

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**



PUCP

**Ingeniería de las
Telecomunicaciones**

TEL139 - INGENIERÍA DE REDES UNIFICADAS

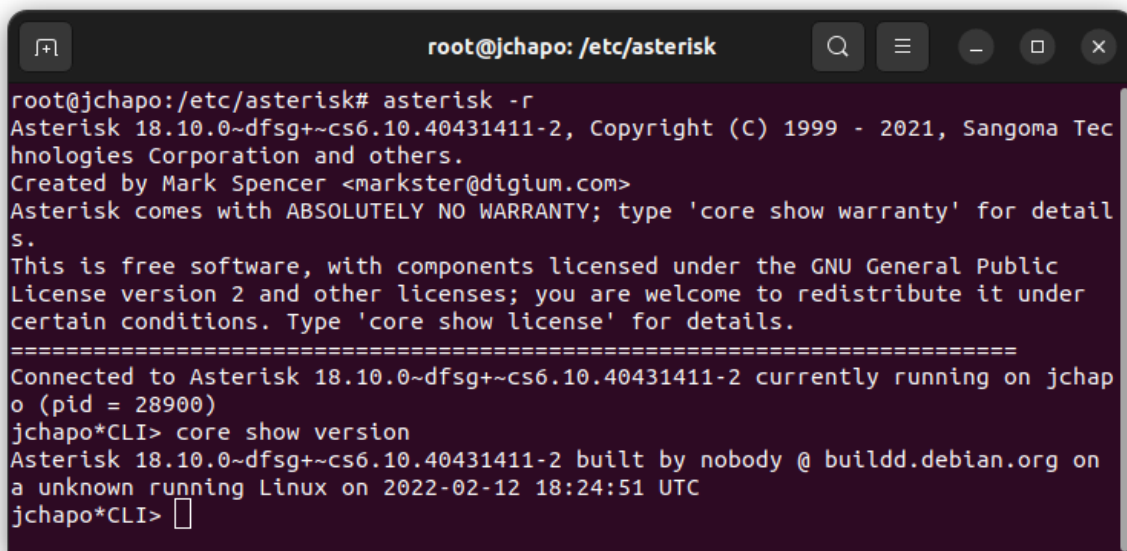
INFORME DE TAREA ACADÉMICA 1

HORARIO: 791

NOMBRE Y APELLIDOS: Juan Alfonso Chapoñan Espinoza

2023

Instalación y configuración de Asterisk



```
root@jchapo: /etc/asterisk
root@jchapo:/etc/asterisk# asterisk -r
Asterisk 18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2, Copyright (C) 1999 - 2021, Sangoma Technologies Corporation and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2 currently running on jchapo (pid = 28900)
jchapo*CLI> core show version
Asterisk 18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2 built by nobody @ buildd.debian.org on a unknown running Linux on 2022-02-12 18:24:51 UTC
jchapo*CLI> 
```

Configuración de archivos 'extensions.conf', 'sip.conf' y 'voicemail.conf'



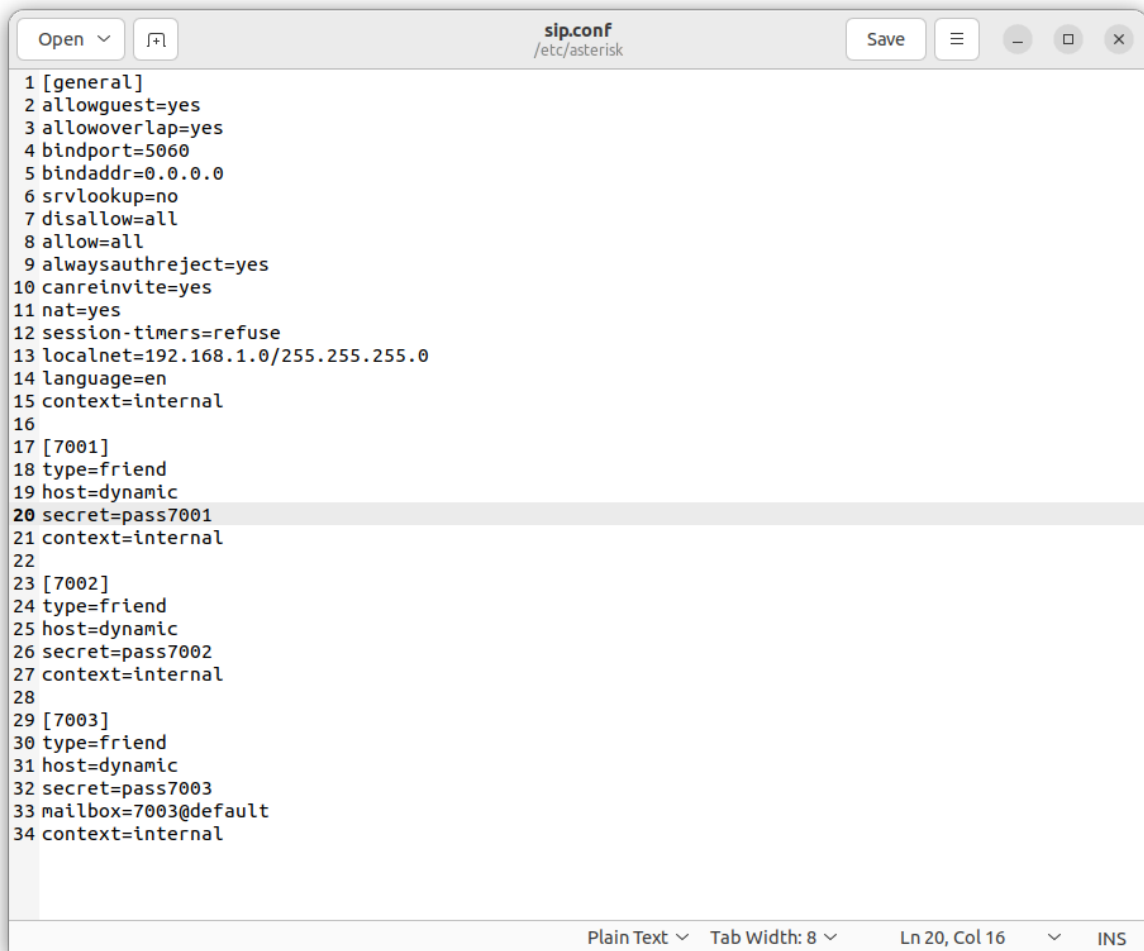
```
Open extensions.conf /etc/asterisk Save
1 [internal]
2 exten => 7001,1,Answer()
3 exten => 7001,2,Dial(SIP/7001,10)
4 exten => 7001,3,Playback(vm-nobodyavail)
5 exten => 7001,4,Hangup()
6
7 exten => 7002,1,Answer()
8 exten => 7002,2,Dial(SIP/7002,10)
9 exten => 7002,3,Goto(internal,7003,1)
10 exten => 7002,4,Hangup()
11
12 exten => 7003,1,Answer()
13 exten => 7003,2,Dial(SIP/7003,10)
14 exten => 7003,3,Playback(not-available)
15 exten => 7003,4,Playback(vm-intro)
16 exten => 7003,5,Voicemail(7003@default)
17 exten => 7003,6,Hangup()
18
19 exten => 9999,1,Answer()
20 exten => 9999,2,VoicemailMain(${CALLERID(num)})@default)
21 exten => 9999,3,Hangup()
Plain Text Tab Width: 8 Ln 1, Col 1 OVR
```

Configuré 3 anexos: 7001, 7002 y 7003. La configuración se ha establecido para poder responder las experiencias.

En el anexo 7001, no se ha realizado una configuración en especial. Se señala que no se ha establecido un buzón de voz ni redireccionamiento.

