 2.10.

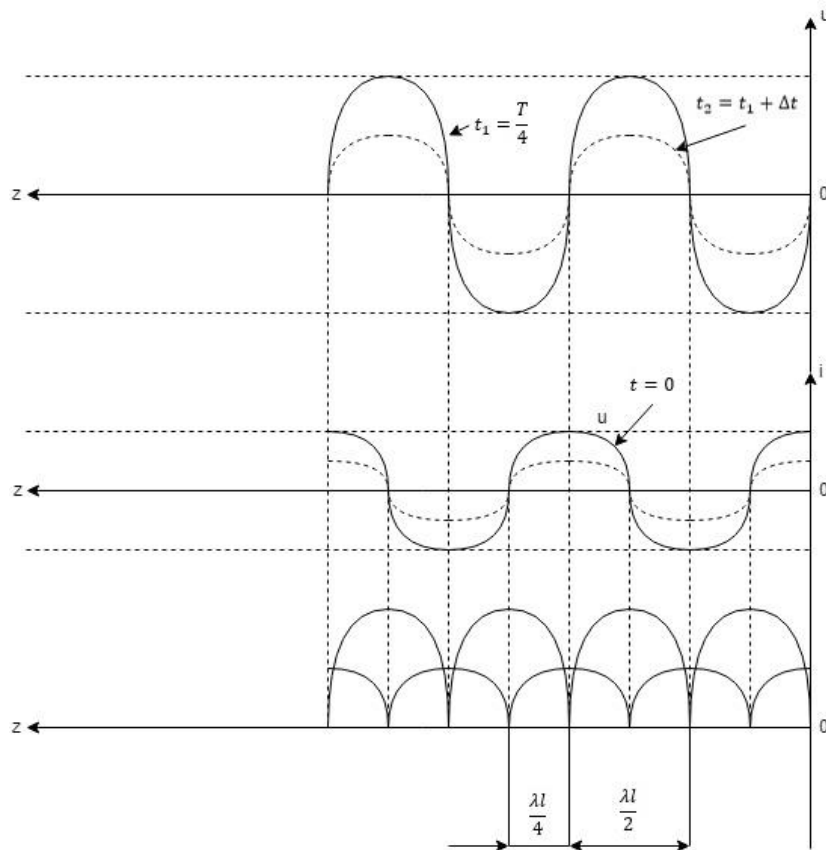


Figura 2.10. Tensiunea și curentul în linie în regim de unde staționare
Se observă că la $t_1 = \frac{T}{4}$ valoarea amplitudinii tensiunii este maximă.
Acest lucru se datorează faptului că: $\sin \omega t_1 = \sin \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} = \sin \frac{\pi}{2} = 1$.

2.2. I.S.D.N. (Integrated Services Digital Network)

2.2.1. Generalități

Ce este I.S.D.N.?

I.S.D.N. (Integrated Services Digital Network) reprezintă o rețea ce asigură servicii digitale integrate. Aceste servicii trebuie să respecte o normă internațională specifică rețelei de telefonie cu circuite în regim de comutație, fiind proiectat să asigure transmisia de voce / date printr-un banal cablu de cupru, rezultând astfel o îmbunătățire substanțială a calității și vitezei comparative cu cele oferite în sistemele clasice (analogice). În sens și mai larg I.S.D.N. este o colecție de protocoale folosite atât pentru realizarea conexiunilor telefonice, cât și pentru alte funcționalități complexe. Originea termenului vine din limba germană, „Integriertes Sprach-und Datennetz” („rețea integrată de voce și date”). Într-o videoconferință, I.S.D.N. se ocupă de toate aspectele acestora (voce, video și de transmisia de text) simultan. Rețeaua I.S.D.N. oferă utilizatorilor locali o gamă de servicii, precum telefonia fixă, videotelefonia, fax, transfer de date între calculatoarele rețelei cât și între rețeaua dată și internet. Este o tehnologie de acces care oferă utilizatorului semnalul în formă digitală cu viteza de bază de 64 kbit/s. În I.S.D.N. semnalele analogice sunt transformate în semnale digitale. Pentru conectarea I.S.D.N. se folosește, în general, rețeaua de acces pe linii de cupru existentă.

Componentele I.S.D.N.

Componentele unui sistem I.S.D.N., conforme standardelor United Nations' International Telecommunications Union (ITU) sunt:

- Canale I.S.D.N.
- Tipuri de acces
- Dispozitive/terminale
- Interfețe
- Protocoale

Canalele I.S.D.N.

Canalul reprezintă unitatea de bază a I.S.D.N..

Standardele I.S.D.N. definesc trei tipuri de canale:

- canale Bearer (canale B)
- canale Delta („Demand”) (canale D)
- canale de mare capacitate (High-capacity) (canale H)

Canalele B sunt folosite pentru transmisiile de date (pot include și voce).

Canalele D sunt folosite pentru semnalizare și control (dar nu este exclus să fie folosite și pentru date). Acest tip de canal nu este unul gol, el operând în conformitate cu un set de protocoale stratificate:

Q.921 (LAPD¹) pentru Data Link Layer² (Layer 2)

Q.931 pentru straturile superioare (Layers 3 și peste)

¹ Link Access Protocol - Channel D

² data link layer nivelul 2 al modelului OSI cu 7 nivele.

Canalul H este un canal special de mare viteză, destinat pentru date video color. Aceste canale nu sunt încă folosite la nivel comun.

Există 3 tipuri de canale H:

- H0 („H-zero”) - 384 Kbps
- H11 („H-one-one”) -1.536 Mbps
- H12 („H-one-two”)

Tipuri de acces

Generalități:

Există două tipuri de interfețe I.S.D.N.:

- Basic rate interface (BRI) – numit și Basic rate access (BRA) – constă în două canale de tip B, fiecare cu o bandă de 64 kbit/s, și un canal D cu o bandă de 16 kbit/s. Împreună aceste trei canale pot fi descrise de notația 2B+D.
- Primary rate interface (PRI) – numită și Primary rate access (PRA) – au un număr mai mare de canale de tip B precum și de un canal D cu o lățime a benzii de 64 kbit/s. Numărul de canale B dintr-un PRI variază de la țară la țară: în America de Nord și Japonia este de 23B+1D, cu o bandă însumată de 1.544 Mbit/s (T1); în Europa și Australia numărul de canale este de 30B+1D, având o bandă totală de 2.048 Mbit/s (E1) (DeWitt, et al., 1984).

Tipurile de acces la rețeaua I.S.D.N.

a). Accesul de bază BRA

Acest tip de acces implică structura 2B+D, adică se organizează 2 canale informaționale B a câte 64 kb/s fiecare și un canal de semnalizare D de 16 kb/s. Structura unei rețele locale I.S.D.N. cu acces BRA este prezentată în figura 2.14:

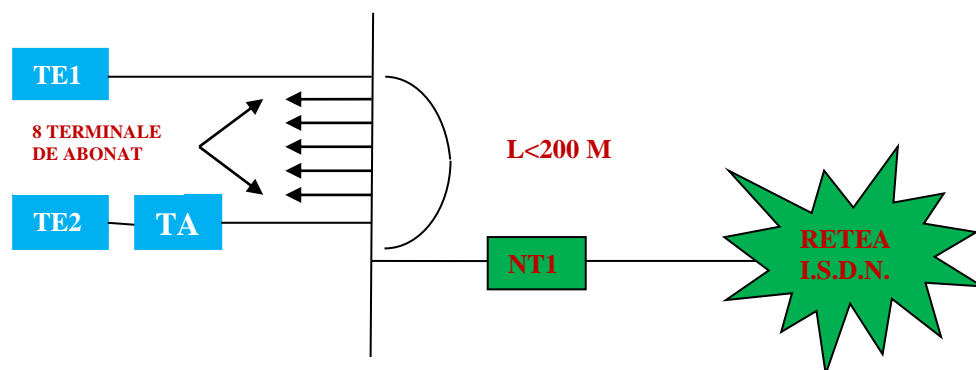


Figura 2.14. Accesul de bază BRA

În cazul accesului BRA, într-o rețea locală pot exista maximum 8 terminale de abonat TE (la care se referă orice calculator, telefon digital, telefon analogic, fax). În caz că există doar un singur TE, configurația se mai numește punct-la-punct, iar dacă sunt mai multe TE-uri, configurația se mai numește punct-la-multi-punct. Simultan

vor putea funcționa doar 2, deoarece sunt 2 canale informaționale B. Aparatele analogice mai necesită un convertor TA ce convertește semnalul analogic în digital.

Toate aceste terminale de abonat sunt unite după topologia magistrală la un terminal de rețea NT1. Terminalul de rețea îndeplinește funcții caracteristice nivelelor 1 și 2 după OSI. Aceste funcții sunt:

- 1) Convertirea semnalului digital în semnal liniar;
- 2) Formarea cadrelor de transmisiune;
- 2) Sincronizarea de bit și de cadru;
- 3) Activarea terminalelor de abonat;
- 4) Controlul accesului la canalul de semnalizare d;
- 5) Asigurarea legăturii fizice a terminalelor de abonat

cu rețeaua I.S.D.N..

În cazul configurației punct-la-multi-punct, distanța maxim admisibilă între terminalul de rețea și cel mai îndepărtat terminal de abonat este de 200-250 metri. În caz contrar, pot apărea coliziuni în lucrul rețelei. Doar dacă distanța dintre cel mai îndepărtat și cel mai apropiat TE este de până la 50 de metri, distanța dintre cel mai îndepărtat TE și NT1 poate fi de până la 500 metri. În caz că avem nevoie să unim la NT1 mai mult de 8 terminale de abonat, vom avea nevoie de un terminal de rețea NT2. El poate asigura toate funcțiile terminalului NT1 și suplimentar îndeplinește funcții de nivel 3, cum ar fi comutația apelurilor și semnalizarea de nivel 3. NT2 este de fapt o centrală telefonică privată PABX cu capacitate mică (de ordin sute de abonați). Configurația unei astfel de rețele este arătată mai jos:

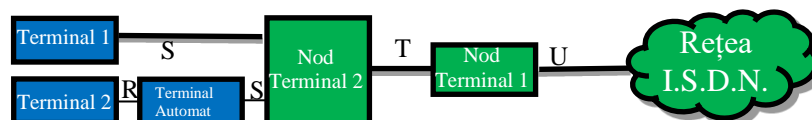


Figura 2.15. Accesul BRA utilizând terminalul de rețea NT2

Aici numărul maximal al abonaților depinde de capacitatea terminalului de rețea NT2. În figură se mai observă și interfețele accesului BRA. Acestea sunt: R - analogică pe 2 fire, S/T - digitală pe 4 fire (această interfață este standardizată și e la fel la toți producătorii), U - digitală pe 2 fire (ea nu e standardizată).

b). Accesul primar PRA

Acest tip de acces este bazat pe structura 30B+D, și conține 30 canale informaționale a câte 64 kb/s și un canal de semnalizare de 64 kb/s. Accesul PRA are ca suport fluxul E1 de 2 Mb/s, ce e format din 32 de canale a câte 64 kb/s. Al 32-lea canal are funcția de sincronizare. În cadrul acestui tip de acces există doar configurația punct-la-punct, ca în figura 2.16:

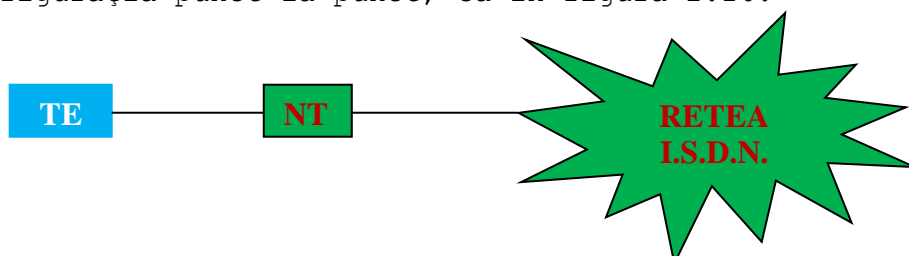


Figura 2.16. Accesul primar PRA

Pentru unirea mai multor TE este obligatorie folosirea unui NT2. Dacă mai multe canale informaționale sunt libere, atunci un TE poate folosi mai multe canale colocate pentru a avea o viteză sporită de transmitere a informației ce este un multiplu al vitezei de 64 kb/s. Acest lucru este specific și accesului BRA.

Accesul PRA mai e numit de bandă largă. Interfața PRI utilizează 4 tipuri de protocoale ce oferă diferite viteze, prezentate în tabelul 2.2:

Tabelul 2.2. Protocoalele accesului PRA

TIP CANAL	VITEZA TRANSMISIUNE	DE	DESTINAȚIA
H0	384 kbps		Semnale audio de calitate și transmisiune a datelor de viteză înaltă
H11	1536 kbps		Video conferințe, teleconferințe și transmisiune a datelor de viteză înaltă
H12	1920 kbps		Video conferințe, teleconferințe și transmisiune a datelor de viteză înaltă
H4	până la 150 Mbps		Televiziune de înaltă definiție (televiziune digitală), servicii audiovizuale interactive

Terminale I.S.D.N. (rețea digitală cu integrarea serviciilor)

i. Terminale telefonice I.S.D.N.

Serviciile de bază oferite de un terminal telefonic I.S.D.N. sunt:

- stabilirea unei comunicații bidirecționale printr-un canal de tip B. Semnalizarea între terminal și centrală se realizează prin canalul de smenalizare D;
- realizarea codării/decodării semnalului vocal;
- conversia electroacustică a semnalelor în dispozitivul de convorbire clasic, eventual completat cu amplificator la recepție și difuzor;
- alimentarea terminalului prin interfața S;

Serviciile complementare asigurate de un terminal telefonic I.S.D.N. pot fi:

- simplificarea utilizării terminalului prin:
 1. numerotare prescurtată
 2. reapelare la ultimul număr format
 3. apel direct
 4. redirecționare
- servicii de transfer conexiune, apel dublu;

- servicii pentru abonații absenți: răspuns automat, transmiterea unui mesaj înregistrat, înregistrarea unui mesaj de la apelant;
- obținerea de informații suplimentare: identitate apelant, informații de taxare a convorbirii curente, semnalizare utilizator-utilizator;
- asigurarea secretului identității apelantului, identificarea apelurilor injurioase, conferințe.

ii. Terminale multifuncționale I.S.D.N.

În realizarea terminalelor I.S.D.N. multifuncționale se au în vedere:

- asigurarea unui confort în timpul comunicației telefonice, prin introducerea serviciului „mâini libere”, numerotare prescurtată, repetarea automată a ultimului apel;
- asigurarea accesului la mai multe servicii: voce, date, conferințe etc.

Terminalul multifuncțional I.S.D.N. se conectează la rețea prin interfața S normalizată, pentru care au fost standardizate trei niveluri: 1, 2, 3. Organizarea internă a terminalului I.S.D.N. este prezentă în figura 2.17.

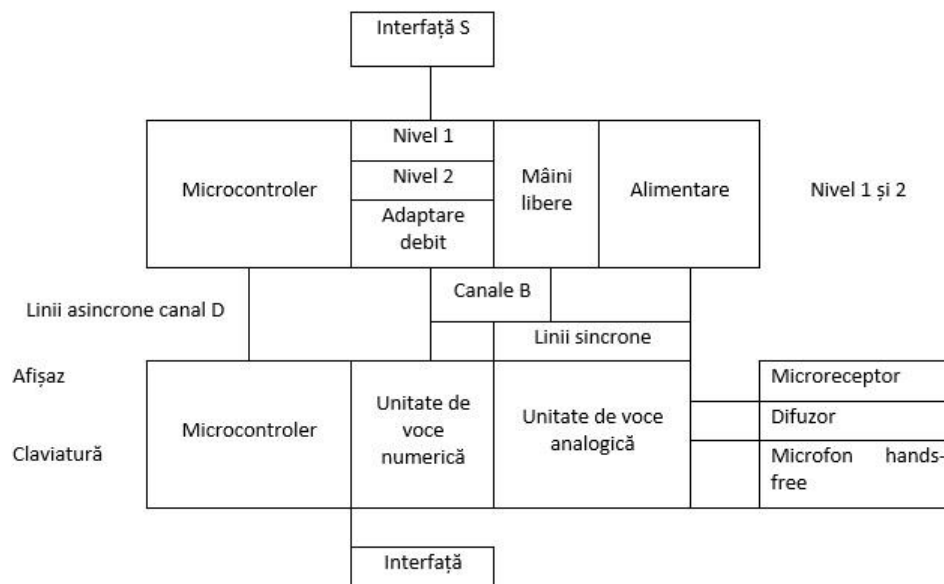


Figura 2.17. Organizarea internă a terminalului I.S.D.N.

Terminalul este conectat la linia I.S.D.N. pe patru fire și este telealimentat.

Nivelul 1 asigură adaptarea la interfața normalizată de tip S și este conectat la etajul superior din terminal prin linii digitale seriale.

Transformatorul este folosit pentru telealimentare și pentru generarea semnalului de linie ternar din interfața S.

Nivelul 2 realizează funcțiile nivelului de link de date și asigură controlul canalelor de comunicație B și al canalului de semnalizare D.

Adaptorul de debit constituie interfața între nivelul 3 și nivelul 2, pentru canalele de comunicație B.

iii. Terminal multimedia

Progresele recente în domeniul tehnicii numerice au condus la apariția pe piață, la prețuri abordabile, a calculatoarelor dotate cu interfețe de utilizator care permit acestora să poată trata nu numai texte, grafică, imagini fixe, ci în egală măsură și cu sunete și imagini. Rețeaua digitală cu integrarea serviciilor permite realizarea de comunicații audiovizuale și de date cu o calitate satisfăcătoare la costuri acceptabile. Multimedia este integrarea într-o unitate funcțională a informațiilor de tip text, grafică, audio și video. Terminalele multimedia (TMM) pot fi folosite în: comerț, controlul producției, învățământ, formare profesională, medicină etc.

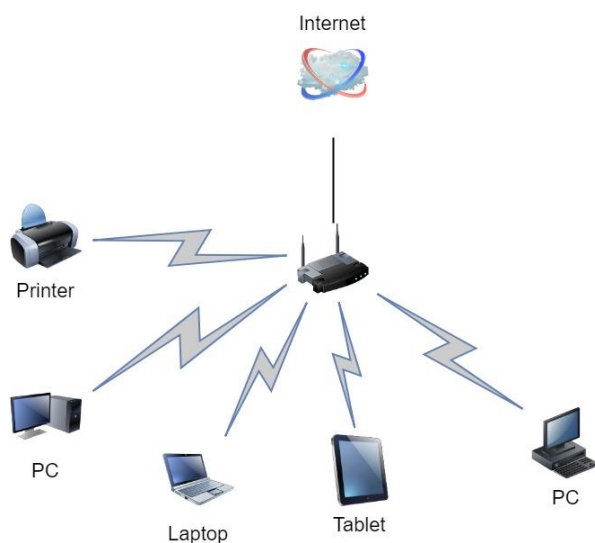


Figura 2.19. Terminal multimedia

Terminalul multimedia, prezentat în figura 2.19, este conectat la linia I.S.D.N. și include un post telefonic, racordat printr-o interfață de linie la un calculator. Calculatorul este echipat cu unități de bază (procesor, memorie), accesorii curente (tastatură, controler VGA, HDD, interfețe de intrare/ieșire serie și paralel) și extensii multimedia (interfața de linie care se conectează la adaptorul de linie din postul de comunicație, sistem audio, codec audio, codec video etc.) (Kulak & Kahraman, 2005).

Software-ul TMM conține unități de bază ale calculatoarelor (sistem de operare, software de gestiune, interfețe ale programelor aplicație, biblioteci de legături dinamice și aplicații) și extensii multimedia. TMM dispune de interfețe software de aplicații telefonice și interfețe speciale pentru gestiune codecuri audio și video, interfețe de adaptare la diferite rețele de telecomunicații și la rețeaua locală de calculatoare. Fluxurile de date de comunicații sunt tratate de extensiile multimedia ale calculatorului. În funcție de cerințe se poate realiza o procesare numerică a semnalelor pentru compresia sau decompresia informațiilor audio și video, telecopiere.

iv. Interfețe I.S.D.N. - Puncte de Referință Standard

Un set de puncte de referință sunt definite în standardul I.S.D.N. pentru a descrie anumite puncte dintre telco și echipamentul terminal I.S.D.N. al utilizatorului (figura 2.20).

- *R* - definește punctul dintre un echipament ne-I.S.D.N. și terminal adaptor (TA) care are rolul de translator dinspre și înspre un astfel de dispozitiv.
- *S* - definește punctul dintre un echipament I.S.D.N. (sau TA) și o terminație de rețea de tip 2 (*NT-2*).
- *T* - definește punctul dintre un echipament *NT-2* și unul *NT-1*
- *U* - definește punctul dintre un echipament *NT-1* și switch-ul telco.

Majoritatea dispozitivelor *NT-1* înglobează și funcții *NT-2*, astfel punctele de referință *S* și *T* sunt în general înglobate într-un singur punct de referință numit *S/T*. În America de nord, dispozitivul *NT-1* este considerat echipament al clientului final și întreținerea sa îi revine acestuia. Prin urmare, serviciul oferit clientului este interfața *U*. În alte locuri, dispozitivul *NT-1* este întreținut de către operatorul telefonic, și serviciul oferit este interfața *S/T*.

v. Interfețe utilizator-rețea I.S.D.N.

Caracteristica principală a I.S.D.N. este asigurarea unui suport pentru o gamă largă de servicii, vocale și nevocale, asigurând conectare digitală între terminale digitale. Pentru integrarea serviciilor a fost prevăzut un set limitat de interfețe utilizator-rețea I.S.D.N..

v.1. I.S.D.N. trebuie să dispună de interfețe pentru acces la:

- terminal simplu I.S.D.N.;
- terminal multiplu I.S.D.N.;
- rețele private, care pot fi PABX sau rețele locale;
- centre de procesare informații sau de memorare;
- rețele dedicate;
- alte rețele (inclusiv I.S.D.N.).

v.2. Interfața utilizator-rețea trebuie să asigure:

- acces la diferite tipuri de terminale;
- portabilitatea terminalelor.

v.3. Interfețele utilizator-rețea sunt specificate printr-un set de caracteristici care includ:

- caracteristici fizice și electromagnetice;
- structuri de canale și capacitate de acces;
- protocoale utilizator-rețea;
- caracteristici de exploatare și întreținere;
- caracteristici de performanță;

- caracteristicile serviciului.

v.4. Configurații de referință

Configurațiile de referință pentru interfețele utilizator-rețea I.S.D.N. definesc punctele de referință și blocurile funcționale care pot apărea între punctele de referință.

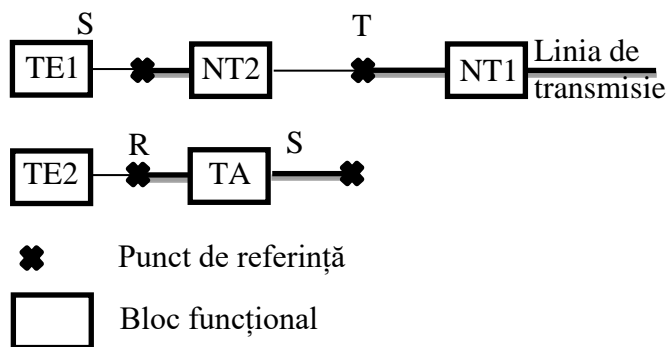


Figura 2.20. Configurații de referință pentru interfețe utilizator-rețea I.S.D.N.

Configurația de referință din figura 2.20 corespunde unui echipament

2.2.2. Transmiterea semnalelor (Signaling) în rețelele I.S.D.N.

Mesajele de transmis sunt transferate între utilizator și rețea în pachete de informații în interiorul **canalului D**, folosind un protocol de acces la link pe canal D-LAP-D. Fiecare cadru este identificat prin flag-urile de start și stop și conține un câmp de adresă, un câmp de control, un câmp de informație și o secvență de verificare a cadrului FCS (figura 2.24).



Figura 2.24. Structura unui cadru din cadrul canalului D

Aceste câmpuri au următoarea semnificație:

- Flagurile(fanion)-permit realizarea sincronizării de cadru (01111110) (p/u delimitare);
- Câmpul de adresă-identifică destinatarul (proces terminal la care este dirijat mesajul);
- Câmpul de control-identifică tipul cadrului și asigură salvarea cadrelor într-o secvență coerentă. El controlează retransmiterea cadrelor cu erori;
- Câmpul de informație-conține mesajul curent: semnalizare sau date de utilizator;
- FCS - conține un cod polinomial care permite detecția erorilor.

Câmpul de adresă are structura:

SAPI	C/R EA(0)
TEI	EA(1)

Biții EA - indică prezența extensiei câmpului de adrese, valoarea zero - indică prelungire,

valoarea 1 - sfârșitul câmpului de adrese.

C/R (comandă/răspuns) - utilizat pentru a indica dacă mesajul este o comandă sau un răspuns.

Câmpul SAPI - are lungimea de 6 biți și indică punctul de acces la servicii. Domeniul de valori SAPI este distribuit după destinație, standardul prevede următoarea utilizare a câmpului SAPI.

Identificator a punctului de acces la servicii(SAPI)

SAPI	Servicii
0	Proceduri de dirijare cu conexiune
1	Transmisiunea pachetelor cu utilizarea stand. Q93
16	Transmisiunea cu comutația pachetelor
32-44	Rezervă p/u utilizări naționale
63	Management
Celelalte	Rezervă p/u utilizare în viitor

TEI - are lungimea de 7 biți și este utilizat pentru a indica adresa terminalului, valorile

Identificator al terminalului destinație (TEI)

TEI	Tipul terminalului
0...63	Valorile adreselor TEI notate
64...126	Valorile adresei TEI obținute în regim automat
127	Transmisie

de control prin intermediul LAP-D poate fi transmisă și informație de semnalizare de nivel 2. În cazul când se transmit informații de nivel 2 câmpul de control este utilizat pentru indicarea tipului mesajului de semnalizare, iar numerotarea cadrelor nu este posibilă. Din acest considerent aceste cadre sunt numite nenumerotate. Cadrele nenumerotate asigură începutul și sfârșitul procesului de oferire a serviciilor pe canalul dat.

În cazul unui **cadru informațional** la transmisiunea câmpului N(S)- numărul la transmisiune a cadrelor va fi de la 0-127. La recepție este utilizat numărul N(R)-utilizat pentru indicarea în sens invers că cadrul informațional recepționat anterior a fost fără erori. Bitul P indică cerea transmisiunii cadrului cu numărul N(R) dat. Cadrul de răspuns conține în loc de bitul P, bitul F care indică răspunsul la această cerere.

Cadrul de control conține în componența câmpului de control:

- 2 biți S- existența cadrului de control;
- biții X- indică tipul cadrului de control;
- N(R) și P au aceeași utilizare ca și în cazul anterior.

2.2.3 Protocoale I.S.D.N.

LAPD (Link Access Protocol for D channel)

Protocolul de acces pe canal I.S.D.N. de tip D, LAPD este un protocol de nivel OSI 2 și este descris în recomandarea ITU-T Q.921. LAPD este utilizat în procesul de comunicație dintre TE și NT, pe nivelul legăturii de date, pentru:

- adresare;
- controlul fluxului;
- detecția erorilor de transmisie.

