

Integrarea Sistemelor de Calcul și Telecomunicații

- APLICAȚII -



Titus Bălan

Vlad Fernoagă

Vlad Popescu



EDITURA
UNIVERSITĂȚII
TRANSILVANIA
DIN BRAȘOV

2023

ISBN 978-606-19-1601-6

Cuprins

Cuprins.....	2
1. Introducere.....	4
2. Protocoale Voice over IP.....	5
2.1 Obiective.....	5
2.2 Aspecte teoretice.....	5
2.3 Conceptul de Centrala telefonica PBX - Private Branch Exchange.....	7
2.4 Desfășurarea lucrării.....	8
2.5 WebRTC.....	16
3. IP Multimedia Subsistem implementat cu OpenIMS.....	17
3.1 IMS (IP Multimedia Systems).....	17
3.2 Arhitectura IMS.....	18
3.3 Integrarea și configurarea platformei OpenIMS.....	24
3.4 Configurarea funcțiilor de control a sesiunii.....	25
3.5 Integrare FhoSS.....	25
Nivelul interfață.....	26
Nivelul acces de date.....	26
Module ale nucleului OpenIMS.....	27
Evaluarea funcționalității platformei OpenIMS.....	27
Servere de aplicații.....	28
SEMS Media Server.....	28
Semnalizare SIP în OpenIMS.....	29
Înregistrare IMS.....	29
Identitățile participanților.....	34
Rutare.....	36
3.4 Desfășurarea lucrării:.....	37
4. Rețele definite software SDN (Software Defined Networks).....	47
4.1 Obiective:.....	47

4.2 Aspecte teoretice	47
4.3 Rețele definite software cu Mininet	49
4.4 Implementarea de reguli de firewall cu Mininet si Pox	55
5. Radio definit software (Software Defined Radio) si GNU Radio.....	61
5.1 Noțiuni teoretice.....	61
Software Defined Radio (SDR).....	61
Arhitectura Hardware.....	61
GNU Radio.....	64
5.2 Desfășurarea lucrării.....	65
6. Receptor radio AM realizat cu GNU Radio	72
6.1 Desfășurarea lucrării.....	72
7. Integrarea în Cloud prin Servicii Web	80
7.1 Noțiuni teoretice.....	80
Servicii web pe model REST.....	80
7.2 Configurația "Cloud pentru Instrumentație"	81
7.3 Desfășurarea lucrării:.....	86
8. Inteligența Artificială în sinergia "Calculatoare - Telecomunicații – Instrumentație"	103
8.1 Noțiuni teoretice.....	103
8.2 Rețele neurale - Breviar	104
8.3 Algoritmii pentru ANN	107
8.4 Desfășurarea lucrării.....	110

1. Introducere

Integrarea Sistemelor de Calcul cu Telecomunicațiile (ISCT) reprezintă o disciplină ce prezintă evoluția sistemelor de calcul și telecomunicații de la sisteme separate la o integrare a funcțiilor de procesare și comunicații prin folosirea de hardware generic cu putere mare de procesare (cu avantajele deosebite aduse de tehnologiile de virtualizare și cele de tip SDN/SDR – Software Defined Networks/Radio).

Trecerea de la comutația de circuite la comutația de pachete ce se bazează pe protocoale Voice over IP, noduri de comunicație implementate software (precum software PBX) și terminale soft-phone, a fost urmată de evoluția către standarde de implementare web a serviciilor de comunicații în timp real (WebRTC).

Evoluția tehnologică e reflectată prin demonstrarea unor arhitecturi de rețea pentru servicii multimedia (IP Multimedia Subsystems) ce implementează serviciile de voce în rețelele de comunicații mobile LTE și 5G.

Majoritatea implementărilor sunt realizate pe baza de mașini virtuale sau sunt disponibile în Cloud, astfel încât studenții să înțeleagă evoluția spre virtualizare, spre ideea de hardware generic și software specific, exprimată în tehnologii 5G precum NFV (Network Function Virtualisation), precum și rolul tot mai pregnant al tehnologiilor software în comunicații.