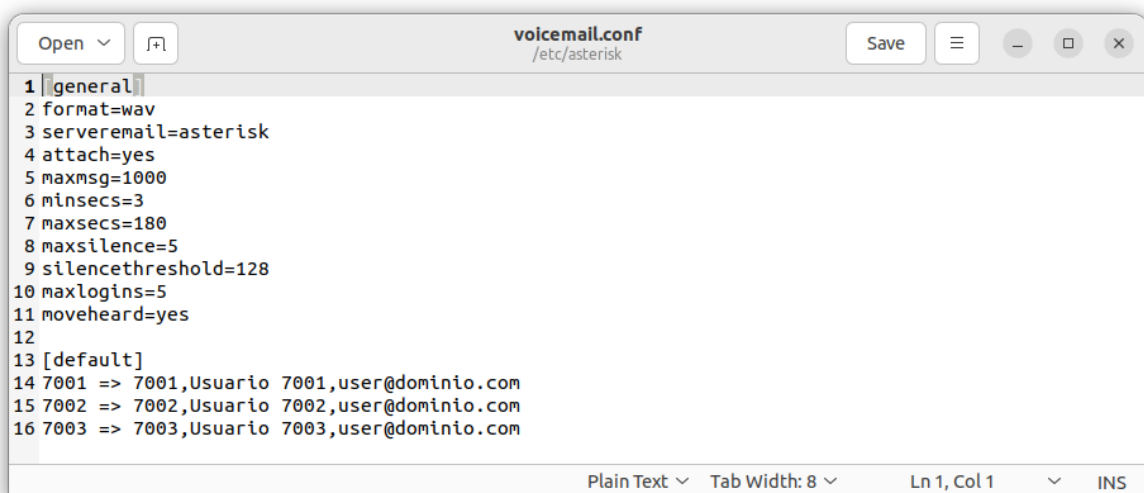
En el anexo 7002, se ha realizado el redireccionamiento al anexo 7003 luego de 10 segundos de no respuesta. Tampoco se ha establecido un buzón de voz para este anexo.

En el anexo 7003, se ha configurado un buzón de voz para poder almacenar un mensaje en el caso de que no se responda la llamada.



```
1 [general]
2 allowguest=yes
3 allowoverlap=yes
4 bindport=5060
5 bindaddr=0.0.0.0
6 srlookup=no
7 disallow=all
8 allow=all
9 alwaysauthreject=yes
10 canreinvite=yes
11 nat=yes
12 session-timers=refuse
13 localnet=192.168.1.0/255.255.255.0
14 language=en
15 context=internal
16
17 [7001]
18 type=friend
19 host=dynamic
20 secret=pass7001
21 context=internal
22
23 [7002]
24 type=friend
25 host=dynamic
26 secret=pass7002
27 context=internal
28
29 [7003]
30 type=friend
31 host=dynamic
32 secret=pass7003
33 mailbox=7003@default
34 context=internal
```

Se configuró el acceso de los anexos al servidor. Para el anexo 7003 se ha definido la casilla de voz.



```
1 [general]
2 format=wav
3 serveremail=asterisk
4 attach=yes
5 maxmsg=1000
6 minsecs=3
7 maxsecs=180
8 maxsilence=5
9 silencethreshold=128
10 maxlogins=5
11 moveheard=yes
12
13 [default]
14 7001 => 7001,Usuario 7001,user@dominio.com
15 7002 => 7002,Usuario 7002,user@dominio.com
16 7003 => 7003,Usuario 7003,user@dominio.com
```

Se definieron casillas de voz para todos los usuarios. Sin embargo, solo se ha habilitado para el 7003.

Verificación de registro exitoso de anexos en el servidor Asterisk

```
root@jchapo: /etc/asterisk

This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2 currently running on jchap
o (pid = 28900)
jchapo*CLI> sip show peers
Name/username      Host                      Dyn Forcerport
Comedia ACL Port      Status      Description
7001/7001          192.168.1.13          D Yes
Yes                34901      Unmonitored
7002/7002          192.168.1.12          D Yes
Yes                56921      Unmonitored
7003/7003          192.168.1.5           D Yes
Yes                48665      Unmonitored
3 sip peers [Monitored: 0 online, 0 offline Unmonitored: 3 online, 0 offline]
jchapo*CLI>
```

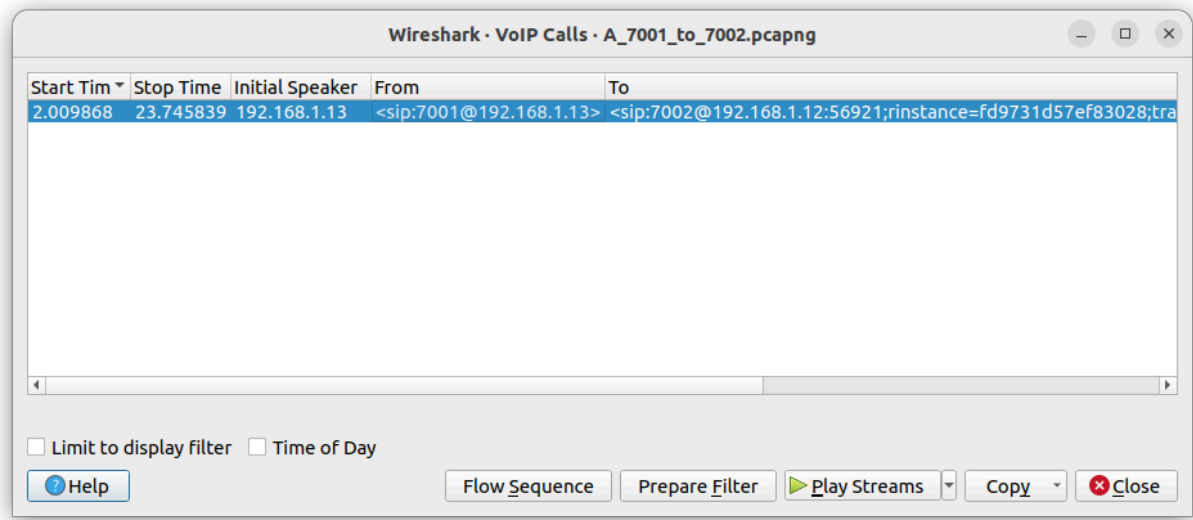
Verificación de los canales activos

```
root@jchapo: /etc/asterisk

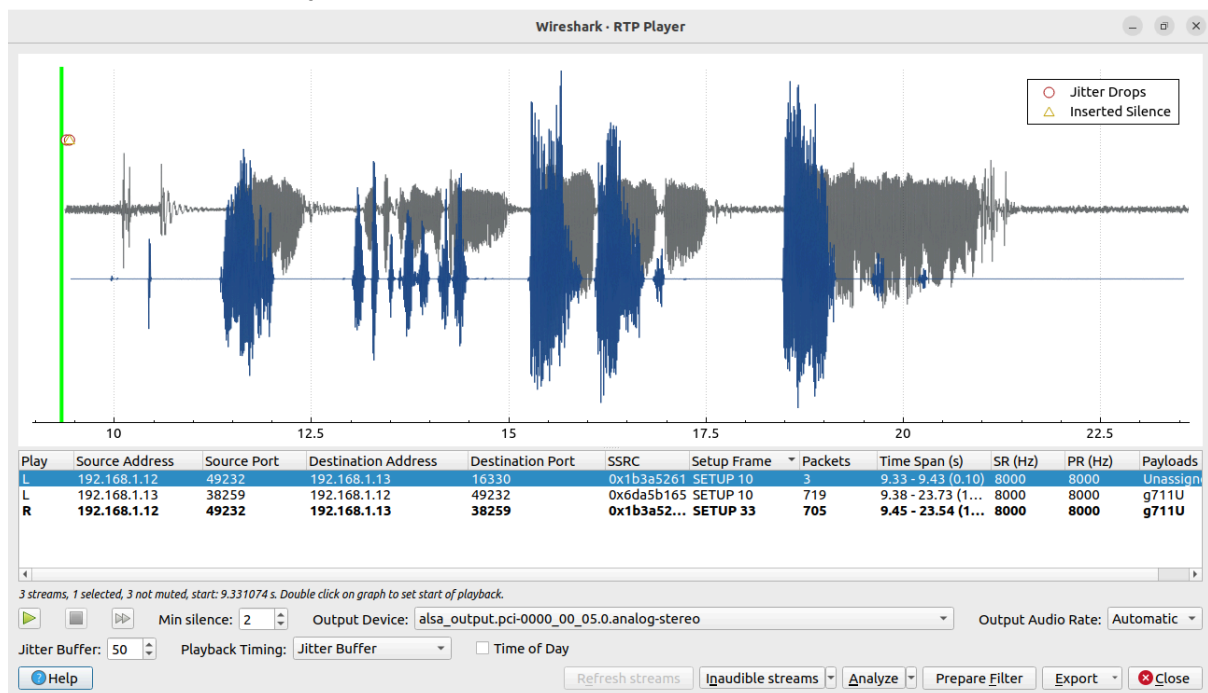
root@jchapo:/etc/asterisk# asterisk -r
Asterisk 18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2, Copyright (C) 1999 - 2021, Sangoma Technologies Corporation and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 18.10.0~dfsg+~cs6.10.40431411-2 currently running on jchapo (pid = 28900)
jchapo*CLI> sip show channels
Peer      User/ANR      Call ID      Format      Hold      Last Message      Expiry      Peer
192.168.1.12  7002         3ab46d7222a8927 (nothing)    No        Rx: BYE            7002
192.168.1.13  (None)       RN9eMuGCUKgkTRf (nothing)    No        Rx: REGISTER       <guest>
192.168.1.5   (None)       AtDcNoolk0uI6wb (nothing)    No        Rx: REGISTER       <guest>
3 active SIP dialogs
jchapo*CLI>
```

Experiencia 1: Llamada desde el anexo 7001 al anexo 7002, contesta y finaliza la llamada.