LAPD admite stabilirea de conexiuni logice multiple pe același canal de tip D, între echipamente de rețea de nivel OSI 3. LAPD dispune de un modul propriu de management a conexiunilor realizate la nivelul interfețelor BRI, pentru gestionarea identificatorilor de terminal (TEI). Din considerente de compatibilitate cu alte rețele I.S.D.N., acest modul funcționează și în cazul interfețelor PRI deși acestea nu permit accesul multiplu. LAPD asigură controlul apelurilor efectuate pe linie, în faza de inițiere și de încheiere a acestora, conform recomandării ITU-T Q.931 (*Q.931 Call Control*). De aceea, pe canalul D există spațiu suficient și pentru transferul unor pachete de date conform standardelor Q.931 (*Q.931 Packet Mode*) sau X.25 (*X.25 Packet Mode*) [13]. LAPD se configurează pentru fiecare interfață BRI sau PRI, specificându-se modul de operare pe canalul D, la nivelul de rețea, prin identificatorul de serviciu (SAPI - *Service Access Point Identifier*) (Tabel 2.4).

Tabel 2.4 Valori SAPI tipice

SAPI	Mod de operare
0	Controlul apelului conform Q.931
1	Transfer de pachete conform Q.931
16	Transfer de pachete conform X.25
63	Management LAPD

AODI (Always On / Demand I.S.D.N.)

Serviciul de rețea AODI realizează o conexiune permanentă între furnizorul de servicii Internet (ISP - *Internet Service Provider*) și utilizatorul unei rețele I.S.D.N., cu transmisie de pachete pe canalul I.S.D.N. de tip D, conform standardului X.25. Serviciul AODI nu reprezintă un protocol distinct, ci oferă o bandă de transmisie de lățime relativ mică dar și cu costuri reduse, pentru servicii de poștă-electronică, transmisii de știri în rețea și altele, eventual navigare în *WWW* cu creștere a benzii prin utilizarea de conexiuni pe canale B I.S.D.N., cu circuite de comutare.

Componentele oferite de serviciul AODI sunt următoarele:

- transfer de pachete în mod X.25 pe canal D I.S.D.N., prin conexiuni de tip 'legătură de date' (DLC - *Data Link Connection*);
- serviciu X.25 pentru protocoalele de pe nivelele OSI superioare, prin conexiuni PPP (MIOX - *Multiprotocol Interconnect Over X.25*);
- suport pentru conexiuni PPP multiple, pe canale B și D I.S.D.N., grupate logic într-o singură legătură PPP multiplă (PPP *Multilink Bundle*) care permite creșterea benzii disponibile pe o interfață PPP prin aplicarea protocolului de alocare a benzii (BAP - *Band Allocation Protocol*).

Interconectarea unei rețele I.S.D.N. cu o rețea TCP/IP prin intermediul serviciului AODI impune dubla identificare a fiecărui echipament (router al utilizatorului sau al ISP), atât ca adresă IP, cât și din punct de vedere la rețelei I.S.D.N., printr-un număr I.S.D.N. alocat ISP respectiv un identificator de utilizator (TEI).

2.3. Considerații privind fault-detection

2.3.1. Introducere în fault detection

Într-un sistem care are în componența sa mai multe subsisteme de back-up, putem dezvolta un algoritm simplu care să detecteze cu ușurință erorile „moderate” care apar. Implementând un algoritm de detecție mai complex care va supraveghea dinamica sistemului vom putea reduce cheltuielile necesare pentru echipamente hardware, astfel reducând costurile utilizând echipamente mai eficiente. Este de dorit să existe un sistem care va prelua capabilitățile și structurile sistemelor existente.

Acest domeniu nu este unul mai vechi în comparație cu alte arii a ingineriei. Prima observație a fost făcută de către Willsky în 1976, a doua de către Isermann în 1984 și apoi au urmat Gertler în 1988 și Frank în 1990. Domeniul este foarte vast deoarece există o gamă largă de tehnici ce pot fi utilizate.

După terminologia generală din acest domeniu, un algoritm de detecție și diagnoză a unei erori de sistem este alcătuit din următorii pași:

- 1) Alarmă: ceva nu funcționează bine la sistem;
- 2) Izolarea erorii: determină exact locația erorii și dacă este necesar scoate din uz elementul nefuncțional pentru a putea prelua controlul;
- 3) Identificarea nivelului de avarie: magnitudinea erorii.

Deși majoritatea erorilor detectate pot fi rezolvate cu framework-ul logic Boolean, identificarea necesită estimări suplimentare. Pentru a reduce sarcina de identificare a erorilor, am clasificat erorile într-un subsistem offline suplimentar.

Aceste erori sunt împărțite în patru grupe majore:

- a. Erori la nivelul senzorilor
 - b. Erori la pornirea subsistemelor
 - c. Erori la nivelul actuatorilor și suprafețelor de control
 - d. Erori care provoacă modificări la sistemul dinamic.
- a. Erori la nivelul senzorilor

Reconfigurarea datelor de control în zbor

Cercetarea în domeniul toleranței erorilor în control (fault-tolerant control) este o problemă de actualitate care atrage mulți cercetători. Soluțiile acestora au fost împărțite în două categorii:

- a) Pasive
- b) Active

- a) La metoda pasivă aeronava continuă să opereze cu același controler, eficiența schemei fiind determinată de un grad ridicat de robustețe
- b) La metoda activă este implicat controlul online după ce este detectată eroarea sau este introdus altă lege a controlului

Domeniul activ al toleranței erorilor în control (fault-tolerant control) este compus din două subsisteme de bază:

- 1) Detectarea și izolarea erorilor (Fault detection and isolation - FDI) sau identificarea sistemului;
- 2) Reconfigurarea controlului.

Un design automat pentru sistemul de control (metoda activă)

În acest design analizăm reconfigurarea controlului în situația în care aeronava are una sau mai multe erori ale controlului. Acest caz a apărut din cauza mai multor incidente aviatice:

- Zborul aeronavei Delta L1011 - 1978 McMahan;
- Zborul aeronavei DC 10 la Chicago - 1979;
- Accidentul aviatic de la Montoya - 1982;
- Accidentul aviatic de la Howell - 1983.

Odată cu îmbunătățirea performanțelor aeronavei crește potențialul erorilor neanticipate și scade stabilitatea acestora din cauza eficienței și manevrabilității. Deși piloții pot fi antrenați pentru a anticipa anumite erori, aceștia nu pot reacționa corect și în timp util la toate erorile posibile.

Scopul unui control robust este de a soluționa urgența cu care se confruntă un pilot, automat și în timp real. Controlul robust (figura 2.26) poate soluționa erori neanticipate, existând doar unele excepții în care avionul nu poate fi salvat:

- Oprirea motorului;
- Căderea aripilor.

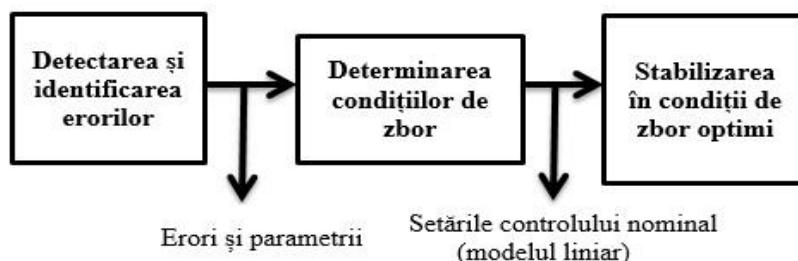


Figura 2.26 Designul unui sistem robust de control

În primul bloc folosim algoritmul de detecție și identificare (FDI) pentru a detecta suprafețele și parametrii ce conțin erori. Aceste informații sunt utilizate pentru a determina condițiile de zbor sau punctul de operare al aeronavei. În cel de-al treilea bloc triem și stabilizăm aeronava la modelul liniar adecvat, în condiții specifice de zbor.

Obiectivul este unul simplu, un design automat pentru controlul restructurat. Această procedură se bazează pe modele liniar-pătratică (liniar quadratic - LQ) optime. Stabilizarea trebuie realizată în limita lăţimii de bandă a canalului de comunicaţie al aeronavei. Controlul suprafeţei cu erori este redistribuit la celelalte suprafeţe.

Procedura design-ului automat pentru sistemul de control (metoda activă)

Scopul acestui subcapitol este de a formula şi de a rezolva o problemă, acesta fiind baza unei proceduri a design-ului automat. Primul criteriu care va fi supus testării va fi maximizarea sistemului de revenire (feedback sistem), care va constrânge sistemul lăţimii de bandă. Egalitatea Kalman este folosită pentru a determina beneficiile rezultate dintr-un design LQ şi pentru a formula o aproximare a limitărilor lăţimii de bandă pentru sistemul de control.

2.3.2 Arhitectura unui sistem FDI, sistemul FDI nelinier şi tipurile de celule folosite la filtrare în aviaţie

În acest subcapitol, sunt scoase în evidenţă trei limitări principale ale punerii în aplicare a metodei clasice MMAE (Mechanical, Materials and Aerospace Engineering) pentru a izola defectele bazate pe ipotezele predefinite. Prima limitare se referă la un număr de filtre ce trebuie proiectate pentru a mări mulţimea de posibile scenarii de avarie. Acestea trebuie limitate din cauza sarcinii de calcul. A doua limitare apare atunci când un dispozitiv de acţionare se blochează într-o poziţie diferită de zero arbitrar, polarizând rezidurile filtrelor Kalman, ceea ce duce la depistarea erorilor şi estimarea de stare. Cele mai multe implementări ale unei metode MMAE funcţionează eficient doar în condiţii de operare bine predefinite.

Acest capitol, prezintă un sistem non-liniar de acţionare FDI, care funcţionează pe tot sistemul unei aeronave. Se pot controla defectarea actuatorului sau a eleronului şi blocajele la unghiuri fixe. Prin utilizarea semnalelor auxiliare de excitaţie poate fi îmbunătăţită energia sistemului FDI. Acest sistem FDI este capabil să controleze două eşecuri de manevrare simultană, fără o creştere a sarcinilor de calcul. Sistemul nelinier a fost demonstrat complet într-o simulare la un model de avion, aflat în condiţii meteo moderate până la condiţii meteo severe.

Noile generaţii de vehicule aeriene fără pilot, va fi concepute pentru a realiza o misiune, în condiţii de maximă siguranţă şi securitate, dar şi cu creşterea eficienţei.

Viitoarele UAV-uri vor avea algoritmi capabili să monitorizeze starea aeronavelor şi să ia măsurile necesare. Sistemele de control cu toleranţă la erori ale vehiculelor aeriene fără pilot de dimensiuni reduse şi low-cost nu ar trebui să mărească numărul de dispozitive de acţionare sau senzori pentru a asigura exploatarea cât mai sigură a spaţiului. Acest capitol descrie un sistem de calcul şi arhitectura unui FDI (figura 2.27) on-line eficient, nelinier care monitorizează starea elementelor de acţionare, fără a necesita senzori pentru a măsura reflectia suprafeţelor de control [40].

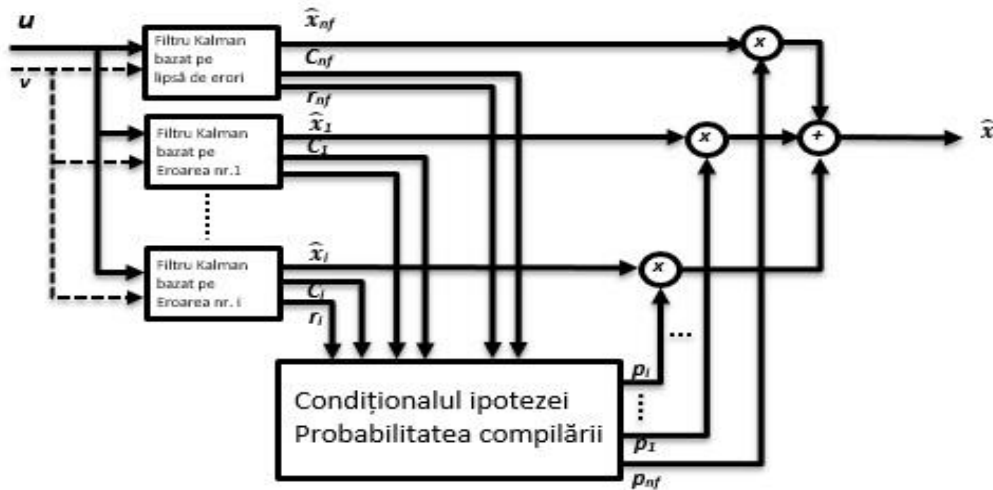


Figura 2.27. Schema clasică a unui MMAE

Utilizarea schemelor MMAE în arhitectura sistemelor FDI

Pentru a detecta și a izola mecanismul de acțiune sau erorile senzorialilor se poate folosi metoda MMAE [1] așa cum este prezentată în figura 2.27.

Această metodă se bazează pe o bancă de filtre Kalman, ce rulează în paralel, fiecare fiind potrivit unei anumite defecțiuni a sistemului. Un algoritm pentru testarea ipotezelor utilizează reziduurile de la fiecare filtru Kalman pentru a atribui o probabilitate condiționată fiecărei ipoteze. Se poate observa că sarcina de calcul este destul de intensă. Prin urmare, folosirea on-line a acestei metode a fost imposibilă pentru un timp îndelungat.

- Celule cu reacție multiplă sau celule Rauch

Funcția de transfer:

$$H(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)}$$

Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5 - sunt admitanțe ale circuitului;

$$H(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{Y_3(s) \cdot Y_1(s)}{Y_5(s) \cdot [Y_1(s) + Y_2(s) + Y_3(s) + Y_4(s)] + Y_3(s) \cdot Y_4(s)} \quad (2.81)$$

Scheme celulelor de tip Rauch care implementează caracteristicile de filtrare împreună cu parametrii corespunzători acestor celule (T., 1999) (Collaboration between MIT, 2016):

Schema unui FTJ (filtru trece jos) de ordinul 2 implementat cu celulă de tip Rauch și formele de undă ale semnalului de intrare și de ieșire sunt prezentate în figura 2.30.

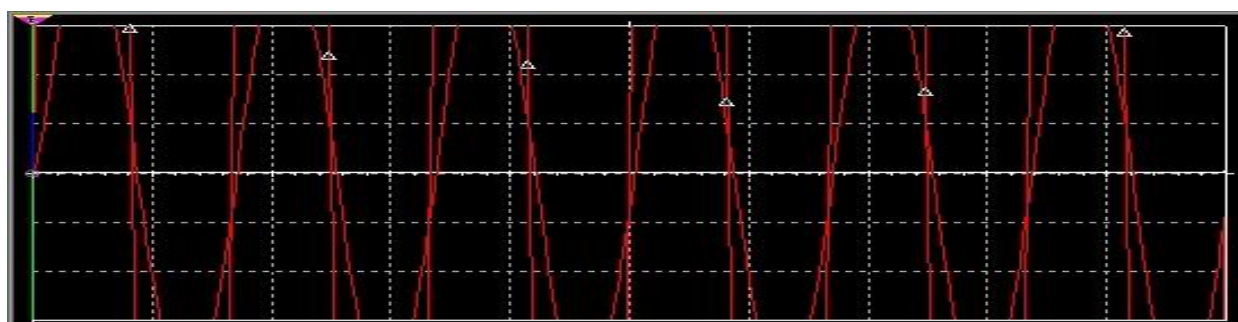
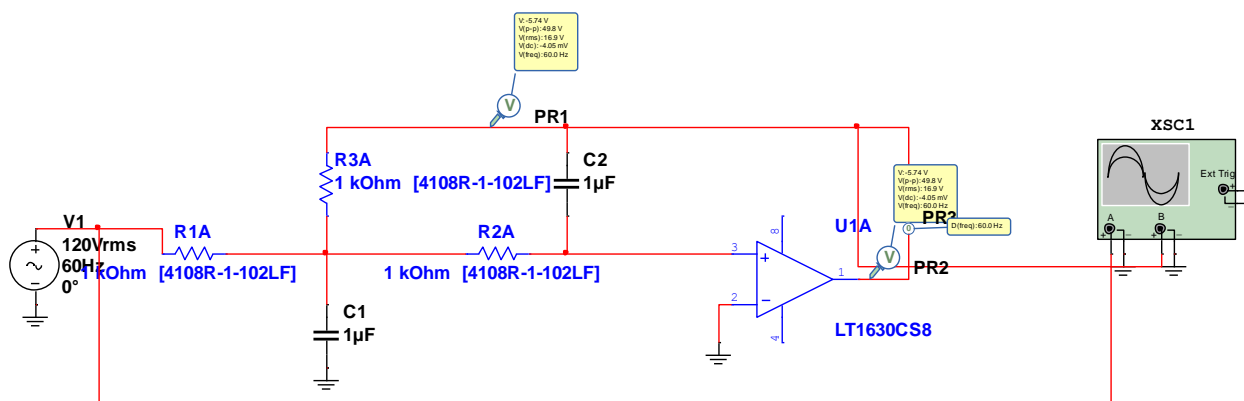


Figura 2.30. Schema unei celule de filtrare trece jos de ordinul doi de tip Rauch

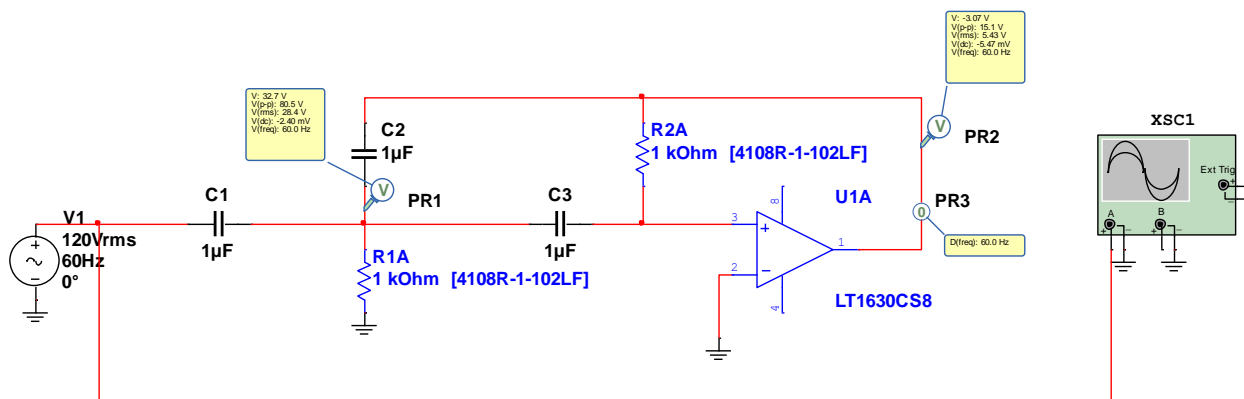
Dacă se realizează echivalările:

$$Y_1(s) = \frac{1}{R_1}; Y_2(s) = s \cdot C_2; Y_3(s) = \frac{1}{R_3}; Y_4(s) = \frac{1}{R_4}; Y_5(s) = s \cdot C_5$$

Parametrii acestui celule sunt următorii:

$$A = -\frac{R_4}{R_1}; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_2 \cdot C_5 \cdot R_3 \cdot R_4}}; \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{C_5 \cdot R_3 \cdot R_4 \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right)}{\sqrt{C_2 \cdot C_5 \cdot R_3 \cdot R_4}} \quad (2.82)$$

FTS (filtru trece sus) de ordinul 2 implementat cu celulă de tip Rauch și formele de undă ale semnalului de intrare și de ieșire sunt prezentate în figura 2.31:



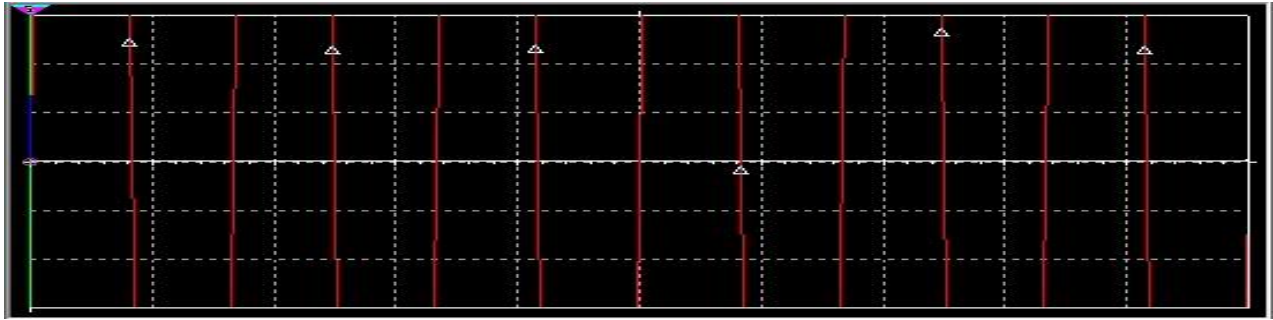


Figura 2.31. Schema unei celule de filtrare trece sus de ordinul doi de tip Rauch

Dacă se realizează echivalările:

$$Y_1(s) = s \cdot C_1; Y_2(s) = \frac{1}{R_2}; Y_3(s) = s \cdot C_3; Y_4(s) = s \cdot C_4; Y_5(s) = \frac{1}{R_5};$$

Parametrii acestei celule sunt:

$$A = -\frac{C_4}{C_1}; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_2 \cdot C_4 \cdot R_2 \cdot R_5}}; \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_2 \cdot (C_1 + C_3 + C_4)}{\sqrt{C_3 \cdot C_4 \cdot R_2 \cdot R_5}} = \frac{R_2}{2} \cdot \omega \quad (2.83)$$

FTB (filtru trece bandă) de ordinul 2 implementat cu celulă de tip Rauch și formele de undă ale semnalului de intrare și de ieșire sunt prezentate în figura 2.32:

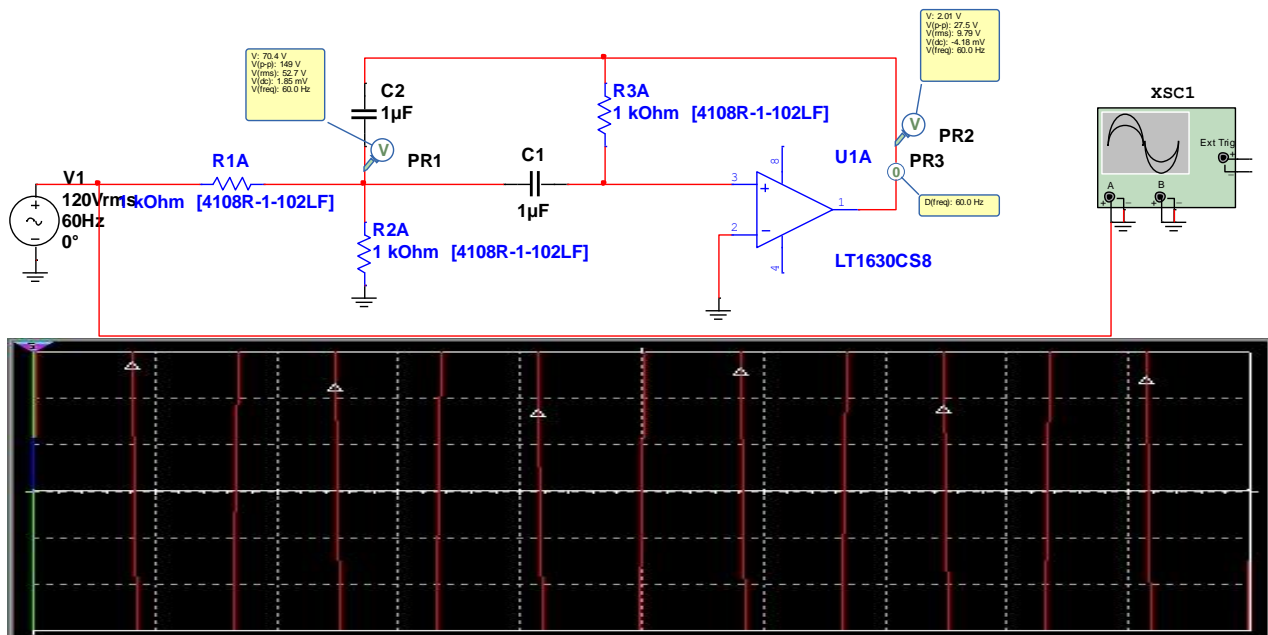


Figura 2.32. Schema unei celule de filtrare trece bandă de ordinul doi de tip Rauch:

Dacă se realizează echivalările:

$$Y_1(s) = \frac{1}{R_1}; Y_2(s) = \frac{1}{R_2}; Y_3(s) = s \cdot C_3; Y_4(s) = s \cdot C_4; Y_5(s) = \frac{1}{R_5}; \quad (2.84)$$

Parametrii acestei celule sunt:

$$A = -\frac{R_5}{R_1} \cdot \frac{C_3}{C_3 + C_4}; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_2 \cdot C_4 \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}}; \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot (C_3 + C_4)}{\sqrt{C_3 \cdot C_4 \cdot R_5 \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}}; \quad (2.85)$$

Lărgimea de bandă definită de la o atenuare de 3dB este dată de relația:

$$\Delta\omega = 2\xi \cdot \omega_0 = \frac{C_3 + C_4}{R_3 \cdot C_3 \cdot C_4} \quad (2.86)$$

- Celule cu sursă controlată sau celule Sallen-Key

Schema de principiu a acestei realizată cu amplificator operațional este cea din figura 2.33. Este în esență o structură neinvertoare cu o reacție negativă și una pozitivă selectivă în frecvență, reacția pozitivă fiind mai slabă decât cea negativă. Într-o altă interpretare avem un amplificator cu câștig finit, K (sursă controlată) în jurul căruia se realizează o buclă de reacție selectivă în frecvență, astfel încât structura obținută să fie stabilă.