Pe lângă laboratoarele prezentate în acest îndrumar, în cadrul laboratorului ISCT se mai efectuează 2 lucrări de laborator suplimentare folosind tehnologia VMware și laboratoarele puse la dispoziție în sistemul VMware HOL (Hands-on-Lab). Aceste laboratoare axate pe tehnologii de Cloud și virtualizare folosesc infrastructura și documentația de laborator pusă la dispoziție de VMware, astfel încât nu s-a considerat necesară prezentarea celor 2 lucrări în cadrul acestui îndrumar.

Integrarea "de sus în jos" (top-down) cuprinde rețele de bază și rețele de acces definite software (SDN-SDR) configurate prin politici de partajare și securizare a resurselor. Controlul acestor sisteme integrate e orientat nu pe conexiune ci pe sesiune, nu pe durată sau volum ci pe calitatea serviciilor, fiind implementat în aplicații bazate pe software din sursă deschisă (o abordare "durabilă" benefică tuturor celor ce parcurg aceste aplicații).

Mediul distribuit ("Cloud") e agregat prin servicii web de tip REST (REpresentational State Transfer).

Sistemele de Calcul și de Telecomunicații sunt integrate cu un "al treilea pol" – Sistemele de Instrumentație. În partea finală, autorii potențiază această sinergie "Calculatoare - Telecomunicații – Instrumentație" prin Inteligența Artificială.

Destinatarii acestei lucrări sunt, în principal, studenții de la anul 4 – programul de studii de licență TST (Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații), dar pot beneficia de marea ei deschidere aplicativă și studenții celorlalte programe de studii de licență și master din domeniul ETTI (Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale) care au noțiuni de bază de rețelistică și informatică instrumentală. Sperăm că materialul didactic le va fi util la proiectele de specialitate, fiind deja încurajatoare rezultate obținute – în "integrarea bazată pe TIC" (Tehnologii Informatică și de Comunicații) – de către studenți, la lucrările de diplomă și la sesiunile de comunicări științifice.

2. Protocoale Voice over IP

2.1 Obiective

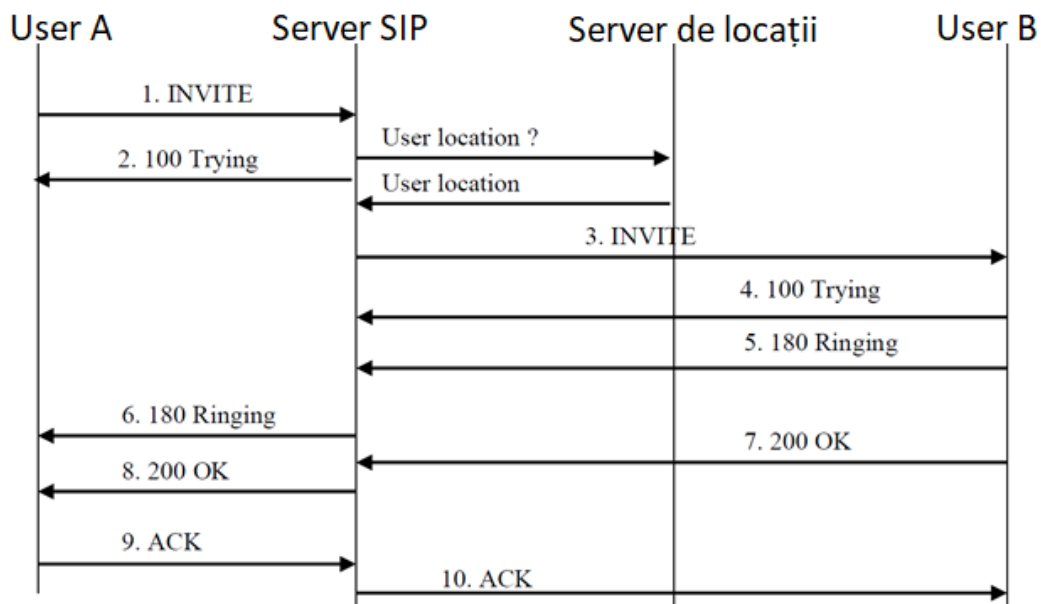
- Lucrul cu o centrala telefonica software într-o arhitectura virtualizata folosind telefoane de tip softphone;
- Utilizarea protocoalelor VoIP: SIP, IAX2 si WebRTC.