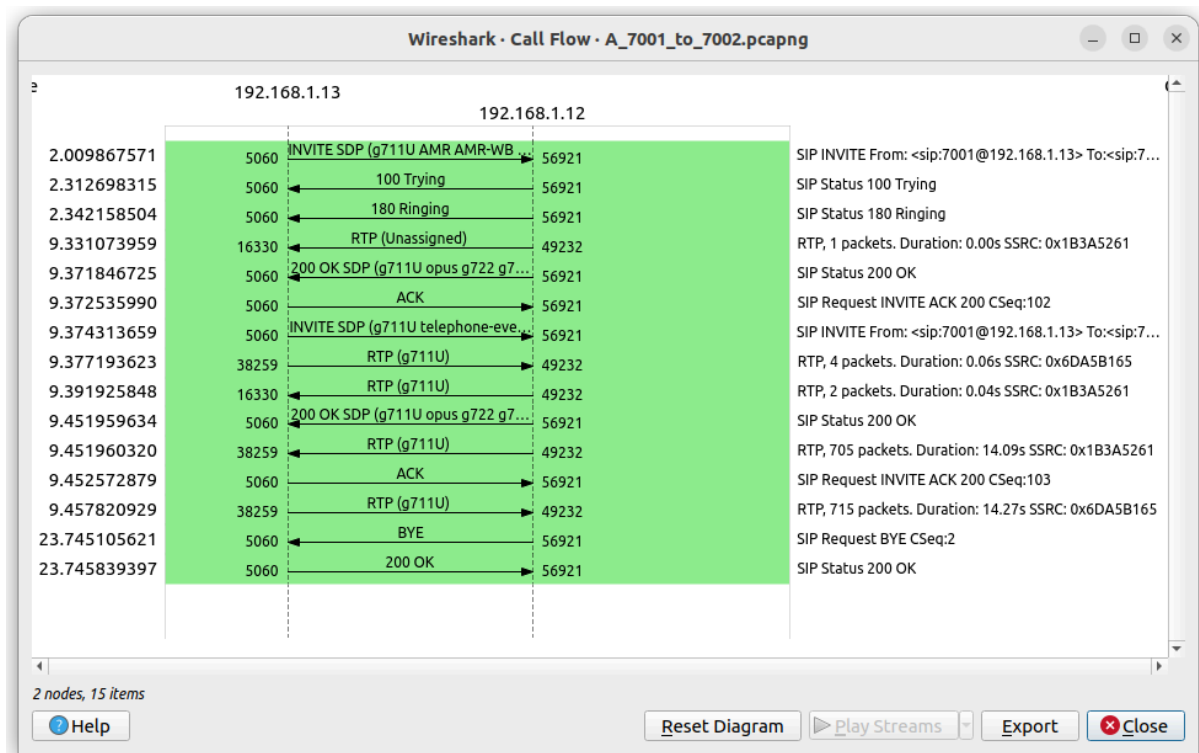
Registro de llamadas VoIP



Reproducción de los flujos RTP



Se puede reproducir el desarrollo de la llamada. Se visualizan dos gráficas de tiempo del sonido, la gráfica gris representa el audio del lado del emisor y la gráfica azul representa la salida de audio en el receptor.



Visualización del flujo de llamada. Se puede ver cómo se realiza el timbrado, el acuerdo para utilizar el codec g711U, el inicio de la comunicación e intercambio de paquetes de voz y finalmente el fin de la llamada con la notificación de corte de llamada.

Se verifica que el puerto asignado para la comunicación SIP del terminal 7002 es el 56921 y que el puerto SIP del servidor es el 5060

sip				
No.	Time	Source	Destination	Proto
31	9.371846725	192.168.1.12	192.168.1.13	SIP/
32	9.372535990	192.168.1.13	192.168.1.12	SIP

▶ Frame 32: 495 bytes on wire (3960 bits), 495 bytes captured (3960 b
 ▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_5d:07:0b (08:00:27:5d:07:0b), Dst: Litec
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.13, Dst: 192.168.1.12
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 5060, Dst Port: 56921
 ▶ Session Initiation Protocol (ACK)

Se verifica que el puerto asignado para la comunicación RTP del terminal 7002 es el 49232 y el puerto RTP del servidor es el 38259

rtp				
No.	Time	Source	Destination	Proto
30	9.331073959	192.168.1.12	192.168.1.13	RTP
34	9.377193623	192.168.1.13	192.168.1.12	RTP

▶ Frame 34: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 b
 ▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_5d:07:0b (08:00:27:5d:07:0b), Dst: Liteo
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.13, Dst: 192.168.1.12
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 38259, Dst Port: 49232
 ▶ Real-Time Transport Protocol

Se verifica que el puerto asignado para la comunicación RTCP del terminal 7002 es el 49233 y el puerto RTCP del servidor es el 38260

rtcp				
No.	Time	Source	Destination	Proto
505	13.905391285	192.168.1.12	192.168.1.13	ICMP
824	17.048019161	192.168.1.13	192.168.1.12	RTCP

▶ Frame 824: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits
 ▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_5d:07:0b (08:00:27:5d:07:0b), Dst: Liteo
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.13, Dst: 192.168.1.12
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 38259, Dst Port: 49233
 ▶ Real-time Transport Control Protocol (Receiver Report)

QoS Requirements for Voice

Voice calls, either one-to-one or on a conference connection capability, require the following:

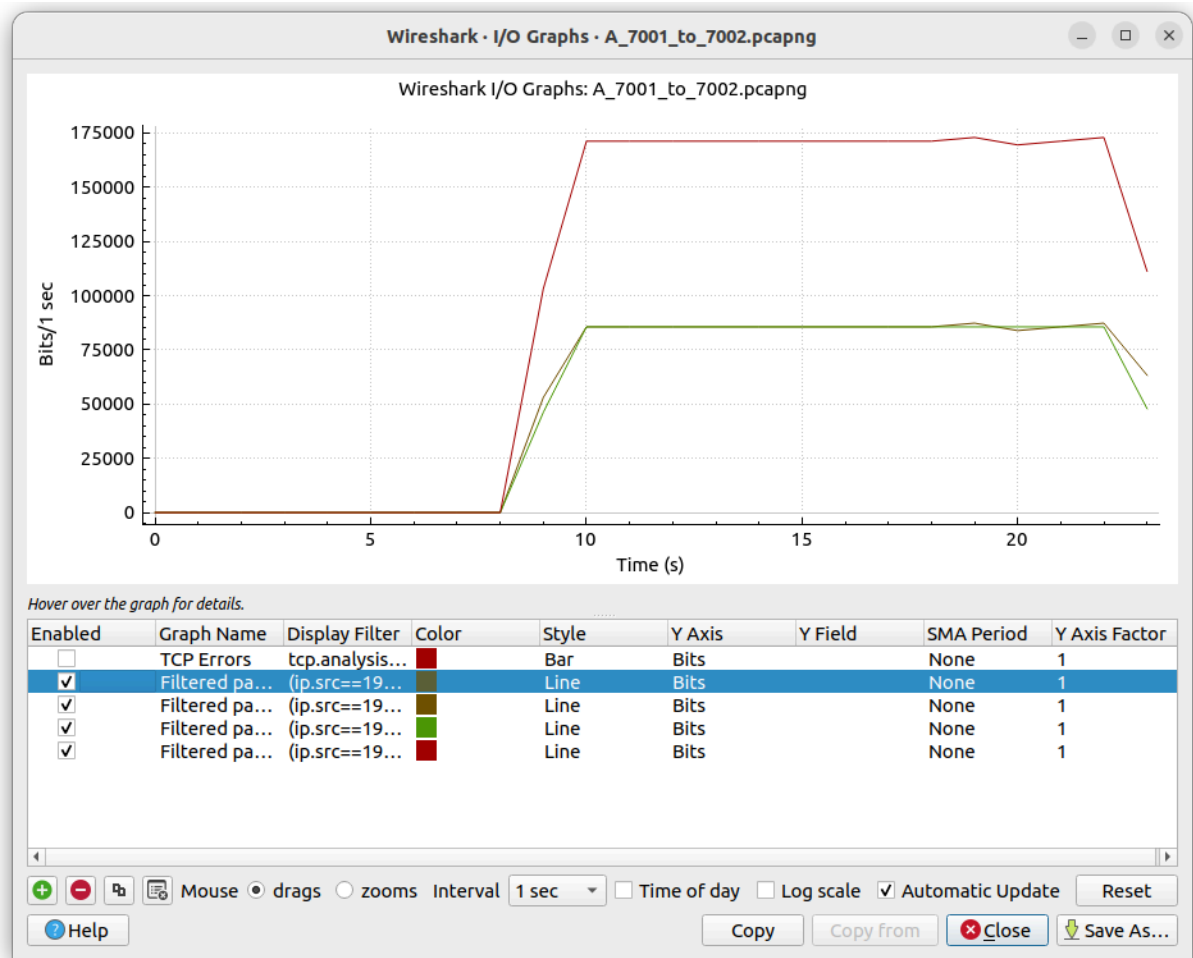
- ≤ 150 ms of one-way latency from mouth to ear (per the ITU G.114 standard)
- ≤ 30 ms jitter
- ≤ 1 percent packet loss
- 17 to 106 kbps of guaranteed priority bandwidth per call (depending on the sampling rate, codec, and Layer 2 overhead)
- 150 bps (plus Layer 2 overhead) per phone of guaranteed bandwidth for voice control traffic