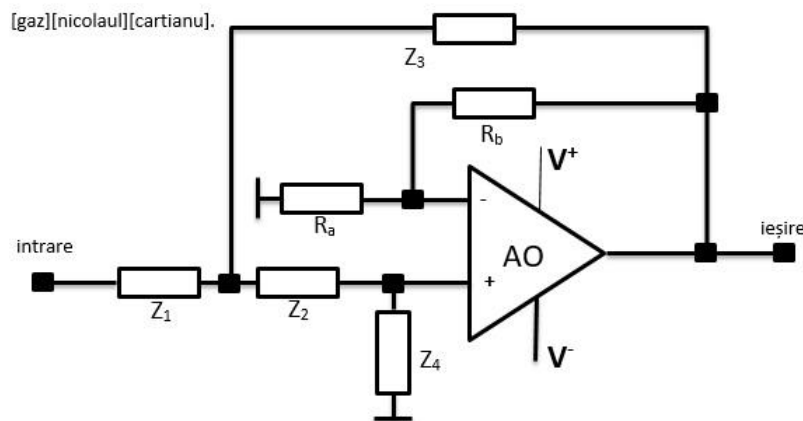


Figura 2.33. Schema de principiu a unei celule de filtrare de ordin doi tip Sallen-Key

Funcția de transfer

$$H(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)}$$

în funcție de impedanțele $Z_1 - Z_5$ din circuit este dată de relația:

$$H(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)} = K \cdot \frac{Z_3(s) \cdot Z_4(s)}{Z_1(s) \cdot [Z_2(s) + (1-K) \cdot Z_4(s)] + Z_3(s) \cdot [Z_1(s) + Z_2(s) + Z_4(s)]} \quad (2.87)$$

$$K = 1 + \frac{R_b}{R_a} \quad (2.88)$$

În continuare se prezintă schemele celulelor de tip Sallen-Key care implementează principalele caracteristici de filtrare, împreună cu parametrii corespunzători acestor celule:

- Filtru trece jos de ordinul doi implementat cu celulă de tip Sallen-Key și formele de undă ale semnalului de intrare și de ieșire sunt prezentate în figura 2.34:

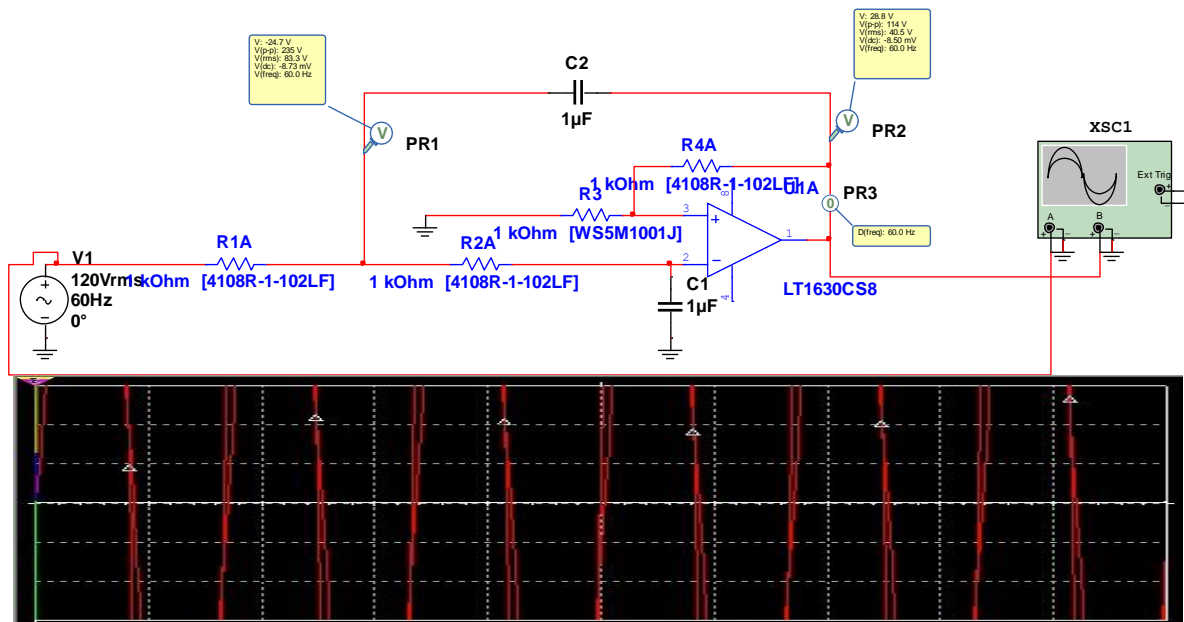


Figura 2.34. Schema unei celule de filtrare trece jos de ordinul doi de tip Sallen-Key

Dacă se realizează echivalările:

$$Z_1(s) = R_1; Z_2(s) = R_2; Z_3(s) = \frac{1}{s \cdot C_3}; Z_4(s) = \frac{1}{s \cdot C_4}; \quad (2.89)$$

parametrii acestei celule sunt următorii:

$$A = K; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_3 \cdot C_4}}; \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_1 \cdot C_3 \cdot (1-K) + C_4 \cdot (R_1 + R_2)}{\sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_3 \cdot C_4}}; \quad (2.90)$$

- Filtru trece sus de ordinul doi implementat cu celulă de tip Sallen-Key și formele de undă ale semnalului de intrare și de ieșire sunt prezentate în figura 2.35:

Dacă se realizează echivalările:

$$Z_1(s) = \frac{1}{s \cdot C_1}; Z_2(s) = \frac{1}{s \cdot C_2}; Z_3(s) = R_3; Z_4(s) = R_4; \quad (2.91)$$

parametrii acestei celule sunt următorii:

$$A = K; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_3 \cdot R_4 \cdot C_1 \cdot C_2}}; \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_4 \cdot C_2 \cdot (1-K) + R_3 \cdot (C_1 + C_2)}{\sqrt{R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2}}; \quad (2.92)$$

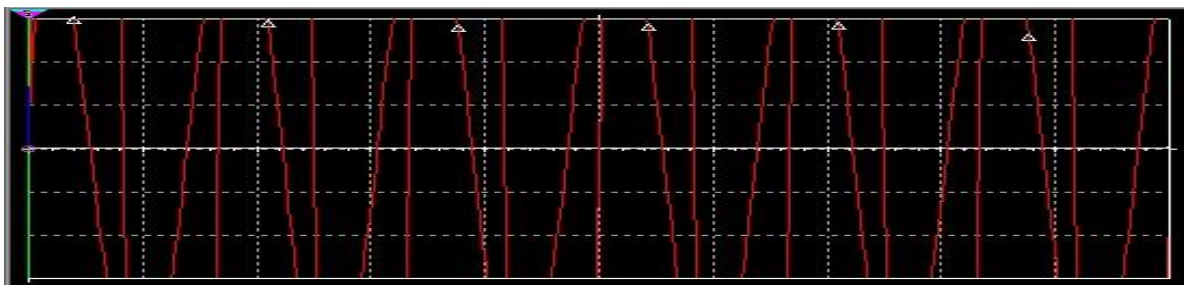
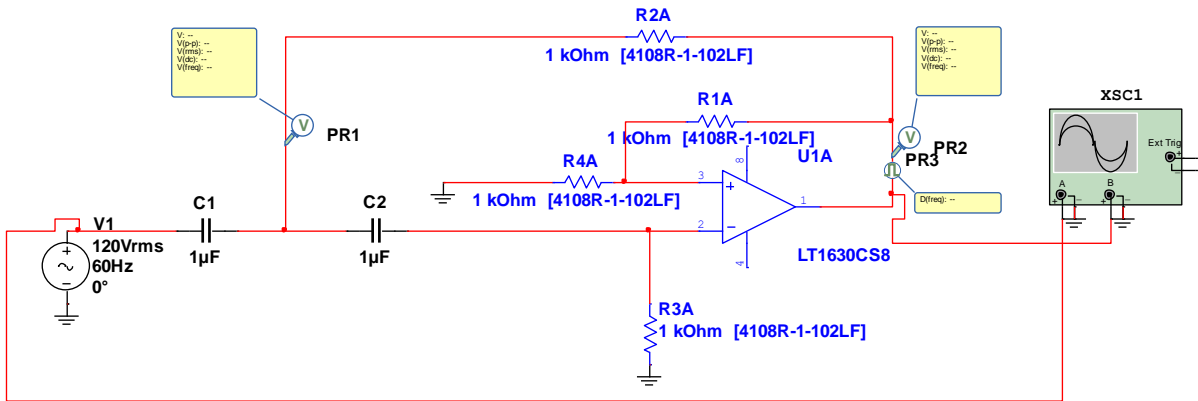


Figura 2.35. Schema unei celule de filtrare trece sus de ordinul doi de tip Sallen-Key

- Filtru trece bandă de ordinul doi implementat cu celulă de tip Sallen-Key și formele de undă ale semnalului de intrare și de ieșire sunt prezentate în figura 2.36:

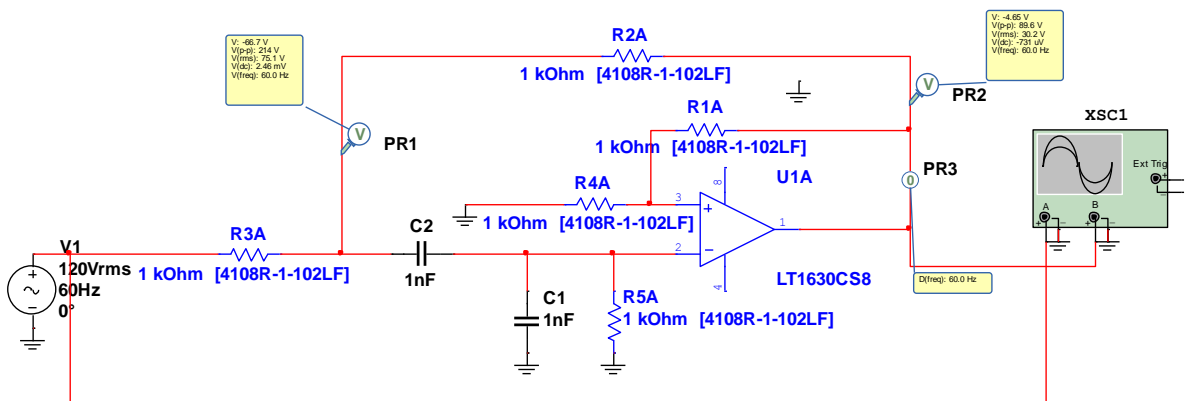




Figura 2.36. Schema unei celule de filtrare trece sus de ordinul doi de tip Sallen-Key

Dacă se realizează echivalările:

$$Z_1(s) = R_1; Z_2(s) = \frac{1}{s \cdot C_2}; Z_3(s) = R_3; Z_4(s) = \frac{R_5}{sR_5C_4 + 1}; \quad (2.93)$$

parametrii acestei celule sunt următorii:

$$A = \frac{K \cdot R_3 R_5 C_2}{C_2 \cdot (R_1 R_3 + R_3 R_5 + (1-K) \cdot R_1 R_5) + C_4 R_5 \cdot (R_1 + R_3)}; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot R_5 C_2 C_4}}; \xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{C_2 \cdot (R_1 R_3 + R_3 R_5 + (1-K) \cdot R_1 R_5) + C_4 R_5}{\sqrt{\frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \cdot R_5 C_2 C_4}};$$

(2.94)

Observație: pentru a se obține o funcție de transfer în s corespunzătoare expresiei generale de date de relația (3.35)

impedanța Z_4 trebuie să fie alcătuită dintr-un grup R-C paralel

Lărgimea de bandă $\Delta\omega$ a acestei celule este dată de relația:

$$\Delta\omega = 2\xi \cdot \omega_0 = \frac{C_2 \cdot (R_1 R_3 + R_3 R_5 + (1-K) \cdot R_1 R_5) + C_4 R_5 \cdot (R_1 + R_3)}{R_1 R_3 R_5 C_2 C_4} \quad (2.95)$$

2.4. Concluzii privind transmisia de date și fault detection issues la sistemele hibride multiagent

Deși au existat progrese semnificative ale tehnologiei din punct de vedere hardware și software în ceea ce privește sistemele de tip multi-layer, neliniare sau multi-obiect, proiectarea și suportul de proiectare rămân în urmă. Cu alte cuvinte cele mai mari costuri ale dezvoltării sistemelor de control se regăsesc în sistemele ad-hoc de integrare și sistemele de validare a datelor. Direcția nouă de cercetare dezvoltată în urma acestor probleme se ocupă cu controlul blocajelor, dar din punct de vedere al proiectării ierarhice predictive și sistematice pentru a putea construi baza unui sistem hibrid care să dezvolte și să sprijine din punct de vedere al construcției, integrării, siguranței și analizei sistemului multi-agent. Un sistem hibrid se referă la caracteristicile fundamentale ale sistemelor de control bazate pe software, mai exact cuplarea și interacțiunea fenomenelor continue. Caracteristica generală pentru toate sistemele de control este hibriditatea, aceasta încorporând toate datele ce provin din mai multe surse. Aici regăsim protocoalele de ierarhizare discrete care facilitează gestionarea complexității unui sistem pentru localizarea informațiilor lingvistice și calitative. Scenariile de control ale feedback-ului sunt modelate ca și interconexiuni caracterizate prin moduri de control discret bazate pe stare. Sistemele de control bazate pe software cuprind un amestec integrat al ambelor tipuri de date. În ultimul rând, fiecare implementare (fie ea de tip hardware sau

software) este o aproximare discretă ce interacționează prin senzori cu un mediu fizic continuu. Matematica sistemelor hibride este mult mai interesantă deoarece se bazează pe neliniaritatea controlului anterior, și este în același timp distinctă calitativ de matematica unor fenomene pur discrete sau pur continue. În ultimul deceniu s-au construit modele de bază pentru sistemele hibrid automate și s-a reușit preproiectarea unor metode de simulare și verificare a legilor hibride de control. Automatele hibride integrează diverse modele, cum ar fi ecuații diferențiale într-un formalism unic și algoritmi noi pentru sinteza controlului multimodal.

2.4.1. Sisteme multi-agent și sisteme hibride

Până acum a fost investigată paradigma „control centralizat” în proporție de 90%. Aici informațiile senzoriale sunt colectate de la senzori ce observă un proces material distribuit în spațiu. Informațiile sunt transmise printr-o rețea de comunicații într-un centru de prelucrare a datelor, iar comenzile de ghidare ale procesului sunt retransmise înapoi către actuatori. Practic, după ce procesul devine moderat, paradigma de control se descompune. În schimb putem găsi control distribuit: un set de stații ce primesc date și calculează o parte din acțiuni. Exemple de control distribuit: managementul traficului aerian, controlul rețelei electrice, rețeaua de telefonie, controlul procesului chimic, sisteme automate de transport pe autostradă, etc. Deși aici nu este aplicabilă această paradigmă, inginerii proiectanți de control au utilizat instrumentele de proiectare pentru a construi și opera sistemele de control. Motivele pentru care această paradigmă a reușit în practică sunt următoarele:

- În primul rând, în fiecare caz, complexitatea și amploarea procesului material au crescut relativ încet. Fiecare nouă creștere a procesului a fost controlată folosind paradigma și ajustările după teste extinse pentru a se asigura că noul controler a lucrat în armonie relativă cu controlorii existenți.
- În al doilea rând, procesele au fost operate cu un grad considerabil de „slăbire”. Asta înseamnă că procesul a funcționat bine în limitele sale de performanță pentru a minimiza erorile de extrapolare a rezultatelor testelor în situații noi și pentru a tolera un mic grad de dezacord între controlori.

Cu toate acestea, în fiecare sistem au existat multiple ocazii când procesul material a fost la limite, iar dezacordul a dus la o pierdere spectaculoasă a eficacității. De exemplu, majoritatea curselor aeriene au înregistrat întârzieri, din cauza aglomerației create în altă parte a țării. Sistemul de control al energiei electrice a E.S.U.A. și a provocat o mică defecțiune într-o parte a rețelei pentru a putea escalada o întrerupere a sistemului.

Acum încercăm să construim un sistem de control pentru procesele care sunt mult mai complexe sau care trebuie operate mult mai aproape de limitele de performanță pentru a obține o eficiență mult mai mare a utilizării resurselor. Încercarea de a folosi paradigma centrală de control nu poate face față acestei provocări: procesul material a fost deja inițializat și nu este posibil să se abordeze complexitatea sa într-un mod incremental ca înainte. Mai mult,

costurile de comunicare și de calcul din paradigma de control central ar fi prohibitive, mai ales dacă vom insista ca algoritmi de control să fie toleranți la erori. Ceea ce este necesar pentru a face față provocării designului de control pentru un proces complex, de înaltă performanță, este o nouă paradigmă pentru controlul distribuit. Trebuie să distribuie funcțiile de control într-un mod care să evite costurile ridicate de comunicare și de calcul ale controlului central, concomitent cu limitarea complexității. Controlul distribuit trebuie, totuși, să permită autorizarea centralizată asupra acelor aspecte ale procesului material care sunt necesare pentru atingerea obiectivelor de înaltă performanță. O astfel de provocare poate fi întâmpinată prin organizarea funcțiilor de control distribuite într-o arhitectură ierarhică care face ca aceste funcții să fie relativ autonome (ceea ce permite utilizarea tuturor instrumentelor controlului central), introducând suficientă coordonare și supraveghere pentru a asigura armonia controlurilor distribuiți necesari pentru o performanță ridicată. În concordanță cu această organizație ierarhică, se înregistrează ierarhiile cu informații de la nivelele inferioare la cele mai înalte și o comandă de control de la nivelurile superioare la cele inferioare.

Comenzile și informațiile de la nivelele superioare sunt de obicei reprezentate simbolic, solicitând un control discret al evenimentelor, în timp ce la nivelele inferioare, atât informațiile, cât și comenzile sunt continue, cerând legi de control continuu. Interacțiunile dintre aceste nivele implică controlul hibrid. În plus, protocoalele de coordonare între agenții individuali sunt adesea simbolice, făcând din nou legi de control hibride. Abordarea sistemelor de control hibrid a avut succes în controlul unor sisteme multi-agent extrem de importante cum ar fi sistemele automate de autostrăzi (C.J., G.J., & S.S., 1998) (P. V. , 1993), controlul traficului aerian (M. & group, 1994), grupurile de vehicule aeriene fără pilot, autovehiculele subacvatice, platforme mobile pentru țarm, pentru a da câteva exemple.

2.4.2. Automatizarea avansată a transportului aerian

Introducerea automatizării avansate în sisteme manuale a fost extrem de reușită în creșterea performanței și flexibilității unor astfel de sisteme, precum și în reducerea semnificativă a volumului de muncă al operatorului uman. Exemplele includ autorizarea instalațiilor de asamblare mecanică, a sistemului telefonic, a rețelei electrice interconectate, precum și automatizarea sistemului de transport, cum ar fi controlorii în trenurile de mare viteză, sistemele automate de frânare în automobile și avionica la bordul avioanelor comerciale. Însoțind această creștere a automatizării este necesară asigurarea unui sistem automatizat ce funcționează întotdeauna așa cum este de așteptat. Acest lucru este esențial în special pentru sistemele critice de siguranță: dacă un întrerupător de telefon se blochează sau un nod al rețelei electrice se defectează, viața nu este de obicei pierdută, dar dacă apare o eroare în avionica automată la bordul unui aeronave comerciale, rezultatele ar putea fi dezastruoase.

Multe dintre sistemele critice de siguranță de astăzi sunt în creștere cu o rată care va face ca funcționarea manuală a acestora să fie extrem de diversă, dacă nu imposibilă, în viitorul apropiat. Sistemul de control al traficului aerian (ATC) este un exemplu al

unui astfel de sistem critic de siguranță. Traficul aerian doar în Statele Unite se așteaptă să crească cu 5% anual în următorii 15 ani, iar ratele pe Pacific Rim vor crește cu mai mult de 15% pe an. Chiar și cu traficul de astăzi, apar frecvent întârzieri ale zborurilor din cauza aglomerației de pe cer și a devenit curentă includerea acestor întârzieri în timpii de zbor planificați. Aparatul de control contribuie cu siguranță la aceste întârzieri: afișajele planului utilizate de controlori pentru a se uita la piste și informațiile despre zbor sunt aceleași care au fost instalate la începutul anilor 1970. Sistemele computerizate care calculează liniile radar și stochează planurile de zbor au fost proiectate în anii 1980, folosind codul software care a fost scris în 1972. Introducerea noilor computere, unități de afișare și tehnologii de comunicare pentru controlorii de trafic aerian vor contribui la atenuarea problemelor cauzate de lipsa de echipamente. Totuși Administrația Federală a Aviației (FAA) admite că orice îmbunătățire semnificativă va necesita automatizarea multor practici de bază ale ATC. Spațiul aerian de astăzi are, prin urmare, o structură rigidă a rutei, bazată pe altitudine și pe „fixuri” de navigație la sol: practica curentă a controlorilor de trafic aerian este de a direcționa aeronavele de-a lungul unor căi predefinite, de a gestiona complexitatea planificării rutelor pentru mai multe aeronave o singură dată. Structura rigidă impune restricții stricte asupra traiectoriilor aeronavelor, care ar putea urma rute optime adaptate la condițiile meteo sau pentru utilizatori preferați. De asemenea, în timp ce o legătură de date între aeronavă și sol este investigată ca înlocuitor pentru comunicarea vocală curentă pe canalele radio între pilot și controlor, există o limită a cantității de procesare a informațiilor pe care un controlor o poate efectua cu aceste date. Studiile propuneau să nu se schimbe structura ATC, deoarece până în anul 2018 ar fi putut apărea un accident major la fiecare 10 până la 12 zile.

Rezultatul este o nevoie percepută în comunitățile de transport aerian pentru o nouă arhitectură care integrează noi tehnologii pentru stocarea, prelucrarea, comunicarea și afișarea datelor într-un sistem de management al siguranței și eficacității traficului aerian. Companiile aeriene susțin arhitecturile descentralizate cu zboruri gratuite, ceea ce înseamnă că fiecare aeronavă își planifică și urmărește propria traiectorie dinamică, cu interferențe minime de la ATC. Mulți oameni (în special controlorii de trafic aerian) consideră că aceasta este o soluție radicală, fapt confirmat și de un studiu recent finanțat de NASA, care sugerează că distribuirea unei părți a autorității de control la fiecare aeronavă ar contribui la îmbunătățirea eficacității sistemului în ansamblu. S-a propus o arhitectură pentru un nou sistem de management al traficului aerian de-a lungul acestor linii, în care sistemul de management al zborului utilizează informații senzoriale locale din sistemele de poziționare globală, sistemele de navigație inerțiale și comunicarea directă cu alte aeronave. Deși gradul de descentralizare și nivelul de automatizare într-un nou sistem de management al traficului aerian sunt încă în dezbateri (deoarece este foarte dificil să se estimeze creșterea eficienței de la distribuirea autorității de control), integritatea oricărei funcționalități automate într-un nou sistem al managementului traficului aerian depinde de un design sigur și de încrederea că acțiunile de control nu vor eșua.

În trecut, o mare încredere a fost obținută prin utilizarea sistemului în limitele sale de performanță. S-au folosit teste extinse pentru validarea operațiunilor, iar eventualele erori care apar din situații netestate ar fi compensate de acest grad de "slăbire" în performanța sistemului. Am dori să păstrăm o înaltă încredere, dar să operăm sistemul mult mai aproape de limitele sale de performanță. Pentru a face acest lucru, avem nevoie de modele exacte ale sistemului, proceduri pentru a verifica dacă proiectul este sigur în măsura acurateții acestor modele și proceduri de sintetizare a acțiunilor de control pentru sistem, astfel încât să se mențină siguranța.

În ultimii șase ani, cercetătorii din domeniile tradiționale distincte de verificare a științelor și a calculatoarelor au propus modele și tehnici de verificare și sinteză a controlurilor pentru sisteme complexe, critice de siguranță. Domeniul sistemelor hibride este definit slab ca studiul sistemelor care implică interacțiunea evenimentului discret și dinamica timpului continuu, cu scopul de a demonstra proprietăți cum ar fi accesibilitatea și stabilitatea. Modelele de evenimente discrete acceptă în mod natural informațiile lingvistice și calitative și sunt folosite pentru modelarea modurilor de funcționare a sistemului, cum ar fi modul de zbor al unei aeronave sau interacțiunea și coordonarea între mai multe aeronave.

2.4.3. Literatură pentru sisteme hibride

O clasă de abordări pentru modelarea și analiza sistemelor hibride a fost extinderea tehnicilor pentru automatele cu stări finite pentru a include sisteme cu dinamică continuă simplă. Aceste abordări folosesc în general una dintre cele două tehnici de analiză:

- tehnica inductivă, care presupune verificarea modelului pe o parte din traiectoriile posibile ale sistemului și extinderea concluziilor prin inducție;
- tehnica deductivă, care presupune demonstrarea unei „teoreme” care să fie general valabilă pe (toate) traiectoriile sistemului.

Accentul se pune pe calcul sau soluționând problema: Sistemul satisface specificațiile? Poate fi rezolvată într-un număr finit de pași?

Modelele și rezultatele de decidabilitate au fost obținute pentru automatele temporizate (Malviya, 2013), automatele hibride liniare (R. & D., 1994) și automatele de intrare / ieșire hibride (Alur, Courcoubetis, Henzinger, & Ho, 1993). Modelul liniar hibrid automat sau abstractizarea dinamicii continue prin incluziuni diferențiale ale formei $Ax \leq b$ și verificarea proprietăților sistemului abstractizat rezultat. În timp ce proprietățile de accesibilitate și de eventualitate pentru automatele programate s-au dovedit a fi decisive, rezultatele decidabilității pentru automatele hibride liniare sunt destul de modeste. Pentru toate acestea, dinamica liniar continuă (incluziuni bidimensionale rectangulare) și proprietățile de accesibilitate sunt semi-decidabile în cel mai bun caz, iar în cele mai multe cazuri, nedecidabile. Au fost dezvoltate metode discrete de proiectare a controlurilor pentru sisteme temporizate și hibride folosind acest cadru (Lynch, Segala, F., &

Weinberg, 1996) (Maler, A., & J., 1995) și s-au dezvoltat instrumente de calcul pentru verificarea modelelor (Wong-Toi, 1997) (Henzinger, Ho, & Wong Toi, 1995) și demonstrarea teoremei [60].

O a doua clasă de modele și tehnici de analiză pentru sistemele hibride s-a dezvoltat din cercetarea în domeniul continuu al spațiului de stare și a sistemelor dinamice de timp continuu și de control. Accentul a fost pus pe extinderea analizelor standard de modelare, accesibilitate, stabilitate și a tehnicilor de proiectare a controlerului pentru a capta interacțiunea dintre dinamica continuă și cea discretă (Lygeros, Godbole, & Sastry, Verified hybrid controllers for automated vehicles, 1998) (Brockett, 1993) (Branicky, 1995) (Lygeros, Hierarchical Hybrid Control of Large Scale Systems, 1996). Tehnicile de analiză și de proiectare extind tehnicile de control existente, cum ar fi teoria stabilității (Brockett, 1993), controlul optimal (Brockett, 1993) (Branicky, 1995) (Lygeros, Hierarchical Hybrid Control of Large Scale Systems, 1996) și controlul sistemelor de evenimente discrete (Nerode & Kohn, 1993) (Lemmon & Stiver, 1993). Un domeniu în care rezultatele au fost greu de realizat este calculul eficient al setărilor accesibile pentru sistemele hibride a căror dinamică este neliniară sau sunt de ordin mai mare decât unu. Numai recent unele încercări de abordare directă a acestei probleme au fost raportate în literatură (Heymann, Lin, & Meyer, 1997) (Dang & Maler, 1998).

Abordarea lor în modelarea sistemelor hibride încorporează modele exacte, neliniare ale dinamicii continue cu modele pentru dinamica evenimentelor discrete. Sunt incluse variabile de intrare continue și discrete pentru a modela atât parametrii pe care designerul îi poate controla, cât și parametrii perturbatori pe care proiectantul trebuie să-i controleze. Folosind pentru automate și sisteme dinamice continue analiza bazată pe tehnicile tradiționale discrete și continue (bazate pe controlul optimal și pe teoria jocurilor cu sumă nulă), obținem ecuațiile cu derivate parțiale Hamilton-Jacobi, ale căror soluții descriu exact limitele setărilor disponibile (limitele comenzilor de control optimal). Se folosesc tehnici numerice pentru aproximarea soluțiilor acestor ecuații. Aceste ecuații sunt inima tehnologiei generale de sinteză a controlerului pentru sistemele hibride, în care se calculează legile de control al feedback-ului pentru variabilele continue și discrete care garantează că sistemul hibrid rămâne în „subdomeniul sigur” al domeniului accesibil. În timp ce cu aproximativ 10 ani în urmă o astfel de metodă ar fi fost prohibitiv computațional de costisitoare, avansurile în puterea de procesare și noile metode rapide de integrare au făcut ca astfel de soluții să fie fezabile, chiar și pentru aplicațiile în timp real. Rezultatul este o metodă analitică și numerică pentru calculul setărilor accesibile și a legilor de control pentru sistemele hibride, care nu necesită un pas de preprocesare pentru aproximarea dinamicii. Au fost obținute succese în calculul soluțiilor la aplicației de timp finit.

În capitolul 3 se va analiza o serie de programe ce pot filtra anumine informații folosindu-se liniile de transmise prezentate în capitolul 2.