2.2 Aspecte teoretice

Protocoalele VoIP ce vor fi urmărite in lucrare sunt SIP, IAX2 si WebRTC. De asemenea, se va urmări rolul protocoalelor RTP (Real Time Transport Protocol) si RTCP (Real Time Transport Control Protocol)

In continuare se vor detalia secvențele de semnalizare ale protocolului SIP ce vor fi urmărite si in cazul capturilor de mesaje din cadrul laboratorului.

Fiind un protocol dezvoltat de IETF (Internet Engineering task Force), spre deosebire de H323, SIP se bazează pe un set de mesaje de tip client-server.



Stiva de semnalizare Session Initiation Protocol

Semnalizarea SIP pentru stabilirea unui apel (se considera ca serverul SIP si serverul de locații SIP sunt separate, funcție care este de cele mai multe ori co-localizată pe aceeași mașină fizică)

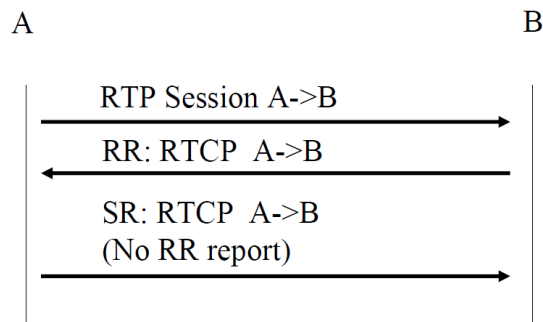
A se remarca schimburile de mesaje de tip client/server. Mesajele SIP reprezintă partea de semnalizare pentru stabilirea unui apel. Clienții SIP (utilizatorii User A și User B) utilizează de obicei TCP sau UDP pe numerele de port 5060 sau 5061 pentru traficul SIP la servere și alte puncte finale.

Portul 5060 este utilizat în mod obișnuit pentru traficul de semnalizare necriptat, în timp ce portul 5061 este utilizat de obicei pentru traficul criptat cu Transport Layer Security (TLS).

Apelul efectiv (transferul de date multimedia) se realizează pe baza mesajelor RTP / RTCP, transferul efectiv al informației fiind organizat pe baza codec-ului ales. RTP Control Protocol (RTCP) este un protocol pereche al Protocolului de Transport în Timp Real (RTP – Real - Time Transport Protocol). RTCP oferă unele informații organizate în rapoarte periodice asupra calității apelului relativ la 3 mărimi: delay, jitter, packet loss.

RTP/RTCP folosesc la nivelul transport o conexiune UDP, specifică transferului de date multimedia.

Pe măsură ce dispozitivele stabilesc apelul, fluxurile audio RTP utilizează un port UDP alocat dinamic între 16.384 la 32.767, deci nu un port fix.



Sesiune RTP între utilizatorii A și B

2.3 Conceptul de Centrala telefonica PBX - Private Branch Exchange

Asterisk reprezintă o implementare software VoIP ("voce peste IP") a unei centrale telefonice PBX (private branch exchange), creata de Mark Spencer in 1999 ca o implementare Linux si evoluând plin includerea de noi funcționalități si module până in prezent.

Asterisk este utilizat pentru a stabili și controla apelurile telefonice între punctele terminale de comunicație, incluzând elemente din rețeaua telefonică publică comutată (PSTN) și dispozitivele sau serviciile din rețelele Voice over Internet Protocol (VoIP).

Asterisk reprezintă implementarea software in Linux, însă pentru partea de interfață grafica, Asterisk beneficiază de interfața FreePBX, ambele fiind parte din distribuția de Linux cu sursa deschisa numita AsteriskNow. De câțiva ani, distribuția AsteriskNow a fost redenumita in FreePBX .

Protocolul IAX (Inter-Asterisk Exchange) este protocolul dezvoltat de creatorii Asterisk de la Digium, respectiv Mark Spencer, iar versiunea utilizată în prezent este a doua, de unde și abrevierea IAX2.