Wireshark · RTP Streams · A_7001_to_7002.pcapng						
Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	Lost	Max Delta (ms)	Mean Jitter
192.168.1.12	49232	192.168.1.13	38259	0 (0.0%)	30.039273	0.685322
192.168.1.12	49232	192.168.1.13	16330	0 (0.0%)	39.729275	2.399310
192.168.1.13	38259	192.168.1.12	49232	0 (0.0%)	36.275599	7.844571

3 streams, 1 selected, 705 total packets. Right-click for more options.

☐ Limit to display filter ☐ Time of Day

Se puede verificar que la llamada cumple con los requisitos mínimos para una llamada de buena calidad.



Se puede verificar que la llamada se realiza aproximadamente a 64kbps. Dado que no solo se envía voz; sino que también se envía señales de control, la tasa de transferencia es un poco mayor.

Experiencia 2: Llamada desde el anexo 7001 al anexo 7002, no contesta y se redirecciona la llamada al 7003.

Wireshark · VoIP Calls · B_7001_to_7003_redirect.pcapng

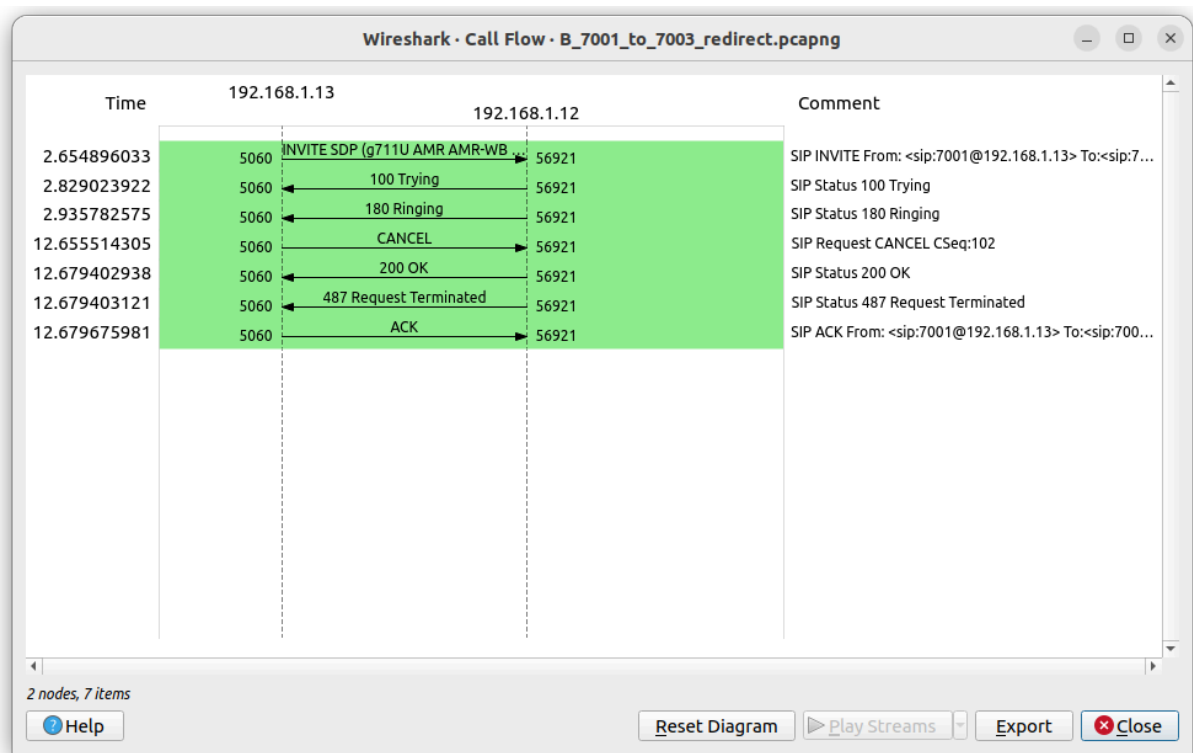
Start Time	Initial Speaker	From	To	Protocol	State
2.654896	192.168.1.13	<sip:7001@192.168.1.13>	<sip:7002@192.168.1.12...ef83028;transport=UDP>	SIP	CANCELLED
12.657774	192.168.1.13	<sip:7001@192.168.1.13>	<sip:7003@192.168.1.5:...5736ff1;transport=UDP>	SIP	COMPLETED

☐ Limit to display filter ☐ Time of Day

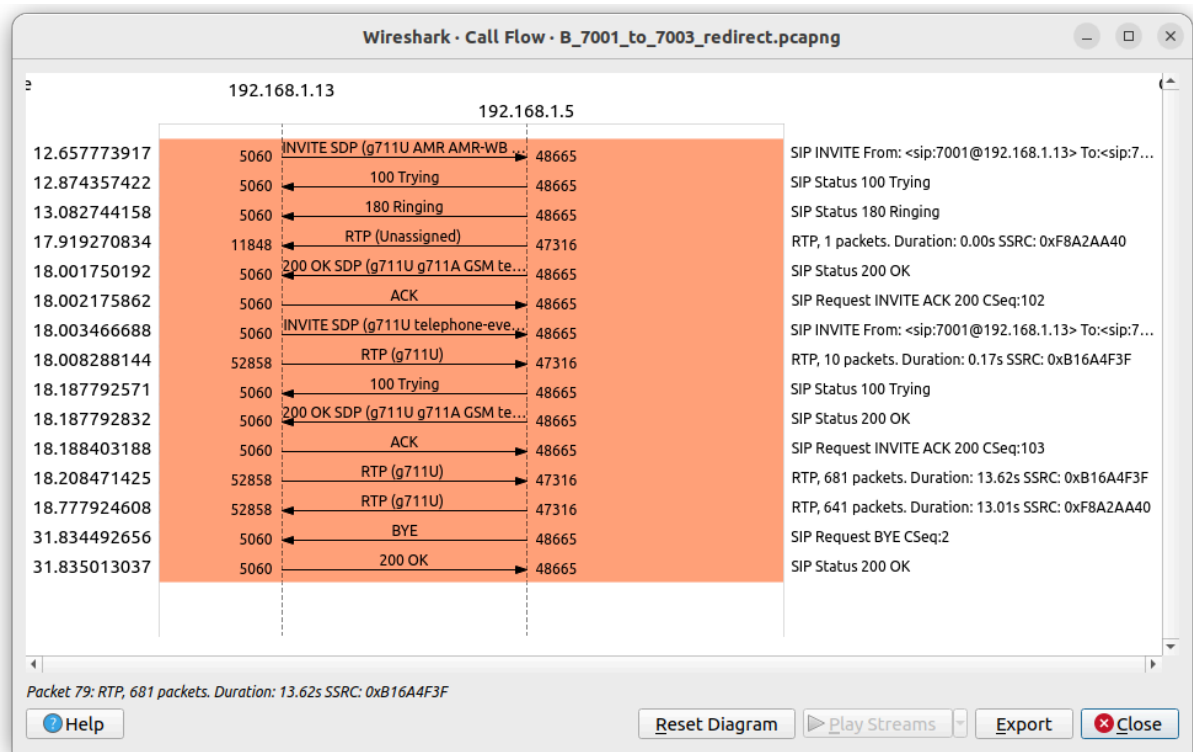
Se puede verificar que se han registrado dos llamadas. Una de ellas es desde el 7001 al 7002 que no fue respondida; y la otra es la redirección que terminó como llamada del 7001 al 7003.