3. Metode de analiză privind optimizarea managementului informațional

3.1. Introducere

În spatele abordărilor utilizate pentru dezvoltarea sistemelor informaționale (IS), se află o serie de presupuneri și opinii (implicite sau explicite). Deși presupunerile și opiniile alternative îl ghidează pe dezvoltatorul IS în alegerea diverselor opțiuni de analiză, proiectare și implementare și ca urmare au consecințe importante asupra dezvoltării sistemelor de succes, doar rareori par a fi reflectate sau contestate în mod critic (Gavrilets, Shterenberg, Dahleh, & Feron, 2000) (Collaboration between MIT, 2016). Nevoia de a examina ipotezele de bază ale dezvoltării IS (ISD) a început să fie recunoscută în literatura academică. De exemplu Hirschheim și Klein (C.J., G.J., & S.S., 1998) notează rolul important pe care îl joacă ipotezele în dezvoltarea sistemelor informaționale.

Scopul acestui capitol este de a contribui la dezbateră ipotezelor de bază asociate ISD, analizând două seturi de presupuneri:

- una care se ocupă de rolul organizațional perceput de IS;
- cealaltă, investigând ceea ce constituie sau determină cerințele informaționale.

În literatură, aceste două seturi de presupuneri sunt examinate în contextul a opt abordări ISD. Alegerea acestora, precum și ipotezele vor fi descrise mai detaliat în lucrare. Începem prin a oferi definiția de IS care apoi ne ghidează în alegerea ipotezelor care urmează să fie explorate.

Un sistem informațional este interpretat aici ca un sistem computerizat care oferă unui set de persoane (utilizatori) informații despre subiecte de interes specificate într-un anumit context organizațional. Conform acestei interpretări, se pot distinge trei aspecte majore în modelarea sistemelor informaționale:

- contextul organizațional și utilizatorii (organizația gazdă);
- subiecte de interes pentru utilizatori (Universul discursului);
- calculatoare (tehnologie).

În conformitate cu această perspectivă, lucrarea se bazează pe o distincție între trei niveluri majore de modelare sau abstractizare în dezvoltarea IS: nivelul organizațional, nivelul lingvistic și nivelul tehnic. Lyytinen (Collaboration between MIT, 2016) susține că aceste niveluri sau „contexte” sunt complete și argumentează ordinea lor ierarhică după cum urmează: „Tehnologia sau, în general, lumea fizică, este baza contextului lingvistic, deoarece limba este întotdeauna prezentă în transferul de informații. Pe de altă parte, limbajul este necesar pentru orice acțiune socială organizată care se subsumează contextului organizației. Semnificația nivelului tehnic este axiomatică, deoarece sistemele informaționale sunt definite ca un computer. Nivelul limbajului subliniază faptul că un sistem informațional definește un limbaj formalizat care trebuie utilizat pentru a comunica despre un anumit Univers al Discursului (UoD). Problemele asociate analizei cerințelor informaționale și

proiectarea schemelor conceptuale au fost subiectul cercetărilor active încă de la începutul anilor 1970. Creșterea recentă în reproiectarea proceselor de afaceri a crescut interesul pentru nivelul organizațional în ISD. Se presupune că, sistemele de informații sunt foarte sensibile la organizare și că dezvoltarea IS și dezvoltarea organizațională sunt probabil întretesute. În ciuda acordului general cu privire la cele trei niveluri, există o varietate considerabilă în modul în care un sistem informațional este relaționat cu acestea.

Un sistem informațional la nivelul limbii poate fi privit:

(1) ca un sistem care descrie în mod obiectiv starea unei părți a realității - Universul discursului;

(2) poate fi văzut ca un sistem care să satisfacă cerințele de informații ale utilizatorului (care pot fi foarte specifice), stilul său cognitiv și alte trăsături de personalitate;

(3) poate fi privit ca o formalizare a limbajului partajat de utilizatori.

Aceste trei puncte de vedere sunt, respectiv, caracterizate drept „obiective”, „subiective” și „intersubiective”. Un sistem informațional la nivel organizațional poate fi considerat un artefact sau instrument tehnic la fel ca un ciocan, de exemplu, care este produs și utilizat social (organizațional), dar care nu întrușchipează nici un nivel social (organizațional). O astfel de concepție o denumim „tehnică”. În mod alternativ, un sistem informațional poate fi considerat un artefact care implică aspecte sociale și organizaționale inerente. Acest lucru este caracterizat drept o „viziune socială”. O poziție intermediară între aceste două extreme, denumită „punct de vedere socio-tehnic”, subliniază faptul că un sistem informațional cuprinde atât un subsistem tehnic, cât și un subsistem social care ar trebui proiectate în comun (Y., L., & T., 2006).

3.1.1. Rolul organizatoric al unui sistem informațional

Rolul organizațional al unui sistem informațional este legat de relația și funcția unui IS în contextul său organizațional. În cazul rolului organizațional al unui sistem informațional, distingem trei puncte de vedere: tehnice, sociotehnice și sociale.

O viziune tehnică privește un sistem informațional preponderent ca pe un artefact tehnic și presupune că conexiunile sale cu mediul său organizațional pot fi reduse la intrări și ieșiri bine definite și întrebări de interfață ergonomice.

Opinia socială consideră un sistem informațional în primul rând ca un sistem organizațional și social; un sistem informațional este privit ca o parte integrantă și constitutivă a aranjamentelor de comunicare organizațională, control, coordonare, cooperare și muncă și nu numai ca un sistem de sprijin separat pentru aceste activități organizatorice. În termenii mai teoretici ai teoriei structurării (Ousterhout, et al., 2010), un sistem informațional poate fi caracterizat ca un sistem social, ca o întrușchipare a schemelor interpretative, a facilităților de coordonare și a normelor organizaționale / sociale. Opțiunea sociotehnică se bazează pe presupunerea subsistemelor interdependente, a subsistemului tehnic

și a subsistemului social, care sunt proiectate în comun. Prin urmare, este interpretat pentru a forma o valoare intermediară tehnic vs. social.

3.1.2. Necesitățile cerințelor informaționale

Opinia privind cerințele de informare este preocupată de noțiunea de bază a ceea ce constituie sau determină o cerință de informare (Branicky, 1995). Distingem trei puncte de vedere: opiniile obiective, subiective și inter-subiective ale cerințelor informaționale ale utilizatorilor.

Opțiunea obiectivă subliniază importanța unor caracteristici impersonale, cum ar fi poziția organizațională și sarcina utilizatorului ca determinant al cerințelor sale de informare sau a existenței.

Opțiunea subiectivă reprezintă o realitate care trebuie modelată de sistem, în timp ce punctul de vedere subiectiv subliniază că cerințele informaționale sunt în primul rând determinate de caracteristicile personale ale utilizatorului (cadrul său de referință, stilurile cognitive etc.).

Opțiunea cerințelor informaționale este necesitatea de a atinge intersubiectivitatea în rândul utilizatorilor de IS; este o idee mai recentă în comunitatea IS (D. & C., 2000) (Malviya, 2013) (Alur, Courcoubetis, Henzinger, & Ho, 1993). Această perspectivă diferă de cele două precedente în mai multe aspecte, așa cum va deveni clar în următoarea analiză a bazelor teoretice și implicațiile practice ale celor trei puncte de vedere.

Cele trei puncte de vedere ale cerințelor informaționale au o oarecare similitudine cu dimensiunea acordului în cadrul tridimensional pentru cerințe.

Prima dimensiune, „specificația”, descrie gradul de înțelegere a cerințelor care variază de la opac la complet; a doua dimensiune, „reprezentare”, tratează diferitele forme de reprezentare care variază de la informal la formal; a treia dimensiune, „acord”, descrie gradul de acord obținut asupra caietului de sarcini, variind de la o perspectivă personală la una comună.

Pare să interpreteze dimensiunea mai mult ca un acord între diferite părți interesate (analisti de sistem, manager, utilizator etc.), în timp ce privim intersubiectivitatea doar în cadrul comunității utilizatorilor IS. Pohl (Collaboration between MIT, 2016) vede procesul ca o urmă în spațiul tridimensional către o specificație mai completă și un acord de creștere folosind forme de reprezentare mai formale. El vede opiniile personale ale cerințelor ca o stare inițială, obiectivul procesului fiind creșterea specificațiilor comune ale sistemului. Chiar dacă suntem în mare măsură de acord cu acest lucru, nu dorim să excludem părerile subiective (personale) și diferențele în rezultatul dorit al procesului analiză. De asemenea afirmăm că nu există prea multe cercetări anterioare cu privire la dimensiunea acordului în zona de management decizional. În acest sens, lucrarea de față completează analiza lui Pohl, concentrându-se pe metodele de inginerie software. Analiza indică, de asemenea, variații interesante în procesul de comparație cu punctul de vedere al lui Pohl. Analiza abordărilor alternative ale ISD arată că punctul de vedere al ingineriei software este ca o direcție către un

acord comun ce nu poate fi în general valabil sau poate fi înșelător, deoarece există unele abordări ISD care au accentuat diferențele de personalitate ca factori determinanți esențiali (Kallman, et al., 2008).

În continuare studiem metode de analiză decizională.

3.2. Metoda multicriterială avansată

Criteriile de luare a deciziilor multiple au fost introduse ca un domeniu promițător și important de studiu la începutul anilor 70. De atunci, numărul contribuțiilor la teorii și modele, care ar putea fi folosite ca bază pentru luarea unor decizii multicriteriale mai sistematice și mai raționale, a continuat să crească într-un ritm susținut. Atunci când Bellman și Zadeh și câțiva ani mai târziu Zimmermann au introdus noțiunile de mulțimi și numere fuzzy, au clarificat calea pentru o nouă familie de metode de rezolvare a problemelor care nu puteau fi rezolvate prin tehnicile Multi Criterial Decision Making (MCDM) standard.

Există multe abordări pe tema MCDM, în funcție de baza teoretică utilizată pentru modelare. Zeleny (Greenstreet & Mitchell, 1998) arată că mai multe criterii includ atât atribute multiple, cât și obiective multiple și există două abordări teoretice majore construite în jurul teoriei utilitare multiple (MAUT) și al programării liniare cu obiective multiple (MOLP), care au servit drept bază pentru un număr de abordări teoretice. Bana e Costa și Vincke (Zeleny, 1982) susțin că au fost făcute (cu MCDM) primele contribuții la o abordare cu adevărat științifică în procesul de luare a deciziilor, sesizând totodată și limitări ale modelului, deoarece factorii de decizie umani nu pot aprecia întotdeauna într-un mod consistent obiectivele (criteriile) analizate. Soluționarea inconsistenței poate avea ca scop „creșterea gradului de conformitate și coerență” în procesul de luare a deciziilor între (grupurile predominante) factorii de decizie: aceasta se face printr-o adaptare încrucișată a sistemelor de valori și a obiectivelor. Chiar dacă există diferențe între Multi Criterial Decision Making (MCDM) și Multi Criterial Decision Acquisition (MCDA), obiectivul general este același: de a ajuta factorii de decizie să rezolve problemele complexe de decizie într-un mod sistematic, consecvent, obiectiv și mai productiv.

Există patru familii majore de metode în MCDM:

- (i) abordarea de exaltare bazată pe munca de pionierat a lui Bernard Roy și implementată în metodele Electre și Promethee;
- (ii) abordarea teoriei valorii și utilității, inițiată în principal de Keeney și Raiffa, și apoi implementată într-o serie de metode; O metodă specială în această familie este Procesul de Ierarhizare Analitică (AHP) dezvoltat de Thomas L. Saaty și apoi implementat în pachetul software Expert Choice;
- (iii) cel mai mare grup este abordarea interactivă de programare interactivă, cu o lucrare de pionierat realizată de P.L.Yu, Stanley Zionts, Milan Zeleny, Ralph Steuer și o serie de

alții; Familia MOLP a fost construită în jurul obiectivelor, cu ajutorul tehnicilor punctelor de referință, a punctelor ideale etc., iar modelele au avut o serie de caracteristici, inclusiv variabilele stochastice și întregi; Una dintre cele mai bune metode interactive disponibile este pachetul software VIG dezvoltat de Pekka Korhonen;

- (iv) decizia de grup și teoria negocierilor au introdus noi modalități de a lucra în mod explicit cu dinamica grupului și cu diferențe în cunoaștere, sisteme de valori și obiective între membrii grupului.

Atunci când teoria mulțimilor fuzzy a fost introdusă în cercetarea MCDM, metodele au fost practic dezvoltate pe această direcție. Există o serie de abordări foarte bune despre MCDM fuzzy, motiv pentru care nu vom intra în detalii aici, ci doar la unele contribuții esențiale. O lucrare foarte bună este realizată de Chen și Hwang: fac diferența între metodele de clasificare fuzzy și metodele de luare a deciziilor cu atribute multiple care conțin toate familiile (i) - (iv) enumerate mai sus.

Prima categorie conține o serie de modalități de ierarhizare: gradul de optimitate, distanța Hamming, media fuzzy, măsurarea zonelor și metodele de clasificare lingvistică.

A doua categorie este construită în jurul metodelor care utilizează diferite moduri de a evalua importanța relativă a atributelor multiple: metodele de ponderare simple a termenilor fuzzy, metode fuzzy conjunctive și disjunctive.

Categoria cu cele mai frecvente contribuții este, bineînțeles, programarea matematică fuzzy (Sakawa, 1993). Aceasta utilizează evoluțiile recente în programarea fuzzy, lucrând cu următoarele familii de aplicații: programare flexibilă, programare probabilistică, programarea robustă și programare liniară probabilistică cu obiective fuzzy.

Pentru a introduce câteva aspecte-cheie în procesul de ierarhizare a mai multor criterii fuzzy, vom lucra prin mai multe exemple cu o abordare nouă pe care am introdus-o recent, o metodă în care permitem criteriilor să fie interdependente. Apoi vom da o scurtă trecere în revistă a contribuțiilor la această problemă și vom încheia cu o listă de concluzii privind fiecare metodă.

3.2.1. Fuzzy AHP și AHP Clasic

Un exemplu de fuzzy consistency AHP pentru luarea unei decizii în funcție de gradul de dificultate cerut, realizat în Python Linux Ubuntu:

FuzzyAHP

ConsistencyAHP

```
1 #!/usr/bin/python
2
3 import numpy as np
4
5 def ConsistencyAHP (CompMat):
6     '''
```



```
7           Analiza consistentei deciziei
8           Calculam calitatea unei decizii folosind un algoritm
           pentru ratia consistentei
9           '''
10
11          RI = [0.0, 0.11, 0.69, 0.92, 1.23, 1.35, 1.32, 1.52, 1.56,
1.60]
```

3.2.2. AHP test classic combinate cu fuzzy

AHP este o metodă de clasificare a alternativelor de decizie și de selectare a celei mai bune variantă atunci când factorul decizional are mai multe criterii (Taylor, 2004). Ea poate răspunde la întrebarea "Care dintre aceste decizii?". Cu ajutorul AHP-ului, factorul decizional alege o alternativă ce îndeplinește cel mai bine criteriile sale de decizie, dezvoltând un scor numeric pentru a clasifica (toate) alternativele posibile.

În AHP, preferințele între alternative sunt determinate prin comparații între perechile de criterii ce le influențează. Într-o comparație pe perechi, factorul de decizie examinează criteriile două câte două și indică o preferință. Aceste comparații se fac folosind o scară de filtrare, care atribuie valori numerice diferitelor niveluri de preferință. Scara de filtrare standard folosită pentru AHP include valorile 1, ..., 9, care se află între „importanțe egale” relevată prin valoarea 1 și „importanță extremă” relevată prin valoarea 9, unde se pot folosi și valorile intermediare, cum ar fi de la 3, 5 și 7.

În matricea comparativă a perechilor, valoarea 9 indică faptul că un factor este extrem de important decât celălalt și valoarea 1/9 indică faptul că un factor este extrem de puțin important decât celălalt și valoarea 1 indică o importanță egală. Prin urmare, dacă este cuantificată importanța unui factor în raport cu celălalt, importanța celui de-al doilea factor în raport cu primul este inversul primului scor (MemSQL, n.d.) (Volt Database, n.d.).

Aplicarea AHP-ului la o problemă complexă implică de obicei cinci etape majore:

- Descompunerea problemei complexe într-un număr de elemente constitutive mici și apoi structurarea elementelor într-o formă ierarhică;
- Se face o serie de comparații „pairwise comparisons” între elemente în funcție de scara menționată mai sus;
- Se utilizează metoda eigenvalues sau metoda valorilor proprii pentru a estima ponderile relative ale elementelor;
- Analiza consistenței studiului făcut;
- Agregarea acestor ponderi relative, sintetizându-le astfel pentru măsurarea finală a alternativelor de decizie și alegerea celei mai bune.

```

1 #!/usr/bin/python
2
3 import numpy as np
4 import ConsistencyAHP
5 import matplotlib.pyplot as plt

```

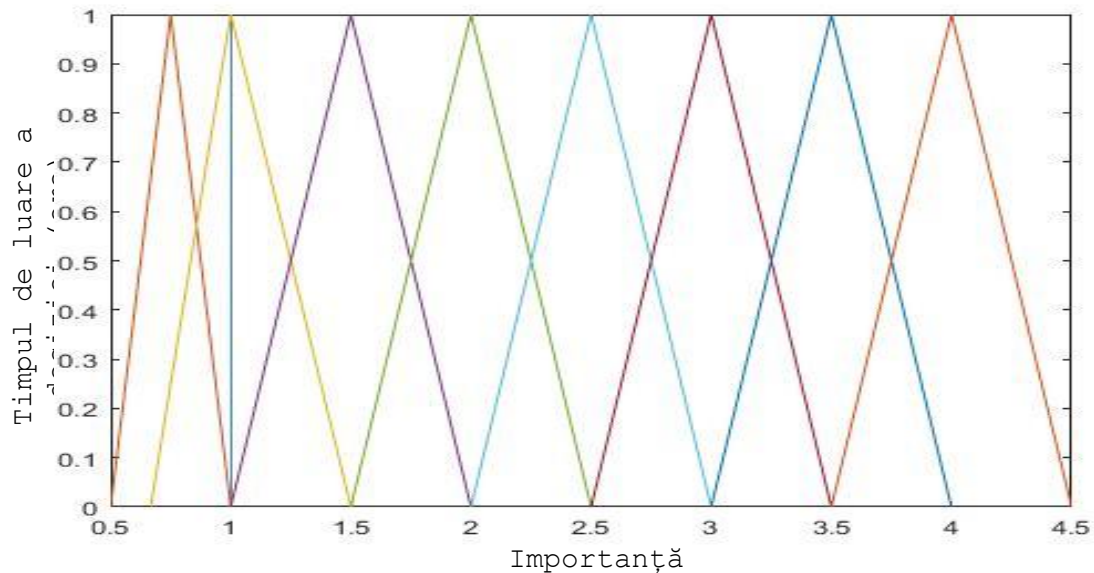


Figura 3.1. Graficul de siguranță în luarea deciziei

3.2.3. Cocluzii AHP classic combinate cu fuzzy

Tehnica fuzzy AHP poate fi privită ca o metodă analitică avansată și dezvoltată pe baza AHP-ului tradițional. În ciuda confortului oferit de AHP-ul tradițional în tratarea atât a criteriilor cantitative, cât și a criteriilor calitative ale problemelor de luare a deciziilor multicriteriale bazate pe judecățile factorilor de decizie, neclaritatea existentă în multe probleme decizionale pot contribui la aprecieri imprecise ale factorilor de decizie (Bouyssou et al., 2000). Mulți cercetători (Boender et al., 1989, Buckley, 1985 / a, 1985 / b, Chang, 1996, Laarhoven și Pedrycz, 1983, Lootsma, 1997, Ribeiro, 1996), pornind de la teoria lui Saaty, au furnizat dovezi că AHP fuzzy prezintă o descriere relativ mai eficientă a acestor procese de luare a deciziilor comparativ cu metodele tradiționale AHP. Yu (2002) a utilizat proprietățile algoritmice ale obiectivelor pentru a rezolva problema de luare a deciziilor de grup prin fuzzy AHP. Weck et al. (1997) a evaluat ciclurile de producție alternative utilizând AHP fuzzy. Sheu (2004) a prezentat o abordare bazată pe fuzzy pentru a identifica strategiile globale de logistică. Kulak și Kahraman (2005) au folosit AHP fuzzy pentru selecția multi-criterială în rândul companiilor de transport. Kuo și colab. (2002) a integrat fuzzy AHP și rețeaua neuronală artificială pentru selectarea locației magazinului convențional. Cheng (1996) a propus un algoritm nou pentru evaluarea sistemelor de rachete tactice navale de către AHP fuzzy pe baza evaluării funcției de apartenență. Zhu și colab. (1999) a făcut o discuție asupra metodei de analiză a extinderii și aplicațiilor AHP fuzzy (Fodor & Roubens, 1994).

Analiza extinderii lui Chang pe AHP fuzzy depinde de probabilitatea fiecărui criteriu (Luchian, Fuzzy Multi Criterial Selection For Prometheus Decisions In Military Applications, 2018). Conform răspunsurilor formularelor de întrebare, valorile fuzzy triunghiulare corespunzătoare pentru variabilele lingvistice sunt plasate pentru un anumit nivel pe ierarhizare și se construiește matricea fuzzy de comparație. Se calculează sumele pentru fiecare rând al matricei și se obține un set nou (l, m, u) , apoi pentru a găsi valorile fuzzy triunghiulare globale pentru fiecare criteriu se ponderează aceste valori pe fiecare coloană a matricei, $(\frac{l_i}{\sum l_i}, \frac{m_i}{\sum m_i}, \frac{u_i}{\sum u_i}, i = \overline{1, n})$, obținându-se astfel ponderea fuzzy $M_i(l_i, m_i, u_i)$ pentru criteriul M_i . În etapa următoare, se construiesc funcțiile de apartenență pentru fiecare criteriu, iar intersecțiile sunt determinate prin compararea fiecărei perechi (de criterii). În abordarea logică fuzzy, pentru fiecare comparație se găsește punctul de intersecție și apoi valorile de apartenență ale punctului corespund ponderii sale. Funcția de apartenență poate fi definită și ca probabilitate de a lua o valoare din interval. După obținerea ponderilor de-fuzzy-ficate pentru fiecare criteriu, ele sunt normalizate și numite grade de importanță (ponderi) (Stonebraker, et al., 2007).

3.3. Simulări numerice privind optimizarea energetică a managementului de date în sistemul multiagent hibrid

3.3.1. DEEC (distributed energy-efficient clustering algorithm)

```

1 clear all
2 xm=20;
3 ym=20;
4 sink.x=0.5*xm; %locația sincronizării pe axa x
5 sink.y=0.5*ym; %locația sincronizării pe axa y
6 n=50 %noduri
7 P=0.25; %probabilitatea nodurilor de a deveni lider
8 Eo=076; %energia inițială
9 ETX=60*0.0000000001; %energia tx
10 ERX=60*0.0000000001; %energia rx
11 Efs=15*0.0000000000001; %pierderea spațiului liber
12 Emp=0.0065*0.000000000001; %pierdere multiplă a spațiului
179 STATISTICS.DEAD(r+1)
180 STATISTICS.ALLIVE(r+1)
181 STATISTICS.PACKETS_TO_CH(r+1)
182 STATISTICS.PACKETS_TO_BS(r+1)
183 STATISTICS.COUNTCHS(r+1)
184 r=0:5000;
185 subplot(2,2,1);
186 plot(STATISTICS.DEAD,r);
187 subplot(2,2,2);
188 plot(r,STATISTICS.ALLIVE);
189 subplot(2,2,3);
190 plot(r,STATISTICS.PACKETS_TO_BS);
191 subplot(2,2,4);
192 plot(r,STATISTICS.COUNTCHS);

```

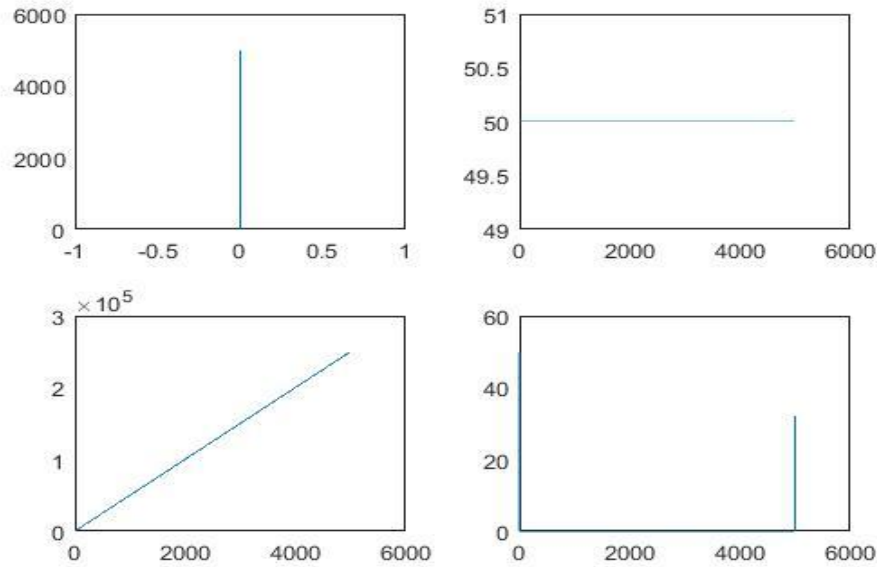


Figura 3.2. Distributed Energy-Efficient Clustering

Au fost propuse mai multe protocoale de rutare a rețelei pentru rețelele wireless care pot fi examinate în contextul rețelelor de senzori wireless. Examinăm două astfel de protocoale, și anume comunicarea directă cu stația de bază și rutarea multi-hop cu energie minimă, folosind rețelele de senzori și modelele radio. În plus, discutăm despre o abordare clusterizată convențională a rutei și despre dezavantajele utilizării unei astfel de abordări atunci când nodurile sunt constrânse energetic. Utilizând un protocol de comunicație directă, fiecare senzor trimite datele sale direct către stația de bază. Dacă stația de bază este departe de noduri, comunicarea directă va necesita o cantitate mare de energie de transmisie de la fiecare nod. Acest lucru va consuma rapid bateria nodurilor și va reduce durata de viață a sistemului. Cu toate acestea, singurele recepții din acest protocol apar la stația de bază, astfel încât, dacă fie stația de bază este aproape de noduri, fie energia necesară pentru a primi date este mare, aceasta poate fi o metodă acceptabilă (și eventual optimă) de comunicare (Luhandjula, 1989).

A doua abordare convențională pe care o considerăm este un protocol de rutare „energie minimă”. Există mai multe protocoale de rutare cu privire la putere. În aceste protocoale, nodurile direcționează datele destinate în cele din urmă pentru stația de bază prin nodurile intermediare. Astfel, nodurile acționează ca și routere pentru datele altor noduri, dar acest lucru poate provoca interferențe la o emisie de putere medie sau mare. Aceste protocoale diferă funcție de modul în care sunt alese căile. Unele dintre aceste protocoale iau în considerare numai energia emițătorului și neglijează disiparea energiei receptoarelor în determinarea rutelor. În acest caz, nodurile intermediare sunt alese astfel încât energia amplificatorului de transmisie să fie minimizată într-un astfel de nod. Cu toate acestea, pentru acest protocol de rutare cu energie minimă de emisie (MET), mai degrabă decât în cazul unei emisii singulare (energofagă) a datelor, mesajul trebuie să treacă prin n noduri (energie minimă) și primește n emisii. În funcție de

costurile relative ale amplificatorului de emisie și ale electronicii radio, energia totală folosită în sistem ar putea fi mai mare utilizând routarea MET decât emisia directă către stația de bază. În routarea MET, fiecare nod trimite un mesaj celui mai apropiat nod pe calea spre stația de bază. Astfel nodul situat la distanța nr de la stația de bază ar necesita n emisii la distanță r și primește n-1 răspunsuri (Stoica & Ailamaki, 2013).