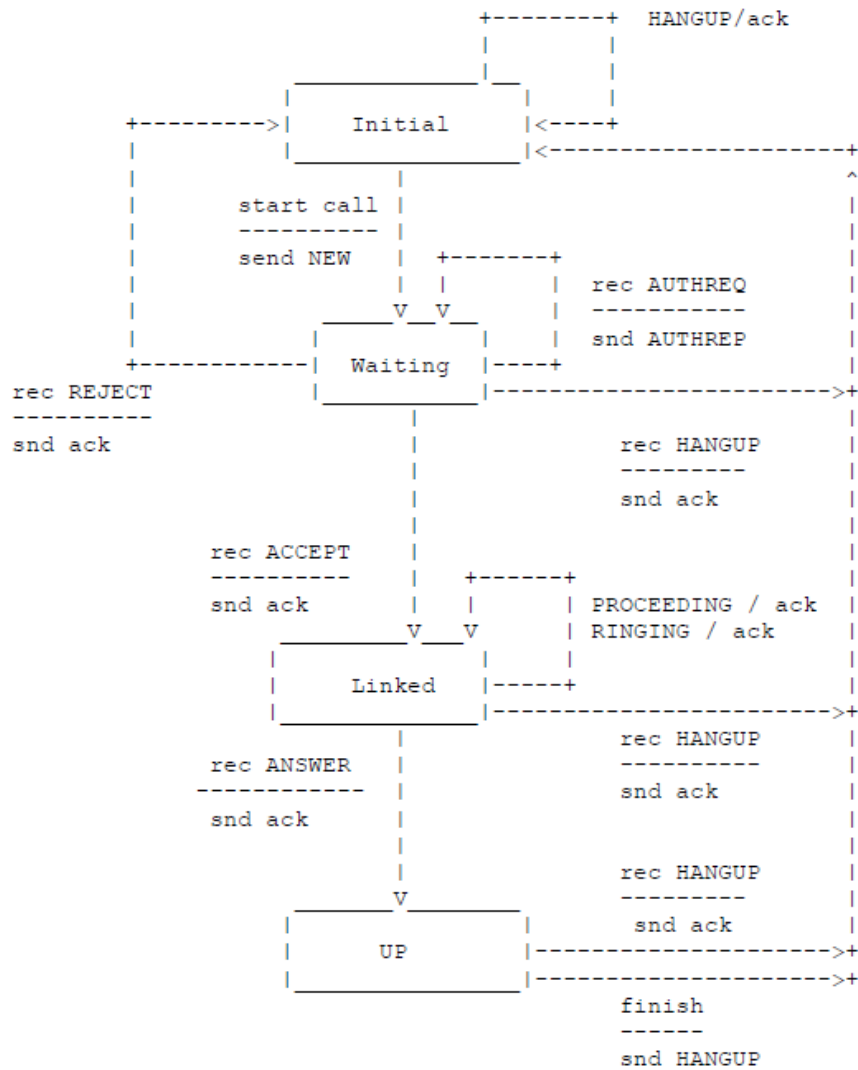
Obiectivele din spatele creării acestui protocol au fost de a minimiza lățimea de bandă necesară pentru transportul informațiilor și semnalelor media și suportul nativ pentru o trecere transparentă a informațiilor în cazul rețelelor din spatele unui router care are NAT (Network Address Translation) activat.

IAX este un protocol care utilizează atât pentru partea de semnalizare, cât și pentru transferul efectiv de informații multimedia același protocol numit IAX 2 (spre deosebire de SIP, care utilizează RTP/RTCP pentru transferul efectiv de date..

Abordarea din spatele ei implică multiplexarea celor două tipuri de informații pe o singură conexiune UDP, pe portul 4569, făcând astfel mai ușoară traversarea NAT.

Un alt element de eficientizare pentru protocolul IAX este încercarea de a elimina informația redundantă din header-ul mesajelor. Astfel, mesajele IAX poarta denumirea de cadre. In funcție de dimensiunea lor, exista doua tipuri folosire cat mai eficienta a benzii, si de aceea au un antet foarte scurt, de doar 4 octeți, si sunt transmise fără confirmare de primire.

Mesajele IAX sunt organizate ca o mașină algoritmică de stări. Tranzițiile între stările marcate cu chenare in figura de mai jos se face prin mesaje specific protocolului.