Se puede visualizar la reproducción de audio en el emisor y el receptor. Se puede notar que en el lado del receptor, la señal de audio no tiene tantos picos como la del emisor.



Se puede visualizar en el flujo de llamada que se ha intentado llamar sin respuesta y que la llamada fue cancelada.



Luego de que el flujo anterior fuese cancelado, se realizó la llamada al 7003 como redirección. Para esta experiencia se aceptó la llamada y se realizó una llamada de prueba. Se puede visualizar la solicitud de llamada, el acuerdo del codec a utilizar y el fin de llamada.

Se verifica que el puerto asignado para la comunicación SIP del terminal 7002 es el 48665 y que el puerto SIP del servidor es el 5060

sip				
No.	Time	Source	Destination	Pro
1238	29.940712547	192.168.1.5	192.168.1.13	SI
1239	29.941535524	192.168.1.13	192.168.1.5	SI
▶ Frame 1238: 923 bytes on wire (7384 bits), 923 bytes captured (73 ▶ Ethernet II, Src: SamsungE_72:22:2d (64:89:f1:72:22:2d), Dst: Pcs ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.5, Dst: 192.168.1.13 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 48665, Dst Port: 5060 ▶ Session Initiation Protocol (REGISTER)				

Se verifica que el puerto asignado para la comunicación RTP del terminal 7002 es el 47316 y el puerto RTP del servidor es el 52858

rtp				
No.	Time	Source	Destination	Pro
1236	29.928544304	192.168.1.13	192.168.1.5	RT
1237	29.940712304	192.168.1.5	192.168.1.13	RT
▶ Frame 1236: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (17 ▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_5d:07:0b (08:00:27:5d:07:0b), Dst: Sam ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.13, Dst: 192.168.1.5 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 52858, Dst Port: 47316 ▶ Real-Time Transport Protocol				

Se verifica que el puerto asignado para la comunicación RTCP del terminal 7002 es el 47317 y el puerto RTCP del servidor es el 52859

(ip.src==192.168.1.13 && udp.srcport==52858 && ip.dst==192.168.1.5 && udp.dstport=				
No.	Time	Source	Destination	Pro
985	27.502316055	192.168.1.13	192.168.1.5	RT
988	27.514927890	192.168.1.5	192.168.1.13	IC
▶ Frame 985: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bi ▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_5d:07:0b (08:00:27:5d:07:0b), Dst: Sam ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.13, Dst: 192.168.1.5 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 52858, Dst Port: 47317 ▶ Real-time Transport Control Protocol (Receiver Report)				

QoS Requirements for Voice

Voice calls, either one-to-one or on a conference connection capability, require the following:

- ≤ 150 ms of one-way latency from mouth to ear (per the ITU G.114 standard)
- ≤ 30 ms jitter
- ≤ 1 percent packet loss
- 17 to 106 kbps of guaranteed priority bandwidth per call (depending on the sampling rate, codec, and Layer 2 overhead)
- 150 bps (plus Layer 2 overhead) per phone of guaranteed bandwidth for voice control traffic

Wireshark · RTP Streams · B_7001_to_7003_redirect.pcapng

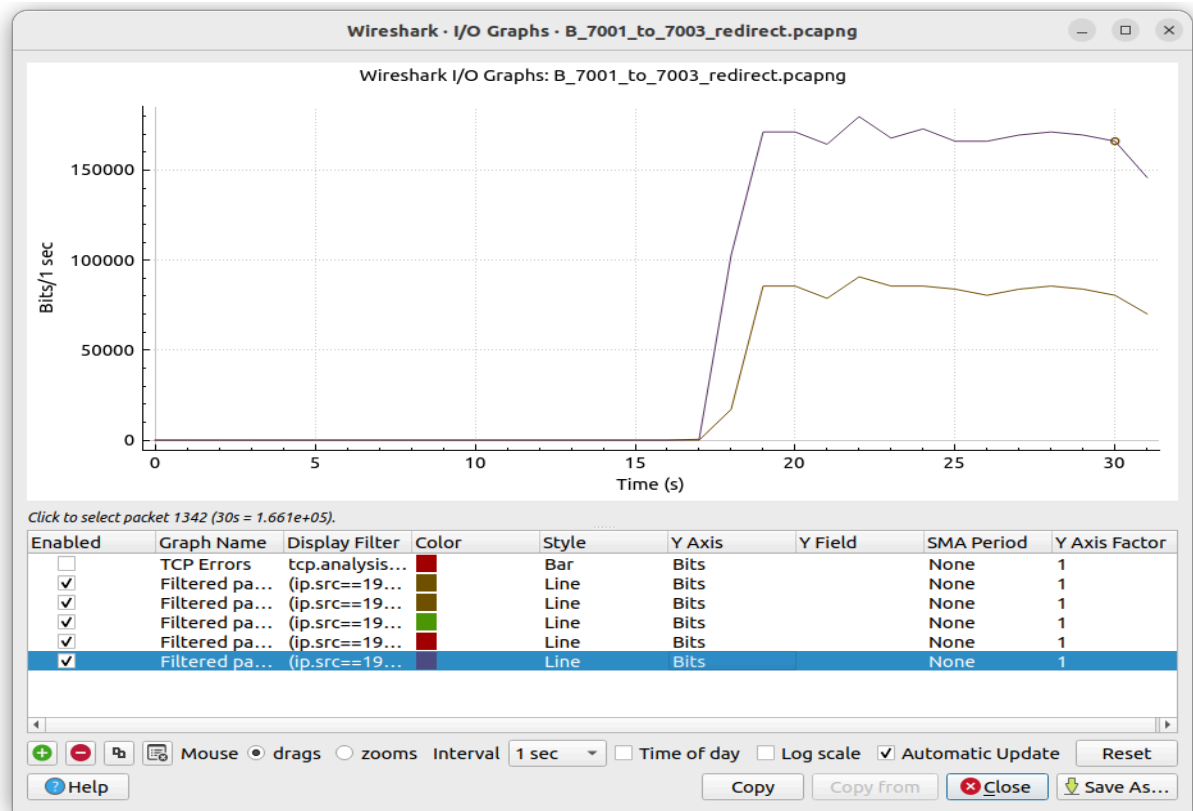
Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	Lost	Max Delta (ms)	Mean Jitter
192.168.1.5	47316	192.168.1.13	52858	9 (1.4%)	339.371939	8.800055
192.168.1.5	47316	192.168.1.13	11848	0 (0.0%)	0.000000	0.000000
192.168.1.13	52858	192.168.1.5	47316	0 (0.0%)	51.880679	7.837116

3 streams. Right-click for more options.