Concluzii DEEC

Modelul propus a oferit un mecanism centralizat pentru alocarea aproape optimă a senzorilor în rețelele de senzori wireless de monitorizare pe scară largă. Mecanismul nostru se bazează pe un algoritm tabu care calculează o configurație de rețea aproape optimă în care fiecare senzor poate fi activat, pus în „sleep mode” sau promovat ca și cluster. Mecanismul nostru maximizează durata de viață a rețelei, asigurând în același timp acoperirea completă a zonei monitorizate și conectivitatea configurației obținute. Conectivitatea este îndeplinită printr-un arbore de tip spanning optim calculat, care leagă toate clusterurile. Simulările arată că mecanismul nostru oferă rezultate acceptabile în ceea ce privește soluțiile exacte ale modelului ILP rezultat, necesitând durate reduse de calcul. În ciuda aspectului său centralizat, mecanismul nostru prezintă complexitate scăzută și timp redus de calcul, ceea ce face fezabilă adaptarea acestuia la rețelele de mari dimensiuni.

Ca direcții viitoare de cercetare, intenționez să dezvolt o rețea mai complexă pentru a îmbunătăți durata de viață. În plus, intenționez să iau în considerare detectarea evenimentului probabilistic dependent de distanță, unde probabilitatea ca un senzor să detecteze un eveniment este funcție de distanța senzorului de eveniment. Mai mult, pentru eficientizare voi lucra asupra algoritmilor distribuiți care abordează eficient gruparea din punct de vedere energetic în cadrul constrângerii privind acoperirea și routarea comună.

3.3.2. LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy Protocol)

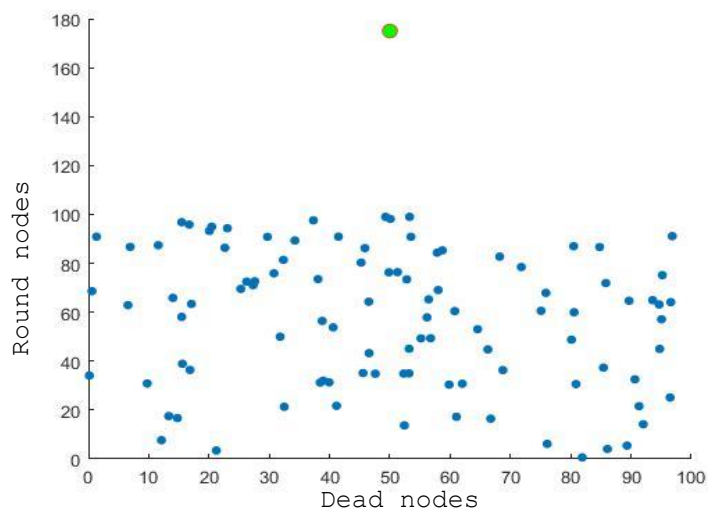


Figura 3.3. Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy Protocol

Concluzii LEACH

A-LEACH este o extensie a LEACH, care îmbunătățește regiunea stabilă de ierarhizare cluster și reduce probabilitatea apariției nodurilor defecte folosind parametrii caracteristici ai eterogenității în rețele. În aceste rețele, unele noduri highenergy (numite noduri CAG) devin cluster pentru a agrega datele membrilor și a le transmite la gateway-uri pentru a reduce consumul de energie al clusterului. Utilizarea sa pentru a direcționa informații de la cluster la gateway permite reducerea probabilității de defecțiune a clusterului, crescând astfel durata de viață a rețelei. În cele din urmă, după simulare am dedus că protocolul propus joacă un rol indispensabil în creșterea duratei de viață a rețelei și a perioadei de stabilitate în comparație cu SEP și LEACH. În acest exemplu se presupune că nodurile (numite noduri CAG) sunt distribuite aleatoriu. În celălalt program voi cerceta metoda de prezicere a nodurilor pentru a deveni cluster sau gateway, care va depinde de densitatea nodurilor în zona de interes (Chen & Hwang, 1993) (A.M. & C.G., 2016).

3.4. Simulări numerice privind optimizarea caracteristicilor energetice a echipamentelor radioelectronice de la bordul UAV-UGV

3.4.1. Comparație între LEACH și DEEC

Pentru a compara cele două metode am scris o funcție Matlab ce poate fi consultată în anexa 10. Rezultatul rulării acestei funcții este prezentat în figura 3.4.

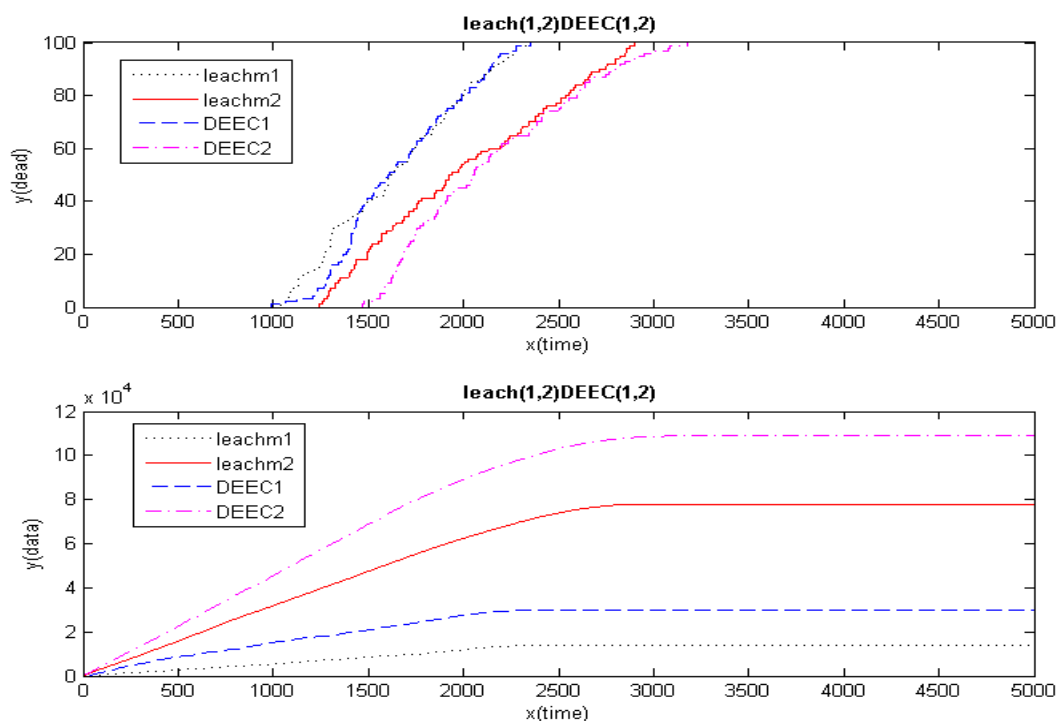


Figura 3.4. LEACH vs DEEC

În figura 3.4. în ambele situații curbele 1 reprezintă rezultatele obținute în urma experimentelor, iar curbele 2 reprezintă rezultatele obținute cu algoritmi propuși. În primul plot a existat

o pierdere aproape completă a energiei, deoarece nu a fost respectat nici punctul de pornire al sistemului. În plotul doi, există o îmbunătățire semnificativă a distribuției energiei, deoarece planul de pornire este respectat pentru o durată redusă (Daws, Trypakis, & S., 1996) (Prisacariu, Cîrciu, & Luchian, Considerations regarding open-source systems and equipment for UAV's, 2018).

3.4.2. Concluzii

Am comparat cele două tipuri de protocoale LEACH și DEEC sub diferite de performanțe prin simulare. Performanța celor trei protocoale este evaluată în funcție de diferitele rezultate obținute. Rezultatele simulărilor arată că DEEC depășește performanțele lui LEACH. Tabelul 3.1. prezintă compararea celor două protocoale în cadrul unor performanțe diferite:

Tabel 3.1. Comparație LEACH vs. DEEC

Criteriu de Performanțe	LEACH	DEEC
Eterogenitatea Nivelului	NU este prezentă	Multinivel
Stabilitatea grupului	Mai mică decât DEEC	Înaltă
Eficiență Energetică	Mai mică decât DEEC	Înaltă
Clasa de selecție cu criteriu de selecție	Bazat pe energia inițială și reziduală	Bazat pe energia inițială, reziduală și medie a rețelei
Durata de viață a rețelei	Mai mică decât DEEC	O durată de viață a rețelei mai mare decât LEACH

3.5. Simulări numerice privind optimizarea caracteristicilor geometrice și masice a echipamentelor radioelectronice de la bordul UAV-UGV

În funcție de dimensiunile și materialele folosite la construirea aeronavei putem detecta mai eficient poziția și coordonatele sale, însă există anumite limite în care aceasta este nedetectabilă. Folosind algoritmi de probabilitate și înregistrările din poziția anterioară se creează un traseu prestabilit al direcției viitoare a aeronavei. Folosind al 2-lea simulator practic utilizăm o mini stație montată pe un UAV pentru a detecta alte aeronave aflate la distanțe ce nu pot fi atinse de sistemele tradiționale de comunicații (Luchian & Boșcoianu, Distributed Communication And Control For Multi-Agent Systems: Microindustrial Vehicle Rotors (Mav), 2018). Practic s-a obținut o extensie a razei de acțiune.

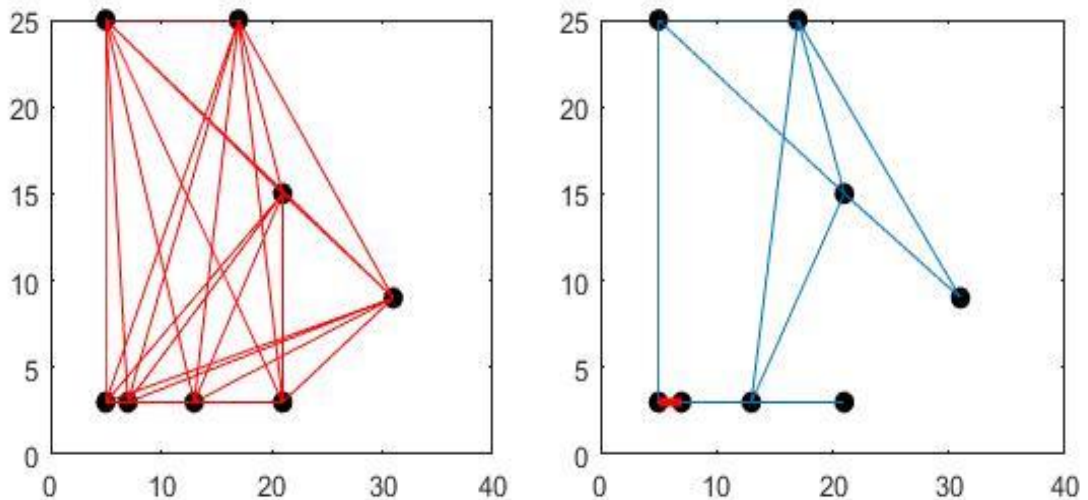


Figura 3.5. Simularea transmisiilor de date între sisteme hibrid multi-agent UAV-UGVs

După cum putem observa în transmisia datelor aer-sol, în simulator nu există erori, însă nu putem omite faptul că, în unele cazuri mai există și transfer optim și eficient, fără interferențe (Luchian, Muraru, & Boșcoianu, A critical analysis regarding modeling and simulating the future Air Traffic Flow and Capacity Management problems Part 1: Route Challenges, 2016). Acesta ar fi modelul ideal al datelor transmise, prezentat în plotul 1 din figura 3.5. Plotul 2 reprezintă o situație reală în care s-a asigurat legătura între nodul 1 și 2 pe un traseu ocolit, legătura direct fiind întreruptă pentru aceste noduri. Listingul funcției Matlab utilizate este prezentat în Anexa 11 (Luchian, Muraru, & Boșcoianu, A critical analysis regarding modeling and simulating the future Air Traffic Flow and Capacity Management problems Part 2: Airport Challenges, 2018).

3.6. Concluzii

O platformă de optimizare a informațiilor trebuie să poată gestiona volumul de cereri de informații de la grupuri și persoane bazate pe toate datele care locuiesc în interiorul și în afara organizației. În plus, deoarece acest volum este mare, platforma de optimizare trebuie să ofere scalabilitate și potențialul de a răspunde nevoilor de performanță ale utilizatorilor. Pentru a satisface numeroasele tipuri de utilizatori și nivelurile de calificare, platforma trebuie să ofere flexibilitate în interfețele utilizatorilor și să fie accesibilă din mai multe aplicații, portaluri și dispozitive mobile. Pe scurt, platforma trebuie să devină un element de bază eficient al arhitecturii de informații a organizației și să suporte o serie de nevoi care se pot baza pe captarea datelor, modelarea și conversia acestora, menținând în același timp securitatea, automatizând procesul și distribuind informații. Înțelegerea necesității și a alegerii tehnologiei pentru a sprijini optimizarea informațiilor nu este ușoară. Optimizarea informațiilor este un nou obiectiv pe piața software-ului enterprise, un nou segment care se bazează pe investițiile existente în business inteligent, rapoarte, aplicații de afaceri, managementul conținutului și al documentelor, sisteme

informatice și managementul informației și beneficiază de progresele recente în analiza afacerilor date pentru a le ridica la un nivel mai mare de utilizare. Bazându-ne pe cercetările noastre anterioare privind aplicațiile informatice și gestionarea informațiilor, examinăm ceea ce este necesar pentru ca organizațiile să furnizeze informații unificate mai rapid și mai bine decât oricând. Astăzi, multe organizații nu au competențe, procese și tehnologii pentru a optimiza utilizarea informațiilor.

Arhitecturile tradiționale IT nu au avansat astăzi pentru a satisface nevoile clienților pentru soluțiile de optimizare a informațiilor și întrucât optimizarea informațiilor nu este ușoară, organizațiile se confruntă cu provocări în identificarea tipurilor potrivite de tehnologii de integrare, adaptarea la nevoile lor specifice și asamblarea informațiilor pentru uz comercial. Apariția unor tehnologii mari de date, cum ar fi Hadoop, oferă depozite noi și bogate, care pot fi exploatate dacă tehnologia este concepută pentru a le accesa. Organizațiile pot alege dintr-o gamă largă de noi tehnologii mari bazate pe date, inclusiv Hadoop, baze de date în memorie și aparate de date. În plus, accesul la informații de pe internet, inclusiv informații despre clienți sau feed-uri de la distribuitori și furnizori care ar putea fi surse specifice unei industrii a organizațiilor sau chiar sisteme și aplicații online care funcționează în medii de tip cloud computing, este esențial. Aceștia trebuie să aplice nivelul adecvat de securitate pentru a se asigura că datele sunt protejate și sunt puse la dispoziție numai persoanelor autorizate. Toate acestea trebuie să se întâmple cu informații care nu sunt statice, ci continuă de-a lungul unui flux de lucru și trebuie să fie disponibile atunci când oamenii trebuie să colaboreze. De asemenea, informațiile ar trebui să fie optimizate pentru a fi accesibile prin tehnologia mobilă și ușor de găsit prin intermediul tehnologiei de căutare.

În continuare voi descrie un domeniu în care sunt utilizate managementul informațional cu transmisile de date.

4. Vehicule fără pilot - o tendință militară actuală

4.1. Introducere

Ca urmare a dezvoltării primelor computere și a componentelor miniaturizate, dorința de roboți și de automatizare a apărut curând în țările industrializate. În special forțele lor armate au operat și susținut cercetări și dezvoltări relevante timp de zeci de ani, în special în S.U.A..

Pentru ca aeronavele să se deplaseze în mod substanțial în manevră liberă, au fost introduse în mod automat sistemele controlate (German V-1), încă din al doilea război mondial pe o scară largă. Utilizarea sistematică a dronelor de recunoaștere de la distanță a început în Statele Unite în anii 1970 în timpul războiului din Vietnam.

Multe dezvoltări tehnice au permis o creștere semnificativă a tendinței față de vehiculele și sistemele militare fără pilot. La nivel general, în special în domeniul microelectronicii, ar trebui să se menționeze tehnologia informației și comunicațiilor, vitezele tot mai mari de calcul și ratele de date la dispozitive tot mai mici. Domenii mai specifice sunt controlul zborului, sateliți pentru comunicații și navigație, senzori optici și de altă natură, software pentru procesarea imaginilor etc.

Sateliții, care sunt un caz special de sisteme spațiale, sunt stabiliți pentru multe aplicații, atât militare, cât și civile. Vehiculele aeriene fără pilot sunt în prezent dezvoltate, fabricate sau utilizate de mai mult de 50 de țări, în majoritatea cazurilor în scopuri militare. Aplicația principală este în continuare Iluminarea, dar primele tipuri sunt deja înarmate, iar în numeroase țări sunt în curs de dezvoltare avioane speciale de luptă fără pilot (Altmann, 2002) (Pop, Isailă, Preda, & Luchian, 2017).

Dimpotrivă, vehiculele de apă și vehicule terestre fără pilot sunt încă în mare parte în faza de dezvoltare și testare, atât civile, cât și militare. Numai în vehiculele subacvatice civile există deja o utilizare semnificativă.

Pionierii în acest domeniu sunt Statele Unite în ceea ce privește cercetarea, dezvoltarea, desfășurarea și finanțarea. În decursul următoarelor decenii, acestea vor introduce sisteme fără pilot la scară largă pentru diverse unități și funcții în forțele lor, inclusiv cele pe uscat și pe mare. Aceasta creează o tendință care a fost deja adoptată de aliații americani, precum și de alte state. Ca avantaje militare ale sistemelor fără pilot, se dau diferite argumente:

- viețile umane proprii sunt cruțate;
- misiunile pot dura mai puțin, dimensiunile vehiculelor sunt mai reduse;
- sistemele fără pilot pot fi trimise în situații mai periculoase, etc.

Tendința spre sistemele militare fără pilot ridică multe întrebări, mai ales atunci când astfel de vehicule sunt armate:

- Care sunt vehiculele considerate ca sisteme militare fără pilot?
- Care este stadiul actual al tehnicii și perspectivele de dezvoltare - în vehiculele terestre, apă și aer, în diferite țări?
- Cine sunt jucătorii-cheie?
- Cât de mari sunt piețele militare și civile?
- Care este semnificația economică a sistemelor fără pilot?
- Cât de relevante sunt pentru capacitățile militare de bază din alte țări, de exemplu Germania?
- Cum se judecă aceste sisteme conform legii războiului?
- Este permis să lăsăm decizia de a ucide la un sistem tehnic?
- Care vor fi consecințele unei introduceri largi a sistemelor militare fără pilot pentru stabilitate și securitate internațională?
- Care este situația sistemelor fără pilot, militar și civil - în conformitate cu dreptul civil?

Răspunzând la aceste întrebări, acest capitol este destinat să prezinte faptele tehnice și economice relevante pentru sistemele militare fără pilot și să ofere o bază privind istoria vehiculelor fără pilot și filtrarea informațiilor acumulate de acestea.

4.2. Note despre istoria (militară) vehiculelor fără pilot

După multe decenii de cercetare și dezvoltare a vehiculelor aeriene fără pilot, acestea au ajuns să fie utilizate ca echipamente de navigație în sistemul militar, dar inițial cele mai multe utilizări și fonduri au fost în domeniul navelor spațiale (Administration, 2008). În ultimul timp, dronele au pătruns din ce în ce mai mult și în piața civilă.

Aeronave

Experimentele din S.U.A. cu avioane fără pilot au existat și înainte de 1900 și în timpul primului război mondial, în Germania a existat în 1903 prima încercare (Flug 2) fără pilot. După testele de zbor din 1917, Marea Britanie a construit (în 1920) primele rachete de croazieră. În 1942 ingineri de aeronave germani au raportat (la o conferință secretă) dezvoltarea aeronavei fără pilot Flugbombe 3.

În anii 1950, au apărut rachetele ghidate împotriva avioanelor și prima rachetă americană de croazieră. În anii 1970, rachetele de croazieră cu rază lungă de acțiune au fost dezvoltate de S.U.A. și Uniunea Sovietică și au fost amplasate pentru implementări convenționale și nucleare. După achiziționarea UAV-urilor din S.U.A., Israelul și-a construit primele drone de recunoaștere în aceeași perioadă. Dezvoltarea rapidă a tehnologiei informației, a microelectronicii și a posibilităților de control automat al zborului extins a provocat o dezvoltare a dronelor, începând cu utilizarea lor pentru achiziția de imagini video care pot fi transmise în timp real pe distanțe lungi. În războiul din Vietnam au fost doborâți mulți piloți americani, ceea ce a sporit interesul pentru vehiculele aeriene fără pilot. Până la sfârșitul războiului în 1975, forțele americane au zburat mii de misiuni de recunoaștere la distanță.

Activitatea inițială din S.U.A. pentru avioane de luptă fără pilot din anii 1960 și 1970 a fost întreruptă la sfârșitul anilor 1970, din diverse motive. Un nou interes a apărut după inserțiile israeliene împotriva pozițiilor de securitate aeriană din Siria și Liban în 1982; S-au intensificat în anii '90 cu desfășurarea cu succes a avioanelor de recunoaștere fără pilot în primul război împotriva Irakului și în misiunile din fosta Iugoslavie. În războaiele din Afganistan și Irak după septembrie 2001, forțele de coaliție au desfășurat aproximativ 20 de tipuri diferite de recunoaștere, atac și forță de protecție.

4.3. Metadate și conținutul acestora

Prin analizarea și prelucrarea datelor brute, semantica poate fi făcută explicit pentru un text pe diferite niveluri de abstractizare, de la valorile caracteristicilor la concepte bazate pe cunoaștere. Alte metadate pot fi adăugate doar de adnotatoarele umane. În următoarea secțiune se discută despre diferitele tipuri de metadate care sunt utile pentru abstractizarea conținutului (Grosky, Fotouhi, & Jiang, 1998).

Recuperare aproximată

Sistemul QBIC (Query By Image Content) a introdus un nou tip de metadate pentru interogarea imaginilor ca obiecte active. Cheia procesului de regăsire se află între obiecte. Interogarea de imagine este tradusă într-o interogare punctuală în spațiul multi-dimensional numit spațiu caracteristic. Funcțiile rezultă automat din conținutul obiectelor multimedia. Asemănarea dintre o interogare și un obiect din baza de date este estimată folosind o anumită funcție de similitudine în spațiul caracteristicilor. În cazul preluării obiectelor care sunt identice cu obiectul de interogare, sunt preluate toate obiectele plasate în apropierea obiectul interogat. Termenul corect pentru această abordare este regăsirea exactă. Interacțiunea cu utilizatorul în sisteme bazate pe o recuperare aproximativă are ca scop, de obicei, să urmărească interogarea prin exemplu (QBE) a paradigmei de interogare. În loc să se ocupe în mod explicit de caracteristici, utilizatorul spune sistemului ce tip de obiecte să caute, oferind unul sau mai multe exemple de obiecte „bune”. Caracteristicile reprezintă de obicei proprietăți ușor de calculat ale obiectelor stocate. Exemplul utilizat adesea în sistemele de regăsire a imaginii este o măsură care exprimă distribuția colorată a imaginii, cum ar fi histograma culorilor. Alte funcții posibile se bazează pe textura și compoziția imaginii. Recuperarea aproximativă nu este unică pentru regăsirea imaginii. Sistemul Muscledfishs este utilizat la preluarea sunetelor bazate pe conținut. Măsoară tonul, energia și proprietățile audio mai avansate și acoperă spațiul caracteristicilor. Caracteristicile reprezintă în principal conținutul sintactic al obiectelor stocate. Proprietățile sintactice utilizate în regăsirea aproximativă, sperăm să surprindă o parte din conținutul semantic al obiectului multimedia. Din păcate, nu putem detecta automat caracteristicile semantice ale obiectelor multimedia. Trebuie să lucrăm cu proprietatea sintactică pe care o putem calcula. Un exemplu binecunoscut ilustrează regăsirea și interogarea aproximativă prin exemplificarea imaginii unui apus de soare ca obiect de interogare.

Pentru acel caz particular, regăsirea cu ajutorul histogramelor de culoare funcționează uimitor de bine. Alte exemple „bune” includ imagini cu flori. Cu toate acestea, nu este atât de ușor să găsești un spațiu de caracteristici care acceptă o gamă largă de interogări. De asemenea, nu este întotdeauna ușor de judecat de ce sistemul a găsit obiectele preluate similare obiectului de interogare.

4.4. Filtrarea informațiilor

Filtrarea informațională este o abordare indirectă pentru a ajuta un utilizator să găsească obiecte multimedia. Ideea de bază este că grupul tuturor utilizatorilor unei biblioteci digitale poate fi împărțit în subgrupuri cu interese similare. Judecățile lui Theuser despre obiectele multimedia, de exemplu filme sau compact discuri, acoperă de asemenea un spațiu vectorial. În acest spațiu vectorial, un algoritm poate identifica vectorii cu cel mai mare grad de similitudine. În continuare, elementele care apar în vectorul unui „utilizator similar”, dar care nu au fost încă evaluate de către utilizatorul curent, sunt recomandate acestuia. Această tehnică este adesea folosită în cărți de depozitare online sau CD-uri. La conectare, sistemul va solicita aprecierea unei selecții a CD-urilor mai multor artiști. Acest profil al gustului persoanei respective este apoi utilizat pentru a găsi obiecte similare în bibliotecă. Dacă majoritatea persoanelor „similare” au apreciat o altă înregistrare, sistemul o va recomanda și persoanei de mai sus. Similitudinea dintre judecățile utilizatorului despre obiecte are trei avantaje majore de supradimensionare între obiectele în sine. De multe ori depășește problemele legate de identificarea unor caracteristici potrivite pentru obiecte precum muzica și arta. În cele din urmă, abordarea tratează implicit aspecte calitative, cum ar fi stilul, care ar fi greu cuantificabil cu caracteristici obținute automat. Filtrarea informațiilor sociale presupune că grupurile de utilizatori similari au probabil nevoi similare. Valabilitatea acestei presupunerii depinde de doi factori: mărimea populației de utilizatori și sfera de judecată a acestora. Numărul de hotărâri ale utilizatorilor ar trebui să fie suficient de mare pentru a permite generalizarea. Dar, domeniul judecăților ar trebui să fie mai degrabă restrâns, deoarece utilizatorii care au un interes similar în domeniul pot fi foarte diferiți în alt domeniu. Tehnic, nu trebuie să se integreze filtrarea informațiilor sociale cu un sistem de baze de date multimedia. Ca și similitudinea, evaluarea interogărilor procesează interogări în spații multidimensionale. Diferența dintre ambele procese se reduce la diferența dintre spațiul în care mapăm obiectele și măsura nesimilității acestora.

Baze de date și multimedia

Un obiect multimedia (de exemplu, un videoclip sau o fotografie) poate fi manipulat într-un DBMS (Data Base Management Sistem) prin abordarea următoarelor trei aspecte din schemă:

- obiectul de reprezentare digitalizat;
- abstractizarea datelor;
- abstractizarea de conținut.