2.4 Desfășurarea lucrării

Topologia de rețea în care laboratorul funcționează include mașina virtuală Asterisk ce rulează fie pe mașina unde studentul efectuează laboratorul (indicat să ruleze în modul „Host Only”), fie pe mașina cadrului didactic (indicat să ruleze în modul „Bridge”).

Clienții softphone se vor instala pe mașina unde studenții realizează lucrarea de laborator.

Pașii lucrării:

- Pornirea imaginii de Asterisk într-o mașină virtuală (de preferat în modul Host Only). La inițializarea secvenței de boot, în funcție de tipul de interfață de rețea virtuală (NAT, Bridge, Host Only), mașina virtuală va căpăta o anumită adresă IP ce va fi disponibilă și pentru accesul interfeței grafice printr-un mesaj în genul celui de mai jos:

```
To configure AsteriskNOW with FreePBX, point your web browser to http://192.168.223.129/  
localhost login: _
```

- Conectarea la mașina virtuală se face din browser la adresa IP indicată după secvența de boot a mașinii virtuale.



Numele de utilizator implicit este "admin" iar parola implicită este tot "admin".

Asterisk are mai multe meniuri în interfața grafică, meniuri ce diferă de la o versiune la alta în funcție de modulele instalate.

- Se vor **parcurge** meniurile din interfața grafică unul câte unul pentru a se vedea principalele funcțiuni

Admin Applications Connectivity Reports Settings User Panel

Module Administration

Manage local modules Show only upgradeable

Module	Version	Publisher
Admin		
Backup & Restore	2.11.0.4	Schmooze Com Inc
Blacklist	2.11.0.2	Schmooze Com Inc
Bulk Phone Restart		Sangoma Technologies Corporation
CallerID Lookup	2.11.1.7	Schmooze Com Inc
Class of Service		Schmooze Com Inc
Custom Applications	2.11.0.0	Schmooze Com Inc

- In meniul Admin, pe lângă posibilitatea de definire de conturi și roluri de utilizator, o componentă importantă o reprezintă partea de vizualizare de module adiționale ce pot fi instalate. După cum se vede în figura de mai jos, aceste module pot fi actualizate sau instalate, unele dintre ele gratuit, altele specifice fiind pe baza de abonamente plătite. Modulele disponibile sunt actualizate din baze de date online.

Module Administration

Manage local modules Show only upgradeable

Download &

Module	Version	Publisher	
Admin			
Backup & Restore	2.11.0.4	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.0.22)
Blacklist	2.11.0.2	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.0.6)
Bulk Phone Restart		Sangoma Technologies Corporation	Not Installed (Available online: 2.11.0.2)
CallerID Lookup	2.11.1.7	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.1.12)
Class of Service		Schmooze Com Inc	Not Installed (Available online: 2.11.1.2)
Custom Applications	2.11.0.0	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.0.2)
DUNDI Lookup Registry		Schmooze Com Inc	Not Installed (Available online: 2.11.0.3)
Digium Addons	2.11.0.3	Digium	Online upgrade available (2.11.0.14) Vulnerable, Requires: 2.11.0.7
Feature Code Admin	2.11.0.0	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.0.2)
FreePBX ARI Framework	2.11.0.0	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.1.5) Vulnerable, Requires: 2.11.1.5
FreePBX Framework	2.11.0.11	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (2.11.0.43) Vulnerable, Requires: 2.11.0.21
FreePBX Upgrader		Schmooze Com Inc	Not Installed (Available online: 2.11.3)
Presence State		FreePBX	Not Installed (Available online: 2.11.2)
REST API		Sangoma Technologies Corporation	Not Installed (Available online: 2.11.1.30)
REST Phone Applications		Sangoma Technologies Corporation	Not Installed (Available online: 2.11.2.53)
Recordings	3.3.11.9	Schmooze Com Inc	Online upgrade available (3.4.0.3)
Sangoma MCU		Schmooze Com Inc	Not Installed (Available online: 2.11.0.3)
System Admin		Sangoma Technologies Corporation	Not Installed (Available online: 2.11.0.59)
User Management		Schmooze Com Inc	Not Installed (Available online: 2.11.14)
User Panel	2.11.0.0	FreePBX	Enabled: Not available online