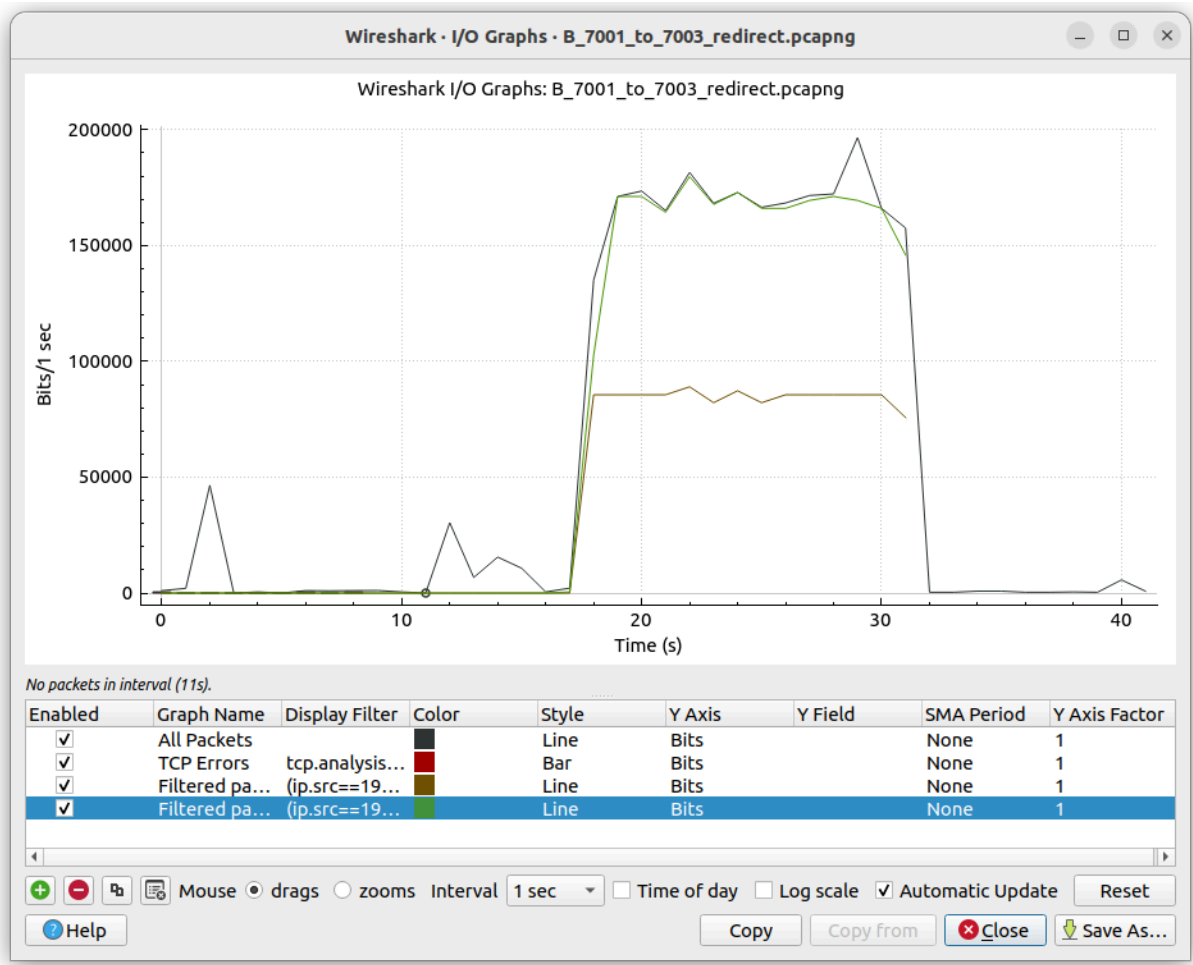
☐ Limit to display filter ☐ Time of Day

[Help](#) [Find Reverse](#) [Analyze](#) [Prepare Filter](#) [Play Streams](#) [Copy](#) [Export](#) [Close](#)

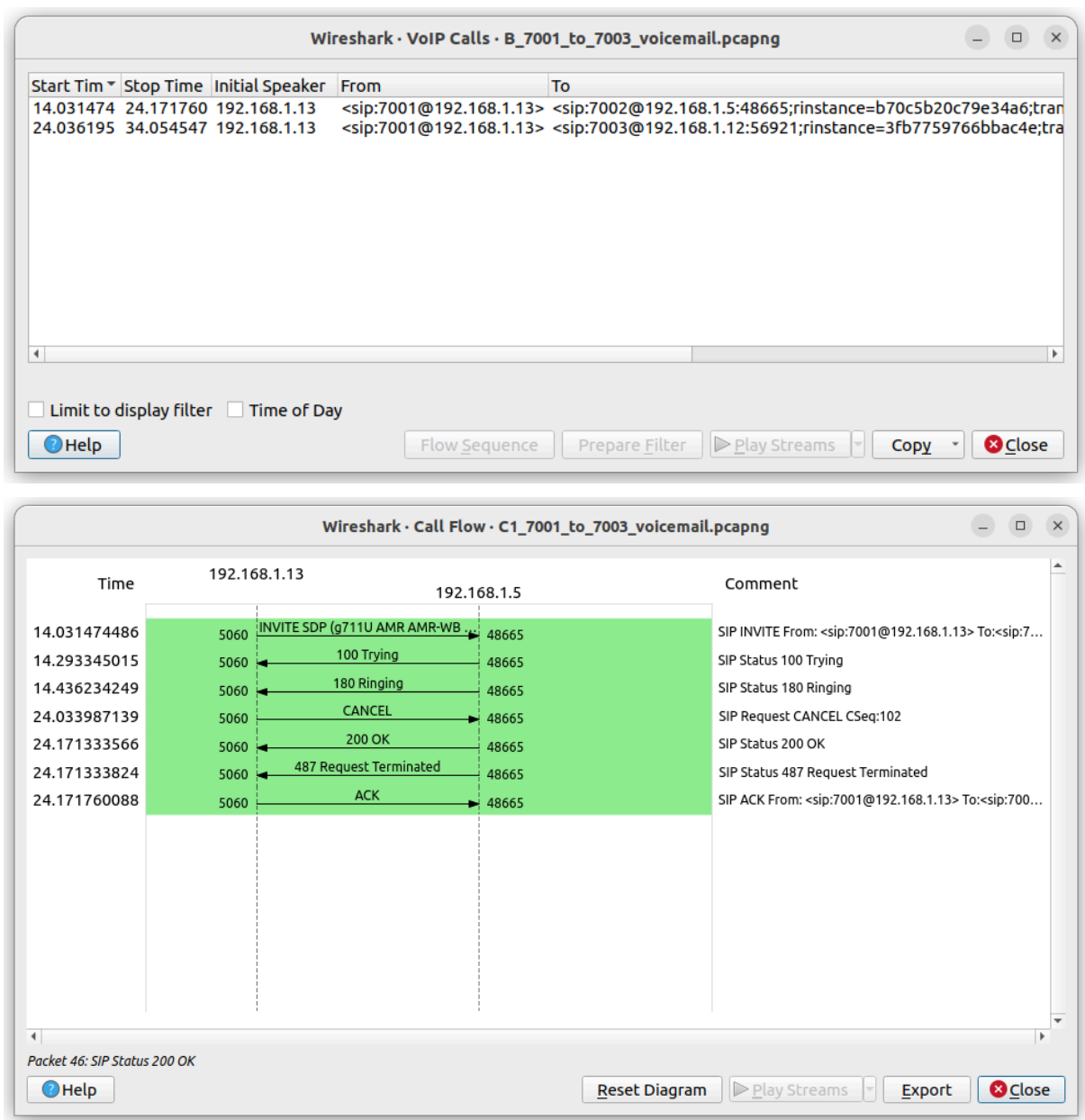
Durante la realización de esta experiencia se puede verificar que la red de prueba estuvo congestionada. Se puede comprobar con los datos de Max Delta y Packet Lost. Estos últimos no cumplen los estándares de calidad para llamadas de voz.