Exemplul 1

```
map[ play( %video ) ](  
    select [ %title = 'mavlink_meminfo_t' ]( theVideos )  
    WITH (  
        SET<  
            TUPLE<  
                video: mavlink < Video >,  
                title: mavlink < str >  
            >  
        >: theVideos  
    );
```

Schema din exemplu demonstrează modul în care structura dependentă de media a unui obiect video poate fi reprezentată folosind un caracter bine stabilit.

Obiectul video este acum modelat ca o structură care constă din subtitluri sau subtitrări, audiotrack și o serie de cadre cheie care rezumă conținutul vizual. Ordinea cadrelor cheie este ignorată în Exemplul 2; dacă ordinea cadrelor este importantă, se poate utiliza un constructor de tip listă.

Exemplul 2

```
SET<  
    TUPLE<  
        subtitles: mavlink < Text >,  
        audiotrack: mavlink < Audio >,  
        keyframes: SET< mavlink < Image > >  
    >  
>: videofragment;
```

Acum, luăm în considerare extinderea schemei cu conținutul de metadata pentru a reprezenta conținutul cadrelor cheie. Adnotarea manuală poate duce la un set de cuvinte cheie sau o descriere a limbajului natural al scenei. Extragerea funcțiilor poate fi efectuată similar cu redarea unui videoclip din Exemplul 1, apelând în schimb la o funcție de extragere a funcțiilor. Exemplul 3 arată modul în care această abstractizare a conținutului poate fi reprezentată în baze de date cu management simplificat; în loc de un set de imagini, schema definește un set de tupluri care conțin imaginea și metadatale sale (Luchian, Boșcoianu, & Boșcoianu, Noise Reduction In Multiple Rfid Sensor Systems Used In Aerospace Engineering, 2017).

Exemplul 3

```
SET<  
    TUPLE<
```

```

    keyframe: mavlink < Image >,
    keywords: SET< mavlink < str > >,
    description: mavlink < text >,
    colorhist: mavlink < vector >,
    texture: mavlink < vector >,
    shape: mavlink < vector >
>
>: keyframes;

```

Preluarea aproximativă se realizează prin calcularea distanțelor la un vector de interogare și sortarea imaginilor în ordinea distanței lor față de obiectul de interogare. Exemplul 4 ilustrează o interogare ntru regăsirea aproximativă folosind culoarea. Astfel, cadrele cheie pot fi acum interogate prin regăsirea booleană folosind adnotările manuale sau prin regăsirea aproximativă a culorii, texturii sau formei.

Exemplul 4

```

subrange[1,10](
    sort[ %theDist ]( LIST<distances> ))
WITH(
    Atomic< Image >: queryImg,
    map[ TUPLE<
        %keyframe,
        distance( %colorhist,
            compute colorhist( queryImg ) ): theDist >
    ]( keyframes ): distances
);

```

Extensiile pentru tipurile de date multimedia care permit unui DBMS extensibil să sprijine interogarea datelor textuale și a conținutului. La prima vedere, această abordare pare să ofere suportul de bază dorit pentru aplicațiile multimedia. Unele probleme au fost ignorate și ar fi nevoie de mai multe cercetări pentru a confirma că acestea pot fi gestionate într-un DBMS extensibil, fără modificări majore. În special, gestionarea structurii independente de media este o problemă complexă, deoarece colecțiile de obiecte multimedia compuse pot fi foarte neomogene. Gestionarea corectă a acestei situații necesită suport pentru modelul de date pentru ierarhiile de moștenire profunde și operatori polimorfi, niciuna dintre acestea nefiind acceptată bine în DBMS-urile actuale. Ignorând problemele asociate modelării obiectelor compozite, integrarea tehnicilor de regăsire aproximativă cu un DBMS (relațional) stimulează dezvoltarea de noi algoritmi pentru procesarea eficientă a interogărilor (Begg & Connolly, 2015).

5. Cercetări experimentale

5.1. Managementul cercetărilor experimentale

5.1.1. Concepte

Din punct de vedere istoric, arhitectura internă a DBMS (Database Management System) a fost bazată pe gestionarea și stocarea datelor în blocuri de discuri puternic codate. În majoritatea sistemelor există un antet la începutul fiecărui bloc de disc pentru a ușura anumite operații de sistem. Acest antet conține, de obicei, o „tabletă de linie” în partea din față a blocului de disc pentru a susține indirectia în t-uple. Acest lucru permite DBMS-ului să reorganizeze blocuri fără a fi nevoie de schimbarea indicilor index. Atunci când un bloc de disc este citit în memoria principală, acesta trebuie tradus apoi în formatul principal de memorie.

DBMS-urile mențin invariabil o rezervă de blocuri în memoria principală pentru acces mai rapid. Atunci când o interogare de execuție încearcă să citească un bloc de discuri, DBMS verifică întâi dacă acel bloc există în buffere. Dacă nu există, se evacuează un bloc pentru a face loc celui necesar. Pentru gestionarea grupului de rezervoare există cheltuieli substanțiale, deoarece blocurile trebuie fixate în memoria principală, iar sistemul trebuie să mențină o politică a ordinelor de evacuare (de exemplu: cea mai recentă utilizare). După cum se menționează în (Begg & Connolly, 2015) (D. & C., 2000), atunci când toate datele se potrivesc în memoria principală, costul de menținere a unui buffer este de aproape o treime din toate ciclurile CPU utilizate de DBMS.

Pentru a depăși aceste probleme, se prezintă o nouă arhitectură pentru principalele DBMS-uri de memorie pe care la numim anti-caching. Într-un DBMS cu anti-caching, atunci când memoria este epuizată, DBMS adună „cele mai reci” t-uple, le scrie pe disc cu o traducere minimă din formatul lor de memorie principal, eliberând astfel spații pentru t-uplele accesate recent. Drept urmare, datele „mai recente” se află în memoria principală, în timp ce datele mai vechi se află pe disc în partea anti-cache a sistemului. Spre deosebire de arhitectura DBMS tradițională, t-uplele nu se regăsesc în ambele blocuri; fiecare t-uple este fie într-un bloc de disc, fie în memorie, dar niciodată în ambele locuri, în același timp. În această nouă arhitectură, memoria principală, discul, devine locația de stocare primară. Decât să citim date recente în memoria cache și să începem cu datele de pe disc, datele pornesc în memorie, iar cele vechi sunt evacuate în discul anti-cache.

Cu anti-caching, responsabilitatea DBMS este să citească și să scrie date după cum este necesar. O alternativă ar fi ca sistemul de memorie virtuală să facă paginarea datelor către și de pe disc. Aceasta este abordarea adoptată în (A., D., & J., 2005). Cu toate acestea, anti-caching-ul are mai multe avantaje față de memoria virtuală în contextul unui DBMS de memorie principală. Acesta oferă un control cu sortare fină a datelor evacuate pe disc și non-blocarea citirilor de date evacuate de pe disc. Aceste două diferențe principale sunt descrise mai jos:

- Evacuarea fină: un avantaj cheie anti-caching asupra memoriei virtuale în contextual unui DBMS de memorie principal este finețea sortării datelor ce vor fi evacuate. Deciziile de evacuare în anti-caching sunt realizate la nivelul t-uplelor. Acest lucru înseamnă că cele mai vechi piese vor fi scrise pe disc. În memoria virtuală, OS (operating system) execută deciziile de evacuare la nivel de pagină, existând posibilitatea ca o pagină să fie cu mult mai mare decât o t-uplă tipică OLTP. Fiecare pagină aleasă pentru evacuare, va conține mai multe t-uple, cu niveluri diferite de actualitate. O singură t-uplă actuală pe o pagină va determina întreaga pagină să fie actuală și păstrată în memorie, chiar dacă restul t-uplelor sunt vechi. Cel mai bine este să se efectueze evacuări la același nivel de sortare al datelor accesate, ce în DBMS sunt la nivelul t-uplei. Anti-caching-ul oferă o metodă pentru acest control fin al datelor evacuate prin construirea numai de pagini de t-uple vechi.
- Citiri non-blocante: O altă diferență este modul în care datele evacuate sunt prelucrate atunci când este nevoie. Într-un sistem de memorie virtuală, sistemul de operare blochează un proces atunci când provoacă o eroare de pagină de la citirea unei adrese de memorie aflată pe disc. Pentru anumite DBMS-uri [29,34] asta înseamnă că nici o tranzacție nu este executată în timpul în care pagina de memorie virtuală este preluată de pe disc. Într-un DBMS anti-caching, o tranzacție ce accesează date evacuate este întreruptă pur și simplu și reluată apoi, atunci când datele de care are nevoie sunt preluate de pe disc. În același timp DBMS, continuă să execute alte tranzacții fără blocare. Din moment ce fiecare eroare de pagină declanșează o citire pe disc, interogările care permit accesul mai multor pagini evacuate vor fi afișate de mai multe ori într-un mod secvențial. În schimb, folosim o fază de execuție înainte de trecere, care încearcă să identifice toate blocurile evacuate necesare unei tranzacții, ceea ce va permite citirea tuturor blocurilor (K., T., J., & R., 2003).

5.1.2. Etape

Pentru acest experiment, se folosește încărcarea de lucru numai pentru citire folosind o memorie cu o dimensiune a blocului de evacuare de 1MB. Factorul de fuzionare (adică atunci când compacția lentă îmbină întreaga bloc în memorie) este setat la 0.50, ceea ce înseamnă că fiecare bloc poate conține nu mai mult de 50% goluri. Rezultatele arată că peste blocurile de date testate, politica contopirii depășește politica de blocare a blocurilor de evacuare. Pentru aceasta există două motive. În primul rând sunt costurile de fuziune mai mari ale politicii de blocare. Deoarece t-uplele de fuziune blochează tranzacțiile de la executarea pe partiția țintă, acest lucru poate afecta negativ performanța. În al doilea rând, în politica de blocare, t-uplele care au făcut parte din blocul preluat, dar nu au fost solicitate de o tranzacție, sunt fuzionate și plasate la capătul învechit. Astfel, aceste t-uple nu au fost

folosite decât un scurt timp, după care au fost evacuate din nou. Acest ciclu de neechiunitate/ reechilibrare creează cheltuieli inutile și este un alt motiv pentru o mai mare cantitate de transfer a politicii de blocare a blocurilor.

5.1.3. Logistică

Investigăm în continuare impactul asupra performanței diferitelor dimensiuni ale datelor evacuate. Acest parametru controlează câte t-uple sunt în fiecare bloc evacuat. Vom evalua politica de îmbinare a t-uplelor. În acest experiment, folosim volumul de lucru YCSB numai pentru citire și cu o dimensiune a bazei de date de memorie de $\langle \frac{2}{5} \rangle$.

Dimensiunile blocurilor mai mari reduc cantitatea totală de debite, în special pentru încărcările de lucru foarte dinamice. Degradarea de transfer nu se datorează procesului de evacuare, care evacuează loturi de blocuri într-o singură scriere secvențială a discului. Astfel, scrierea a cinci blocuri de 1MB sau douăzeci de blocuri de 256KB este aproape echivalentă în ceea ce privește costurile I/O. Principala diferență se datorează costurilor suplimentare ale preluării blocurilor mai mari.

Un alt rezultat al acestui experiment este faptul că diferența de performanță

pentru dimensiunile mai mari ale blocurilor este cel mai pronunțat la sarcini mari de deplasare. Principalul motiv pentru aceasta este că, cu un volum de lucru foarte dinamic al unui DBMS trebuie să recupereze mai puține blocuri de pe disc. Deoarece este puțin probabil ca fiecare bloc să fie recuperat de pe disc, este, de asemenea, relativ mai puțin frecvent faptul că mai multe t-uple dintr-un singur bloc vor fi solicitate împreună. Astfel, sistemul este mai puțin probabil să beneficieze de localitatea t-uplelor din același bloc.

5.2. Prelevarea și analizarea datelor

5.2.1. Prelevarea datelor

```
1 #!/usr/bin/python
2 import sys
3 from datetime import datetime
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 from matplotlib import interactive
6 from math import log
7 attitude = "mavlink_attitude_t"
8 meminfo = "mavlink_meminfo_t"
9 channels = "mavlink_rc_channels_raw_t"
10 content_block = []
11 v_attitude = []
12 v_freemem = []
13 v_brkval = []
14 v_channel1 = []
15 v_channel2 = []
16 def get_datetime(in_date, in_time):
17     return datetime.strptime(in_date + " " + in_time, '%m/%d/%Y
```

```

%I:%M:%S')
18 def get_diff_seconds(date1, date2):
19     return (date1 - date2).total_seconds()
20 def get_attitudes(content):
21     result_att = []
22     result_time = []
23     initial_date = get_datetime((content[0].split())[0],
(content[0].split())[1])
24     for line in content:
25         if attitude in line:
26             att = line.split()
27             result_att.append(float(att[15]))
28             current_date = get_datetime(att[0], att[1])
29             result_time.append(get_diff_seconds(current_date,
initial_date))
30     return (result_att, result_time)
31 def get_freemem(content):
32     result_mem = []
33     result_time = []
34     initial_date = get_datetime((content[0].split())[0],
(content[0].split())[1])
35     for line in content:
36         if meminfo in line:
37             mem = line.split()
38             result_mem.append(log(float(mem[15])))
39             current_date = get_datetime(mem[0], mem[1])
40             result_time.append(get_diff_seconds(current_date,
initial_date))
41     return (result_mem, result_time)
42 def get_brkval(content):
43     result_brk = []
44     result_time = []
45     initial_date = get_datetime((content[0].split())[0],
(content[0].split())[1])
46     for line in content:
47         if meminfo in line:
48             brk = line.split()
49             result_brk.append(log(float(brk[13])))
50             current_date = get_datetime(brk[0], brk[1])
51             result_time.append(get_diff_seconds(current_date,
initial_date))
52     return (result_brk, result_time)
53 def get_channels(content, no_channel):
54     result_channels = []
55     result_time = []
56     initial_date = get_datetime((content[0].split())[0],
(content[0].split())[1])
57     for line in content:
58         if channels in line:
59             ch = line.split()
60             result_channels.append(float(ch[13 + 2 *
no_channel]))
61             current_date = get_datetime(ch[0], ch[1])
62             result_time.append(get_diff_seconds(current_date,
initial_date))
63     return (result_channels, result_time)

```

```

64 def parser(content = []):
65     for c in content:
66         v_attitude.append(get_attitudes(c))
67         v_freemem.append(get_freemem(c))
68         v_brkval.append(get_brkval(c))
69         v_channel1.append(get_channels(c, 1))
70         v_channel2.append(get_channels(c, 2))
71 def get_max_time(l):
72     res = l[0][1][-1]
73     for component in l:
74         comp_time_final = component[1][-1]
75         if comp_time_final < res:
76             res = comp_time_final
77     for c in range(len(l)):
78         vals = l[c][0]
79         time = l[c][1]
80         length = len(vals)
81         for i in range(length):
82             if time[i] > res:
83                 if length >= i + 1:
84                     vals = vals[:i + 1]
85                     time = time[:i + 1]
86                 else:
87                     vals = vals[:i]
88                     time = time[:i]
89             break
90         l[c] = (vals, time)
91     return res
92 def plot_it():
93     #attitude
94     plt.figure(1)
95     att_t_final = get_max_time(v_attitude)
96     plt.gca().set_xlim([0, att_t_final])
97     for c in v_attitude:
98         plt.plot(c[1], c[0])
99     plt.xlabel('Timp (s)')
100    plt.ylabel('Atitudine (Cadre pe secunda)')
101    plt.title('Atitudine in zbor')
102    plt.grid(True)
103    plt.legend(['plan de zbor planificat in soft', 'plan de zbor
manual'])
104    interactive(True)
105    plt.show()
106    #memory
107    plt.figure(2)
108    att_t_final = get_max_time(v_freemem)
109    plt.gca().set_xlim([0, att_t_final])
110    for c in v_freemem:
111        plt.plot(c[1], c[0])
112    for c in v_brkval:
113        plt.plot(c[1], c[0], '--')
114    plt.xlabel('Timp (s)')
115    plt.ylabel('Memorie libera | Memorie necesara pentru zbor
(log MB)')
116    plt.title('Memorie consumata pe timpul zborului')
117    plt.legend(['Memorie libera pentru zbor planificat',

```

```

'Memorie libera pentru zbor neplanificat', 'Memorie necesara pentru
functionarea sistemului in zbor planificat', 'Memorie necesara
pentru functionarea sistemului in zbor neplanificat'])
118     plt.grid(True)
119     interactive(True)
120     plt.show()
121     #channels
122     plt.figure(3)
123     att_t_final = get_max_time(v_channel1)
124     plt.gca().set_xlim([0, att_t_final])
125     for c in v_channel1:
126         plt.plot(c[1], c[0])
127     for c in v_channel2:
128         plt.plot(c[1], c[0], '--')
129     plt.xlabel('Timp (s)')
130     plt.ylabel('Canal receptie / emisie (MHz)')
131     plt.title('Raport frecventa canal emisie / receptie')
132     plt.grid(True)
133     plt.legend(['frecventa receptie in zbor planificat',
neplanificat',
                                'frecventa receptie in zbor
                                'frecventa emisie in zbor planificat',
                                'frecventa emisie in zbor
neplanificat'])
134     interactive(False)
135     plt.show()
136 for i in range(1, len(sys.argv)):
137     with open(sys.argv[i], "r") as file:
138         data = []
139         for line in file:
140             data.append(line)
141         content_block.append(data)
142 parser(content_block)
143 if v_attitude and v_brkval and v_freemem and v_channel1 and
v_channel2:
144     plot_it()

```

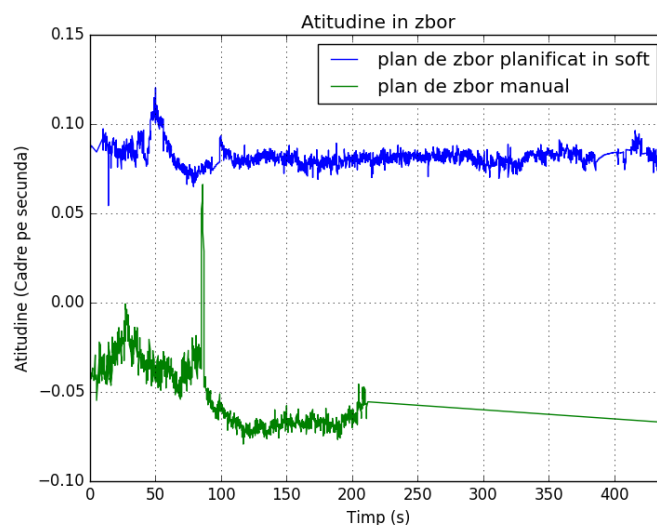


Figura 5.1. Simulare altitudinii în funcție de zborul executat

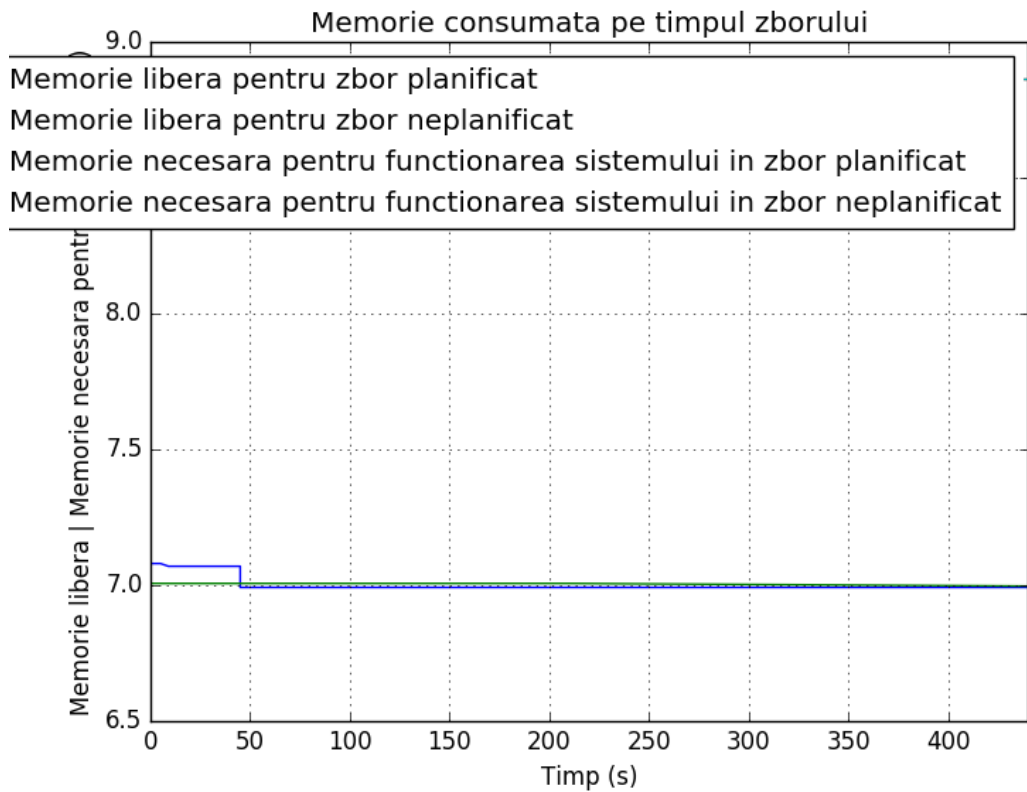


Figura 5.2. Datele necesare pentru executarea zborurilor

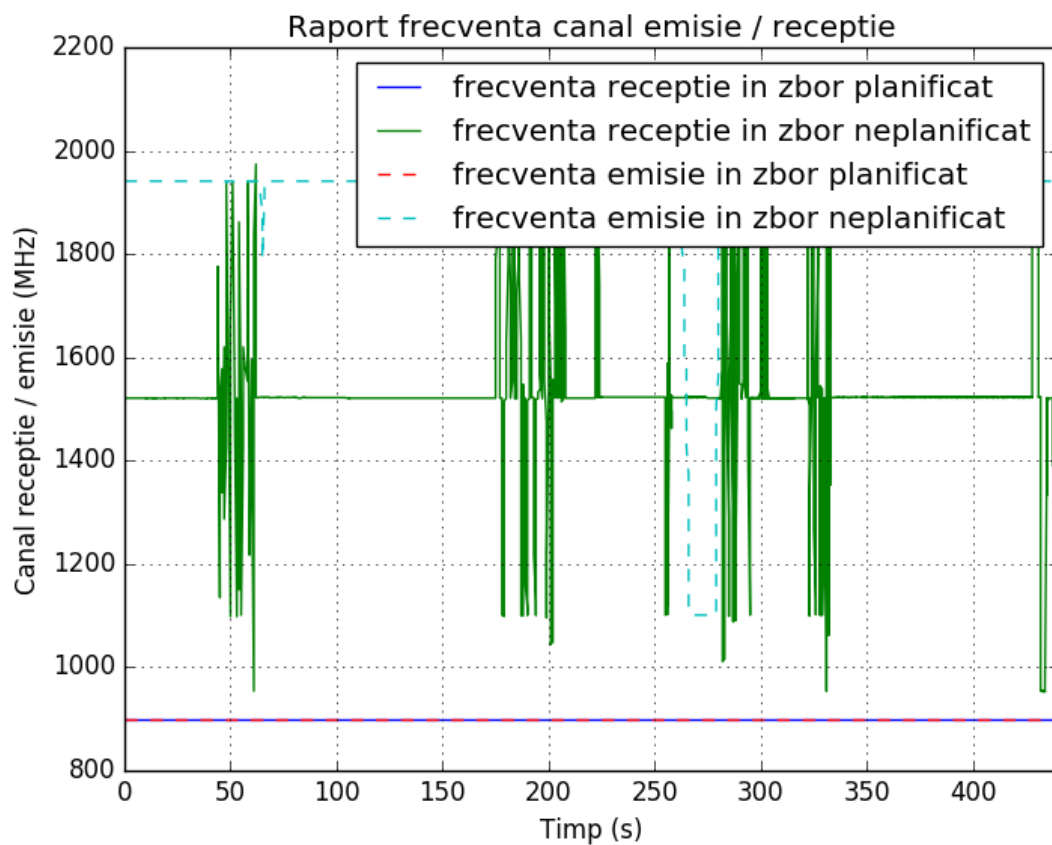


Figura 5.3. Canalele de date utilizate de către sistemele hibrid robotizate

5.2.2. Analiza datelor

Analiza datelor se referă la NATURA și UTILIZAREA datelor. Aceasta implică identificarea elementelor de date care sunt necesare pentru a susține sistemul de procesare a datelor organizației, plasarea acestor elemente în grupuri logice și definirea relațiilor dintre grupurile rezultate. Alte abordări, de exemplu schemele de flux, au fost preocupate de fluxul de date. Analiza datelor este una din metodologiile bazate pe structura de date Jackson SP / D.

Deseori în practică, analiștii de sisteme merg direct de la constatarea faptelor la analiza datelor dependente de implementare. Ipotezele lor privind utilizarea proprietăților și a relațiilor dintre elementele de date sunt incluse direct în graficele de înregistrare, fișiere și în specificațiile procedurii de calcul. Introducerea sistemelor de gestionare a bazelor de date (DBMS) a încurajat un nivel mai ridicat de analiză, în care elementele de date sunt definite printr-un model logic sau „schemă” (schemă conceptuală). Atunci când se discută schema în contextul unui DBMS, se iau în considerare efectele proiectelor alternative asupra eficienței sau ușurinței implementării, adică analiza este încă oarecum dependentă de implementare. Dacă luăm în considerare relațiile dintre date, uzanțele și proprietățile care sunt importante pentru afacere, indiferent de reprezentarea lor într-un anumit sistem computerizat care utilizează un anumit software, avem ce avem de-a face cu analiza datelor independente de implementare.

Este corect să ne întrebăm de ce ar trebui să facem analiza datelor dacă este posibil, în practică să mergem direct la un design computerizat al sistemului. Analiza datelor este consumatoare de timp; aceasta produce o mulțime de întrebări. Implementarea poate fi încetinită în timp ce se caută răspunsurile. Este mai convenabil ca un analist cu experiență „să se descurce cu treaba” și să vină imediat cu un design. Principala diferență este că analiza datelor are mai degrabă un rezultat care să corespundă atât cerințelor actuale, cât și celor viitoare, adaptându-se mai ușor la schimbările din domeniul afacerilor sau al echipamentelor de calcul. Se poate de asemenea susține că tinde să se asigure că întrebările politice privind datele organizațiilor sunt preluate de către managerii organizației, nu de analiștii sistemelor. Analiza datelor poate fi considerată abordare „lentă și eficientă”, în timp ce omiterea acestui pas este „rapidă și superficială”.

Din alte puncte de vedere, analiza datelor oferă informații utile pentru directorii generali de proiectare, care vor aduce beneficii analistului stagiar, chiar dacă în cele din urmă se stabilește pentru o soluție „rapidă și superficială” (Prisacariu, Cioacă, Luculescu, Luchian, & Pop, 2019).

Dezvoltarea tehnicilor de analiză a datelor a contribuit la înțelegerea structurii și a semnificației datelor în cadrul organizațiilor. Tehnicile de analiză a datelor pot fi folosite ca prim pas în extrapolarea complexităților lumii reale într-un model

care poate fi organizat pe un computer și poate fi accesat de mai mulți utilizatori. Datele pot fi colectate prin metode convenționale, cum ar fi interviuarea persoanelor în organizarea și studierea documentelor. Faptele pot fi reprezentate ca obiecte de interes. Există o serie de instrumente de documentare disponibile pentru analiza datelor, cum ar fi diagramele de relație între entități. Acestea sunt ajutoare utile pentru comunicare, ajută la asigurarea unei lucrări exacte și facilitează procesele de cartografiere care urmează analizei datelor. Unele dintre documente pot fi folosite ca documente sursă pentru dicționarul de date.

În analiza datelor analizăm datele și construim o reprezentare a sistemelor sub forma unui model de date (conceptual). Un model de date conceptual specifică structura datelor și procesele care utilizează aceste date.

Analiza datelor = stabilirea naturii datelor.

Analiza funcțională = stabilirea utilizării datelor.

Cu toate acestea, deoarece datele și analizele funcționale sunt astfel intercalate, vom folosi termenul Analiza datelor pentru a le acoperi pe ambele.

Construirea unui model al unei organizații nu este ușoară. Întreaga organizație este prea mare, deoarece vor fi prea multe lucruri de modelat. Ea durează prea mult și nu realizează nimic concret ca sistem informatic, iar managerii doresc rezultate tangibile destul de repede. De aceea, este sarcina analistului de date să modeleze o imagine particulară a organizației, una care se dovedește rezonabilă și exactă pentru majoritatea aplicațiilor și utilizărilor. Datele au o structură intrinsecă proprie, independentă de prelucrare, formate de rapoarte etc. Modelul de date urmărește să facă explicită această structură.

5.2.3. Studiu de caz

Disponibilitatea datelor Big Data, a hardware-ului de mărfuri cu costuri reduse și a noului software de management al informațiilor au generat un moment unic în istoria analizei datelor. Convergența acestor tendințe înseamnă că pentru prima dată în istorie avem capacitățile necesare pentru a analiza rapid și rentabil mulțimi foarte mari de date. Aceste capacități nu sunt nici teoretice, nici banale. Ele reprezintă un salt real și o oportunitate clară de a realiza câștiguri enorme în ceea ce privește eficiența, productivitatea, veniturile și rentabilitatea.

Voi încerca să readuc lucrurile la un nivel practic și să-mi deschid discuția cu acest citat: „Informația este putere”. Dacă analizăm toate hyperlink-urile care se conectează la datele mari pe care le rezolvă din prima abordare, dacă ascultăm toți vânzătorii, 99% din toate vorbitorii, inclusiv eu, vor pune accentul pe această primă parte și puțină subliniere a celei de-a doua părți.

Unul dintre lucrurile de care mi-am dat seama este că modelul pe care l-am folosit pentru teste este de mari dimensiuni și a e.S.U.A.t de foarte multe ori. Ironia sorții este că ceea ce se întâmplă este că baza de date devine mai ineficientă, nu mai puțin voluminoasă.

Aceasta este o problemă foarte frecventă cu care ne confruntăm în manipularea datelor. Terminalele de date tind să fie foarte rare.

Magia reală este în mijlocul problemei, nu putem vedea 1,6 milioane de rânduri în acest caz. Tot ce văd este de 10/20 de rânduri; cu ochelarii mei și un monitor mare de 96 de inch, poate văd 100 de rânduri. Asta e. Cu toate acestea magia există acolo. Magia pentru a îmbunătăți viața oamenilor există acolo.

Așadar, am apărut cu această ipoteză că valorile actuale care există, care sunt raportate de soluție la extremitățile extreme, nu sunt valorile reale. Am spus că trebuie să fie o valoare reală estimată pentru orice dimensiune particulară. Dacă avem un număr suficient de persoane care o raportează, este probabil mai aproape de rezultatul corect. Dacă foarte puțini oameni raportează aceste date, este puțin probabil ca cineva să fi raportat valoarea reală. Am decis să renunțăm la raportarea valorii reale și să începem să raportăm valori reale estimate, iar avantajul acestei abordări este că se confirmă din mai multe surse.

A doua soluție este chiar mai interesantă, pentru mine, personal. Astăzi, atunci când oamenii se conectează la aceste tipuri de instrumente, se confruntă cu aceste probleme de confuzie a datelor. În fiecare zi trebuie să ne dăm seama care sunt lucrurile pe care trebuie să le rezolvăm pentru a crea acțiuni care vor conduce lucruri mai bune. Modul în care rezolvăm această problemă este acela de a încerca să-i facem pe oameni să identifice necunoscute și nu să argumentăm de ce nu creăm un algoritm care să creeze un grafic cu aceste date pentru a putea studia evoluția.

Am creat acest algoritm care folosește datele din timpul executării misiunii, care are la bază un algoritm frumos de prognoză, analizează sensibilitatea datelor și la logarea în senzor, de fapt se pot recunoaște imediat neregulile apărute față de pattern-ul normal al programului.

6. Concluzii finale, contribuții personale, diseminarea rezultatelor și direcții viitoare de cercetare

6.1. Concluzii

În urma cercetării teoretice și experimentale asupra stadiului actual au fost evidențiate anumite aspecte cu privire la managementul informațional al transmisiilor de date:

- contopirea sistemelor de comunicații din diverse rețele independente într-o rețea federalizată;
- crearea unei baze de date unificată pentru o bună gestionare a situației inerte (sprijin C2 - command and control);
- interlink între echipamente și sisteme cu posibilitate de NAS (Network Attached Storage);
- crearea unor rețele federalizate militarizate la nivel strategic, operațional și tactic cu criptare a datelor la fiecare domeniu de user (miniserver criptat la fiecare nod);
- network centric warfare la nivel micro și macro.

Metodele și modurile de operare abordate a sistemelor hibrid robotizate UAV-UGV, cum ar fi metoda clasică Mechanical, Materials and Aerospace Engineering-MMAE și EMMAE (Extended Mechanical, Materials and Aerospace Engineering) care și-au dovedit eficiența în timp, în ziua de astăzi sunt înlocuite de un sistem fault detection cu filtru Kalman datorită rezultatelor rapide ce permite o analiză spectrală în timp real a sistemelor de navigație și control simultan cu localizarea echipamentului în spațiu (GPS). Chiar dacă au existat progrese semnificative în experimente ale sistemelor de tip fault-detection, sistemele ad-hoc cu control pentru evitarea pericolelor rămân la un cost ridicat de producție și mentenanță. Uneori aceste sisteme de evitarea obstacolelor sau programe de mentenanță pot fi mai scumpe/costisitoare decât achiziționarea unui sistem nou. Direcția nouă de dezvoltare, mai exact cea a siguranței sistemelor (deblocarea erorilor și controlul sistemelor defecte) devine din ce în ce mai mult o provocare financiară decât o soluție, atât din punct de vedere hardware, dar și din punct de vedere software. Protocoalele de ierarhizare care sunt create cu scopul de a facilita complexitatea sistemelor și de a prioritiza automat anumite date/interconexiuni devin mult mai complexe, astfel mulți utilizatori sunt nevoiți să apeleze la multiple layer (platforme) de date. Acestea trebuie să aibă o memorie sustenabilă și stabilă pentru a procesa și gestiona o cantitate semnificativă de informații, însă nu trebuie omise capacitatea proceselor de scalabilitate și filtrare. În continuare chiar dacă sunt îndeplinite aceste condiții sunt necesare și măsuri de protecție a datelor, ceea ce reprezintă încă un cost ridicat. Banda de lucru și măsurile de protecție devin din ce în ce mai limitate deoarece numărul de utilizatori tot crește și sunt necesare cheltuieli adiționale pentru a obține rezultatul dorit. De aceea multe organizații încep să folosească conceptul de clouding, însă trebuie luate măsuri diverse (aplicarea protocoalelor) și crearea unei condiții de back-up pentru cazul în care sistemul cedează. Aceste măsuri sunt adesea folosite în ziua de astăzi pentru protecția datelor asupra atacurilor cibernetice. Dacă au fost

aplicate protocoale și protecție a softurilor cu criptare a acestora este puțin probabil ca bazele de date ale organizațiilor să fie afectate, chiar dacă echipamentele sunt operate în arii nefamiliare.

Totuși, promițătoare, această zonă este relativ nouă și mai puțin explorată. Există multe probleme de rezolvat înainte ca utilizarea eficientă a UAV să poată fi realizată pentru a oferi rețele stabile și fiabile specifice contextului. După cum vom vedea mai târziu, în timp ce oferă promisiunea unei capacități îmbunătățite, stabilirea și menținerea unei comunicări eficiente între UAV-uri este o provocare.

Aproape toate componentele rețelelor de comunicații UAV ridică probleme provocatoare care necesită rezolvare. Spre deosebire de multe alte rețele fără fir, topologia rețelelor UAV rămâne fluidă cu numărul de noduri și legături care se schimbă și, de asemenea, pozițiile relative ale nodurilor se modifică. UAV-urile se pot deplasa cu viteze variate în funcție de aplicație, acest lucru ar face ca legăturile să fie stabilite în mod intermitent. Ce provocări ar reprezenta un astfel de comportament? În primul rând, unele aspecte ale proiectării arhitecturale nu ar fi intuitive. Topologia fluidă, nodurile dispărute și legăturile fine vor provoca toate proiectantele să depășească rețelele ad hoc normale. În al doilea rând, protocolul de rutare nu poate fi o simplă implementare a unei scheme proactive sau reactive. Coloana vertebrală inter-UAV trebuie să se reorganizeze în mod repetat atunci când UAV-urile nu reușesc. În unele cazuri, rețeaua poate fi partiționată. Provocarea ar fi apoi de a orienta pachetul de la o sursă la o destinație, optimizând metoda aleasă. Cea de-a treia provocare ar fi menținerea sesiunilor utilizatorilor, transferând date fără probleme de la un UAV inactiv către un UAV activ. În sfârșit, trebuie să existe modalități de conservare a energiei UAV-urilor cu putere pentru creșterea vieții rețelei.

Aplicarea unui algoritm/soft pentru analiza spectrală a unei erori prezintă o nouă provocare, deoarece chiar cu toate măsurile de protecție luate, încă există o posibilitate de periclitate a datelor. Dacă înainte retragerea datelor se făcea cu un memory stick sau HDD extern, astăzi există transmisii de date prin intermediul conexiunilor satelitare sau la internet. Un minus al acestor tipuri de conexiuni îl reprezintă mediul, deoarece pot apărea diferite fluctuații ale spectrului electromagnetic, în urma folosirii unor echipamente cu rezonanță a frecvenței de lucru de către alți consumatori.

Zona rețelelor UAV reprezintă o provocatoare pentru cercetători din cauza problemelor deosebite care oferă motivație pentru cercetare. În rețelele mobile și vehiculele aeriene, nodurile se alătură și se disociază de rețea frecvent și, prin urmare, s-a constatat că rețelele ad-hoc sunt adecvate în majoritatea situațiilor. În plus, pentru o comunicare rapidă și fiabilă între noduri, topologia rețelei net(plasă) este destul de potrivită. Acest lucru se aplică și rețelelor UAV? În rețelele UAV, nodurile ar putea fi aproape statice și să treacă peste zona de funcționare sau să cerceteze într-un ritm rapid. Nodurile ar putea muri din mai multe motive și pot fi înlocuite cu altele noi. Unele similitudini încurajează cercetătorii să exploreze aplicabilitatea lucrărilor realizate pentru rețelele mobile ad hoc și rețelele ad hoc vehiculare, dar

lucrările în aceste domenii nu abordează pe deplin caracteristicile unice ale rețelelor UAV.

Modificările topologiei ar putea fi mult mai frecvente în rețelele UAV. Pozițiile relative ale UAV-urilor se pot schimba; unele UAV-uri își pot pierde toată puterea și ar trebui să fie reduse pentru reîncărcare; UAV-urile pot să funcționeze defectuos și să nu fie în afara rețelei; legăturile se pot forma și dispărea din cauza schimbării pozițiilor nodurilor. În multe aplicații, densitatea nodurilor nu poate fi mare, iar rețeaua se poate partiționa frecvent. Rețelele de vehicule au infrastructură rutieră pentru a sprijini comunicarea între vehicule. Rețeaua fiind fluidă, stațiile mobile care sunt blocate pe un anumit UAV pentru acces la comunicare ar trebui să fie transferate fără probleme la un alt UAV, fără a perturba sesiunile de utilizator. Comunitatea de cercetare încearcă în continuare să descopere cel mai eficient protocol de rutare, precum și procedura de predare fără sudură.

Limitările energetice sunt mult mai mari în rețelele UAV mici. În timp ce în rețelele vehiculare puterea poate fi extrasă din bateria mașinii care se încarcă în timpul mersului, la rețelele UAV mici acestea trebuie aduse la sol pentru schimbarea bateriei sau reîncărcate. Chiar și rețelele ad hoc mobile ar avea de obicei noduri (smartphone-uri, laptopuri) cu surse de alimentare care durează câteva ore. UAV-urile mici pot avea de obicei suficientă putere pentru un zbor de treizeci de minute. Pe de o parte, semnalul transmis ar fi cu o putere mai mică, iar pe cealaltă, legăturile ar fi intermitente, din cauza UAV-urilor scurse de energie care se îndepărtează sau mor. Dinamica nodurilor ar obliga rețeaua să se organizeze și să se reorganizeze frecvent. Aceasta creează cerințe de rutare unice. Protocoalele de rutare trebuie să utilizeze energia eficient pentru a prelungi stabilitatea rețelei UAV.

Rețelele UAV ar fi, de obicei, implementate într-un mod dificil. Circumstanțele și rețeaua pot fi împărțite frecvent, uneori pentru durate lungi. În astfel de cazuri, soluțiile tradiționale nu garantează conectivitatea. S-a sugerat ca aceste rețele să fie tolerate la întârziere și perturbări, prin încorporarea funcțiilor de stocare a transportului. Dacă presupunem că fiecare nod are o cunoaștere globală a rețelei, am putea aplica protocoale deterministe (finale/nemodificatoare), dar aceasta nu poate fi întotdeauna o presupunere corectă. Pe de altă parte, dacă presupunem un comportament aleatoriu al nodurilor, trebuie să ne confruntăm cu probleme de scalabilitate.

O rețea multi-UAV, care este complet autonomă, necesită o rețea inter-UAV robustă cu UAV-uri pentru a coopera pentru menținerea rețelei organizate chiar și în caz de defectare a legăturii sau nodului. Rețelele UAV ar necesita schimbări la nivelul straturilor de rețea, ar avea capacități de auto-organizare, vor fi tolerante la întârzieri, vor avea un control mai flexibil și automat și vor utiliza mecanisme de economisire a energiei la diferite niveluri. Aceste probleme care au nevoie de o atenție atentă sunt coroborate într-un sondaj bine detaliat asupra rețelei ad hoc de zboruri bazate pe UAV. Cu toate acestea, există probleme de auto-organizare, toleranță la perturbări și eficiență energetică, care cred că ar fi extrem de importante pentru construirea rețelelor UAV de succes. Acestea nu au fost punctele de studiu. Sondajul meu încearcă să

preia în primul rând aceste probleme pentru a scoate starea actuală și direcțiile viitoare de cercetare.

Utilizările timpurii ale UAV au fost caracterizate prin utilizarea unui singur UAV mare pentru o sarcină. Prin urmare, în aceste sisteme, rețeaua de comunicații bazată pe UAV consta dintr-un singur nod aerian și unul sau mai multe noduri la sol. Astăzi, majoritatea aplicațiilor publice și civile pot fi realizate mai eficient cu sisteme UAV multi. Într-un sistem multi-UAV, UAV-urile sunt mai mici și mai puțin costisitoare și funcționează într-o manieră coordonată. În majoritatea sistemelor multi-UAV, rețeaua de comunicații, care dovedește comunicarea între UAV și nodurile de sol, devine un element important. Aceste UAV-uri pot fi configurate pentru a furniza servicii în mod cooperativ și pentru a extinde acoperirea rețelei acționând ca rele. Gradul de mobilitate a UAV depinde de aplicație. De exemplu, în furnizarea comunicării asupra unei zone lovite de cutremur, UAV-urile ar trece peste zona de funcționare și legăturile ar fi dinamice spre lent. Spre deosebire de aceasta, aplicații precum agricultura sau supravegherea forestieră necesită ca UAV-urile să se deplaseze pe o suprafață mare și legăturile se rup frecvent și se restabilesc. Natura dinamică a configurației și a legăturilor rețelei este evidentă din faptul că UAV-urile pot ieși din serviciu periodic din cauza defecțiunii sau a scurgerii bateriei. Acest lucru este valabil și pentru UAV-urile care trebuie să treacă peste o zonă pentru perioade relativ lungi. Uneori, unele dintre UAV-uri pot fi scoase din funcție pentru a economisi puterea pentru un timp mai potrivit. Prin urmare, ar fi o cerință ca, în toate aceste cazuri, legăturile să se reconfigureze automat. Deși este avantajos în multe privințe, sistemele UAV multiple adaugă complexități la rețeaua de comunicații.

Unele dintre avantajele cheie ale sistemelor multi-UAV sunt fiabilitatea și supraviețuirea prin redundanță. Într-un sistem multi-UAV, eșecul unui singur UAV determină reorganizarea rețelei și menținerea comunicării prin alte noduri. Acest lucru nu ar fi posibil într-un singur sistem UAV. Cu toate acestea, pentru a obține beneficiile reale ale multiplelor UAV care lucrează în colaborare, protocoalele implementate trebuie să aibă grijă de problemele precum schimbarea topologiei, a mobilității și a restricțiilor de putere. În ceea ce privește nevoile de comunicare, sistemele UAV unice ar trebui să mențină legături cu stația (stațiile) de control, stațiile de bază, serverele și să ofere, de asemenea, funcționalitate de acces. Acest lucru aduce o constrângere puternică asupra puterii limitate a bateriei și a lățimii de bandă. Într-un sistem multi-UAV, doar unul sau două UAV-uri se pot conecta la control și servere și să alimenteze celelalte UAV-uri. Astfel, majoritatea UAV-urilor trebuie doar să susțină structura rețelei și pot oferi cu ușurință funcții de acces pentru apeluri, video și date. Sistemele Multi-UAV se dovedesc, de asemenea, a fi mai puțin costisitoare pentru a achiziționa, întreține și opera decât omologii lor mai mari. Adăugarea mai multor UAV-uri la rețea poate extinde relativ ușor umbrela de comunicare furnizată de un sistem multi-UAV. În general, misiunile sunt completate mai rapid, eficient și la costuri mai mici cu sisteme UAV mici, comparativ cu un singur sistem UAV.

Acestă lucrare a avut ca temă de cercetare combinația de baze de date multimedia și baze de date clasice. Folosindu-se de o definiție

a datelor multimedia care se concentrează pe diferența față de datele normale, este explicat ce aplicații pot necesita facilități speciale dintr-un sistem de baze de date. Se introduce mai multă terminologie și se propune prima cerință pentru DBMS: ar trebui să fie posibilă utilizarea obiectelor multimedia ca obiecte active. Deoarece semantica obiectelor este implicată la datele militare, abstracția de conținut este necesară pentru a aborda această cerință. Extragerea conținutului adaugă metadate pentru a reprezenta conținutul obiectelor de reprezentare digitalizate. Este arătat că descrierile adăugate manual nu pot exprima semantica completă a obiectelor multimedia. Prin urmare, procesarea multimedia a interogărilor implică tehnici de căutare aproximative. Sistemele moderne de baze de date extensibile pot susține aceste tehnici prin intermediul unor extensii. Dar o bază de date extensibilă cu obiecte multimedia nu oferă funcționalitatea care ar trebui furnizată într-un DBMS, deoarece abstracția de conținut nu este suficientă. Problema de formulare a interogării duce la o viziune diferită asupra procesării interogărilor de cea obișnuită în comunitatea bazei de date. În loc de un proces cu un singur pas cu o singură interogare, iar baza de date recuperează pur și simplu obiectele corespunzătoare, interacțiunea dintre o bază de date multimedia și utilizator ar trebui să fie un dialog. Evaluarea interogării ar trebui să interpreteze în mod iterativ judecățile utilizatorului cu privire la rezultatele etapei anterioare și să adapteze interogarea inițială, astfel încât să reflecte mai bine nevoia de informații observabile, dar necunoscute. Aceasta conduce la interogări ale bazei de date împotriva metadatelor, folosind informații din interacțiunea cu utilizatorul. Deoarece nu există nici o tehnică disponibilă pentru a gestiona obiectele ca obiecte active, DBMS ar trebui să combine rezultatele regăsirii pentru diferite reprezentări. În cele din urmă, noțiunea de independență de conținut este definită și se propune procesul de formulare a interogărilor în înregistrări pentru a obține o astfel de independență.

Aspectele privind noutățile sistemelor hibrid UAV-UGV sunt aproape identice cu cele ale domeniului UAS, ele continuând cercetarea din punct de vedere conceptual și tehnologic. Trimiterea unui sistem hibrid UAV-UGV într-o zonă necunoscută poate implica și alte aspecte pe lângă cele clasice: juridice și politice. Acestea fiind spuse, sistemele hibride generează o serie de „probleme” (de exemplu de siguranță, securitate, etc.).

În ultimii 10 ani echipamentul și senzorii din cadrul sistemului au evoluat într-un ritm remarcabil, fapt ce a permis echiparea mai eficientă a sistemelor actuale comparative cu cele din trecut și a dus la deschiderea unei noi zone de abilități și capacități. Având în vedere complexitatea și progresul tehnologic al sistemelor hibrid UAV-UGV, acestea vor rămâne la nivel de prototip deoarece necesită soluții de producție speciale. Am evidențiat importanța conceptelor transmisiilor de date și a bazelor de date necesare pentru a putea studia pe deplin performanțele sistemelor și pentru a depista erorile sau ineficiențele ce apar din cauza ariei de testare cu obstacole.

Am prezentat modul de depistare și transmitere eficientă a datelor în timpul zborului într-o zonă necunoscută, pornind de la repere teoretice. Interesul este obținerea unui soft de diseminare a

datelor de zbor pentru a realiza un management cât mai eficient asupra planului de zbor și datelor ce trebuie recepționate de către beneficiar. Începând cu studiile teoretice și continuând cu cele numerice și experimentale observăm că transmisia poate fi îmbunătățită dacă sunt efectuate anumite teste ale senzorilor înainte de zbor.

Softul propus este util în cercetarea din domeniul hibrid UAV-UGV deoarece oferă informații noi cu privire la performanțele aerodinamice în diverse manevre din teren. Exemplificarea unui traiect de zbor planificat pe soft comparativ cu cel manual într-o zonă necunoscută este utilă și pentru dezvoltarea unor capacități de zbor în timp real.

6.1.1. Concluzii teoretice

La condițiile impuse transmisiei de date pentru sistemele hibrid UAV-UGV am propus următoarele soluții conceptuale și constructive:

- studiul zonei în care urmează să efectueze misiunea sistemului hibrid UAV-UGV;*
- echipamentele care pot interfera cu sistemul de transmisie a datelor;*
- criptarea canalului de date, în special pe cel al controlerului de zbor;*
- crearea unui plan de rezervă pentru întoarcere în caz de pierdere completă a controlerului de date;*

6.1.2. Concluzii experimentale

Aplicarea unui soft de analiză permite studiul în profunzime a distorsiunilor și erorilor din senzori sau studiul complet al misiunii. Un aspect important este depistarea zonelor sensibile ale sistemului hibrid UAV-UGV pentru a putea crește nivelul îndeplinirii obiectivului ce trebuie realizat. Utilizarea conceptului de management al datelor recepționate reprezintă un câștig enorm în viitoarele teste/misiuni ale echipamentelor, permițând evitarea zonelor sensibile ce pot duce la ineficiență maximă.

6.2. Contribuții personale

Din teza de doctorat se desprind o serie de contribuții teoretice și experimentale după cum urmează:

6.2.1. Teoretice

- a. Realizarea unui studiu și a unei sinteze privind stadiul actual al managementului informational (capitolul 1.2.1);*
- b. Sintetizarea stadiului actual privind reperele teoretice privind transmisia de date (capitolul 2.1) ;*
- c. Prezentarea indicilor transmisiilor de date (capitolul 2.1.4) ;*
- d. Analiza modelelor fizico-matematice ale conceptului transmisiilor de date, fault detection și concepția unui sistem optim (capitolul 2.3) ;*

- e. Analiza teoretică privind utilizarea transmisiilor de date pentru managementul informațional (capitolul 2.4.2) ;
- f. Analiza metodelor privind optimizarea managementului informațional (capitolul 3) ;
- g. Rezumatul datelor din literatura de specialitate referitoare la principalele tipuri de sisteme fără pilot uman la bord (capitolul 4.4) ;

6.2.2. Experimentale

- a. Cercetarea conceptului transmisiilor de date în managementul informațional prin simulări numerice în cod Matlab în patru scenarii relevante având la bază mecanismul centralizat pentru alocarea cât mai exactă a rețelelor wireless. Mecanismul se bazează pe un algoritm aleatoriu ce poate maximiza durata de viață a rețelei asigurând în același timp o conectivitate optimă (capitolul 3.3.1.);
- b. Proiectarea și realizarea unui soft pentru simularea unei transmisii de date dintre un vector aerian și un vector terestru folosind un cod numeric automat generat în Matlab pentru a gestiona volumul de informații primite de la alți utilizatori folosind calea cea mai scurtă și eficientă către consumatorul principal. Acest tip de platformă poate fi adaptat la orice tip de utilizator și la orice tipuri de dispozitive (capitolul 3.5.);
- c. Elaborarea unui nou algoritm de calcul pentru investigarea și modelarea acestora prin filtrarea și conglomerarea acestora în timpul misiunii, prin analiza de detalii a interferențelor. Anomaliile apărute sunt fragmentate pentru a fi catalogate și interpretate de către utilizatorii finali (capitolul 5.2.1.);
- d. Modelarea unei transmisii de date în vederea creării unei baze de date pentru managementul informațional. În urma analizării benzii de date cu anomalii, acesta este înglobat într-o bază cu potențiale pericole/de evitat unde se va actualiza doar dacă sunt detectate alte interferențe diferite față de markerul anterior (capitolul 5.2.1.);
- e. Măsurarea datelor de zbor și crearea unui graficelor de analiză a datelor din timpul zborului cu informații numerice generate de senzori și extrase într-un format de extensie acceptat de softul creat. (capitolul 5.2.2.);
- f. Măsurarea performanțelor de zbor prin intercalarea datelor din mai multe zboruri. În cazul dublării valorilor din extensie aceasta se va elimina sau filtra doar la comanda utilizatorului în funcție de cerințele operaționale ale acestuia (cap. 5.2.2.);
- g. Extragerea, analiza și prelucrarea noilor informații provenite din experimente și crearea unor grafice în vederea diseminării rezultatelor. În urma graficelor create de către soft acestea pot fi analizate până la nivel micro. Cu alte cuvinte perturbația electromagnetică/ anomalia poate fi analizată în detaliu și apoi poate fi recalibrat traseul echipamentului astfel încât să evite un nou pericol (cap. 5.2.2.);

6.3. Direcții viitoare de cercetare

Rezultatul actual al acestei cercetări este analiza și interpretarea unor baze din timpul zborului unui sistem UAS și determinarea traseului optim de zbor al acestuia. Acum este clar cum poate avea

loc interacțiunea dintre baza de date și modelul de algoritm. Funcționalitatea de bază a fost testată în unele studii de caz mici. Dar este nevoie de multă muncă. Sistemul actual nu are o implementare la nivel conceptual, doar la nivel logic și fizic. Mai multă dezvoltare este necesară pentru o interfață de utilizator la nivel conceptual și, de asemenea, pentru o integrare lină a arhitecturii distribuite deschis cu implementarea curentă a bazei de date. Așa cum am menționat de mai multe ori, ar trebui îmbunătățită și eficiența transmisiei de date între nivelurile logice și cele fizice. În momentul de față, specificarea interogărilor este realizată manual, și ar trebui să fie generată într-un limbaj de nivel ridicat, cu extensii pentru date multimedia. Este necesar un instrument pentru a traduce conținutul datelor în schemele bazei de date interne și pentru a obține o rețea de analiză adecvată. Evaluarea experimentală a acestei lucrări a fost destul de limitată. Din păcate, evaluarea eficacității sistemelor de generare a unei analize arhitecturale a fost problematică. Dezvoltarea unei metodologii de evaluare pentru sisteme de preluare de date este probabil cel mai important subiect pentru cercetări ulterioare. Odată ce a fost stabilit un cadru de evaluare acceptabil, tehnicile de învățare ar trebui studiate atât pe termen scurt cât și pe termen lung. De asemenea, sunt de interes modelele algoritmului de analiză a datelor care integrează structura și conținutul din timpul executării unei misiuni. Deși simularea și controlul au rezultate total diferite, aplicarea teoriei hibride pentru controlul UAV-urilor nu este suficient de maturizată. Cele mai multe lucrări de cercetare cu simulări nu s-au încheiat cu experimente practice, necesare în viitor. Acestea vor sprijini rezultatele simulării și vor demara procesul de testare reală a echipamentului. Problemele apărute cum ar fi evitarea obstacolelor, generarea de noi trasee, evitarea coliziunilor, traseu de urmărire și reconfigurare a formațiunii, dar și optimizarea consumului de energie și redimensionarea echipamentului au fost rezolvate prin intermediul DES (discrete event system) sau prin metode tradiționale pure. Verificarea modelelor propuse reprezintă un punct important pentru viitoarele proiecte de cercetare, pentru validarea unui model cât mai optimizat din punct de vedere al resurselor energetice, cât și din punct de vedere financiar. După obținerea modelului hibrid de UAV-uri, controlul simbolic este pasul următor pentru a ține specificațiile necesare. Un lucru extrem de important este comunicarea, care a fost fără eșec și întârzierea s-a dovedit a fi perfectă (întârziere inexistentă). Este necesar să se investigheze problemele de comunicare privind controlul formării UAV, în timpul real sau transmisia de date în timp real, acesta fiind în zbor, în condiții meteo extreme. Din cauza lipsei controlului altitudinii vehiculelor aeriene fără pilot, cea mai mare parte a lucrărilor existente se axează pe o înălțime constantă din două spații orizontale, oarecum similare. Așadar, un studiu tridimensional real al formației de zbor al UAV-urilor, dar și o transmisie de date de la UAV către echipamentul de sol, pentru a observa erorile ce pot apărea în timpul unor eventuale acțiuni, ar fi benefic. Consumul resurselor de energie trebuie să fie scăzut, însă nu atât de scăzut încât performanțele minime să nu fie îndeplinite.