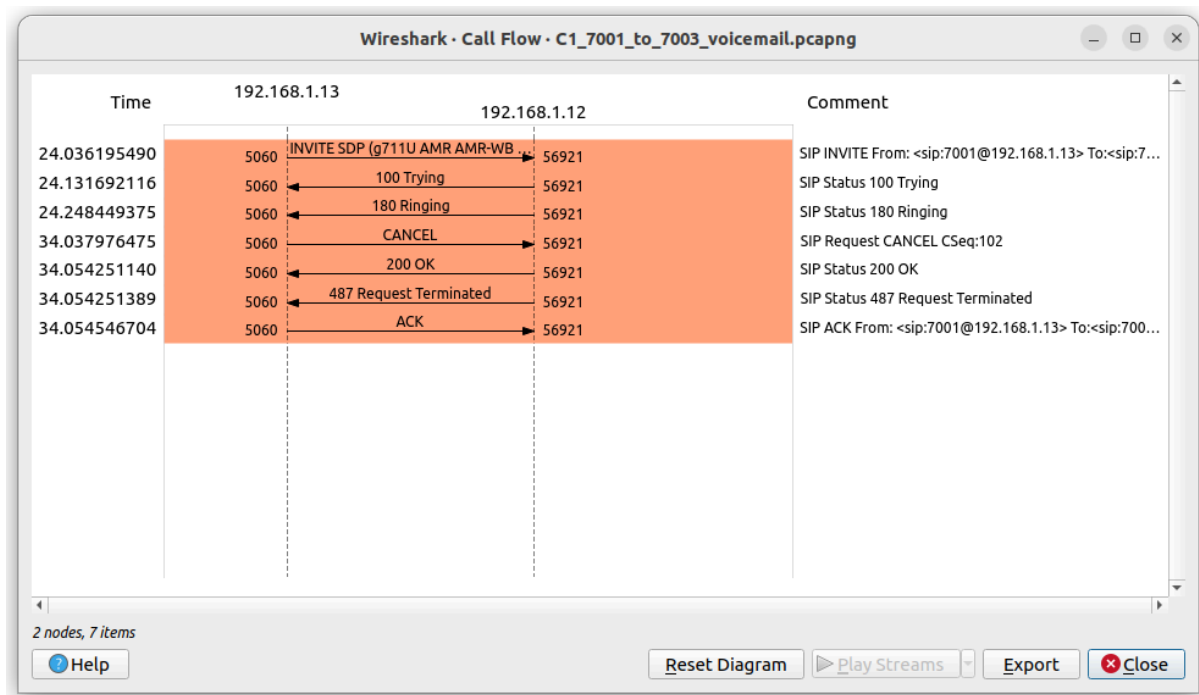


Se puede visualizar el flujo de llamada y que aproximadamente está poco más de 64 kbps que es la tasa de transmisión para llamadas de voz.



Experiencia 3: Llamada desde el anexo 7001 al anexo 7003, no contesta y se redirecciona al buzón de voz del 7003.





Se puede verificar que se realizaron dos llamadas, pero ninguna atendió la llamada. Luego de esto, se redirige al buzón de voz.

```

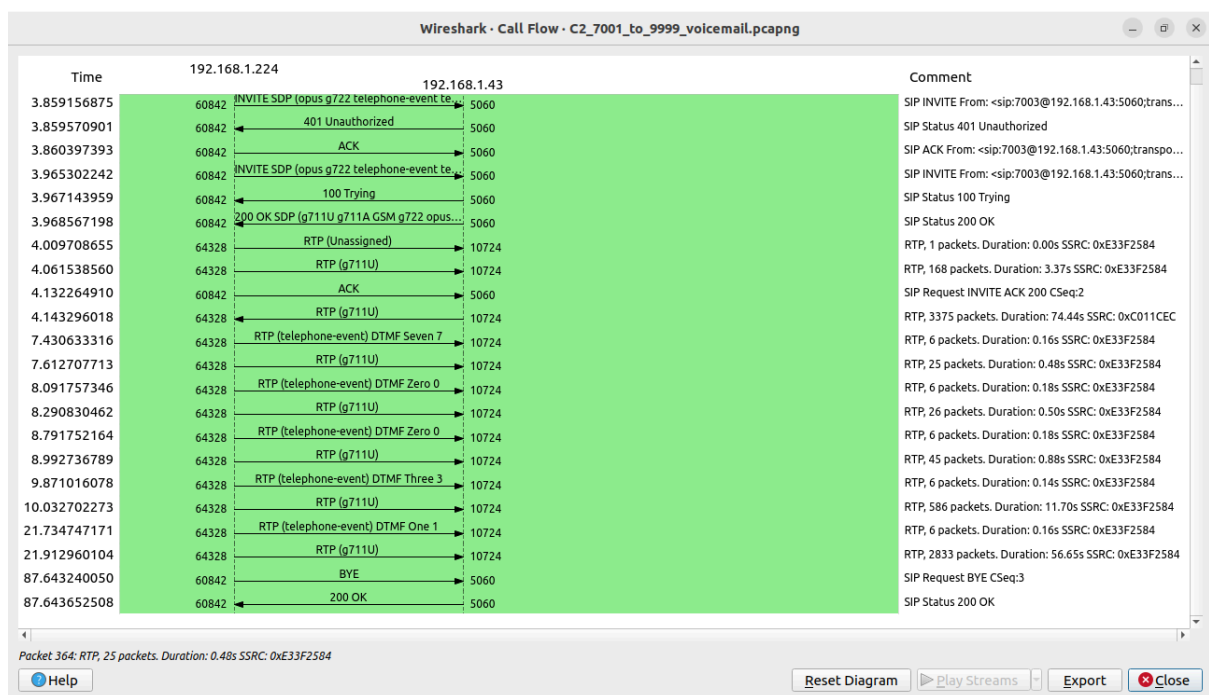
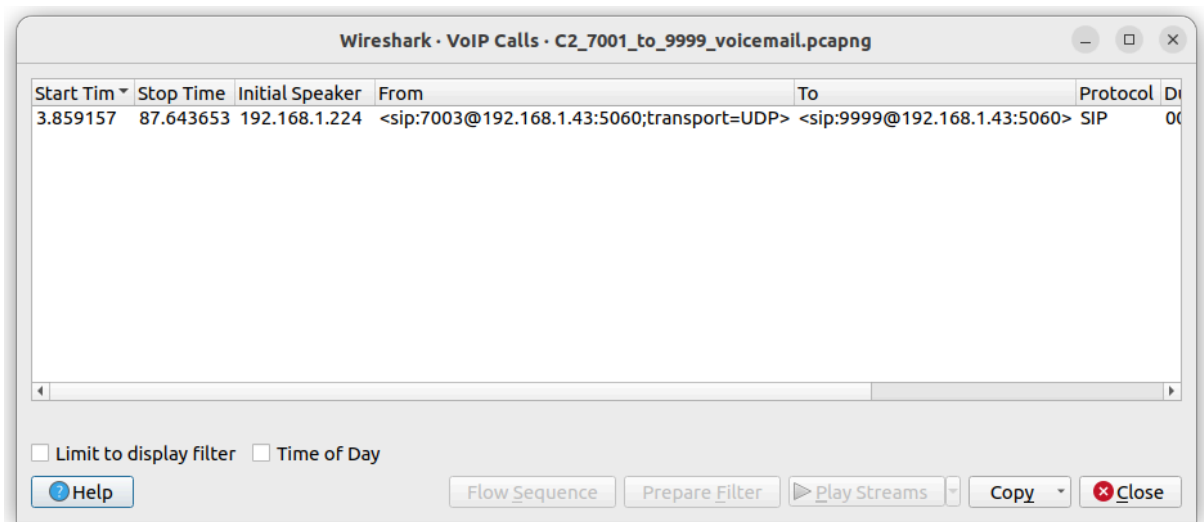
root@jchapo: /etc/asterisk
>(slin@8000)->(ulaw@8000)
jchapo*CLI> asterisk show users
No such command 'asterisk show users' (type 'core show help asterisk show' for other possible commands)
jchapo*CLI> show users
No such command 'show users' (type 'core show help show users' for other possible commands)
jchapo*CLI> sip show users
Username      Secret      Accountcode  Def.Context  ACL  Forcerport
7002          pass7002    internal     internal     No   Yes
7003          pass7003    internal     internal     No   Yes
7001          pass7001    internal     internal     No   Yes
jchapo*CLI> voicemail show users
Context  Mbox  User      Zone  NewMsg
default  7001  Usuario 7001    0
default  7002  Usuario 7002    0
default  7003  Usuario 7003    2
3 voicemail users configured.
jchapo*CLI>