Dezvoltarea unui sistem multi-UAV complet autonom și cooperant necesită o comunicare solidă între UAV. Există o serie de aspecte ale rețelelor UAV care nu sunt definite cu precizie și o clarificare a acestora ar ajuta la caracterizarea rețelelor UAV:

a.) Bazat pe infrastructură sau ad-hoc?

Cea mai mare parte a literaturii disponibile tratează rețelele UAV ca rețele ad-hoc. În funcție de aplicație, rețeaua UAV ar putea avea noduri staționare, cu mișcare lentă sau extrem de mobile. Multe aplicații necesită noduri UAV să acționeze ca stații de bază în cer pentru a oferi acoperire de comunicare către o zonă. Acestea ar avea UAV-urile care comunică între ele și, de asemenea, cu centrul de control. O astfel de rețea ar semăna cu rețeaua wireless fixă cu UAV-uri ca stații de bază, cu excepția faptului că sunt aeriene. Cu toate acestea, există o clasă de aplicații în care nodurile ar fi extrem de mobile și ar comunica, coopera și stabili rețeaua dinamic într-o manieră ad-hoc. Într-un astfel de caz, topologia poate fi determinată, iar nodurile implicate în redirecționarea datelor s-au decis în mod dinamic. Există multe probleme care afectează atât rețelele bazate pe infrastructura UAV, cât și rețelele ad hoc UAV. De exemplu, înlocuirea nodurilor cu noduri noi atunci când eșuează sau puterea lor este epuizată.

b.) Server sau client?

Un alt punct de distincție este dacă nodul acționează ca un server sau un client. În rețelele vehiculare, de obicei, sunt clienți, în rețelele ad-hoc mobile de cele mai multe ori ar fi clienți și pot furniza, de asemenea, servicii de redirecționare a datelor altor clienți. În rețelele UAV, nodurile UAV sunt de obicei servere, fie de rutare a pachetelor pentru clienți, fie de transmitere a datelor senzorilor către centrele de control.

c.) Star sau Network?

Arhitectura rețelelor UAV pentru aplicații de comunicare este o zonă subestimată. Cea mai simplă configurație este un singur UAV conectat la un centru de comandă și control bazat la sol. Într-o setare multi-UAV, topologiile comune care pot fi realizate sunt stele, multi-stele, ochiuri și ochiuri ierarhice. În cazul topologiei stelelor, toate UAV-urile ar fi conectate direct la unul sau mai multe noduri la sol și toată comunicarea între UAV-uri ar fi dirijată prin nodurile de sol. Acest lucru poate duce la blocarea legăturilor, latență mai mare și cerința unor linii de scădere mai scumpe cu lățime de bandă mai scumpe. În plus, întrucât nodurile sunt mobile, pot fi necesare antene care să fie orientate spre nodul la sol. Topologia cu mai multe stele este destul de similară, cu excepția UAV-urilor ar forma mai multe stele și un nod din fiecare grup se conectează la stația de la sol.

Configurațiile stele suferă de latență ridicată, întrucât lungimea liniei descendente este mai lungă decât distanța inter-UAV și toate comunicările trebuie să treacă prin centrul de control la sol. De asemenea, dacă centrul la sol eșuează, nu există nicio comunicare inter-UAV. Cu toate acestea, în majoritatea aplicațiilor civile, funcționarea normală nu necesită o comunicare între UAV-uri pentru a fi dirijată prin nodul de la sol. O arhitectură care acceptă acest lucru ar avea ca rezultat o cerință de lățime de bandă descendentă redusă și o latență îmbunătățită din cauza legăturilor mai scurte

între UAV-uri. În cazul rețelelor de plasă, UAV-urile sunt interconectate și un număr mic de UAV-uri se pot conecta la centrul de control.

d.) Rețelele predispuse la întârziere și perturbări

Toate rețelele mobile fără fir sunt predispuse la conectarea întreruperilor. Rețelele UAV nu fac excepție. Măsura întreruperii depinde de cât de mobile sunt UAV-urile, de puterea transmisă, de distanțele inter-UAV și de zgomotul străin. În aplicațiile în care UAV asigură o acoperire de comunicații într-o zonă, UAV-urile trec și, prin urmare, probabilitatea de perturbări ar fi scăzută. Pe de altă parte, în aplicațiile care necesită o mobilitate rapidă a UAV, există o probabilitate mai mare de perturbări. Întârzierile în transmiterea datelor ar putea fi din cauza calității slabe a legăturii sau din cauza faptului că unul sau mai multe noduri UAV care stochează datele din cauza căii de la capăt la capăt nu sunt disponibile.

În cele din urmă, această teză a analizat în principal problemele ale transmisiilor date ale unui sistem de tip UAS. Dar, multe alte subiecte reprezintă provocări semnificative pentru gestionarea datelor în bibliotecile digitale. Procesarea și securitatea datelor nu au fost abordate în această teză, dar sunt probleme foarte importante. Poate că un software intermediar în arhitectura distribuită deschis ar putea rezolva aceste probleme. Cercetările ulterioare ar trebui să investigheze dacă deschiderea cutiei negre a sistemelor relaționale de baze de date și unificarea funcționalității acestora cu funcționalitățile oferite pe serverele de aplicații de socializare vor duce la sisteme mai performante, precum și la o independență mai mare a datelor.

6.4. Diseminarea rezultatelor

Demersurile de cercetare ale prezentei teze de doctorat au fost bazate pe o activitate de diseminare a rezultatelor, în plan national și international prin participări la evenimente științifice și jurnale de prestigiu, după cum urmează:

- 19 BDI;
- 5 ISI proceeding.

6.5. Documentarea tezei de doctorat

Elaborarea tezei de doctorat a avut la bază o documentare de peste 150 de referințe din care am selectat 98 cele mai relevante, după cum urmează:

- 70 Reviste;
- 22 Cărți;
- 6 Web.

Bibliografie

- A., R., & J., H. (2002). Aircraft trajectory planning with collision avoidance using mixed integer linear programming. *Proceedings of the 2002 American Control Conference* (pg. 1936–1941). Anchorage, AK, USA, USA : IEEE.
- A., R., D., N., & J., H. (2005). Hybrid control for uav-assisted search and rescue. *Dynamic Systems and Control Division* (pg. 187-195). Orlando, Florida, USA: Online.
- A.M., L., & C.G., C. (2016). LEACH in Multi-Agent Hybrid Robot Architectures. *Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES, vol.1*, 159-164.
- Administration), F. (. (2008, 6 6). *FAA (Federal Aviation Administration)*. Preluat de pe FAA UAS News: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/air/hq/engineering/uapo/news/
- Altmann, J. (2002). *Technologien und technische Systeme für die militärische Anwendung im Weltraum*. Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Alur, R., Courcoubetis, C., Henzinger, T., & Ho, P. (1993). An algorithmic approach to the specification and verification of hybrid systems. *Springer-Verlag*, 209-229.
- Astronautics), A. (. (2008, April 25). *The Versatile Affordable Advanced Turbine Engines (VAATE) Initiative*. Preluat de pe <http://pdf.aiaa.org/downloads/publicpolicypositionpapers/VAATE.pdf>
- Begg, C., & Connolly, T. (2015). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*. Edinburgh, U.K.: Pearson.
- Boender, C. G., De Graan, J. G., & Lootsma, F. A. (1989). Multicriteria Decision Analysis with Fuzzy Pairwise Comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*, 29, 133-143.
- Boll, S., Klas, W., & Sheth, A. (1998). Multimedia data management. Using metadata to integrate and apply digital media. *Using metadata to manage multimedia data*, 1-24.
- Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Perny, P., Tsoukias, A., & Vincke, P. (2000). *Evaluation Models: A Critical Perspective*. Boston: Kluwer.
- Branicky, M. (1995). *Studies in Hybrid Systems: Modeling, Analysis, and Control*. Cambridge, Massachusetts, U.S.: Massachusetts Institute of Technology.
- Brockett, R. (1993). Hybrid models for motion control systems. *Perspectives in Control* (pg. 29-53). Boston, MA, U.S.: Birkhauser.
- Buckley, J. J. (1985/a). Ranking Alternatives Using Fuzzy Members. *Fuzzy Sets and Systems*, 15, 21-31.
- Buckley, J. J. (1985/b). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 233-247.
- C.J., T., G.J., P., & S.S., S. (1998). Conflict resolution for air traffic management: A case study in multi-agent hybrid systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 43, no. 4, 509–521.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy-AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy-AHP. *European Journal of Operational Research*, 649-655.
- Chen, S., & Hwang, C. (1993). Fuzzy Multiple Attribute decision-making. *Methods and Applications, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. Heidelberg: Springer.
- Cheng, C. H., Yang, K. L., & Hwang, C. L. (1999). Evaluating Attack Helicopters by AHP Based on Linguistic Variable Weight. *European Journal of Operational Research*, 116, 423-435.
- Collaboration between MIT, B. U. (2016, June 3). *H-Store*. Preluat de pe H-Store: <https://hstore.cs.brown.edu/>
- D., P., & C., C. (2000). Optimal control of hybrid systems in manufacturing. *Proceedings of the IEEE*, vol.88, no. 7, 1108–1123.
- Dang, T., & Maler, O. (1998). Reachability analysis via face lifting. *Hybrid Systems: Computation and Control*, no. 1386, 96–109.
- Daws, C. O., Trypakis, S., & S., Y. (1996). The tool KRONOS. *Hybrid Systems III*, no. 1066, 208-219.
- DeWitt, D. J., Katz, R. H., Olken, F., Shapiro, L. D., Stonebraker, M. R., & Wood, D. (1984). Implementation techniques for main memory database systems. *SIGMOD Rec.*, vol. 14, no. 2, 1-8.
- Fodor, J., & Roubens, M. (1994). Fuzzy Preference Modelling and Multicriteria Decision Support. Dordrecht: Kluwer.

- G., C., B., C., K., P., M., D., & T, L. (2006). Modeling and control system design for a uav helicopter. *14th Mediterranean Conference on Control and Automation* (pg. 1-6). Ancona, Italy: IEEE.
- Gavrilets, V., Shterenberg, A., Dahleh, M., & Feron, E. (2000). Avionics system for a small unmanned helicopter performing aggressive maneuvers. *Proceeding of the 19th Digital Avionics Systems Conference* (pg. 1E2/1–1E2/7 vol.1). Philadelphia: PA.
- Greenstreet, M., & Mitchell, I. (1998). Integrating projections. *Hybrid Systems: Computation and Control*, no. 1386, 159-174.
- Grosky, W., Fotouhi, F., & Jiang, F. (1998). Multimedia data management. Using metadata to integrate and apply digital media. *Using metadata for the intelligent browsing of structured media objects*, 123-148.
- Henzinger, T. A., Ho, P. H., & Wong Toi, H. (1995). A user guide to HYTECH. *Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems*, no. 1019, 41-71.
- Heymann, M., Lin, F., & Meyer, G. (1997). Control synthesis for a class of hybrid systems subject to configuration-based safety constraints. *In Hybrid and Real Time Systems*, no. 1201, 376–391.
- Inuiguchi, M., Ichihashi, H., & H. Tanaka, H. (1990). Fuzzy Programming: A Survey of Recent Developments . *Stochastic versus Fuzzy Approaches to Multiobjective Mathematical Programming under Uncertainty* (pg. 45-68). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- K., M., T., I., J., W., & R., M. (2003). Low-observable nonlinear trajectory generation for unmanned air vehicles. *IEEE Conference on Decision and Control 2003*, vol. 3 (pg. 3103–3110). Maui, Hawaii, USA: IEEE.
- K., R., & W., W. (1992). Think globally, act locally: decentralized supervisory control. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 1692–1708.
- Kallman, R., Kimura, H., J., N., Pavlo, A., Rasin, A., Zdonik, S., . . . Abadi, D. J. (2008). A High-Performance, Distributed Main Memory Transaction Processing System. *VLDB Endow*, 1496–1499.
- Kulak, O., & Kahraman, C. (2005). Fuzzy Multi-Criterion Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process. *Information Sciences*, 170 (2-4), 191-210.
- Kuo, R. J., Chi, S. C., & Kao, S. S. (2002). A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. *Computers in Industry*, 199-214.
- Laarhoven, P. J., & Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension of Saaty’s Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229-241.
- Lemmon, M., & Stiver, J. A. (1993). Event identification and intelligent hybrid control. *Hybrid Systems*, no. 736, 268-296.
- Lootsma, F. (1997). *Fuzzy Logic for Planning and Decision-Making*. Dordrecht: Kluwer.
- Luchian, A. (2018). Fuzzy Multi Criterial Selection For Prometheus Decisions In Military Applications. *Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES*, 203-210.**
- Luchian, A., & Boşcoianu, M. (2018). Distributed Communication And Control For Multi-Agent Systems: Microindustrial Vehicle Rotors (Mav). *Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES*, 197-202.**
- Luchian, A., Boscoianu, E., Boscoianu, M., & Vladareanu, V. (2018). Retracted: Toward a new critical role of information systems in the modern decision making process. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 199-204.**
- Luchian, A., Boşcoianu, M., & Boşcoianu, E. (2017). Noise Reduction In Multiple Rfid Sensor Systems Used In Aerospace Engineering. *Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES*, vol.1, 127-132.**
- Luchian, A., Moga, H., & Boboc, R. (2019). Computing Of Perfect Bayesian Equilibrium Involved In Radio-Jamming Warfare Based On Incomplete Information Dynamic Games With Known Chance p. *Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES*, 61-67.**
- Luchian, A., Muraru, A., & Boşcoianu, M. (2016). A critical analisys regarding modeling and simulating the future Air Traffic Flow and Capacity Management problems Part 1: Route Challenges. *International Management Conference* (pg. 527-531). RMEE2018.**

- Luchian, A., Muraru, A., & Boşcoianu, M. (2018). A critical analysis regarding modeling and simulating the future Air Traffic Flow and Capacity Management problems Part 2: Airport Challenges. *International Management Conference* (pg. 532-536). RMEE2018.**
- Luhandjula, M. (1989). Fuzzy optimization: an appraisal, *Fuzzy Sets and Systems*, 257-282.
- Lygeros, J. (1996). *Hierarchical Hybrid Control of Large Scale Systems*. Oakland, California, U.S: Berkeley.
- Lygeros, J., Godbole, D., & Sastry, S. (1998). Verified hybrid controllers for automated vehicles. *IEEE Transactions on Automatic Control* (pg. 522-539). IEEE.
- Lynch, N., Segala, R., F., V., & Weinberg, H. (1996). Hybrid I/O automata. In *Hybrid Systems III*. Springer-Verlag, Berlin, 496–510.
- M. Karimadini, H. L. (2009). Decentralized symbolic supervisory control: Parallel composition versus product composition. *48th IEEE Conference on Decision and Control*. Shanghai, China: IEEE Control Systems Society (CSS), Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS).
- M., D., B., C., G., C., & K., P. (2007). Development of a real-time onboard and ground station software system for a uav helicopter. *Journal of Aerospace Computing, Information, and Communication* vol.4, 933-955.
- M., E., & R., D. (2005). Iterative MILP methods for vehicle-control problems. *IEEE Transactions on robotics*, vol. 21, no. 6, 1158–1167.
- M., K., H., L., & T., L. (2009). Decentralized supervisory control: Nondeterministic transitions versus deterministic moves. *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics* (pg. 1288-1293). Singapore: Suntec Convention and Exhibition Center.
- M., Z., & group, S. (1994). *STeP: The Stanford Temporal Prover*. Technical Report STAN-CS-TR-94-1518. Stanford: Computer Science Department, Stanford University.
- Maler, O., A., P., & J., S. (1995). On the synthesis of discrete controllers for timed systems. In *Theoretical Aspects of Computer Science*, no. 900, Springer-Verlag, Berlin, 229-242.
- Malviya, N. N. (2013). *Recovery algorithms for in-memory OLTP databases*. Cambridge, MA, US: Massachusetts Institute of Technology.
- MemSQL*. (fără an). Preluat de pe <http://www.memsql.com>
- Moga, H., Luchian, A., & Boboc, R. (2019). Poliheurisitic Approach of Cyberwarfare Based on Cyber Power Index. *AFASES 2019*, 28-38.**
- Nerode, & Kohn, W. (1993). Models for hybrid systems: Automata, topologies, controllability, observability. *Hybrid Systems*, no. 736, 317–356.
- Ogle, V., & Stonebraker, M. (1995). Chabot: retrieval from a relational database of images. *IEEE Computer*, vol.28, no. 9, 40-48.
- Ousterhout, Agrawal, P., Erickson, D., Kozyrakis, C., Leverich, J., Mazières, D., . . . Stutsman, R. (2010). The case for ramclouds: scalable high-performance storage entirely in dram. *SIGOPS Oper.Sys.Rev.*, 92-105.
- Ozguner, U., & Chen, Q. (2003). A hybrid system model and overlapping decomposition for vehicle flight formation control. *Proceedings of the 42nd IEEE Conference on Decision and Control* (pg. 516–521). Los Alamitos: IEEE Computer Society Press.
- P., T., G., P., & P., L. (2001). Feasible formations of multi-agent systems. *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 1, 56-61.
- P., V. (1993). Smart cars on smart roads: problems of control. *IEEE Transactions on Automatic Control*, AC-38(2), 195–207.
- Pohekar, S. D., & Ramachandran, M. (2004). Application of Multi-Criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning. *A Review Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 8, 365-381.
- Pop, S., Isailă, O., Preda, D., & Luchian, A. (2017). Risk Management Regarding The Use Of Uav In The Modern Air Space. *Scientific Research & Education in the Air Force-AFASES*, vol.1, 171-176.
- Pop, S., Luchian, A., Zmădu, R., & Olea, E. (2017). The Evolution of Unmanned Aerial Vehicles. *Review of the Air Force Academy*, 125-132.**
- Prisacariu, V., Cioacă, C., Luculescu, D., Luchian, A., & Pop, S. (2019). Consideration about UAV command and control. Ground Control Station. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-9.**

- Prisacariu, V., Cîrciu, I., & Luchian, A. (2018). Considerations regarding open-source systems and equipment for UAV's. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (pg. 12-16). IOP Publishing.
- Prisacariu, V., Herciu, B., & Luchian, A. (2017). Aspects Regarding The Electric Propulsion Of The Uav Multicopter. *Review of the Air Force Academy*, 85-94.
- R., A., & D., D. D. (1994). *A theory of timed automata*. Standford: Computer Science Department, Standford University.
- Ribeiro, R. A. (1996). Fuzzy Multiple Criterion Decision Making: A Review and New Preference Elicitation Techniques. *Fuzzy Sets and Systems*, 78,, 155-181.
- S., B. (1999). RC helicopter: a test bed for nonlinear control. În S. Bortoff, *RC helicopter: a test bed for nonlinear control, volume 1* (pg. 333-338). Toronto: The University of Toronto.
- S., B., G., F., & G., P. (2004). Experimental cooperative control of fixed-wing unmanned aerial vehicles. *43rd IEEE Conference on Decision and Control* (pg. 4292–4298). Atlantis, Paradise Island, Bahamas: IEEE.
- S., H., J., A. D., S., M., & M., S. (2008). OLTP through the looking glass, and what we found there. *Publication: SIGMOD '08: Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, 981–992.
- S., S., J., M., & G., S. (2003). Visually guided landing of an unmanned aerial vehicle. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 19, no. 3, 371–380.
- S., T., & T., U. (2005). Supervisory control of a class of concurrent discrete event systems under partial observation. *Discrete Event Dynamic Systems* , vol. 15, no.1 (pg. 7–32). MAUnited States: Kluwer Academic Publishers.
- S., Z., T., K., S., S., & ". v.–6. (2003). Hybrid system design for formations of autonomous vehicles. *IEEE Conference on Decision and Control*, vol.1, 1-6.
- Sakawa, M. (1993). *Fuzzy Sets and Interactive Multiobjective Optimization, Applied Information Technology*. New-York: Plenum Press.
- Sarkis, J., & Talluri, S. (2004). Evaluating and Selecting e-Commerce Software and Communication Systems for a Supply Chain. *European Journal of Operational Research*, no. 159, 318-329.
- Sheu, J. B. (2004). A Hybrid Fuzzy-Based Approach for Identifying Global Logistics Strategies. *Transportation Research Part E* 40 , 39-61.
- Stoica, R., & Ailamaki, A. (2013). *Enabling efficient os paging for main-memory oltp databases*. DaMon.
- Stonebraker, M., Madden, S., Abadi, D. J., Harizopoulos, S., Hachem, N., & Helland, P. (2007). The end of an architectural era. *VLDB*, 1150–1160.
- T., T. (1999). In-memory data management for consumer transactions the timesten approach. *ACM SIGMOD Record*, 528-529.
- Taha, H. A. (2003). *Operations Research*. Fayetteville: Pearson Education Inc.
- Taylor, B. W. (2004). *Introduction to Management Science*. New Jersey, U.S.: Pearson Education Inc.
- Volt Database*. (fără an). Preluat de pe <https://www.voltdb.com/>
- Weck, M., Klocke, F., Schell, H., & Rüenauver, E. (1997). Production Cycles Using The Extended Fuzzy AHP Method. *European Journal of Operational Research*, vol.2, 351-366.
- Wei S., Z. M., & R., D. (2008). Optimal control of robotic systems with logical constraints: Application to uav path planning. *IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pg. 176-181). Pasadena, CA, USA : IEEE.
- Wong-Toi, H. (1997). The synthesis of controllers for linear hybrid automata. *IEEE Conference on Decision and Control* (pg. 4607-4613). San Diego, California, U.S.: IEEE.
- Y., Z., L., Z., & T., Z. (2006). Discrete Decentralized Supervisory Control for Underwater Glider. *ISDA*, vol. 2 (pg. 103-106). Jinan, China: ISDA.
- Yu, C. S. (2002). A GP-AHP Method for Solving Group Decision-Making Fuzzy AHP Problems. *Computers and Operations Research*, vol.14, 1969-2001.
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria decision-making*. New-York: McGraw-Hill.
- Zhu, K. J., Jing, Y., & Chang, D. Y. (1999). A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy-AHP. *European Journal of Operational Research*, no. 116, 450-456.

Contribuții la gestiunea sistemului informațional al multi - UAV/hibrid UAV-UGV

Contribution regarding the informational management system for multi UAV/hibrid UAV-UGV

Doctoral supervisor

Prof. Dr.ing.ec Mircea BOȘCOIANU

Ph. D. Student

Andrei-Mihai LUCHIAN

SCURT REZUMAT

Preocupările științifice internaționale actuale pe aria transmisiilor de date ale sistemelor aeriene fără pilot uman la bord definesc tendințele utilizatorilor finali de a reduce costurile pe toate ariile în condițiile spațiului aerian modern. Pornind de la cerințele și exigențele specifice transmisiilor de date ale sistemelor aeriene fără pilot din punct de vedere al operării la sol și în zbor, lucrarea abordează o temă care vizează concepția, dezvoltarea și verificarea unei transmisii de date dintr-un sistem aerian robotizat sau sistem hibrid robotizat către o stație de recepție la sol. Cercetarea s-a focalizat asupra transmisii de date ce a fost atent analizată din prisma posibilităților de creștere a performanțelor și calităților aerodinamice, precum și noi posibilități de elaborare a unor noi soluții pentru a reduce riscul misiunii.

Obiectivele tezei sunt îndeplinite, s-a enunțat în mod justificat un obiectiv principal și un număr de obiective subsidiare, s-a realizat o documentare și o sinteză bibliografică adecvată, s-a elaborat un model analitic și informatic al transmisiei de date, s-au realizat un soft de analiza a datelor din timpul unui zbor real cu perturbații electromagnetice.

Cercetările desfășurate în mediul virtual s-au realizat cu o serie de instrumente de simulare în MATLAB și python ce au confirmat utilitatea soluției constructive și au fost diseminate în 24 lucrări științifice și s-au identificat noi direcții de cercetare ulterioare.

SUMMARY

The current international scientific concerns in the area of data transmissions of unmanned aerial systems on board define end-user trends to reduce costs in all areas under modern airspace conditions. Starting from the specific requirements and requirements of data transmissions of unmanned aerial systems in terms of ground and in-flight operation, the paper addresses a topic that aims to design, develop and verify a data transmission from a robotic air system or system robotic hybrid to a ground receiving station. The research focused on data transmission that was carefully analyzed in terms of opportunities to increase performance and aerodynamic qualities, as well as new opportunities to develop new solutions to reduce the risk of the mission.

The objectives of the thesis are met, a main objective and a number of subsidiary objectives were justifiably stated, an adequate documentation and bibliographic synthesis was made, an analytical and informatics model of data transmission was elaborated, an analysis software was developed. of data during a real flight with electromagnetic disturbances.

The research carried out in the virtual environment was carried out with a series of simulation tools in MATLAB and python that confirmed the usefulness of the solution.

constructive and have been disseminated in 24 scientific papers and new directions of further research have been identified.