```

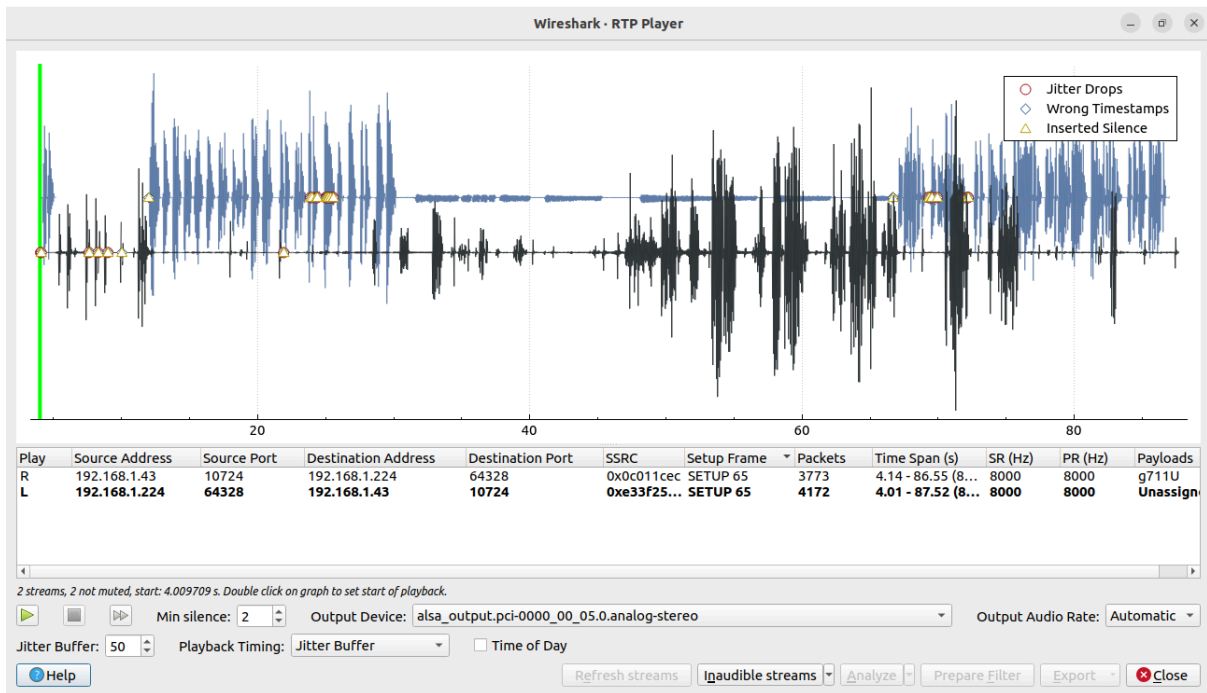
Así mismo, se puede verificar en el terminar 7003 que se dejó un nuevo mensaje en el buzón de voz



Se realiza una nueva llamada para poder oír el mensaje de voz
Se registra la llamada en Wireshark



Se puede verificar el flujo de la llamada a la casilla de voz



Se revisan los flujos RTP

Wireshark · RTP Streams · C2_7001_to_9999_voicemail.pcapng

Source Address	Source Port	Destination Address	Destination Port	Lost	Max Delta (ms)	Mean Jitter
192.168.1.43	10724	192.168.1.224	64328	0 (0.0%)	35.320533	1.126659
192.168.1.224	64328	192.168.1.43	10724	0 (0.0%)	41.052634	1.015044

2 streams, 2 selected, 7945 total packets. Right-click for more options.

☒ Limit to display filter ☐ Time of Day

Help Find Reverse Analyze Prepare Filter Play Streams Copy Export Close

C2_7001_to_9999_voicemail.pcapng

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

|| (ip.src==192.168.1.224 && udp.srcport==64328 && ip.dst==192.168.1.43 && udp.dstport==10724 && rtp.ssrc==0xe33f2584)

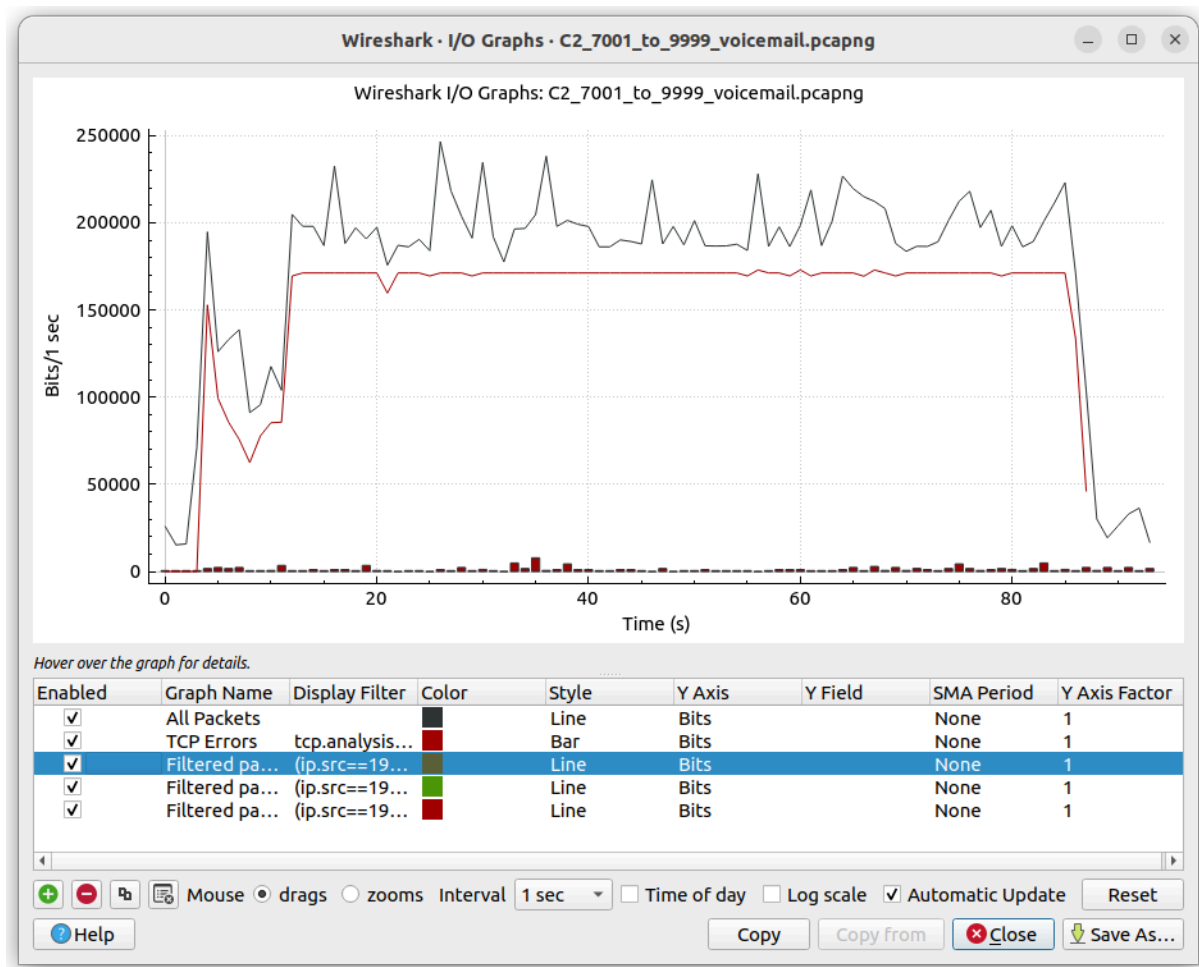
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
68	4.009708655	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	60	PT=Unassigned, SSRC=0
69	4.061538560	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
70	4.100640583	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
71	4.120649159	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
74	4.140391328	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
77	4.143296018	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
78	4.161669068	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
79	4.163658492	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
80	4.180351998	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
81	4.183448447	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
82	4.200477881	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
83	4.203490658	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
84	4.221589282	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
85	4.223634316	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
86	4.241565658	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
87	4.243613884	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
88	4.260518135	192.168.1.224	192.168.1.43	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,
89	4.262955665	192.168.1.43	192.168.1.224	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU,

▶ Frame 68: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface enp0s3, id 0
 ▶ Ethernet II, Src: LiteonTe_62:ed:ec (b8:ee:65:62:ed:ec), Dst: PcsCompu_5d:07:0b (08:00:27:5d:07:0b)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.224, Dst: 192.168.1.43
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 64328, Dst Port: 10724
 ▶ Real-Time Transport Protocol

0000 08 00 27 5d 07 0b b8 ee 65 62 ed ec 08 00 45 00 ..'].... eb....E.
 0010 00 29 e0 6d 00 00 80 11 d5 fa c0 a8 01 e0 c0 a8 .).m.....

C2_7001_to_9999_voicemail.pcapng Packets: 9433 · Displayed: 7945 (84.2%) Profile: Default

Filtrando los paquetes RTP



Anexos:

Se adjunta como pruebas, videos realizados por cada una de las experiencias. Así mismo los archivos de configuración de este trabajo.

CONCLUSIONES

En esta tarea académica, he realizado tres experiencias que me han permitido configurar Asterisk como un servidor VoIP, realizar llamadas entre anexos, redireccionar llamadas y manejar una casilla de voz. Durante la experiencia he aprendido a poder manejar y entender el funcionamiento de una casilla de voz. Así mismo ver que se guardan como archivos de audio dentro de la ubicación del servicio Asterisk. He podido ver en un caso real cómo los dispositivos acuerdan para poder realizar la comunicación bajo un mismo estándar; en estas experiencias se ha elegido el estándar g711U.